

تحلیل خشکسالی‌های اخیر منطقهٔ ایران‌شهر به روش SPI

دکتر حسین نگارش، دانشیار دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان
محمد کریمی، کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی

چکیده

خشکی و خشکسالی دو واقعیت انکارناپذیر شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه می‌باشند که هرگونه برنامه‌ریزی و آینده‌نگری بدون توجه به آنها منجر به شکست خواهد بود. پدیده خشکسالی منطقه ایران‌شهر ماهیتی اقلیمی دارد و عمدتاً از ناهنجاری‌ها و بی‌نظمی‌های ایجاد شده در بارش بوجود می‌آید. منطقه ایران‌شهر که یکی از قطب‌های مهم کشاورزی، جمعیتی و صنعتی در سطح استان سیستان و بلوچستان محسوب می‌شود، با داشتن شرایط خاص اقلیمی از نظر بروز پدیده خشکسالی و آثار ناشی از آن در کاهش محصولات از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید تاکنون خسارات زیادی را از این راه متحمل شده است. این منطقه از جنوب شرق کشور مانند اکثر مناطق ایران، از نظر بارش‌های سالانه، فصلی و ماهانه دارای ضریب تغییرات بالایی است. با توجه به شاخص استاندارد بارش (SPI)، در ایستگاه ایران‌شهر ۱۴ دوره (سال‌های آماری ۸۴-۱۳۵۸)، در ایستگاه دامن ۱۴ دوره (سال‌های آماری ۸۴-۱۳۵۹)، در ایستگاه بمپور ۱۹ دوره (سال‌های آماری ۸۴-۱۳۴۹) و در ایستگاه گلمورتی ۱۲ دوره خشکسالی (سال‌های آماری ۸۴-۱۳۶۳) اتفاق افتاده که عواقب وخیمی را برای منطقه بدنبال داشته است.

این تحقیق درصدد است تا با استفاده از شاخص SPI، نسبت به تعیین تغییرات بارش سالانه و فراوانی دوره‌های ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه‌های منطقه مبادرت ورزد تا بتوان راهکارهای مقابله باین پدیده را جهت کاهش خسارات ارائه داد.

واژگان کلیدی: خشکسالی اخیر، شاخص استاندارد بارش (SPI)، پیامدهای

خشکسالی.

مقدمه

خشکسالی یک پدیده طبیعی است که در هر نوع آب و هوایی امکان وقوع آن وجود دارد و آثار زیانبار آن به مراتب گسترده‌تر عمیق‌تر و همه‌جانبه‌تر از دیگر بلایای طبیعی است. این پدیده طبیعی که به تناوب اتفاق می‌افتد، یکی از مزمن‌ترین و از لحاظ اقتصادی زیان‌بارترین بلایای طبیعی می‌باشد. این حادثه طبیعی پدیده‌ای آرام و مرموز است که به اعتقاد بسیاری دارای مکانیسمی پیچیده بوده و ماهیت آن نسبت به تمامی حوادث طبیعی کمتر شناخته شده است (بداق جمالی، ۱۳۸۱، ص ۵). خشکسالی نه تنها اثرات سریع و مستقیمی بر کشاورزی به جا می‌گذارد بلکه اثرات غیر مستقیم و مضر نیز به دنبال اختلال در رشد طبیعی محصولات کشاورزی به دنبال دارد و برخی معتقدند که بعضی از خشکسالی‌ها می‌تواند به بحران‌های جهانی تبدیل شوند (کاویانی، ۱۳۸۰، ص ۸۳).

خشکسالی از جمله حوادث طبیعی است که در مقایسه با سایر بلایای طبیعی از نظر میزان، شدت، طول مدت واقعه، گسترش منطقه، تلفات جانی، خسارت‌های اقتصادی و اثرات بلندمدت از بالاترین درجات برخوردار است. در دهه‌های اخیر از میان حوادث طبیعی که زندگی انسان را بر روی کره خاکی تحت تأثیر قرار داده‌اند، فراوانی خشکسالی بیش از سایر حوادث می‌باشد. به طوری که تعداد کل آسیب‌دیدگان از خشکسالی طی سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۸ بالغ بر یک و نیم میلیارد نفر برآورد شده است که ۵۲ درصد آسیب‌دیدگان از کل بلایای طبیعی را تشکیل می‌دهد (بری ابرقویی، ۱۳۸۲، ص ۸۶).

خسارت‌های خشکسالی عمدتاً به صورت کاهش عملکرد مراتع، کاهش تولید محصولات زراعی بویژه دیم، کاهش منابع آب کشاورزی و شرب، کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی و دامی، افزایش مهاجرت و در نهایت اثرات سوء زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی ظاهر می‌شود که توسعه پایدار منطقه را مورد تهدید قرار می‌دهد.

