



بررسی تغییرات زمانی و همبستگی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی دشت کاشمر و بردسکن

سمیه رجب زاده^۱، ابوالفضل مساعدی^۲، محمد قبایی سوق^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- ابوالفضل مساعدی، استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دکتری، شرکت مدیریت منابع آب ایران

(Mosaedi@um.ac.ir)



چکیده

خشکسالی به عنوان یک پدیده طبیعی، شناخته می‌شود که تحت تأثیر عوامل آب و هوایی و هیدرولوژیکی شرایط مختلفی را از خود نشان می‌دهد. بر اساس هدف از بررسی خشکسالی، تا کنون انواع مختلفی از آن از جمله خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی، کشاورزی و آب زیرزمینی تعریف شده است. درک روابط بین انواع خشکسالی نقش مهمی در مدیریت ریسک خشکسالی دارد. در این مطالعه به بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی به کمک شاخص‌های SPI، RDI و SDI در منطقه کاشمر و بردسکن پرداخته شده است. بدین منظور از داده‌های سه ایستگاه تبخیرسنجی درون، صنوبر و گناباد و داده‌های دبی جریان ایستگاه هیدرومتری ایرج آباد کاشمر در دوره زمانی ۹۵-۱۳۶۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری بخصوص در مقیاس فصلی بین شاخص‌های هواشناسی SPI و RDI وجود دارد و ارتباط خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه حداکثر است که نشان می‌دهد بارش‌های پیشین (۴۸ ماهه قبل) بیشترین تأثیر را در دبی جریان داشته است.

کلید واژه‌ها: خشکسالی، شاخص شناسایی خشکسالی RDI، شاخص خشکی جریان سطحی SDI، خشکسالی هیدرولوژیکی، همبستگی، دشت کاشمر

Investigation of Temporal Variatiom and Relationship Between Meteorological and Hydrological Droughts of Kashmar and Bardaskan Plain

Abstract

Drought is recognized as a natural hazard, with several climatological and hydrological parameters, and several types of drought, including meteorological, hydrological, agricultural and groundwater, have been identified and identified. Understanding the relationships between types of drought plays an important role in drought risk management. In this study,



8th National Conference on Rainwater Catchment Systems

26&27 November 2019
Ferdowsi University of Mashhad



هشتمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

۵ و ۶ آذرماه ۱۳۹۸
دانشگاه فردوسی مشهد



meteorological and hydrological droughts were investigated using SPI, RDI and SDI indices in Kashmar region. For this purpose, data from three evaporation stations of Daruneh, Poplar and Gonabad and discharge data of Iraj Abad hydrometric station of Kashmar were used in ۹۴-۶۶ time scale. The results showed that there is a significant correlation, especially at seasonal scale, between the SPI and RDI meteorological indices, and the relationship between hydrological and meteorological droughts at the ۴۸-month time scale is maximum, indicating that earlier rainfall (۴۸ months ago) had the greatest effect on surface flow discharge.

Keywords : (Streamflow Drought Index (SDI), reconnaissance drought index (RDI), hydrological drought, Correlation, Kashmar Plain)



مقدمه

در دهه‌های اخیر، فاجعه خشکسالی بارها اتفاق افتاده و تأثیرات قابل توجهی بر تولید صنعتی و کشاورزی، معیشت انسان و حفاظت از محیط‌زیست اکولوژیکی بوجود آورده است (میشرا و سینگ، ۲۰۱۰). با توسعه اجتماعی و اقتصادی و انفجار جمعیت، کمبود منابع آب یک مشکل رو به وخامت است. بنابراین، خشکسالی توجه بیشتری را در همه بخش‌های جامعه به خود جلب کرده است (لی و همکاران، ۲۰۱۸). براساس آمار WMO، از کل خسارات بلایای طبیعی، بیش از ۸۵ درصد آنها مرتبط با خسارات ناشی از پدیده‌های آب و هوایی است. در این میان حدود ۵۰ درصد این خسارات مربوط به خسارت‌های ناشی از خشکسالی بوده است (Obasi, ۱۹۹۴). در دهه‌های اخیر، کشور ایران نیز متحمل کمبود شدید منابع آب و وقوع خشکسالی متعدد در مقیاس‌های محلی تا ملی شده است. آسیب‌پذیری کشور در برابر خشکسالی به دلیل کاهش سرانه آب در دسترس، افزایش جمعیت، تغییر آب و هوا و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی موجود، در حال افزایش است (مساعدی و قبایی سوق، ۲۰۱۷). بنابراین ارزیابی خشکسالی از اهمیت اساسی برای برنامه‌ریزی و مدیریت آب شیرین برخوردار است و این امر مستلزم درک خشکسالی‌های تاریخی در منطقه و همچنین بررسی تأثیر خشکسالی‌ها در هنگام وقوع آنها می‌باشد (میشرا و سینگ ۲۰۱۰).

