نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷

Vol. 12, No. 40, Spring 2018

بررسی روند زمانی خشکسالی هیدرولوژیک و هواشناسی در حوزه آبخیز کرخه

طیبه مصباح زاده[۱] و فرشاد سلیمانی ساردو [۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

خشکسالی به عنوان یکی از پدیده‌های محیطی شناخته شده است و در واقع بخش جدایی‌ناپذیری از تغییرات اقلیمی است که می‌تواند در هر منطقه جغرافیایی حادث شود. در این تحقیق از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و شاخص خشکسالی جریانات رودخانه‌ای (SDI) جهت ارزیابی و تحلیل وقوع زمانی وقوع خشکسالی‌ها استفاده شده است. برای این منظور از آمار ماهانه ۱۰ ایستگاه باران‌سنجی و ۵ ایستگاه هیدرومتری در حوزه آبخیز کرخه استفاده شد و شاخص‌ها در۳ بازه زمانی (۱۲،۲۴،۴۸ماهه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت بررسی اثر خشکسالی بر منابع آب سطحی ابتدا رابطه بارندگی و دبی در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و تاخیر زمانی اثر بارندگی بر دبی محاسبه گردید. سپس داده‌های استاندارد شده دبی (SDI) با سری‌های زمانی شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در بازه‌های زمانی مختلف به روش همبستگی پیرسون در کل حوزه مورد بررسی و همچنین به تفکیک زیر حوزه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد رابطه زمانی وقوع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی با یکدیگر در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است واین همبستگی در بازه ۴۸ ماهه حداکثر است. وقوع خشکسالی در منطقه، اثر خود را با تاخیر ۲ ماهه یا ۱ ماهه روی منابع آب سطحی نشان داد که یکی از دلایل مهم می‌تواند به علت کارستیک بودن منطقه باشد.

کلید واژه‌ها: *شاخص بارش استاندارد، شاخص خشکسالی جریانات رودخانه‌ای، همبستگی پیرسون، حوزه آبخیز کرخه*

مقدمه

در تحقیقات اقلیمی، خشکسالی یکی از موضوعاتی است که به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است، زیرا خشکسالی به طور مستقیم جوامع را از طریق تغییرات در فراوانی یا قابلیت دسترسی به مواد غذایی، منابع آب و ذخایر انرژی تحت تاثیر قرار می‌دهد، همچنین اثرات مستقیم بر محیط زیست دارد [۶]. بعلت وقوع خشکسالی‌های متعدد در سالهای اخیر ، مطالعات در این زمینه افزایش یافته و محققان برای پایش خشکسالی از روش‌های مختلفی استفاده کرده‌اند. در این میان، شاخص خشکسالی بارش استاندارد (SPI) یکی از شاخص‌های تقریبا جدید در این زمینه می‌باشد که موارد استفاده متعددی از آن در کشورهای مختلف خصوصا ایالت متحده آمریکا دیده شده است. این شاخص، قابل استفاده در مقیاسهای متعدد زمانی- کوتاه مدت (برای اهداف کشاورزی) و بلندمدت برای اهداف هیدرولوژی و مکانی، در سطح خرد و کلان می‌باشد و از سوی دیگر نتایج حاصله از آن، مناسب بودن شاخص را از نظر تشخیص زمان شروع خشکسالی، پایش و پیش‌بینی آن به اثبات رسانده است. پژوهشگران تعاریف متفاوتی برای خشکسالی ارائه کرده‌اند. وایت و همکاران [۱۲]. خشکسالی را به چهار دسته هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیکی و اقتصادی– اجتماعی طبقه‌بندی نموده‌اند. در همه این تعاریف خشکسالی یک دوره پیوسته و پایدار که در آن مقدار آب موجود در یک منطقه به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد، بیان می‌شود. خشکسالی هواشناسی اساساً به حالتی از خشکسالی ناشی از کمبود باران اطلاق می‌شود که اولین نشانه بروز خشکسالی، خشکسالی هواشناسی می‌باشد. ادامه خشکسالی هواشناسی و تداوم آن موجب بروز خشکسالی هیدرولوژیکی می‌گردد که سطح تراز ذخایر آب‌های سطحی و زیر زمینی از حد معمول خود پایین‌تر می‌آید که در عرض‌های میانی بر اثر کمبود و فقدان بارش ناشی از فصل زمستان اتفاق می‌افتد. از دیدگاه اجتماعی و اقتصادی خشکسالی یعنی زمانی که کمبود آب برای نیازهای بشر موجب نابهنجاری‌های اجتماعی و اقتصادی شود. خشکسالی‌های بازگشت کننده، باروری زمین‌ها را تهدید می‌کند و آن‌ها را مستعد برای تخریب سریع و بیابان‌زایی می‌سازد. در این زمینه پژوهش‌های متعددی به دلیل اهمیت موضوع به انجام رسیده است که در ذیل به تعدادی ازآنها اشاره می‌گردد: پژوهشگران در بررسی خشکسالی در اسپانیا به مقایسه SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف با متغیرهای هیدرولوژیکی سطحی پرداختند. نتایج تحقیقات

۱- نویسنده مسئول و استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، پست الکترونیک: tmesbah@ut.ac.ir
۲ - عضو هیئت علمی، مربی دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه جیرفت.

