

بررسی نقش عوامل فیزیوگرافی بر روی پارامترهای دمایی مؤثر بر تبخیر و تعرق (مطالعه موردی: استان یزد)

1- سمانه پورمحمدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد
s.poormohammadi@yahoo.com

2- حسین ملکی نژاد، استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی دانشگاه یزد

3- محمدحسن رحیمیان، کارشناس آبیاری و زهکشی، مرکز ملی تحقیقات شوری یزد

دریافت: 1389/3/26

پذیرش: 1389/10/22

چکیده

تبخیر یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. برآورد میزان تبخیر از دیدگاه مدیریت منابع آب به لحاظ تأثیر آن بر بیلان آبی حوزه‌ها، خشکی یا مرطوب شدن هوا، خشک‌سالی و حتی بر روی تغییر اقلیم یک منطقه دارای اهمیت زیادی است. این پدیده نیز متأثر از بسیاری پارامترهای اقلیمی از جمله دما، رطوبت، سرعت باد، ساعات آفتابی و عوامل دیگر می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی نقش عوامل فیزیوگرافی بر روی دما به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق می‌باشد. کمبود داده‌های اندازه‌گیری شده اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور ایجاب می‌کند که مطالعات منطقه‌ای برای برآورد میزان تبخیر و تعرق با حداقل داده مورد توجه قرار گیرد. به این منظور با جمع‌آوری داده‌های بیشینه، کمینه و میانگین دما در استان یزد و بررسی رابطه این پارامترها با دو مشخصه فیزیوگرافی منطقه شامل عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا سعی شد به طور غیر مستقیم رابطه تبخیر و تعرق با این دو پارامتر محاسبه شود. در این تحقیق از 10 ایستگاه هواشناسی دارای آمار دراز مدت قابل قبول که در سطح استان دارای پراکنش خوبی بودند، استفاده شد. ابتدا با تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک رگرسیون چندگانه رابطه بین پارامترهای دمایی با ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی تعیین و سپس با استفاده از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های هر یک از این پارامترها برای کل منطقه مطالعاتی تهیه شد. با تهیه نقشه‌های مربوط به پارامترهای مؤثر در تبخیر و تعرق مرجع، نقشه‌های هم تبخیر منطقه مطالعاتی با اعمال معادله هارگریوز - سامانی در ماه‌های مختلف سال ترسیم و به کمک هیستوگرام‌های حاصله از آنها اقدام به تحلیل مکانی و تغییرات زمانی تبخیر و تعرق در سطح استان شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که عوامل فیزیوگرافی حاکم بر منطقه مورد مطالعه، نقش مؤثری بر روی تبخیر و تعرق (با ضریب تعیین 0/69 تا 0/94 در ماه‌های مختلف سال) دارند.

واژگان کلیدی: تبخیر و تعرق مرجع، ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، هارگریوز - سامانی، یزد.

مقدمه

بایستی یک مکانیسم انتقال، رطوبت موجود در اتمسفر مجاور سطح تبخیر کننده را به نقطه دیگری منتقل نماید تا اتمسفر مجاور سطح تبخیر کننده از حالت اشباع خارج شده و تبخیر متوقف نگردد (علیزاده، 2004). پدیده تبخیر و تعرق یک پدیده منطقه‌ای است نه نقطه‌ای و با توجه به تغییرات مکانی عوامل دخیل در تبخیر اعم از سطح تبخیر کننده و عوامل محیطی مؤثر بر آن، در برآورد

بین پدیده‌های اقلیمی مختلف روابط پیچیده‌ای وجود دارد. از مهمترین روابطی که می‌توان به آن اشاره نمود رابطه بین تبخیر و تعرق با تعداد زیادی از پارامترهای اقلیمی است. برای انجام عمل تبخیر بایستی آب برای تبخیر، سطحی به نام سطح تبخیر کننده و به علاوه انرژی کافی نیز وجود داشته باشد. برای تداوم فرآیند تبخیر نیز

نقش عامل ساعات آفتابی در همه فصول سال بیش از سایر عوامل، مؤثر بر روی تبخیر و تعرق شناخته شده است (پورمحمدی و همکاران، 2008).

هدف از این تحقیق بررسی ارتباط احتمالی بین عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای هر نقطه، با تبخیر و تعرق مرجع در همان نقطه می‌باشد. استان یزد به دلیل کشیدگی در عرض جغرافیایی و همچنین تنوع در ارتفاع از سطح دریا، منطقه مناسبی جهت انجام چنین مطالعه‌ای محسوب می‌شود. به این منظور با جمع آوری اطلاعات لازم از ایستگاه‌های هواشناسی موجود در استان، اقدام به بررسی میزان اهمیت این دو عامل بر روی تبخیر و تعرق مرجع گردید.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعه

این مطالعه در محدوده استان یزد در ایران مرکزی انجام شد که شامل 10 ایستگاه کلیماتولوژی و سینوپتیک در شهرهای ابرکوه، بافق، رباط پشت بادام، طبس، عقدا، مروست، مهریز، میبد، یزد و گاریز است. در شکل 1 موقعیت مکانی این ایستگاه‌ها بر روی نقشه استان مشاهده می‌شود. جهت آشنایی بیشتر با وضعیت عمومی استان مورد مطالعه، نقشه‌های توپوگرافی، مناطق پست و مرتفع و همچنین مناطق دارای پوشش گیاهی مرتعی و فعالیت‌های کشاورزی در شکل 2 آورده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود این استان از لحاظ توپوگرافی و تغییرات ارتفاعی تنوع زیادی داشته به طوری که ارتفاعات شیرکوه (4075 متر) در جنوب غربی، ارتفاعات طبس (2900 متر) در شمال شرقی و ارتفاعات خرانق (3200 متر) در مرکز آن قرار دارد.

