

کارایی نمایه‌های خشکسالی هواشناسی در مدیریت خشکسالی سه دهه اخیر

(منطقه مورد مطالعه: شهرستان بیرانشهر)

روفیا امیدی

دانشجوی کارشناسی ارشد منابع آب دانشگاه شهید چمران اهواز Rofiaomidi@gmail.com

فریدون رادمنش

استادیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز

مریم قربانی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده:

بررسی وضعیت خشکسالی در نواحی مختلف کشور در تدوین طرح‌های مقابله با خشکسالی و مدیریت خطر آن از اهمیت زیادی برخوردار است. جهت تجزیه و تحلیل و تعیین روند خشکسالی‌های هواشناسی در شهر بیرانشهر واقع در استان لرستان بر اساس نمایه های DI، PNI، SPI برای یک دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۶۰) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد که بر اساس آزمون دنباله‌ها ۹ دوره خشکسالی اتفاق افتاده است و بر اساس شاخص SPI ۵ دوره مرطوب شدید، ۱۰ دوره بارش نرمال، ۳ دوره خشکی ملایم و ۱ دوره خشکی بسیار شدید است. در حالی که بر مبنای شاخص درصد نرمال ۱ واقعه بسیار شدید خشکسالی، ۷ واقعه خشکسالی متوسط، ۱ واقعه خشکسالی ضعیف و در آخر بر مبنای شاخص دهک‌ها ۳ واقعه خشکسالی بسیار شدید، ۳ واقعه خشکسالی شدید، ۳ واقعه خشکسالی متوسط، ۶ واقعه بسیار مرطوب رخ داده است.

کلمات کلیدی: خشکسالی هواشناسی، نمایه های خشکسالی، شاخص SPI، شاخص دهک‌ها، شاخص درصد نرمال

مقدمه

خشکسالی یک بلای طبیعی است که بصورت مکرر یا متناوب اتفاق می‌افتد و تقریباً در هر نوع آب و هوایی وقوع آن محتمل است. اثرات پدیده خشکسالی آنی نبوده و طی سالهای متمادی ادامه پیدا می‌کند، مطالعه وضعیت گذشته و پیش‌بینی و برآورد آن در سال‌های آتی می‌تواند در کاهش اثرات آن و حتی جلوگیری نسبی از بروز آن موثر واقع شود. خشکسالی را می‌توان عبارت از کمبود مستمر و غیر طبیعی رطوبت در یک دوره زمانی خاص دانست. دانشمندان علم آب و هواشناسی برای ارزیابی و پایش خشکسالی، شاخصهای متعددی ارائه داده‌اند، که هر یک از این شاخصها براساس بکارگیری متغیرهای هواشناسی و روشهای محاسباتی متفاوتی طراحی شده‌اند.

ایران بدلیل قرارگیری در کمربند خشکسالی دنیای قدیم و مجاورت با پرفشارجنب حاره‌ای دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک میباشد و در نتیجه در اکثر سالها دچار خشکسالی شدید شده است. آئینهای بارانخواهی که سابقه هفت هزارساله در ایران دارد، مویید این نکته میباشد (پاپلی یزدی و همکاران، ۱۳۷۸). این پدیده در سال های اخیر نیز خسارات زیادی ببار آورده است.

در این راستا هدف این پژوهش، مطالعه ویژگی‌های بارش در شهرستان بیرانشهر واقع در استان لرستان، بررسی وضعیت خشکسالی این منطقه با استفاده از نمایه‌های^۱ (spi)، درصد نرمال بارندگی^۲ (PNI)، دهکهای بارندگی^۳ (DPI)، و آزمون دنباله-ها می‌باشد. در زمینه بررسی نمایه های خشکسالی در سطح دنیا مطالعات مختلفی انجام شده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

