برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل از طریق رگرسیون چند متغیره در استان اصفهان

دکتر قاسم عزیزی*
علی حنفی**
محسن سلطانی**

چکیده

در این مقاله از داده های هواشناسی ایستگاههای اصفهان، کاشان، شهرضا، خوربیابانک، گلپایگان و نائین استفاده شده است. هدف از این مقاله ارائه روش ساده ای جهت محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل[1] می باشد تا با کمک گرفتن از روشهای آماری و عناصر اقلیمی موثر در تبخیر، میزان تبخیر صورت گرفته از سطوح محاسبه شود. در این روش از رگرسیون چند متغیره[2] استفاده شد و از آمار تشت تبخیر به عنوان متغیر تابع و از فاکتورهای دما، کسری اشباع، سرعت باد و رطوبت نسبی به عنوان متغیر های مستقل استفاده گردیده است. سپس از طریق معادله پنج متغیره، مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل برای ایستگاه های مورد بررسی برآورد گردید؛ به طوری که با داشتن دما، کسری اشباع، سرعت باد و رطوبت نسبی میزان تبخیر قابل محاسبه است. نتایج حاصل از این روش، همخوانی نزدیکی با تبخیر اندازه گیری شده از تشت دارد بطوری که به عنوان نمونه در ایستگاه اصفهان این ضریب همبستگی در حد بالایی ($R^2 = 0.98$) بوده که در حد یک درصد معنی دار می باشد. همچنین نتایج حاصل از پهنه بندی میزان تبخیر و تعرق در سطح استان اصفهان نشان داد که از غرب به شرق و از شمال به جنوب، بر میزان تبخیر و تعرق افزوده می شود، بطوری که در نواحی شرقی استان (ایستگاههای خور و بیابانک و نائین)، این پدیده به دلایلی همچون کاهش پوشش گیاهی و افزایش دما به حداکثر می رسد.

واژه‌های کلیدی: *تبخیر و تعرق پتانسیل، رگرسیون چند متغیره، پهنه بندی و GIS، استان اصفهان*

---

* عضو هیئت علمی گروه آموزشی جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
** کارشناس ارشد اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

1. Potential Evapotranspiration.
2. Multiple Regression..
3. Eshpigel.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

فرآیند تبدیل آب به بخار را تبخیر می‌گویند. این عمل همراه با انتقال انرژی است، بطوری که مولکولهای آب با اخذ ٦۰۰ کالری گرما به ازای هر گرم، حالت فرار از سطح آب را پیدا کرده و در نتیجه در هوا منتشر می‌شوند. این فرایند به عوامل و شرایط مختلفی از جمله تابش خورشید(از نظر شدت ومدت)، خشکی هوا، درجه حرارت، سرعت باد، و میزان رطوبت مطلق بستگی دارد. از دیدگاه آبشناسی تبخیر به مجموعه پدیده هایی گفته می شود که آب را صرفاً از راه یک فرآیند فیزیکی به بخار تبدیل میکند(اشپیگل[۳]، ۱۳۷۲، به نقل از نور بخش ص ۵۳). تبخیر و تعرق بالقوه عبارتست از تبخیرو تعرق از یک سطح مزروعی نامحدود که ارتفاع گیاهان آن یکسان بوده دارای رشد و فعالیت باشند. به علاوه این گیاهان با سایه خود تمامی سطح خاک را بپوشانند و آب موجود در خاک نیز برای استفاده در حد مطلوب باشد (رامشت، ۱۳۸٤، ۱۱۲). تورنث وایت مناطق آب و هوایی جهان را بر اساس تبخیر وتعرق بالقوه تعیین کرده است. محاسبه تبخیر وتعرق بالقوه کار ساده ای نیست و او برای این منظور جدولهای

