

تعیین دوره های خشکسالی با استفاده از شاخص خشکسالی SPI

مجتبی نساجی زواره

مجتبی صانعی

عضو هیات علمی مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره) وزارت جهاد کشاورزی -

چکیده:

کمبود بارش اثرات متفاوتی روی آبهای زیر زمینی، رطوبت خاک و جریان رودخانه ها دارد. جهت تعیین خشکسالی ابتدا باید شاخصی را بدین منظور تعریف کنیم. شاخص SPI یک شاخص خشکسالی اقلیمی است. این شاخص جهت تعیین کمبود بارش در مقیاسهای زمانی مختلف به کار می رود. مقیاسهای زمانی اثرات خشکسالی را روی توانایی منابع آب نشان می دهند. کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه مدت بر روی رطوبت خاک اثر می گذارد در صورتیکه این کمبود در مقیاس زمانی بلند مدت بر روی آبهای زیر زمینی، دبی رودخانه ها و منابع ذخیره آب اثر می گذارد. به این دلیل محاسبه شاخص SPI برای مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه صورت گرفته است.

محاسبه SPI در هر مکان بر اساس ثبت بارشهای طولانی مدت در دوره مورد نظر پایه گذاری شده است. این داده ها با یک توزیع احتمالاتی برازش داده می شوند که سپس به یک توزیع نرمال تبدیل می شود. این

توزیع نرمال مقدار شاخص SPI را برای مقیاسهای زمانی مورد نظر محاسبه می کند و نهایتاً با استفاده از جدول شاخص SPI وضعیت و درجه خشکی و رطوبت مشخص می گردد. نتایج داده ها، مشخص کننده این شاخص برای مقیاسهای زمانی مختلف می باشد که نهایتاً دوره های خشکسالی، نرمال و مرطوب در مقیاسهای زمانی مختلف برای چند ناحیه در کشور ایران تعیین شده است. با استفاده از داده ها و نتایج، مقادیر SPI بدست آمده است و امکان پیش بینی های دوره های خشکسالی با مقیاسهای زمانی مختلف در مناطق مورد مطالعه فراهم گردیده است.

واژه های کلیدی : خشکسالی، شاخص، SPI، مقیاس زمانی

مقدمه:

کمبود بارش اثرات متفاوتی روی آبهای زیر زمینی، منابع ذخیره آب، رطوبت خاک و جریان رودخانه دارد فهم این مسئله باعث شده است تا مطالعه و تحقیق توسط محققین و پژوهشگران مختلف انجام شود. et. al. Mckee (۱۹۹۳) جهت تعیین احتمال دوره خشکسالی، شاخص استاندارد شده بارش SPI را توسعه دادند. شاخص SPI در تعیین کمبود بارش در مقیاسهای زمانی مختلف طراحی شده است. مقیاسهای زمانی اثرات خشکسالی را بر روی میزان توانایی منابع آب نشان می دهند. کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه مدت عمدتاً بر روی وضعیت رطوبت خاک اثر می گذارد در صورتیکه کمبود بارش در مقیاس زمانی طولانی مدت اغلب بر آبهای زیر زمینی، جریان رودخانه و ذخیره منابع آب تأثیر می گذارد.

با توجه به این موضوع et. al. Mckee (۱۹۹۳) و همکاران شاخص استاندارد شده بارش را برای مقیاس های زمانی ۳- ۶- ۱۲- ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه کردند.

محاسبه شاخص SPI برای هر مکان بر اساس ثبت بارش های طولانی مدت در پیوند مورد نظر پایه گذاری شده است. داده های طولانی مدت ثبت شده همراه با یک توزیع احتمالاتی برازش داده می شوند و سپس به یک توزیع نرمال نسبت داده میشوند بطوریکه شاخص SPI متوسط برای هر مکان با پیوند مورد نظر صفر است. از روی منحنی توزیع احتمالی بر حسب مقادیر مختلف SPI رطوبت و خشکی متناظر آن تعریف می گردد. جدول (۱) تعریف مورد نظر با مقدار SPI و درجه رطوبت یا خشکی را نشان می دهد.

