

## کاربرد نرم افزار DIP در تعیین شاخص های خشکسالی هواشناسی (مطالعه موردی ایذه)

سارا بنی نعیمه<sup>۱\*</sup>، زینب سالمی<sup>۲</sup>، اسماء اصغری<sup>۲</sup>، فرانک کسائی<sup>۴</sup>

\*<sup>۱</sup>- کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، کارشناس سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، amiri.sara63@gmail.com

<sup>۲</sup>- کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز

<sup>۳</sup>- کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز

<sup>۴</sup>- رئیس گروه بانک اطلاعات پایه منابع آب-سازمان آب و برق خوزستان

### چکیده

خشکسالی به طور کلی در اثر کاهش بارندگی از میزان نرمال و یا میزان مورد انتظار آن در یک دوره زمانی مشخص بوجود می آید. گرچه برخی آن را واقعه ای نادر و تصادفی می انگارند اما خشکسالی ویژگی موقت همه مناطق اقلیمی است و از یک منطقه به منطقه دیگر تغییر می کند. در این پژوهش، تحلیل خشکسالی هواشناسی منطقه با استفاده از نرم افزار DIP به صورت ماهانه بررسی شد. داده های متوسط بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۳ را بعد از نرمال کردن با آزمون های ذکر شده در مواد و روش ها، نرمال کرده و وارد نرم افزار می شود و شاخص های Z چینی (CZI) و SPI این سری زمانی محاسبه می شود. بر اساس شاخص CZI سال ۱۳۵۹ با مقادیر ۲/۳- بسیار خشک و سال های ۱۳۸۸ و ۹۱ به ترتیب با مقادیر ۱/۲۸- و ۱/۱۶- خشکسالی متوسط و سال ۱۳۷۲ و ۸۶ با مقادیر ۱/۹۷ و ۱/۵۱ وضعیت بسیار مرطوب را نشان می دهد. بر اساس شاخص ZCI سال ۱۳۵۹ با ۲/۳۴- به شدت خشک و سال ۱۳۸۷ و ۸۸ به ترتیب با مقادیر ۱/۳- و ۱/۲۹- وضعیت خشکسالی متوسط و سالهای ۱۳۷۲ و ۸۶ به ترتیب با مقادیر ۱/۹۵ و ۱/۵ وضعیت بسیار مرطوبی را نشان می دهد و بر اساس شاخص SPI سال ۱۳۵۹ با مقادیر ۳/۶۳- وضعیت به شدت خشک و سالهای ۱۳۸۷ و ۸۸ به ترتیب با مقادیر ۱/۲۵- و ۱/۲۲- وضعیت خشکسالی متوسط و سالهای ۱۳۷۲ و ۸۶ به ترتیب با مقادیر ۱/۵۳ و ۱/۲۵ وضعیت بسیار مرطوب را نشان می دهد. که با توجه به مقادیر محاسبه شده و جداول ارائه شده در قسمت مواد و روش ها، بر اساس شاخص های نرم افزار CZI و SPI و ZCI ۱ دوره خشکسالی شدید، ۲ دوره خشکسالی متوسط و ۳ دوره خشکسالی ضعیف و ۲ دوره وضعیت متوسط مرطوب و ۲ دوره وضعیت بسیار مرطوب در دوره آماری شناسایی شد.

### واژه های کلیدی

نرم افزار DIP، شاخص های خشکسالی، ایستگاه هواشناسی

ایذه

### مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده های هواشناسی و جدایی ناپذیر از شرایط اقلیمی در کشورهای واقع در عرض های جنوب حاره ای مانند ایران است. در این مناطق که بیشترین بیابان های جهان حضور دارند، خشکسالی امری است عادی و ممکن است در هر محلی رخ داده و پیامدهای نامطلوب به همراه داشته باشد. ویژگی ها و اثرات خشکسالی از قبیل شدت، مدت و بزرگی آن از محلی به محل دیگر متفاوت است. در مناطق خشک و نیمه خشک، اثرات کمبود بارندگی بر روی منابع آب به سرعت آشکار می شود. به بیان دیگر در مناطقی که به طور طبیعی دارای محدودیت منابع آب هستند، بروز خشکسالی تأثیرات منفی بیشتری به دنبال داشته و حتی می تواند به بحران منتهی شود.