در میان عناصر اقلیمی، بارش بیشترین نوسان را دارد. این مسأله بویژه در کشور ایران که بارش متوسط سالیانه آن حدود ۲۵۰ میلیمتر است، اهمیت بیشتری دارد. به همین خاطر مشاهده خشکسالی با شدت‌های مختلف و ترسالی‌های مخرب در ایران امری طبیعی و تقریباً متداول می‌باشد. این بی‌نظمی‌ها ونوسانات زیاد در بارش سالیانه باعث خسارات زیادی است که هر ساله رخ می‌دهد، یعنی درسال‌های مرطوب و پرباران سیلاب‌های مخرب سبب تخریب سکونتگاه‌ها، زمین‌های کشاورزی، پل‌ها، جاده‌ها، تأسیسات و از همه مهم‌تر تلفات انسانی می‌شود. خشکسالی‌ها نیز سبب کاهش تولید محصولات کشاورزی، تلف شدن دام‌ها، تخریب مراتع، فرسایش خاک و افت سطح آب‌های زیرزمینی می‌گردد. (عزیزی، ۱۳۸۲، ص ۱۳۱).

شاخص‌های خشکسالی غالباً بر مبنای سنجش انحراف مقادیر بارندگی از میانگین درازمدت در یک دوره زمانی معین تعیین می‌گردند (نصرتی، ۱۳۸۱، ص ۵۰). شاخص SPI برای هر منطقه براساس ثبت بارندگی‌های طولانی مدت محاسبه می‌شود. در ابتدا توزیع آماری مناسب، بر آمار بلندمدت بارندگی‌ها برازش داده می‌شود. سپس تابع تجمعی توزیع با استفاده از احتمالات مساوی به توزیع نرمال تبدیل می‌گردد، به طوری که استاندارد شده و متوسط آن برای هر منطقه و دوره مورد نظر صفر شود

(Edwards and Mckee, 1997). مقادیر مثبت SPI نشان‌دهنده بارندگی بیشتر از بارش متوسط و مقادیر منفی آن معنای عکس را دارد. طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SPI بطور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت گردد (اختری، ۱۳۸۵، ص ۲۹).

کشور ایران به علت واقع شدن در کمربند خشک جهان و در منطقه جنب حاره و دارابودن نوسان قابل توجه بارش در طول ادوار گذشته، کم و بیش با پدیده خشکسالی درگیر بوده است، به طوری که طی ۲۲ سال اخیر در ایران، ۱۳ سال خشکسالی رخ داده است. (عزیزی، ۱۳۸۱، ص ۶۳) و آیین‌های باران خواهی که سابقه هفت هزار ساله در ایران دارد، موید این نکته می‌باشد (بنی‌واهب، ۱۳۸۴، ص ۳۳).

وقوع خشکسالی‌های هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژیک و حتی قحطسالی پدیده‌ای ناشناخته نیست وقوع خشکسالی‌های متعدد و مکرر موجب آسیب‌رسیدن به اکوسیستم حساس و شکننده استان شده و در طول تاریخ بارها زمینه نابودی و مهاجرت‌های گسترده، حتی در قرن اخیر شده است (خسروی، ۱۳۸۳، ص ۱۶۸). از این رو با توجه به قرارگرفتن استان سیستان و بلوچستان در قلمرو آب و هوای خشک و نیمه‌خشک ایران و وقوع خشکسالی‌های مکرر در سال‌های اخیر، ضرورت بررسی خشکسالی ایران‌شهر با استفاده از شاخص SPI بیش از پیش آشکار می‌شود.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه ایران‌شهر در ناحیه بلوچستان مرکزی بین طول‌های ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه نا ۶۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۲۷

درجه و ۲۵ دقیقه شمالی واقع گردیده است. ایرانشهر در فاصله ۳۵۰ کیلومتری زاهدان از شمال شرقی به شهرستان خاش از غرب به بم و جیرفت و از شرق به شهرستان سراوان و از جنوب شرق به سرباز محدود می‌گردد.

مواد و روش‌ها

روش بکار رفته در این پژوهش تلفیقی از مطالعات کتابخانه‌ای، کارهای میدانی و تجزیه و تحلیل‌های آماری است. جهت بررسی خشکسالی‌های اخیر منطقه و شناخت اقلیم آن، داده‌های عناصر مختلف هواشناسی ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه طی یک دوره آماری بلندمدت با روش‌های آماری و به کمک نرم‌افزار SPSS مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با شاخص SPI خصوصیات خشکسالی، تداوم و فراوانی در بازه‌های زمانی سه ماهه و سالانه بررسی شد.

اقلیم منطقه

تغییر اقلیم یکی از معضلات کنونی جامعه بشری است و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید. واقعیت تغییر اقلیم از موضوعات جالب توجه محافل علمی طی چنددهه اخیر بوده است و تحقیقات گسترده‌ای در مقایس جهانی، ناحیه‌ای و محلی را به خود اختصاص داده است. خشکی و خشکسالی یکی از ویژگی‌های اجتناب‌ناپذیر و زیانبار اقلیمی کشور ایران محسوب می‌شود. (عزیزی، ۱۳۸۴، ص ۴۹).

