Archive of SID

محاسبه میزان فرابرآورد تبخیر– تعرق مرجع با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی غیرمرجع در ایران[1]

آزاده محمدیان، امین علیزاده و سهیلا جوانمرد[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۲/۹/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۳/۱۰/۷

چکیده

تولید محصولات زراعی و باغی در ایران عمدتاً با آبیاری است، به‌طوری‌که در حال حاضر حدود ۹۳ درصد کل آب استحصالی کشور در بخش کشاورزی و باغداری مصرف می‌شود. حاکم بودن وضعیت اقلیمی خشک و نیمه‌خشک در اکثر دشت‌های کشاورزی و کمبود آب برای آبیاری در این دشت‌ها باعث شده است تا نیازهای آبی گیاهان زراعی و باغی محاسبه شده در اختیار کشاورزان قرار گیرد. نیاز آبی معمولاً با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و با روش فائو- پنمن- مانتیث برآورد می‌شود. در این روش باید از داده‌هایی استفاده شود که از ایستگاه‌های کاملاً آبیاری‌شده (ایستگاه مرجع) برداشت شده باشند، اما اکثر ایستگاه‌های معتبر هواشناسی ایران در مناطق خوب آبیاری‌شده احداث نشده‌اند، از این رو داده‌های برداشت شده در آنها از لحاظ استفاده در محاسبات نیاز آبی دقت مطلوبی ندارد. در این مطالعه، ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک که سطح کشور را تا حد مطلوبی پوشش می‌دهند، انتخاب و از داده‌های دما، رطوبت، سرعت باد، ساعات آفتابی، و بارندگی آنها استفاده شده است. سپس مقادیر فرابرآورد تبخیر- تعرق مرجع پس از اصلاح داده‌های دما برای هر ایستگاه به صورت سالانه و فصلی محاسبه و در نهایت سطح کشور بر اساس میزان این فرابرآورد به صورت سالانه و فصلی پهنه‌بندی شده است. حداکثر مقدار فرابرآورد سالانه برابر با ٤١ درصد در مناطق جنوب شرقی کشور، برای فصل بهار و تابستان برابر با ٦٨ درصد در نواحی مرکزی و غرب کشور و برای فصل پاییز و زمستان برابر با ٦٥ درصد در نواحی مرکزی و جنوب‌شرقی کشور است.

واژه‌های کلیدی

ایستگاه مرجع، تبخیر- تعرق مرجع، دما، فائو- پنمن- مانتیث، فرابرآورد

۱- برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد با عنوان "اصلاح داده‌های هواشناسی برای برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع در ایستگاه‌های هواشناسی غیرمرجع ایران" ، گروه مهندسی آب دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد آبیاری، گروه مهندسی آب دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، صندوق‌پستی: ۱۱٦۳-۹۱۷۷۵، تلفن: ۱۷-۸۷۹۵٦۱۲-۰۵۱۱، دورنگار: ۸۷۸۷٤۳۰-۰۵۱۱، پیام‌نگار: amohamadian2001@yahoo.com، استاد گروه مهندسی آب دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیأت علمی پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با بهبود مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش راندمان مصرف آن می‌توان به نحو قابل توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. یکی از مهمترین روش‌های بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه است. از آنجا که به دست آوردن تبخیر- تعرق برای هر نوع زراعت و یا پوشش گیاهی بسیار مشکل است، در عمل ابتدا پارامتری به نام تبخیر- تعرق مرجع محاسبه و سپس به کمک آن تبخیر- تعرق گیاه مورد نظر برآورد می‌شود. ایدهٔ تبخیر- تعرق مرجع[1] (ET_o) را دورنبوس و پروت (Doorenbos & Pruitt, 1975) مطرح کردند که مورد پذیرش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی[2] (FAO) نیز واقع شد [۱۰]. تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) عبارت است از "مقدار تبخیر- تعرق از یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز با ارتفاع یکنواخت ۸-۱۵ سانتی‌متر، دارای رشد فعال، با سایه‌اندازی کامل و بدون کمبود آب" [۱۰]. آلن و همکاران (Allen *et al*., 1998) تعریف استانداردی برای گیاه مرجع فرضی بیان کردند. بر اساس این تعریف، میزان تبخیر- تعرق مرجع عبارت است از "میزان تبخیر- تعرق از یک گیاه مفروض با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر، ضریب مقاومت روزنه‌ای ۷۰ ثانیه بر متر، ضریب بازتاب ۰/۲۳ که معادل است با میزان تبخیر- تعرق یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز، با ارتفاعی یکنواخت، رشد فعال، سایه‌اندازی کامل و بدون کمبود آب" [۵].

در اغلب نقاط دنیا و از جمله در کشور ما برای برآورد تبخیر- تعرق مرجع، استفاده از روش‌های متکی بر داده‌های اقلیمی از جمله روش فائو- پنمن- مانتیث[3] متداول است. این معادله، تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) را با استفاده از داده‌های تابش، دما، رطوبت، و سرعت باد برآورد می‌کند. به منظور اطمینان از صحت محاسبات، اندازه‌گیری داده‌های هواشناسی باید در ارتفاع ۲ متری (یا تبدیل شده به آن ارتفاع) و روی یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز انجام گیرد که روی زمین سایه افکنده باشد و دچار کمبود آب نباشد [۵]. اما به شرایط استفاده از این فرمول که شرایط مرجع (خوب‌آبیاری شده) است، کمتر توجه شده است. تمسگن و همکاران (Temesgen *et al*., 1999) نشان دادند که این بی توجهی به شرایط مرجع می‌تواند موجب فرابرآورد ET_o تا سقف ۲۵ درصد شود [۱۷]. طبق تعریف، ایستگاه هواشناسی مرجع که در استفاده از معادله، فائو ـ پنمن ـ مانتیث باید از داده‌های آن استفاده شود، ایستگاهی است که با شرایط گیاه مرجع فرضی که تعریف آن در بالا آمده است، تطابق داشته باشد و گرنه ایستگاه هواشناسی غیرمرجع نامیده می‌شود [۱۶].

استفاده از داده‌های ایستگاه غیرمرجع برای برآورد تبخیر- تعرق مرجع به منظور برنامه‌ریزی و طراحی سیستم آبیاری، موجب بروز خطاهای قابل توجهی می‌شود زیرا در این شرایط دمای ماکزیمم (T_{max}) و دمای مینیمم (T_{min}) نسبت به حالت مرجع افزایش و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) کاهش می‌یابد [۱۷]. آبیاری باعث می‌شود که انرژی تابشی بیشتر صرف تبخیر- تعرق و کمتر صرف گرم کردن هوا و خاک شود. این فرآیند دمای هوا را کاهش و رطوبت و فشار بخار هوا را افزایش می‌دهد. بنابراین، اگر داده‌های هواشناسی از ایستگاه غیرمرجع به دست آمده باشد مقدار ET_o بیشتر از مقدار آن در وضعیت

1- Reference Evapotranspiration
2- Food and Agriculture Organization of the United Nations
3- FAO-Penman-Montieth

www.SID.ir

Archive of SID

مرجع برآورد می‌شود.

در مورد اثر خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی، مطالعات نسبتاً زیادی انجام شده است، از جمله دی‌وریز و بیرچ (De Vries & Birch, 1961) و داونپورت و هادسون (Davenport & Hudson, 1967) به ترتیب در استرالیا و آفریقا نشان دادند که در نواحی آبیاری‌نشده، دمای هوا افزایش و فشار بخار کاهش می‌یابد [۷-۹].

هولمز (Holmes, 1970) در تحقیقاتی در آلبرتای کانادا در مورد دما، مشاهده کرد که دمای هوا در بالای دریاچه و منطقهٔ آبیاری شده به ترتیب ۳ و ۲ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به مناطق خشک کاهش می‌یابد [۱۲].

برمن و همکاران (Burman *et al.*, 1975) در منطقه‌ای به شعاع ۵۰ کیلومتر که از اراضی خشک بوته‌زار آغاز می‌شد، با حرکت به سمت مرکز که منطقه‌ای فاریاب در جنوب آیداهو (آمریکا) بود به اندازه‌گیری عوامل اقلیمی پرداختند و تغییرات آن را بررسی کردند. این محققان دریافتند که در ماه می (اردیبهشت) که شرایط رطوبت خاک برای تبخیر در هر دو منطقه یکسان است، تغییرات عوامل اقلیمی در دو منطقه حداقل است. در حالی که در ماه جون (تیر) میانگین دما در صحرا حدود ۳ درجهٔ سانتی‌گراد از مرکز منطقهٔ تحت آبیاری گرم‌تر است. آنها همچنین مشاهده کردند که با حرکت به سمت مرکز ناحیه، فشار بخار اندازه‌گیری شده افزایش و در حد فاصل این دو منطقه مقدار تبخیر- تعرق برآورد شده ۲۰ درصد کاهش می‌یابد [۶].