با جداسازی مناطق مرتفع از پست ملاحظه می‌شود که اراضی پست بیشتر در شمال استان و مناطق مرتفع بیشتر در جنوب و مرکز استان و به طور مساوی توزیع شده است. از لحاظ پوشش گیاهی و اراضی کشاورزی نیز باید گفت که استان یزد عموماً خشک و فاقد فعالیت‌های گسترده کشاورزی است و فقط در مناطق محدودی در سطح استان و نزدیک به محدوده‌های شهری چنین پوشش‌هایی به چشم می‌خورد.

مقدار تبخیر یا تبخیر و تعرق بایستی اقدام به مدل‌سازی توزیعی در مکان نمود (آلن و همکاران، 2002). 64 درصد بارش‌های جو به علت تبخیر و تعرق از سطح زمین می‌باشد. در واقع تبخیر و تعرق مرتبط کننده سه جزء مهم زیست کره، آب کره و هوا کره می‌باشد (سو و همکاران، 2007). اقلیم یک ناحیه شامل اتمسفر، سطح زمین و پوشش آن، موجودیت توده آب‌های سطحی و مقادیر انرژی خورشیدی دریافتی، دارای چنان پیچیدگی و پویایی است که درک کامل آن در گرو مدل‌های منطقه‌ای و در برخی موارد مدل‌سازی‌های بسیار پیچیده می‌باشد (باستین سن، 1995). تقاضای اتمسفر برای تبخیر به وسیله عوامل اقلیمی و هواشناسی کنترل می‌شود، در حالی که رطوبت به وسیله فاکتورهای خاک، مخزن آب یا گیاه کنترل می‌شود. بنابراین تبخیر و تعرق تحت تأثیر عوامل اقلیمی، زیستی و خاک می‌باشند (شارما، 1985).

حداقل و حداکثر دماهای ماهانه، میزان ساعات آفتابی، رطوبت نسبی و سرعت باد ثابت از عوامل تأثیرگذار بر روی تبخیر و تعرق می‌باشد. علاوه بر پارامترهای اقلیمی ذکر شده، عوامل دیگری مثل ارتفاع و عرض جغرافیایی نیز بر روی تبخیر و تعرق مؤثر هستند. در مورد رابطه تبخیر و تعرق با عرض جغرافیایی و ارتفاع، رابطه قطعی در این زمینه ارائه نشده است و شاید این به خاطر روابط پیچیده‌ای می‌باشد که بین آنها وجود دارد (علیزاده، 2004).

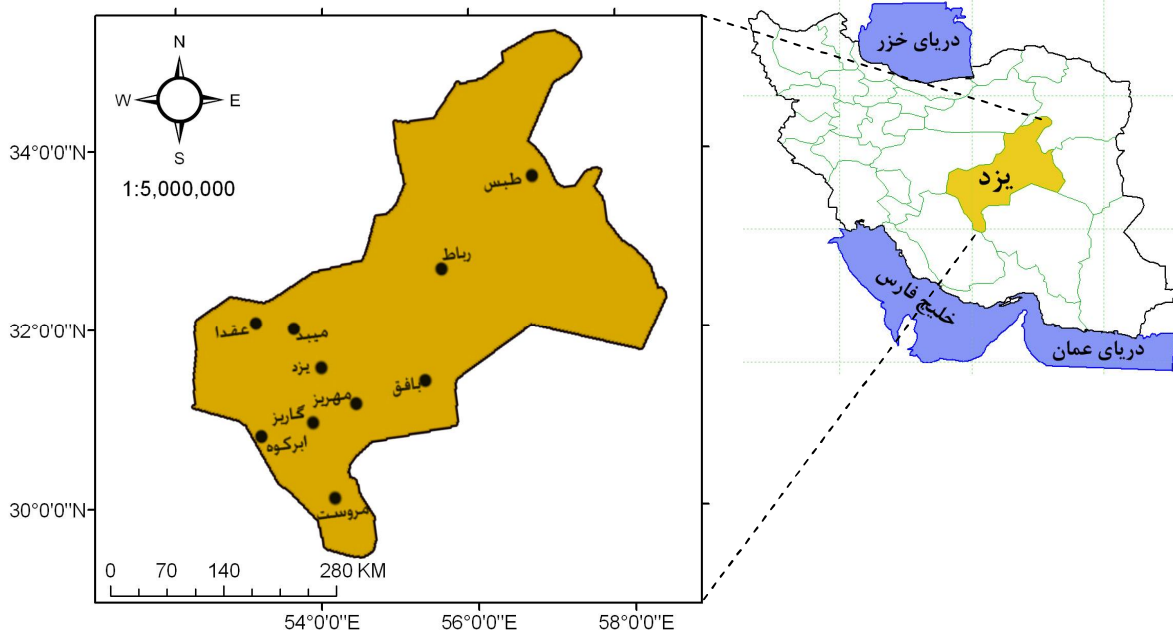
در تحقیقی که در حوزه زنجان‌رود انجام گرفت تبخیر و تعرق مرجع را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی¹ و نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع² تهیه و تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از ارتباط آن با ارتفاع و شیب منطقه بدست آمد (بیات موحد، 2006). در پژوهشی که در زمینه تبخیر و تعرق در ایران مرکزی توسط ملکی‌نژاد و پورمحمدی (2008) انجام گرفت نقش مهم‌ترین عوامل اقلیمی بر روی تبخیر و تعرق بر روی نقاط همگن در ایران مرکزی به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. در تحقیقی دیگری که در حوزه آبخیز منشاد استان یزد بر روی عوامل مؤثر بر روی تبخیر و تعرق صورت گرفته است