اقلیم استان سیستان و بلوچستان در مجموع براساس بسیاری از روش‌های مرسوم طبقه‌بندی در محدوده اقلیم بیابانی و خشک قرار می‌گیرد براساس تقسیم‌بندی کوپن اکثر نواحی استان در محدوده اقلیمی Bwhs جای می‌گیرند براساس روش‌های دومارتون و ایوانف نیز منطقه جزء اقلیم خشک و یا بیابانی قرار دارد. در تقسیم‌بندی آمبرژه اکثر نواحی استان در محدوده خشک سرد، خشک معتدل، بیابانی میانه، بیابانی گرم میانه و بیابانی گرم شدید قرار می‌گیرند. روش تورنت وایت نیز تعاریف مشابهی از شرایط اقلیمی استان را نشان می‌دهد (نگارش، ۱۳۷۹، ص ۲۱۵).

این منطقه با توجه به عرض جغرافیایی کم دارای زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک است. طبق تقسیم‌بندی آب و هوایی آمبرژه از اقلیم بیابانی گرم شدید برخوردار است. این منطقه بیشتر تحت‌تأثیر سیستم‌های آب و هوایی است که از قسمت غربی کشور وارد شده و ریزش‌های جوی آن بصورت باران در فصل زمستان است. البته سیستم آب و هوای موسمی منجر به بارندگی‌های تابستانه می‌شود. به دلیل شرایط توپوگرافی و سایر شرایط محلی بارندگی در سطح منطقه یکنواخت نبوده و بیشترین مقدار آن در ارتفاعات ایرندگان، بشاگرد و کمترین مقدار آن در دشت‌ها و بویژه در اطراف هامون جازموریان است. میانگین بارندگی سالیانه در منطقه ایرانشهر ۱۱۴/۸ میلیمتر می‌باشد.

بارش این منطقه را می‌توان به دو رژیم بارندگی‌های تحت‌تأثیر مانسون و رژیم سیستماتیک توأم با ناپایداری مربوط دانست. نوع بارش حاصل از پدیده مانسون که به بطور عمده در تابستان منطقه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و مربوط به توده‌های هوایی مرطوبی است که از روی اقیانوس هند و خلیج بنگال از جهت جنوب شرقی وارد

منطقه می‌شوند، بسته به مقدار رطوبت و میزان دمای این توده و ارتفاع برخورد این جبهه متفاوت می‌باشد. این بارش‌ها با رگبارهای توأم با رعد و برق همراه می‌باشند. در پاره‌ای از مواقع به ویژه در تابستان، وزش بادهای تند و طوفان شن و گرد و خاک این ناحیه را دربرمی‌گیرد. رژیم‌های سیستماتیک که منشاء آنها سیستم‌های مرطوب سودانی و مدیترانه‌ای می‌باشد، بیشتر از اوایل پاییز تا اواخر زمستان یا اوایل بهار در منطقه مورد مطالعه تأثیر می‌نماید و این نوع بارش در قسمت‌هایی از منطقه از میزان مناسبی برخوردار است. با بررسی مقدار بارش سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود که تغییرات شدیدی در مقدار بارش در ارتفاعات و دشت وجود دارد. هر قدر از سمت شمال شرقی به سمت جنوب غربی پیش برویم از میزان بارندگی کاسته می‌شود (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: وضعیت بارندگی در ایستگاههای مورد مطالعه و مناطق مجاور

نام ایستگاه پارامتر بارش	دامن	ایرانشهر	بمپور	گلمورتی	سراوان	خاش	کارواندر	سریاز
میانگین مجموع بارش سالانه	۱۱۲/۰۲	۱۱۴/۸	۹۹/۴۵	۷۸/۱	۱۰۸/۵	۱۴۴/۶۴	۱۲۳/۱	۱۲۰/۲۴
میانگین بارش پاییز	۱۲/۳۴	۱۵/۵۶	۹/۴۶	۷/۰۷	۱۵/۸	۱۹/۹۷	۱۴/۵	۲۱/۰۶
میانگین بارش زمستان	۶۱/۸۶	۵۹/۴۲	۶۰/۷۷	۵۴/۹	۴۸/۹	۱۰۲/۰۲	۷۹/۵۳	۵۴/۷۱
میانگین بارش بهار	۲۴/۳۲	۱۸/۸۵	۱۶/۷۶	۴/۶۷	۲۹/۸	۱۸/۴۴	۱۰/۱۳	۱۹/۴۷
میانگین بارش تابستان	۱۳/۵	۲۱/۳۴	۱۲/۵۵	۱۱/۳۸	۱۴	۴/۲۱	۱۹/۰۴	۲۵
درصد بارش پاییز	۱۱/۰۲	۱۳/۵۵	۹/۵	۹/۰۶	۱۴/۵۶	۱۳/۸۱	۱۱/۸	۱۷/۵
درصد بارش زمستان	۵۵/۲۲	۵۱/۷۵	۶۱/۰۵	۷۰/۳۶	۴۵/۰۷	۷۰/۵۳	۶۴/۵	۴۵/۵
درصد بارش بهار	۲۱/۷۱	۱۶/۱	۱۶/۸۴	۶	۲۷/۴۷	۱۲/۷۵	۸/۲	۱۶/۲
درصد بارش تابستان	۱۲/۰۵	۱۸/۶	۱۲/۶۱	۱۴/۵۸	۱۲/۹	۲/۹۱	۱۵/۵	۲۰/۸
انحراف معیار بارش سالانه	۸۶/۸۱	۷۹/۵	۵۵/۳۵	۵۲/۲۸	۵۹/۶۳	۱۱۴/۲۵	۶۱/۷۴	۹۳/۶۹
واریانس بارش سالانه	۷۵۳۶/۲۲	۶۳۲۰/۱۲	۳۰۶۳/۶۵	۲۷۳۳/۷۳	۳۵۵۶/۱۹	۱۸۹ ۱۳۰۵۳	۳۸۱۲/۹۰	۸۷۷۸/۷۴
ضریب تغییرپذیری بارش سالانه	۷۷/۵	۶۹/۲۴	۵۵/۶۸	۶۶/۹۹	۵۴/۹۵	۷۸/۹۵	۵۰/۱۱	۷۷/۹۱

