

# بررسی تاثیر خشکسالی های اخیر بر آبهای زیرزمینی دشت کاشان

دکتر علیرضا انتظاری، امیر فخرآبادی، سید فرزاد حسینی آرانی، محمود نامجو

دانشگاه تربیت معلم سبزواری و آموزش و پرورش شهرستان نطنزکاشان

چکیده

خشکسالی از جمله ناهنجاری های اقلیمی است که بروز آن سبب تاثیرات زیادی در زندگی انسان و جانداران زنده است هدف از این مقاله بررسی خشکسالی های اقلیمی و هیدرولوژیک است. بدین منظور در این مقاله ابتدا با دریافت آمار ایستگاه های بارانسنجی و آب های زیرزمینی و بازسازی داده های آن تک تک ارقام موجود ایستگاه های بارانسنجی را با روش SPI بررسی کرده و در نهایت نتایج حاکی از آن است که خشکسالی با تاخیر زمان دو الی سه ماهه در افت منابع زیرزمینی موثر می باشد.

**واژگان کلیدی:** کاشان، خشکسالی، آبهای زیرزمینی، شاخص SPI

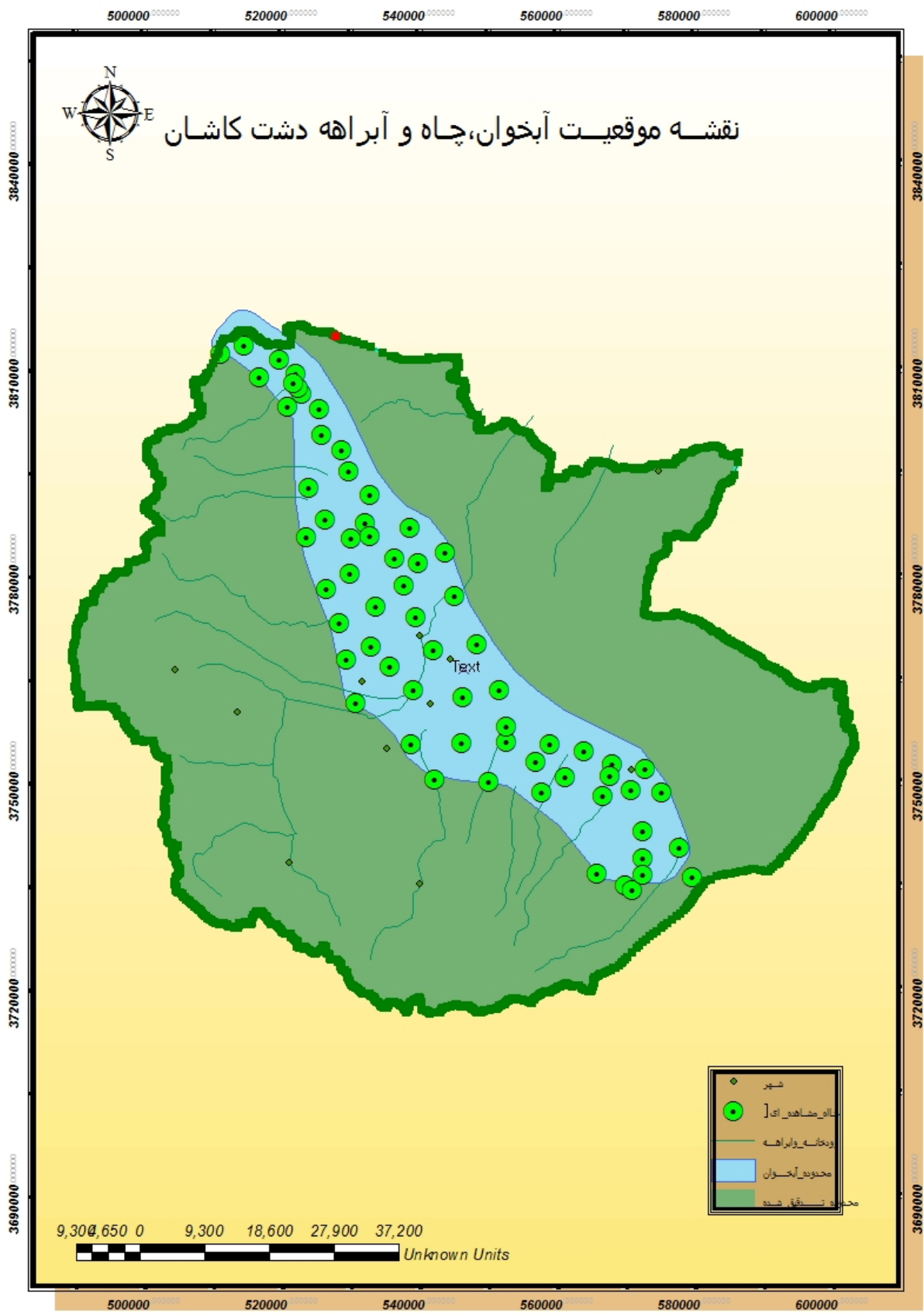
مقدمه

## موقعیت منطقه ی مورد مطالعه

دشت کاشان در دامنه کوه های کرکس و حاشیه کویر مرکزی ایران در حدود ۲۴۰ کیلومتری جنوب تهران و بین نصف النهار ۵۱/۵۴ و ۵۱/۰۵ و مدارهای ۳۳/۴۵ و ۳۴/۲۳ قرار دارد. دشت کاشان به وسعت ۱۴۷۴ کیلومتر مربع، شهر کاشان و بخش مرکزی آن و شهر آران و بیدگل و شهر نوش آباد همه بخش های آن و اراضی کشاورزی واقع در دشت را شامل می شود. تقریباً تمام بهره برداری از آبخوان آبرفتی دشت کاشان نیز در همین محدوده انجام می گیرد. دشت کاشان را می توان به صورت یک دره ی باریک که دارای امتداد شمال غربی - جنوب شرقی می باشد دانست عرض این دره در حدود ۲۰ کیلومتر مربع بوده که در شمال به دشت قم و در جنوب به ارتفاعات مجاور منطقه نطنز و از غرب به ارتفاعات و از شرق به محدوده دریاچه نمک محدود می باشد. حداکثر ارتفاع این دشت از سطح دریا ۱۲۰۰ متر در حاشیه ی غربی دشت و حداقل ارتفاع آن ۸۰۰ متر در حاشیه ی کویر می باشد. (خراسانی زاده و همکاران، ۱۳۸۶)