Archive of SID

www.SID.ir

پیچیده ای تنظیم کرده است (تورنث وایت و متر[1]، ۱۹۵۷، ۹۸-۹۷). تبخیر و تعرق واقعی آن است که در شرایط طبیعی منطقه انجام شود که با افزایش مقدار آب بیشتر می شود، هر چند که مقدار آن بیشتر از مقدار بارش ورودی نخواهد شد. در نواحی خشک که آب کافی برای تبخیر وجود ندارد، همیشه مقدار تبخیر و تعرق واقعی کمتر از مقدار تبخیر و تعرق بالقوه است. نتیجه فرایند تبخیر و تعرق رطوبت جو است (علیجانی و کاویانی،۱۳۸٤، ۲۱۰-۲۰۹). محاسبه تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل یکی از موضوعات مهم در علم اقلیم شناسی است. حدود ۷۵ درصد از کل بارندگی سالانه در سطح کرهٔ زمین دوباره بصورت تبخیر و تعرق به جو برمی گردد(بای بوردی، ۱۳۷۲، ٤۹۱) و رطوبت جو را تأمین می کند. در بررسی بیلان هیدروکلیماتولوژی هر ناحیه تبخیر و در اکثر موارد محاسبه تبخیر و تعرق اهمیت زیادی را دارد. زیرا تبخیر و تعرق همراه با جریان سطحی و نفوذ آب در خاک یکی از مولفه های بیلان هیدرولوژی است. مشاهدات مربوط به تبخیر از طریق تشت ها همواره همراه با دقت قابل قبول نبوده و همینطور شبکه متراکمی از ایستگاههای تبخیر سنجی نیز در دست رس نیست، بدین منظور فرمولهای گوناگونی مانند فرمول پنمن[2]، پنمن مونتیث[3]، تورنت وایت و بلنی کریدل ارائه شده است. بعضی از این فرمول ها ساده و کاربرد شان آسان است و بعضی پیچیده اند واحتیاج به محاسبات زیادی دارند (محمدی، ۱۳۸۵، ۳۰-۲۹). در مورد تبخیر از سطح آبها، درجه حرارت، شدت باد و درجه نمناکی بزرگترین نقش را بازی می کنند. به طور کلی، تا زمانی که زمین به قدر کافی مرطوب باشد، تبخیر وابسته به همان عواملی است که در سطح آبهای آزاد عمل کرده و جریان می یابد، به عبارتی دیگر، تحت این شرایط آب تا حداکثر ممکن بخار می شود که این امر را تبخیر پتانسیل می گویند(پنمن، ۱۹۵٦، به نقل از محمدی). میزان تعرق نیز بر حسب شدت نور، درجه حرارت، سرعت باد و دورهٔ گیاهی و بالاخره بر حسب جنس زمین و تراکم گیاهان

1. Thornthwaite and Mather.
2. Penman.
3. Penman – Monteith.
4. Thompson.

www.SID.ir

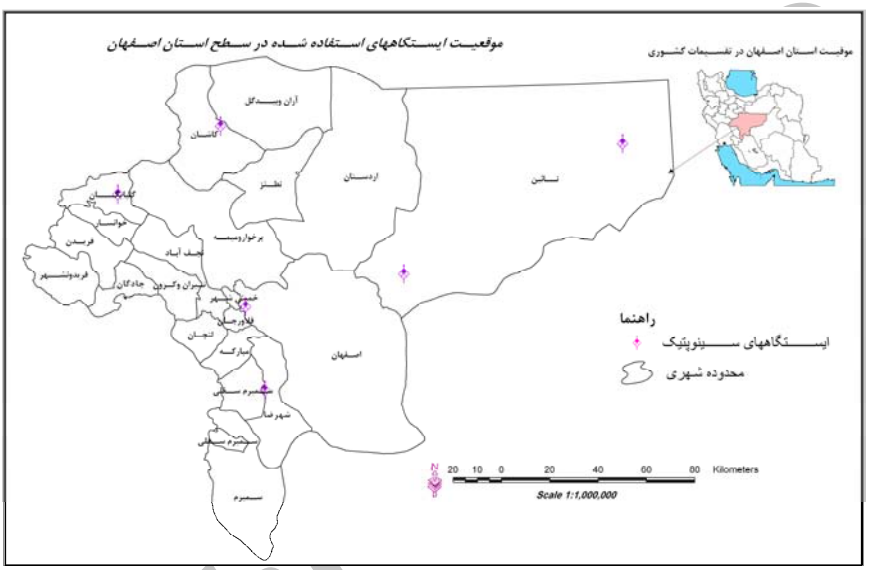
تغییر می کند(جعفرپور، ۱۳۸۰، ۱۱۲-۱۱۰). ویژگی های آب که تنها بر تبخیر اثر می گذارند شامل کیفیت، عمق و اندازهٔ پهنه آب می باشند. درجه شوری آب باعث تقلیل فشار بخار آب و تبخیر می گردد که میزان آن در حدود یک درصد کاهش تبخیر در ازای هر ۱٪ افزایش درجه شوری است. در نتیجه تبخیر آب دریا (با متوسط شوری در حدود ۳/۵ درصد) ۲ تا ۳٪ کمتر از آب شیرین است (تامپسون[٤]، ۱۳۸۲، ۸۸). در دمای زیر صفر درجه سلسیوس تبخیری صورت نمی گیرد؛ زیرا در دما های زیر صفر، مولکول های آب به جای حرکات نامنظم سیال وار، در حجم ثابت حرکت منظم پیدا می کنند، یعنی به تبلور گرایش می یابند و در نتیجه علی رغم اشباع نبودن هوای بالای آب از سطح آن خارج نمی شود. مقدار تبخیر و تعرق، مقدار نیاز تودهٔ هوا را به آب بیان می کند. از تحقیقات صورت گرفته در زمینه محاسبه تبخیر و تعرق، می توان به برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل از طریق رگرسیون چند متغیره توسط نوربخش (۱۳۷٦) در منطقه کوهستانی زاگرس (ایستگاه دامنه)، اشاره کرد. همچنین، فرهودی و شمسی پور (۱۳۷۹) در مقاله ای تحت عنوان برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه بلوچستان جنوبی به بررسی این امر پرداخته اند و نتیجه گرفته اند که منطقه بلوچستان جنوبی در تمام ماهها دارای تبخیر و تعرق پتانسیل بالاتر از بارش است. شاهکویی (۱۳۷۸) نیز به بررسی تبخیر و ارزیابی میزان آن در شرق دریای خزر پرداخته است. همچنین بارگاهی و موسوی (۱۳۸۵) به بررسی تأثیر سطح ایستایی کم عمق و شوری آب زیرزمینی بر آب زیر زمینی به تبخیر و تعرق گلرنگ در گلخانه پرداخته و به این نتیجه رسیده اند که شوری آب زیر زمینی، شرایط آبیاری و برهم کنش شوری و شرایط آبیاری بر تبخیر و تعرق گیاه اثر معنی داری دارد. مباشری و همکاران (۱۳۸٦) به برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از تصاویر ماهواره Terra سنجده MODIs در منطقه عمومی گرگان پرداخته اند. ارزیابی روش های پیشنهادی FAO برای برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع در منطقه کرکج تبریز، کاری است که توسط نیشابوری و همکاران (۱۳۸٤) انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان بین ۴۲ /۳۰ تا ۳۴/۲۰ عرض شمالی و ۴۰/ ۴۹ تا ۵۵/۳۰ طول شرقی با وسعت ۱۰۷۰۲۷ کیلومتر مربع قرار دارد و ۶/۵ درصد مساحت کشور را در بر می گیرد. موقعیت ایستگاههای مورد استفاده در شکل (۱) آمده است.