مطالعات موجود نشان می دهند که در گذشته برخی خشکسالی ها به طور محدود و بعضاً گسترده، کشور را با شدت های متفاوت در بر گرفته و باعث بروز خسارت های فراوان به محصولات کشاورزی و دامی مناطق روستایی شده و مهاجرت دسته جمعی روستائیان به شهرها را به دنبال داشته است. حاشیه نشینی شهرهای بزرگ یکی از عوارض این مهاجرت است که هزینه های بسیار سنگینی را بر جامعه و کشور تحمیل می کند. نتایج سرشماری ها نشان می دهد که برخی از روستاهای کشور در اثر این گونه خشکسالی ها خالی از سکنه شده اند. وقوع پیایی خشکسالی های شدید و بلند مدت بویژه در مناطق حساس و شکننده موجب زیان های شدید اقتصادی و اجتماعی می شود.

هر خشکسالی دارای ۴ ویژگی عمده می باشد که عبارتند از: دوره تداوم، شدت، فراوانی و گستره این ویژگیها در هر مطالعه خشکسالی مورد بررسی قرار می گیرد. در تعیین شاخص های خشکسالی از نرم افزارهای متعددی استفاده می شود که یکی از آنها، نرم افزار DIP است. این نرم افزار توسط شرکت مدیریت منابع آب وزارت نیرو

جدول ۱- مشخصات ایستگاه هواشناسی ایذه

میانگین	پارامتر	مقیاس	دوره آماری	ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۶۱۴/۷۶	بارندگی	سالانه	۱۳۹۳-۱۳۵۹	۹۱۳	۳۱-۴۹-۰۰۰	۴۹-۵۰-۵۹

#### ۱- شاخص های خشکسالی

شاخص های DIP به صورت ماهانه و روزانه ، شاخص های PNI و DI به صورت ماهانه، روزانه و فصلی و در نهایت شاخص های CZI، ZSI، MCZI و SPI به صورت سالانه و میانگین متحرک ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه قابل محاسبه می باشند. [۴ و ۹]

#### شاخص های بارندگی استاندارد شده SPI

این شاخص توسط مک کی ۱۰ و همکاران از دانشگاه ایالت کلرادو در سال ۱۹۹۳ تدوین شد. اساس آن احتمالات بارندگی برای هر مقیاس زمانی است. این شاخص برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی های طولانی مدت آن محاسبه می شود. مقادیر مثبت SPI نشان دهنده ی بارندگی بیشتر از بارش متوسط و مقادیر منفی آن معنای عکس را دارد. طبق این روش که با نرم افزار محاسبه می شود، دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می افتد که مقدار این شاخص به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- و یا کمتر برسد و هنگامی پایان میابد که مقدر محاسبه شده مثبت باشد. بنابراین مدت دوره خشکسالی با شروع و خاتمه ی ارقام منفی این شاخص تعیین می شود و مقادیر تجمعی این شاخص، بزرگی و شدت دوره ی خشکسالی را نشان می دهد. [۷]

جدول ۴- طبقه بندی شاخص SPI

وضعیت	درصد از نرمال
خیلی خیلی مرطوب	بزرگتر یا مساوی ۲
خیلی مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹
کمی مرطوب	۱ تا ۱/۹۹
نزدیک به نرمال	۰/۹۹ تا -۰/۹۹
کمی خشک	۱- تا -۱/۴۹
خشک شدید	-۱/۵ تا -۱/۹۹
خشک بسیار زیاد	کوچکتر یا مساوی -۲

#### شاخص Z چینی CZI

این شاخص تبدیل ریشه سوم ویلسون هیلفرتی می باشد، با این فرض که داده ها از توزیع پیرسون ۳ تبعیت می کند.