در میان عناصر آب و هوایی، بارش از تغییرات و نوسانات مکانی و زمانی بیشتری برخوردار است. وقوع خشکسالی ها و ترسالی ها از نتایج نوسانات زمانی بارش ناشی می گردد. از جمله نتایج وقوع خشکسالی افت سطح آب های زیرزمینی است که باعث کاهش محصولات کشاورزی، برهم خوردن توازن محیطی، تلف شدن جانوران (دامها) و تاثیرات بسیار سوء بر صنایع و بقیه ی امور جامعه که پایه و محور حرکت و چرخش فعالیتشان آب می باشد گذارده که همه ی این موارد جای تامل دارد. وقوع خشکسالی های متناوب و طولانی و نوسانات بالای آب و هوایی از عوامل اصلی کمبود آب به ویژه منابع آب سطحی است که فشار مضاعفی بر منابع آب زیرزمینی وارد می کند. ارتباط خشکسالی هواشناسی با تاخیر زمانی در یک مکان به خشکسالی هیدرولوژی منجر می شود که در هیدرولوژی آب های زیرزمینی این تاخیر زمانی بیشتر می باشد (حسینمراد و شمسی پور: ۱۳۸۲)





## پیشینه‌ی تحقیق

عزیزی (پژوهش‌های جغرافیایی، ۱۳۸۲، ص ۱۴۳-۱۳۱) در بررسی ارتباط خشکسالی‌های اخیر و افت آبهای زیرزمینی دشت قزوین با استفاده از داده‌های بارش سالیانه و ماهیانه و هیدروگراف آبهای زیرزمینی در طی زمان به این نتیجه رسیده است که خشکسالی در آب‌های زیرزمینی با ۲ الی ۳ ماه تاخیر نسبت به خشکسالی‌های اقلیمی بروز می‌کند که به طور متوسط در دوره‌ی مطالعاتی هر سال ۲۵ سانتی متر افت آب را نشان داده است.

گیتی و همکاران (۱۳۷۸، ص ۶) در بررسی روند شور شدن آبهای زیرزمینی شمال دشت کاشان به این نتیجه رسیده‌اند افت آبهای زیرزمینی در طی بازه‌ی زمانی ۳۲ ساله در مناطق مختلف دشت کاشان را متفاوت دانسته به عنوان نمونه اشاره به ناحیه‌ی نوش‌آباد با وسعتی حدود ۱۷۵ متر مربع عمق آب دچار ۷۱ متر افت نشان داده که کاهش عظیم سطح آب را نشان می‌دهد به طوری که در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند که سالانه در این ناحیه افت ۱ متر سطح آب را شاهدیم.

بداق جمالی و همکاران (ص ۱۳ و ۲۰) در پهنه‌بندی استان خراسان با استفاده از نمایه SPI در دوره‌های ۱۲، ۱۷، ۲۴، ۲۹، ۳۶ با استفاده از داده‌های ۱۵ ایستگاه و داده‌های SPI ۳ و ۱۲ ماهه به پهنه‌بندی اقلیم می‌پردازد برای میان‌یابی و تحلیل فضایی انجام داده‌اند و در پایان نمایه‌ی SPI به عنوان نمایه مناسبی در پهنه‌بندی خشکسالی خراسان شناخته شده است.

اربابی در تحلیل اثر خشکسالی با روش درون‌یابی با استفاده از شاخص Z نرمال با استفاده از GIS در دشت کاشان به مطالعه‌ی الگوهای مکانی و زمانی وقایع خشکسالی در دشت کاشان پرداخته است که در نهایت شاخص بارش دوره‌ی سه ماهه‌ی بهار را مثبت نشان داده و در سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۱ شرایط بارشی منفی نشان داده شده است.

پاکروان در رساله کارشناسی ارشد خود در چکیده مطالب آورده است که در بررسی منابع آب زیرزمینی به این نتیجه رسیده است که هر ساله از سطح ایستابی منطقه کاسته می‌شود و سال‌هایی که میزان افت سطح آب زیاد بوده است میزان نشست زمین نیز بیشتر بوده است.

شمسی‌پور و همکاران، (پژوهش‌های جغرافیایی ص ۱۳۰-۱۱۵) در بررسی تاثیر خشکسالی بر افت آبهای زیرزمینی بر دشت‌های شمال همدان با استفاده از شاخص نمره Z استاندارد و همچنین قابلیت‌های نرم افزار GIS و در نهایت به این نتیجه می‌رسد که در دوره‌ی مطالعاتی خود اثرات خشکسالی با تاخیر زمانی بیشتری (با تاخیر ۹ ماهه) در آبهای زیرزمینی رخ می‌دهد.

## بیان موضوع (مسئله) و ضرورت انجام آن

آبهای زیرزمینی در سطح جهان همیشه یکی از مطمئن‌ترین منابع تامین کننده آب مورد نیاز بشر بوده است. این منابع به دلیل اینکه دارای ثبات نسبتاً مناسبی در کمیت و کیفیت خود هستند، همیشه مورد توجه بوده‌اند. بخصوص در مناطقی که دارای اقلیم سخت و طاقت‌فرسا هستند مثل منطقه‌ی کاشان این منابع دارای اهمیت ویژه‌ای هستند، به طوری که وجود آب در دل زمین تنها علت بقای حیات در این مناطق می‌باشد (شرکت مهندسی مشاوره سبزاندیش پایش، شناسایی راههای مهار پیشروی آب شور به سمت دشت کاشان، گزارش نهایی، ۱۳۸۵، ص ۱) آب یک موضوع بسیار مهم برای مطالعه است و اهمیت مطالعه‌ی آب زیرزمینی برای این است که یکی از منابع اصلی و کلیدی آب شرب به شمار می‌رود و برای زندگی بشر بسیار ضروریست. موجودیت آب در کره‌ی زمین ۳۳۰ میلیون مایل مکعب تخمین زده شده است قابل توجه این است که آب زیرزمینی فقط ۰.۶٪ آبهای موجود کره‌ی زمین را تشکیل می‌دهد. آب زیرزمینی و این حجم ناچیز یعنی ۰.۹۸٪ آب شیرین قابل استفاده برای بشر را تامین می‌کند. (طاهری، آبهای زیرزمینی، ص ۱) از آنجایی که آب از عناصر اصلی توسعه‌ی پایدار محسوب می‌شود و تحت تاثیر فاکتورهای متعدد از جمله بارندگی می‌باشد به طوریکه می‌توان نقش بارش زیاد یا کم و به عبارتی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها را بر سطح آبهای زیرزمینی بررسی کرد و تاثیرات اقلیم را بر آن شاهد بود لذا از آنجاکه این بخش ارزشمند یعنی آبهای زیرزمینی مهم‌ترین و محوری‌ترین عامل توسعه به خصوص در مناطق کویری که منبع اصلی تامین آب محسوب می‌شوند و به نظر می‌رسد آبهای زیرزمینی تحت تاثیر خشکسالی دچار کاهش می‌شود از آنجایی که کشور ما ایران در یکی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار

گرفته است و خشکی جزء فطرت و ضعف ذاتی آن است. (نیک اندیش، ۱۳۸۹) و سرزمینی بسیار متنوع است که هیچکدام از ویژگی‌های جغرافیایی به اندازه پراکندگی مکانی و زمانی عناصر آب و هوایی، تنوع نشان نمی‌دهند (علیچانی آب و هوای ایران ص ۱) که خود جای تامل دارد. و از بین این عوامل بارش از نوسان بیشتری برخوردار است که این نوسانات در خشکسالی نمود یافته، خشکسالی نیز به عنوان یک عارضه موقت هر چند سال یکبار در این مناطق حادث می‌شود و در نتیجه آن مشکلات خاص این مناطق را حادث می‌نماید. اما در سطح دشت کاشان نظر به این که آب و هوای خشک و نیمه خشک حاکم می‌باشد، دشت مستعد وقوع خشکسالی و سیل می‌باشد که شواهد تاریخی نیز دلیلی بر این مدعا می‌باشد. پدیده خشکسالی اثرات منفی بزرگی بر منابع آب و محیط‌های وابسته به این منابع می‌گذارد که عموماً در برخی سالها خسارات جبران ناپذیری را سبب می‌گردد؛ این خسارات در مناطق خشک که از ساختار شکننده‌تری دارند، نمود بیشتری یافته و اثرات منفی ماندگاری را از جهات مختلف بر جای می‌گذارد. در این میان خشکسالی هواشناسی را می‌توان سیگنال ظهور دیگر انواع خشکسالی تعریف نمود.

## روش تحقیق:

### شاخص بارش استاندارد شده: (SPI)<sup>۱</sup>

شاخص بارش استاندارد شاخصی است که بر اساس احتمال بارش برای مقیاس‌های زمانی متفاوت به کار برده می‌شود همچنین رخداد شرایط خشکسالی را قبل از وقوع، پیش‌بینی می‌کند و به تخمین شدت خشکسالی کمک می‌کند.

به علاوه بسیاری از برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان و طراحان خشکسالی چند منظوره بودن شاخص بارش استاندارد را درک کرده و به اهمیت فوق‌العاده آن پی برده‌اند از سویی به این امر نیز آگاهی دارند که در این شاخص مقادیر و ارزشها بر داده‌های اولیه‌ای که ممکن است تغییر کنند استوار می‌باشند که یکی از نکات ضعف این شاخص می‌باشد.

به نقل از نیک اندیش، محاسبه شاخص بارش استاندارد شده 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 معیار آن یک می‌باشد. (ادوارد و مکی ۱۹۹۷)

ارقام مثبت شاخص بارش استاندارد معرف بهتری نسبت به میانگین بارش می‌باشد در حالی که مقادیر منفی این شاخص معرف پایین‌تری نسبت به میانگین بارش می‌باشند. چون شاخص بارش استاندارد شده رقمی شده است یعنی به صورت عدد درآمده‌اند بنابراین می‌تواند به روش یکسانی معرف اقلیم‌های خشک و مرطوب باشد. همچنین می‌توان دوره‌های مرطوب را نیز از طریق این شاخص نشان داد.

مکی و همکارانش در سال ۱۹۹۳ برای نشان دادن شاخص بارش استاندارد شده از یک سیستم طبقه‌بندی شده استفاده کردند. به طوری که در جدول رقم‌های SPI شاخص بارش استاندارد را برای تعیین شدت خشکسالی ناشی از شاخص بارش استاندارد به کار برده‌اند.

مکی و همکارانش در سال ۱۹۹۳ همچنین معیارهایی را برای رخداد یک خشکسالی در مقیاس‌های زمانی متفاوت تعریف کرده‌اند بطوری که آنها بیان کردند که یک خشکسالی زمانی اتفاق می‌افتد که شاخص بارش استاندارد منفی تداوم داشته باشد و همچنین وقوع یک خشکسالی زمانی شدید است که شاخص بارش استاندارد ۱- یا کمتر داشته باشد و در صورتیکه SPI مثبت شود رخداد خشکسالی به پایان خواهد رسید بنابراین هر رخداد خشکسالی یک دوره‌ای دارد که توسط شروع و پایانش و همچنین شدت هر ماهی که رخداد خشکسالی در آن تداوم داشته است تعیین می‌شود.

شاخص SPI شاخصی است که بستگی به احتمال بارش برای هر زمان و مقیاس است و برای مقیاس‌های زمانی مختلف می‌تواند محاسبه شود و هشدار اولیه‌ای جهت خشکسالی و کمک به ارزیابی شدت آن باشد. این روش به وسیله مک‌کی با توجه به بررسی تأثیرات متفاوت کمبود بارش بر روی آبهای زیر زمینی، ذخایر و منابع آب سطحی، رطوبت خاک، کلاهی برفی و جریان آبراهه ارائه شده است. این نمایه جهت کمی کردن کمبود بارش در مقیاس زمانی چند ماهه و منعکس کننده تأثیرات خشکسالی بر روی نوسانات موجود بارش در مقیاس زمانی نسبتاً کوتاه بوده، در عین حال باید توجه داشت که جریان آبهای زیرزمینی و ذخایر آبهای سطحی منعکس کننده

نوسانات درازمدت بارش می‌باشند. به همین دلیل SPI اساساً برای مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می‌شود. مقیاس‌های کمتر از ۶ ماه برای مطالعه خشکسالی‌های کشاورزی و زراعی و مقیاس‌های ۶ تا ۱۰ ماهه برای مطالعه تغییرات بارندگی فصلی که بر روی منابع آبهای سطحی تاثیر فراوان خود را نشان می‌دهد مناسب می‌باشد. مقیاس ۱۲ ماهه برای مطالعه تغییرات میان مدت و مقیاس‌های ۱۸ ماهه و بالاتر برای مطالعه خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نمایه SPI به وسیله قرار دادن تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار بارش به دست می‌آید.

میانگین SPI در مقیاس زمانی در یک موقعیت صفر خواهد بود و انحراف معیار آن برابر یک می‌باشد، این یک مزیت است زیرا SPI نرمال شده است. بنابراین اقلیم‌های خشک‌تر و مرطوب‌تر می‌توانند به همان روش نشان داده شوند. علاوه بر دوره‌های خشکسالی، دوره‌های تر سالی هم به وسیله نمایه SPI بررسی می‌شود. یک حادثه خشکسالی هر زمانی که SPI به طور مداوم منفی باشد و شدت آن به ارقام ۱- یا کمتر برسد، اتفاق می‌افتد. این حادثه زمانی که SPI به مقادیر مثبت برگردد تمام می‌شود. بنابراین هر حادثه خشکسالی دارای یک دوره زمانی می‌باشد که به وسیله شروع و خاتمه آن تعریف می‌شود و شدت آن برای هر ماه تا زمانی که حادثه تداوم دارد محاسبه می‌شود (به نقل از نیک اندیش ص ۱۸)

جدول - طبقه بندی شدت خشکسالی بر اساس شاخص (SPI)

شاخص SPI	درجه بندی خشکسالی
۰ تا ۰/۹۹ -	خشکسالی ملایم
۱/۴۹ - تا -۱	خشکسالی متوسط
۱/۹۹ تا -۱/۵	خشکسالی شدید
-۲ و کمتر	خشکسالی حاد