آنها نشان داد به طور کلی جریانهای سطحی با دوره های زمانی کوتاه ناشی از بارش های۱ الی ۳ ماهه SPI با ومنابع آب زیرزمینی با دوره های طولانی تر ۷ تا ۱۰ ماهه بیشترین همبستگی را دارند [۱۱]. در پژوهشی، به بررسی وضعیت زمانی و مکانی خطر خشکسالی های رخ داده در استان سمنان با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) پرداخته شد. نتایج نشان داد که وقوع خشکسالی در منطقه، اثر خود را به صورت آنی یا با تاخیر یک ماهه روی منابع آب سطحی نمایان می‌سازد [۷]. با استفاده از شاخص SPI و SDI در حوزه شهر خرم آباد به ارزیابی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی پرداخته شد. نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری و مقایسه بین شاخص SPI و SDI نشان داد که حالت غالب در این حوزه تقریبا حالت نرمال است [۸]. حیدری و همکاران [۳] به بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در دو شهرستان ارومیه و خوی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در شهرستان ارومیه خشکسالی هیدرولوژیکی با تاخیر زمانی یک ماهه و در خوی با تاخیر زمانی ۲ ماهه نسبت به خشکسالی هواشناسی بروز کرده است. پایداری خشکسالی هیدرولوژیکی نیز به ترتیب تا سه ماه و پنج ماه پس از وقوع آن تعیین گردید. پژوهشگران در حوضه بختگان به این نتیجه رسیدند که اثر خشکسالی اقلیمی بر هیدرولوژیکی در رودخانه‌های موقتی و فصلی، به صورت همزمان است [۹]. پژوهشگران در تحلیل خشکسالی‌های شمال غرب ایران با استفاده از شاخص خشکسالی RDI گزارش دادند که تمامی ایستگاههای مورد مطالعه طی دوره آماری موجود خشکسالی ها را به تناوب تجربه نموده اند [۴]. در مطالعه ای، نمایه‌های هواشناسی با نمایه‌های هیدرولوژیکی تطبیقی برای پایش خشک‌سالی در استان گلستان مورد استفاده قرار گرفتند. پس از محاسبه و طبقه‌بندی نمایه‌های SPI و SSI در پنجرهٔ زمانی دوازده‌ماهه با تعریف سناریوهای مختلف مشخص شد تطابق کاملی بین خشک‌سالی هواشناسی و هیدرولوژیکی وجود ندارد و با توجه به وضعیت خشک‌سالی در دوره‌های قبل جریان رودخانه رفتاری متفاوت نشان می‌دهد. همچنین، کمبود بارش با تأخیر کمتری نسبت به بیش‌بود بارش بر جریان رودخانه تأثیر می‌گذارد [۱۰]. در پژوهشی، به ارزیابی تطبیقی شاخص‌هایSPI ، RDI و SDI در تحلیل مشخصه‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در دشت بم پرداخته شد. بررسی نتایج حاصل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در نتایج شدت، مدت و فراوانی در شاخص SPI با RDI بوده و بیشترین شباهت ویژگی‌های یاد شده SDI با RDI به‌دست آمد. نتایج همچنین نشان‌دهنده ضرایب بالای همبستگی به‌صورت هم‌زمان در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه است [۱]. مطالعه و بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی های هواشناسی و هیدرولوژیک و همچنین تعیین تأخیر زمانی احتمالی بین وقوع این دو نوع خشکسالی در حوزه آبخیز قره سو، استان کرمانشاه نشان داد که شدت خشکسالی از سال ۱۳۷۸ به تدریج افزایش یافته است که شدیدترین خشکسالی طبق مقادیر بدست آمده از هر یک از شاخص های خشکسالی در سال ۱۳۸۶ و طولانی ترین خشکسالی طی سال های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱رخ داده است. همچنین در سال های اخیر خشکسالی هیدرولوژیک با یک تأخیر زمانی یک تا دو ساله نسبت به خشکسالی هواشناسی رخ داده است [۵]. این تحقیق به منظور بررسی خشکسالی در پریودهای زمانی مختلف و با هدف تعیین ارتباط خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک با استفاده از شاخص های SPI و SDI در سطح حوزه آبخیز کرخه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوزه‌آبخیز کرخه در غرب کشور، در مناطق میانی و جنوبی زاگرس قرار دارد ودارای مساحتی بالغ بر ۵۰۷۶۸ کیلومترمربع است که حدود۳۳۶۷۴ کیلومتر مربع آن در مناطق کوهستانی و مرتفع و حدود ۱۷۰۹۴ کیلومتر مربع آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها تشکیل می‌دهند. از نظر مختصات جغرافیایی بین ′۴۶°۰۶ و ′۴۹°۱۰ طول شرقی و ′۳۰° ۵۲و ′۵۶° ۳۴عرض شمالی قرار گرفته است (جاماب، ۱۳۷۴). در قسمت خروجی حوزه، سد کرخه احداث گردیده است. این حوزه از شمال به حوزه رودخانه‌های سیروان، سفیدرود و قره‌چای، از مغرب به حوزه رودخانه‌های مرزی ایران و عراق، از شرق به حوزه رودخانه دز و از جنوب به قسمتی از مرز غربی کشور محدود می‌گردد. شکل ۱ موقعیت قرارگیری این حوزه را در کشور نشان می‌دهد.

حوزه مورد مطالعه دارای ۵ زیر حوزه می باشد که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است. به طور کلی این حوزه دارای ۱۰ ایستگاه باران سنجی و ۵ هیدرومتری می باشد.

روش مطالعه

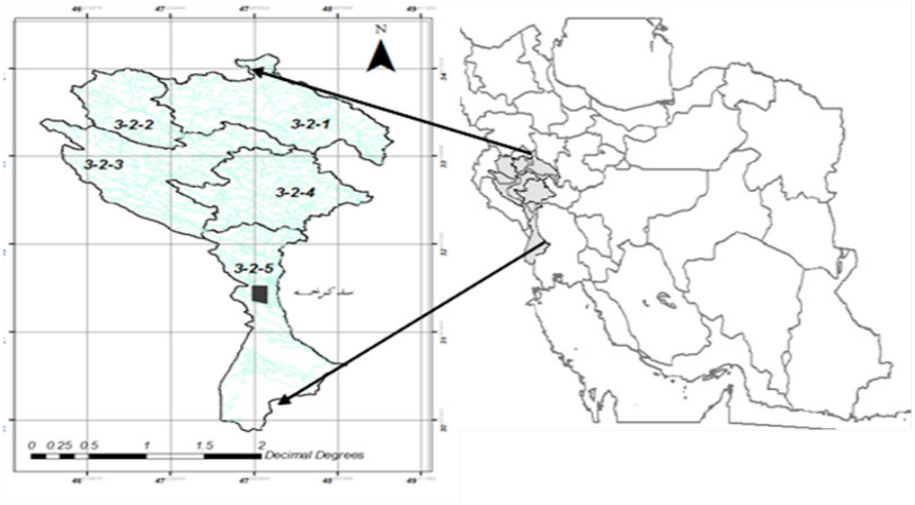
شاخص خشکسالی هواشناسی (SPI)

