

بررسی روند شاخص خشکی در ایران

مهدی تیموری^۱، محبوبه عبدالهی مایوان^۲، بتول نژادحسن^۲ و پرویز گرای^۳

چکیده

در این مقاله تغییرات اقلیمی در ایران در طی دوره آماری ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۴ در ۳۶ ایستگاه هواشناسی بر اساس پارامتر شاخص خشکی/رطوبتی مورد مطالعه قرار گرفته است. این شاخص با تقسیم دو متغیر بارش به تبخیر به بررسی میزان خشکی یا رطوبت مناطق مختلف می‌پردازد. جهت برآورد تبخیر از روش تورنتوایت استفاده شده و با تقسیم ایران به شش طبقه اقلیمی می‌توان شاخص مذکور را به خوبی بیانگر تغییرات اقلیمی و میزان خشکی/رطوبتی حقیقی مناطق مختلف دانست. همچنین بررسی روند این شاخص، کاهش غیر معنی‌داری را در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه (بجز سه ایستگاه مشهد، سنج و تبریز که روند کاهشی معنی‌دار و ایستگاه همدان که روند افزایشی غیر معنی‌داری دارند) از خود نشان داده است.

واژگان کلیدی: شاخص خشکی، روش تورنت-وایت، ایران

پیشگفتار

از اواخر قرن نوزدهم درجه حرارت سطحی دنیا افزایشی حدود ۰/۷۴ درجه سلسیوس را تجربه کرده است، اگرچه این افزایش دما به صورت یکنواخت نبوده و بعضی مناطق به صورت موردی حتی تا حدودی نیز سردتر شده اند (استرلینگ و همکاران ۱۹۹۷). اگر اثر گرمایش به شرایط زیست اقلیمی خشک تر منجر شود، از آنجایی که این شرایط معمولاً با فراوانی و افزایش شدت همراه است (هیتکوت ۱۹۸۶)، تولیدات کشاورزی نیز در این مناطق به خطر خواهند افتاد. بارندگی نیز یکی دیگر از عوامل مهم هواشناسی است که کمیت و پراکنش آن به نحو چشمگیری در نقاط مختلف کره زمین متغیر است (خلیلی و بذرافشان ۱۳۸۳) و ایران نیز به دلیل موقعیت خاص و ویژگی‌های توپوگرافیک آن از بارش و آب و هوای متفاوتی برخوردار است. میزان بارش متوسط سالانه آن حدود یک سوم متوسط بارش کره زمین است و به همین دلیل قسمت اعظم ایران در قلمرو آب و هوای خشک جهان قرار می‌گیرد. علاوه بر قلت بارندگی، نوسانات شرایط بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه از جمله خصوصیات است که موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی، تغذیه جریان‌های سطحی و سفره آب‌های زیرزمینی و مصارف انسانی می‌شود. با توجه به وجود نوسانات منفی شدید در بارش‌های مناطق مختلف کشور وقوع خشکسالی‌های خفیف تا شدید در کشور امری اجتناب ناپذیر محسوب می‌شود که اثر بسیار زیانباری را در بخش‌های کشاورزی و اقتصادی کشور تحمیل می‌کنند.

از آنجایی که متغیرهای دما و بارش عوامل موثری در مطالعه تغییر اقلیم به شمار می‌روند مطالعات انجام گرفته در ایران نیز بیشتر بر محور این دو متغیر متمرکز است، اما آنچه که در مسائل مربوط به کشاورزی و منابع طبیعی اهمیت دارد بررسی شاخص زیست اقلیمی است که میزان تغییرات و روند بارش و دما را توأم مد نظر قرار می‌دهد. از آنجایی که چنین شاخصی

۱. مربی و عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد، m.teimouri@yahoo.com

۲. دانشجوی رشته زراعت دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام



اهمیت زیادی در برنامه ریزی‌های جغرافیای زیستی، برنامه ریزی منابع آب، خشکسالی و غیره دارد در این مقاله به بررسی روند شاخص مذکور در تعدادی از ایستگاه‌های هواشناسی کشور پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های بارش و درجه حرارت ۳۶ ایستگاه هواشناسی پراکنده در سطح کشور در بین سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۴ استفاده شده است. تقریباً تمامی ایستگاه‌ها دارای داده‌های کامل و کیفیت آماری مناسبی بودند؛ اگرچه داده‌های مفقوده بعضی ایستگاه‌ها از طریق میانگین گیری سری طولانی مدت بدست آمد. جهت تعیین شاخص خشکی که از تقسیم متغیر بارش به تبخیر و تعرق پتانسیل بدست می‌آید برآوردی از تبخیر و تعرق ضروری است. چون داده‌های این متغیر به سادگی در تمام مناطق در دسترس نیستند و اندازه گیری آن نیز مشکل است، در این تحقیق از روش تورنت- وایت (۱۹۳۸) جهت محاسبات مربوط به تبخیر و تعرق استفاده گردید که به صورت معادلات (۱ تا ۳) انجام می‌شود.