1- Geographic Information System

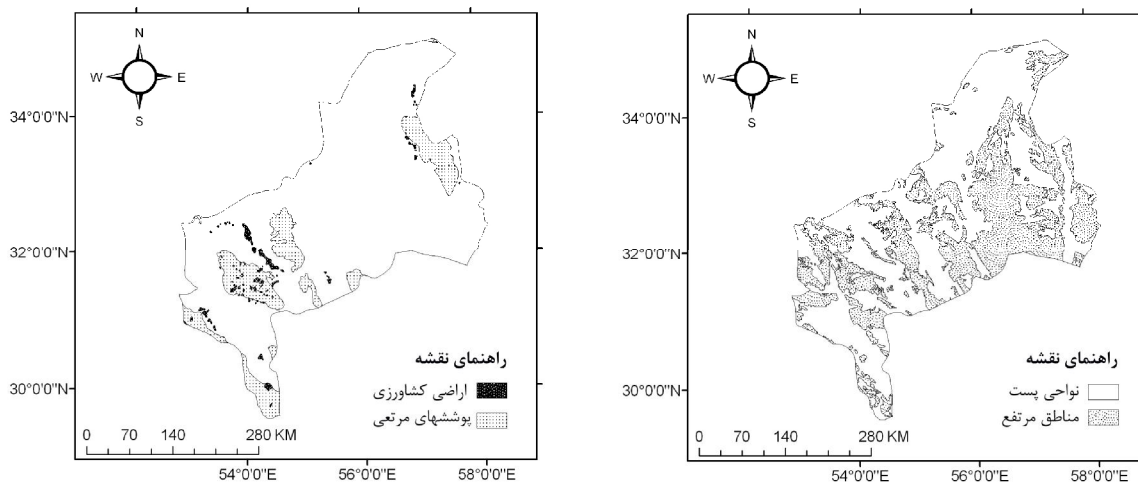
2- Digital Elevation Model

ترین و طبس با ارتفاع 711 متر از سطح دریا پست‌ترین ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشند.

در جدول 1 مشخصات مکانی و طول دوره آماری در ایستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق درج شده است. ایستگاه مروست با ارتفاع 1547 متر از سطح دریا مرتفع-



شکل 1. موقعیت مکانی ایستگاه‌های مطالعاتی در استان یزد



(ب)

(الف)

شکل 2- وضعیت عمومی منطقه مطالعاتی از لحاظ الف) مناطق پست و مرتفع و ب) مناطق دارای پوشش گیاهی مرتعی و فعالیتهای کشاورزی

جدول 1. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده در تحقیق

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول دوره آماری مورد استفاده
طبس	56° 55'	33° 36'	711	1349-1387
رباط پشت بادام	55° 33'	32° 01'	1188	1373-1387
میبد	54° 01'	32° 23'	1108	1375-1387
عقدا	53° 37'	32° 26'	1138	1381-1387
بافق	55° 26'	31° 36'	950	1371-1387
یزد	54° 17'	31° 53'	1230	1345-1387
مهریز	54° 48'	31° 57'	1520	1381-1387
گاریز	54° 6'	31° 18'	2420	1374-1387
ابركوه	53° 28'	31° 13'	1506	1376-1387
مروست	54° 15'	30° 30'	1547	1375-1387

روش تحقیق

مراحل مختلف انجام این تحقیق در شکل 3 نشان داده شده است. در اولین گام اقدام به جمع‌آوری داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های مطالعاتی شد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل آمار بلند مدت ماهانه کمینه، بیشینه و میانگین دما به عنوان عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق مرجع هستند. علت بهره‌گیری از این پارامترها به روش محاسبه تبخیر و تعرق مرجع مرتبط بوده که در ادامه به آن اشاره می‌گردد. علاوه بر این موقعیت جغرافیایی هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی شامل عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، برای هر نقطه نیز مورد استفاده واقع شد.

سپس به کمک تجزیه و تحلیل آماری رگرسیون چندگانه³، همبستگی هر یک از پارامترهای دما ذکر شده در ماه‌های مختلف سال با ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی بررسی شد. در این روش هر یک از پارامترهای دما مورد اشاره به صورت تابعی از عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به صورت زیر تعریف گردیدند:

$$Y = b_1(H) + b_2(L) + e \quad (1)$$

که در این معادله:

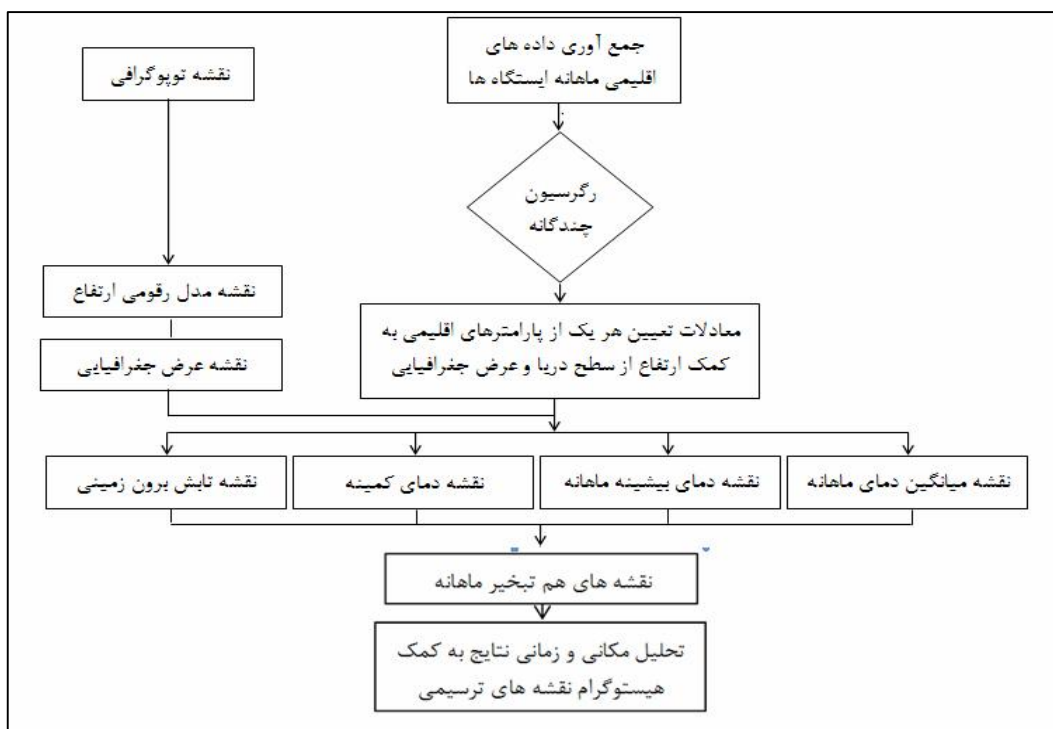
H: ارتفاع از سطح دریا (متر)

L: عرض جغرافیایی

Y: هر یک از پارامترهای اقلیمی بیان شده (دمای بیشینه، کمینه و میانگین) می باشد که به صورت مجزا و در دوره‌های ماهانه بررسی شده‌اند.

ضرایب رگرسیونی b_1 و b_2 نیز معرف وزن هر یک از متغیرهای مستقل بوده که به آنها تخصیص داده شده است.

عدد e نیز به عنوان ثابت معادله شناخته می‌گردد. بنابراین برای هر یک از ماه‌های سال یک رابطه رگرسیونی به دست می‌آید که پارامترهای دمایی (دمای بیشینه، کمینه و میانگین) مؤثر بر تبخیر و تعرق را به ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی ایستگاه‌ها مربوط می‌سازد و دقت هر یک تعیین گردید. با مشخص شدن ارتباط معنی‌دار بین پارامتر دما و ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی در ایستگاه‌های مطالعاتی در سطح استان یزد، اقدام به تهیه اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع شد. ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاع از سطح دریا و هم‌چنین نقشه عرض جغرافیایی استان تهیه گردید. سپس به کمک روابط رگرسیونی به دست آمده و با استفاده از نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی، نقشه‌های مربوط به پارامترهای اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه تبخیر و تعرق به روش هارگریوز- سامانی برای هر ماه تهیه شد. علت انتخاب این روش نیاز به حداقل داده‌های اقلیمی، سادگی و هم‌خوانی آن با اقلیم ایران بوده است (علی‌زاده، 2004).



شکل 3. مراحل مختلف انجام تحقیق

نرم افزار الویس اقدام به تلفیق آنها بر اساس فرمول های محاسباتی در روش هارگریوز - سامانی شد. به دلیل خلاصه سازی و بهره برداری مؤثرتر از این نقشه ها، در هر یک از فصول سال یکی از ماه ها که ضریب همبستگی بالاتری در بین بقیه داشتند، انتخاب گردیدند.

بدین ترتیب نقشه های تبخیر و تعرق مرجع در چهار ماه انتخابی (ماه های اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن که در وسط هر فصل قرار دارند انتخاب و به نمایندگی از هر فصل ذکر شده اند) برای استان یزد ترسیم و به کمک هیستوگرام تغییرات مکانی و زمانی تبخیر و تعرق مورد بررسی و تحلیل واقع شدند.

نتایج و بحث

جدول 2 معادلات رگرسیون به دست آمده جهت محاسبه پارامتر اقلیمی (کمینه، بیشینه و میانگین دمای ماهانه) مؤثر بر تبخیر و تعرق در فصول مختلف از سال را نشان می دهد. این پارامتر شامل کمینه، بیشینه و میانگین دما می باشد که برای چهار ماه سال (هر فصل یک ماه) انتخاب و محاسبات مربوطه انجام شده است. ضریب تعیین نشان دهنده رابطه قوی بین پارامترهای کمینه، بیشینه و

در روش هارگریوز - سامانی مقدار تبخیر و تعرق به کمک رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$ET_0 = 0.1315(K_T)R_a(TD)^{0.5}(T + 17.8) \quad (2)$$

که مقدار K_T (ضریب اختلاف دمایی) توسط رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$K_T = 0.00185(TD)^2 - 0.0433(TD) + 0.4023 \quad (3)$$

که ET_0 : تبخیر و تعرق مرجع بر حسب میلی متر در ماه (یا دوره زمانی مورد نظر)،

TD : اختلاف دمای بیشینه و کمینه ماهانه بر حسب درجه سانتی گراد،

T : متوسط درجه حرارت ماهانه بر حسب سانتی گراد هستند که با میانگین گیری از بیشینه و کمینه دما محاسبه شده است.