چنانچه سری‌های زمانی بارندگی ماهانه ایستگاه‌های منطقه بصورت P_{ij} معرفی شوند که در آن اندیس i سال هیدرولوژیکی و اندیس j ماه مربوط به سال هیدرولوژیکی را مشخص کند (j=1 مهر و j=12 شهریور) سری‌های زمانی بارندگی با مدت های مختلف را می‌توان با استفاده از رابطه زیر بدست آورد.

$$R_{ik} = \sum_{j=1} P_{ij} \qquad (۱)$$

$$i = 1,2,\ldots \qquad j = 1,2,\ldots,12 \quad k = 1,2,3,4,5,6$$

شاخص بارش استاندارد (SPI) براساس ارتفاع بارش تجمعی (R_k) برای دوره مبنای (k) مربوط به (i) سال هیدرولوژیکی به صورت رابطه شماره ۲ بدست می آید.



شکل۱- نمایی از موقعیت قرارگیری حوزه‌آبخیز کرخه

Figure 1. A view of location of Karkheh watershed

جدول۱- معرفی زیرحوزه‌های حوزه آبخیز کرخه

Table 1. Introducing of sub basin of Karkheh watershed

کد زیرحوزه Sub basin code	رودخانه‌های اصلی Main river	دوره آماری	مساحت (کیلومترمربع) Area (square kilometer)	ارتفاع (متر) Height (meter)	
				حداکثر Maximum	حداقل minimum
3-2-1	گاماسیاب- دیناور Gamasyab- Dinavar	1361-1391	11690	3580	1242
3-2-2	قره‌سو Gharehsou	1361-1393	5635	3357	1243
3-2-3	سیمره-چرداول-کرند Simareh-Chardaal-Karand	1361-1393	15735	3499	90
3-2-4	کشکان Kashkan	1361-1393	9560	3600	500
3-2-5	کرخه پایین Low Karkheh	1361-1393	8148	400	3

$$SPI_{ik} = \frac{R_k - \overline{R_k}}{S_k} \qquad (۲)$$

$i = 1,2,\ldots \qquad j = 1,2,\ldots \qquad k = 1,2,3,4,5,6$

$\overline{R_k}$ و S_k به ترتیب میانگین ارتفاع بارش تجمعی و انحراف معیار ارتفاع بارش تجمعی برای دوره مبنای (k) می باشد. جدول ۲طبقه بندی حالت های مختلف خشکسالی را به روش SPI نشان می دهد.

شاخص خشکسالی جریان های رودخانه ای(SDI)

در تحقیق حاضر شاخص SDI به روش کاملا مشابه SPI است . در این روش فرض می‌شود که سری‌های زمانی حجم جریانهای رودخانه ای ماهانه بصورت Q_{ij} موجود می‌باشد که در آن اندیس i سال هیدرولوژیکی و اندیس jماه مربوط به سال هیدرولوژیک می‌باشد. اساس این سری‌ها بر پایه رابطه شماره ۳ می باشد.

$$V_{ik} = \sum_{j=1} Q_{ij} \qquad (۳)$$

i= 1, 2, ... j= 1, 2, ..., 12 k= 1, 2, 3, 4, 5, 6

مبنای k ماهانه است. مقادیر k برابر۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶به ترتیب بیانگر دوره‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه می‌باشد.

شاخص خشکسالی جریانات رودخانه ای (SDI) براساس حجم تجمعی جریانات رودخانه ای (V_{ik}) برای دوره مبنای (k) مربوط به

جدول۲- طبقه بندی حالت های مختلف خشکسالی هواشناسی به روش SPI

Table 2. classification of meteorological drought states by SPI method

وضعیت خشکسالی Dry state	محدوده Range	حالت State
خیلی خیلی مرطوب Very very wet	$+2 \le SPI$	0
خیلی مرطوب Very wet	$1.5 \le SPI < 2$	1
مرطوب متوسط Average wet	$1 \le SPI < 1.5$	2
نزدیک به نرمال Near normal	$-1 \le SPI < +1$	3
خشکسالی متوسط Average dry	$-1.5 \le SPI \le -1$	4
خیلی خشک Very dry	$-2 \le SPI < -1.5$	5
خیلی خیلی خشک Very very dry	$SPI < -2$	6

جدول ۳- طبقه بندی حالت های خشکسالی هیدرولوژیک با روش (SDI)

Table 3. Classification of hydrologic drought states by SDI method

وضعیت خشکسالی Dry state	محدوده Range	حالت State
فاقد خشکسالی No dry	$0 \le SDI$	0
خشکسالی ملایم Mild dry	$-1 \le SDI < 0$	1
خشکسالی متوسط Moderately dry	$-1.5 \le SDI < -1$	2
خشکسالی شدید Severely drought	$-2 \le SDI < -1.5$	3
خشکسالی خیلی شدید Extremely dry	$SDI \le -2$	4

(i) سال هیدرولوژیکی به صورت رابطه زیر بدست می‌آید.

$$SDI_{ik} = \frac{V_{ik} - \bar{V}_k}{S_k} \qquad (۴)$$

i= 1, 2, ... k= 1, 2, 3, 4, 5, 6

$\overline{V_k}$ و S_k به ترتیب میانگین مجموع حجم دبی و انحراف معیار حجم جریانات تجمعی برای دوره مبنای k می‌باشد. جدول ۳ طبقه‌بندی حالت‌های مختلف خشکسالی را به روش SDI نشان می‌دهد.