شکل(۱). موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه در استان اصفهان

مواد و روش ها

اهمیت این تحقیق از این جهت است که مقدار تبخیری که معمولاً توسط وزارت نیرو اندازه گیری می شود با استفاده از پارامترهای دما، کسری اشباع، سرعت باد و رطوبت نسبی نیز در ایستگاه های تابع سازمان هواشناسی میسر می گردد. جهت مطالعه تبخیر و تعرق پتانسیل در ایستگاههای منتخب منطقه، مجموع ماههای سال طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶ به جهت اهمیت فصل رویش و نیاز آبی برای رشد و نمو محصولات زراعی و مرتعی درنظر گرفته شد. جدول (۱) مشخصات ایستگاههای مورد استفاده شده در این تحقیق را نشان می دهد.

www.SID.ir

جدول(۱). مشخصات ایستگاههای مورد استفاده در استان اصفهان

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع(m)	توضیحات
اصفهان	۴۰ ۵۱	۳۷ ۳۲	۱۵۵۰	سینوپتیک
گلپایگان	۱۷ ۵۰	۲۸ ۳۳	۱۸۷۰	سینوپتیک
کاشان	۵۹ ۳۳	۲۷ ۵۱	۹۸۲	سینوپتیک
خور و بیابانک	۴۷ ۳۳	۰۵ ۵۵	۸۴۵	سینوپتیک
نائین	۵۱ ۳۲	۰۵ ۵۳	۱۵۴۹	سینوپتیک
شهرضا	۵۹ ۳۱	۵۰ ۵۱	۱۸۸۵	سینوپتیک

در این مطالعه جهت تعیین شاخصهای خشکی و تبخیر و تعرق، از محاسبات آماری استفاده شده است. داده‌های دما، رطوبت نسبی، باد و کسری اشباع از ایستگاههای سینوپتیک سازمان هواشناسی اخذ گردید. ایستگاههای منطقه از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفت و از بین آنها ٦ ایستگاه در محدوده استان اصفهان انتخاب گردید. سپس داده‌های آماری به لحاظ کمی وکیفی بوسیله آزمون ران‌تست[1] مورد ارزیابی قرار گرفت و در ادامه با بهره گیری از نرم افزارهای SPSS و Excel به تجزیه و تحلیل پرداخته شد. در پایان جهت تعیین فصول خشک و نیمه خشک و فصولی که برای رویش و کشت وکار مناسب می‌باشد، از روش رگرسیون چند متغیره استفاده گردید.

مدل رگرسیون چند متغیره

واژه "رگرسیون" برای اولین بار فرانسیس گالتون[2] در سال ۱۸۷۷ میلادی بکار برد. در رگرسیون چند متغیره، آماردانان سعی در توسعه روابطی هستند که بتوان با آن میزان متغیری را با توجه به میزان دو یا چند متغیر دیگر پیدا کرد (آذر، مومنی، ۱۳۸۵، ۱۸۳). در این روش برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل آن دسته از عواملی که در

1 . Runs Test.
2. Francis Galton.

Archive of SID
www.SID.ir

تبخیر نقش دارند در معادله بکار گرفته شد. تبخیر متأثر از عوامل زیادی است که مجموعه آنها تبخیر را تحت کنترل دارند، اما اساس تبخیر و محرک اولیه آن به اختلاف بین فشار درون و بیرون مایع یا به عبارتی اختلاف فشار بخار اشباع (ea) و فشار بخار هوا (ed) مربوط می شود که به کسری اشباع (ea-ed) معروف است. هر قدر این اختلاف شدیدتر باشد قدرت تبخیر کنندگی افزایش می یابد. فاکتورهای دیگری که در میزان تبخیر و تعرق موثرند متوسط دما، سرعت باد و متوسط رطوبت نسبی می باشد بطوری که افزایش دما باعث فزونی کسری اشباع، افزایش سرعت باد باعث فزونی تبخیر و افزایش رطوبت نسبی باعث کاهش کسری اشباع می شود. برای بدست آوردن کسری اشباع ابتدا با در نظر گرفتن دما از روی جدول (۲) فشار بخار اشباع را بدست آورده و سپس با استفاده از رابطه زیر فشار بخارهوا را بدست می آوریم:

$$ed=ea\times RH/100$$

و در نهایت کسری اشباع از طریق(ea-ed) به دست می آید.