آلن و همکاران (Allen *et al.*, 1983) با استفاده از داده‌های ۴ ایستگاه هواشناسی واقع در جنوب آیداهو و یک ایستگاه واقع در مرکز تحقیقات آب و خاک در کیمبرلی، به بررسی تأثیر موقعیت ایستگاه روی مقدار نیاز آبی برآورد شده پرداختند. دو ایستگاه از ۴ ایستگاه مورد مطالعه، در اراضی خشک و کویری و دو ایستگاه دیگر در شرایط فاریاب قرار داشتند. تبخیر- تعرق مرجع برآورد شده از دمای هوا و دمای نقطهٔ شبنم اخذ شده از ایستگاه‌های خشک، میزان فرابرآورد ۱۷ درصد در فصل رشد و ۲۱ درصد در ماه حداکثر (تیر) را نشان داد [۳].

آلن و گیچاکی (Allen & Gichuki, 1989) و لی و آلن (Ley & Allen, 1994) با استفاده از روابط توازن انرژی و توازن آب برای اصلاح داده‌های دما و رطوبت در ایستگاه‌های غیر مرجع از روابط پیچیده‌تری استفاده کردند. این روش‌ها نیازمند اندازه‌گیری مقادیر تابش، دما، رطوبت، سرعت باد، و باران در مقیاس روزانه است [۴ و ۱۳].

یکی از روش‌های ساده برای برآورد تأثیر "خشکی" در ایستگاه هواشناسی که درآن دما و رطوبت اندازه‌گیری می‌شوند، مقایسهٔ دمای مینیمم روزانه (T_{min}) و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) است. در ایستگاه‌های مرطوب، به خصوص اگر سرعت باد در اوایل صبح پایین باشد، T_{min} معمولاً مساوی T_{dew} است. این امر حتی در مناطق خشک و نیمه‌خشکی که محیط اطراف ایستگاه تحت آبیاری است، صادق است. بر این اساس، آلن (Allen, 1996) تحقیقاتی را در این خصوص انجام داد. روش پیشنهادی وی برای اصلاح داده‌های دمای ماکزیمم (T_{max})، دمای مینیمم (T_{min})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) به صورت زیر است:

$$T_{min(adj)} = T_{min} - K_{ar}\,\Delta T \qquad (۱)$$

$$T_{max(adj)} = T_{max} - K_{ar}\,\Delta T \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$T_{dew(adj)} = T_{dew} + (1-K_{ar})\,\Delta T \qquad (۳)$$

$$MDD = T_{min}-T_{dew} \qquad (٤)$$

$$\Delta T = MDD - \Delta T_{climate}\ ,\ \Delta T>0 \qquad (۵)$$

در این معادلات، اندیس (adj) نشان‌دهنده مقادیر اصلاح‌شده است، K_{ar} ضریب تجربی است که ضریب خشکی نسبی نامیده می‌شود و بر اساس آنالیز تغییرات دمای ماکزیمم (T_{max}) ، دمای مینیمم (T_{min})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) در مقابل نسبت بارندگی مؤثر به تبخیر- تعرق مرجع ($Rain/ET_o$) در ایستگاه‌های هواشناسی آمریکا، اروپا، آفریقا و آسیا، مقدار آن ۰/۵ به دست آمده است. در این معادلات فرض شده که T_{max} به همان اندازهٔ T_{min} از خشکی ایستگاه متأثر می‌شود. $\Delta T_{climate}$ نشان دهندهٔ محدوده‌ای از MDD است که در مقادیر کمتر از آن نباید تصحیح اعمال شود. از آنجا که در شرایط مرجع به دلیل خطای حساسه‌ها یا تغییر T_{dew} در طول روز، مقدار T_{min} در محدوده ۳± درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به T_{dew} قرار دارد، توصیه شده است که $\Delta T_{climate}$ به ویژه برای مناطق خشک و نیمه خشک معادل ۲ تا ۳ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر گرفته شود. برای شرایط آب و هوایی مرطوب و نیمه مرطوب، $\Delta T_{climate}$ باید معادل صفر در نظر گرفته شود [۵].

تمسگن و همکاران (۱۹۹۹) به تعیین ضرایب اصلاحی برای پارامترهای دما در ایستگاه‌های هواشناسی غیر مرجع پرداختند. آنها با انتخاب داده‌های ۸ کشور مختلف از قاره‌های آسیا، آفریقا، و اروپا از مجموعه داده‌های هواشناسی سازمان خواربار جهانی (CLIMWAT) و تقسیم آنها به دو دسته خشک و مرطوب، با بررسی درجهٔ حساسیت (شیب) دمای ماکزیمم (T_{max})، دمای مینیمم (T_{min})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew})نسبت به خشکی به تعیین ضرایب تصحیح دمای ماکزیمم (K_x)، دمای مینیمم (K_n)، و دمای نقطهٔ شبنم (K_d) پرداختند. این محققان برای آزمایش معتبر بودن ضرایب تصحیح به دست آمده از داده‌های CLIMWAT، از داده‌های ایستگاه دیویس در ایالت کالیفرنیا و داده‌های ایستگاه‌های منطقهٔ واشنگتن استفاده کردند [۱۷].

سپاسخواه (۱۳۷۷) طی مطالعه‌ای روی دو ایستگاه باجگاه و کوشکک در استان فارس نشان داد که داده‌های هواشناسی تهیه شده از ایستگاه‌های مرجع با آمار حاصل از ایستگاه‌های غیرمرجع متفاوت است و این تفاوت منجر به فرابرآورد تبخیر- تعرق می‌شود [۱۵].

گنجی (۱۳۷۸) نمودارهای $MDD=T_{min}-T_{dew}$ در برابر بارندگی به تبخیر از تشت را برای ایستگاه‌های سینوپتیک شیراز (غیرمرجع)، اقلیم شناسی باجگاه (مرجع)، و اقلیم‌شناسی کوشکک (مرجع) به صورت روزانه رسم کرد و مدل رگرسیونی غیر خطی را بر این نمودارها برازش داد. سپس برای محاسبهٔ انحراف دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم، در ایستگاه غیرمرجع نسبت به ایستگاه مرجع، اختلاف میان دو منحنی برازش داده شده بر نمودارهای هر ایستگاه را به ازای هر مقدار بارندگی به تبخیر از تشت، در ۰/۵ ضرب و مقدار به دست آمده را از دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم کسر کرد [۱۱].

بنابراین، در وضعیت غیر مرجع باید پیش از تخمین ET_o، داده‌های دما و رطوبت طبق روش‌های توصیه شده اصلاح شوند یا ابتدا ET_o را برای ایستگاه‌های غیرمرجع محاسبه و سپس آن را تعدیل

www.SID.ir

Archive of SID

کرد تا مقدار ET_o به شرایط مرجع (خوب آبیاری شده) نزدیک‌تر شود. در این مطالعه، ضرایب اصلاحی دمای مینیمم، دمای ماکزیمم، و دمای نقطهٔ شبنم برای ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک ایران که اغلب دارای شرایط غیرمرجع هستند، به دست آمده است تا بتوان برای برآورد تبخیر- تعرق مرجع ازآنها استفاده کرد. بنابراین، هدف از این مطالعه عبارت از است:

۱- برآورد تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از روش فائو- پنمن- مانتیث به صورت ماهانه برای سال‌های آماری موجود و با استفاده از داده‌های هواشناسی به دست آمده از ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک ایران.

۲- تعیین ضرایب اصلاحی برای دمای مینیمم، دمای ماکزیمم، و دمای نقطهٔ شبنم در هر ایستگاه.

۳- اصلاح این سه پارامتر با استفاده از ضرایب اصلاحی به دست آمده برای هر ایستگاه.

٤- برآورد تبخیر- تعرق مرجع با استفاده از داده‌های اصلاح شده.

۵- تعیین میزان فرابرآورد تبخیر- تعرق مرجع در شرایط غیرمرجع.

٦- تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی میزان فرابرآورد سالانه و فصلی تبخیر- تعرق مرجع در ایران.

مواد و روش‌ها

- مواد:

در این مطالعه از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک ایران از بدو تأسیس تا سال ۲۰۰۰ استفاده شده است. تا سال ۲۰۰۰ تعداد ایستگاه‌های سینوپتیک ایران، ۱۵۳ ایستگاه بوده است. پارامترهای هواشناسی در این مطالعه شامل دمای مینیمم (درجهٔ سانتی‌گراد)، دمای ماکزیمم (درجهٔ سانتی‌گراد)، دمای نقطهٔ شبنم (درجهٔ سانتی‌گراد)، رطوبت نسبی مینیمم (درصد)، رطوبت نسبی ماکزیمم (درصد)، سرعت باد (Knot)، ساعات آفتابی (ساعت) و بارندگی (میلی‌متر) است که به صورت متوسط ماهانه برای دورهٔ آماری از بدو تأسیس هر ایستگاه تا سال ۲۰۰۰ به کار رفته است. همچنین، مشخصات مکانی هر ایستگاه که شامل ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، و طول جغرافیایی است، به عنوان پارامترهای اولیه برای ادامهٔ محاسبات به کار رفته است.