R_a : تابش برون زمینی بر حسب میلی متر آب بوده که با توجه به عرض جغرافیایی ایستگاه و برای هر یک از ماه های سال تغییر کرده و از جداول موجود در این زمینه استخراج گردیده است (علیزاده، 2004). بدین ترتیب چندین لایه اطلاعاتی شامل نقشه های R_a و T ، K_T ، TD برای هر یک از ماه های سال تهیه و در پایان با استفاده از

سطح استان شامل می‌شود. در فصول گرم سال (بهار و تابستان) مناطق شمالی و نیز برخی از مناطق جنوب غربی مرکز استان کمترین تبخیر را داشته‌اند. در تحلیل این نتایج بایستی به پارامترهای مؤثر بر تبخیر و تعرق مرجع در روش محاسباتی هارگریوز - سامانی اشاره شود، که شامل دو پارامتر اساسی به دست می‌آید که تابش برون زمینی یا تشعشع ورودی خورشید (تابعی از عرض جغرافیایی) و دما (تابعی از عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا است) می‌باشد.

میانگین دما با عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد.

پس از استخراج معادلات حاکم، نقشه تبخیر و تعرق مرجع برای هر فصل رسم گردید (شکل 3). همچنین از هیستوگرام نقشه‌های ترسیم شده استفاده و مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر تبخیر و تعرق مرجع روزانه در هر فصل بدست آمد (شکل 4).

بر اساس این نقشه‌ها مشخص می‌گردد که مناطق با بیشترین و کمترین تبخیر در هر یک از فصول سال متفاوت بوده و بسته به زمان آن، مناطق مختلفی را در

جدول 2. معادلات رگرسیونی به دست آمده جهت محاسبه پارامترهای دمایی مؤثر بر تبخیر و تعرق در فصول مختلف سال *

فصل	دما	معادله رگرسیونی	ضریب تعیین (R^2)
بهار (اردیبهشت)	کمینه	$T_{min} = -1.2 - 0.00518 H + 0.574 L$	0/88
	بیشینه	$T_{max} = 53.9 - 0.00563 H - 0.689 L$	0/80
	میانگین	$T_{avg} = 26.4 - 0.00540 H - 0.058 L$	0/94
تابستان (مرداد)	کمینه	$T_{min} = -27.3 - 0.00368 H + 1.62 L$	0/79
	بیشینه	$T_{max} = 53.0 - 0.00473 H - 0.328 L$	0/82
	میانگین	$T_{avg} = 12.9 - 0.00421 H + 0.646 L$	0/89
پاییز (آبان)	کمینه	$T_{min} = -19.0 - 0.00407 H + 1.02 L$	0/77
	بیشینه	$T_{max} = 58.1 - 0.00547 H - 0.888 L$	0/80
	میانگین	$T_{avg} = 19.6 - 0.00477 H + 0.065 L$	0/87
زمستان (بهمن)	کمینه	$T_{min} = -18.9 - 0.00229 H + 0.746 L$	0/69
	بیشینه	$T_{max} = 53.6 - 0.00483 H - 1.02 L$	0/78
	میانگین	$T_{avg} = 17.3 - 0.00356 H - 0.138 L$	0/77

* مقادیر L و H به ترتیب نشان دهنده: عرض جغرافیایی (بر حسب درجه) و ارتفاع از سطح دریای آزاد (بر حسب متر) می‌باشند.

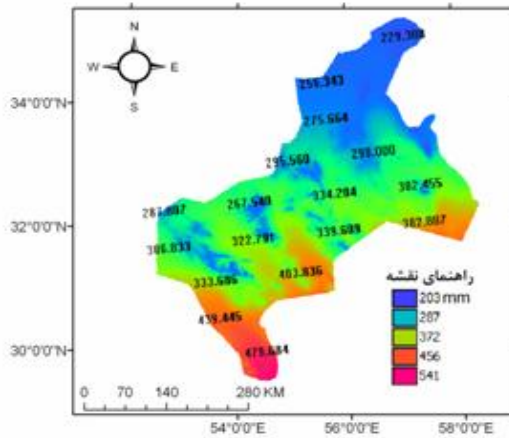
فصول گرم به شکل معنی‌داری کمتر است و البته با افزایش عرض جغرافیایی این تفاوت‌ها بیشتر می‌شود. حال با در نظر گرفتن این توضیحات و با نگاهی به منطقه مطالعاتی (با کشیدگی قابل توجه عرض جغرافیایی در آن)، مشاهده می‌شود که نقش تشعشع خورشیدی یا همان عرض جغرافیایی بر روی تبخیر و تعرق مرجع در فصول گرم نسبت به فصول سرد سال بیشتر باشد. همچنین از دیگر عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق مرجع در روش هارگریوز - سامانی دما است که هم به صورت میانگین (T_{avg}) و هم به صورت اختلاف دمای حداقل و حداکثر (TD) در آن منظور شده است.

شکل 5 چگونگی تغییرات تشعشع را نسبت به عرض جغرافیایی در فصول مختلف سال نشان می‌دهد. دو نکته مهم از این نمودار قابل استخراج است. اول اینکه تغییرات تشعشع خورشیدی به عنوان تابعی از عرض جغرافیایی، در فصول مختلف سال متفاوت است. به طوری که در تمامی فصول با افزایش عرض جغرافیایی از میزان تشعشع ورودی به زمین کاسته می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که تبخیر و تعرق مرجع در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، کمتر از عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر به دست آید.