خشکسالی به انواع مختلف خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، کشاورزی، اقتصادی- اجتماعی و خشکسالی آب زیرزمینی تفکیک می‌شود. 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 (مصباح زاده و همکاران ۱۳۹۷). خشکسالی هواشناسی پدیده کمبود آب را ناشی از عدم تعادل بین بارش و تبخیر در طی یک دوره خاص توصیف می‌کند (لی و همکاران ۲۰۱۸). ادامه خشکسالی هواشناسی و تداوم آن موجب وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی می‌گردد که در اثر آن سطح تراز ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی 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 ناپهنجاری‌های اجتماعی و اقتصادی شود. تداوم خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی بر روی منابع آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارد و خشکسالی آب زیرزمینی معمولاً با مدتی تأخیر نسبت به خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی بروز می‌کند. شاخص‌های خشکسالی یکی از مهم‌ترین ابزار در سیستم پایش خشکسالی هستند که به فرایند



تصمیم‌گیری در مدیریت خشکسالی کمک می‌کنند (میشرا و سینگ، ۲۰۱۰). مطالعات زیادی در مورد پایش انواع خشکسالی و ارتباط آنها با استفاده از این شاخص‌ها در سطح جهان صورت گرفته است.

کریمی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی ارتباط خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی رودخانه قره‌سو استان کرمانشاه با استفاده از شاخص‌های RAI، SIAP، SDI و SWI به این نتیجه رسیدند که خشکسالی هیدرولوژیکی با یک تا دو سال تأخیر نسبت به خشکسالی هواشناسی اتفاق افتاده است.

مصباح‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) برای بررسی روند زمانی خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی در حوزه آبخیز کرخه از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و شاخص جریان رودخانه‌ای (SDI) استفاده نمودند. نتایج نشان داد رابطه زمانی وقوع خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی با یکدیگر در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است و این همبستگی در بازه ۴۸ ماهه حداکثر است، همچنین وقوع خشکسالی در منطقه، اثر خود را با تأخیر ۱ یا ۲ ماهه روی منابع آب سطحی نشان داد.

لی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی ارتباط خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی در دو حوزه بالادست و پایین دست رودخانه زرد چین پرداختند و بدین منظور از شاخص‌های تبخیر و تعرق استاندارد (SPEI) و شاخص جریان رودخانه استاندارد (SSI) استفاده نمودند. نتایج حاصل از بررسی شاخص خشکسالی هواشناسی (SPEI) در هر دو حوزه بطور چشمگیری روند کاهشی نشان داد در حالی که تغییرات شاخص هیدرولوژیکی (SSI) روند کاهشی معنی‌داری نداشت.

بوداد و همکاران (۲۰۱۷) با تحلیل ویژگی‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه Inaouen واقع در شمال مراکش به کمک شاخص بارش استاندارد (SPI) و شاخص خشکی جریان رودخانه (SDI) و استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن برای تعیین رابطه این دو شاخص نشان دادند که فرکانس وقوع خشکسالی با توجه به مقیاس زمانی متغیر است و در مقیاس ۱۲ ماهه همبستگی قوی بین SPI و SDI وجود دارد.

ساکریس و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه شاخص‌های SPI، DI و RDI در منطقه‌ی مدیترانه دریافتند که RDI از مشابهت رفتاری بالایی با SPI برخوردار است و در توضیح مزیت آن نسبت به SPI، حساسیت بیشتر آن نسبت به تغییرات محیطی را بیان نمودند.

جمشیدی و همکاران (۲۰۰۹) طی بررسی دو شاخص RDI و SPI نشان دادند که شاخص RDI دارای همبستگی بالایی با شاخص SPI می‌باشد و در اکثر ماه‌ها از مشابهت رفتاری بالایی با شاخص SPI برخوردار است، اگرچه در برخی از ماه‌ها افزایش یا کاهش مقدار ET_0 سبب نوساناتی در شاخص RDI می‌گردد. آن‌ها همچنین نشان دادند که در طبقه‌ی خشکسالی شدید به علت مقادیر بارندگی کم و تبخیر و تعرق زیاد، مقادیر شاخص RDI افزایش می‌یابد.

زهتابیان و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی خشکسالی استان خراسان جنوبی به کمک شاخص‌های خشکسالی هواشناسی SPI و RDI اظهار داشتند که محاسبه RDI استاندارد به اندازه محاسبه SPI پیچیده است و هر دو شاخص یک رفتار کلی مشابه دارند ولی RDI با لحاظ نمودن ET_0 در محاسبات، بهتر گویای تغییر شرایط اقلیمی است.



اسدی زارچ و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی وضعیت خشکسالی ایران با استفاده از شاخص RDI، و بررسی مقادیر شاخص‌های RDI و SPI طی دوره زمانی ۱۹۷۶-۱۹۷۵ تا ۲۰۰۵-۲۰۰۴ در مقیاس‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ماهه به این نتیجه رسیدند که رابطه‌ی SPI و RDI در بازه زمانی ۳، ۶ و ۹ ماه نسبت به مقیاس‌های زمانی طولانی‌تر قابل توجه بوده است.