بحث و نتایج

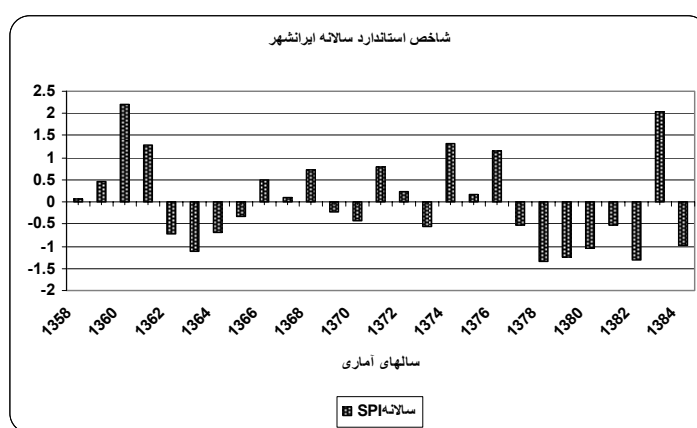
۱- تعیین خشکسالی و ترسالی ایستگاه‌های منطقه با شاخص SPI

وقوع خشکسالی در ایران‌شهر امری بسیار محتمل است و از درصد احتمال بالایی برخوردار می‌باشد. از این‌رو جهت تجزیه و تحلیل خشکسالی‌های اخیر از آمار بارندگی سالانه و فصلی ایستگاه‌های هواشناسی منطقه (ایران‌شهر، بمپور، دامن، گلمورتی) استفاده شد و به کمک شاخص SPI نسبت به تعیین وضعیت ترسالی و خشکسالی ایستگاه‌های منطقه مبادرت گردید. به منظور ارائه شناخت بیشتر از شرایط اقلیمی و بویژه ارتباط آنها با خشکسالی‌های منطقه، مقادیر بارش سالانه و فصلی ایستگاه‌های موردنظر به صورت Z استاندارد ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۲- تغییرات بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر طی سال‌های ۸۴-۱۳۵۸

ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر که طی دوره آماری مورد مطالعه، ۱۳ دوره ترسالی و ۱۴ دوره خشکسالی دارد (شکل شماره ۱)، دارای میانگین بارش ۱۱۴/۸ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۶/۷ درجه سانتیگراد است. در این دوره آماری مشخص شد که تغییرات بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر با استفاده از شاخص SPI نوسان زیادی داشته و تغییرات SPI آن بین ۱/۳۳- تا ۲/۲۰ بوده است. بالاترین بارش سالانه ۲۸۹/۴ میلی‌متر با شاخص SPI ۲/۲۰ در سال آبی ۱۳۶۰ و کمترین مقدار آن با بارش ۸/۶ میلی‌متر و شاخص SPI ۱/۳۳- در سال آبی ۱۳۷۶ رخ داده است. تعداد سال‌های با مقدار بارش سالیانه پایین‌تر از میانگین ۱۳ سال بوده که نسبت

خشکسالی‌ها به ترسالی‌های آن ۱/۰۷ می‌باشد. ضریب تغییرپذیری بارش سالانه ۶۹/۲۴ درصد است.



شکل شماره ۱: تغییرات SPI بارش سالانه استگاه سینوپتیک ایران‌شهر

آخرین دوره خشکسالی پدیدآمده که از سال ۸۶-۱۳۷۷ به طول انجامیده است، به دلیل طولانی‌بودن مدت و شدت درخور تأمل و بررسی است، زیرا که دوره‌های خشکسالی طولانی مدت به طورتدریجی و دامنه‌دار بر تمام ابعاد محیطی و بحران‌های اجتماعی و سیاسی اثرگذار هستند.