مقدار SPI مثبت نمایانگر بارش بیشتر از مقدار بارش متوسط و مقدار SPI منفی بیانگر بارش کمتر از مقدار بارش متوسط میباشد. زمانیکه مقدار SPI محاسبه شده منفی باشد نشانه شروع خشکسالی است و هنگامی که مقدار محاسبه شده این شاخص مثبت باشد پایان خشکسالی را نوید می دهد. شدت یک دوره خشکسالی مجموع مقادیر SPI مثبت برای همه ماهها در همان دوره خشکسالی میباشد.

جدول (۱) مقادیر SPI و رطوبت و خشکی متناظر آن

مقادیر SPI	
+۳	رطوبت شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۶۴	نسبتاً مرطوب
-۰/۹۹ تا -۰/۹۹	نزدیک نرمال
-۱ تا ۱/۹۴	نسبتاً خشک
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خیلی خشک
-۲	خشکی شدید

شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

اثرات کمبود آب تابع پیچیده ای از منابع آب و استفاده از آب است. کمبود بارش در مقیاسهای زمانی متفاوت انواع مختلف خشکسالی را ایجاد می‌کند. در آنالیز خشکسالی برای هر مقیاس زمانی، احتمال فراوانی مورد انتظار برای وقوع و کمبود بارش دارای اهمیت می‌باشد.

از شاخص SPI در مقیاسهای زمانی برای تحلیل مقدار آب در دسترس مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای این منظور کل داده های جمع آوری شده را بر اساس سری های زمانی متحرک مرتب می‌کنند و سپس این سری های زمانی متحرک در محاسبه شاخص SPI مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مثال اگر داده‌های مشاهداتی مربوط به یک سری زمانی از مقادیر بارش ماهانه باشد و آنالیز مورد نظر برای احتمال وقوع ۳ ماهه باشد آنگاه بدین شکل عمل می‌کنند. یک سری زمانی از جمع اولین مقادیر ۳ ماهه و سپس جمع مقادیر ماههای ۲، ۳، ۴ و سپس جمع مقادیر ماههای ۳ و ۴ و ۵... بدست می‌آید. با توجه به سربهای زمانی متحرک ۳ ماهه مقادیر شاخص استاندارد شده بارش مربوط به آن محاسبه می‌شوند که موسوم به شاخص SPI سه ماهه است.

در تعیین شاخص SPI ابتدا با استفاده از سری های زمانی بدست آمده از داده های بارش، و منظم کردن داده ها بصورت صعودی، توزیع احتمال تجربی محاسبه می‌شود. این توزیع بوسیله معادله (۱) بدست می‌آید.

$$\text{معادله (۱)} = \frac{m}{n+1} = \text{احتمال تجمعی تجربی}$$

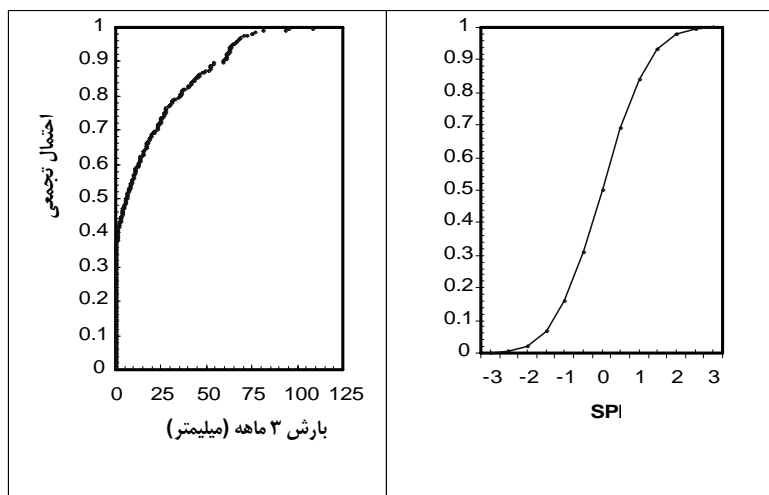
در این معادله m شماره ردیف مربوط به داده های مرتب شده بارش و n تعداد داده‌ها می‌باشد. در این حالت بهترین توزیع با احتمالا تجمعی داده ها نیز می‌تواند برازش داده شود. در کنار این منحنی توزیع احتمال تجربی، با همان احتمال، منحنی تجمعی توزیع نرمال استاندارد نیز رسم می‌گردد.