جهت بررسی اثرات خشکسالی بر منابع آب سطحی ابتدا رابطه بارندگی و دبی در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و تاخیر زمانی اثر بارندگی بر دبی محاسبه گردید. سپس داده‌های استاندارد شده دبی (SDI) با سری‌های بارش (SPI) در ۳ بازه زمانی (۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) به روش همبستگی پیرسون (به دلیل اینکه این روش مرسوم‌تر است) در کل حوزه مورد بررسی و هم چنین به تفکیک زیرحوزه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. جهت بررسی اثر خشکسالی برجریانهای سطحی ابتدا به جستجوی نظم زمانی کمبود آب و در واقع تاخیر زمانی در ایستگاههای هیدرومتری پرداخته شد. بدین ترتیب که هر بار که مقدار بارندگی کاهش یافته، چه مدت طول کشیده تا تاثیر خود را روی آبهای سطحی بگذارد. به منظور بررسی رابطه بارندگی و دبی آبهای سطحی در حوزه آبخیز کرخه میانگین وزنی بارندگی ماهانه با میانگین وزنی دبی ماهانه ایستگاه پل زال که در انتهای

حوزه واقع شده است (معرف کل حوزه) مقایسه گردید.

نتایج

با توجه به جدول ۴ نتایج نشان می دهد که رابطه معنی داری در سطح ۹۹ درصد بین بارندگی و دبی آبهای سطحی وجود دارد و بیشترین همبستگی میان آنها با ۲ ماه تاخیر رخ می دهد.

به منظور بررسی نظم زمانی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی، میانگین وزنی SPI منطقه با SDIدر کل حوزه و هم چنین به تفکیک زیرحوزه ها، در ۳ مقیاس زمانی مقایسه گردید و مشاهده شد که ضریب همبستگی حتی در سطح اعتماد ۹۹ درصد نیز معنی دار می باشد. بررسی ها نشان داد که بین خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی ارتباط معنی داری وجود دارد به نحوی که وقوع خشکسالی هواشناسی سبب کاهش حجم آبدهی سطحی زیر حوزه های منطقه مورد مطالعه شده است. وقوع خشکسالی در منطقه، اثر خود را با تاخیر ۲ ماهه یا ۱ ماهه روی منابع آب سطحی نشان داد. که این امر می‌تواند به علت کارستیک بودن منطقه می باشد. همانطور که در جدول۵ مشاهده می شود SPI دوازده ماهه با SDI دوازده ماهه، SPI ۲۴ ماهه با SDI ۲۴ ماهه، SPI ۴۸ ماهه با SDI ۴۸ ماهه بیشترین همبستگی را دارد. هرچه به سمت مقیاس زمانی بیشتر می رویم SPI و SDI با تاخیر کمتر و همبستگی بیشتری نسبت به هم رخ می دهند.

شکل ۲، مقدار SPI و SDI را در مقیاس‌های مختلف برای ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

همانطورکه در شکل ۵ مشاهده می شود با افزایش مقیاس زمانی همبستگی بین SPI و SDI بیشتر می شود. با توجه به شکل ۲ بیشترین همبستگی بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در زیرحوزه گاماسیاب و در ایستگاه پل چهر وجود دارد. دلیل همبستگی بالای بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در ایستگاه هیدرومتری پل‌چهر را علاوه بر کوچک بودن حوزه آبخیز بالادست این ایستگاه به موقعیت ایستگاههای باران سنجی و هیدرومتری آن مرتبط دانست.

بحث ونتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی با نتایج حاصل از تحقیقات مرادی و همکاران(۲۰۰۹) در حوزه شهر خرم آباد و نتایج کاشفی (۲۰۰۸) در استان سمنان ، سلیمانی ساردو و همکاران (۲۰۱۴) در حوزه

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون بین SPI وزنی حوزه و SDI ایستگاه پلزال با تاخیرهای زمانی مختلف

Table 4. Pearson correlation coefficient between weight SPI of basin and SDI of Polezal with different time delay

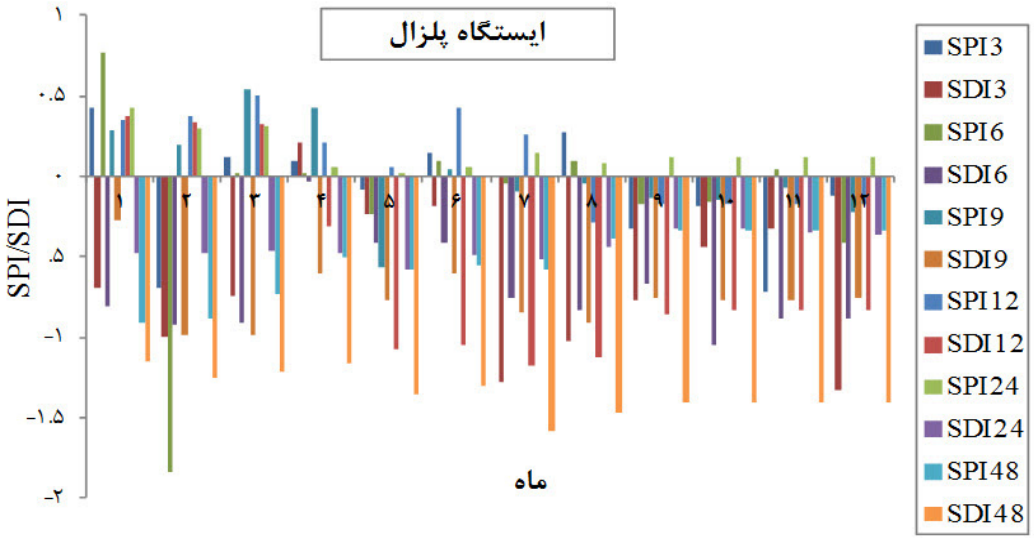
ایستگاه پلزال Polezal station	12	24	48
همان ماه That same month	0.464**	0.449**	0.446**
با تاخیر ۱ ماهه Delayed 1 month	0.491**	0.460**	0.448**
با تاخیر ۲ ماهه Delayed 2 months	0.494**	0.461**	0.449**

