



پایش و پیش‌بینی خشکسالی شهرستان سمنان با استفاده از روش آماری شاخص SPI و زنجیره مارکف

مهدی رحیمیان^۱، ابوطالب قانع^۲

۱- کارشناس مطالعات پایه منابع آب، ۲- کارشناس طرح و توسعه شرکت آب منطقه‌ای سمنان

چکیده

بررسی‌ها نشان می‌دهد که خشکسالی از نظر فراوانی وقوع و همچنین ویژگی‌هایی مانند شدت، مدت، وسعت، تلفات جانی، خسارات مالی و اقتصادی، آثار اجتماعی و آثار شدید دراز مدت، نسبت به سایر بلایای طبیعی مهمتر و مخاطره‌آمیزتر می‌نماید و نیازمند توجه بیشتری در برنامه‌ریزی‌ها می‌باشد. در این مقاله پایش و پیش‌بینی خشکسالی محدوده شهرستان سمنان، با توجه به اهمیت بیش از پیش این امر به دلیل کم بارش بودن منطقه و عدم وجود منابع آبی مهم، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از تلفیق نتایج حاصل از شاخص بین‌المللی و معتبر SPI جهت تحلیل وضعیت بارندگی و مدل زنجیره مارکف که از جمله روشهای احتمالی برآورد و پیش‌بینی بارندگی در آینده با توجه به شرایط گذشته‌است، در طی ماه و سال آینده استفاده شد. نتایج آمار بارندگی ۶ ایستگاه بارانسنجی و تبخیرسنجی منطقه برای دوره ۳۰ ساله جمع‌آوری و بررسی شد و ایستگاههای فاقد آمار ۳۰ ساله نیز با توجه به فواصل ایستگاهها و شرایط اقلیمی، برای این دوره زمانی بازسازی شدند. با نرمال کردن داده‌ها، احتمال تجمعی آنها در توزیع نرمال محاسبه شد و با توجه به میانگین صفر و انحراف از معیار ۱ در توزیع نرمال استاندارد، شاخص SPI که بیانگر تعداد انحراف از معیار هر رخداد بارندگی از میانگین می‌باشد، محاسبه گردید و نتایج ارائه شد. در نهایت احتمالات انتقال از یک وضعیت آب و هوایی به وضعیت دیگر، مبتنی بر فرضیه زنجیره مارکف به صورت ماتریسی برای هر کدام از ایستگاهها تشکیل شد. نتایج نشان می‌دهد که احتمال اینکه وضعیت آب و هوایی به صورت خشک، نرمال و تر باشد به صورت میانگین به ترتیب برابر ۳۰،۲۷، ۳۷ و ۳۲،۷۲، درصد خواهد بود.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی خشکسالی، شاخص SPI، زنجیره مارکف، شهرستان سمنان

۱. مقدمه

بسیاری از پدیده‌های طبیعی شامل عناصری هستند که آنها را نمی‌توان به سادگی کنترل یا پیش‌بینی نمود. اما این پیش‌بینی در صورتی امکان‌پذیر است که اطلاعاتی در مورد گذشته آنها موجود باشد. به طور مثال، پیش‌بینی مقدار بارندگی‌ها در صورتی ممکن است که آگاهی از مشخصه‌های بارندگی گذشته در دست باشد. پیش‌بینی جوی به دو صورت دینامیکی و آماری امکان‌پذیر است. مدل‌های دینامیکی بر قوانین فیزیکی استوار است. شناخت دقیق این قوانین، که همواره با سه فاز جامد و مایع و بخار آب و تبادلات انرژی بین این سه فاز مرتبط است و به ویژه به کارگیری این قوانین در زمان واقعی با مشکلات خاص خود مواجه است. دسته دیگر مدل‌های پیش‌بینی، مدل‌های آماری است که عمدتاً فیزیک پدیده تحت بررسی را به طور صریح مورد توجه قرار نمی‌دهند و تنها بر تعیین ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها تاکید دارند. این دسته از مدل‌ها از نظر سهولت استفاده بر مدل‌های قبلی برتری دارند. اگرچه تصور کلی بر این است که نتایج مدل‌های دینامیکی بر مدل‌های آماری برتری دارند، اما این گزاره همیشه دست نیست و درستی آن به شناخت قوانین فیزیکی حاکم، تفصیل مدل و قدرت تفکیک آن بستگی دارد. به این دلیل استفاده از مدل‌های دسته دوم نیز در بعضی از موارد اجتناب ناپذیر است. بررسی‌های آماری به روشهای مختلف از

جمله تحلیل سری‌های زمانی، همبستگی خطی و غیر خطی، مدل‌های آماری شناخته شده نظیر توزیع نرمال، گمبل، پیرسون و غیره انجام می‌گیرد. در میان روش‌های آماری زنجیره مارکف در علوم جوی در سال‌های اخیر مورد توجه جدی قرار گرفته است. زنجیره مارکف با روش‌های ساده ریاضی (مانند ضرب ماتریسها) حل احتمالات مربوط به فرآیندهای وابسته را بسیار آسان نموده است.