جهت تعیین مقدار SPI بایستی مقدار بارش مورد نظر را روی محور X های نمودار توزیع احتمال تجربی مشخص کرد و خطی عمود بر محور X ها از آن نقطه رسم گردد تا منحنی توزیع احتمال تجربی را قطع کند سپس از میان نمودار به سمت نمودار توزیع نرمال خطی موازی محور افقی رسم کرده تا نمودار توزیع نرمال را قطع نماید و سرانجام از این نقطه تلاقی خطی به صورت عمود بر محور افقی رسم کرده تا محور X های نمودار را قطع کند این مقدار نشانگر شاخص SPI می‌باشد.

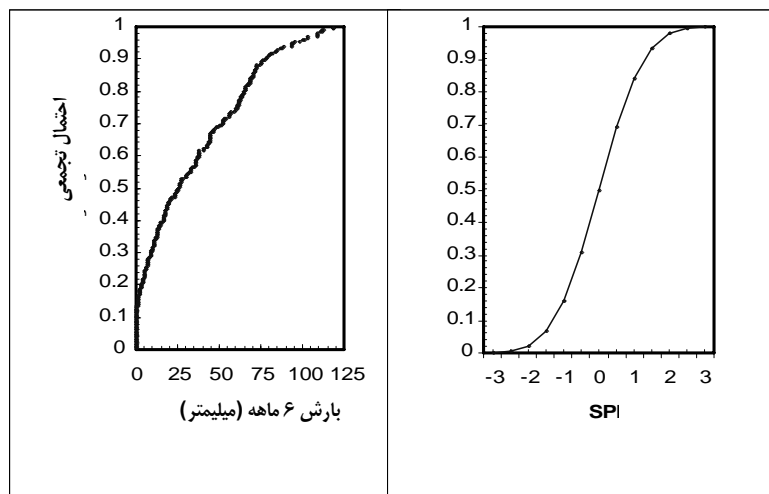
به منظور بررسی و محاسبه شاخص SPI داده های بارندگی مربوط به ایستگاههای بارندگی شهرستانهای زابل و اصفهان جمع آوری گردید. عملیات آماری مربوط به تهیه مقیاسهای زمانی مختلف (سری زمانی متحرک) بر داده های مربوطه انجام گرفت. بر اساس توزیع احتمال تجربی بسط داده شده به داده ها، منحنی های توزیع احتمال تجربی رسم گردیده است. نمودارهای (۱) تا (۱۰) مقادیر SPI را برای

ایستگاههای بارندگی زابل و اصفهان در مقیاسهای زمانی مختلف نشان می‌دهد.

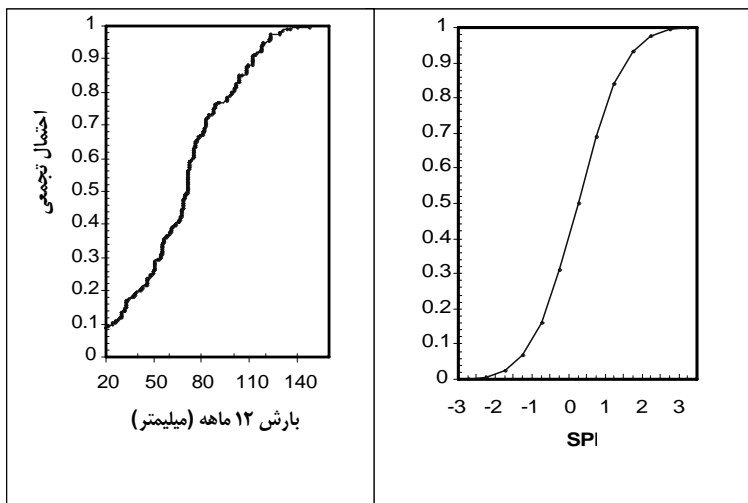
نمودار (۱) مقدار SPI سه ماهه در ایستگاه زابل