- روش‌ها:

- بررسی تأثیر خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی

مقدار انرژی که به سطح زمین وارد می‌شود (R_n) به سه جزء اساسی تقسیم می‌شود، قسمتی از آن صرف گرم کردن خاک (G)، قسمتی صرف گرم کردن هوا (H)، و بخشی صرف تبخیر- تعرق از سطوح مرطوب (E) می‌شود [۲].

$$R_n = G + E + H \qquad (٦)$$

تقسیم تابش خالص ورودی به سطح زمین به میزان رطوبت سطح تبخیرکننده بستگی دارد. آب آبیاری موجب می‌شود که مقدار بیشتری از انرژی تابشی صرف تبخیر- تعرق و مقدار کمتری از آن صرف گرم کردن هوا و خاک شود. این امر موجب کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی می‌شود. در ایستگاه‌های مرطوب و یا فاریاب این کاهش دما تا زمانی ادامه می‌یابد که لایهٔ مرزی پایینی اشباع شود و به دمای نقطهٔ شبنم برسد. البته به فرض اینکه

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت باد نسبتاً کم باشد و مقدار زیادی از هوای گرم و خشک از مناطق مجاور به ایستگاه منتقل نشود. دمای نزدیک سطح زمین به حد کمتر از دمای نقطهٔ شبنم کاهش نخواهد یافت زیرا با کاهش دما به پایین‌تر از دمای نقطهٔ شبنم، بخار آب به دلیل رسیدن به حالت فوق اشباع متراکم و بدین وسیله گرمای نهان تبخیر آزاد می‌شود. این گرمای نهان تبخیر آزاد شده از کاهش بیشتر دما (به پایین‌تر از دمای نقطهٔ شبنم) جلوگیری می‌کند. بنابراین در ایستگاه‌های مرطوب، دمای مینیمم (T_{min}) معادل با دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) خواهد بود ($T_{min} \approx T_{dew}$).

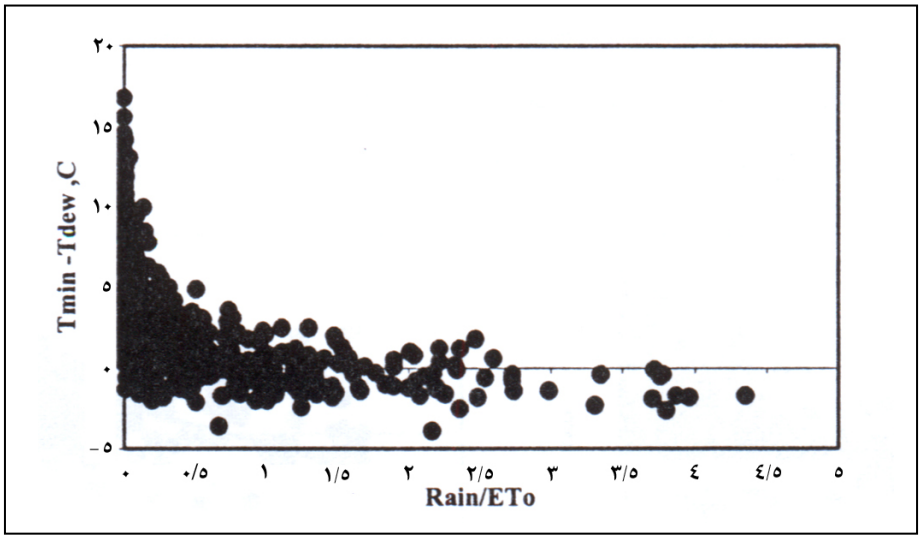
از طرف دیگر، در ایستگاه‌های خشک یا غیر فاریاب، بخش زیادتری از تابش خالص ورودی به سطح زمین صرف گرم‌کردن هوا و خاک می‌شود زیرا آب کمتری برای تبخیر شدن در دسترس است. گرم شدن هوا و خاک و کاهش تبخیر- تعرق، در مقایسه با شرایط مرطوب یا فاریاب منجر به افزایش دمای ماکزیمم (T_{max}) و دمای مینیمم (T_{min}) و کاهش دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) می‌شود. بنابراین، در شرایط خشک که رطوبت خاک پایین است، دمای مینیمم (T_{min}) در شب به اندازه‌ای پایین نمی‌آید که به دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) برسد. دمای مینیمم (T_{min}) همواره بیشتر از دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) است [۱۷].

بنابراین، روش ساده برای تشخیص اثر خشکی ایستگاه‌های هواشناسی که در آنها دمای هوا و رطوبت اندازه‌گیری می‌شود، این است که مقادیر دمای مینیمم (T_{min}) با دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) مقایسه شوند. در محیطی که گیاهان شاداب و رطوبت کافی داشته باشد، معمولاً مقدار دمای مینیمم به دمای نقطهٔ شبنم نزدیک می‌شود. این مورد در نواحی خشک و نیمه‌خشک تنها در حالتی اتفاق می‌افتد که حساسه‌های اندازه‌گیری دما و رطوبت در محیط‌های آبیاری شده واقع شده باشند. به منظور نمایش اثر خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی به دست آمده از آن و با توجه به اینکه در ایستگاه مرجع مقدار دمای مینیمم (T_{min}) به دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) نزدیک می‌شود، می‌توان تغییرات این دو پارامتر (T_{min}-T_{dew}) را در مقابل تغییرات نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع برآورد شده با روش فائو- پنمن- مانتیث ($Rain/ET_o$) برای ماه‌های مختلف سال‌های آماری موجود در هر ایستگاه، رسم کرد.

نسبت بارندگی به تبخیر - تعرق مرجع ($Rain/ET_o$) شاخصی از رطوبت نسبی ایستگاه در یک ماه مشخص از سال آماری مورد نظر شناخته می‌شود. این نسبت نشان می‌دهد که آیا میزان بارندگی در محل ایستگاه، نیاز تبخیری اتمسفر را تأمین می‌کند یا نه. اگر نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع بزرگتر یا مساوی یک باشد ($Rain/ET_o \geq 1$) بدین معنی است که بارندگی، نیاز تبخیری اتمسفر را تأمین می‌کند و ایستگاه دارای شرایط مرجع است. البته با فرض اینکه در طول ماه بارندگی یکنواختی قابل قبولی داشته باشد. اما اگر این نسبت برابر با صفر یا بین صفر و یک باشد ($0 \leq Rain/ET_o < 1$)، میزان بارندگی، نیاز تبخیری اتمسفر را تأمین نمی‌کند و ایستگاه شرایط مرجع را ندارد. نمونه‌ای از آثار خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی در شکل شمارهٔ ۱ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱- نمودار T_{min}-T_{dew} در مقابل $Rain/ET_o$ ، بررسی سالانه ، مشهد

در این نمودار هر چه نسبت $Rain/ET_o$ به یک و مقدار $T_{min} - T_{dew}$ به صفر نزدیک شود، نشان‌دهنده‌ی این است که ایستگاه دارای شرایط مرجع است. بنابراین هر چه پراکندگی نقاط در اطراف این محدوده بیشتر باشد، نشان می‌دهد که شرایط ایستگاه مورد نظر به شرایط مرجع نزدیک تر است.

- اصلاح داده‌های هواشناسی

پس از بررسی تأثیر خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی به دست آمده از آن ایستگاه، لازم است روشی برای اصلاح این داده‌ها به کار گرفته شود و در ضمن داده‌هایی مشخص شوند که بیشترین تأثیر را از خشکی ایستگاه می‌پذیرند. طبق بررسی های انجام شده دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد از جمله مواردی هستند که در ایستگاه غیرمرجع اصلاح می‌شوند [۳]. طبق بررسی‌های دیگری که تمسگن (Temesgen, 1996) انجام داد، مشخص شد که دمای مینیمم (T_{min})، دمای ماکزیمم (T_{max})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) با نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع ($Rain/ET_o$) به خصوص در دامنه‌ی ($Rain/ET_o \leq 1 \leq ۰$) رابطه‌ای تقریباً خطی دارند. ولی سایر پارامترها مثل باد هیچ رابطهٔ معنی‌داری با پارامترهایی مثل دمای ماکزیمم، دمای مینیمم، یا نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق ندارند [۱٦].