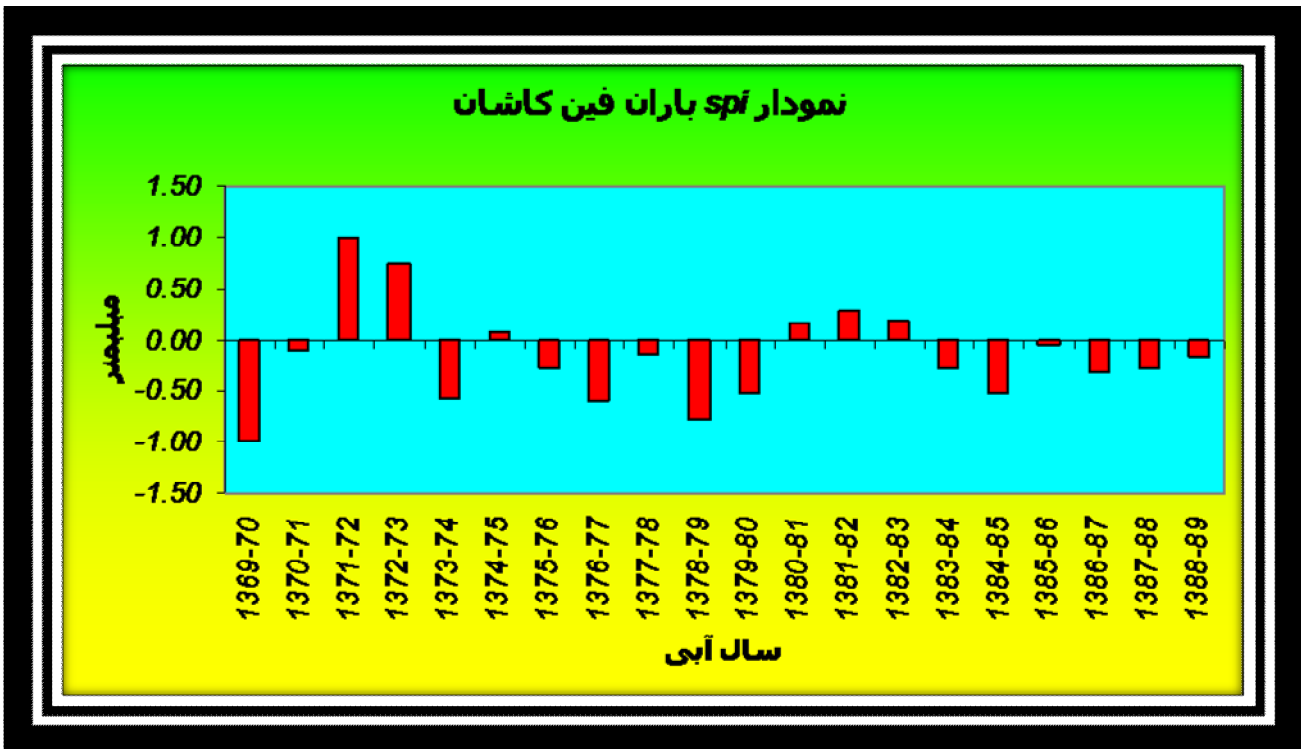
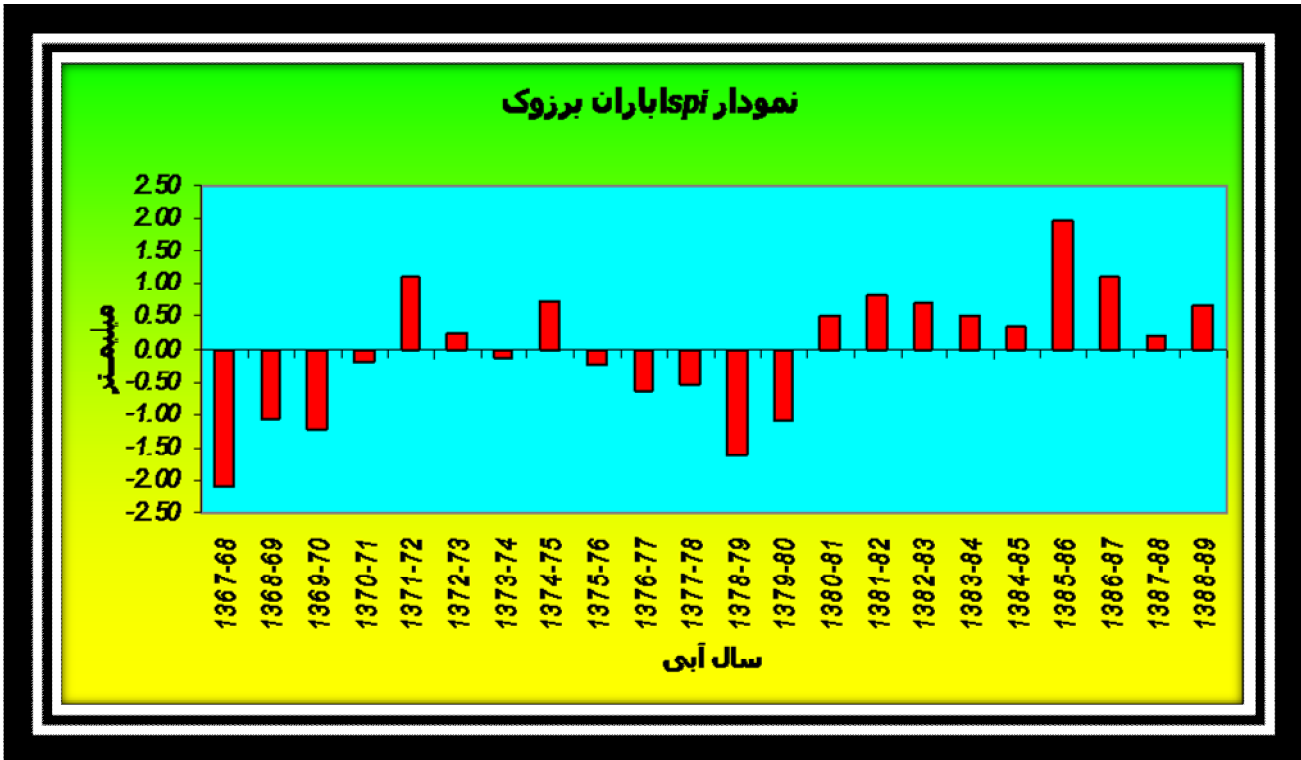
شاخص اسپ‌پی‌آی، همبستگی بین مقدار آب و شاخص اسپ‌پی‌آی را نشان می‌شود.

همانطور که مشاهده می‌کنید با ریز شدن در نمودارهای spi دشت کاشان در محدوده‌ی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۸۰ (بعنوان نمونه) متوجه کاهش محسوس بارندگی در این دوره می‌شویم و تاثیر آن را پس از چند ماه بر روی گراف خطی این محدوده را نشان می‌دهد. این همبستگی در محدوده‌های زمانی دیگر نیز قابل مشاهده می‌باشد.