۳- فراوانی ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر در سال‌های آماری ۸۴ - ۱۳۵۸

از ۲۷ فصل بهار این دوره آماری، ۱۰ فصل ترسالی و ۱۷ فصل دیگر خشکسالی بوده است. مرطوب‌ترین دوره این فصل مربوط به سال ۱۳۶۰ با SPI ۴/۰۵ خشک‌ترین دوره مربوط به سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۳، ۱۳۷۷، ۱۳۶۲ با SPI ۰/۷۱- ثبت شده است. بطور کلی SPI بارش فصل بهار این ایستگاه طی دورهٔ مورد مطالعه با میانگین بارش ۱۸/۸۵ میلیمتر و انحراف معیار ۲۵/۴۷ بین ۰/۷۱- تا ۴/۰۵ متغیر می‌باشد (شکل شماره ۲).

از ۲۷ فصل تابستان، ۶ فصل مرطوب و ۲۱ فصل خشک می‌باشد. مرطوب‌ترین دوره‌های این فصل مربوط به سال‌های ۱۳۸۳ با SPI ۳/۳۷ و سال ۱۳۷۲ با SPI ۲/۲۱ و خشک‌ترین دوره این فصل مربوط به سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۷۴، ۱۳۷۱، ۱۳۷۰، ۱۳۶۴ و ۱۳۵۹ با SPI ۰/۶۱- می‌باشد (شکل شماره ۲). بنابراین بلندمدت‌ترین دوره خشکسالی تابستان این ایستگاه مربوط به سال‌های ۱۳۷۳ تاکنون می‌باشد که آثار آن بر کشاورزی و منابع آبی بسیار حایز اهمیت است. تداوم خشکسالی‌های این فصل بیشتر از سایر فصول سال می‌باشد. SPI بارش فصل تابستان با میانگین ۲۱/۳۴ میلیمتر و انحراف معیار ۳۴/۶۸ بین ۰/۶۱- تا ۳/۳۷ متغیر می‌باشد.

فصل پاییز این ایستگاه دارای هفت فصل ترسالی و ۲۰ فصل خشکسالی است. نسبت فصول خشک به فصول تر ۲/۸۵ می‌باشد. ضریب همبستگی بین بارش‌های پاییزی و بارش کل ایستگاه ۰/۴۸ می‌باشد. با توجه به شکل شماره ۲ پاییز سال ۱۳۷۱

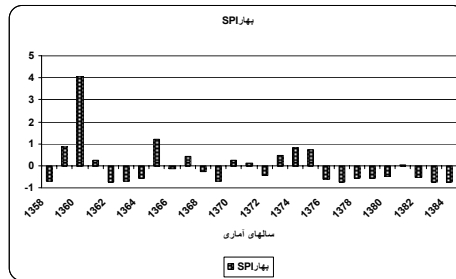
با میزان بارش ۶۸ میلیمتر و شاخص SPI ۲/۰۷ و سال ۱۳۷۴ با بارش ۶۸/۹ میلیمتر و SPI ۲/۱۱ مرطوب شدید و همچنین سال ۱۳۸۶ با میانگین بارش ۸۴/۸ میلیمتر و SPI ۲/۷۴ سه دوره پاییزی مرطوب شدید این ایستگاه محسوب می‌شوند. همچنین دو دوره مرطوب متوسط مربوط به سال‌های ۱۳۵۸ با بارش ۳۷ میلیمتر و SPI ۰/۸۵ و سال ۱۳۶۸ با میزان بارش ۳۳/۵ میلیمتر و SPI طی دوره آماری موردنظر رخ داده است و یک دوره مرطوب ضعیف سال ۱۳۵۹ با بارش ۱۷/۶ میلیمتر و SPI ۰/۰۸ رخ داده است. دوره‌های خشکسالی این ایستگاه طی فصل پاییز ۲۰ دوره است که سال‌های ۱۳۶۲ با شاخص SPI ۰/۱۰- و سال ۱۳۷۰ با SPI ۰/۳۵-، سال ۱۳۷۹ با SPI ۰/۲۰-، سال ۱۳۸۲ با SPI ۰/۳۵-، سال ۱۳۸۳ با SPI ۰/۶۱- و سال ۱۳۸۴ با SPI ۰/۴۳-، دوره‌های خشکسالی ضعیف این ایستگاه بشمار می‌آیند. و ۱۵ دوره دیگر خشکسالی‌های متوسط این ایستگاه را تشکیل می‌دهند. تغییرات SPI در دوره‌های ترسالی بسیار شدیدتر از دوره‌های خشکسالی است و تداوم دوره‌های خشکسالی بیشتر از دوره‌های مرطوب می‌باشد. SPI بارش فصل پاییز این ایستگاه با میانگین ۱۵/۵۶ و انحراف معیار ۷۹/۵۰ بین ۰/۶۱- تا ۲/۷۴ در نوسان بوده است.

از ۲۷ فصل زمستان این ایستگاه ۱۵ فصل خشکسالی و ۱۲ فصل مرطوب بوده است (شکل شماره ۲). ۴ مورد از خشکسالی‌ها متوسط و ۱۱ مورد دیگر خشکسالی ضعیف بوده است. نسبت دوره‌های خشک به مرطوب ۱/۲۵ است. دوره‌های مرطوب این فصل یک مورد متوسط شدید و مربوط سال ۱۳۵۷ با میزان بارش ۱۵۷ میلیمتر و SPI ۲/۲۱ و سه دوره مرطوب، سال‌های ۱۳۶۸ با SPI ۱/۳۴، سال ۱۳۷۴ با SPI ۱/۲۱، سال ۱۳۷۶ با SPI ۱/۱۵ می‌باشد. ۷ فصل دیگر شرایط مرطوب ملایم را دارند.