بایستی به این نکته توجه کرد که در نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع، به جای بارندگی مؤثر بارندگی کل به کار رفته است. در این زمینه نیز بررسی‌ها نشان داده است که در دامنهٔ ($۰ \leq 1 \leq Rain/ET_o$) تمامی بارندگی به شکلی مؤثر برای گیاه مصرف می‌شود. اما در دامنهٔ $Rain/ET_o>1$ مقداری از بارندگی به صورت رواناب سطحی و نفوذ عمقی تلف می‌شود [۱٦]. بنابراین دراین

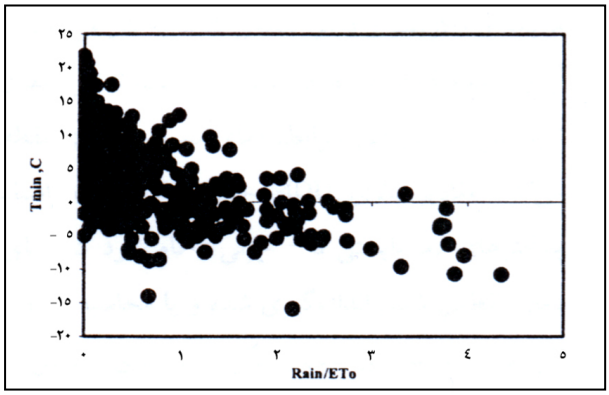
www.SID.ir

Archive of SID

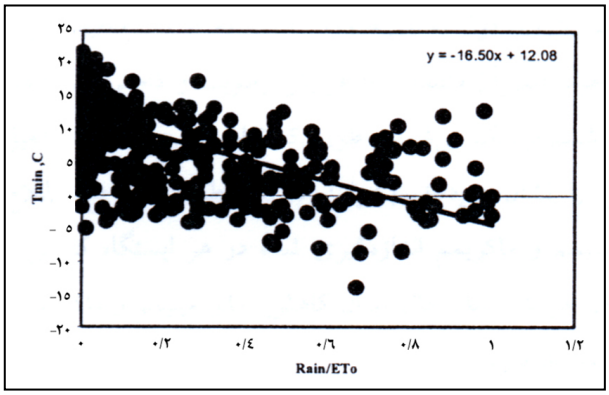
مطالعه چون بررسی‌ها فقط در دامنهٔ ($Rain/ET_o \leq 1 \leq ۰$) صورت گرفته است، نیازی به استفاده از بارندگی مؤثر به جای بارندگی کل نیست و لذا از داده‌های مقدار بارندگی کل استفاده شده است.

به منظور تعیین ضرایب اصلاحی، نمودار دمای مینیمم (T_{min})، دمای ماکزیمم (T_{max})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) در مقابل نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع ($Rain/ET_o$) به صورت ماهانه برای سال‌های آماری موجود در هر ایستگاه به صورت جداگانه رسم شد (شکل‌های شمارهٔ ۲، ٤، و ٦).

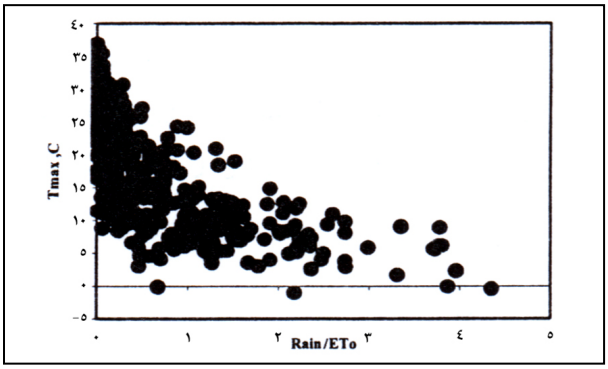
سپس همان‌طور که در شکل‌های شمارهٔ ۳، ۵، و ۷ مشاهده می‌شود، با استفاده از روش حداقل مربعات در دامنهٔ ($Rain/ET_o \leq 1 \geq ۰$)، رابطهٔ خطی $y = ax + b$ از بین نقاط به دست آمده در هر ایستگاه برازش داده شده و مقدار شیب خط مورد نظر برای هر یک از سه نمودار به دست آمده است [٤]. شیب به دست آمده برای هر نمودار در واقع تغییرات یکی از پارامترهای دمای مینیمم (T_{min})، دمای ماکزیمم (T_{max})، و دمای نقطهٔ شبنم (T_{dew}) را به ازای تغییرات نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع نشان می‌دهد.



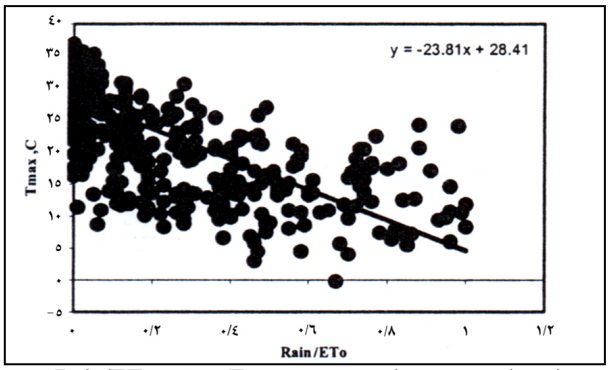
شکل شمارهٔ ۲- نمودار T_{min} در مقابل $Rain/ET_o$ ، بررسی سالانه ، مشهد



شکل شمارهٔ ۳- برازش رابطهٔ خطی T_{min} در مقابل $Rain/ET_o$ ، بررسی سالانه، مشهد



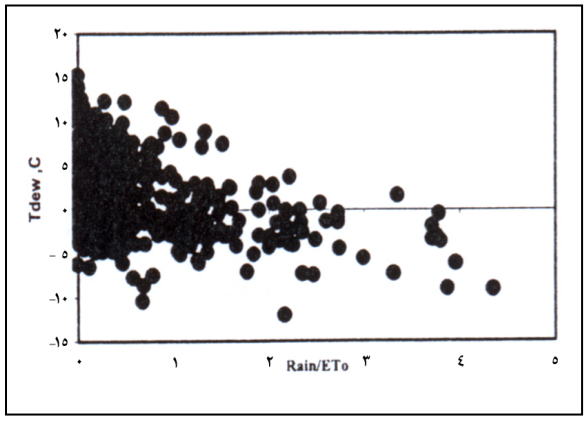
شکل شمارهٔ ٤- نمودار T_{max} در مقابل $Rain/ET_o$ ، بررسی سالانه، مشهد



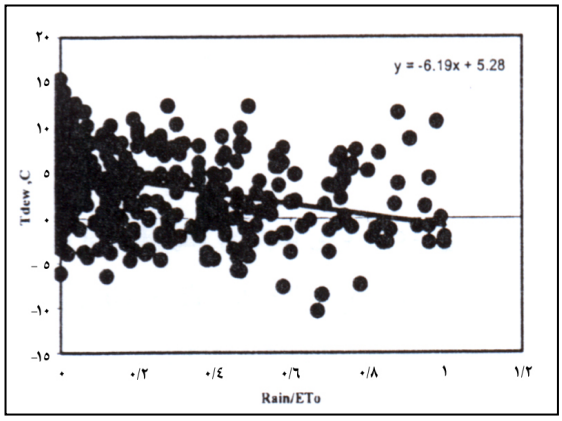
شکل شمارهٔ ۵- برازش رابطهٔ خطی T_{max} در مقابل $Rain/ET_o$ ، بررسی سالانه، مشهد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ٦- نمودار T_{dew} در مقابل $Rain/ET_o$، بررسی سالانه، مشهد



شکل شمارهٔ ۷- برازش رابطهٔ خطی T_{dew} در مقابل $Rain/ET_o$، بررسی سالانه، مشهد

تفاوت بین دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم ($MDD=T_{min}-T_{dew}$) پارامتر کلیدی در اصلاح دمای مینیمم و ماکزیمم و دمای نقطهٔ شبنم به کار می‌رود. اساس تئوری فوق این است که در یک محیط خوب آبیاری شده که از هر طرف نامحدود است، خرد اقلیم آن منطقه بر اثر تبخیر- تعرق را با افزایش رطوبت و کاهش دمای هوا تغییر می‌یابد. در این شرایط، دمای مینیمم به دمای نقطهٔ شبنم نزدیک می‌شود به‌طوری‌که تفاوت این دو به صفر میل می‌کند. مقادیر بالای MDD خشکی ایستگاه هواشناسی را نشان می‌دهد. بنابراین در شرایط غیر مرجع، پارامترهای دما باید به صورتی اصلاح شود که دمای مینیمم و ماکزیمم اندازه‌گیری شده در هر ایستگاه کاهش و دمای نقطهٔ شبنم اندازه‌گیری شده یا محاسبه شده در آن افزایش یابد. حال میزان کاهش دمای مینیمم و ماکزیمم و افزایش دمای نقطهٔ شبنم بستگی به درجهٔ خشکی هر ایستگاه دارد.