با توجه به پژوهش‌های انجام شده، مشخص می‌شود که ارتباط و میزان همبستگی خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی در مناطق مختلف می‌تواند متفاوت باشد. بر این اساس، هدف از انجام این تحقیق تحلیل وضعیت خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی منطقه کاشمر و بردسکن با استفاده از شاخص‌های RDI، SPI و SDI و بررسی ارتباط این شاخص‌ها با یکدیگر می‌باشد.



مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده

منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی در محدوده دشت کاشمر و بردسکن واقع شده است. این منطقه از زیرحوزه‌های حوزه کویر مرکزی از حوزه‌های شش‌گانه محسوب می‌شود و دارای وسعت ۴۵۶۰ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط ۹۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد و در محدوده ۶۳۸۸۲۷ تا ۵۸۹۷۹۹ طول شرقی و ۳۹۳۰۲۱۱ تا ۳۸۵۷۵۶۷ عرض شمالی قرار دارد. این منطقه، از شمال به ارتفاعات موسوم به کوهسرخ، از جنوب به ارتفاعات کوه فغان، از شرق به دشت ازغند و از غرب به نمک‌زار (کویر مرکزی) محدود می‌گردد. داده‌های مورد استفاده شامل آمار ماهانه پارامترهای هواشناسی بارش، دمای حداقل، دمای متوسط و داده‌های مربوط به دبی جریان می‌باشد و با توجه به اینکه بررسی خشکسالی نیاز به آمار طولانی مدت می‌باشد، برای پارامترهای هواشناسی از ایستگاه‌های درونه، صنوبر و گناباد و داده‌های هیدرومتری از ایستگاه ایرج آباد- شش‌طراز طی سال‌های آبی ۶۷-۱۳۶۶ تا ۹۵-۱۳۹۴ استفاده شده است.

کنترل داده‌های موجود و بررسی کیفیت داده‌ها:

آزمون داده‌های پرت گروز-بک برای تعیین داده‌های پرت، آزمون والد-ولفویتز جهت بررسی استقلال داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و جهت بررسی همگنی داده‌ها از آزمون ران تست استفاده شد. همچنین بازسازی نواقص آماری با استفاده از همبستگی بین ایستگاه‌ها انجام شد و به روش پلی‌گون‌های تیسن، میانگین وزنی فاکتورهای مورد استفاده محاسبه و برای کل منطقه ملاک عمل قرار گرفت.

روش تحقیق:

شاخص‌های RDI و SPI در بازه‌های زمانی ۳، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه برای تعیین وضعیت خشکسالی هواشناسی منطقه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شاخص SPI یکی از شاخص‌های پرکاربرد طی دهه‌های اخیر به منظور پایش خشکسالی در سراسر جهان می‌باشد که به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. مقادیر این شاخص در دوره‌های زمانی مورد نظر، با برازش تابع توزیع گامای دو پارامتری بر داده‌های بارندگی و تبدیل آن به توزیع نرمال استاندارد شده با میانگین صفر و انحراف از معیار یک، بدست آمده است. بر اساس این



شاخص، دوره‌ی خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SPI به‌طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کم‌تر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که مقدار SPI مثبت گردد (لوید- هوگوس و ساندرس، ۲۰۰۲).

شاخص RDI

شاخص RDI به طریق مشابه SPI از برازش توزیع لوگ نرمال بر مقادیر نسبت بارش (P) به تبخیر و تعرق پتانسیل (ETO) در هر بازه زمانی دلخواه ارائه می‌دهد. در این تحقیق برای محاسبه میزان تبخیر-تعرق پتانسیل به جای روش تورنت وایت از روش هارگریوز سامانی استفاده شده است. از آنجا که روش تورنت وایت در مناطق خشک و نیمه خشک وضعیت خشکسالی را کمتر برآورد می‌کند و در روش پنمن مانیتیت نیز نیاز به فاکتورهای بیشتری نسبت به روش هارگریوز می‌باشد، این روش مبنای محاسبه قرار گرفت.

شاخص SDI

اساس کار محاسبه و طبقه‌بندی شاخص هیدرولوژیکی SDI نیز مشابه شاخص‌های SPI و RDI می‌باشد با این تفاوت که داده‌های مورد استفاده مربوط به حجم جریان رواناب می‌باشد. جدول ۱ وضعیت طبقات خشکسالی را بر اساس شاخص‌های RDI, SPI و SDI نشان می‌دهد.