**در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. * در سطح ۹۵درصد معنی‌دار است.

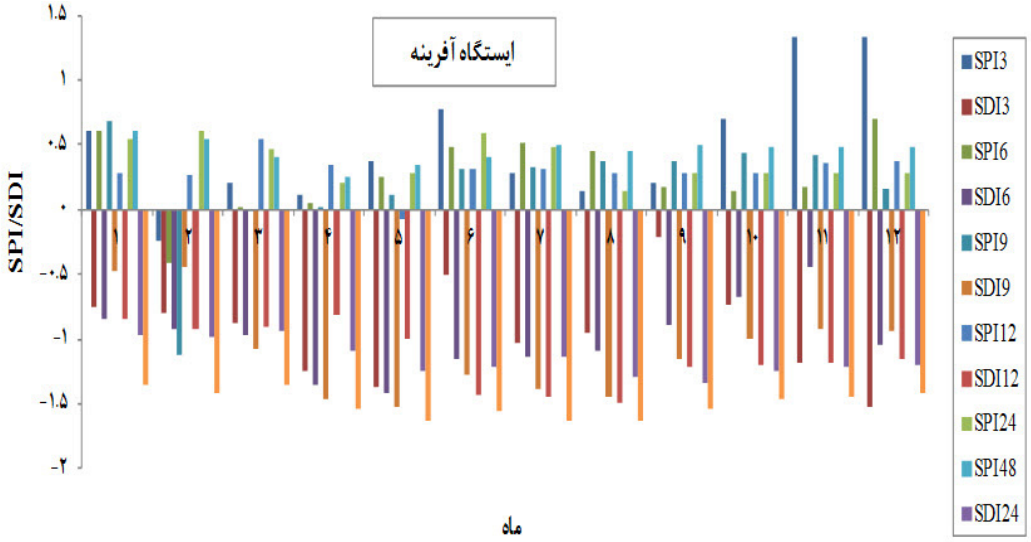
جدول۵- ماتریس ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص بارش استاندارد و شاخص خشکسالی جریانات رودخانه‌ای

Table 5. Pearson correlation coefficient matrix between Standardized Precipitation Index and Streamflow drought index

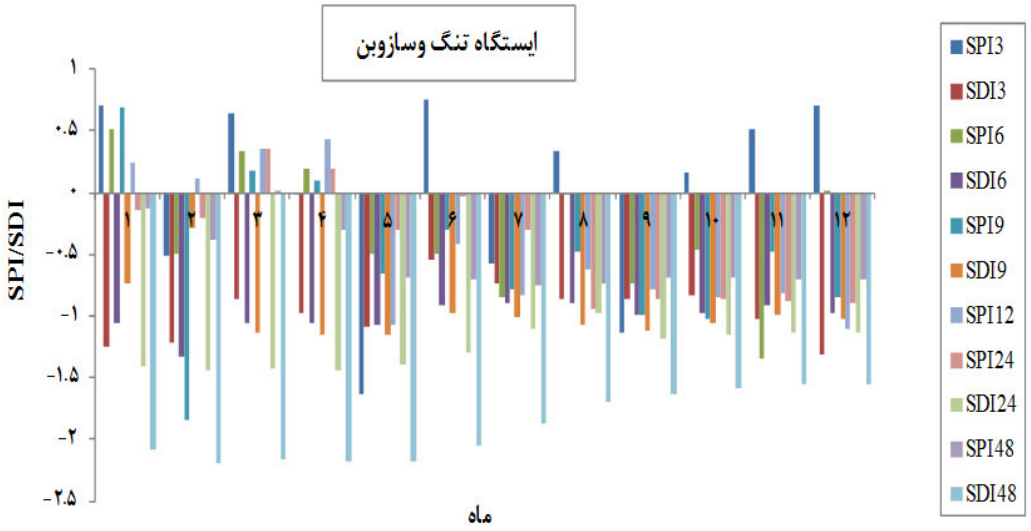
شاخص‌ها و دوره‌ها Indicators and periods	SPI دوازده ماهه SPI 12 months	SPI بیست و چهار ماهه SPI 24 months	SPI چهل و هشت ماهه SPI 48 months
SDI دوازده ماهه SDI 12 months	0.464**	0.394**	0.255**
SDI بیست و چهار ماهه SDI 24 months	0.358**	0.449**	0.360**
SDI چهل و هشت ماهه SDI 48 months	0.158**	0.288**	0.446**



الف: ایستگاه پلزال (a-Polezal station)

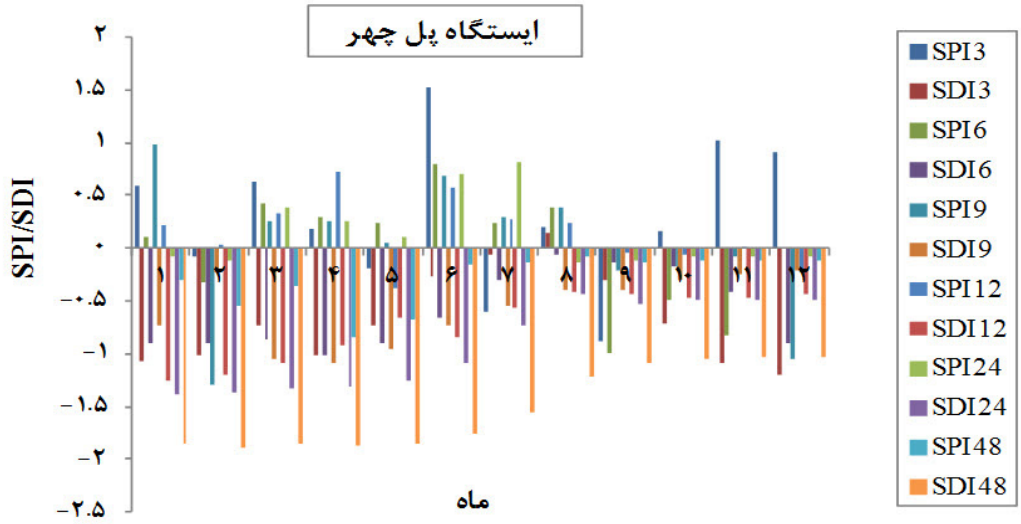


ب: ایستگاه آفرینه(b-Afarineh station)