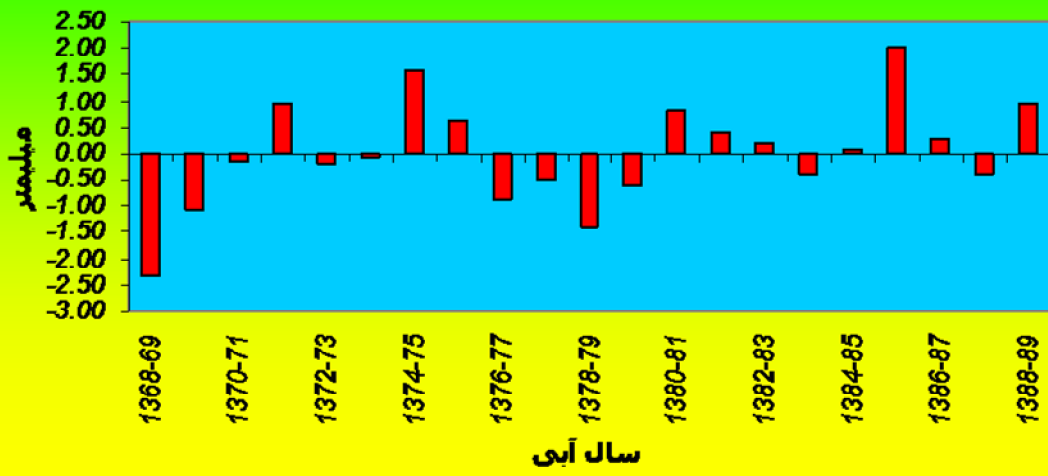
## نتیجه گیری

بارندگی از جمله فاکتورهایی است که به طور گسترده در ارزیابی خشکسالی مورد استفاده قرار می‌گیرد چرا که معیار مناسبی برای اندازه گیری منابع آبی است. بین بارش و منابع آب دشت کاشان نیز ارتباط وجود دارد و منابع آب زیرزمینی این منطقه از سیکل بارشی تبعیت می‌کند و با یک تاخیر دو الی سه ماهه این موضوع را نمایان می‌کند. ارتباط بین آبهای زیرزمینی و عمق آب و

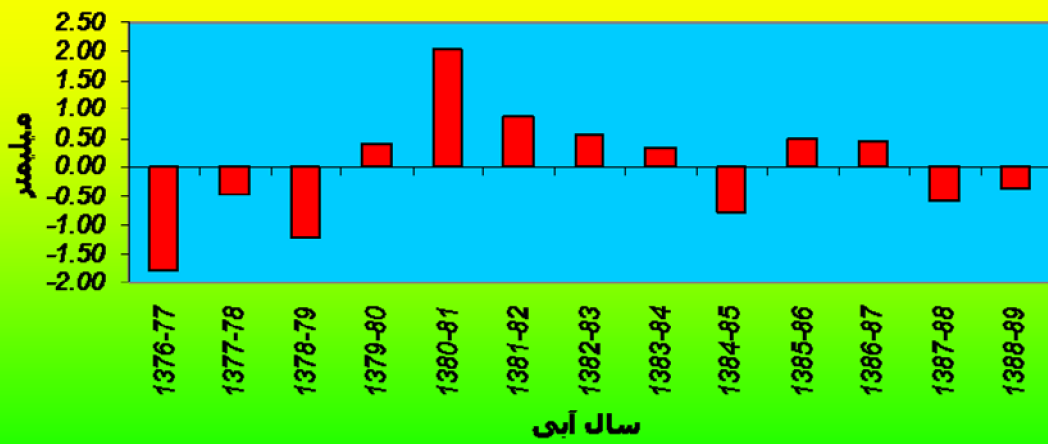
نمودار SPI هر یک از ایستگاههای بارانسنجی دشت کاشان