(۵)

$$Z_{ij} = \frac{F}{C_{si}} \left( \frac{C_{si}}{2} \varphi + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{F}{Z_{si}} + \frac{C_{si}}{F}$$

$$C_{si} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{Z \times \sigma_i^2}$$

(۶)

$$\varphi_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{\delta_i}$$

(۷)

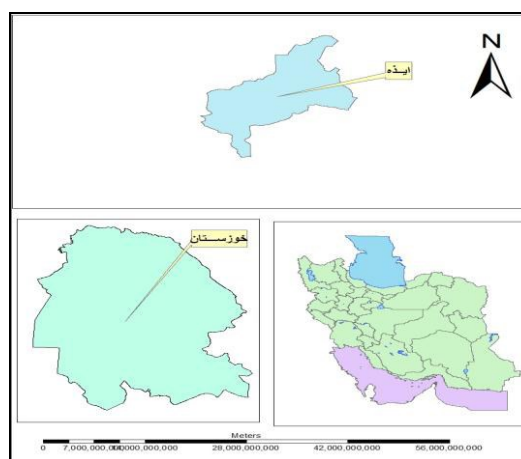
۱۰ - Mckee

ایران ۲ نوشته شده است که قادر به محاسبه تمام شاخص های خشکسالی اعم از PNI<sup>۳</sup>، DI<sup>۴</sup>، CZI<sup>۵</sup>، MCZI<sup>۶</sup>، ZSI<sup>۷</sup>، DEI<sup>۸</sup> و SPI<sup>۹</sup> میباشد. [۷] صفدری بررسی ویژگی های شدت، تداوم و گستره خشکسالیها در حوزه کارون و در نهایت تهیه نقشه های خشکسالیهای شدید در منطقه را مورد مطالعه قرار داد و شاخص خشکسالی بارش استاندارد (SPI) را بعنوان شاخص منتخب، جهت بررسی ویژگی های خشکسالی در ۲۹ ایستگاه واقع در داخل و خارج حوزه کارون با طول دوره آماری مشترک ۲۸ ساله (۱۹۹۹-۱۹۷۲ میلادی) در ۳ مقیاس زمانی ۳ ماهه ، ۶ ماهه و ۱۲ ماهه قرار داد و پس از بررسی نتایج خروجی، شدیدترین خشکسالیهای اتفاق افتاده در هر مقیاس در طول دوره آماری، طولانی ترین تداوم و نیز شدیدترین تداوم در هر مقیاس استخراج کرد. نتایج، وجود خشکسالی های شدید و بسیار شدید با تداومهای طولانی مدت را در طول دوره آماری در منطقه اثبات کرد. [۵]

#### مواد و روش ها

##### منطقه مورد مطالعه

شهر ایذه با وسعتی حدود ۳۸۶۳ کیلومتر مربع به فاصله ۲۰۵ کیلومتری شمال شرق مرکز استان خوزستان اهواز، بین طول های ۴۵° ۴۹،۰ تا ۵۰° درجه شرقی و عرض های ۴۵° ۳۱۰ تا ۳۲۰ درجه شمالی قرار دارد . در این مطالعه از داده های بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه در دوره آماری ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۳ استفاده شده است. در جدول ۱ مشخصات ایستگاه مورد مطالعه آورده شده است.