جدول(۲): فشار اشباع به عنوان تابعی از متوسط درجه حرارت

T	۰	۴	۸	۱۲	۱۶	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰
ea	۱٫۶	۸٫۹	۱۰٫۷	۱۴	۱۸٫۲	۲۳٫۴	۲۹٫۸	۳۷٫۸	۴۷٫۶	۵۹٫۴	۶۸٫۲

برای برآورد تبخیر پتانسیل در استان اصفهان از چهار فاکتور دما، سرعت باد، رطوبت نسبی و کسری اشباع به عنوان متغییرهای اثر گذار در تبخیر استفاده گردید. بدین منظور فاکتورهای دما، سرعت باد، رطوبت نسبی و کسری اشباع به عنوان متغیرهای مستقل و تبخیر از تشت به عنوان متغیر تابع در نظر گرفته شد و بر این اساس ضریب همبستگی و معادله رگرسیونی متغیرها محاسبه شد. چون پنج متغیر در اینجا مورد نظر بود از معادله نرمال پنج متغیره، پنج مجهولی استفاده گردید. در این تحقیق عامل تابع تبخیر در مقابل عوامل مستقل کسری اشباع، دما، سرعت باد و رطوبت نسبی قرار دارد. در واقع $E=f(ed,T,H,W)$ است و معادله خطی آن عبارت است از:

www.SID.ir

$E= a_1+ a_2\ ed +a_3T +a_4\ H+a_5W$

که در آن:

E= متغیر تابع (در اینجا تبخیر)

T,ed,H,W= متغیرهای مستقل که به ترتیب سرعت باد، رطوبت نسبی، کسری اشباع و متوسط دما می باشند.

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5= مقادیری است که از طریق معادله پنج مجهولی بدست می آید.

یافته های تحقیق

در جدول(۳) معادله رگرسیون چند متغیره و ضریب همبستگی برای ایستگاههای استان اصفهان به صورت ماهانه محاسبه شده است. بدین ترتیب که فقط با داشتن دما، کسری اشباع، سرعت باد و رطوبت نسبی می توان مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل را در منطقه محاسبه کرد. و با توجه به ضریب همبستگی بالایی که این معادلات دارند می توان به دقت عمل این روش پی برد.

جدول(۳): معادلات رگرسیون چند متغیره و ضریب همبستگی ماهانه ایستگاههای مورد مطالعه

ایستگاه	معادله رگرسیون چند متغیره	ضریب همبستگی
اصفهان	E= 22.9T + 5.8H - .35ed + 15.8w – 471.1	R=.998
گلپایگان	E= 14.7T + 2.2H + 3.5ed + 17.6w – 219.2	R=.998
کاشان	E= 7.7T + 1.6H + 7.7ed – 64.4w – 124.3	R=.992
خوربیابانک	E= 10.2T + 1.6H + 2.8ed + 25.7w – 172.6	R=.999
نائین	E= 30.3T + 5.5H – 3.8ed + 6.9w – 402.9	R=.996
شهرضا	E= 24.8T + 3.8H - .4ed + 11.4w – 332.1	R=.997

در جدول (٤) مقدار تبخیر از تشت برای ایستگاههای مورد نظر آمده است. با توجه به معادلات رگرسیون بدست آمده در ادامه با استفاده از داده های متوسط دما، کسری اشباع، سرعت باد و رطوبت نسبی اقدام به محاسبه میزان تبخیر و تعرق با استفاده از رگرسیون پنج متغیره نموده ایم، که نتایج محاسبات در جدول (۵) آمده است. با مقایسه بین تبخیر ماهانه تشت و میزان تبخیر برآورد شده از طریق رگرسیون

Archive of SID

www.SID.ir

پنج متغیره می توان دریافت که در تمام ماهها بین میزان تبخیر برآورد شده از طریق رگرسیون چند متغیره و تبخیر تشت همخوانی بسیار نزدیکی وجود دارد که نشان دهنده میزان دقت این روش می باشد.