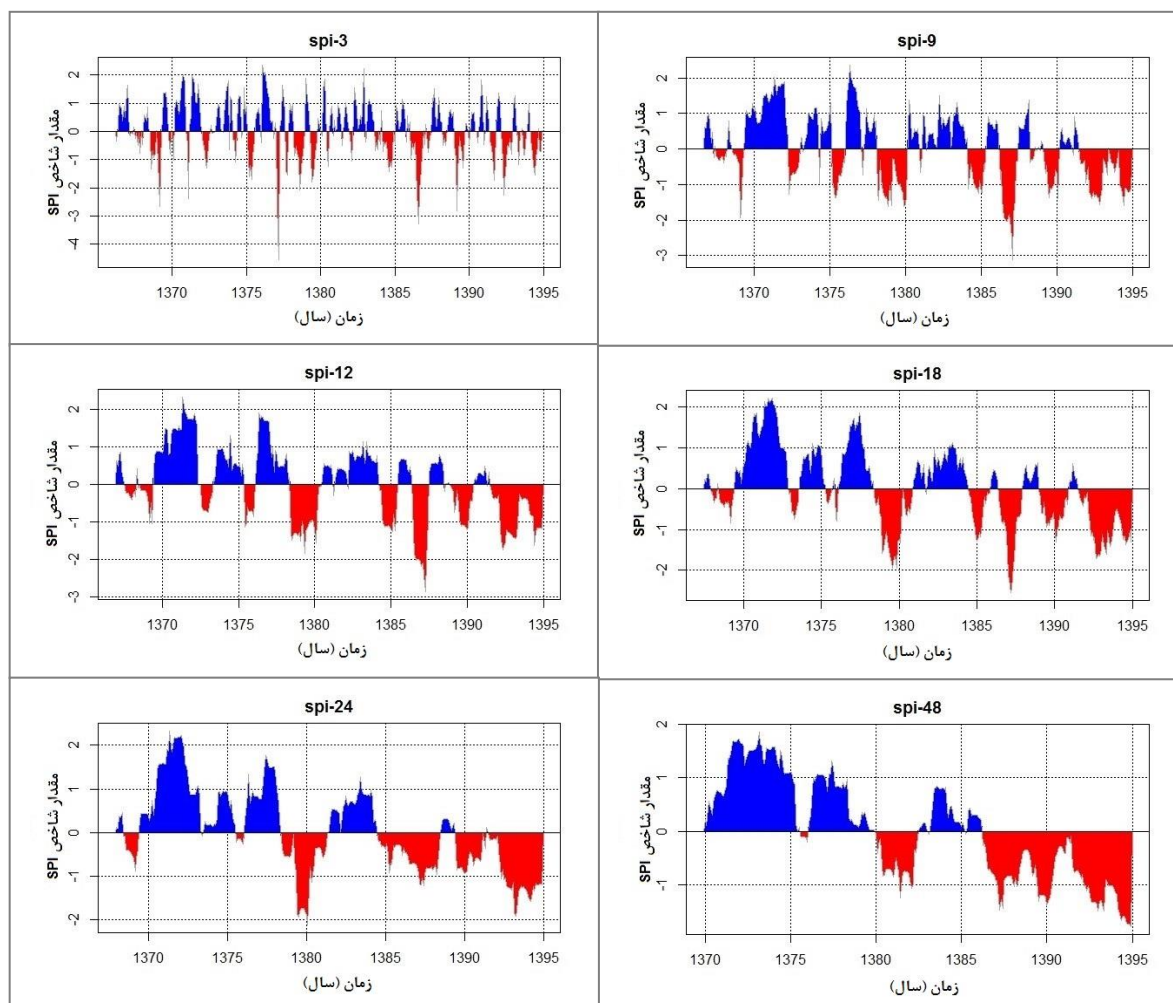
جدول ۱- طبقات مختلف خشکسالی در شاخص‌های RDI, SPI و SDI (نالبانتیس و ساگریس، ۲۰۰۹)

مقدار عددی شاخص	طبقه خشکسالی (نماد اختصاری)
۲ یا بیشتر	ترسالی بسیار شدید (EW)
۱/۵۰ تا ۱/۹۹	ترسالی شدید (SW)
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی متوسط (MW)
۰/۹۹- تا ۰/۹۹	نرمال (N)
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط (MD)
-۱/۵۰ تا -۱/۹۹	خشکسالی شدید (SD)
-۲ یا کمتر	خشکسالی بسیار شدید (ED)