$$PET = 16C(10t_m / I)^\alpha \quad (1)$$

$$I = \text{sum}(t_m / 5)^{1.51} \quad (2)$$

$$\alpha = (67.5 * 10^{-8} I^3) - (77.1 * 10^{-6} * I^2) + (0.0179I) + (0.492) \quad (3)$$

PET = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر)

C = ضریب روشنایی روزانه

t_m = متوسط درجه حرارت ماهانه (درجه سلسیوس)

α = مولفه‌ای است که از شاخص حرارتی بدست می‌آید

تبخیر و تعرق اصلاح شده نیز از رابطه (۴) قابل محاسبه است.

$$PET_c = PET(D * N / 360) \quad (4)$$

D = متوسط تعداد ساعات بین طلوع و غروب در ماه مورد نظر

N = تعداد روزهای ماه مورد نظر

مناطق اقلیمی مختلف که از نسبت P/PET به دست می‌آید بر اساس طبقه بندی UNEP (۱۹۹۲) و NCCD (۱۹۹۴) می‌باشد که در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. مناطق مختلف خشکی و رطوبتی با توجه به مقادیر شاخص P/PET

محدوده P/PET	اقلیم منطقه
	مناطق خشک
> 0.05	خیلی خشک
$0.05 - 0.12$	خشک
$0.12 - 0.15$	نیمه خشک
$0.15 - 0.165$	نیمه مرطوب خشک
	مناطق مرطوب
$0.165 - 0.175$	نیمه مرطوب تر
< 0.175	مرطوب

یافته‌ها و بحث

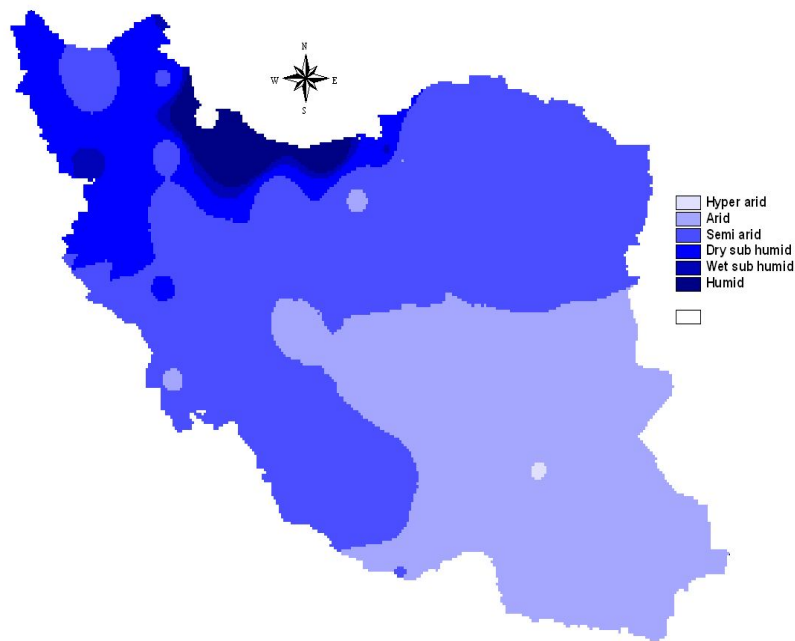
برخی از مشخصات آماری مهم شاخص خشکی شامل میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی، کشیدگی و شرایط خشکی/رطوبتی ناشی از میانگین شاخص در سری آماری در جدول (۲) آورده شده است. محدوده پراکنش مقادیر متوسط شاخص از ۰/۰۴ برای بم تا ۱/۴ برای رامسر متغیر است که به ترتیب نشان دهنده شرایط رطوبتی خیلی خشک و مرطوب کشور است.