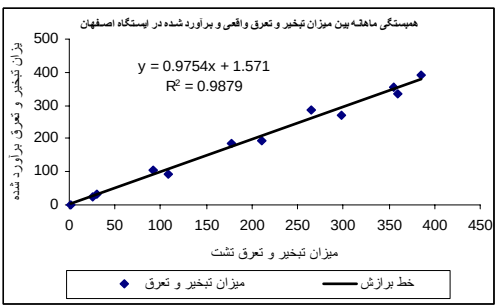
جدول(۴): میزان تبخیر تشت در ایستگاههای مورد مطالعه

نام ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اصفهان	۱,۴	۲۴,۹	۱۰۸,۲	۲۱۰,۵	۲۹۸,۴	۳۶۰,۳	۳۸۵,۲	۳۵۴,۷	۲۶۴,۶	۱۷۷,۹	۹۲,۲	۳۰,۶
گلپایگان	۰	۲۶,۷	۱۱۲,۹	۲۱۲,۵	۲۹۳,۶	۳۸۰,۲	۴۲۰,۴	۳۹۶,۹	۳۲۶,۶	۲۲۰,۵	۸۷,۴	۲۸,۷
کاشان	۳,۲	۲۵,۸	۹۸,۵	۱۸۸,۶	۲۸۲,۵	۳۵۰	۳۸۸	۳۵۸,۷	۲۶۱,۵	۱۶۷,۱	۸۶,۹	۳۱,۳
خور بیابانک	۵۲	۸۳,۷	۱۵۸	۲۴۵,۳	۳۴۴,۵	۴۱۴,۹	۴۵۹	۳۹۴,۸	۲۹۸,۵	۲۰۲,۶	۱۱۳,۲	۵۵,۶
نائین	۳۱,۶	۵۷,۸	۷۶,۹	۲۵۵	۳۴۱,۲	۴۳۳,۴	۴۶۷	۴۳۴,۴	۳۵۱,۳	۲۴۱	۱۲۱,۵	۳۶,۷
شهرضا	۲۱,۵	۴۱,۵	۱۱۲,۱	۲۴۰,۶	۳۴۲,۸	۴۱۸,۷	۴۵۵,۴	۴۰۴,۲	۳۰۹,۹	۲۱۲,۶	۹۵,۶	۲۹,۶

جدول (۵): میزان تبخیر برآورد شده از طریق رگرسیون چند متغیره در ایستگاههای مورد مطالعه

نام ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اصفهان	۰.۶	۲۳,۳	۹۳,۲	۱۹۳,۳	۲۷۱,۲	۳۳۳,۳	۳۸۹,۷	۳۵۴,۷	۲۸۸	۱۸۵,۳	۱۰۴,۷	۳۳,۶
گلپایگان	۰	۲۶,۹	۹۱	۱۸۵,۲	۲۵۱,۲	۳۵۰,۸	۴۱۹,۴	۴۰۱,۴	۳۳۳,۱	۲۱۶,۹	۱۰۳,۷	۳۹,۹
کاشان	۱,۲	۲۵,۲	۸۹,۶	۱۷۳	۲۵۲,۵	۳۳۲	۳۸۹,۴	۳۵۹,۸	۲۷۲,۵	۱۷۱,۱	۹۱,۵	۳۷,۷
خوربیابانک	۴۵,۷	۸۵,۷	۱۴۵,۵	۲۳۱,۳	۳۳۱,۵	۳۹۶	۴۶۳	۳۹۲,۸	۳۱۱	۲۱۲,۶	۱۱۵,۲	۶۰,۳
نائین	۲۷,۶	۵۶,۸	۷۳,۹	۲۴۳	۳۳۴,۲	۴۱۹,۴	۴۶۹	۴۳۳,۷	۳۶۲,۳	۲۴۶	۱۲۴,۵	۳۹,۷
شهرضا	۱۴,۳	۴۲,۵	۱۰۷	۲۳۲,۶	۳۴۰,۳	۴۰۳,۷	۴۴۳,۸	۴۰۴,۶	۳۱۹,۷	۲۱۸,۶	۱۰۳	۲۶,۲

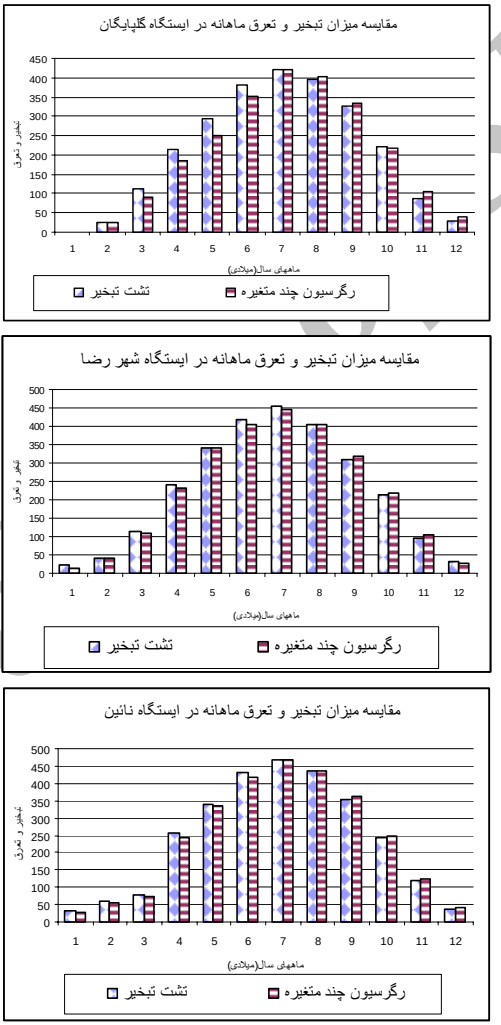
به منظور آزمون میزان دقت مدل رگرسیون چند متغیره در برآورد میزان تبخیر و تعرق، یک رابطه همبستگی بین مقادیرمدل و واقعی به طور منتخب در ایستگاه اصفهان صورت گرفت. بطوری که نتایج همبستگی بالا و معنی داری در حد یک درصد را نشان می دهد (شکل۲).