نتایج و بحث

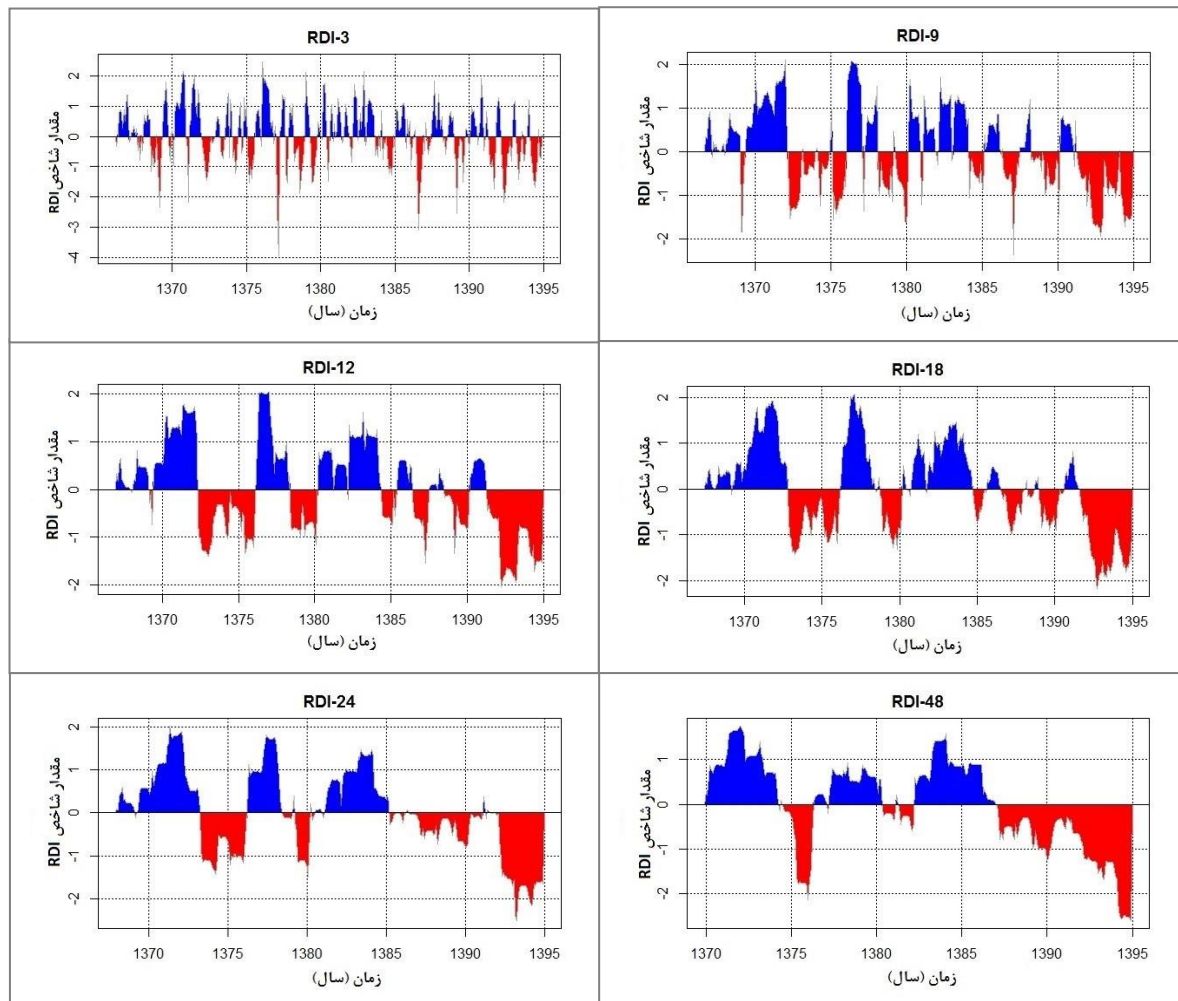
نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های SPI, RDI و SDI در شکل‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده است و می‌توان تغییرات آنها را در طی دوره زمانی مشاهده کرد. همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود هر چه بازه زمانی کوتاه‌تر بوده، نوسانات دوره‌های ترسالی و خشکسالی بیشتر است. مقادیر شاخص‌های خشکسالی نیز در بازه‌های کوتاه‌تر بیشتر از بازه‌های طولانی‌تر می‌باشد. به عنوان مثال SPI سه ماهه مقادیر بیشتری را نسبت به مقیاس‌های طولانی‌تر داشته و در دوره‌های خشکسالی به مقدار ۳- نیز رسیده است اما در بازه‌های طولانی‌تر به ندرت از ۲- تجاوز می‌کند. همچنین مقادیر SPI در بازه زمانی ۴۸ ماهه، یک دوره نسبتاً طولانی ترسالی در ابتدای دوره آماری و یک دوره خشکسالی طولانی را در انتهای دوره آماری نشان می‌دهد. در حالی که از نتایج حاصله در بازه ۳ ماهه چنین بر می‌آید که شدیدترین مقدار خشکسالی در سال ۱۳۷۷ اتفاق افتاده است و نوسانات آن در طول دوره آماری زیاد است. با توجه به نتایج، شدت خشکسالی در بازه‌های طولانی‌تر، به نسبت کمتر از بازه‌های کوتاه‌تر می‌باشد ولی از تداوم بیشتری برخوردار است.



شکل ۱ - تغییرات زمانی شاخص SPI در طول دوره آماری در مقیاس‌های زمانی مختلف

همانند شاخص SPI، الگوی تغییرات زمانی در شاخص‌های RDI و SDI نیز به سادگی قابل تشخیص و تقریباً مشابه با SPI است و بررسی مقادیر شاخص‌ها و روند تغییرات آن‌ها طی دوره آماری، نزولی بوده و وقوع خشکسالی را در منطقه نشان می‌دهد. این نوسانات در شکل‌های ۲ و ۳ نمایش داده شده است. در یک دید کلی، در سه شاخص روند خشکسالی در اواخر دوره زمانی مورد بررسی بیشتر شده و از تداوم بیشتری برخوردار است.