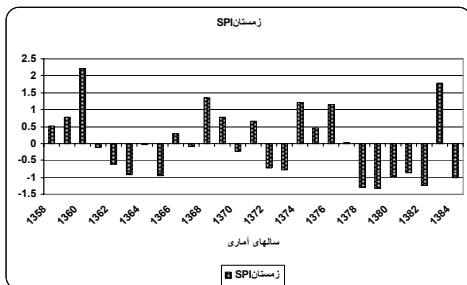
بارش‌های زمستانی ضریب همبستگی بیشتری با بارش کل سالانه ایستگاه دارد. تغییرات شدید SPI بارش طی دوره‌های مرطوب این فصل حاکی از این مطلب است که تغییرات دوره‌های مرطوب بیش از دوره‌های خشک بوده است. SPI بارش فصل زمستان با میانگین $۵۹/۴۲$ و انحراف معیار $۴۴/۰۵$ بین $۱/۳۲$ تا $۲/۲۱$ نوسان داشته است.



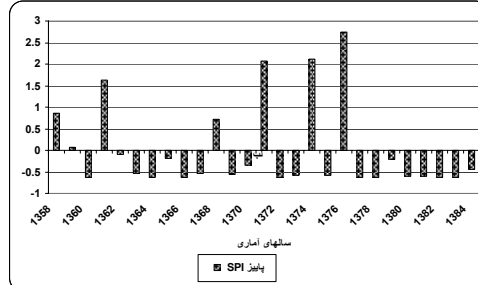
تغییرات SPI بارش فصل تابستان ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر



تغییرات SPI بارش فصل بهار ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر



تغییرات SPI بارش فصل زمستان ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر



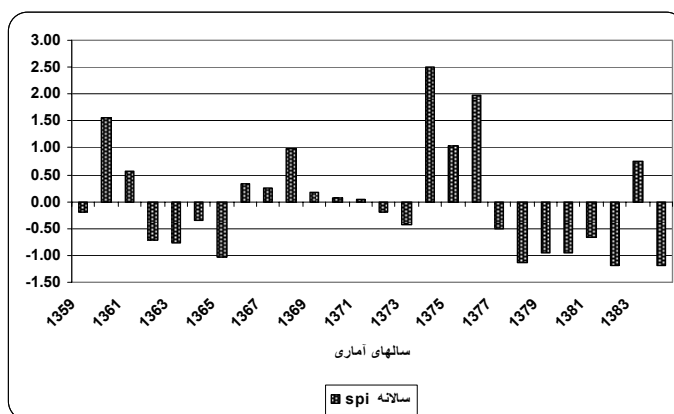
تغییرات SPI بارش فصل پاییز ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر

شکل شماره ۲: وضعیت ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه سینوپتیک ایران‌شهر طی

سال‌های آماری ۸۴ - ۱۳۵۸

۴- تغییرات بارش سالانه ایستگاه باران‌سنجی دامن طی سال‌های آماری ۱۳۵۹-۸۴

ایستگاه باران‌سنجی دامن با میانگین بارش سالیانه $112/02$ میلی‌متر دارای ۱۴ سال خشک و ۱۲ سال مرطوب می‌باشد (شکل شماره ۳). شدیدترین خشکسالی آن مربوط به سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۴ با SPI $-1/12$ و $-1/17$ ثبت شده است. طولانی‌ترین و شدیدترین خشکسالی‌های سالانه طی دوره مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۸۲-۱۳۷۷ با مدت ۶ سال می‌باشد. مرطوب‌ترین دوره‌های سالانه این ایستگاه سال‌های ۱۳۷۴ با SPI $2/49$ و ۱۳۷۶ با شاخص SPI $1/98$ ثبت شده است. SPI بارش سالیانه این ایستگاه بین $-1/17$ تا $2/49$ در نوسان بوده است.



شکل شماره ۳: تغییرات SPI بارش سالانه ایستگاه باران‌سنجی دامن طی سال‌های آماری ۱۳۵۹-۸۴

۵- فراوانی ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه باران‌سنجی دامن طی سال‌های آماری ۸۴-۱۳۵۹