هونگ وو و همکاران^۴ (۲۰۰۱) سه شاخص ZSI و CZI، SPI را در چهار نقطه در چین که شرایط خشک تا مرطوب را داشتند ارزیابی کردند که همبستگی بین مقادیر حاصل از این نمایه نشان داد که این سه نمایه معمولاً رابطه خوبی در مقیاس های زمانی مختلف دارند ولی CZI شرایط بسیار خشک را بهتر از SPI و ZSI قدری شرایط را مرطوبتر از SPI گزارش می‌کند. واسپلیدز و لوکاس^۵ (۲۰۰۹) خشکسالی هواشناسی را در یونان با استفاده از شاخص پالمر ارزیابی کردند و مشخص شد که شاخص PDSI وزنی و رطوبت آنومالی z-inex دبی رودخانه را بهتر نشان می‌دهند و نتایج در شناسایی خشکسالی های تاریخی خاص کاملاً متفاوت است. برک و براون^۶ (۲۰۱۰) خشکسالی منطقه ای و تغییرات آن در آینده را در انگلستان بررسی کردند و مشخص شد که خشکسالی هواشناسی در انگلستان ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای است. انصاری و همکاران (۱۳۸۹) از شاخص بارندگی و تبخیر و تعرق استاندارد شده، توسعه یافته بر اساس منطق فازی برای پایش خشکسالی در ایستگاه همدیدی مشهد استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از این منطق امکان پایش دقیق تر و مناسب تر خشکسالی را می‌دهد. منصوری و همکاران (۱۳۹۰) به پایش خشکسالی با استفاده از برخی نمایه های خشکسالی در استان کرمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بر اساس شاخص SPI: ۷ واقعه خشکسالی بسیار شدید، ۳۰ واقعه خشکسالی ملایم در حالی که بر مبنای شاخص درصد نرمال بارندگی: ۳۵ واقعه بسیار شدید خشکسالی، ۲۷ واقعه خشکسالی ضعیف و در آخر بر اساس شاخص دهک ها: ۳۷ واقعه خشکسالی بسیار شدید و ۲۷ واقعه خشکسالی ضعیف اتفاق افتاده است.

1. Standardized Precipitation Index

2. Present of Normal Index

3. Deciles of Precipitation Index

4. Huang

5. vasilides

6. Burke & Brown

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

بیرانشهر یکی از شهرهای استان لرستان و از توابع شهرستان خرم‌آباد است که در ۴۰ کیلومتری شمال خاوری خرم‌آباد و ۵۰ کیلومتری جنوب باختری بروجرد قرار دارد. این شهر همچنین در ۱۶۶۰ متری از سطح دریا قرار دارد. رودخانه هرو-دهنو در این بخش قرار گرفته است. که مشخصات این ایستگاه در جدول ۱ آمده است:

جدول (۱): نام، خصوصیات و موقعیت جغرافیایی ایستگاه مورد مطالعه

نام ایستگاه	حوزه	مختصات جغرافیایی			سال تاسیس	نوع ایستگاه
		نوع ایستگاه				
		ارتفاع (m)	عرض	طول		
		(درجه - دقیقه - ثانیه)	(درجه - دقیقه - ثانیه)	(درجه - دقیقه - ثانیه)		
دهنو	کرخه	۱۶۶۰	۳۲-۳۰-۳۳	۴۸-۴۶-۵۷	۱۳۴۸	درجه دو

در این تحقیق از داده‌های بارش سالانه ایستگاه دهنو با در نظر گرفتن معیارهای مختلف در انتخاب این ایستگاه از جمله داشتن آمار طولانی مدت، داشتن حداقل نواقص آماری و پراکنش مناسب در منطقه طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۶۰) استفاده گردید. در بررسی درستی و همگنی داده‌های آماری از آزمون توالی^۱ استفاده گردید و به منظور پایش خشکسالی هواشناسی از شاخص‌های آماری همچون آزمون دنباله‌ها، درصد نرمال (PNI)، نمایه دهک‌ها (DI) و شاخص SPI استفاده شده است. که در زیر به شرح مختصر هر یک از آنها می‌پردازیم.

آزمون دنباله‌ها:

برای اینکه خشکسالی را به لحاظ کمی تعریف کنیم، روش‌های زیادی وجود دارد از جمله‌ی این روش‌ها آزمون دنباله‌ها (runs approach) است. در آزمون دنباله‌ها، خصوصیات تصادفی (استوکاستیک) سری‌های زمانی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل خشکسالی‌ها توسط آزمون دنباله‌ها مشابه آزمون تئوری متغیرهای گسسته است. در این روش، یک آستانه خشکسالی در نظر گرفته می‌شود، سپس برای هر سال، تفاوت بارندگی سالانه را نسبت به آستانه خشکسالی به دست می‌آوریم که مقدار آن یا مثبت (ترسالی) و یا منفی (خشکسالی) خواهد بود. با استفاده از آزمون دنباله‌ها می‌توان طول دوره خشکسالی، مقدار (Li) و شدت (Si) و سختی خشکسالی ($\frac{Li}{Si}$) را به دست آورد.

