

بررسی مناطق مستعد خشکسالی در حوضه خلیج فارس با استفاده از شاخص‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی

محمدحسین جهانگیر و مریم طالعی

دوره ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۳۲۰-۳۱۱

Vol. 6(4), Winter 2020, 311 – 320

DOI: 10.22034/jewe.2020.226606.1355

Assessment of Drought Prone Areas in the Persian
Gulf Basin Using Meteorological and Hydrological
Indicators

Jahangir M. H. and Talei M.



www.jewe.ir

OPEN  ACCESS

ارجاع به این مقاله:

جهانگیر م. ح. و طالعی م. (۱۳۹۹). بررسی مناطق مستعد خشکسالی در حوضه خلیج فارس با استفاده از شاخص‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۴، صفحات: ۳۲۰-۳۱۱.

Citing this paper: Jahangir M. H. and Talei M. (2020). Assessment of drought prone areas in the Persian Gulf basin using meteorological and hydrological indicators. Environ. Water Eng., 6(4), 311-320. DOI: 10.22034/jewe.2020.226606.1355.

بررسی مناطق مستعد خشکسالی در حوضه خلیج فارس با استفاده از شاخص‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی

محم حسین جهانگیر^{۱*} و مریم طالعی^۲

^۱استادیار، گروه انرژی‌های نو و محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران، ایران
^۲دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه انرژی‌های نو و محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: mh.jahangir@ut.ac.ir

مقاله اصلی

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۹/۰۷/۰۱]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۰۷/۰۱]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۱/۲۴]

چکیده

با تحلیل سوابق تاریخی پدیده خشکسالی و با تکیه بر آمار و اطلاعات موجود می‌توان دوره بازگشت‌های خشکسالی را برای مناطق مختلف برآورد کرد. با ایجاد طرح‌های آمادگی برای پدیده خشکسالی می‌توان مشکلات ناشی از خشکسالی را تا حد زیادی کاهش داد. فراوانی به‌همراه شدت، مدت و گستره از مهم‌ترین ویژگی‌های مورد مطالعه در مطالعات مربوط به خشکسالی می‌باشند. هدف از این پژوهش محاسبه فراوانی‌های نسبی خشکسالی حوضه خلیج فارس با کمک شاخص خشکسالی تبخیر و تعرق بارش استاندارد شده (SPETI) و تهیه نقشه فراوانی آن‌ها بود. بدین منظور از شاخص SPETI به‌عنوان شاخص منتخب جهت بررسی خشکسالی‌ها در ۱۰ ایستگاه واقع در داخل و خارج از حوضه با طول دوره آماری مشترک ۳۰yr (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در چهار مقیاس ۱۲ و ۹ و ۶ و ۳ month استفاده شد. پس از بررسی نتایج خروجی فراوانی‌های نسبی خشکسالی در هر مقیاس استخراج و نقشه‌های آن ترسیم شدند. نمودارهای روند بارش و دما نشان داد که داده‌های سالانه بارش و دما به‌ترتیب روند کاهشی و افزایشی داشته که دما با ۲۸٪ افزایش همراه بوده است؛ بنابراین نتایج نشان داد که شاخص SPETI در ارائه پدیده‌های خشکسالی با افزایش دما و کاهش بارش مواجه بوده است. لذا این ایستگاه‌ها به‌عنوان ایستگاه با پتانسیل حساسیت به خشکسالی معرفی می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق؛ حوضه خلیج فارس؛ درجه حرارت؛ شاخص SPETI.

۱- مقدمه

کمتر از بارش بوده است، تغییرپذیری در PDSI به وسیله بارش کنترل شده است؛ پس به اهمیت اثر دما در شرایط خشکسالی هشدارهایی ارائه شد (Chang and Kleopa 1991; Heim 2002).

بر اساس مطالعات تجربی افزایش درجه حرارت به طور قابل ملاحظه‌ای روی شدت خشکسالی تأثیر دارد. با استفاده از آزمایشی به نام مدل گردش عمومی جو نشان داده شد که بیش از ۸۰٪ از آب حاصل از بارش توسط تبخیر و تعرق کاهش می‌یابد و میزان خشکی‌های ناشی از ناهنجاری دما بسیار بیش‌تر از خشکی حاصل از کمبود بارش است و در دهه اخیر هم نقش درجه حرارت در خشکسالی بیش‌تر محسوس شده است (Abramopoulos et al. 1998). بر اساس سناریوهای تغییر اقلیم، دمای هوا حداقل تا ۱۰۰ سال آینده ۲ تا ۵ °C افزایش را در پی خواهد داشت، لذا لحاظ کردن دما در محاسبات خشکسالی از ضرورت بالایی برخوردار است که این گرمای پیش‌بینی شده حاصل از اثرات خشکسالی به وسیله مدل‌های اقلیم جهانی را می‌توان در PDSI دید درحالی که SPI تغییرات شرایط موردانتظار خشکسالی را منعکس نمی‌کند (al. 2007 Solomon et Dubrovsky et al. 2009; Jones and Moberg 2003)؛ بنابراین یک شاخص جدید برای خشکسالی معرفی شد و آن شاخص تبخیر و تعرق بارش استاندارد شده (SPETI) است که بر اساس بارش و تبخیر و تعرق پایه-ریزی شده است.