سابرا مانیام و سان جیوا (۱۹۸۶) در سواحل آندھرا واقع در هندوستان با استفاده از مدل زنجیره مارکف تولید محصول را در ارتباط با تغییرات بارندگی بررسی کردند [2]. کلارک و کاراس (۱۹۸۹) روابط تحلیلی بین بارندگی و رواناب را در یک حوضه آبریز برای یک مدل توزیع احتمال مورد بررسی قرار دادند و مدل توزیع احتمال شرطی (زنجیره مارکف) را برای نشان دادن چگونگی توالی بارش و پتانسیل تبخیر و تعرق، در عرض‌های مختلف جغرافیایی بکار بردند. آزام و همکاران (۱۹۹۰) در برآورد بازده مراتع با استراتژی‌های مختلف بهره‌برداری، از مدل زنجیره مارکف بهره جستند و اثرات بارندگی، تعداد دام و چگونگی چرا را روی محصول مرتعی بررسی کردند [3]. جین و آگراوال (۱۹۹۲) برای پیش‌بینی محصول نیشکر از مدل زنجیره مارکف استفاده کردند و توانستند مقادیر مقادیر محصول نیشکر را ۷ تا ۸ هفته بعد از کاشت پیش‌بینی کنند. تان و ییل ماز (۲۰۰۲) برای آزمون همگنی داده‌ها از مدل زنجیره مارکف کمک گرفتند [4]. جعفری بهی (۱۳۷۸) به کمک زنجیره مارکف احتمالات پیشامدهای متوالی روزهای خشک (غیربارانی) و تر (بارنی) با آستانه ۰/۱ میلیمتر در روز برای ماه‌های نوامبر تا آوریل سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۶۵ را در ایستگاه‌های بوشهر، شیراز، اصفهان، کرج و بندر انزلی تحلیل نمود و نتیجه گرفت روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه برازش خوبی بر زنجیره مارکف مرتبه اول دارد.

در بررسی حاضر از شاخص SPI و زنجیره مارکف برای بررسی احتمال وقوع ترسالی و خشکسالی در طی سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ برای ۶ ایستگاه واقع در شهرستان سمنان استفاده شد. به این منظور از مقادیر بارش ماهیانه ۳۰ ساله اخیر در این ایستگاهها استفاده شد.

۲. بحث

۲.۱. شاخص SPI و زنجیره مارکف

در روش شاخص بارندگی استاندارد شده (SPI) داده‌های ثبت شده در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی، با توزیع آماری گاما برازش داده شده و سپس به توزیع نرمال استاندارد (با میانگین صفر و واریانس ۱) انتقال می‌یابند. مقدار Z قرائت شده همان مقدار شاخص می‌باشد. مقادیر مثبت شاخص نشان‌دهنده بارندگی‌های بیش از میانه و مقادیر منفی بارندگی زیر میانه را نشان می‌دهد. طبقات این شاخص در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱: طبقات مختلف شاخص SPI

توصیف وضعیت	مقدار شاخص	توصیف وضعیت	مقدار شاخص
ترسالی بسیار شدید	بیشتر از 2	خشکسالی ضعیف	0/5 تا -0/99
ترسالی شدید	1/5 تا 1/99	خشکسالی متوسط	1 تا -1/49
ترسالی متوسط	1 تا 1/49	خشکسالی شدید	1/5 تا -۱/۹۹
ترسالی ضعیف	0/5 تا 0/99	خشکسالی بسیار شدید	کمتر از -2
نرمال	0/49 تا -0/49		

با توجه به اینکه داده‌های بارندگی از توزیع گاما تبعیت می‌کنند بنابراین در این روش توزیع فراوانی بارندگی در هر ایستگاه به توزیع گاما برازش داده می‌شود.

$$g(x) = \frac{1}{B^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-x/B} \quad \text{برای } X > 0$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy$$