بررسی مقادیر شاخص SDI در همه مقیاس‌های زمانی از نظر تعداد دوره‌ها، بیانگر دوره‌های ترسالی بیشتر و دوره‌های کمتر خشکسالی در منطقه می‌باشد، اما از اواسط دوره، خشکسالی از تداوم و شدت بیشتری برخوردار است. مقادیر ابتدای دوره زمانی نیز نشان دهنده وقوع دوره‌های ترسالی در منطقه است.

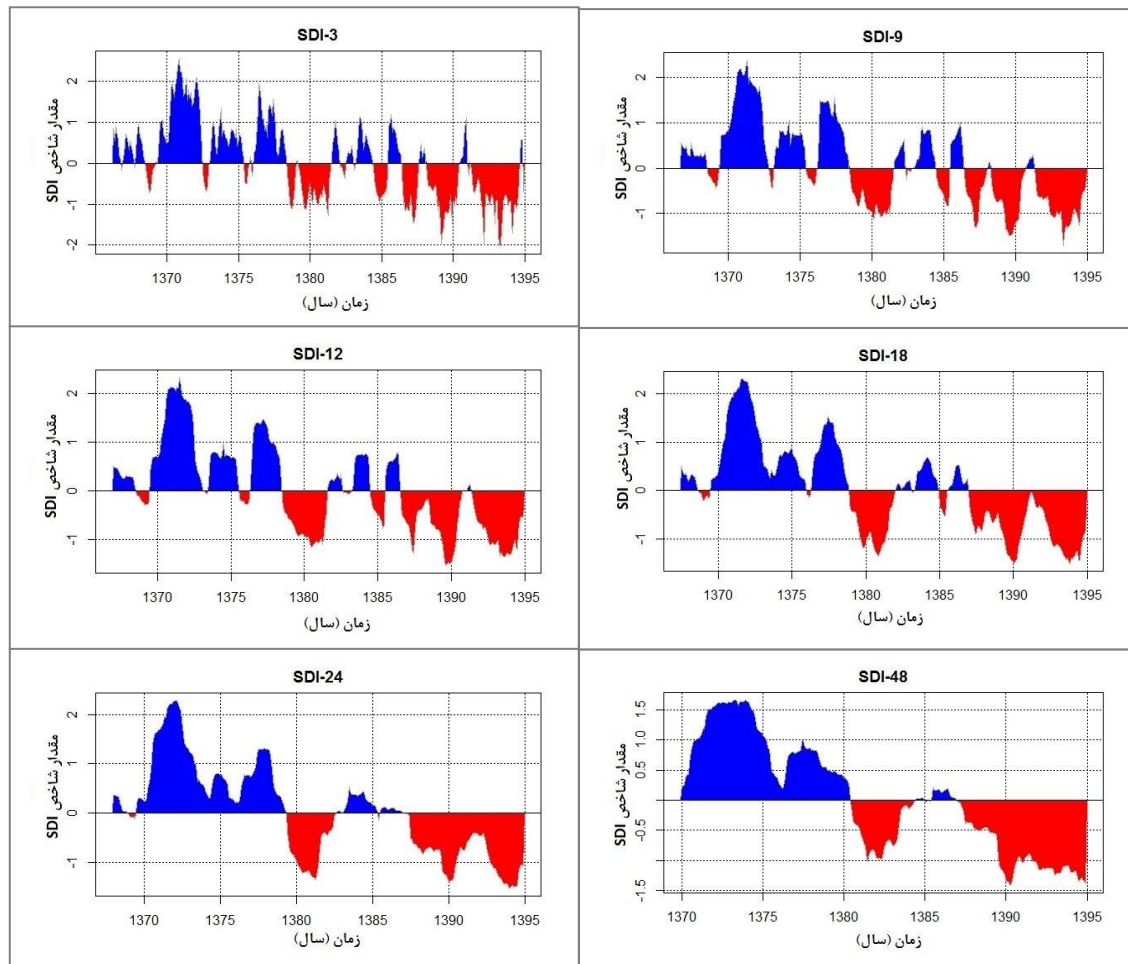


شکل ۲- تغییرات زمانی شاخص RDI در طول دوره آماری در مقیاس‌های زمانی مختلف

بررسی همبستگی خشکسالی هواشناسی و خشکسالی هیدرولوژیکی

به منظور بررسی همبستگی شاخص‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی از روش پیرسون استفاده شده است. هیستوگرام، نمودار توزیع نرمال و مقادیر همبستگی مربوط به این شاخص‌ها در مقیاس‌های مختلف در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. در مقیاس ۳ ماهه RDI و SPI شباهت رفتاری بیشتری با یکدیگر دارند به طوری که در سه ماهه تابستان کاملاً عملکرد یکسانی داشته و مقدار ضریب همبستگی برابر یک داشته که در سطح ۹۹٪ معنی‌دار است و این دو شاخص در سه ماهه زمستان از بیشترین همبستگی با SDI برخوردارند. کمترین میزان همبستگی این شاخص‌ها با SDI نیز مربوط به سه ماهه پائیز می‌باشد. در مقیاس ۹ ماهه و سالانه، شاخص‌های هواشناسی مقدار ۰/۸۵ با یکدیگر همبستگی دارند و در مقیاس این شاخص‌ها با هیدرولوژیکی SDI، شاخص SPI از همبستگی بیشتری با آن برخوردار است.