شاخص SPETI ترکیبی از حساسیت PDSI به تغییرات تبخیر (ناشی از نوسانات دما و روند آن) همراه با سادگی محاسبات و ماهیت چندزمانه بودن SPI است (Vicente-Serrano et al. 2010). در پایش خشکسالی تابستان در شبه جزیره عربستان از شاخص‌های PDSI و SPETI مورد استفاده قرار گرفت و همبستگی این دو مورد ارزیابی شد و نتیجه حاصل آن این بود که در تابستان بیش‌ترین همبستگی را دارند (Boroneant et al. 2001). در جمهوری چک نیز از شاخص SPETI روی مدل اقلیم منطقه‌ای با سناریوی AIBSRES استفاده شد و نتیجه حاصل از آن نشان داد که هردو شاخص SPI و SPETI

خشکسالی‌ها گرچه زیان‌های اقتصادی، خسارات محیطی و اجتماعی زیادی را باعث می‌شوند، نسبت به سایر پدیده‌های هواشناسی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ زیرا تعریف، تعیین و ارزیابی آن‌ها مشکل است. دانشمندان علم هواشناسی، شاخص‌های متعددی به منظور ارزیابی و پایش خشکسالی‌ها ارائه داده‌اند (Bazrafshan and Khalili 2012)؛ بنابراین تلاش‌های زیادی در جهت ارزیابی ساده و پایش خشکسالی صورت گرفته است. در این مطالعه ارزیابی وضعیت خشکسالی در حوضه خلیج فارس که آبراهه‌ای پراهمیت است و در امتداد دریای عمان و میان دو منطقه ایران و شبه جزیره عربستان واقع شده، هدف قرار گرفته است. پژوهش‌گران در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری در جهت توسعه یا تکمیل شاخص‌های خشکسالی داشته‌اند. اغلب مطالعات مربوط به تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص خشکسالی پالمر، که بر اساس معادله تعادل آب و خاک است (PDSI) و یا با کمک شاخص بارش استاندارد شده (SPI) که بر اساس احتمال وقوع بارش است، صورت می‌گیرد (Palmer 1965). به دلیل کمبود تنوع داده‌های مورد نیاز و ساده بودن آن‌ها در شاخص SPI به صورت وسیع برای پایش خشکسالی استفاده می‌شود و به دلیل وابستگی بارش به عواملی مانند دما، تبخیر و همچنین زمان بر بودن کنترل خشکسالی با متغیرهای زمانی بارش برای پایش خشکسالی انجام می‌شود (Mckee 1993; Palmer 1965).

انتقاد اصلی به شاخص SPI این است که محاسبه آن تنها بر اساس داده‌های بارش می‌باشد. این شاخص متغیرهای دیگری را که می‌تواند خشکسالی را تحت تأثیر قرار دهند- مثل دما، تبخیر و تعرق، سرعت باد، و رطوبت خاک- در نظر نمی‌گیرند اما مطالعات زیادی نشان داده است که بارش متغیر اصلی در تعیین شروع مدت شدت و پایان خشکسالی است

(Vicente-Serrano et al. 2010). با پژوهش‌های به عمل آمده بر روی نقش دما و بارش در شاخص PDSI دریافتند که شاخص در هر دو متغیر به یک اندازه به تغییرات پاسخ می‌دهد و تنها زمانی که نوسان درجه حرارت

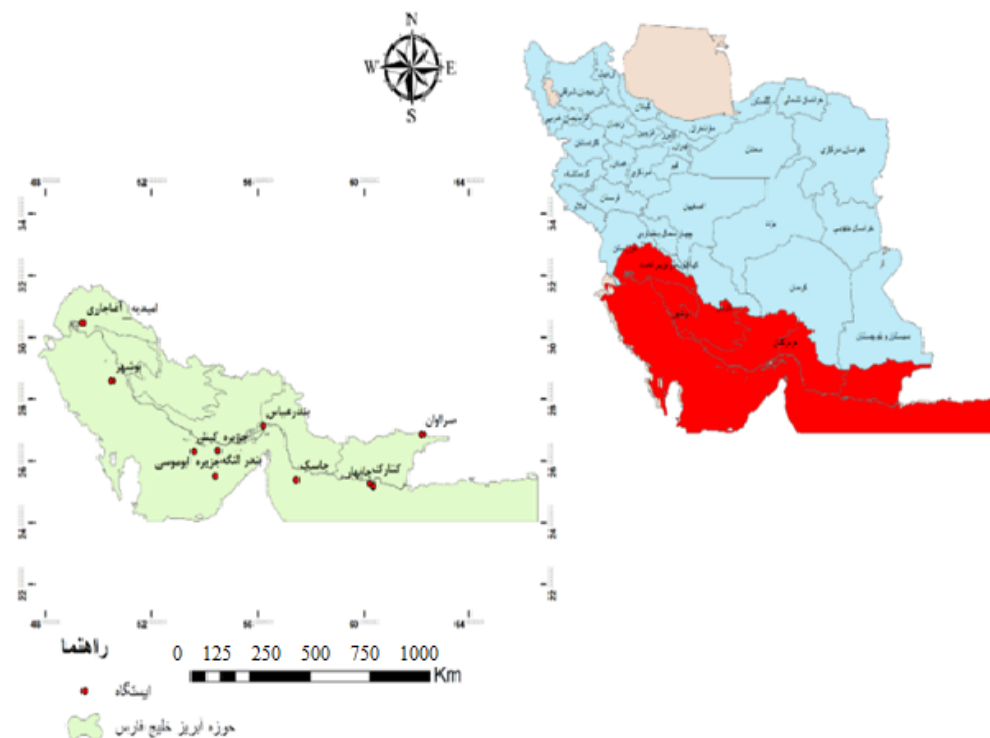
^۱ Palmer Drought Severity Index (PDSI)