- روش اصلاح پارامترهای دما

به منظور اصلاح دمای مینیمم (همچنین دمای ماکزیمم) و دمای نقطهٔ شبنم، تفاوت میان T_{min} و T_{dew} باید به قسمی بین آنها تقسیم شود که پس از اصلاح، تفاوت این دو پارامتر به صفر نزدیک شود. شیب به دست آمده از نمودارهای T_{min} و T_{dew} در مقابل نسبت $Rain/ET_o$ در واقع نسبتی از MDD است که باید از T_{min} اندازه‌گیری شده در هر ایستگاه کسر و به T_{dew} اندازه‌گیری یا محاسبه شده در هر ایستگاه اضافه شود. این نسبت، ضریب اصلاحی برای پارامترهای دما نامیده می‌شود و برای هر یک از این پارامترها این گونه تعریف می‌شود:

$$K_n = \frac{S_n}{S} \qquad (۷)$$

$$K_d = \frac{S_d}{S} \qquad (۸)$$

$$K_x = \frac{S_x}{S} \qquad (۹)$$

که در آن:

K_n، K_d، و K_x به ترتیب برابر با ضریب اصلاحی برای دمای مینیمم، دمای نقطهٔ شبنم، و دمای ماکزیمم برای هر ایستگاه است.

www.SID.ir

Archive of SID

S_n، S_d، و S_x به ترتیب برابر با شیب نمودار دمای مینیمم، دمای ماکزیمم، و دمای نقطهٔ شبنم در مقابل نسبت بارندگی به تبخیر- تعرق مرجع برای هر ایستگاه است.

S نیز برابر با مجموع شیب نمودارهای دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم در مقابل $Rain/ET_o$ برای هر ایستگاه است. مقدار S برابر است با:

$$S = S_n + S_d \qquad (١٠)$$

با توجه به نمودارهای $T_{min} - T_{dew}$ در مقابل $Rain/ET_o$ مشاهده می‌شود که برای نسبت های $Rain/ET_o \geq 1$ مقادیر MDD بین ٠± ٢ درجهٔ سانتی‌گراد تغییر خواهند کرد. تغییر ٢± درجهٔ سانتی‌گراد در مقدار MDD می‌تواند به دلیل خطا در اندازه‌گیری مقادیر دما و رطوبت باشد. بنابراین می‌توان بازه‌ای در حدود ٢ درجهٔ سانتی‌گراد برای تغییرات MDD در شرایط مرجع در نظر گرفت. بدان معنی که اگر MDD کوچکتر یا مساوی ٢ باشد، ایستگاه مورد نظر در آن ماه از سال دارای شرایط مرجع است و در نتیجه پارامترهای دمایی نیازی به اصلاح ندارند. بنابراین، پارامترهای T_{max}، T_{min} و T_{dew} با توجه به اینکه به صورت خطی با نسبت $Rain/ET_o$ در هر ایستگاه تغییر می‌کنند، و طبق شرط و روابط اصلاحی زیر اصلاح می‌شوند، اگر:

$$T_{min} - T_{dew} > 2$$

$$T_{min(adj)} = T_{min} - K_n (MDD - 2) \qquad (١١)$$

$$T_{max(adj)} = T_{max} - K_x (MDD - 2) \qquad (١٢)$$

$$T_{dew(adj)} = T_{dew} + K_d (MDD - 2) \qquad (١٣)$$

در این روابط، $T_{min(adj)}$، $T_{max(adj)}$، و $T_{dew(adj)}$ به ترتیب برابر با دمای مینیمم اصلاح شده، دمای ماکزیمم اصلاح شده و دمای نقطهٔ شبنم اصلاح شده برای هر ماه از سال های آماری موجود ایستگاه مورد نظر است.

T_{max}، T_{min}، و T_{dew} به ترتیب برابر با میانگین دمای مینیمم، دمای ماکزیمم و دمای نقطهٔ شبنم اندازه‌گیری شده برای هر ماه از سال‌های آماری موجود در ایستگاه مورد نظر است.

MDD نیز برابر با تفاضل دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم برای هر ماه از سال آماری ایستگاه مورد نظر است (رابطه شمارهٔ ٤).

بدین‌ترتیب ضرایب اصلاحی برای هر ایستگاه تعیین و مقادیر T_{max}، T_{min} و T_{dew} با استفاده از این ضرایب اصلاح می‌شوند. پس از آن، تبخیر- تعرق مرجع مجدداً با استفاده از داده‌های اصلاح شده برآورد و میزان فرابرآورد ET_o قبل از اصلاح داده‌ها، مشخص می‌شود.

به دلیل اینکه در برخی از ماه‌های سال در بسیاری از ایستگاه‌های سینوپتیک، شرایط مرجع برقرار است، در این مطالعه، تأثیر ضرایب اصلاحی به صورت فصلی نیز بررسی می‌شود. به این ترتیب، فصل زراعی (که گیاهان مختلف نیاز به آبیاری دارند) به دو فصل بهار و تابستان (می، جون، جولای، آگوست) و پاییز و زمستان (سپتامبر، اکتبر، نوامبر، دسامبر) تقسیم شد و سپس مشابه روش به کار گرفته شده برای بررسی سالانه تأثیر خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه بر پارامترهای دما، میزان فرابرآورد تبخیر- تعرق مرجع در اثر استفاده از داده‌های ایستگاه‌های غیرمرجع در این دو فصل بررسی گردید.

نتایج و بحث

با توجه به ضرایب اصلاحی به دست آمده در جداول شمارهٔ ۱، ۲، و ۳ مشاهده می‌شود که میزان حساسیت دمای ماکزیمم با افزایش میزان خشکی ایستگاه بیشتر از دمای مینیمم و در نتیجه ضرایب اصلاحی به دست آمده برای دمای ماکزیمم بزرگتر می‌شود. نمونهٔ این حالت در ایستگاه مشهد استان خراسان دیده می‌شود. ولی در مناطق مرطوب میزان حساسیت دمای ماکزیمم و دمای مینیمم تقریباً یکسان است. نمونهٔ این حالت در ایستگاه اردبیل استان اردبیل مشاهده می‌شود.

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول‌های شمارهٔ ٤، ٥، و ٦ در روند اصلاح داده‌های دما با روش اصلاحی به کار رفته در این مطالعه، دو عامل مهم و مؤثر یکی ضرایب اصلاحی و دیگری تفاضل دمای مینیمم و دمای نقطهٔ شبنم (T_{min} - T_{dew}) است. در روند اصلاحات، هر کدام از این دو عامل تأثیر مساوی دارد. بدین معنی که اگر ضرایب اصلاحی بسیار کوچک (K_n, K_x < 0.5) باشند، ولی مقدار (T_{min} - T_{dew}) از ۲ بیشتر هم باشد، میزان فرابرآورد بسیار کم یا حتی صفر است. نمونهٔ این حالت را می‌توان در بررسی فصل بهار و تابستان ایستگاه ایرانشهر در استان سیستان و بلوچستان مشاهده کرد. به‌همین ترتیب ایستگاه‌هایی را می‌توان مشاهده کرد که ضرایب اصلاحی بزرگ (K_n, K_x >0.5) دارند ولی مقدار (T_{min} - T_{dew}) کوچکتر یا مساوی ۲ است که در این صورت ضرایب اصلاحی هیچ اثری در اصلاح داده‌های دمایی نخواهند داشت. نمونهٔ این حالت را می‌توان در بررسی فصل بهار و تابستان ایستگاه رشت در استان گیلان مشاهده کرد.

به منظور استفادهٔ دقیق و در عین حال سادهٔ کاربران از ضرایبی که برای مقادیر فرابرآورد تبخیر- تعرق به دست آمده است، با اختصاص دادن متوسط سالانه و فصلی مقادیر $ET_{o(adj)}/ET_o$ به مختصات جغرافیایی هر یک از ایستگاه‌های سینوپتیک ایران، نقشهٔ پهنه‌بندی ضرایب اصلاحی تبخیر- تعرق مرجع برای هریک از بررسی‌های سالانه (شکل شمارهٔ ۸) و فصلی (شکل‌های شمارهٔ ۹ و ۱۰) رسم شد. در این نقشه‌ها مشاهده می‌شود که در بررسی سالانه، بیشترین مقادیر فرابرآورد تبخیر- تعرق در نواحی مرکزی و جنوب‌شرقی ایران وجود دارد. به طرز کاملاً مشابهی همین حالت در بررسی فصل پاییز و زمستان نیز دیده می‌شود. اما در بررسی فصل بهار و تابستان بیشترین مقادیر فرابرآورد در نواحی شرقی، نوار مرکزی و غرب ایران مشاهده می‌شود. در نگاه اول انتظار می‌رود که همخوانی بین مقادیر فرابرآورد تبخیر- تعرق در بررسی سالانه و فصل بهار و تابستان مشاهده شود، زیرا همان پارامترهایی که در بررسی فصل بهار و تابستان در بسیاری از نقاط ایران باعث به وجود آمدن میزان فرابرآوردی بیشتر برای تبخیر- تعرق مرجع شده‌اند، در بررسی سالانه نیز به کار رفته‌اند و در نتیجه می‌توانست تأثیر مشابهی نیز در بررسی سالانه داشته باشد! اما نتیجهٔ به دست آمده چنین حالتی را نشان نمی‌دهد. علت این حالت را می‌توان به این صورت توضیح داد که

www.SID.ir

Archive of SID

چون پراکندگی نقاط به دست‌آمده در هریک از نمودارها در بررسی سالانه زیاد است و از برازش خطی از بین نقاط استفاده شده است، تأثیر دستهٔ به خصوصی از نقاط کمتر محسوس است. همچنین مقایسهٔ نتایج به دست آمده نشان داد میزان فرابرآورد در فصل پاییز و زمستان تقریباً با مقادیر به دست آمده سالانه برابر است. به طوری که می‌توان از ضرایب به دست آمدهٔ سالانه برای فصل پاییز و زمستان در ۹۷ درصد موارد و با ضریب تبیین ۰/۷۸ استفاده کرد. اما در بررسی فصل بهار و تابستان تفاوت معنی‌داری بین میزان فرابرآورد فصلی و سالانه مشاهده شد. به طوری که بهتر است از ضرایب اصلاحی فصلی برای ماه‌های می، جون، جولای و آگوست استفاده کرد.