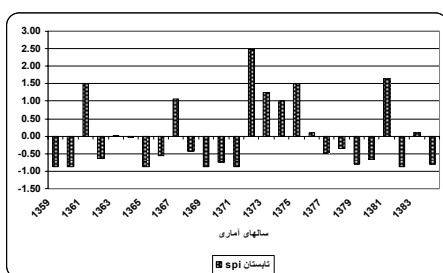
فصل بهار این ایستگاه دارای ۹ دوره ترسالی و ۱۷ دوره خشکسالی است (شکل شماره ۴). مرطوب‌ترین دوره ترسالی مربوط به این فصل متعلق به سال ۱۳۷۴ با SPI ۳/۰۳ و سال ۱۳۶۰ با شاخص SPI ۲/۳۸ می‌باشد و خشک‌ترین دوره این فصل در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۷۶، ۱۳۶۹، ۱۳۶۳، ۱۳۶۲ و با SPI ۰/۷۳- رخ داده است. طولانی‌ترین دوره خشکسالی بهاری این ایستگاه مربوط به سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۷۶ به مدت ۹ فصل می‌باشد. این دوره خشکسالی طولانی با تداوم ۹ فصل شرایط خشکی ملایمی داشته است ولی بخاطر مدت طولانی‌اش اثرات منفی زیادی بر مسائل کشاورزی و زیست‌محیطی منطقه مورد مطالعه برجای گذاشته است. SPI بارش این فصل طی دوره مورد مطالعه با میانگین بارش ۲۴/۳۲ و انحراف معیار ۳۳/۰۵ بین ۰/۷۳- تا ۳/۰۳ نوسان داشته است. ضریب همبستگی بارش این فصل با بارش کل سالیانه ۰/۶۹ درصد می‌باشد.

از ۲۶ فصل تابستان دوره مورد مطالعه، ۹ فصل دوره ترسالی و ۱۷ فصل دیگر دوره خشکسالی داشته‌اند (شکل شماره ۴). مرطوب‌ترین دوره این فصل مربوط به سال ۱۳۷۲ با SPI ۲/۴۶ ثبت شده است. خشک‌ترین دوره این فصل مربوط به سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۷۱، ۱۳۶۵، ۱۳۶۰، ۱۳۵۹ با SPI ۰/۸۶- می‌باشد. SPI بارش این فصل با میانگین بارش ۱۳/۵ میلی‌متر و انحراف معیار ۱۵/۶۳ بین ۰/۸۶- تا ۲/۴۶ در نوسان بوده است. ضریب همبستگی بارش این فصل با بارش کل ۰/۲۷ درصد می‌باشد. تغییرات

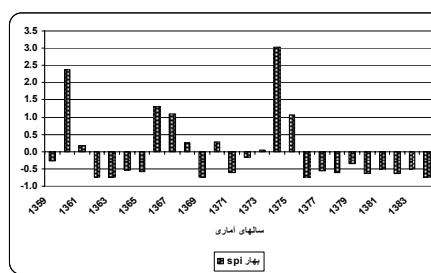
SPI دوره‌های ترسالی این فصل نسبت به دوره‌های خشکسالی بیشتر است و فراوانی تداوم خشکسالی‌های آن بیشتر از دوره‌های ترسالی است.

فصل پاییز این ایستگاه دارای ۵ دوره ترسالی و ۲۱ دوره خشکسالی است (شکل شماره ۴). مرطوب‌ترین دوره این فصل مربوط به سال ۱۳۷۶ با SPI ۴/۴۶ (فوق‌العاده مرطوب) و سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۷۱، ۱۳۶۷، ۱۲۶۵، ۱۳۶۴، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴، ۱۳۷۵، ۱۳۷۷، ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ خشک‌ترین دوره‌های این فصل با SPI ۰/۳۸- بوده‌اند. SPI بارش این فصل با میانگین بارش فصلی ۱۲/۳۵ میلیمتر و انحراف معیار ۳/۸۱ بین ۰/۳۸- تا ۴/۴۶ متغیر می‌باشد. ضریب همبستگی بارش این فصل با بارش کل ۰/۴۴ درصد است.

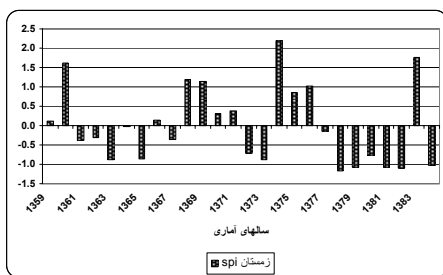
از فصل زمستان طی دوره مورد مطالعه ۱۱ فصل ترسالی و ۱۵ فصل خشکسالی بوده است (شکل شماره ۴). مرطوب‌ترین دوره این فصل مربوط به سال ۱۳۷۴ با SPI ۲/۱۹ و خشک‌ترین دوره آن به سال ۱۳۷۸ با SPI ۱/۱۶- تعلق دارد و طولانی‌ترین دوره خشکسالی طی این فصل مربوط به سال‌های ۸۲- ۱۳۷۷ است. این دوره خشکسالی شش ساله بدلیل طولانی مدت و شدت زیاد از نظر مسائل کشاورزی و منابع آبی اهمیت زیادی دارد. SPI بارش این فصل با میانگین بارش ۶۱/۸۶ و انحراف معیار ۵۱/۶۰ بین ۱/۱۶- تا ۲/۱۹ در نوسان بوده است. تغییرات شدت دوره‌های ترسالی بیشتر از دوره‌های خشکسالی است و همچنین تداوم دوره‌های خشکسالی بیشتر از دوره‌های ترسالی است. ضریب همبستگی بارش‌های این فصل با بارش کل ۰/۸۸ درصد می‌باشد.