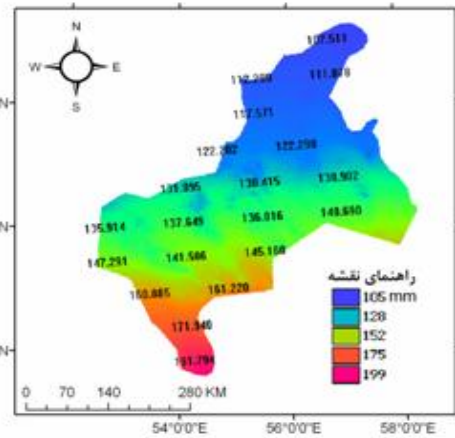
نکته دوم در مورد مقادیر عددی تشعشع در یک عرض جغرافیایی خاص (مثلاً عرض 30 درجه شمالی) در فصول مختلف است. میزان تشعشع در فصول سرد نسبت به

تابستان و هم در زمستان دیده می‌شود که نشانه اعتدال دما در این مناطق است. می‌توان این موضوع را به رطوبت نسبی بیشتر این مناطق نسبت به سایر نقاط استان یزد نسبت داد.

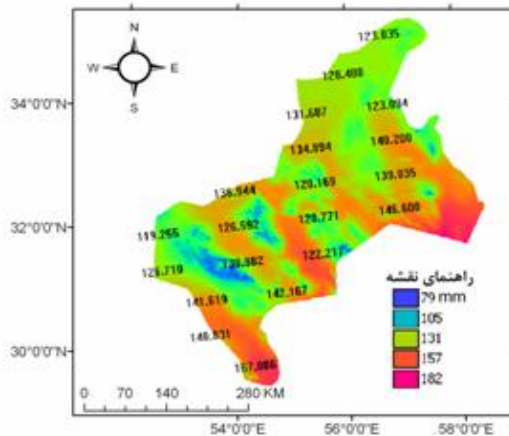
نقشه‌های اختلاف دمای کمینه و بیشینه منطقه مطالعاتی در شکل 6 نشان داده شده است. همان طور که در این شکل‌ها نیز مشخص است، در مناطق شمالی استان اختلاف کمتری بین دماهای کمینه و بیشینه هم در



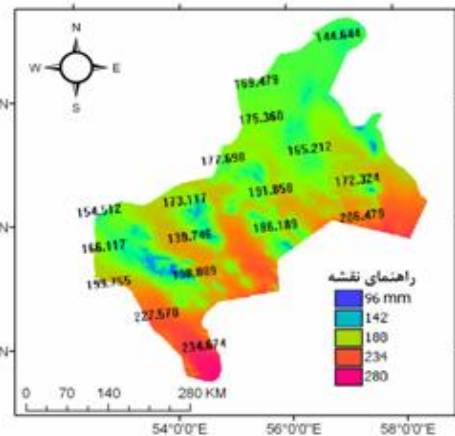
(ب)



(الف)

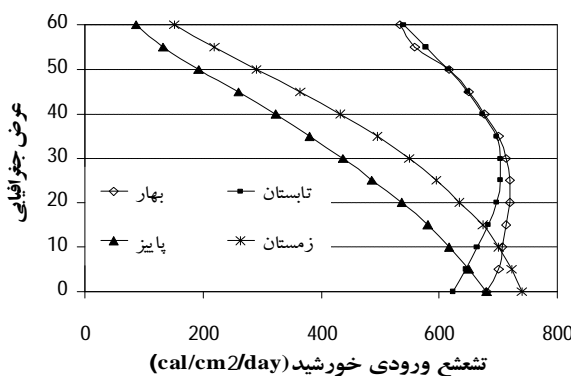


(د)

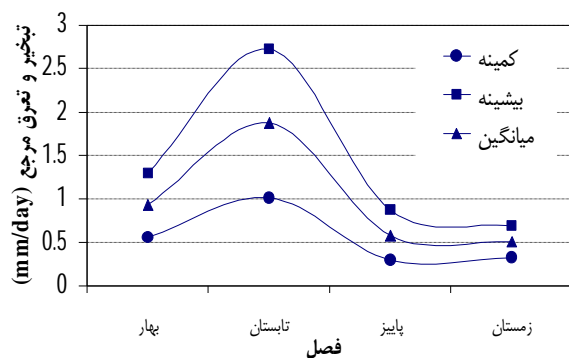


(ج)

شکل 3. نقشه‌های تبخیر و تعرق مرجع استان یزد در فصول مختلف سال بر حسب میلی‌متر (الف) بهار، (ب) تابستان، (ج) پاییز و (د) زمستان



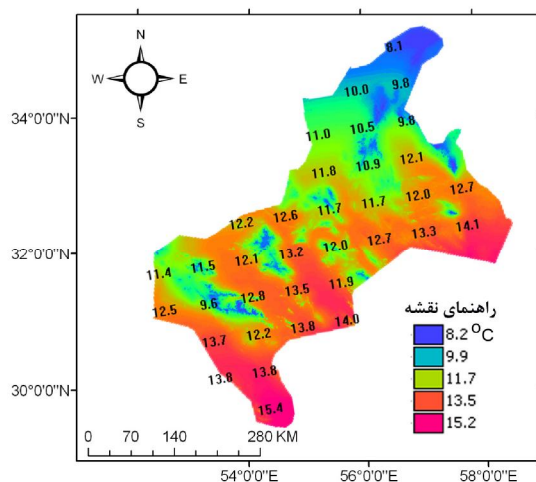
شکل 5. تغییرات فصلی تشنش ورودی خورشید در عرض‌های مختلف جغرافیایی (علیزاده، 2004)