جدول شمارهٔ ۱- ضرایب اصلاحی پارامترهای دما، بررسی سالانه، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

استان	نام ایستگاه	K_n	K_x	K_d
اردبیل	اردبیل	۰/۵	۰/٦۱	۰/۵
خراسان	مشهد	۰/۷۳	۱/۰۵	۰/۲۷
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۰/۹۷	۱/۲۹	۰/۰۳
کردستان	سنندج	۰/۸۱	۱/۲۳	۰/۱۹
کرمانشاه	کرمانشاه	۰/۸۵	۱/٤۵	۰/۱۵
گیلان	رشت	۰/۵۲	۰/٦۷	۱/٤۸

جدول شمارهٔ ۲- ضرایب اصلاحی پارامترهای دما، بررسی فصل بهار و تابستان، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

استان	نام ایستگاه	K_n	K_x	K_d
اردبیل	اردبیل	۰/۵٤	۰/٦۸	۰/٤٦
خراسان	مشهد	۱/۷۱	۲/۹۲	−۰/۷۱
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۰/۲٦	۰/۰۲	۰/۷٤
کردستان	سنندج	۱/٤٤	۲/۳۹	−۰/٤٤
کرمانشاه	کرمانشاه	۲/۸	۵/۳۸	−۱/۸
گیلان	رشت	۰/۵۷	۰/۹۷	۰/٤۳

جدول شمارهٔ ۳- ضرایب اصلاحی پارامترهای دما، بررسی فصل پاییز و زمستان، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

استان	نام ایستگاه	K_n	K_x	K_d
اردبیل	اردبیل	۰/٤۸	۰/٦۷	۰/۵۲
خراسان	مشهد	۰/۷۷	۱/۲۷	۰/۲۳
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۱/۱۱	۱/۵۳	−۰/۱۱
کردستان	سنندج	۰/۹۸	۱/۹۲	۰/۰۲
کرمانشاه	کرمانشاه	۱/۱۱	۲/٤٦	−۰/۱۱
گیلان	رشت	۰/٤۹	۰/۳۷	۰/۵۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ٤- متوسط سالانهٔ داده‌های هواشناسی و پارامترهای به کار رفته در روند اصلاحات، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

استان	نام ایستگاه	T_{min} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{max} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{dew} درجهٔ سانتی‌گراد	RH_{min} درصد	RH_{max} درصد	Wind متر در ثانیه	nhour ساعت در روز	Rain میلی متر در روز	ET_o میلی متر در روز	$Rain/ET_o$	$T_{min}-T_{dew}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{min(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{max(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{dew(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$ET_{o(adj)}$ میلی متر در روز	$ET_{o(adj)}/ET_o$
اردبیل	اردبیل	۲/۵	۱۵	۳/۱	۵۲/٦	۸۹/٤	۳/۸	٦/٦	۰/۹	۲/۸	۰/۵۵	۲/٤	۲/۵	۱۵	۳/۱	۲/۸	۱
خراسان	مشهد	٦/۹	۲۱	۳/۱	۳٦/۹	۷٤/۸	۲/۱	۷/۹	۰/۷	۳/۵	۰/٤۹	۸/۸	۵	۱۸/۲	۳/۸	۳/۲	۰/۹٤
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۱۹	۳٤/۲	٦/٤	۱۹/۸	٤٦/۸	۱/۸	۸/۹	۰/۳	۵/۱	۰/۱۱	۱۹/٤	۸/۸	۲۰/۵	٦/۸	۳/۷	۰/۷٦
کردستان	سنندج	۵/۲	۲۱/۲	۰/۳	۳۰	۷۰/۲	۱/۹	۷/۸	۱/۳	۳/٦	۰/۸۸	۹/۳	۲/۳	۱٦/۸	۱	۳/۱	۰/۹۲
کرمانشاه	کرمانشاه	۵/۸	۲۲/۵	۰/۷	۳۰/۲	٦۷/۵	۲/۵	۷/۹	۱/۳	٤	۰/۷٤	۹/٦	۲/٦	۱۷	۱/۳	۳/۳	۰/۸۹
گیلان	رشت	۱۱/۲	۲۰/۵	۱۲/٦	٦٦/۸	۹۵/۷	۱/۳	٤/۳	۳/۷	۲/۲	۳/۰۷	۰/٦	۱۱/۲	۲۰/۵	۱۲/٦	۲/۲	۱

جدول شمارهٔ ۵- متوسط فصل بهار و تابستان داده‌های هواشناسی و پارامترهای به کار رفته در روند اصلاحات، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

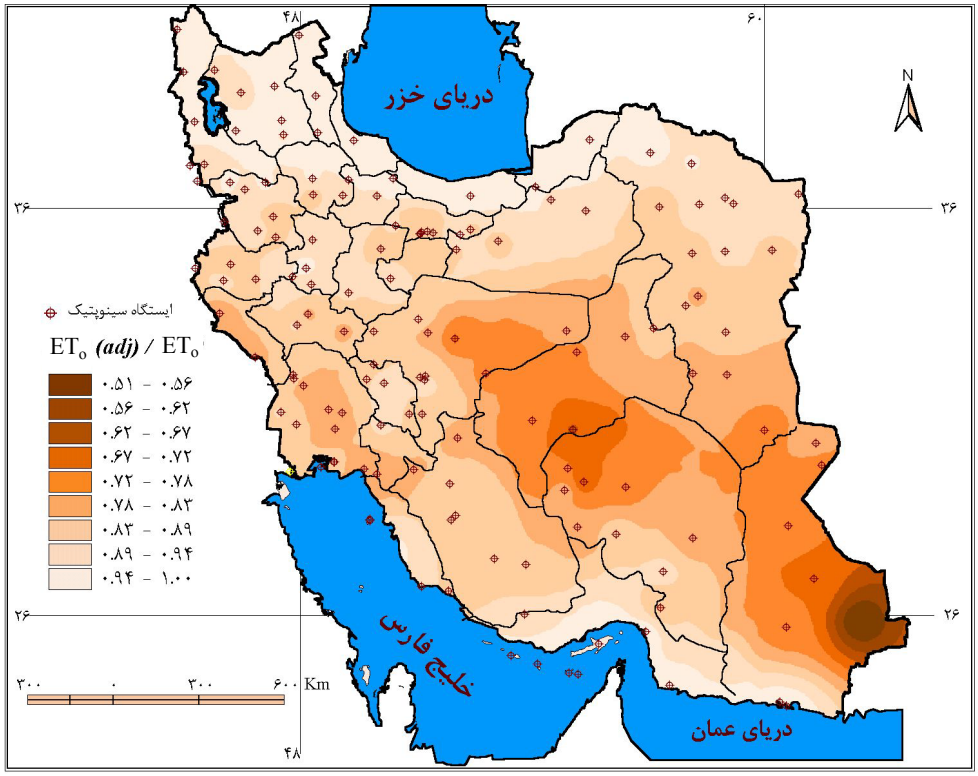
استان	نام ایستگاه	T_{min} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{max} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{dew} درجهٔ سانتی‌گراد	RH_{min} درصد	RH_{max} درصد	Wind متر در ثانیه	nhour ساعت در روز	Rain میلی‌متر در روز	ET_o میلی‌متر در روز	$Rain/ET_o$	$T_{min}-T_{dew}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{min(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{max(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{dew(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$ET_{o(adj)}$ میلی متر در روز	$ET_{o(adj)}/ET_o$
اردبیل	اردبیل	۹/۵	۲۳/۱	۱۰/۳	٤۹/٤	۸۹/٦	٤	۸/۸	۰/٦	٤/۵	۰/۱٦	۱/۷	۹/۵	۲۳/۱	۱۰/۳	٤/۵	۱
خراسان	مشهد	۱۵/٦	۳۱/۵	۷/۷	۲٤/۱	۵۸/۷	۲/٦	۱۱	۰/۳	٦/۳	۰/۰۵	۱٤/۲	۵/۵	۱٤/۲	۳/۵	٤/۱	۰/٦۷
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۲۷/۹	٤۳/٤	۱۰/۷	۱٤/۷	۳۷/۹	۲/٤	۹/٦	۰/۲	۷/٦	۰/۰۳	۲٤/٤	۲۳/۹	٤۳	۲۱/۹	٦/۷	۱
کردستان	سنندج	۱۳/۵	۳۲/٦	٤	۱٦/۳	۵۵/۸	۲/۲	۱۰/٦	۰/٤	٦/۲	۰//۰۸	۱۵/۲	۲/۵	۱٤/٤	۰/٦	٤	۰/٦۷
کرمانشاه	کرمانشاه	۱۳/۱	۳۳/۷	۳/۵	۱٦/۹	٤۹/۷	۲/٦	۱۰/۷	۰/۳	٦/۷	۰/۰٦	۱۵/۳	−۸/٤	−۷/٦	−۱۰/٤	۲/۳	۰/۳۸
گیلان	رشت	۱۸	۲۸/۱	۱۸/۹	٦۰/٦	۹٤/٤	۱/۲	٦/۳	۱/۷	۳/۸	۰/٤۸	۰/۸	۱۸	۲۸/۱	۱۸/۹	۳/۸	۱