ج: ایستگاه تنگ و سازوین(c-Tang and Sazavin station)

د: ایستگاه قورباغستان(d-Ghurbagestan station)

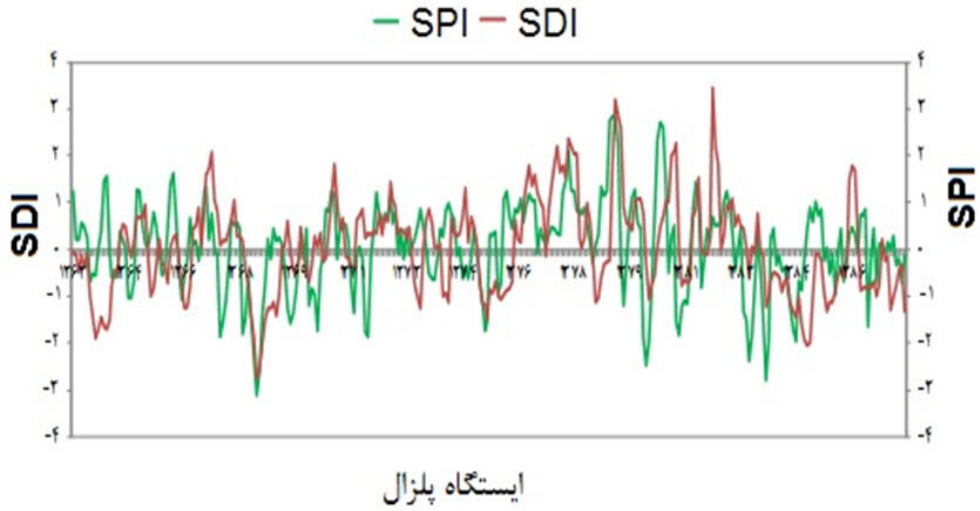


ه: ایستگاه پل چهر (e-Polechehr station)

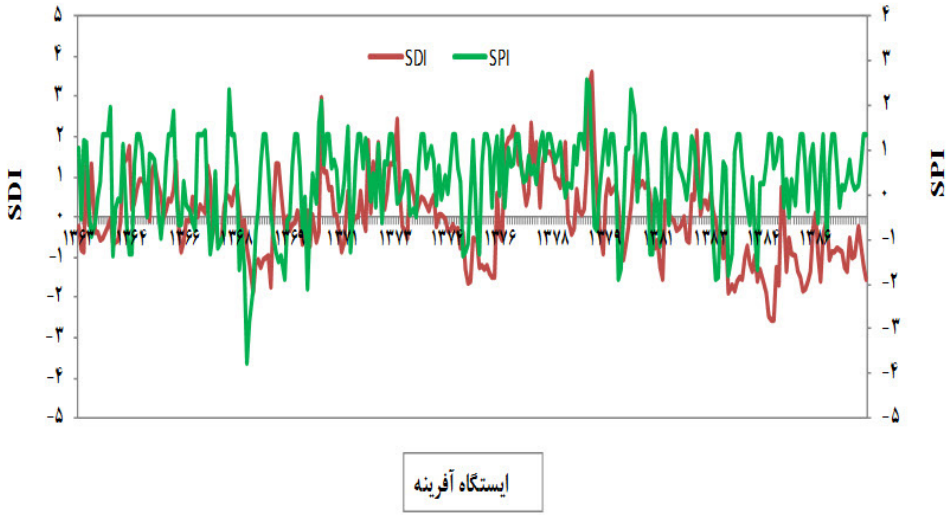
شکل۲- سری های SPI و SDI سال ۱۳۸۷ در ایستگاه‌های مختلف

Figure 2. SPI and SDI 2008 series in different stations

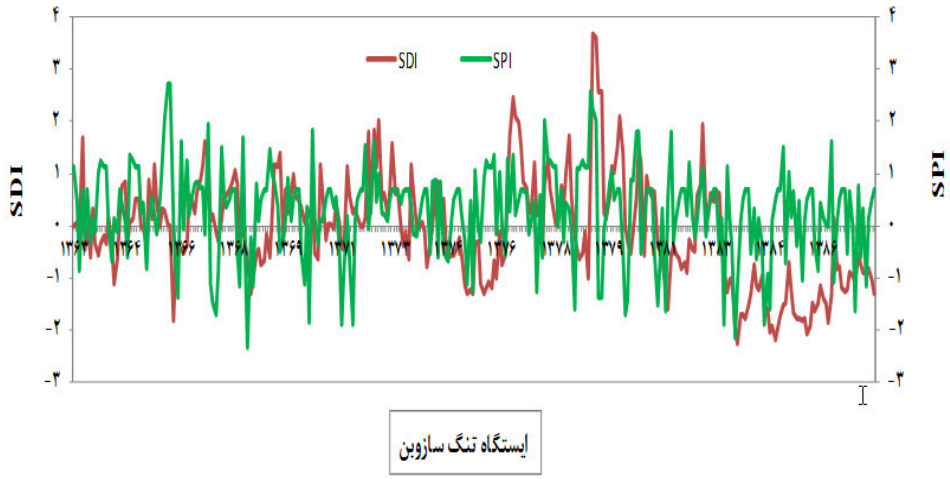
آبخیز جازموریان و حیدری و همکاران (۲۰۰۹) در شهرستان ارومیه مطابقت دارد. وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی با دو ماه تاخیر نسبت به خشکسالی هواشناسی می‌تواند به علت شرایط زمین شناسی حوزه (کارستیک بودن منطقه) می باشد. از آنجایی که سازندهای کارستیک حالت سیفونی دارند و مناطق مناسبی برای ذخیره آب زیر زمینی می باشند. از این رو آب قبل از رسیدن به خروجی حوزه، در سفره‌های زیرزمینی نفوذ کرده و در نتیجه، بخش قابل ملاحظه ای از بارندگی ها در این سفره ها ذخیره و بعد از بارندگی از سیلابهای ناگهانی جلوگیری شده و در نتیجه ضریب رواناب حوزه آبخیز کرخه و زیرحوزه های آن کاهش می یابد. با توجه به این ویژگی سفره های کارستیک، تاثیر وقوع خشکسالی هواشناسی بر منابع آب ناچیز بوده و خشکسالی هیدرولوژیکی با تاخیر چند ماهه نسبت به خشکسالی هواشناسی اتفاق می افتد. تاخیر خشکسالی ژئوهیدرولوژیکی (آب زیر زمینی) به مراتب بیشتر خواهد بود. بررسی نظم زمانی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در منطقه نشان می دهد که بیشترین همبستگی در بازه ۴۸ ماهه رخ می دهد بطوریکه حتی در سطح ۹۹ درصد نیز معنی دار است و با افزایش مقیاس زمانی میزان همبستگی SPI و SDI محاسباتی در منطقه افزایش می یابد که با نتایج فیوریلو و و همکاران [۲] در ایتالیا مطابقت دارد که این امر می تواند به کارستیک بودن منطقه و تاخیر