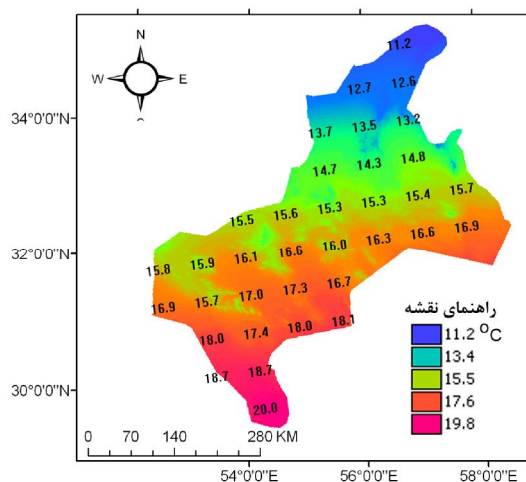
شکل 4. تغییرات تبخیر و تعرق مرجع روزانه در فصول مختلف سال

استان نیز کمتر از سایر مناطق است و بنابراین کمترین مقادیر تبخیر و تعرق در این فصل به نقاط مرکزی و جنوب غربی استان تعلق خواهد داشت. در این مناطق نقش توپوگرافی و قرار گرفتن ارتفاعات مختلف (مانند شیرکوه، ساغند و خرانق) در کاهش دما و در نتیجه آن تبخیر و تعرق مرجع به خوبی مشهود است.

همین مسأله باعث کاهش مقدار عددی TD و در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق مرجع در این مناطق شده است. غالب شدن عامل عرض جغرافیایی در فصول گرم و نیز کم بودن مقدار TD در مناطق شمالی به کاهش تبخیر و تعرق محاسباتی توسط روش هارگریوز-سامانی منجر گردیده است. در فصول سرد نه تنها عامل عرض جغرافیایی عامل غالب نیست بلکه دمای مناطق مرکزی



(ب)



(الف)

شکل 6. نقشه‌های اختلاف دمای کمینه و بیشینه (TD) در تابستان (الف) و زمستان (ب)

مناسب در آنجا نیست، بلکه نشان دهنده فقدان یک منبع آبی حتی ناچیز در این مناطق بوده که تبخیر و تعرق (مرجع و واقعی) را به حداقل ممکن رسانده است. کم بودن تبخیر در مناطق جنوب غربی و مرکزی استان در بهار و تابستان دلیلی متفاوت از آنچه که گفته شد دارد، چرا که این منطقه عمدتاً کوهستانی است. ارتفاعاتی همچون شیرکوه، خرانق و ساغند در این مناطق باعث شده است که این منطقه آب و هوایی به مراتب سردتر از سایر نقاط استان داشته باشد. بنابراین طبیعی است که تبخیر در چنین مناطقی نیز پایین باشد.

در نقشه‌های تبخیر در فصول سرد سال ملاحظه می‌گردد که کمترین میزان تبخیر به مناطق مرتفع و کوهستانی استان اختصاص یافته است. دلیل این امر نیز به وضعیت منابع آبی مورد نیاز جهت وقوع پدیده تبخیر از سطح بر می‌گردد. در این فصول نقاط کوهستانی استان عمدتاً پوشیده از برف به همراه سرمای سوزان و انعکاس

از دیگر نکات قابل توجه در نتایج حاصله، کم برآورد نمودن این روش نسبت به سایر روش‌های محاسباتی تبخیر و تعرق مرجع است. در سایر مراجع (الن و همکاران، 2002، داگلاس و همکاران، 2009 و ملکی‌نژاد و پورمحمدی، 2008) نیز کمتر شدن مقادیر عددی محاسبه شده به این روش اشاره شده و در برخی موارد حتی تا کمتر از نصف روش استاندارد فائو-پنمن-مانتیث نیز گزارش شده است.

به منظور مقایسه مکانی و توجیه نتایج حاصل در نقاط مختلف استان، توجه به شرایط محیطی و فیزیوگرافی حاکم بر کل استان لازم به نظر می‌رسد. مناطق شمالی استان یزد بیشتر کویری و فاقد کوهستان بوده و کمبود منابع آبی در فصل‌های مختلف منجر به کاهش میزان تبخیر مؤثر از سطح شده است. لذا کم بودن تبخیر و تعرق مرجع و همچنین مقادیر واقعی تبخیر و تعرق در مناطق شمالی استان دلیلی بر حاکم بودن یک شرایط اقلیمی

که چه به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم به خوبی در روش هارگریوز - سامانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق به همخوانی عوامل اقلیمی کنترل‌کننده تبخیر و تعرق و عوامل فیزیوگرافی هر منطقه اشاره می‌کند. نظر به اینکه روش هارگریوز - سامانی تلفیقی از عوامل اقلیمی (حداقل، حداکثر و متوسط دمای محیط) و عوامل فیزیوگرافیکی (ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی) را در محاسبه تبخیر و تعرق مرجع صورت می‌دهد، بنابراین در محاسبه ETo بسیار مفید عمل می‌نماید.

با توجه به وجود همبستگی بالا بین دما (حداقل، حداکثر و میانگین) با عوامل ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی (با ضریب تعیین 0/69 تا 0/94 در ماه‌های مختلف سال) توصیه می‌گردد که در شرایط نبود و یا کمبود ایستگاه‌های اندازه‌گیری و ثبت پارامترهای اقلیمی، از روش استفاده شده در این تحقیق استفاده گردد. پیدا کردن روابط منطقه‌ای (با همبستگی بالا) بین پارامترهای ثابتی مانند ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی و عوامل مهم اقلیمی می‌تواند تا حد زیادی مشکل کمبود داده در چنین شرایطی را پوشش دهد. البته لازم به ذکر است که برای یک منطقه وسیع، پیدا کردن ارتباط مناسب بین پارامترهای اقلیمی و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به سختی و در موارد نادری امکان‌پذیر می‌باشد.