نقشه ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان ایذه

<sup>۱</sup> -Water Resources Management Co. Ministry of Energy, Iran

<sup>۳</sup> -Present of Normal Index

<sup>۴</sup> - Deciles Index

<sup>۵</sup> -Standardized Precipitation Index

<sup>۶</sup> -China Z Index

<sup>۷</sup> -Modified CZI Index

<sup>۸</sup> -Z-Score index

<sup>۹</sup> -Effective Drought Index

جدول ۵- طبقه بندی خشکسالی سری زمانی داده های بارندگی شاخص Zci

Zci		
1359	-2.34	Extremely dry
1360	-0.57	Near normal
1361	0.43	Near normal
1362	-0.01	Near normal
1363	-0.98	Near normal
1364	-0.61	Near normal
1365	1.29	Moderately wet
1366	1.29	Moderately wet
1367	1.06	Moderately wet
1368	-0.53	Near normal
1369	0.54	Near normal
1370	-0.03	Near normal
1371	1.33	Moderately wet
1372	1.95	Very wet
1373	-0.67	Near normal
1374	0.48	Near normal
1375	1.2	Moderately wet
1376	-0.49	Near normal
1377	0.69	Near normal
1378	-0.61	Near normal
1379	-1.11	Moderately dry
1380	-0.61	Near normal
1381	1.1	Moderately wet
1382	-0.65	Near normal
1383	-0.32	Near normal
1384	0.42	Near normal
1385	0.42	Near normal
1386	1.5	Moderately wet
1387	-1.3	Moderately dry
1388	-1.29	Moderately dry
1389	0.22	Near normal
1390	-1.03	Moderately dry
1391	-1.16	Moderately dry
1392	0.41	Near normal

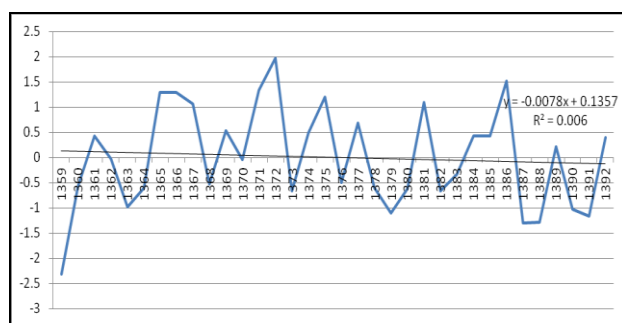
جدول ۶- طبقه بندی خشکسالی سری زمانی داده های بارندگی spi

spi		
1359	-3.63	Extremely dry
1360	-0.39	Near normal
1361	0.5	Near normal
1362	0.14	Near normal
1363	-0.83	Near normal
1364	-0.42	Near normal
1365	1.12	Moderately wet
1366	1.12	Moderately wet
1367	0.96	Near normal
1368	-0.34	Near normal
1369	0.59	Near normal
1370	0.12	Near normal
1371	1.14	Moderately wet
1372	1.53	Very wet
1373	-0.49	Near normal
1374	0.54	Near normal
1375	1.06	Moderately wet
1376	-0.3	Near normal
1377	0.69	Near normal
1378	-0.42	Near normal
1379	-0.99	Near normal
1380	-0.43	Near normal
1381	0.99	Near normal
1382	-0.47	Near normal
1383	-0.14	Near normal
1384	0.49	Near normal
1385	0.49	Near normal
1386	1.25	Moderately wet
1387	-1.25	Moderately dry
1388	-1.22	Moderately dry
1389	0.33	Near normal
1390	-0.89	Near normal
1391	-1.06	Moderately dry
1392	0.48	Near normal

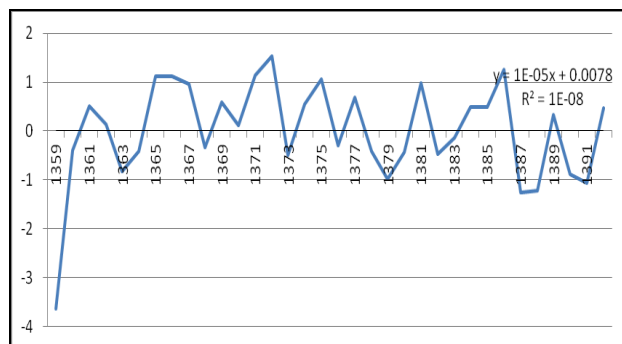
که در آن  $Z_{ij}$  شاخص  $Z$  چینی و  $i$  مقیاس زمانی مورد نظر بر حسب ماه و  $j$  ماه جاری است.  $C_{si}$  ضریب چولگی،  $n$  تعداد کل ماه های دوره آماری،  $\varphi_{ij}$  متغیر استاندارد شده،  $\sigma$  میانگین و  $\bar{X}_i$  میانگین بارندگی در هر مقیاس زمانی می باشد. طبقه بندی این شاخص نیز همان شاخص SPI می باشد. [۶]