الف: ایستگاه پلزال(a-Polezal station)



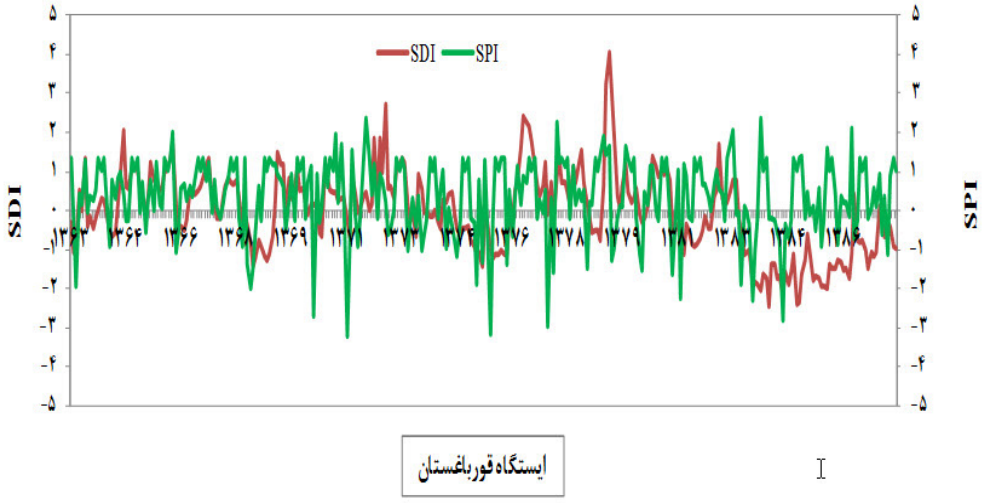
ب: ایستگاه آفرینه(b-Afarineh station)



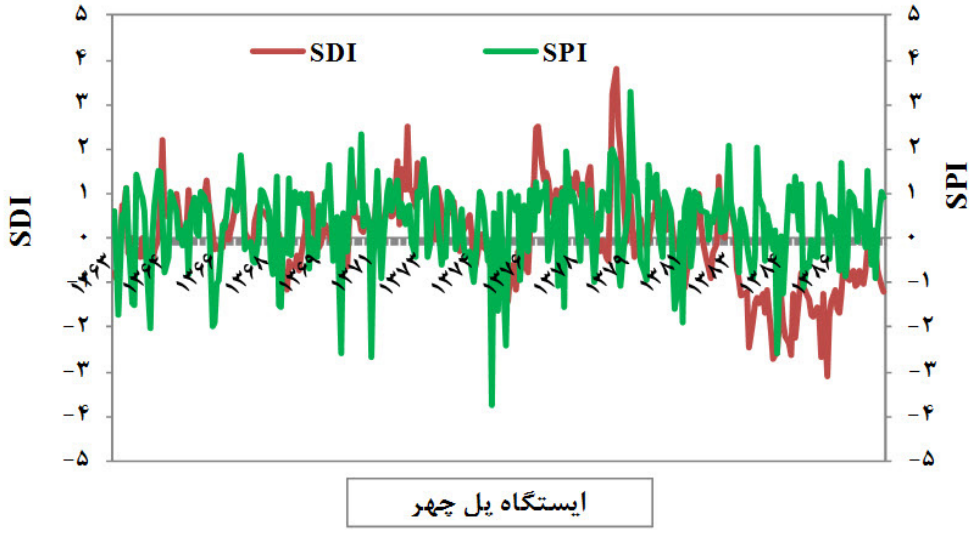
ج: ایستگاه تنگ سازوین(c-Tang and Sazavin station)

شکل ۳: سری زمانی SPI و SDI در ایستگاه های آب سنجی خروجی هر یک از زیرحوزه ها در مقیاس ماهانه

Figure 3. SPI and SDI time series in output hydrometric stations of each sub basin in monthly scale



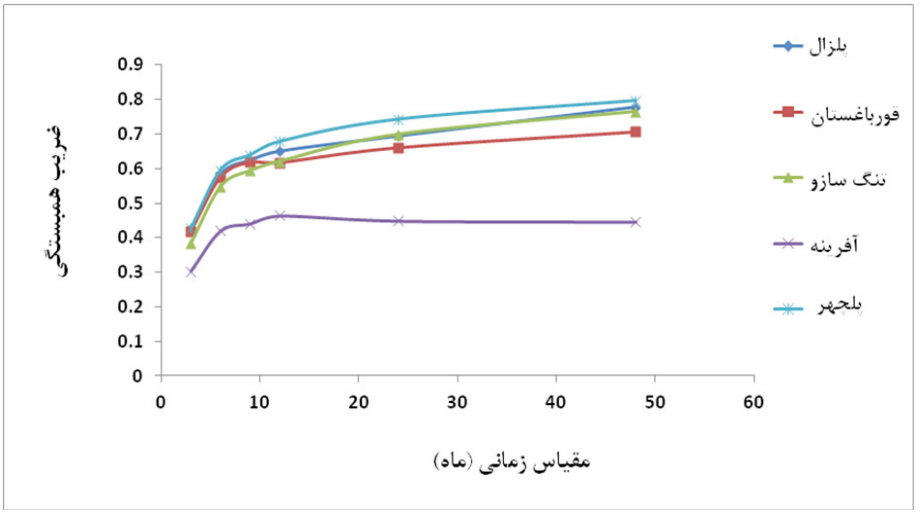
الف: ایستگاه قورباغستان (a-Ghurbagestan station)