جدول ۲. برخی از مشخصه‌های مهم آماری شاخص خشکی/رطوبتی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	ضریب کشیدگی	شرایط خشکی/رطوبتی
بیرجند	۰/۱۹	۰/۰۶	۳۱/۹	۰/۲	۰/۳	خشک
اهواز	۰/۱۷	۰/۰۶	۳۴	۰/۹	۱/۲۳	خشک
اراک	۰/۲۹	۰/۰۸	۳۰/۶	۰/۱۸	-۰/۷۹	نیمه خشک
اردبیل	۰/۴۷	۰/۱۱	۲۳/۶	۰/۷۱	-۰/۳۲	نیمه خشک
بم	۰/۰۴	۰/۰۲	۴۴/۵	۰/۳۴	-۰/۵۴	خیلی خشک
بندرعباس	۰/۱۴	۰/۰۹	۶۳/۸	۰/۷۴	-۰/۰۸	خشک
چابهار	۰/۰۸	۰/۰۶	۷۸/۸	۱/۶۶	۳/۴	خشک
دزفول	۰/۳۳	۰/۰۹	۲۷/۱	۰/۳۱	-۰/۱۴	نیمه خشک
دوشان تپه	۰/۲۴	۰/۰۶	۲۵/۶	-۰/۰۲	-۰/۶۶	نیمه خشک
اصفهان	۰/۱۳	۰/۰۵	۳۶/۱	۰/۲	-۰/۵۷	خشک
فسا	۰/۳۱	۰/۱۳	۴۱/۵	۰/۴۹	-۰/۴	نیمه خشک
گرگان	۰/۶۶	۰/۱۴	۲۲/۱	۱/۱۴	۲/۰۶	نیمه مرطوب تر
همدان	۰/۳۵	۰/۰۷	۲۱/۵	۰/۴۷	-۰/۲۲	نیمه خشک
ایرانشهر	۰/۰۸	۰/۰۴	۴۹/۰۴	۰/۶۱	۰/۳۶	خشک
کاشان	۰/۱۱	۰/۰۴	۳۹/۱	۰/۹۵	۰/۵۱	خشک
کرمان	۰/۱۶	۰/۰۶	۳۶/۷	۰/۲۶	-۰/۲۱	خشک
کرمانشاه	۰/۵۱	۰/۱۲	۲۴/۸	۰/۲	-۰/۲۵	نیمه مرطوب خشک
خرم آباد	۰/۵۴	۰/۲۳	۴۳/۳	۲/۰۷	۷/۹۶	نیمه مرطوب خشک
کیش	۰/۱۲	۰/۰۷	۶۳/۴	۰/۸	-۰/۱۹	خشک
مشهد	۰/۳۲	۰/۰۹	۳۰	۰/۴۱	-۰/۵۱	نیمه خشک
مهرآباد	۰/۴۸	۰/۱۲	۲۵/۶	-۰/۰۲	-۰/۶۶	نیمه خشک
ارومیه	۰/۶۳	۰/۲۳	۳۷/۴	۱/۳۶	۲/۸	نیمه مرطوب خشک
رامسر	۱/۴	۰/۳۶	۲۶	۰/۴۵	-۱/۰۵	مرطوب
سبزوار	۰/۲	۰/۰۵	۲۷/۸	۰/۰۹	-۰/۹۶	نیمه خشک
سقز	۰/۶۹	۰/۱۸	۲۶/۱	۰/۷۹	۱/۱۳	نیمه مرطوب تر
سنندج	۰/۵۷	۰/۱۵	۲۷/۶	۰/۰۸	۰/۲۲	نیمه مرطوب خشک
سمنان	۰/۱۴	۰/۰۴	۳۱/۵	۰/۲۶	۰/۳۸	خشک
شهرکرد	۰/۴۹	۰/۱۳	۲۸/۱	۰/۶۸	۰/۰۹	نیمه خشک
شاهرود	۰/۱۹	۰/۰۵	۲۸/۱	۰/۲۱	۰/۴۵	خشک
شرق اصفهان	۰/۱۲	۰/۴	۳۳/۵	۰/۶۲	۰/۱۷	خشک
شیراز	۰/۳۱	۰/۱۲	۴۱	-۱/۰۷	۱/۲	نیمه خشک
تبریز	۰/۳۲	۰/۰۹	۲۸/۳	۰/۴۴	-۰/۷۹	نیمه خشک
تربت حیدریه	۰/۳۴	۰/۰۹	۲۶/۵	-۰/۱۳	-۰/۶۲	نیمه خشک
زابل	۰/۰۵	۰/۰۳	۵۰/۱	۰/۱۸	-۰/۵۹	خیلی خشک
زاهدان	۰/۰۷	۰/۰۴	۵۵/۴	۱۱	۰/۱۶	خشک
زنجان	۰/۳۹	۰/۱	۲۵/۳	-۰/۲	-۰/۵۸	نیمه خشک