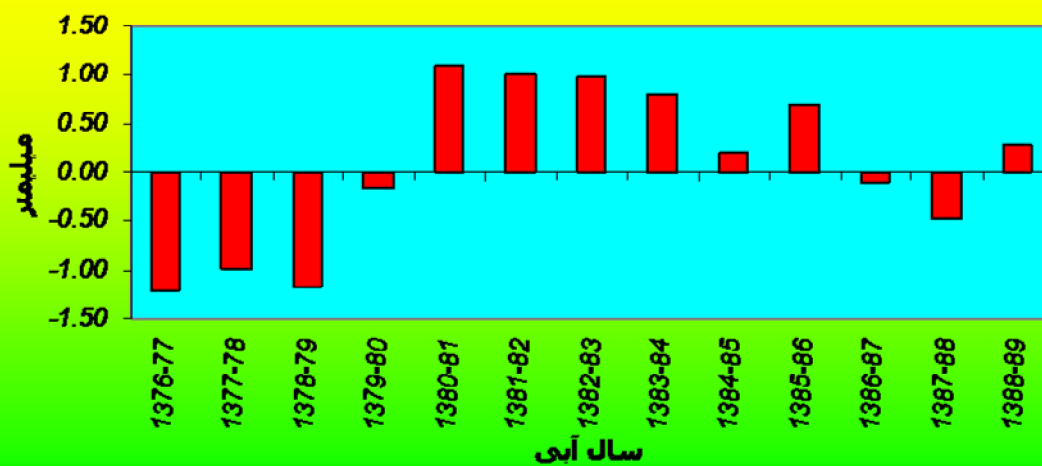
### نمودار spi باران بنرود



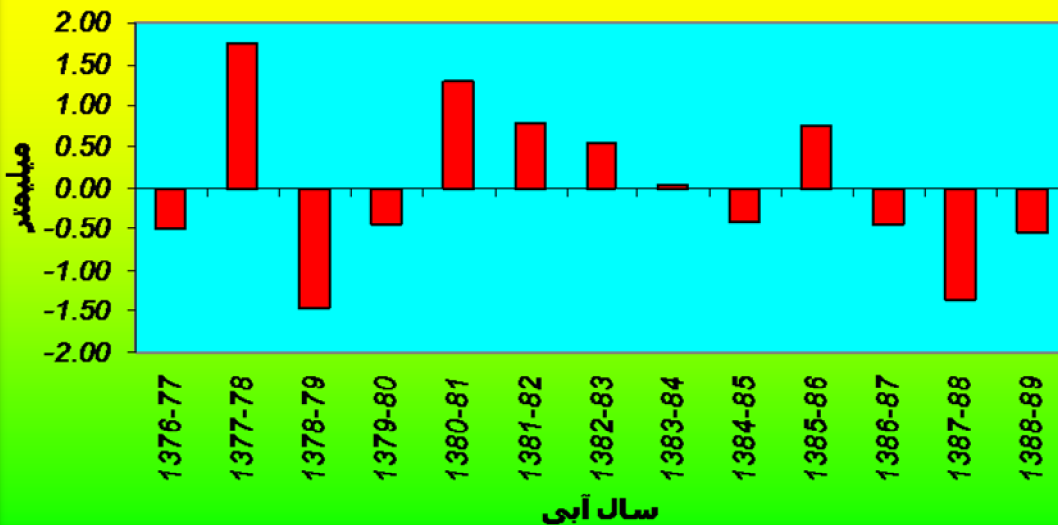
### نمودار spi باران کبر آباد



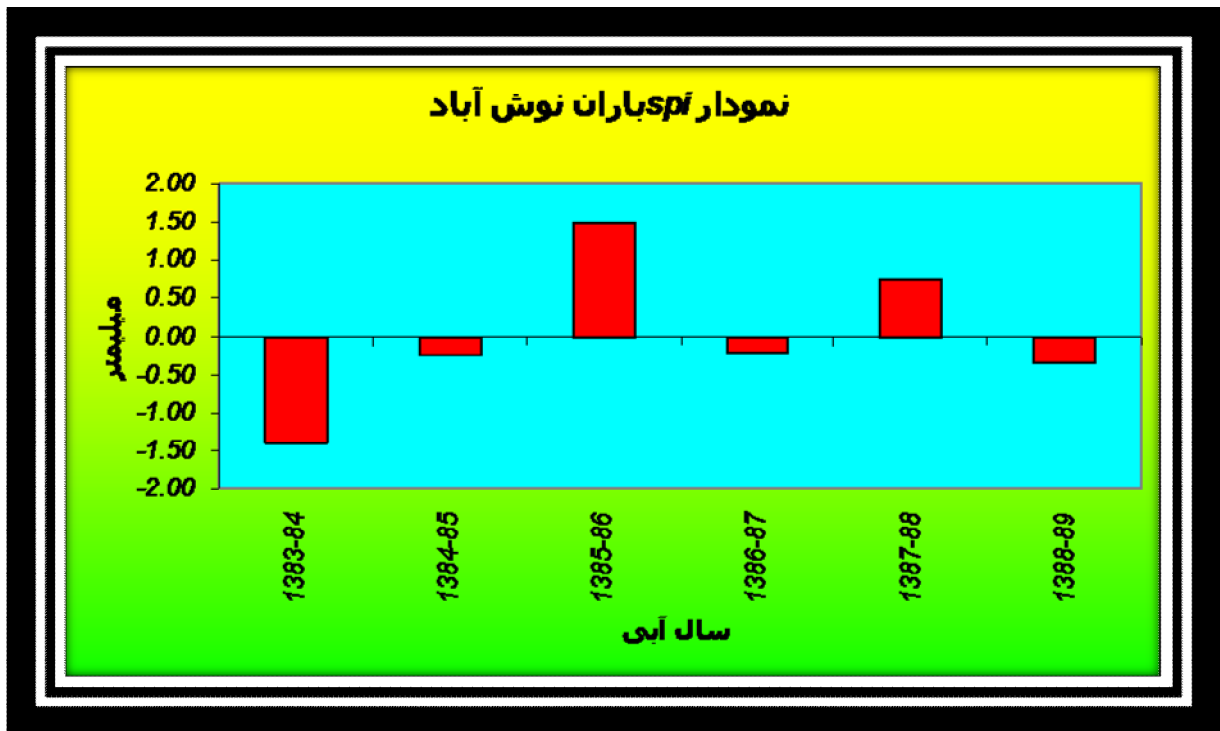
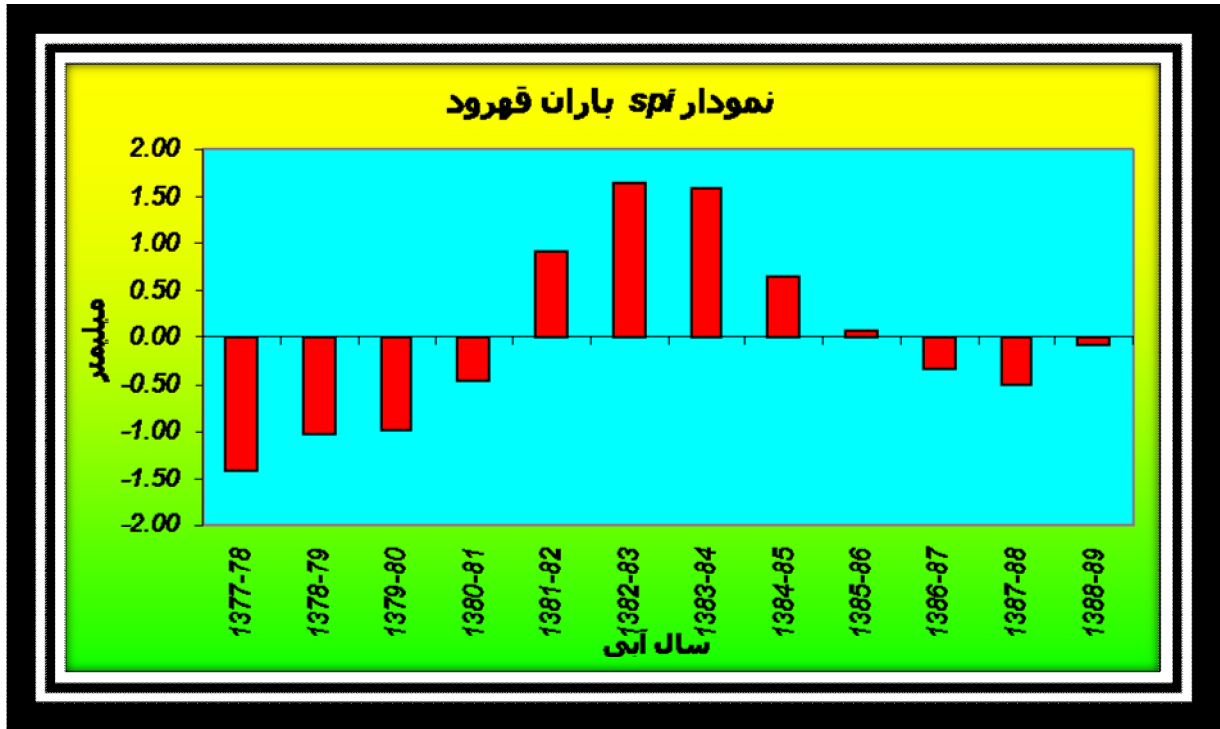
نمودار spi باران قمصر