نمایه درصدی از نرمال (PNI):

این شاخص یکی از ساده‌ترین روش‌های تعیین شدت خشکسالی است و جهت بیان اولیه خشکسالی‌ها و تعیین شدت آن مفید است. مقدار این شاخص از تقسیم مقدار واقعی بارش هر سال به بارش نرمال و ضرب آن در عدد ۱۰۰ بدست می‌آید.

¹. Run test

(۱)

P.

که در آن:

P_i : بارندگی در سال مورد نظر به میلیمتر

\bar{P} : میانگین بلندمدت بارندگی به میلیمتر

این شاخص همواره مثبت بوده و از قسمت پایین محدود به صفر و از قسمت بالا از نظر تئوری محدودیتی ندارد طبقات مختلف این شاخص در جدول ۲ آمده است:

نمایه بارش استاندارد (SPI) :

این نمایه که در سال ۱۹۹۵ توسط مکی وهمکارانش ارائه شد یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین نمایه‌های خشکسالی است و بسیاری از محققین به قابلیت انعطاف‌پذیری این روش اشاره داشته‌اند. محاسبه این نمایه برای هر منطقه بر اساس ثبت داده‌های بارش در بلند مدت برای یک دوره دلخواه استوار می‌باشد. این گزارشات (بارش) در بلند مدت با یک توزیع احتمال متناسب شده‌اند، بنابراین متوسط بارش استاندارد شده برای هر منطقه و برای هر دوره دلخواهی صفر و انحراف آن یک می‌باشد. این نمایه به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$SPI = \frac{Pi - \bar{P}}{SD} \quad (2)$$

SPI: بارش استاندارد شده

P_i : مقدار بارش آ امین ایستگاه بر حسب میلیمتر

\bar{P} : میانگین بارش بلند مدت ایستگاه آ بر حسب میلیمتر

SD: انحراف معیار داده‌های بارش بلند مدت ایستگاه آ

در جدول ۲ نحوه طبقه‌بندی کلاس‌های این نمایه نشان داده شده است.

شاخص دهک‌ها (DI):

برای رفع مشکلات موجود در نمایه درصد نرمال روش ساده دیگری در سال ۱۹۶۷ توسط ماهر و گیبس ارائه شد. در این روش ابتدا منحنی فراوانی وقوع بارندگی در دوره مورد نظر بر اساس داده‌های آماری موجود رسم می‌شود. سپس محور افقی این منحنی که از ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد به ۱۰ قسمت تقسیم می‌شود و در هر یک از دهک‌ها حداقل و حداکثر بارندگی یادداشت می‌شود. حال مقدار بارندگی که در یک سال یا دوره مورد نظر رخ داده است با داده‌های هر کدام از بازه‌های دهگانه مقایسه می‌شود تا جایگاه آن مشخص گردد و سپس وضعیت آب و هوایی آن دوره مشخص گردد. برای محاسبه دهک‌ها ابتدا داده‌های بارندگی ماهانه یا سالانه به صورت صعودی مرتب می‌شوند. سپس احتمال وقوع بارش یک ماه یا سال معین از رابطه زیر محاسبه می‌شود. دهک اول مقدار بارندگی است که از کمترین ۱۰ درصد احتمال وقوع بارش تجاوز نکند. دهک دوم، مقدار بارندگی است که از کمترین ۲۰ درصد احتمال وقوع بارش تجاوز ننماید و الی آخر.

$$P_i = \frac{i}{n + 1} * 1 \quad (3)$$

P_i : احتمال وقوع بارندگی در شماره ردیف مورد نظر i : شماره ردیف n : تعداد داده‌های بارندگی

طبقات مختلف این شاخص در جدول ۲ آمده است:

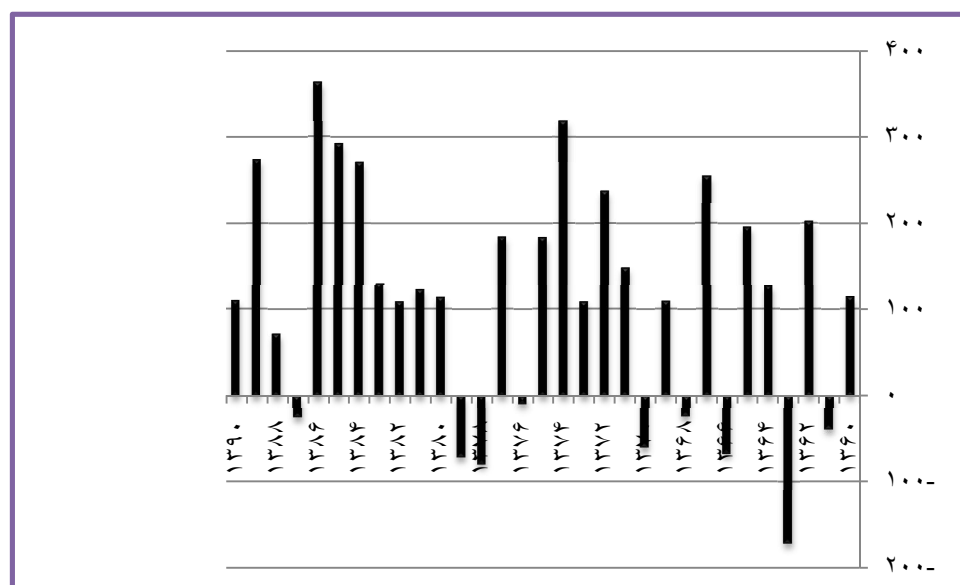
جدول (۲): طبقات مختلف نمایه‌های خشکسالی مورد بررسی

طبقات خشکسالی	spi	PNI	DI
نرمال	-۱ تا +۱	۸۰ تا ۱۲۰٪	۴۰ تا ۶۰٪
خشکسالی ضعیف	-	۷۰ تا ۸۰٪	۳۰ تا ۴۰٪
خشکسالی متوسط	-۱.۵ تا -۱	۵۵ تا ۷۰٪	۲۰ تا ۳۰٪
خشکسالی شدید	-۲ تا -۱	۴۰ تا ۵۵٪	۱۰ تا ۲۰٪
خشکسالی بسیار شدید	کمتر از -۲	کمتر از ۴۰٪	کمتر از ۱۰٪

بحث و نتایج:

آزمون دنباله‌ها

در ابتدا از آزمون دنباله‌ها و مقدار ۷۵ درصد نرمال، به عنوان آستانه خشکسالی برای آمار بارندگی ۳۰ ساله ایستگاه دهنو استفاده شد و نمره ایستگاه که مقادیر منفی آن نشان دهنده خشکسالی است محاسبه گردید. حال در یک دستگاه محدود مختصات که محور افقی به تعداد سال‌های آماری و محور عمودی به $(X-X_0)$ اختصاص دارد می‌توان سال‌های خشک و مرطوب را مطابق شکل (۱) به صورت گرافیکی نشان داد.

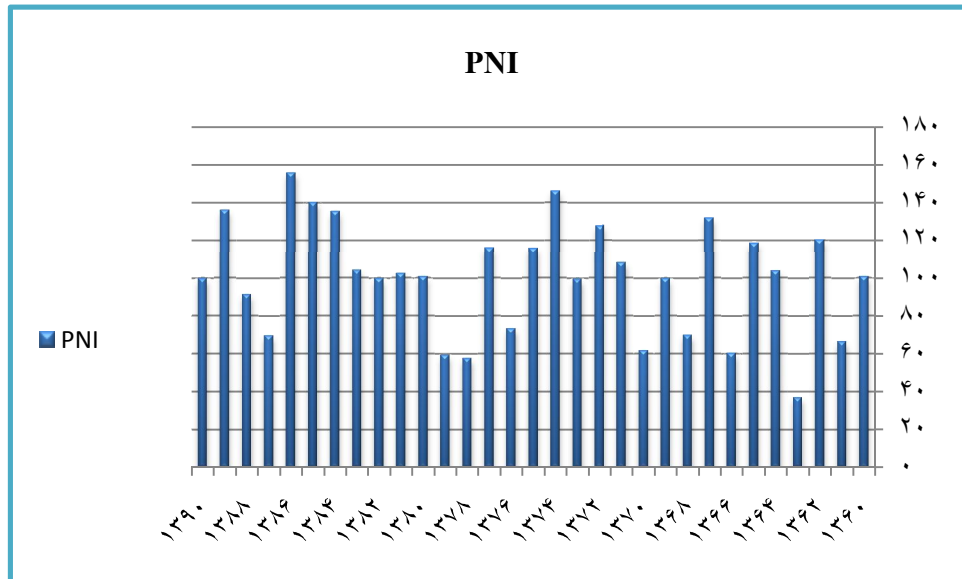


شکل (۱): آزمون دنباله‌ها

براساس این نمودار ۹ دوره خشکسالی اتفاق افتاده است که شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۶۳ با شدت 171.63mm - رخ داده است. همچنین بالاترین طول دوره خشکسالی در سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ و به مدت ۲ سال اتفاق افتاده است.