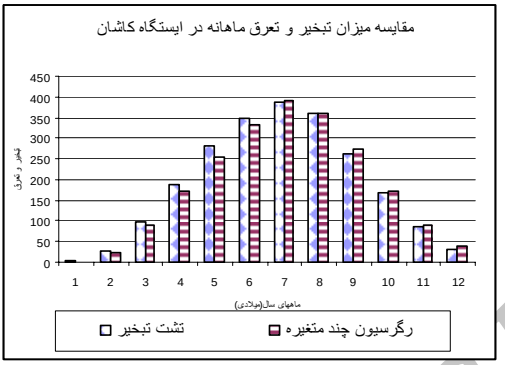
شکل(۲): همبستگی بین میزان تبخیر و تعرق واقعی و برآورد شده بر اساس رگرسیون چند متغییره در ایستگاه اصفهان

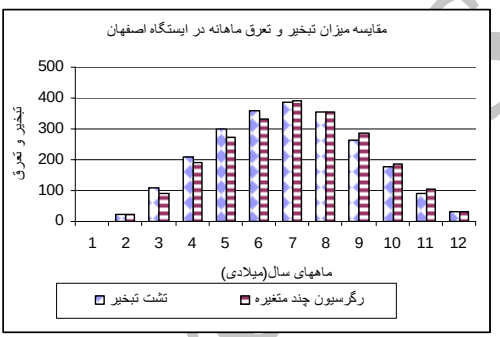
Archive of SID
www.SID.ir

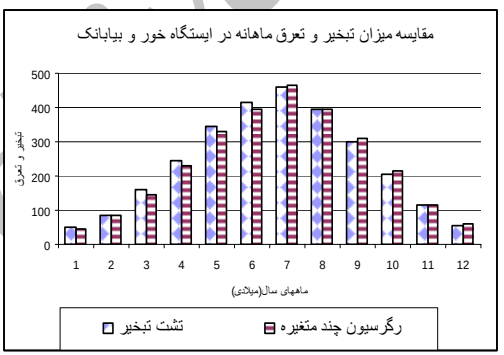
شکل (۳). مقایسه میزان تبخیر و تعرق ماهانه تشت تبخیر و رگرسیون چند متغیره را در ایستگاههای منتخب استان اصفهان نشان می دهد. همان گونه که مشخص است، ملاحضه می شود که میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده توسط مدل رگرسیون چند متغیره مورد استفاده در این تحقیق، بسیار نزدیک به تشت تبخیر بوده، که بیان کننده صحت و دقت این مدل بکار رفته می باشد.



www.SID.ir







شکل (۳). مقایسه میزان تبخیر و تعرق ماهانه تشت تبخیر و رگرسیون چند متغیره در ایستگاههای مورد مطالعه

پهنه بندی میزان تبخیر و تعرق دراستان اصفهان

بعد از محاسبه میزان تبخیر و تعرق پتانسیل از طریق رگرسیون چند متغیره، برای نشان دادن بهتر تغییرات تبخیر و تعرق در استان با توجه به میزان تبخیر تشت و تبخیر

www.SID.ir

برآورد شده پهنه بندی صورت گرفت. بدین منظور در این تحقیق سعی شد تا از روشهای موجود برای انترپولاسیون فضایی و تحلیل فضایی داده های مکانی، از مدل میان یابی IDW [1] استفاده شود. در این مدل در یک سطح میان یابی اثر یک پارامتر بر نقاط اطراف یکسان نبوده و نقاط نزدیک بیشتر و نقاط دور کمتر تحت تأثیراند و هر چه فاصله از مبدأ افزایش یابد، اثر کمتر خواهد شد (مک کوی[2]، جانستون[3]، ۱۳۸۵، ۱۱۰). در این روش پس از مشخص کردن مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل، بر اساس مدل رگرسیون چند متغیره و همچنین تشت تبخیر، مقادیر تبخیر و تعرق به سطح تعمیم داده شد و در نهایت نقشه هم تبخیر استان با استفاده از نرم افزار (Arc GIS) روی نقشه اعمال شد و نقشه های پهنه بندی تولید گردید. نتایج حاصل از پهنه بندی میزان تبخیر وتعرق نشان داد که کمترین تبخیر در سطح استان در نواحی مرکزی و شمالی استان رخ می دهد در حالی که هر چه به سمت شرق می رویم بر مقدار آن افزوده می شود(شکل ٤). همچنین پهنه بندی میزان تبخیر و تعرق پتانسیل بر اساس روش رگرسیون چند متغیره با اختلاف بسیار کمی نسبت به تشت تبخیر، نشان می دهد که نواحی مرکزی و شمالی نیز نسبت به سایر بخشها دارای کمترین تبخیر می باشند، ولی شرق استان به مراتب دارای تبخیر وتعرق بیشتری است(شکل ٥).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه از نظر اقلیم شناسی، مرزی که مناطق خشک را از مناطق مرطوب جدا می‌کند، خطی است که میزان بارندگی سالانه، برابر تبخیر و تعرق باشد و نیز میزان تبخیر و تعرق بطور طبیعی تا حدود زیادی تابعی از درجه حرارت در هر ناحیه است، از این رو محاسبه این عناصر در تعیین شرایط خشکی، شدت، مدت و همچنین بیلان آبی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. بطور کلی و تحت شرایط طبیعی، در دوره گرم