شکل (۱) هم نقشه درون‌یابی شده مقادیر شاخص را با استفاده از روش وزنی عکس فاصله^۱ نشان می‌دهد؛ طبق این نقشه و با توجه به جدول (۱)، هر ۶ نوع شرایط رطوبتی تعریف شده توسط UNEP (۱۹۹۲) در کشور دیده می‌شود. محدوده منطقه خیلی خشک در بخش‌هایی از جنوب شرقی کشور و در دشت لوت متمرکز است و بارزترین مشخصه آنجا مقدار بارش بسیار کم و درجه حرارت بسیار بالا است. مناطق خشک نیز بخش بسیار بزرگی از ایران مرکزی و شرق ایران را در بر گرفته‌اند و تا جنوب ایران در سواحل خلیج فارس و دریای عمان نیز گسترده شده‌اند. مناطق نیمه‌خشک هم مانند مناطق خشک اکثر مناطق ایران را از شمال شرقی، مرکز، جنوب غربی و غرب ایران احاطه نموده و این مطلب که قسمت اعظم ایران در محدوده مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است را تایید می‌کند. محدوده اقلیم نیمه‌مرطوب خشک هم بواسطه بارش کم و درجه حرارت بیشتر نسبت به محدوده نیمه‌مرطوب تر در بخش‌هایی از شمال غربی و غرب ایران پراکنده‌اند. اقلیم نیمه‌مرطوب تر هم بواسطه بارش بیشتر ناشی از مجاورت با دریای خزر و یا بواسطه ارتفاع زیاد آن و متمرکز بودن بارش برف در آنها و پایین بودن دمای آنها در نواحی شمالی و کوهستان‌های غربی ایران متمرکزند. اقلیم مرطوب هم قاعدتاً در سواحل غربی دریای خزر به علت رطوبت بالای آنجا قرار گرفته‌است که کوچکترین ناحیه اقلیمی ایران را با توجه به شاخص مزبور نشان می‌دهد.



شکل ۱. پراکنش اقلیم ایران با استفاده از شاخص خشکی / رطوبتی

به منظور بررسی روند خطی سالانه شاخص خشکی P/PET و سطح معنی‌داری آنها برای همه ۳۶ ایستگاه هواشناسی کشور در محدوده زمانی یکسان، شیب خطوط محاسبه و با استفاده از آزمون t استیودنت به بررسی معنی‌داری آنها پرداخته شد (جدول ۳). همانطور که مشاهده می‌شود در تمام ایستگاه‌ها (بجز همدان) شیب منفی و روند کاهشی دیده می‌شود که بیانگر کاهش شاخص مزبور و کم شدن تدریجی مقدار بارش و یا افزایش دما و تبخیر می‌باشد. البته این روند در اکثر ایستگاه‌ها غیرمعنی‌دار است و فقط در سه ایستگاه مشهد، سنندج و تبریز روند کاهشی معنی‌داری دیده شده است.