جدول شمارهٔ ٦- متوسط فصل پاییز و زمستان داده‌های هواشناسی و پارامترهای به کار رفته در روند اصلاحات، ٦ ایستگاه سینوپتیک به عنوان نمونه

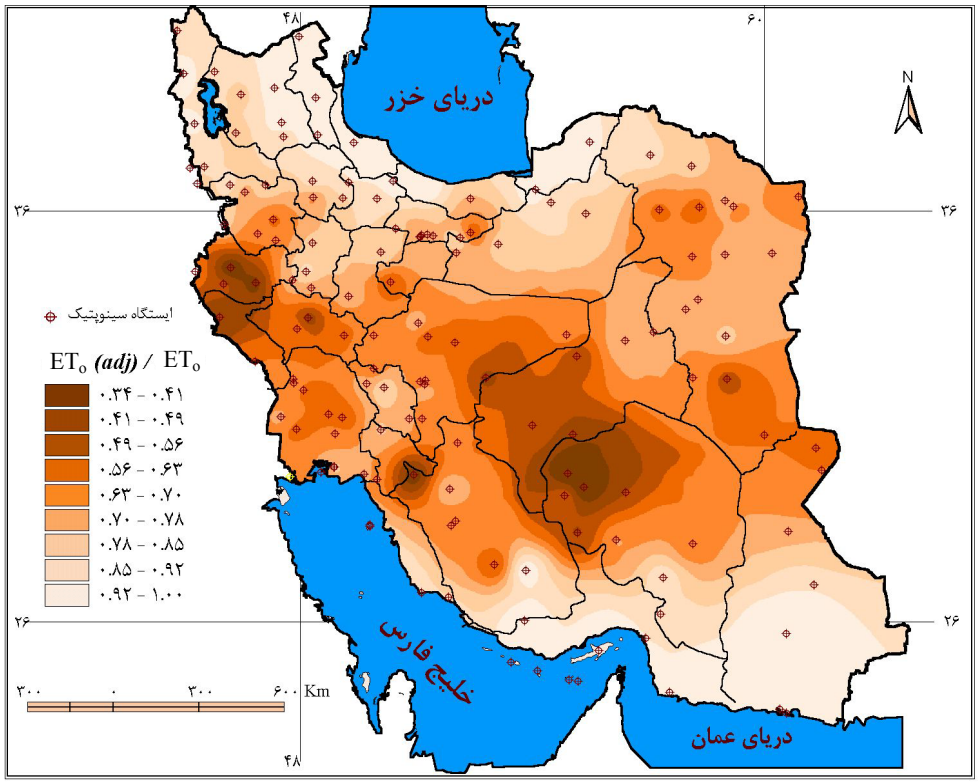
استان	نام ایستگاه	T_{min} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{max} درجهٔ سانتی‌گراد	T_{dew} درجهٔ سانتی‌گراد	RH_{min} درصد	RH_{max} درصد	Wind متر در ثانیه	nhour ساعت در روز	Rain میلی متر در روز	ET_o میلی متر در روز	$Rain/ET_o$	$T_{min}-T_{dew}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{min(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{max(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$T_{dew(adj)}$ درجهٔ سانتی‌گراد	$ET_{o(adj)}$ میلی متر در روز	$ET_{o(adj)}/ET_o$
اردبیل	اردبیل	۲/۱	۱٤/۱	۲/۵	۵٤/۵	۹۰/٦	۳/۵	۵/۵	۰/۹	۲	۰/۷۱	۲/۷	۲	۱٤	۲/۵	۲	۱
خراسان	مشهد	٤/۲	۱۹	۱/۱	۳۷/۲	۷٦/۳	۱/٦	۷/۳	۰/٤	۲/۳	۰/٤۲	۷/٦	۲/۷	۱٦/٦	۱/٦	۲/۱	۰/۹٤
سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	۱٦/٤	۳۲/۲	٤/۵	۲۰/۱	٤٤/٤	۱/۳	۹/۱	۰/۲	۳/۸	۰/۰۷	۱۹/٤	۵/۵	۱۷	۳/۵	۲/۵	۰/۷۳
کردستان	سنندج	۳/۷	۱۹/۹	−۰/۵	۳۰/۷	۷۱/۵	۱/٦	۷	۱/۲	۲/٦	۱	۹	۱	۱٤/۸	−۰/۳	۲/۱	۰/۸۹
کرمانشاه	کرمانشاه	٤/۵	۲۱/۲	−۰/۳	۳۰/۷	٦۷/۳	۲/۱	۷/۳	۱/۲	۳	۰/۸٦	۹/٦	۰/٦	۱۲/۷	−۰/۷	۲/۲	۰/۸۲
گیلان	رشت	۱۲/۸	۱۹	۱۳/۳	۷۵/۳	۹٤/۹	۲/۱	۳/۸	۹/۲	۱/٦	۷/٤۱	۰/۹	۱۲/۸	۱۹	۱۳/۳	۱/٦	۱

www.SID.ir

Archive of SID



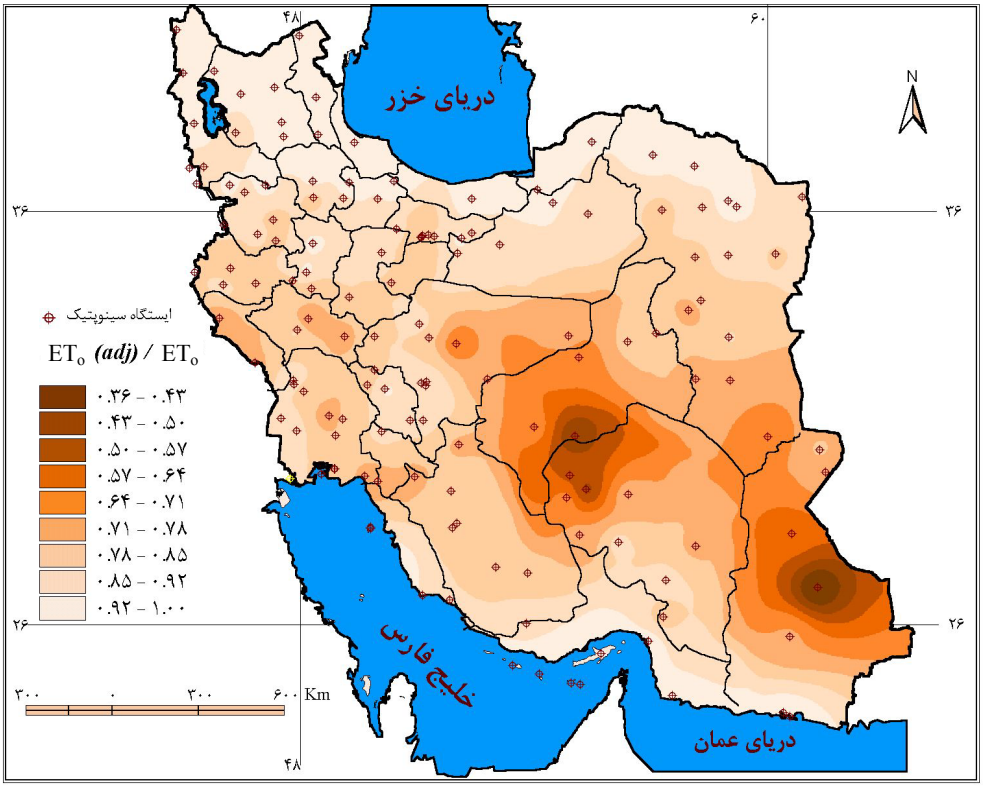
شکل شمارهٔ ۸- پهنه‌بندی میزان فرابرآورد سالانه‌ی تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) در ایران



شکل شمارهٔ ۹- پهنه‌بندی میزان فرابرآورد فصل بهار و تابستان تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) در ایران

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱۰- پهنه‌بندی میزان فرابرآورد فصل پاییز و زمستان تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) در ایران