که در فرمولهای بالا α : پارامتر نمودار، β : پارامتر مقیاس، X : مقدار بارندگی و Γ : تابع گاما می‌باشند. مقادیر α و β برای ایستگاههای مختلف در هر مقیاس زمانی برآورد می‌گردد. پس از محاسبه تابع تجمعی کل، با استفاده از جدول تابع گامای ناقص برای تعیین احتمالات تجمعی $G(x)$ ، تغییر نمودار هم احتمالی تابع تجمعی گاما به متغیر تصادفی نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس ۱ صورت می‌گیرد. زنجیره مارکف حالت خاصی از مدل‌هایی است که در آنها حالت فعلی یک سیستم به حالت‌های قبلی آن بستگی دارد. در تعیین حالت سیستم با استفاده از مدل مارکف باید دو عامل را مشخص نمود. این دو عامل عبارتند از حالت سیستم در زمان مشخص و احتمالات تغییر حالت خاص به حالت‌های ممکن دیگر که اصطلاحاً احتمالات گذار نامیده می‌شود. اگر مجموعه حالات ممکن در یک زنجیره مارکف محدود باشد می‌توان یک ماتریس مربع P را تشکیل داد که عناصر آن عموماً معرف ماتریس احتمال گذار است.

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \dots p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} \dots p_{2m} \\ p_{m1} & p_{m2} \dots p_{mm} \end{bmatrix}$$

احتمال حالت‌های آغازین سیستم در ستون سمت چپ و احتمال حالت‌هایی که سیستم از آنها گذر می‌کند در طول سطرهای ماتریس نشان داده شده است.

۲.۲. موقعیت جغرافیایی

شهرستان سمنان در حدود ۲۰۰ کیلومتری شرق تهران با طول جغرافیایی $40^{\circ} 52'$ تا $50^{\circ} 53'$ شرقی و $22^{\circ} 35'$ تا $36^{\circ} 10'$ عرض شمالی واقع می‌باشد. (نقشه شماره ۱)

از لحاظ آب و هوایی به طور کلی در شمال منطقه، معتدل و کوهستانی و در قسمت‌های جنوبی آن نیمه خشک تا خشک می‌باشد. در فصول سرد سال متاثر از سیستم‌های شمال، شمال غربی و غرب است. اصولاً در زمستان منطقه سرد و خشک می‌باشد. مناطق همجوار با کویر در قسمت‌های جنوبی واقع است و در تابستانها تحت تاثیر بادهای گرم و خشک شرقی و جنوب شرقی قرار دارد. در جدول شماره ۲ موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه مشخص شده است.

جدول ۲: لیست ایستگاههای مورد استفاده

ردیف	نام ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع
1	شهمیرزاد	54-21-07	35-47-48	2300
2	مهدیشهر	53-20-07	35-42-48	1650
3	ده صوفیان	53-23-07	35-50-48	۲۳۰۰
4	چاشم	53-15-30	35-53-46	2180
5	سرخه	53-13-10	35-27-11	1175
6	خیرآباد	53-12-31	35-33-45	1095

۲.۳. روش کار

همانگونه که گفته شد، برای انجام پیش‌بینی خشکسالی نیاز به آمار طولانی مدت می‌باشد. با در نظر گرفتن طول دوره آماری کم برخی ایستگاهها، عملیات تطویل آمار بارندگی ماهیانه ایستگاهها بر روی برخی از ایستگاههای استان که دارای آمار مطمئن و کاملتری نسبت به سایر ایستگاهها داشته‌اند انجام گرفت. در این گزارش پس از تطویل آمار

ایستگاههای موجود بر اساس شرایط آب و هوایی و فاصله نزدیکترین ایستگاه دارای داده آماری کامل (ایستگاه مینا)، و نرمال کردن آنها، احتمال تجمعی داده‌ها در توزیع نرمال محاسبه شد و با توجه به میانگین صفر، و انحراف از معیار ۱ در توزیع نرمال استاندارد، شاخص SPI که بیانگر تعداد انحراف هر رخداد بارندگی از مقدار میانگین می‌باشد، محاسبه گردید. به این ترتیب بر اساس توزیع تجمعی نرمال هر ایستگاه، احتمال مقادیر بارندگی سری زمانی هر ایستگاه محاسبه و شاخص SPI معادل آن تعیین شد. مرزهای عددی خشکسالی، نرمال و ترسالی در ماه‌های سال و مقیاس سالانه برای هر ایستگاه به طور جداگانه تعیین شد. در جدول شماره ۳ یک نمونه از این مرزها برای ایستگاه خیرآباد آورده شده است. در انتها ماتریس درصد احتمال وقوع وضعیت‌های محتمل در ماه‌ها و سال آینده با استفاده از زنجیره مارکف محاسبه شد و نتایج آن در جداول جداگانه برای هر ایستگاه بعد از تلفیق با شاخص SPI آورده شد. در جدول شماره ۴ یک نمونه از این جداول که برای ایستگاه خیرآباد می‌باشد نشان داده شده است. بر اساس این جدول و بر اساس وضعیت ماه قبل می‌توان وضعیت ماه بعد را تعیین نمود. همانگونه که در جدول مشخص است (سلولهای تیره شده) محتمل‌ترین حالت در ماتریس گذار می‌باشد و در انتهای جدول وضعیت سالانه مشخص شده است. نتایج حاصله از این ماتریس برای تمامی ایستگاهها در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای مطالعه شده در شهرستان سمنان