شدید پرتوهای خورشیدی از سطح زمین بوده که منجر به کاهش تبخیر شده که به کمتر از 0/5 میلیمتر در روز رسیده است. نکته جالب توجه در مورد بالاترین مقادیر تبخیر و تعرق مرجع این است که مکان‌هایی که دارای بیشینه تبخیر و تعرق در همه فصول سال هستند، عمدتاً در جنوب استان و اطراف شهرستان خاتم (هرات و مروست) واقع شده‌اند. جایی که اولاً منابع آب زیرزمینی وفور بیشتری داشته و رطوبت نسبی محیط نیز به مراتب بالاتر است و ثانیاً عموماً جزء مناطق گرم استان محسوب می‌گردند. هم‌زمانی دو عامل فوق دلیلی بر وقوع تبخیر و تعرق (مرجع و واقعی) زیاد در چنین مناطقی محسوب می‌گردد. همچنین مناطق شمالی استان مانند مناطق کویری طبس که در فصول گرم سال هیچ گونه منبع آبی جهت انجام تبخیر از سطح را در خود نمی‌دیدند اکنون به لطف نزولات جوی هر چند اندک در فصل سرد و نیز تابش‌های مؤثر خورشیدی تبخیر نسبتاً بالایی را از خود نشان می‌دهند. با این تفاسیر می‌توان به همخوانی نقشه‌های تبخیر و تعرق مرجع در فصول مختلف سال و نیز شواهد عینی نشان دهنده تبخیر و تعرق واقعی در مناطق مختلف استان یزد پی برد.

از جمله دلایل این امر می‌تواند مرتبط با در نظر گرفتن عوامل فیزیوگرافی از قبیل عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا در محاسبات ETo باشد. این عوامل از کنترل‌کننده‌های مؤثر تبخیر و تعرق در هر منطقه‌ای بوده

References

- Alizadeh, A., 2004. Water, soil and plant relationship, 4th publication, 470, (in Farsi).
 Alizadeh, A., Mosavi, F., Kamali G. A. & Musavi, M., 1995. Climatology, Mashhad Ferdowsi public, 398 p, (in Farsi).
 Allen, R. G., Bastiaanssen, W. G. M., Wright, J. L., Morse, A., Tasumi, M. & Trezza, R., 2002. Evapotranspiration from satellite images for water management and hydrologic balances, Proceedings of the 2002 ICID Conference, Montreal, Canada pp 1-12.
 Bastiaanssen, W. G. M., 1995. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain, PhD. thesis, University of Wageningen, The Netherlands.

- Bayate Movahed F., 2006. Estimation of evapotranspiration using GIS in Zanjanrud catchment. National Conference of Management of Irrigation and Drainage, 7pp.
 Daneshkar, P., Saghafiyani, B., Mahdian, M. H., Poorhemat, V. & Sareshtedari, A., 2005. Study of remote sensing application in spatial distribution of regional evapotranspiration (Sistan plain), Final research report, 112pp.
 Douglas Ellen, M., Jennifer, M., Jacobs, B., David, M., Sumner, C., Ram, L. & Ray, A., 2009. Comparison of models for estimating potential vapotranspiration for Florida land cover types, Journal of Hydrology 373, 366-376.

Malekinezhad, H. & Poormohammadi, S., 2008. Determination of main important climatic factors affecting evaporation of arid zones using rotated factor analysis procedure, Water Resource conference, Tabriz Iran., p. 215, (in Farsi).

Poormohammadi, S., Dastorani, M. T., Cheraghi, S. A. M. & Mokhtari, M. H., 2008. Determination of main climatic factors of evapotranspiration using multiple Regression (Case study: Manshad catchment, Yazd province), National Conference on Integrated

Water Management, Kerman University, p 75.

Sharma, M. L., 1985. Estimating evapotranspiration. In: Hillel, D. (Ed.), Advances in irrigation. 3rd Vol., Academic Press, Orlando, USA: 214-281.

Su, H., Wood, E. F., Wojcik, R. & McCabe, M., 2006. Sensitivity analysis of regional scale evapotranspiration predictions to the forcing data, American Geophysical Union, H31A-02.

Investigating the role of physiographical factors on temperature-related parameters affecting evapotranspiration (Case study: Yazd province)

1- S. Poormohammadi, MSc. of Desert Management, Yazd University, I. R. Iran

s.poormohammadi@yahoo.com

2- H. Malekinezhad, Faculty of Natural Resources and Eremology, ADRI, Yazd University, I. R. Iran

3- M.H. Rahimian, Irrigation and Drainage Expert, National Salinity Research Center, Yazd, I. R. Iran

Received: 16 Jun 2010

Accepted: 12 Jan 2011

Abstract

Evaporation is an important climatic phenomenon because of its effects on drought and climate change at regional scale. The principle weather parameters affecting evaporation are temperature, humidity, wind speed, sunshine and etc. Also physiographical factors like altitude and latitude would affect evaporation, as well. Main objective of the study is to evaluate the effect of physiographical factors on weather parameters affecting reference Evapotranspiration (ET). For this purpose, long-term climatic data of 10 meteorological stations at Yazd province were collected. Using multiple regression analysis, effects of altitude and latitude on climatic parameters at the selected stations were analyzed. Then, maps of these parameters were produced using corresponding altitude and latitude position of each pixel over the study area. Using Hargreaves-Samani equation and maps of weather parameters, map of monthly ET for the study area were generated using GIS-based capabilities of ILWIS software. Also spatial and temporal changes of ET were analyzed. Finally, effects of altitude and latitude, on climate related parameters of ET as two main physiographical factors were analyzed.

Keywords: Evapotranspiration, Altitude, Latitude, Hargreaves-Samani, Yazd.