شاخص درصد نرمال (PNI):

با توجه به معادله (۱) مقادیر PNI محاسبه شده و سپس با استفاده از مقیاس جدول (۲) وقایع ترسالی، خشکسالی، و سال-های نرمال برای ایستگاه مورد مطالعه تعیین گردید. نتایج حاصله از محاسبه این شاخص در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است.

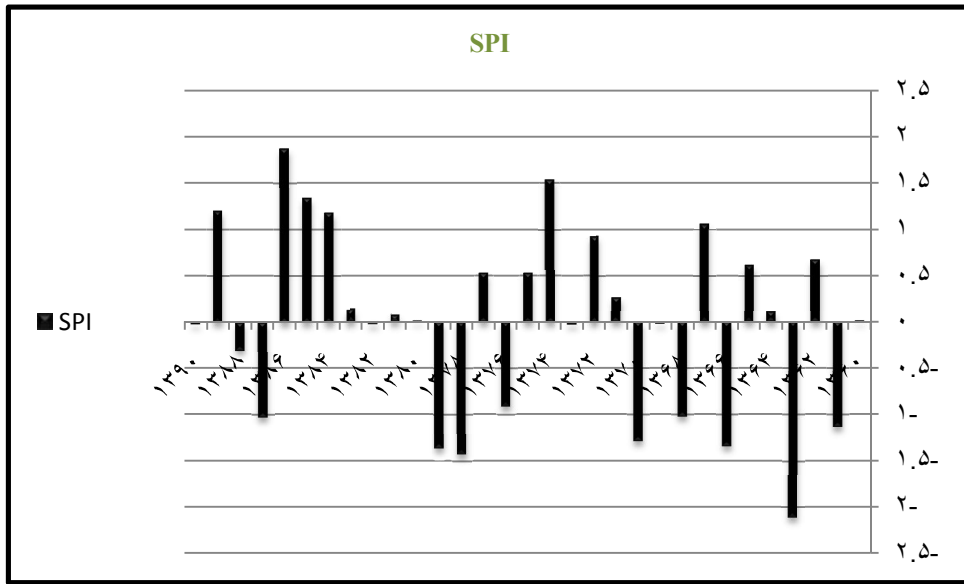


شکل (۲): شاخص PNI منطقه بیرانشهر

بر اساس این نمودار یک واقعه بسیار شدید خشکسالی در سال ۱۳۶۳ و نیز ۷ واقعه خشکسالی متوسط در طی سال‌های (۱۳۶۱، ۱۳۶۶، ۱۳۶۸، ۱۳۷۰، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۷) رخ داده است.

شاخص SPI:

ابتدا با استفاده از معادله (۲) مقادیر SPI محاسبه شده و سپس با توجه به مقیاس مربوطه جدول ۲ تفکیک و طبقه بندی ترسالی و خشکسالی ها و تعیین خصوصیات آماری بارش در ایستگاه مورد مطالعه انجام پذیرفت. نتایج مهم حاصل از طبقه بندی این شاخص را می توان در شکل شماره (۳) نشان داد.