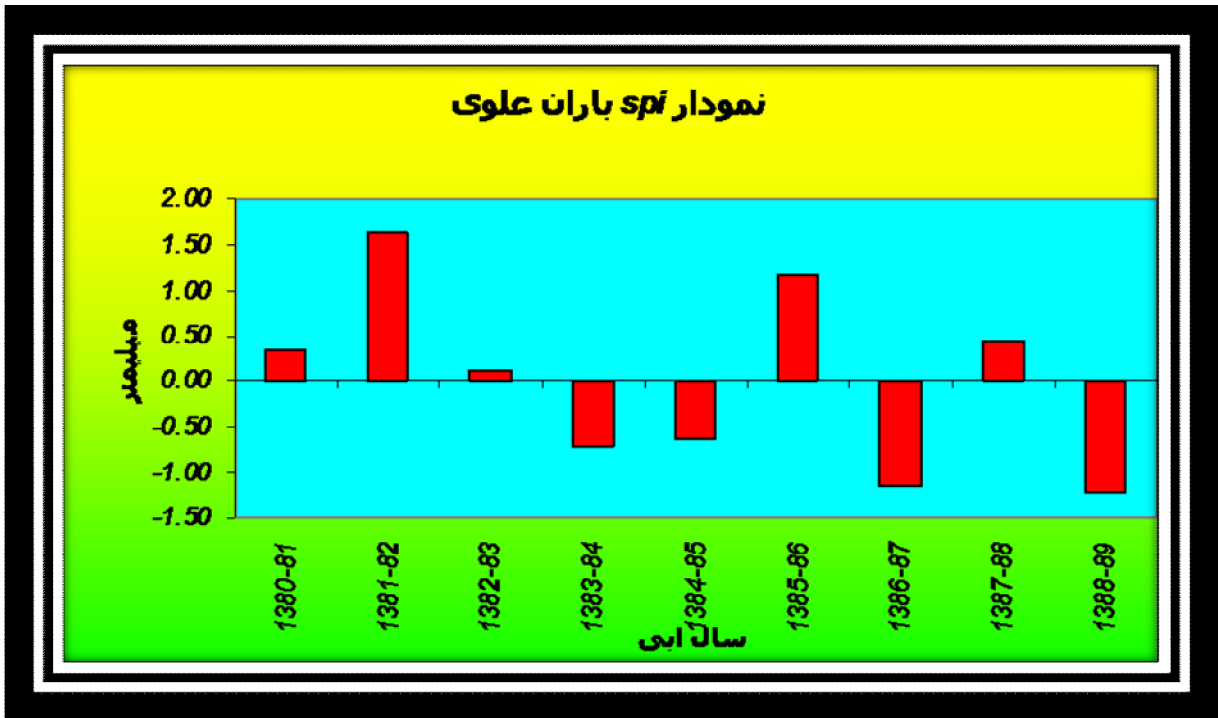
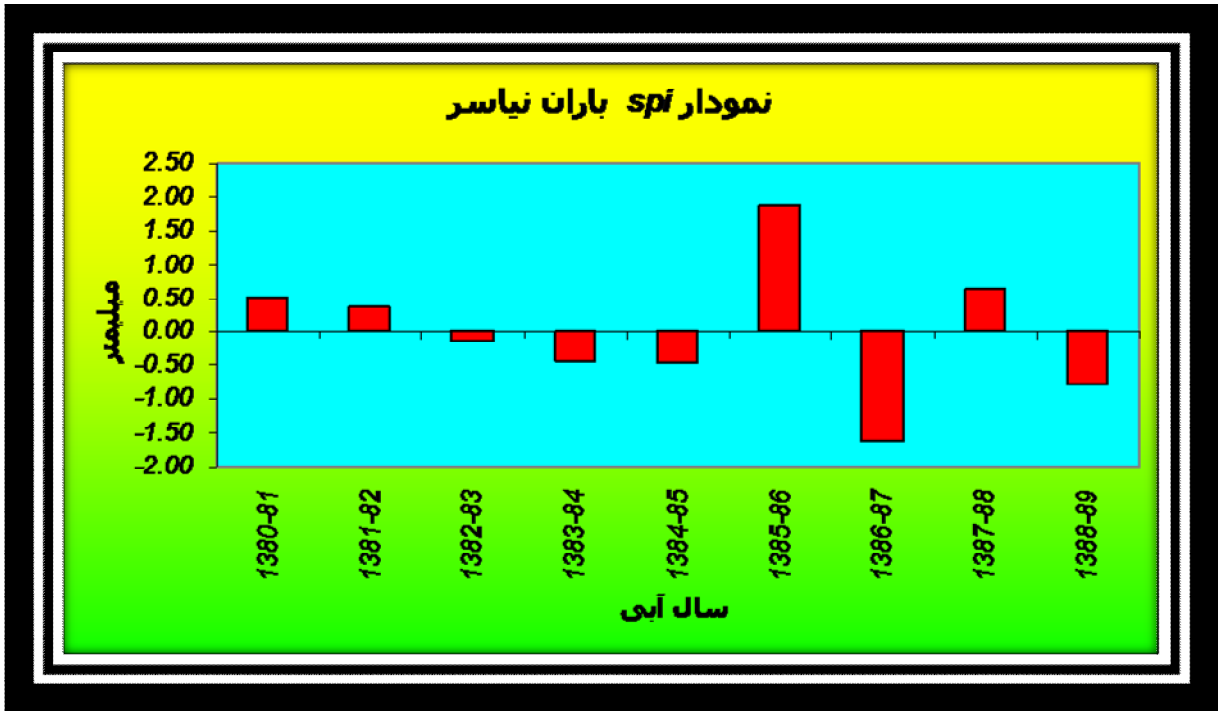