### شاخص Z-Score (ZSI)

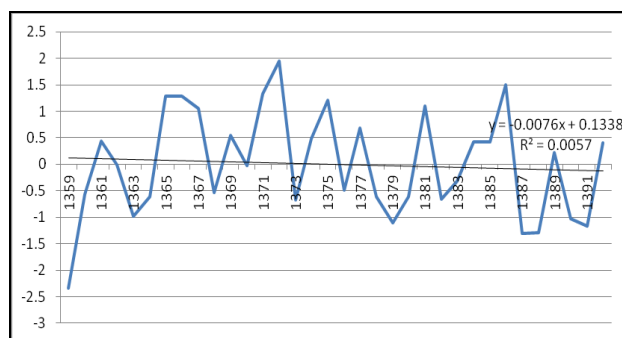
رابطه (۷) در معادلات مربوط به محاسبه شاخص CZI برای محاسبه ZSI قابل استفاده است. این شاخص نیاز به تبدیال داده ها و برازش توزیع هایی مانند گاما و یا پیرسون، مطابق آنچه که در CZI و SPI انجام می گردد، ندارد و لذا به نظر می رسد که این شاخص برای مقیاس های زمانی کوتاه مدت کارا نباشد.



نمودار ۱- شاخص CZI ایستگاه ایزده در بازه زمانی ۱۳۵۹-۹۳



نمودار ۲- شاخص ZCI ایستگاه ایزده در بازه زمانی ۱۳۵۹-۹۳



نمودار ۳- شاخص SPI ایستگاه ایزده در بازه زمانی ۱۳۵۹-۹۳

جدول ۶- طبقه بندی خشکسالی سری زمانی داده‌های بارندگی CZI

czi		
1359	-2.31	Extremely dry
1360	-0.58	Near normal
1361	0.43	Near normal
1362	-0.02	Near normal
1363	-0.98	Near normal
1364	-0.61	Near normal
1365	1.29	Moderately wet
1366	1.29	Moderately wet
1367	1.06	Moderately wet
1368	-0.53	Near normal
1369	0.54	Near normal
1370	-0.04	Near normal
1371	1.33	Moderately wet
1372	1.97	Very wet
1373	-0.67	Near normal
1374	0.48	Near normal
1375	1.2	Moderately wet
1376	-0.5	Near normal
1377	0.68	Near normal
1378	-0.61	Near normal
1379	-1.1	Moderately dry
1380	-0.62	Near normal
1381	1.1	Moderately wet
1382	-0.66	Near normal
1383	-0.33	Near normal
1384	0.42	Near normal
1385	0.42	Near normal
1386	1.51	Very wet
1387	-1.3	Moderately dry
1388	-1.28	Moderately dry
1389	0.21	Near normal
1390	-1.03	Moderately dry
1391	-1.16	Moderately dry
1392	0.4	Near normal

متوسط و سالهای ۱۳۷۲ و ۸۶ به ترتیب با مقادیر ۱/۵۳ و ۱/۲۵ وضعیت بسیار مرطوب را نشان می‌دهد. که با توجه به مقادیر محاسبه شده و جداول ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها، بر اساس شاخص های نرم افزار CZI و ZCI و SPI ۱ دوره خشکسالی شدید، ۲ دوره خشکسالی متوسط و ۲ دوره خشکسالی ضعیف و ۲ دوره وضعیت متوسط مرطوب و ۲ دوره وضعیت بسیار مرطوب در دوره آماری شناسایی شد.

بررسی مؤلفه‌های پدیدآورنده خشکسالی و تحلیل عوارض آن، یکی از نیازهای اساسی در مطالعات توسعه و احیاء منابع آب، خاک، کشاورزی و برنامه‌ریزی‌های محیطی و منابع طبیعی است که بی‌شک روی تک تک مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی و حتی سیاسی کشور تاثیر می‌گذارد. با شناخت درست پدیده خشکسالی و پذیرش آن به عنوان یک واقعیت اقلیمی و گریز ناپذیر کشور، می‌توان به این نتیجه رسید که مدیریت سازگاری با این پدیده، شاید ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین روش برای مواجهه با آن و کاهش خسارات ناشی از آن باشد.