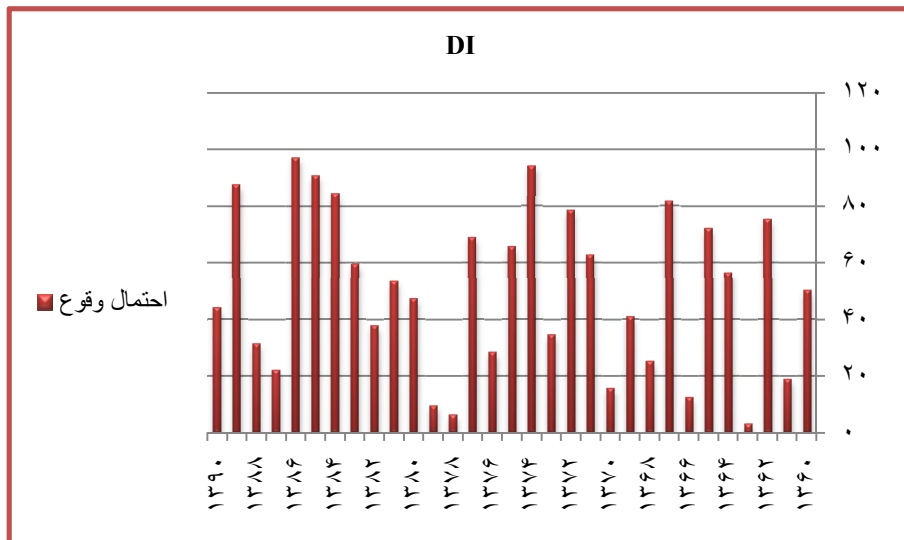


شکل (۳): نمودار شاخص SPI منطقه بیرانشهر

با توجه به نمودار شاخص SPI مشاهده می‌کنید که یک واقعه خشکسالی بسیار شدید در سال ۱۳۶۳ و ۵ واقعه خشکسالی شدید در طی سال‌های (۶۱، ۶۶، ۷۰، ۷۸، ۷۹) رخ داده است. همچنین این نمودار بیانگر ۳ واقعه خشکسالی ملایم و ۱۰ واقعه بارش نرمال نیز می‌باشد.

شاخص دهک‌ها (DI):

ابتدا با استفاده از معادله ۳ مقادیر درصد احتمال وقوع محاسبه شده و سپس بر اساس جدول ۲ طبقه بندی ترسالی و خشکسالی‌ها و تعیین خصوصیات آماری بارش در ایستگاه مورد مطالعه انجام گرفت. نتایج حاصل از طبقه بندی این شاخص در نمودار ۴ نشان داده شده است:



شکل (۴): نمودار شاخص DI منطقه بیرانشهر

با توجه به نمودار ۹ دوره خشکسالی رخ داده است که خشکسالی بسیار شدید آن در سال های (۱۳۶۳، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹) و خشکسالی شدید در سال های (۱۳۷۰، ۱۳۶۱، ۱۳۶۶) اتفاق افتاده است.

نتیجه گیری:

بر اساس آزمون دنباله‌ها ۹ دوره خشکسالی اتفاق افتاده است که شدیدترین خشکسالی در سال ۱۳۶۳ و بالاترین طول دوره خشکسالی در سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ و به مدت ۲ سال اتفاق افتاده است. مطابق شاخص‌های مختلف نیز وقایع خشکسالی متعددی با درجات بسیار شدید و شدید در طول دوره آماری مورد بررسی رخ داده است. بر اساس شاخص spi ۵ دوره مرطوب شدید، ۱۰ دوره بارش نرمال، ۳ دوره خشکی ملایم و ۱ دوره خشکی بسیار شدید اتفاق افتاده است. در حالی که بر مبنای شاخص درصد نرمال ۱ واقعه بسیار شدید خشکسالی، ۷ واقعه خشکسالی متوسط، ۱ واقعه خشکسالی ضعیف و در آخر بر مبنای شاخص دهک‌ها، ۳ واقعه خشکسالی بسیار شدید، ۳ واقعه خشکسالی متوسط، ۶ واقعه بسیار مرطوب رخ داده است.

منابع

۱- انصاری، ح.، داوری، ک.، ثنائی‌نژاد، ح. ۱۳۸۹. پایش خشکسالی با استفاده از شاخص بارندگی و تبخیر و تعرق استاندارد شده SEPI، توسعه یافته بر اساس منطق فازی در ایستگاه همدیدی مشهد، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۴، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۸۹.

۲- بذاق جمالی، ج.، آسیایی، م.، صمدی نقاب، س.، جوانمرد، س. ۱۳۸۵. مدیریت ریسک خشکسالی، انتشارات سخن گستر، ۳۱۱ صفحه.

۳- پاپلی یزدی، م. ۱۳۷۸. "آیین های باران خواهی در زمان خشکسالی" فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۴ و ۵۵، صفحه ۲۱۱-۱۸۶.

۴- منصوری، ف.، حسنی، م.، ملکیان، آ. ۱۳۹۰. پایش خشکسالی با استفاده از برخی نمایه‌های خشکسالی در استان کرمان، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

5-Burke, E.j& Brown, s.J. 2010. Regional drought over the uk and changes in the future. journal of Hydrology 394 (2010) 471-483.

6-Huang w.Ch& Chon, Ch.Ch. 2008. Risk-based drought early warning system in reservoir operation. Advancesin water Resources 31 (2008) 649-66.

7- Richard, R. H. (2002). A Review of Twentieth Century Drought Indices used in the united states American Meteorological Society, Agu 2002, 1149-1156.

8-vasiliades, l.&loukas, A. 2009. Hydrological response meteorological drought using the palmer drought indices in Thessaly, Greece.Desalination 237(2009)3-21.