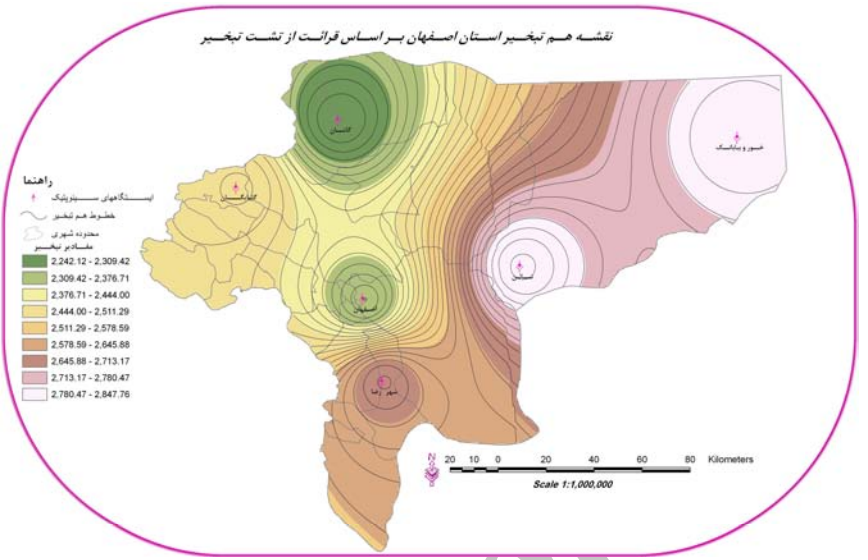
1. Inverse Distance Weighted.
2. McCoy.
3. Johnston.

www.SID.ir

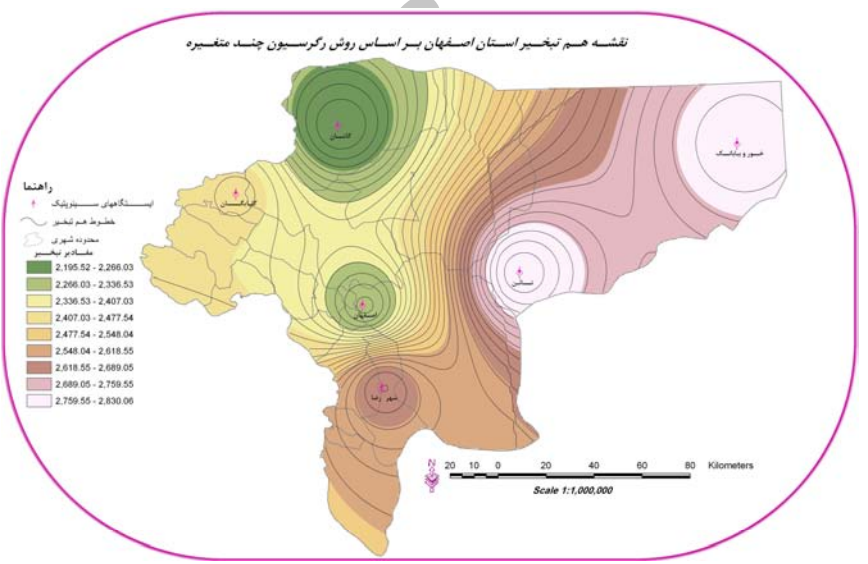
سال در نتیجه کمبود بیش از اندازه رطوبت در مقابل افزایش تبخیر و تعرق پتانسیل، کمبود آب و در نتیجه نیاز شدید آبی در منطقه قابل ملاحظه است، بنابراین مطالعه میزان تبخیر و تعرق در این منطقه بسیار ضروری به نظر می رسید. در این تحقیق به منظور برآورد میزان تبخیر و تعرق در استان اصفهان از روش رگرسیون چند متغیره استفاده گردید و نتایج تحقیق نشان داد که بین تبخیر تشت و تبخیر برآورد شده از طریق رگرسیون پنج متغیره همخوانی بسیار نزدیکی وجود دارد. از آنجایی که در بسیاری از نقاط کشور تشت تبخیر وجود ندارد و یا آمار ان از قدمت چندانی برخوردار نیست، روش ارائه شده در این تحقیق می تواند روش مناسبی جهت برآورد تبخیر باشد. همچنین از این روش می توان برای بازسازی آمار تبخیر برای آن دسته از ماههایی که تبخیر اندازه گیری نشده و یا مفقود شده استفاده کرد. در پایان نتایج حاصل از رگرسیون چند متغیره و تبخیر تشت به سطح تعمیم داده شد و در محیط (Arc GIS) پهنه بندی صورت گرفت. نتایج حاصل از پهنه بندی نشان داد که کمترین تبخیر وتعرق واقعی و پتانسیل در سطح استان اصفهان عمدتاً در بخشهای مرکزی و شمالی رخ می دهد در حالی که با نزدیک شدن به سمت شرق استان (ایستگاههای خور و بیابانک و نائین)، به دلایلی از جمله نزدیک شدن به دشت کویر و خشکی هر چه بیشتر هوا، تبخیر و تعرق به اوج خود می رسد. در نهایت با توجه به مقادیر بارش و مقایسه آنها در منطقه مورد مطالعه، به این نتیجه مهم می رسیم که در کل ماههای سال تبخیر وتعرق پتانسیل بالاتر از بارندگی است و این نسبت در فصل سرد کاهش یافته و در فصل خشک و گرم تشدید می شود که خود نشانه کمبود آب و نیاز آبی بالای گیاهان در منطقه می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل(۴). پهنه بندی میزان تبخیر و تعرق واقعی براساس تشت تبخیر در استان اصفهان