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه خلیج فارس در ۲۴° تا ۳۰° و ۳۰' عرض شمالی و ۴۸° تا ۵۶° و ۲۵' طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (شکل ۱). آب و هوایی خشک و نیمه استوایی دارد. شوری بیش‌تر خلیج فارس نسبت به اقیانوس موجب پیدایش جریان آبی از اقیانوس هند به خلیج فارس می‌شود که به موازات ساحل ایران و در جهت پادساعت‌گرد است با کاهش دما و بارش همراه است و به همین دلیل به بررسی خشکسالی این حوضه پرداخته شد (Haghshenas, 2010).

رابطه‌ی معناداری با متغیرهای روان‌آب رودخانه‌های منطقه دارند ولی شاخص SPETi دارای همبستگی بیش‌تری بود (Abramowitz 1974). به دلیل جدید بودن این شاخص در داخل کشور پژوهش‌های زیادی در این رابطه صورت نگرفته است و اکثر مقالات لاتین موجود مربوط به شاخص SPETi می‌باشد. به طور مثال، مقاله Eslahi et al. 2014 تنها مقاله یافت شده در ایران است که در تبریز برای پایش خشکسالی از این شاخص، آزمون مقایسه و آزمون همبستگی نیز استفاده کرده‌اند. در این پژوهش تلاش شده است تا با استفاده از شاخص‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی به شناخت و معرفی مناطق مستعد خشکسالی پرداخته شود لذا از جمله نوآوری‌های این پژوهش استفاده ترکیب شاخص SPI با دما می‌باشد.



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی حوضه خلیج فارس و ایستگاه‌های مورد مطالعه

Fig. 1 Geographical location of the Persian Gulf basin and the studied stations

۲-۲- محاسبه شاخص SPETi

نهان و محسوس زمین - جو محاسبه آن مشکل است که مطابق با آن معادلات جانشین برای محاسبه PET ارائه شده که داده‌های کمی در آن نقش دارند (Allen et al. 1998). روش PM داده‌های فراوانی دارد به دلیل اینکه برای محاسبه‌اش از پارامترهای دما، سرعت باد، رطوبت-سنجی و تشعشع خورشیدی دخیل هستند که در همه مناطق دنیا این داده‌های هواشناسی قابل دسترس نیستند

از آنجایی که محاسبه شاخص SPETi ساده بوده و بر همان اساس شاخص SPI محاسبه می‌شود، با استفاده از اختلاف ماهانه بارش و تبخیر و تعرق (PET) محاسبه می‌شود، اولین مرحله محاسبه PET یا همان تبخیر و تعرق است؛ چون از پارامترهای زیادی از قبیل رطوبت هوا، دمای سطح زمین، تشعشع منتشرشده از خاک، فشار بخار آب و گرمای

طبق این روش مقدار PET برحسب متر به طور ماهانه از رابطه (۱) محاسبه می شود:

$$PET = 16K \left(\frac{10T}{I} \right)^m \quad (۱)$$

که، T میانگین دمای ماهانه برحسب °C، I شاخص گرما، بر اساس مجموع ۱۲ ماه مقادیر شاخص I که در نهایت از میانگین ماهانه دما به صورت رابطه (۲) به دست می آید:

$$I = \left(\frac{T}{S} \right)^{1.514} \quad (۲)$$

m ضریب وابسته به I است که مطابق رابطه (۳) محاسبه می شود:

$$m = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.79 \times 10^{-2} I + 0.492$$

خشکسالی است که فرآیند گرمایش جهانی را نشان می دهد، هرچند نقایصی به همراه دارد؛ به طوری که اگر PET صفر باشد پارامتری قابل تعریف نیست و کسر P/PET روندپذیری نقش دما را در خشکسالی کاهش می دهد. مشابه همان روشی که در SPI است، مقادیر نهایی در مقیاس های زمانی مختلف جمع زده می شوند.