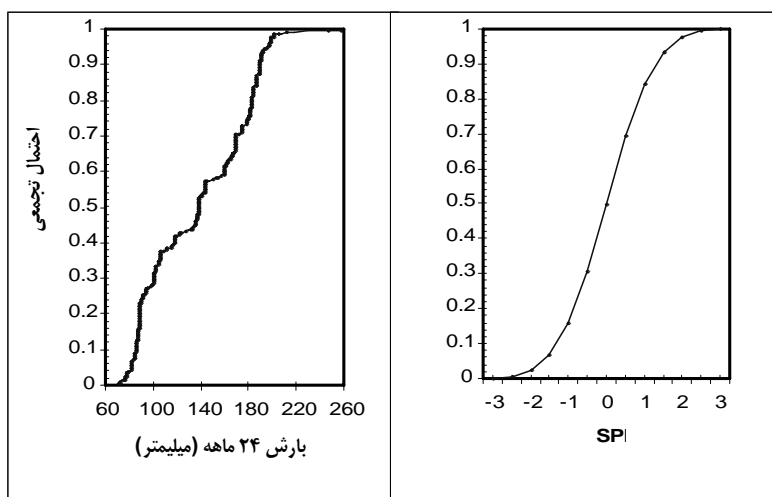
نمودار (۲) مقدار SPI شش ماهه در ایستگاه زابل



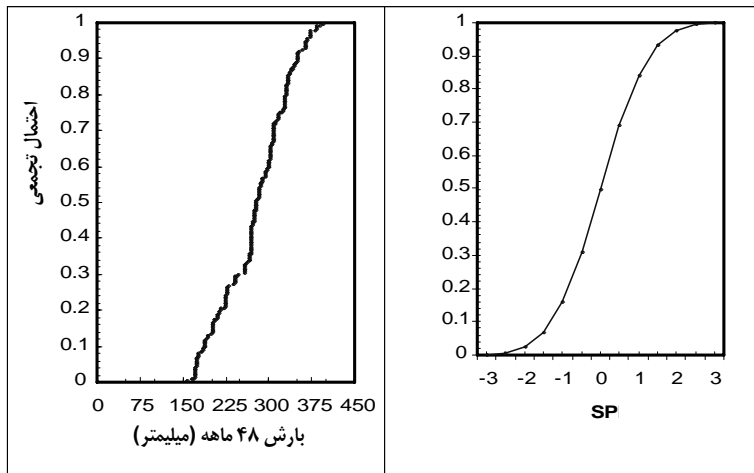
نمودار (۳) مقدار SPI دوازده ماهه در ایستگاه زابل



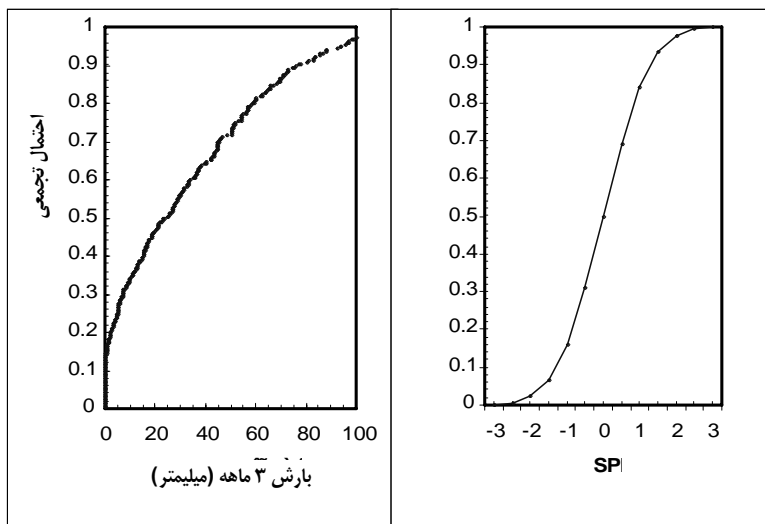
نمودار (۴) مقدار SPI چهل و هشت ماهه در ایستگاه زابل