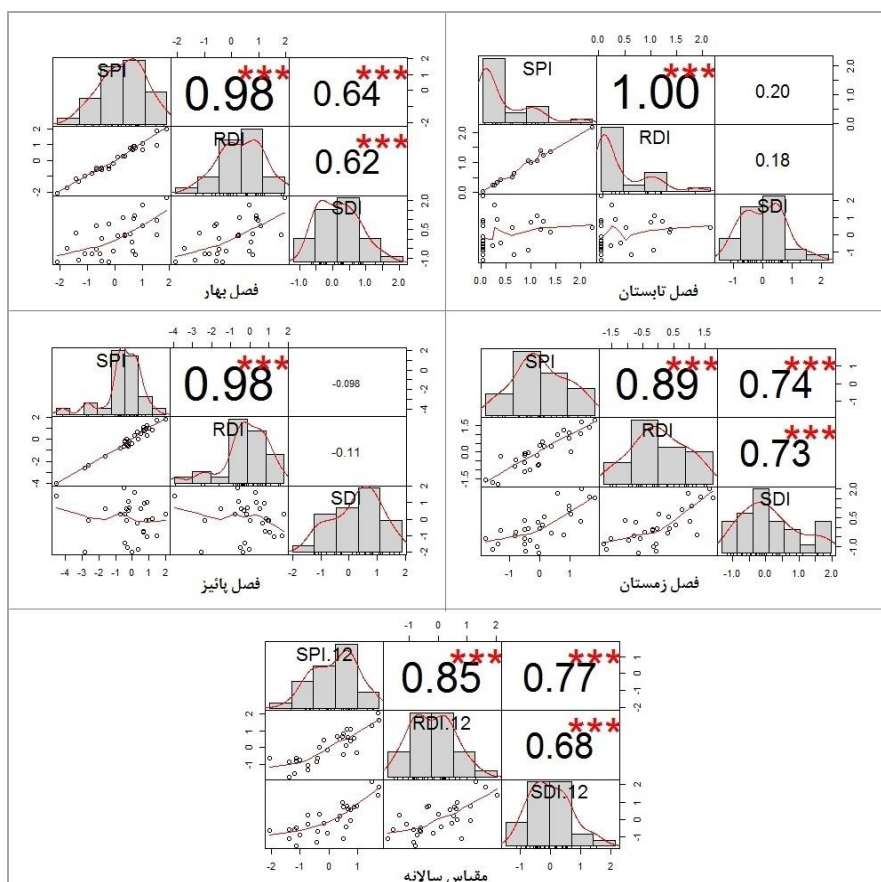
به همین ترتیب در مقیاس‌های ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه نیز نتایج بررسی همبستگی نشان داد که با افزایش مقیاس زمانی به تدریج از همبستگی SPI و RDI کاسته شده و برعکس میزان همبستگی آنها با شاخص SDI بیشتر شده است.



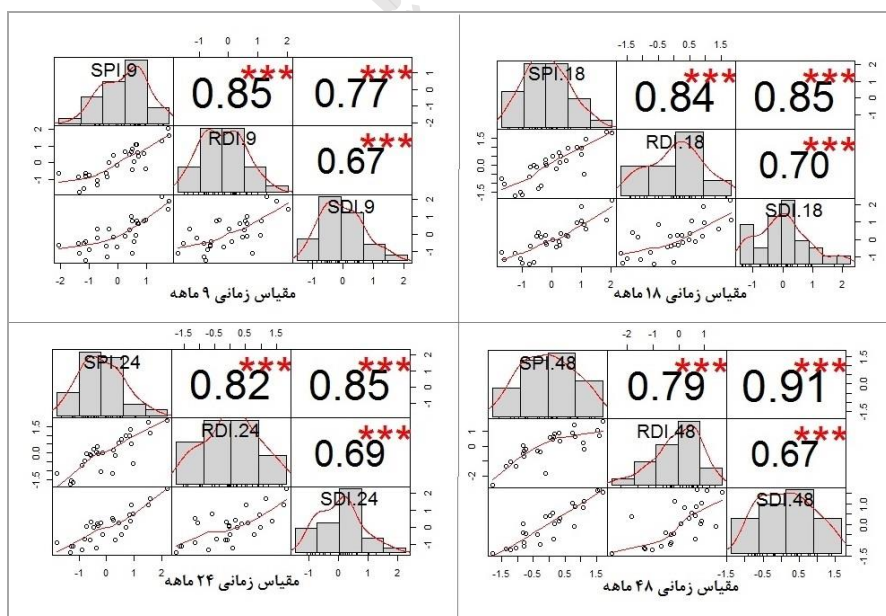
شکل ۳- تغییرات زمانی شاخص SDI در طول دوره آماری در مقیاس‌های زمانی مختلف