تخمین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی یکی از مهمترین مراحل طراحی و برنامه ریزی آبیاری است. اگر در تخمین این پارامتر دقت شود از هدر رفتن حجم زیادی از آب آبیاری جلوگیری می‌شود. یکی از راه‌های بالا بردن دقت در تخمین نیاز آبی، استفاده از رابطه‌ای است که دقت قابل قبولی را در اقلیم‌های مختلف نشان دهد. راه دیگر استفاده از داده‌های هواشناسی قابل اطمینان و صحیح در این روابط تجربی است. صحت داده‌های هواشناسی را می‌توان از دو نظر بررسی کرد: ۱- درستی در برداشت داده‌ها ۲- مرجع بودن شرایط ایستگاه از دیدگاه کشاورزی. در مورد اول فرض می‌شود افرادی که داده‌های هواشناسی را ثبت می‌کنند از صلاحیت کافی برخوردارند و در ثبت داده‌ها به اندازه کفایت دقت می‌کنند. اما با توجه به شرایط محیطی ایستگاه‌های سینوپتیک ایران و بررسی شاخص‌های مختلف خشکی در مورد این ایستگاه‌ها، مشاهده می‌شودکه اغلب این ایستگاه‌ها، از دیدگاه کشاورزی شرایط مرجع بودن را ندارند. بنابراین ضرورت دارد اصلاحی در برآورد تبخیر- تعرق از ضرایب اصلاحی استفاده شود. با اعمال ضرایب اصلاحی، سالانه تا ٤١ درصد فرابرآورد در ایستگاه خاش استان سیستان و بلوچستان، با اعمال ضرایب اصلاحی فصل بهار و تابستان تا ٦٨ درصد فرابرآورد در ایستگاه رفسنجان استان کرمان و روانسر استان کرمانشاه، و با اعمال ضرایب اصلاحی فصل پاییز و زمستان تا ٦٥ درصد فرابرآورد در ایستگاه خاش استان سیستان و بلوچستان مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل اینکه نواحی مختلف ایران در دریافت انرژی تابشی تفاوت‌های قابل توجهی دارند، در این مطالعه سعی شد بررسی تخمین میزان فرابرآورد برای‌تمامی ایستگاه‌های سینوپتیک صورت گیرد. همچنین دقت روش به کار رفته در این مطالعه برای اصلاح داده‌های دمایی در مطالعاتی که در نقاط مختلف دنیا اجرا شده، مورد تأیید قرار گرفته است [۱۷]. بنابراین، در برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی می‌توان از این ضرایب استفاده کرد تا تخمین درستی از نیاز آبی به دست آید. اما بهتر است قبل از استفاده از این ضرایب صحت آنها با اندازه‌گیری‌های مستقیم با لایسیمتر ارزیابی شود.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برای حذف تأثیرخشکی ایستگاه، از بین کلیهٔ پارامترهای هواشناسی تنها به اصلاح پارامتر دما پرداخته شد. اما ازآنجاکه خشکی ایستگاه افزایش سرعت باد را نیز به دنبال دارد پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده، تأثیر اصلاح سرعت باد نیز بر میزان فرابرآورد تبخیر– تعرق مرجع بررسی شود. البته اجرای این پیشنهاد خود مستلزم احداث ایستگاه‌های مضاعف (دوقلو) مرجع و غیرمرجع است. بنابراین با توجه به اهمیت مسئلهٔ مدیریت مصرف آب در ایران و به منظور برآورد آب و کشاورزی، ایستگاه‌های تحقیقاتی استاندارد را در چندین نقطه‌ی مختلف، برپا کنند به طوری که اقلیم‌های مختلف کشور را تحت پوشش قرار دهد و همچنین، به کمک این ایستگاه‌های مضاعف بتوان تأثیر عوامل مختلف از جمله آبیاری محیط ایستگاه، میزان گستردگی زمین پوشیده شده از چمن اطراف ایستگاه، اقلیم، نوع خاک منطقه، و اثر عوامل اقلیمی دیگر مانند سرعت باد را روی برآورد دقیق نیاز آبی گیاه بررسی کرد. باید به این نکته نیز توجه کرد که فاصلهٔ بین ایستگاه‌های دوقلو در حدی در نظر گرفته شود که شرایط اقلیمی برای هر دو یکسان و تفاوت پارامترهای هواشناسی ثبت شده در دو ایستگاه تنها منعکس کنندهٔ تأثیر آبیاری در ایستگاه باشد. همچنین چنانچه ایستگاه مرجع به کمک لایسیمتر دقیق پشتیبانی شود در آن صورت امکان ارزیابی روش استاندارد فائو ـ پنمن ـ مانتیث در شرایط محلی فراهم خواهد شد.

در پایان، تأکید می‌شود که نتایج به دست آمده از این مطالعه تنها در طراحی، برنامه‌ریزی، و مدیریت آبیاری قابل استفاده است. در تخمین تبخیر– تعرق مرجع برای مطالعات هیدرولوژی و نظایر آن استفاده از این روش توصیه نمی‌شود، زیرا در این مطالعات زمین بدون پوشش گیاهی مورد نظر است.

قدردانی

این مطالعه با حمایت سازمان هواشناسی کشور و پژوهشکده اقلیم‌شناسی در مشهد صورت گرفته است که بدین وسیله از این دو نهاد سپاسگزاری می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

1- Alizadeh, A. 2002. Irrigation system design. Forh Ed. Imam Reza University Press. (In Farsi)

2- Allen, R. G. 1996. Assessing integrity of weather data for use in reference evapotranspiration estimation. J. Irrig. and Drain. Engrg. ASCE. 122(2), 97-106.

3- 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.

4- Allen, R. G., Gichuki, F. N. 1989. Effect of projected CO_2 induced climatic changes on irrigation water requirement in the Great Plain states. The potential effects of global climate change on the United States: Appendix C agriculture, J. B. Smith and D. A. Tirpak. (Eds.), EPA 250-50-89-053.

5- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrg. And Drain. Paper No. 56, FAO. Rome. Italy. 301 pp.

6- Burman, R. D., Wright J. L., and Jensen. M. E. 1975. Changes in climate and estimated evaporation across a large irrigated area in Idaho. Trans. ASAE. 18(6), 1089-1093.

7- Davenport, D. C., and Hudson, J. P. 1967 a. Changes in evapotranspiration rates along a 17-km transect in the Sudan Gezira. Agric. Meteorology. 4, 339-352.

8- Davenport, D. C., and Hudson, J. P. 1967 b. Meteorological observations and Penman estimates along a 17-km transect in the Sudan Gezira. Agric. Meteorology. 4, 405-414.

9- De Vries, D. A. and Birch, J. W. 1961. The modification of climate near the ground by irrigation for pastures on the Rivertine Plain. Australian J. Agric. Res. 12(2), 260-272.

10- Doorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrig. And Drain. Paper 24. FAO. United Nation. Rome. Italy.

11- Ganji, A. 1989. Suggestion a simple method for correction the aridity in non- reference weather stations. M. Sc. Seminar. Shiraz University. (In Farsi)

12- Holmes, R. H. 1970. Meso-scale effect of agriculture and a large prairie lake on the atmospheric boundary layer. Agronomy J. 63. 546-549.

13- Ley, T. W., and Allen, R. G. 1994. Energy and soil water balance analyses of arid weather sites. Proc. ASAE Int. Summer Meeting, American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. Mich.

14- Mathenews, J. H. and Toutounian. 2000. Numerical methods for mathematics, Sciences & Engineering. First Ed. Ferdowsi University Press. (In Farsi)

15- Sepaskhah, A. 1999. Once more looking about estimating methods for crop evapotranspiration. Training Staff Seminar. Agricultural College. Shiraz University. 2 pages. (In Farsi)

16- Temesgen, B. 1996. Temperature and humidity data correction for calculating reference evapotranspiration at nonreference weather stations. Master of science thesis. Utah state university (Logan).

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

www.SID.ir

Archive of SID

Adjusting the Amount of Overestimation Reference Evapotranspiration Calculated by Non Reference Data in Iran

A. Mohamadian, A. Alizadeh and S. Javanmard

Irrigated crop is the main component of Iranian agriculture and 93% of the total extractable water resources is used in this sector. In general, water requirements of field crops is estimated by FAO-Penman-Montieth method based on the data collected from well-irrigated stations (reference stations). However, most of the climatological stations are not located in places where irrigation is practiced and therefore, the use of this data causes an overestimation of reference evapo transpiration. The purpose of the present study was to survey these overestimations after correction according to temperature data nationwide. Data from 153 synoptic stations was used and amount of annual and seasonal overestimation was calculated. Results showed that overestimation was as large as 68% for Spring-Summer in central and west regions and 65% for Autumn-Winter season in central and southeastern regions. This value for annual evapo-transpiration was 41% in southeastern regions.

Key words: FAO - Penman - Montieth, Overestimation, Reference Evapotranspiration Reference Stations, Temperature

www.SID.ir