### تشکر و قدردانی

از سازمان آب و برق خوزستان، معاونت مطالعات پایه و طرح های جامع منابع آب و دفتر پژوهش‌های کاربردی و دانشگاه آزاد اسلامی اسلامی واحداهواز جهت همکاری در این زمینه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

### مراجع

- انگبینی، سمیه و عابدی، اصغر. " کارایی نمایه‌های خشکسالی هواشناسی برای پایش و ارزیابی خشکسالی استان چهارمحال و بختیاری". دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن. ۱۳۸۸
- پارسافر، نصرالدین و معروفی، صفر. " کارایی نمایه های خشکسالی هواشناسی در مدیریت خطر خشکسالی های منطقه ارومیه". همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳۸۸
- حیدری، مجید و فرخی، الهام و فرخی، سارا. "تحلیل خشکسالیهای هواشناسی با استفاده از نرم افزار DIP و هیدرولوژیکی. مطالعه موردی: ارومیه و خوی" پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران. ۱۳۸۸
- صفدری، علی اکبر. "پهنه بندی خشکسالی های حوزه آرون به آمک شاخص SPI در محیط GIS". همایش ژئوماتیک. ۱۳۸۲
- صفوی، حمیدرضا. "هیدرولوژی مهندسی. انتشارات ارکان دانش، چاپ اول، ویرایش دوم، ۷۰۶ صفحه. ۱۳۸۸
- عابدینی، الهام و علیدوست، احسان و کاردان مقدم، حمید. " کمی سازی نمایه خشکسالی SPI با مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی ". اولین کنفرانس بین المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا. ۱۳۸۹.

### نتیجه گیری

پدیده های طبیعی خشکسالی محدودیت ذاتی منابع آب، زمینه را برای بروز خشکسالی های شدید در بخش هایی از کشور بیشتر کرده است. خشکسالی پدیده ای غیرطبیعی نیست، اما ابعاد و اثرات تخریبی آن به نسبت شدت و موقعیت جغرافیایی متفاوت است. وقوع پدیده های خشکسالی به صورت ادواری زمینه آسیب پذیری بیشتر کشور از منابع آب را فراهم می نماید. در این تحقیق داده های متوسط بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه با استفاده از نرم افزار DIP به صورت ماهانه بررسی شد. داده های متوسط بارندگی سالانه ایستگاه هواشناسی ایذه از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۳ را بعد از نرمال کردن با آزمون های ذکر شده در مواد و روش‌ها، نرمال کرده و وارد نرم افزار شد و شاخص های Z چینی (CZI) و ZCI و SPI این سری زمانی محاسبه می‌شود. بر اساس شاخص CZI سال 1359 با مقادیر ۲/۳- بسیار خشک و سال های ۱۳۸۸ و ۹۱ به ترتیب با مقادیر ۱/۲۸- و ۱/۱۶- خشکسالی متوسط و سال ۱۳۷۲ و ۸۶ با مقادیر ۱/۹۷ و ۱/۵۱ وضعیت بسیار مرطوب را نشان میدهد. بر اساس شاخص ZCI سال ۱۳۵۹ با ۲/۳۴- به شدت خشک و سال ۱۳۸۷ و ۸۸ به ترتیب با مقادیر ۱/۳- و ۱/۲۹- وضعیت خشکسالی متوسط و سالهای ۱۳۷۲ و ۸۶ به ترتیب با مقادیر ۱/۹۵ و ۱/۵ وضعیت بسیار مرطوبی را نشان می‌دهد و بر اساس شاخص SPI سال ۱۳۵۹ با مقادیر ۳/۶۳- وضعیت به شدت خشک و سالهای ۱۳۸۷ و ۸۸ به ترتیب با مقادیر ۱/۲۵- و ۱/۲۲- وضعیت خشکسالی

۷. عضدی، محمود و سلیمانی، کریم و حبیب نژاد روشن، محمود و عبدالهی، خدایار. "پایش خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در دوره بازگشت های مختلف (مطالعه موردی: استان مازندران)". سومین همایش بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه". ۱۳۸۶.
۸. محمدی مطلق، رضا. "کارایی نمایه های خشکسالی هواشناسی در مدیریت خطر خشکسالیهای سه دهه اخیر شیراز". دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب. ۱۳۸۹.