جدول ۱ - مشخصات جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه
Table 1 Geographical characteristics of the studied stations

Station name	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
Boushehr	50.8333	28.983
Bandar Abbass	56.366	27.286
Saravan	62.333	27.333
Kish Island	53.983	26.5
Bandar Lengeh	54.833	26.533
Abu Mousa Island	54.833	25.833
Bandar Jask	57.766	25.633
Bandar Chabahar	60.616	25.283
Agha Jari	49.666	30.766

۲-۳- داده های مورد مطالعه

در این بررسی داده های بارش و دمای ایستگاه هواشناسی حوضه خلیج فارس را که دارای آمار بلندمدت ۲۰ ساله است، به عنوان مطالعه موردی مورد بررسی و تحلیل قرار

مطابق با آن معادلات تجربی به صورت جانشین برای محاسبه PET ارائه شده است که داده های کمتری در آن دخیل اند. (Allen et al. 1998). اگرچه که بعضی از این روش ها نتایج بهتری را نشان داده اند، ولی منظور از تخمین PET برای محاسبه شاخص در واقع برآورد زمانی آن است، بنابراین نیاز نیست دقیق باشد (Droogers and Allen 2002). وقتی شاخصی مثل شاخص PDSI محاسبه می شود، استفاده از روش های آسان یا پیچیده برای PET نتایج مشابهی می دهد (Marvonatis 2007)؛ بنابراین ساده ترین رویکرد را برای محاسبه PET ارائه می شود که مزیت استفاده از این روش این است که تنها از میانگین دمای ماهانه استفاده کرده است (Thorntwaite 1948).

(۳)

K ضریب تصحیح شده است که به صورت یک تابع از روزهای ماه و مختصات عرض جغرافیایی بر اساس رابطه (۴) به دست می آید:

$$K = \left(\frac{N}{12} \right) \left(\frac{NDM}{30} \right) \quad (۴)$$

NDM تعداد روزهای ماه و N حداکثر تعداد ساعات آفتابی است که به صورت رابطه (۵) محاسبه می شود:

$$N = \left(\frac{24}{\pi} \right) \varpi_s \quad (۵)$$

که ϖ_s زاویه ساعت طلوع خورشید است که مطابق رابطه (۶) محاسبه می شود:

$$\varpi_s = \arccos(-\tan\phi \tan\delta) \quad (۶)$$

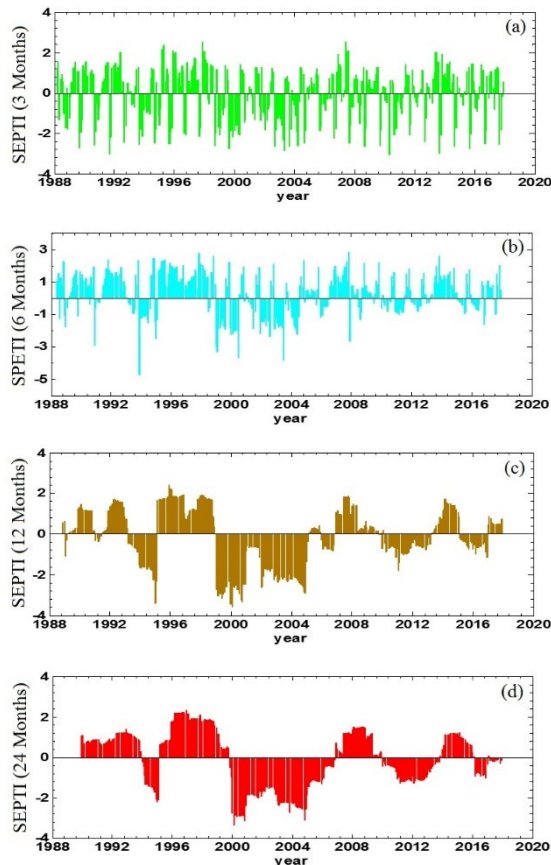
که در آن ϕ عرض جغرافیایی برحسب رادیان (R) و δ تمایل خورشیدی برحسب رادیان است که با رابطه (۷) محاسبه می شود:

$$\sigma = 0.4093 \sin \left(\frac{2\pi J}{365} - 1,405 \right) \quad (۷)$$

و در آن J متوسط روزهای میلادی در ماه است. پس در محاسبه PET برای هر ماه I بر طبق رابطه (۸) محاسبه می شود:

$$D_i = P_i - PET_i \quad (۸)$$

که یک اندازه ساده از مقدار اضافی آب همراه را به دست می دهد. نسبت P به PET یک پارامتر برای تعیین وضعیت



شکل ۲ - نمودار مقادیر (الف) ۳، (ب) ۶، (ج) ۱۲ و (د) ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ ایستگاه‌های آغاچاری و بوشهر

Fig. 2 Charts of a) 3, b) 6, c) 12 and d) 24 months values of SPETI drought index in the period of 2018-1988 at Aghajari and Bushehr stations

شکل (۲) شامل نمودارهای مقادیر ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه شاخص مورد بررسی را در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در ایستگاه‌های بوشهر و آغاچاری نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود روند کلی در طی دوره ۳۰ ساله نزولی بوده است ولی با بررسی نوسانات میانگین دما و بارش در دوره‌های مختلف آماری مشخص می‌شود که این تغییرات از سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۰ نشان‌دهنده مقدار بارش سالانه بیشتر از دوره‌های بعد از آن است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بارش دارای جهش بوده و از سال ۲۰۱۵ تاکنون دما بیش‌تر شده است؛ بنابراین طبق نمودار روند در این نمودار بارش ابتدا سقوط کرده و بعد کم‌کم کاهش یافته است پس از آن دما رو به افزایش است.