نتیجه گیری

با توجه به نتایج ارائه شده با افزایش مقیاس زمانی، میزان همبستگی RDI و SPI با SDI افزایش یافته و در بازه ۴۸ ماهه به مقدار ۰/۹۱ و ۰/۶۷ رسیده است که این امر ممکن است به دلیل تأخیر خشکسالی هواشناسی نسبت به هیدرولوژیک باشد و در خصوص شاخص SPI مؤید این است که بارش سال‌های قبل (۴۸ ماهه) بیشترین تأثیر را روی دبی جریان داشته است. تشابه رفتاری SPI و RDI در ارزیابی خشکسالی هواشناسی با نتایج بدست آمده از مطالعات جمشیدی و همکاران (۲۰۰۹)، ساکریس و همکاران (۲۰۰۷) و زهتابیان و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. همچنین بیشترین همبستگی بدست آمده در خصوص شاخص SPI و SDI که در مقیاس ۴۸ ماهه می‌باشد با نتیجه پژوهش مصباح‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک منطقه کرخه مشابهت دارد.



شکل ۴- هیستوگرام، نمودار توزیع، مقادیر همبستگی و سطوح معناداری شاخص‌های SPI، RDI و SDI در مقیاس سالانه و فصلی



شکل ۵- هیستوگرام، نمودار توزیع، مقادیر همبستگی و سطوح معناداری شاخص‌های SPI، RDI و SDI در مقیاس‌های زمانی ۹ تا ۴۸ ماهه



8th National Conference on Rainwater Catchment Systems

26&27 November 2019
Ferdowsi University of Mashhad



هشتمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

۵ و ۶ آذرماه ۱۳۹۸
دانشگاه فردوسی مشهد



منابع فارسی

- کریمی، م.، شاهدی، ک. و خسروی، خ. ۱۳۹۵، بررسی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی با استفاده از شاخص‌های خشکسالی در حوزه آبخیز قره‌سو، فیزیک زمین و فضا، ۴۲(۱)، ۱۵۹-۱۷۰
- مصباح زاده، ط و سلیمانی ساردو، ف. ۱۳۹۷، بررسی روند زمانی خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی در حوزه آبخیز کرخه، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۲(۴۰)، ۱۰۵-۱۲۴.



References

- Asadi Zarch, M., Malekinezhad, H., Mobin, M.H., Dastorani, M.T, and Kousari, M.R. ۲۰۱۱. Drought monitoring by reconnaissance drought index (RDI) in Iran. *Water Resources Management*, ۲۵:۳۴۸۵-۳۵۰۴.
- Boudad, B., Sahbi, H. and Manssouri, I., ۲۰۱۸, Analysis of meteorological and hydrological drought based in SPI and SDI index in the Inaouen Basin (Northern Morocco), *Journal of Materials and Environmental Sciences*, ۹(۱): ۲۱۹-۲۲۷.
- Jamshidi, H., Khalili, D., Kamgar-Haghighi, A. A., and Zand-Parsa, S. ۲۰۰۹, RDI as the appropriate index of drought monitoring system in water resources management in Iran. *International conference on water resource, emphasis on regional development, Shahrood, Iran.*
- Li, B., Zhu, C., Liang, Z., Wang, G. and Zhang, Y., ۲۰۱۸, Connections between meteorological and hydrological droughts in a semi-arid basin of the middle Yellow River, *Proc. IAHS*, ۳۷۹, ۴۰۳-۴۰۷.
- Lloyd-Hughes B. and Saunders M.A., ۲۰۰۲, A drought climatology for Europe. *International Journal Climatology*, ۲۲: ۱۵۷۱-۱۵۹۲.
- Mishra, A. K. and Singh, V. P., ۲۰۱۰, A review of drought concepts, *J. Hydrol*, ۳۹۱, ۲۰۲-۲۱۶.
- Mosaedi, A. and Ghabaei Sough, M., ۲۰۱۷, Drought Impact on Water Resources in Iran, *International Workshop on Drought Management and Desertification Contrul*, . May, ۲۲-۲۴ Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
- Nalbantis, I. and Tsakris, G., ۲۰۰۹, Assessment of Hydrological Drought Revisited, *Water Resour Manage* ۲۳:۸۸۱-۸۹۷.
- Obasi, G. O. P. ۱۹۹۴, WMO's role in the international decade for natural disaster reduction, *B. Am. Meteorol. Soc.*, ۷۵, ۱۶۵۵-۱۶۶۱.
- Tsakiris, G., Pangalou, D., and Vangelis, H., ۲۰۰۷, Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resource Manage*, ۲۱:۸۲۱-۸۳۳.
- Zehtabian, G.H., Karimi K., Nakhaee nezhad fard S., Mirdashtvan M. and Khosravi H., ۲۰۱۳, Comparability Analyses of the SPI and RDI Meteorological Drought Indices in South Khorasan province in Iran. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, ۹:۹۸۱-۹۹۲.