۳. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به آنالیزهای انجام شده و نتایج بدست آمده که در جدول شماره ۵ قابل مشاهده می‌باشد، در اغلب ایستگاهها، بنابر مرز عددی تعیین شده در همان ایستگاه، بارندگی در طی ماههای پیش‌بینی شده دارای وضعیت نرمال خواهد بود. در ۵ ایستگاه وضعیت سالیانه نسبت به سال قبل از وضعیت خشک به وضعیت نرمال و در ایستگاه سرخه از وضعیت خشک به وضعیت تر پیش‌بینی شده است. لازم به ذکر این نکته است که وضعیت ماه آغازین بر پایه ما شهریور سال آبی قبل که عمدتاً نرمال بوده شروع شده است. همچنین در مواردی درصد احتمال برای برخی از حالات گذار مساوی شد که در این موارد حالت گذار بر اساس وضعیت کلی سالیانه انتخاب گردید. با توجه به میزان احتمالات پیش‌بینی وضعیت هر ایستگاه و با در نظر گرفتن میانگین بارندگی و وضعیت سیل‌خیزی منطقه تحت پوشش آن ایستگاه، می‌توان برخی تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزیها و حتی هشدارهایی را جهت کنترل جریان آبهای سطحی، تنظیم حجم آب سدها، هشدار به دامداران و کشاورزان مناطق، گروههای توریستی و ... ارائه داد. به عنوان مثال با توجه به پیش‌بینی تغییر وضعیت از حالت خشک به تر برای منطقه سرخه لازم است تمهیدات مقتضی برای

این منطقه در نظر گرفته شود. همچنین با توجه به انجام این آنالیزها، از نتایج بدست آمده اینگونه برمی آید که وضعیت خشکسالی چند سال اخیر در این شهرستان به پایان رسیده و سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ وضعیت بارندگی بهتری نسبت به سالهای پیش خواهد داشت.

جدول ۳: مرزهای عددی خشکسالی، نرمال، و ترسالی در ماههای سال و مقیاس سالانه برای ایستگاه خیرآباد

مرزهای عددی خشکسالی، نرمال و ترسالی در ماه های سال و مقیاس سالانه												عنوان طبقه	شرط	
سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان			مهر
18/85	15/39	21/27	12/30	38/06	59/92	48/00	51/80	42/86	46/59	22/23	10/36	1/50	بزرگتر یا مساوی	ترسالی
18/85	15/39	21/27	12/30	38/06	59/92	48/00	51/80	42/86	46/59	22/23	10/36	1/50	کوچکتر از	نرمال
12/89	11/56	14/02	9/48	26/69	41/65	35/45	39/16	30/05	33/79	15/59	7/31	1/00	بزرگتر از	
12/89	11/56	14/02	9/48	26/69	41/65	35/45	39/16	30/05	33/79	15/59	7/31	1/00	کوچکتر یا مساوی	خشکسالی

جدول ۴: جدول درصد احتمال وقوع وضعیتهای محتمل در ماهها و سال آبی ۸۸-۱۳۸۷ برای ایستگاه خیرآباد

وضعیت ماه یا دوره حاضر	وضعیت ماه یا دوره بعدی	وضعیت کلی تلفیقی	جدول نهایی درصد احتمال وقوع وضعیتهای محتمل در ماهها و سال آینده (درصد) برای ایستگاه خیرآباد												
			مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
تر	تر	تر به تر	42.9	37.5	44.4	33.3	25.0	33.3	42.9	50.0	30.0	14.3	100.0	23.3	14.3
	نرمال	تر به نرمال	57.1	25.0	33.3	11.1	50.0	11.1	28.6	12.5	70.0	85.7	0.0	76.7	57.1
	خشک	تر به خشک	0.0	37.5	22.2	55.6	25.0	55.6	28.6	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6
نرمال	تر	نرمال به تر	22.7	27.3	33.3	54.5	42.9	25.0	30.8	33.3	12.5	34.8	100.0	عدم وقوع تاریخی	25.0
	نرمال	نرمال به نرمال	77.3	45.5	50.0	36.4	42.9	50.0	46.2	41.7	87.5	65.2	0.0	عدم وقوع تاریخی	50.0
	خشک	نرمال به خشک	0.0	27.3	16.7	9.1	14.3	25.0	23.1	25.0	0.0	0.0	0.0	عدم وقوع تاریخی	25.0
خشک	خشک	خشک به خشک	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	66.7	50.0	45.5	22.2	50.0	60.0	0.0	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	16.7
	تر	خشک به تر	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	11.1	30.0	27.3	11.1	10.0	20.0	25.0	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	33.3
	نرمال	خشک به نرمال	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	22.2	20.0	27.3	66.7	40.0	20.0	75.0	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	عدم وقوع تاریخی	50.0