شکل (۳) نمودارهای مقادیر ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه شاخص مورد بررسی را در بازه زمانی ۳۰ ساله

داده شد. ابتدا روند تغییرات سری داده‌های بارش و دمای سالانه ایستگاه‌های موردنظر را مورد مطالعه قرار داده که طبق جدول (۱) طول و عرض جغرافیایی هر ایستگاه نشان داده شده است. مطالعه تغییرات خشکسالی براساس مقادیر محاسباتی ماهانه شاخص‌های SPI و SPETI با یکدیگر مقایسه می‌شود. جهت محاسبه شاخص SPETI به دلیل نبود برنامه منسجم رایانه‌ای از نرم‌افزار محاسباتی متلب کمک گرفته شد و چون داده‌های موردنظر به عنوان ورودی به نرم‌افزار داده شده است، در مقابل صرفاً نمودارهایی از جنس سری زمانی مقادیر شاخص‌های خشکسالی ارائه می‌شود.

۴-۲- شاخص خشکسالی SPETI

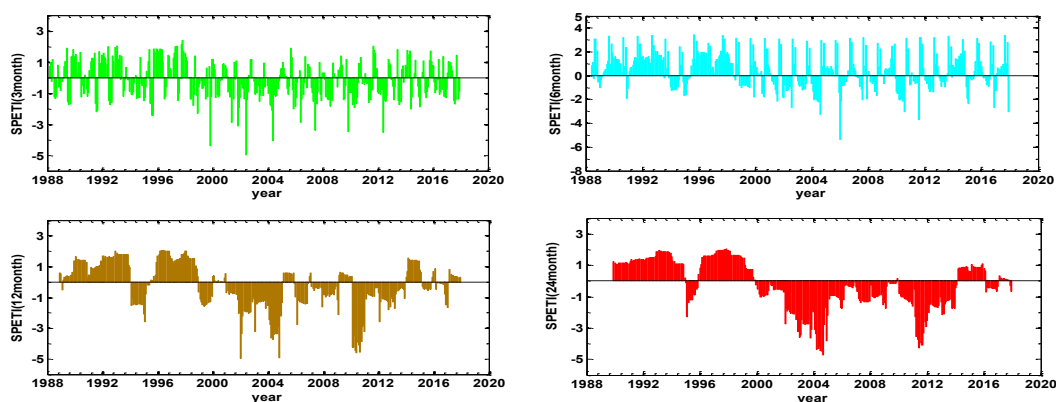
این شاخص جدید خشکسالی برای اولین بار توسط (Vicente-Serrano et al. 2010) فرموله شد که بر اساس بارش و PET پایه‌ریزی شده است (براساس تعادل آب و هوایی مطرح شده توسط Thornthwaite). مزیت اصلی آن چندمقیاسی بودن آن است طوری که مقیاس آن در دوره زمانی‌های متعدد قابل ارائه است و تأثیر تغییرات دما در آن اعمال شده است (Vicente-Serrano et al. 2010). از لحاظ محاسبات ریاضی SPETI شبیه شاخص بارش استاندارد شده (SPI) است؛ اما دما در آن نقش دارد (Eslahi et al. 2014). قدم اول محاسبه PET است که پارامترهای فراوانی از جمله دمای سطح زمین، رطوبت هوا، تشعشع منتشر شده از خاک، فشار تبخیر آب و گرمای نهان و محسوس است که از طریق همان روابط (۱) و (۲) محاسبه می‌شود (Allen et al. 1998).

۳- یافته‌ها و بحث

با توجه به نتایج گرفته شده از مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۸ در کل ایران انجام داده شد و نتیجه حاصل در شمال غرب ایران خشکسالی طی سال‌های اخیر شدید بوده است (Alijani and Babaei 2009)، می‌توان از طریق تحلیل آماری و نموداری به این نتایج پی برد.

ترسالی مشاهده شده است. طی سال‌های ۲۰۰۰ تاکنون بیش‌تر ترسالی مشاهده شده، اما آنچه نشان می‌دهد دمای هوای شرجی بوده است.

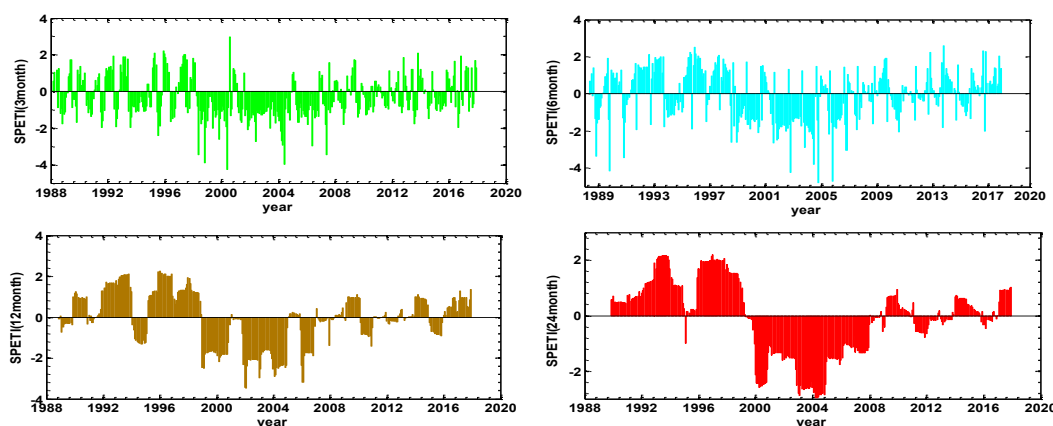
(۲۰۱۷-۱۹۸۸) در ایستگاه جاسک که نشان می‌دهد. طبق نمودار روند کلی تغییرات افزایشی و کاهشی بوده است به‌طوری‌که هم خشکسالی و هم