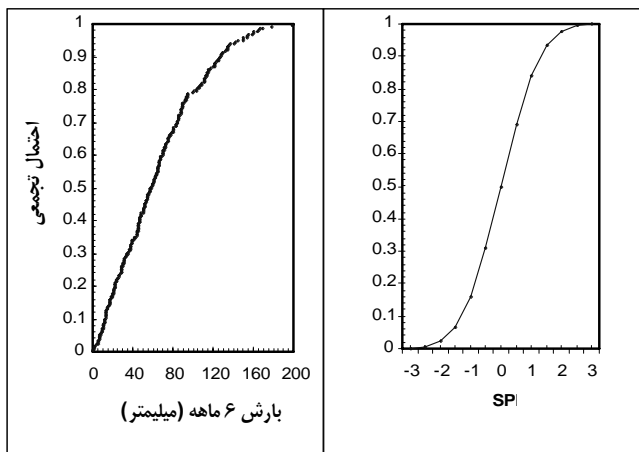
نمودار (۵) مقدار SPI چهل و هشت ماهه در ایستگاه زابلنمودار (۶) مقدار SPI سه ماهه در ایستگاه اصفهان نمودار (۷)



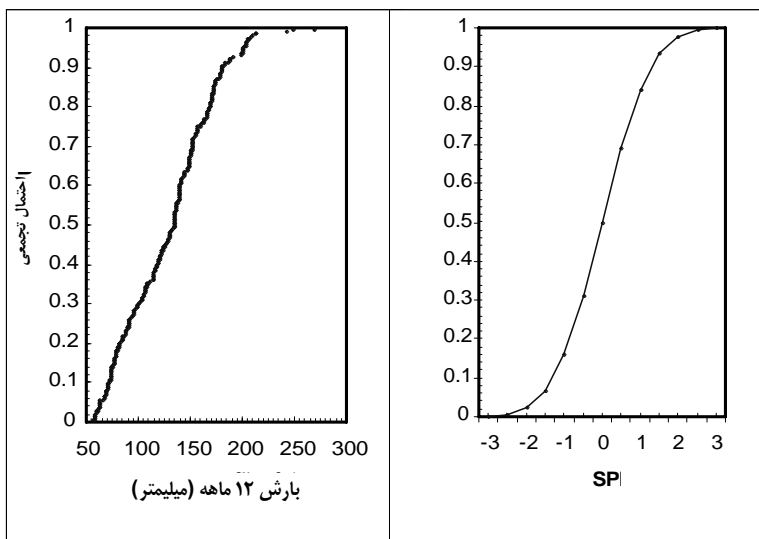
نمودار (۶) مقدار SPI شش ماهه در ایستگاه اصفهان



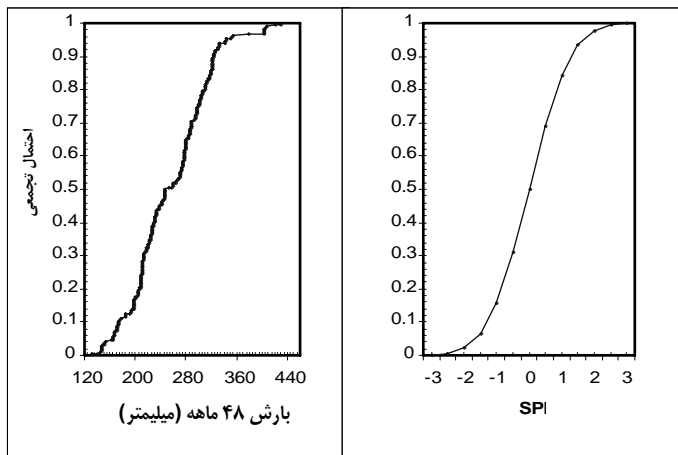
نمودار (۷) مقدار SPI شش ماهه در ایستگاه اصفهان



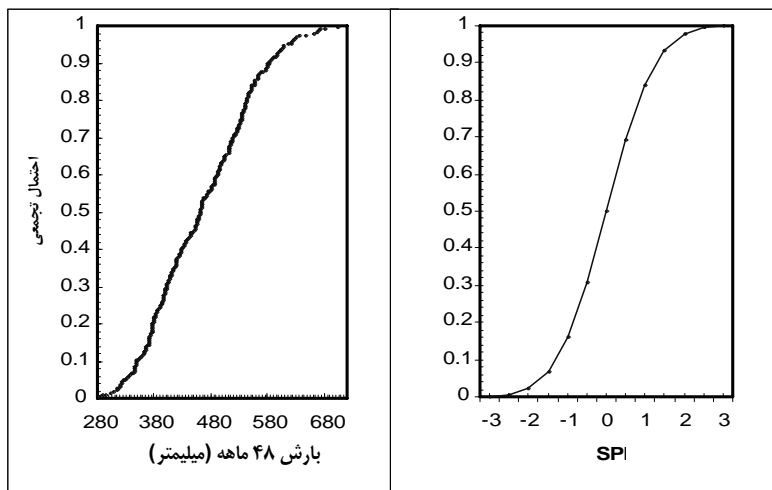
نمودار (۸) مقدار SPI دوازده ماهه در ایستگاه اصفهان