^۱ IDW

جدول ۳. مقادیر روند خط و معنی داری آنها در ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	مقدار شیب خط روند	بررسی معنی داری	نام ایستگاه	مقدار شیب خط روند	بررسی معنی داری
بیرجند	-۰/۰۰۲۱	NS	کیش	-۰/۰۰۲۳	NS
اهواز	-۰/۰۰۰۹	NS	مشهد	-۰/۰۰۴۵	٪۹۵
اراک	-۰/۰۰۰۸	NS	مهرآباد	-۰/۰۰۱۳	NS
اردبیل	-۰/۰۰۲۵	NS	ارومیه	-۰/۰۰۰۲	NS
بم	-۰/۰۰۰۵	NS	رامسر	-۰/۰۰۵۱	NS
بندرعباس	-۰/۰۰۳۵	NS	سبزوار	-۰/۰۰۲۱	NS
چابهار	-۰/۰۰۱۸	NS	سقز	-۰/۰۰۴۱	NS
دزفول	-۰/۰۰۱۴	NS	سنندج	-۰/۰۱۱۹	٪۹۹
دوشان تپه	-۰/۰۰۰۷	NS	سمنان	-۰/۰۰۰۵	NS
اصفهان	-۰/۰۰۰۲	NS	شهرکرد	-۰/۰۰۰۸	NS
فسا	-۰/۰۰۱۱	NS	شاهرود	-۰/۰۰۰۲	NS
گرگان	-۰/۰۰۴۹	NS	شرق اصفهان	-۰/۰۰۰۷	NS
همدان	۰/۰۰۰۹	NS	شیراز	-۰/۰۰۰۱	NS
ایرانشهر	-۰/۰۰۱۷	NS	تبریز	-۰/۰۰۴۲	٪۹۵
کاشان	-۰/۰۰۱۵	NS	تربت حیدریه	-۰/۰۰۱۶	NS
کرمان	-۰/۰۰۱۳	NS	زابل	۰/۰۰۰۳	NS
کرمانشاه	-۰/۰۰۱۴	NS	زاهدان	-۰/۰۰۰۳	NS
خرم آباد	-۰/۰۰۵۸	NS	زنجان	-۰/۰۰۱۹	NS

نتیجه گیری

بررسی توام متغیرهای مختلف از مسائل مهم مطالعات تغییر اقلیم به شمار می‌رود. از آنجایی که در مطالعات قبلی صورت گرفته در مورد تغییر اقلیم، یکی از جنبه‌های هواشناسی و یا چند جنبه بطور مستقل مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در این مقاله سعی شده‌است که مهمترین متغیرهای هواشناسی یعنی بارش و درجه حرارت در قالب شاخصی معتبر به نام شاخص خشکی/رطوبتی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به این شاخص، ایران به شش ناحیه اقلیمی تقسیم شده که دو ناحیه خشک و نیمه‌خشک بخش اعظمی از ایران را در بر گرفته‌اند. با توجه به اینکه اکثر مطالعات صورت گرفته به کاهش معنی دار تعداد زیادی از ایستگاه‌ها اشاره کرده‌اند ولی در این تحقیق مشخص شد که در اکثر ایستگاه‌ها این شاخص دو متغیره کاهش غیر معنی داری را از خود نشان می‌دهد. البته نقش بازه زمانی کاملاً بارز بوده و توصیه می‌شود در مطالعات بعدی به بررسی‌های توام چندین متغیر و مرتبط نمودن آنها با یکدیگر در بازه‌های زمانی یکسان و متغیر به صورت جداگانه با یکدیگر پرداخته شود.

مراجع

- خلیلی، ع.، بذرافشان، ج. ۱۳۸۳. تحلیل روند تغییرات بارندگیهای سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته. بیابان، ۹(۱): ۳۳-۲۵.
- Easterling, D., Horton, B., Jones, P., Peterson, P., Karl, T., Parker, D., Salinger, M., Razuvayev, V., Plummer, N., Jamason, P., Folland, C. 1997. Maximum and minimum temperature trends for the globe. Science. 277:364-367.
- Heathcote, R. 1986. The arid lands: their use and abuse. Longman, New York.
- Thornthwaite, CW. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geography Review. 38(1): 55-94.
- UNEP, 1992. World atlas of desertification, 1st edn. Middleton N (Coordinating Ed.) Edward Arnold, Nairobi.



Investigation of Aridity Index in Iran

Mehdi Teimouri^{1*}, Mahboubeh Abdollahi M.², Batoul Nejadhasan²
and Parviz Graie³

Abstract

In this article, Iran's climatic changes during statistical period of 1355 to 1384 in 36 synoptic stations have been studied according to the drought (humidity) index parameter. This indicator explains drought and also humidity in different region by dividing the precipitation variable to evaporation. Thornthwaite method is used to calculate evaporation. The mentioned indicator is a good explanatory about the climate changes and drought /humidity real rate by dividing Iran into six climatic classes. This index trend assessment has shown a non-significant decrease (except three stations including Mashhad, Sanandaj and Tabriz that have shown decreasing significant trend and Hamadan station that has increasing trend).

Keywords: Aridity Index, Thornthwaite method, Iran

1. Academic Member, Ferdowsi University of Mashhad

2. Agronomy Student, Faculty of Shirvan Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3. M.Sc., Office of Natural Resources & Watershed management, Ilam Province

* m.teimouri@yahoo.com