شکل ۳ - نمودار مقادیر ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ ایستگاه جاسک
Fig. 3 Chart of 3, 6, 12 and 24 months values of SPETI drought index in the period of 1988-2017 Jask station

است به‌طوری‌که طبق نمودار روند تغییرات تحویل سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد کاهش و افزایش شده و بیشتر تغییرات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی است که روند کاهشی داشته است.

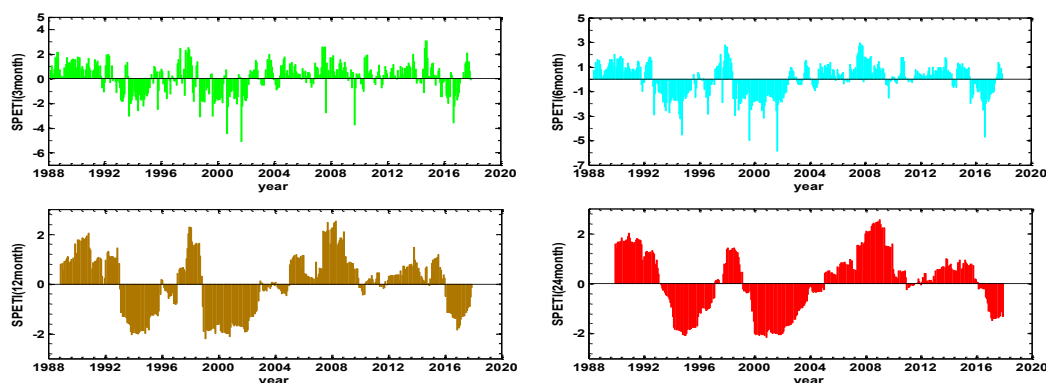
شکل (۴) نمودارهای مقادیر ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه شاخص موردبررسی را در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در ایستگاه سراوان نشان می‌دهد همان‌گونه که مشخص است همان‌گونه که مشخص است روند کلی میانگین تغییرات طی این دوره دارای جهش



شکل ۴ - نمودار مقادیر ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ ایستگاه سراوان
Fig. 4 Chart of 3, 6, 12 and 24 months values of SPETI drought index in Saravan station period 1988-2017

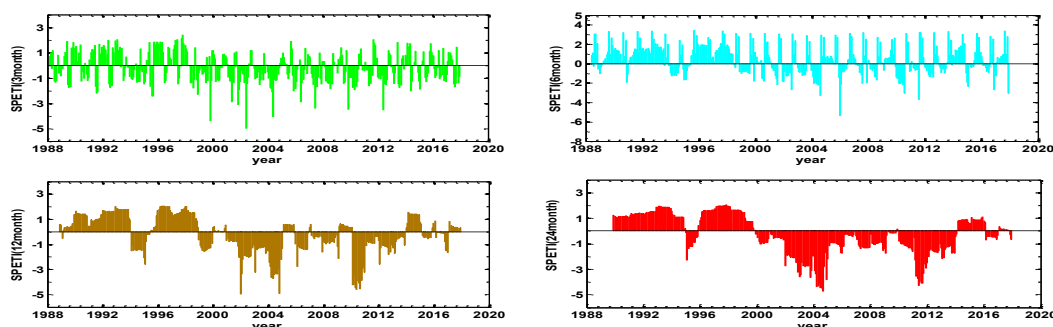
بگیریم، می‌توان گفت که بر طبق نمودار از سال ۲۰۰۰ به قبل دوره هشت‌ساله به بعد از آن تاکنون درجهش است، روند از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ روبه افزایش است یعنی میزان دما از بارش بیش‌تر است.