نمودار (۹) مقدار SPI بیست و چهار ماهه در ایستگاه اصفهان



نمودار (۱۰) مقدار SPI چهل و هشت ماهه در ایستگاه اصفهان



بحث و نتیجه گیری:

با آنالیز سریهای زمانی داده‌های بارش ماهانه یک مکان می‌توان شاخص SPI را برای هر ماه محاسبه کرد که شاخص SPI ماهانه وابسته به مقیاس زمان نامیده می‌شود. بنابراین شاخص SPI می‌تواند برای مشاهدات کل بارش ۳ ماهه تا ۴۸ ماهه محاسبه شود. شاخص SPI سه ماهه برای شاخص خشکسالی فصلی یا کوتاه مدت کاربرد دارد و شاخص SPI ۱۲ ماهه برای شاخص خشکسالی متوسط مدت و شاخص ۴۸ SPI ماهه برای شاخص خشکسالی طولانی مدت به کار می‌رود. نمودارهای (۱) تا (۱۰) نشانگر شاخص خشکسالی برای ایستگاههای اصفهان و زابل در مقیاسهای زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه می‌باشند با توجه به این نمودارها می‌توان مشخص نمود که در ماه مورد نظر در مقیاس کوتاه مدت، متوسط مدت یا طولانی مدت خشکسالی اتفاق می‌افتاد یا خیر، بنابراین شاخص SPI برای دوره یک ماه یا یک سال وابسته به مقیاس زمان می‌باشد. برای مثال مقدار شاخص SPI سه ماهه برای فروردین ماه ۱۳۷۰ با توجه به کل بارندگی بهمن ماه ۱۳۶۹ تا فروردین ۱۳۷۰ محاسبه می‌شود.

قدردانی:

در اینجا لازم می‌داند از همکاری سازمان هواشناسی بواسطه در اختیار گذاردن اطلاعات آماری بارندگی شهرستانهای مورد استفاده در این مقاله قدردانی و تشکر نمائیم.

مراجع:

1. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1995."Drought monitoring with multiple time scales". Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, pp. 233-236.
2. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1993." The relationship of drought frequency and duration to time scales". Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.
3. Nathaniel B.Guttman".Comparision The Palmer Drought Undex and The Standardized Precipitation Index".Journal of The American Water Resources Association,Vol.34,No.1,pp.113-121,1998.
4. Wilhite, D. A. and M. H. Glantz, 1985."Understanding the drought phenomenon: the role of definitions Water International",10(3):111-120.

Determination of drought periods by using the SPI index

Mojtaba Nassaji Zavareh

Member of staff at Imam Khominie higher education center p.o.box.13145-498

Mojtaba Saneie

Member of staff at Imam Khominie higher education center p.o.box.13145-498

Abstract:

Precipitation deficit has different impacts on ground water, soil moisture and stream flow. For drought determination, first an index must be defined. This index is a climatology drought index. This index is used for determination of precipitation deficit in different time scales. The time scales display drought impact on availability of water resources. The deficit of precipitation in short time scales affect soil moisture however long time scales affect on ground water, stream flow and reservoir storage. Therefore, SPI calculation for any location is based on long term precipitation record for the desired period. This data is fitted to probability distribution and then is transformed into a normal distribution. Form the normal distribution the SPI for the required time scales is calculation and finally by using the table of SPI the condition and the degree of dryness, wetness will be determined. The results of data analysis reflect the index for different time scales, finally drought, normal, and wetness in Iran. It is possible to forecast the drought period with different time scales by applying the SPI index.

Key word: drought, index, SPI, time scale