ب: ایستگاه پل چهر(b-Polechehr)

شکل ۴- رابطه بین SPI وSDI

Figure 4. Relationship between SPI and SDI



شکل ۵- نتایج همبستگی بین SPI وزنی حوزه و SDI ایستگاه‌های هیدرومتری در مقیاس های زمانی مختلف

Figure 5. result of correlation between weight SPI of basin and SDI of hydrometric stations in different time scales

خشکسالی هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژیکی نسبت به خشکسالی هواشناسی، مرتبط باشد و نشان دهنده این است که بارش سالهای قبل (SPI۴۸ ماهه) بیشترین تاثیر را روی دبی دارد. همچنین بررسی نظم مکانی نشان داد که بیشترین همبستگی بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در زیرحوزه گاماسیاب و در ایستگاه پل‌چهر وجود دارد. دلیل همبستگی بالای بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در ایستگاه هیدرومتری پل‌چهر را علاوه بر کوچک بودن حوزه آبخیز بالادست این ایستگاه به موقعیت ایستگاههای باران سنجی و هیدرومتری آن مرتبط دانست.

منابع

1. Eghtedarnejad,. Bazrafshan, O and Sadegilari, A. 2016. Adaptive Evaluation of SPI, RDI and SDI Indices in Analyzing the Meteorological and Hydrological Drought Characteristics (Case Study: Bam Plain). Water and soil science. 19; 26(4.2):69-81. (In Persian)

2. Fiorillo F, Esposito L, Guadagno FM, 2010. Karst Spring Discharges Analysis in Relation to Drought Periods, Using the SPI. Water Resources Manage, 24:1867–1884.

3. Heydari, M. Farrokhi, E. Tanian, S and Hesari, B. 2009. Analysis of meteorological and hydrological drought by the use of DIP software Areas to be studied: Urmia and Khoy. Fifth National Conference on Iran Watershed Management Science and Engineering. 114p. (In Persian).

4. Hoseini, S. B and Dinpazhouh, N. 2015. Drought analysis in northwest of Iran using drought exploration index. Journal of water and soil. 25:295-310. (In Persian)

5. Karimi, M. Shahedi, K and Khosravi, Kh. 2016. Investigation of meteorological and Hydrological Drought using Drought Indices in Qarehsou river basin. Journal of the earth and space physics. 21; 42(1):159-70. (In Persian).

6. Karimi, V. 1998. Evaluation of Meteorological Drought in Fars Province. MSc thesis, Agricultural College, Shiraz University. 217 p. (In Persian).

7. Kashefi, M. 2008. Zoning and drought risk management in Semnan province. MSc thesis. Gorgan University of agricultural sciences and natural resources. 167 p. (In Persian)

8. Moradi, H. Sepahvand, A and Khazaee, M. 2009. Evaluate meteorological and hydrological drought using modify SPI and SDI index (Case syudy: Khoramabad city area). Fifth National Conference on Iran Watershed Management Science and Engineering. 117p. (In Persian).

9. Soleimani Sardoo, F. Bahremand, A. 2014. Hydrological drought analysis using SDI index in Halilrud basin of Iran. Journal of Environmental resources Research. Volume 2, Issue 1, , Page 47-56

10. Taburzadeh, Sh. Zarei, H and Bazrafshan, O. 2015. Analysis of Severity, Duration, Frequency and Zoning Map of Meteorological Drought of Bakhtegan River Basin. Irrigation science and engineering Journal. 21; 38(4):109-23. (In Persian)

11. Teymuri, F. Ghorbani, Kh. Bazrafshan, J and Sharifan, H. 2015. Comparative Evaluation of meteorological indices with hydrological indices for drought monitoring using data analysis (case study: Araz Kuseh, Golestan province). Iranian Journal of soil and water research. 23;46(3):405-13. (In Persian)

12. Vicente-Serrano, S.M. and J.I. Lopez-Moreno. 2005. Hydrological response to different time scales of climatological drought: an evaluation of the Standardized Precipitation Index in a mountainous Mediterranean basin, Hydrology and Earth System Sciences. 9: 523-533

13. Wilhite, D. A., and M. H, Glantz, 1985, Understanding the drought phenomenon: The role of definitions, Water International, Vol. 10, and PP. 111-120.

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 12, No. 40, Spring 2018

سال دوازدهم- شماره ۴۰- بهار ۱۳۹۷

Abstract

Temporal Trend Study of Hydrological and Meteorological Drought in Karkheh Watershed

T. Mesbahzadeh[1] and F. Soleimani Sardoo[2]

Received:2017/04/25 Accepted : 2018/02/09

Drought is one of the known environmental phenomenon and impartible part of change climate that occurs in each geographic region. In this study was used Standardized Precipitation Index (SPI) and streamflow drought index (SDI) for assessment and analysis of droughts incidence temporal. For this purpose, were used monthly statistics of 10 rain gauge and 5 hydrometric stations in Karkheh watershed and indicators investigated in 3 timeframes (12, 24, 48 months). At the first, relationship of precipitation and runoff investigated for drought effect study on surface water resources. Then the standardized data rate (SDI) with SPI time series at varies temporal interval using Pearson correlation was studied in the whole of basin and sub basin also compared separately. The results showed that temporal relationship of hydrological and meteorological drought occurrence is meaningful in level of 99 % with together and this correlation is maximum in 48 months. Drought occurrence in case study showed its effect on surface water resources with a delay of 2 months or 1 month that due to the karstic region.

Keywords: Standardized precipitation index, Streamflow drought index, Pearson correlation, Karkheh watershed

1. Corresponding Author, assistant professor, university of Tehran. Corresponding Author Email: tmesbah@alumni.ut.ac.ir
2. Academic member.Instructor, university of Jiroft.