نمودار spi باران زنجان

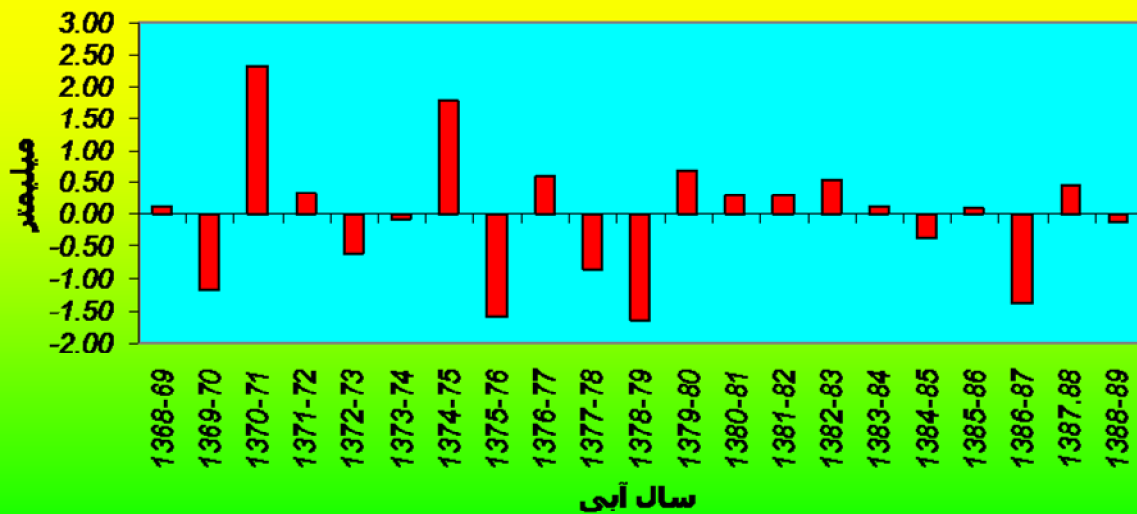








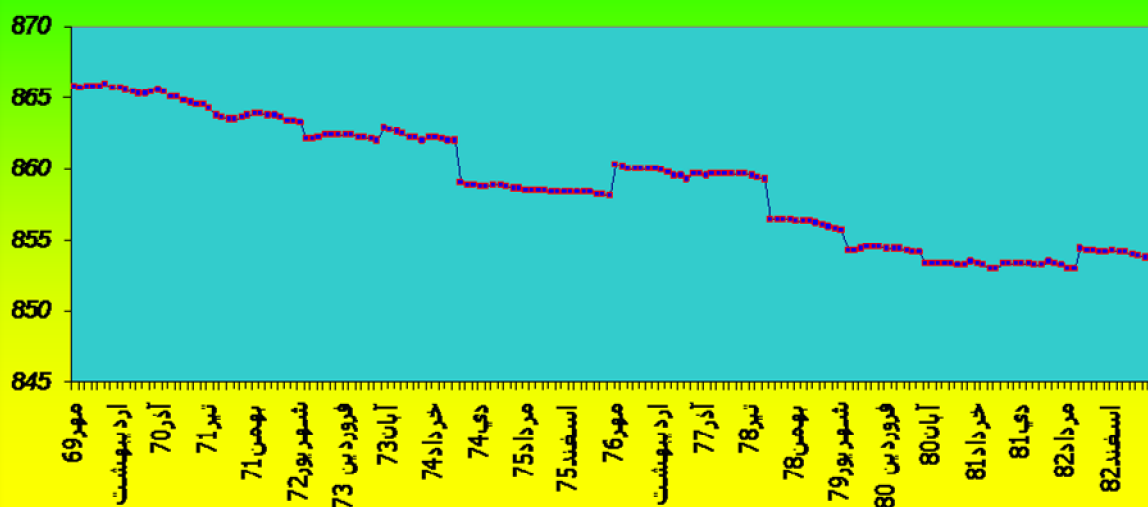
نمودار تغییرات محمد آباد

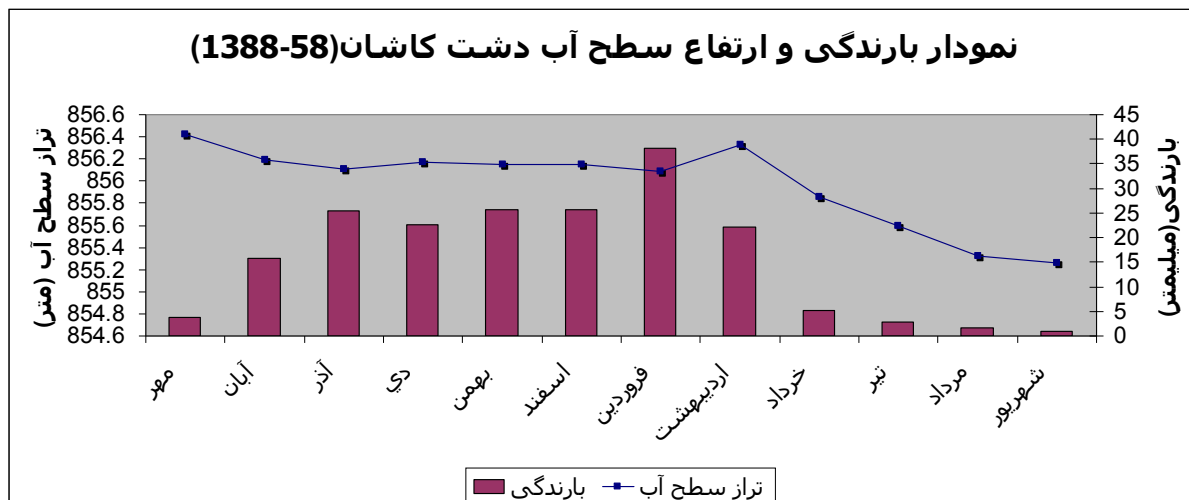


هیدروگراف خطی میانگین آبهای زیرزمینی حاکی از کاهش سطح آب است که علل متعدد انسانی و طبیعی دارد که خشکسالی به عنوان یک عامل بی شک در این مقوله بی تاثیر نیست که این واقعیت را نمودارهای زیر نشان می دهد.

با توجه به نمودارها مشخص می شود که خشکسالی ها و تر سالی هایی در منطقه مورد مطالعه اتفاق افتاده که در زیر رابطه ی آن با آب زیرزمینی با توجه به نمودارها، به تحلیل می بریم.

نمودار خطی ارتفاع آب دشت کاشان





نمودار رابطه‌ی بارندگی با سطح تراز آب زیرزمینی که تاثیر بر سطح آب رانشان می‌دهد که این تاثیر با تاخیر یک الی دو ماهه خود را نشان می‌دهد.

### منابع:

۱. آسیایی، مهدی، مدیریت ریسک خشکسالی، انتشارات سخن گستر، ۱۳۸۴، ص ۳۱.
۲. اربابی ازاده، تاثیر خشکسالی بر روی آبهای زیرزمینی دشت قزوین، پایانامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۰، ص ۲۴-۱۳.
۳. شمس‌پور و همکاران، تاثیر خشکسالی‌های اخیر بر افت منابع آب زیرزمینی دشتهای شمال همدان، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۴۵، ۱۳۸۲، ص ۱۳۰-۱۱۵.
۴. شرکت مهندسی مشاوره سبزاندیش پایش، شناسایی راههای مهار پیشروی آب شور به سمت دشت کاشان، گزارش نهایی، ۱۳۸۵، ص ۱۰.
۵. گیتی و همکاران، بررسی روند شور شدن آبهای زیرزمینی شمال دشت کاشان، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران، ۱۳۷۸، ص ۶.
۶. علیزاده، امین (۱۳۸۲)، خشکسالی و ضرورت افزایش بهره‌وری آب، روش‌های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی (۳)، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت زراعت، کمیته ملی مدیریت خشکی و خشکسالی کشاورزی.
۷. یک اندیش، نسربین، خشکسالی با استفاده از شاخص‌های آماری بویژه شاخص SPI (مطالعه موردی کاشان)، دانشگاه پیام نور آران و بیدگل، ۱۳۸۹، ص ۸.
۸. وزارت نیرو، شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، مطالعات بیلان منابع آب منطقه ی مطالعاتی کاشان، ۸۶- ۸۷، ص ۲۰-۱.

1. Wilhite, D.A. (1997) Response to drought: Common threads From the past Vision for

منابع لاتین:

WWW.IRANHIDROLOJY.IR

## **Abstract**

Drought, including climate anomalies that cause the impact on human life and living organisms. The purpose of this paper is to review and hydrological drought climate. Thus in order to get statistics for this article first Baransnjy stations and underground water and its data, and rebuilding of individual station numbers Baransnjy. And groundwater data and the reconstruction of the individual numbers of stations with the method Baransnjy SPI. Review and ultimately results suggest that drought with a delay time. Drought delayed two to three months in an underground sources is declining.