شکل (۵) نمودارهای مقادیر ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه شاخص موردبررسی را در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در ایستگاه‌های کنارک و چابهار نشان می‌دهد. اگر سال‌هایی که بارش کمتر از میانگین است را به‌عنوان سال خشک در نظر

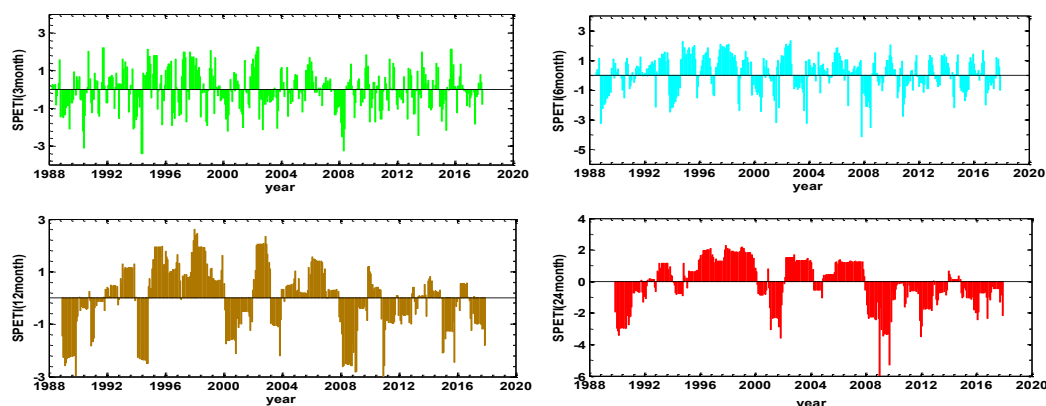


شکل ۵ - نمودار مقادیر ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ کنارک و چابهار
Fig. 5 Chart of 3, 6, 12 and 24 months values of SPETI drought index in the period of 2018-1988 at Konarak and Chabhar stations

شکل (۶) نمودارهای معادل ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ ماهه شاخص مورد بررسی را در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در ایستگاه بندرعباس نشان می‌دهد. به دلیل درجه حرارت در سال‌های اخیر خشکسالی و هوا شرجی است. طبق نمودار اگر سال‌هایی که دما بالاتر است به عنوان سال خشک در نظر گرفته شود، در سال ۲۰۰۰ به قبل شدت خشکسالی‌ها بیشتر بوده است و از ۲۰۰۰ تاکنون شدت خشکسالی و ترسالی در جهش و میزان دما و بارش در تغییر است.



شکل ۶ - نمودار مقادیر ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ ایستگاه بندرعباس
Fig. 6 Graph of 3, 6, 12 and 24 months values of SPETI drought index in the period 2017-1988 of Bandar Abbas station



شکل ۷ - نمودار مقادیر ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص خشکسالی SPETI در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۷ ایستگاه‌های جزیره کیش، بندرلنگه و جزیره ابوموسی

Fig. 7 Chart of 3, 6, 12 and 24 months values of SPETI drought index in the period of 2017-2018 Kish Island, Bandar Lengeh and Abu Musa Island stations

خشکسالی بیش‌تری را نسبت به شاخص SPI نشان می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

۱- شاخص تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPETI) علاوه بر این که مزیت‌های اصلی شاخص SPI را دارد، اعم از چند مقیاسی بودن و استفاده از حداقل پارامترهای هواشناسی، دارای دقت بیش‌تری در پایش خشکسالی نسبت به شاخص اخیر است.

۲- شاخص SPETI به‌عنوان یک شاخص دقیق‌تر نسبت به شاخص‌هایی مانند SPI و PDSI مورد تأیید قرار گرفته شده است؛ که این موضوع در چندین سال اخیر در ایستگاه‌های مورد مطالعه که با خشکسالی و افزایش دما همراه بوده است کاملاً روشن می‌باشد. البته برای بررسی دقت شاخص SPETI همبستگی آن را با شاخص‌های اصلی خشکسالی مثل رطوبت خاک و رواناب به دست آورده و مورد بررسی قرار داده‌اند.

۳- نتیجه‌ای که در هنگام بررسی این شاخص به دست آمد نشان داد که دما و بارش سالانه در چند سال اخیر به ترتیب روند کاهشی و افزایشی داشته که افزایش دما با ۲۸٪ همراه بوده است.

به‌عنوان پیشنهاد برای کارهای پیش رو می‌توان شاخص SPETI را در سطح کشوری به کاربرد تا به نتایج بهتری از پایش خشکسالی دست‌یافت.

شکل (۷) شامل نمودارهای مقادیر ۳، ۶، ۱۲، و Months ۲۴ شاخص مورد بررسی را در بازه زمانی ۳۰ Yr (۲۰۱۷-۱۹۸۸) در ایستگاه‌های جزیره کیش، بندرلنگه و جزیره ابوموسی نشان می‌دهد، با توجه به اینکه هر سه شهرستان از لحاظ آب و هوایی، گرم و خشک ساحلی به درجه حرارت شرجی دارند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روند کلی میانگین دما در طی این دوره ۳۰ Yr صعودی بوده به‌طوری‌که طبق نمودار، روند تغییرات از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد بیشتر شده و به عبارت دیگر روند صعودی دما طی ۳۰ Yr اخیر بیش از دوره‌های دیگر بوده است و دلیل صعودی بودن روند کلیه نمودار همین دوره ۳۰ Yr است.