جدول ۵: وضعیت احتمالی در ماهها و سال آبی ۸۸-۱۳۷۸

ایستگاه	عنوان	وضعیت احتمالی پارامتر (پیش‌بینی) ماه‌ها و سال حاضر												
		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
خیرآباد	وضعیت احتمالی	77.3	45.5	50	54.5	50	50	46.2	41.7	87.5	65.2	100	76.7	50
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به نرمال
چاشم	وضعیت احتمالی	73.7	40.9	33.3	37.5	55.6	45.5	50	40	70	45	77.8	76.2	33.3
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	خشک به خشک	خشک به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال
ده صوفیان	وضعیت احتمالی	66.7	47.6	50	55.6	45.5	42.9	33.3	44.4	41.7	75	69.6	77.3	55.6
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به خشک	خشک به نرمال	نرمال به نرمال	تر به تر	تر به تر	تر به تر	تر به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال
شهریزاد	وضعیت احتمالی	75	45.5	41.7	50	50	45.5	41.7	36.4	55.6	60	72.7	72.7	37.5
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به تر	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال
مهدیشهر	وضعیت احتمالی	81	72.7	35	40	35.7	41.7	53.8	45.5	70	80	60	70	55.6
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به تر	تر به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال
سرخه	وضعیت احتمالی	72.4	71.4	50	54	50	50	41.7	54.5	69.2	100	100	100	62.5
	درصد احتمال وقوع	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به خشک	خشک به خشک	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	نرمال به نرمال	تر به تر	تر به تر

منابع

[1] G.V. Srinivasa Reddy, S.R. Bhaskar, R.C.Purhit and A.K.Chittora, 2008, Markov chain model probability of dry, wet weeks and statistical analysis of weekly rainfall for agricultural planning at Bangalore, Kanataka J. Agric. Sci 2008

[2] Subramaniam, A. and P.sanjeeva, 1986. Dry spell sequences in south coastal Andhra. Mausam, (40)

[3] Azzam, S. A. Azzm, and M. Nielsen, 1990. Markov chain as shortcut method to estimate age distribution in herds of beff castle. J. Anim. Sci.

[4] Jain, R. and R. Agrawal, 1992. Probability model for crop yield forecasting. Biomet.J

[5] Tan, B. and K. Yilmaz, 2002. Markov chain test for time dependence and homogeneity an analytical and Markov chain, Normal distribution.

[6] یوسفی، ن.، ۱۳۸۶، برآورد احتمالات خشکسالی و تر سالی با استفاده از زنجیره مارکف و توزیع نرمال

[7] جعفری، خ.، ۱۳۷۸، تحلیل آماری دوره‌های تر و خشک بارندگی در چند نمونه اقلیمی ایران با استفاده از زنجیره مارکف،

پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران

[8] حقیقت جو، پ.، ۱۳۸۱، کاربرد زنجیره مارکف در بررسی احتمالات خشکسالی و تر سالی منطقه سیستان با توجه به بده

رودخانه هیرمند،

Mehdi Rahimian¹, Abotaleb Ghane²

¹Semnan Water Regional Hydrogeologist, ²Semnan Water Regional Hydrogeologist

Abstract

Surveys show that drought in the view of abundance of incidence and also characteristics such as intensity, duration, extent, human mortality, financial and economical damage, social effects and lengthy intense effects in respect to other natural disaster is more important and more hazardous and require more attention in programming. In this article survey and anticipation of Semnan district in respect to importance of this subject more than past because of low rain of region and lack of important water sources has been delaminated. For this reason arrangement results of international and valid SPI index was from average, were calculated and results were presented. Finally probabilities transference from one climatically conditions to other condition, based on Markov chain theory as matrix for each station were built. Results of probability show condition change from drought situation to normal situation. Finally results showed the average probability of drought, normal and wet condition of Semnan district is 30.27, 37 and 32.72 percentages respectively.

Keywords: *Drought anticipation, SPI index, Markov chain, Semnan district*