شکل(۵). پهنه بندی میزان تبخیر و تعرق پتانسیل براساس روش رگرسیون چند متغیره در استان اصفهان

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱. آذر، عادل و مومنی، منصور،(۱۳۸۵)، آمار و کاربرد آن در مدیریت، انتشارات سمت، چاپ دهم، ص۱۸۳.

۲. اشپیگل، ام، آر، (۱۳۷۲)، نظریه ها و مسائل آماری، ترجمه پرویز نیساری و حمیده اسدی، نشریه علمی فنی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (سپهر)، شمارهٔ ۲٤.

۳. آمار و اطلاعات هواشناسی، سایت سازمان هواشناسی، (۱۳۸۷).

٤. بارگاهی، خداکرم و موسوی، سید علی اکبر (۱۳۸۵)، تأثیر سطح ایستایی کم عمق و شوری آب زیر زمینی بر کمک به تبخیر و تعرق گلرنگ در گلخانه، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم، صص ۵۹-٦۹.

۵. بای بوری، محمد،(۱۳۷۲)، اصول مهندسی آبیاری، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ هشتم، ص٤۹۱.

٦. تامپسون، راسل، (۱۳۸۲)، فراینها و سیستم های جوی، ترجمه حسین محمدی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ، ص۸۸.

۷. جعفرپور، ابراهیم، (۱۳۸۰)، مبانی اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ سوم، ص ۱۱۲.

۸. رامشت، محمد حسین، (۱۳۸٤)، جغرافیای خاکها، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ دوم، ص۱۱۲

۹. شاهکویی، اسمائیل، (۱۳۷۸)، بررسی تبخیر و ارزیابی میزان آن در شرق دریای خزر، نشریه علمی فنی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (سپهر)، شمارهٔ ۳۱، ص ٥٦.

۱۰. علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا، (۱۳۸٤)، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ یازدهم، صص ۲۱۰-۲۰۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱. علیزاده، امین،(۱۳۸٦)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ بیست و دوم، صص ۲۵۰-۲۳٦.

۱۲. فرهودی، رحمت الله و شمسی پور، علی اکبر، (۱۳۷۹)، برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه بلوچستان جنوبی، پژوهشهای جغرافیایی، شمارهٔ ۳۹، صص ۱۱٤- ۱۰۵.

۱۳. مباشری، محمد رضا و خاوریان، حسن و رضاییان، پرویز و کمالی، غلام علی (۱۳۸٦)، برآوردتبخیر و تعرق با استفاده از تصاویر ماهواره Terra سنجده MODIS در منطقه عمومی گرگان، پایگاه اطلاعات علمی (SID)، صص ۱۲۱- ۱٤۲.

۱٤. محمدی، حسین، (۱۳۸۵)، آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ، صص۲۹-۳۰

۱۵. مک کوی، جیل و جانستون، کوین، ترجمه محمد میر محمد صادقی،(۱۳۸۵)، آموزش نرم افزارArc Gis (اسپشیال آنالیست)، انتشارات فرات، چاپ اول، ص۱۱۰.

۱٦. نوربخش، مهدی، (۱۳۷٦)، برآورد تبخیر پتانسیل از طریق رگرسیون چند متغیره، نشریه علمی فنی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (سپهر)، شمارهٔ ۲٤، ص ۵۳.

۱۷. نیشابوری، محمد رضا و مرادی، ابوالفتح و جعفرزاده، علی اصغر و صادقی، سیروس (۱۳۸٤)، پایگاه اطلاعات علمی (SID)، صص ٦۳-۷۲.

18. Penman, H. L. (1959), a "Estimating Evaporation" Transpiration, American Geophysical Union, p115.

19. Thornthwaite, C. W. and J. R. Mather (1957); " Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance," Publication in Climatology; Vol. 10, No. 3, pp 97-98. U. S. A. DREXEL Institute of Technology.

Archive of SID

www.SID.ir