درباره روند کلی موضوع می‌توان به این نکته اشاره کرد که هرچقدر دوره‌های خشکسالی کم‌تر شوند، تعداد مقادیر کمتر شده و به ترسالی نزدیک می‌شود. به دلیل دخالت داشتن دما در شاخص SPETI سال‌هایی که شاخص SPI ترسالی شدید (خشکسالی شدید) را نشان می‌دهد به دلیل بالا بودن دما (پایین بودن دما) این ترسالی‌ها (خشکسالی‌ها) تعدیل شده است و عکس این مطلب نیز صادق است. به دلیل دخالت داشتن دما در شاخص SPTI سال‌هایی که شاخص SPI خشکسالی شدید را نشان می‌دهد به دلیل بالا بودن دما این ترسالی‌ها تعریف شده و عکس این مطلب نیز صادق است. چند سال اخیر نمونه‌ای از این وضعیت است که به دلیل بالا بودن دما شاخص SPETI تعداد و میزان

References

- Abramopoulos F., Rosenzweig C. and Choudhury B. (1988). Improved ground hydrology calculations for global climate models (GCMs): soil water movement and evapotranspiration. *J. Clim.*, 1(9), 921-941.
- Abramowitz M. (1974). *Handbook of mathematical functions, with formulas, graphs, and mathematical tables*. Dover Publications, Inc., USA.
- Alijani B. and Babaei O. (2009). Spatial analysis of short term droughts in Iran. *Iran. Geogr. Region. Plan.*, 1, 109-121.
- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., and Smith M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, pp. 300.
- Bazrafshan J. and Khalili A. (2013). Spatial analysis of meteorological drought in Iran from 1965 to 2003: Desert, 18, 63-71.
- Boroneant C., Ionita-Scholtz M. and Rimbu N. (2011). Monitoring the summer drought variability over the Iberian Peninsula and its relationship to global sea surface temperature and large scale atmospheric circulation. *European*

- Conference on application of meteorology EMS annual meeting. Berlin, Germany.
- Chang T. J. and Kleopa X. A. (1991). A proposed method for drought monitoring. *J. Am. Wat. Resour. Assoc.*, 27(2), 275–281.
- Droogers P. and Allen R. G. (2002). Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. *Irrig. Drain. Syst.*, 16, 33–45.
- Dubrovsky M., Svoboda M. D., Trnka M., Hayes M. J., Wilhite D. A., Zalud Z. and Hlavinka P. (2009). Application of relative drought indices in assessing climate-change impacts on drought conditions in Czechia. *Theor. Appl. Climatol.*, 96, 155–171.
- Eslahi M., Sobhani B. and Poorasghar, F. (2014) Studying and applying the standardized precipitation evapotranspiration index (Case study: Tabriz Meteorological Station). *Meteorol. Res.*, 19, 23-38 [in Persian].
- Haghshenas, S. A. (2010). The Rule of Iranian History Over the Islands of Tonb and Abu Musa. Sena Publications: Tehran [in Persian].
- Heim R. R. (2002). A review of twentieth-century drought indices used in the United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83(8), 1149–1165.
- Jones P. D. and Moberg A. (2003). Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *J. Clim.*, 16, 206–223.
- McKee T. B., Doesken N. J. and Kleist J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eighth Conf. on Applied Climatology. Anaheim, CA, Am. Meteor. Soc., 179–184.
- Palmer, W. C. (1965). Meteorological droughts. U.S. Department of Commerce, Weather Bureau Research Paper 45, 58 pp.
- Solomon S., Qin D., Manning M., Marquis M., Averyt K., Tignor M. M. B., Miller H. L. and Chen, Z. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 996 pp.
- Thornthwaite C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *George. Rev.*, 38(1), 55–94.
- Vicente-Serrano S. M., Beguería S. and López-Moreno J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *J. Clim.*, 23(7), 1696-1718.

Assessment of Drought Prone Areas in the Persian Gulf Basin Using Meteorological and Hydrological Indicators

Mohammad Hossein Jahangir^{1*} and Maryam Talei²

¹Assist. Professor, Department of New Energies and Environment, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran

²M. Sc. Student, Department of New Energies and Environment, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding author: mh.jahangir@ut.ac.ir

Original Paper

Received: April 02, 2020

Revised: September 12, 2020

Accepted: September 12, 2020

Abstract

By analyzing the historical records of the drought phenomenon and relying on the available statistics and information, it is possible to estimate the period of drought returns for different regions. By creating drought preparedness plans, the problems caused by drought can be greatly reduced. Frequency along with severity, duration and range are the most important features studied in drought studies. The purpose of this study was to calculate the relative drought frequencies of the Persian Gulf basin with the help of the standardized precipitation evapotranspiration drought index (SPETI) and to prepare a map of their frequencies. For this purpose, SPETI index was used as a selected index to study droughts in 10 stations located inside and outside the basin with a common statistical period of 30 years (1988-2017) in four scales of 12, 9, 6 and 3 months. After reviewing the output results, the relative frequencies of drought were extracted and mapped at each scale. Trend graphs of precipitation and temperature showed that the annual data of precipitation and temperature had a decreasing and increasing trend, respectively, with a temperature increase of 28%; hence, the results showed that SPETI index in presenting drought phenomena was faced with an increase in temperature and a decrease in precipitation. Therefore, these stations are introduced as stations with the potential for drought sensitivity.

Keywords: Evaporation and Transpiration; Persian Gulf Basin; SPETI; Temperature.