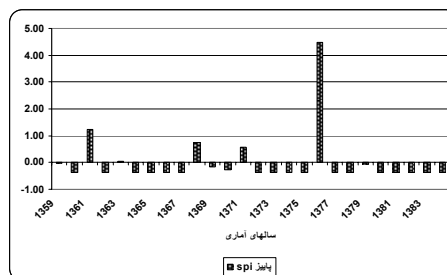
تغییرات SPI بارش فصل تابستان ایستگاه باران‌سنجی دامن



تغییرات SPI بارش فصل بهار ایستگاه باران‌سنجی دامن



تغییرات SPI بارش فصل زمستان ایستگاه باران‌سنجی دامن



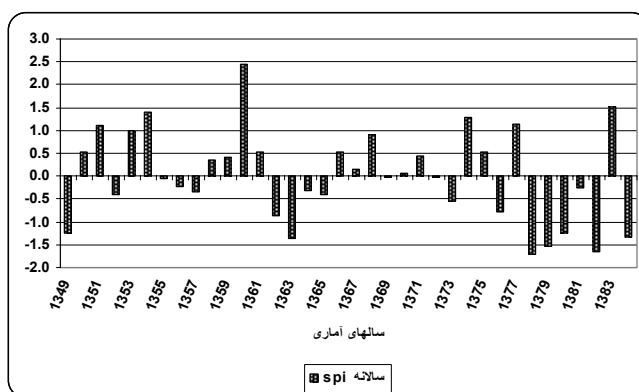
تغییرات SPI بارش فصل پاییز ایستگاه باران‌سنجی دامن

شکل شماره ۴: وضعیت ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه باران‌سنجی دامن طی سال‌های

آماري ۸۴ - ۱۳۵۹

۶- تغییرات بارش سالانه ایستگاه کلیماتولوژی بمپور طی سال‌های آماری ۱۳۴۹-۸۴

فراوانی خشکسالی و ترسالی سالانه این ایستگاه به ترتیب ۱۹ سال و ۱۷ سال می‌باشد (شکل شماره ۵). مرطوب‌ترین سال دوره مورد مطالعه سال ۱۳۶۰ با SPI ۱/۶۹- می‌باشد. ۲/۴۵ و خشک‌ترین سال آن مربوط به سال ۱۳۷۸ با شاخص SPI ۱/۶۹- می‌باشد. طولانی‌ترین خشکسالی سالانه این ایستگاه طی سال‌های آبی ۱۳۸۲-۱۳۷۸ به مدت ۵ سال رخ داده است. SPI ۲/۲۵ بارش سالیانه این ایستگاه با میانگین بارش ۹۹/۵ میلی‌متر انحراف معیار ۵۲/۳۵ بین ۱/۶۹- تا ۲/۲۵ نوسان بوده است.



شکل شماره ۵: نمودار تغییرات SPI بارش سالیانه ایستگاه کلیماتولوژی بمپور طی دوره مورد مطالعه

۷- فراوانی ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه کلیماتولوژی بمپور طی سال‌های آماری ۸۴-۱۳۴۹

از فصل بهار طی دوره آماری مورد مطالعه، ۱۴ فصل ترسالی و ۲۲ فصل دیگر شرایط خشکسالی داشته‌اند (شکل شماره ۶). خشک‌ترین دورهٔ این فصل مربوط به سال‌های آبی ۱۳۸۴، ۱۳۷۹، ۱۳۷۷، ۱۳۷۶، ۱۳۶۹، ۱۳۶۱، ۱۳۵۶ با SPI $-0/37$ می‌باشد. مرطوب‌ترین فصل بهار این دوره مربوط به سال ۱۳۶۰ با شاخص SPI $4/42$ است. طولانی‌ترین دوره خشکسالی طی این مدت مربوط به سال‌های آبی ۱۳۸۰-۱۳۷۶ به مدت ۵ سال می‌باشد. خشکسالی‌های فصلی این دوره وضعیتی نزدیک نرمال (ملایم) را دارند. میزان همبستگی ضریب بارش این فصل با بارش کل سالانه $0/62$ درصد می‌باشد. SPI بارش فصل بهار ایستگاه کلیماتولوژی بمپور طی دوره مورد مطالعه با میانگین بارش $16/77$ میلی‌متر و انحراف معیار $21/77$ بین $-0/77$ تا $4/42$ در نوسان می‌باشد. تغییرات SPI بارش دوره‌های مرطوب بیشتر از دوره‌های خشک می‌باشد و تداوم دوره‌های مرطوب کمتر از دوره‌های خشک می‌باشد.

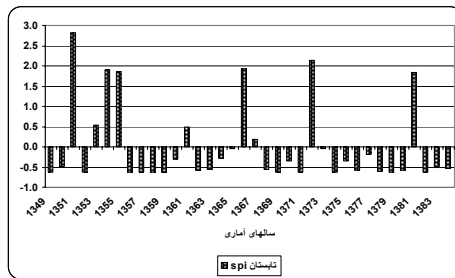
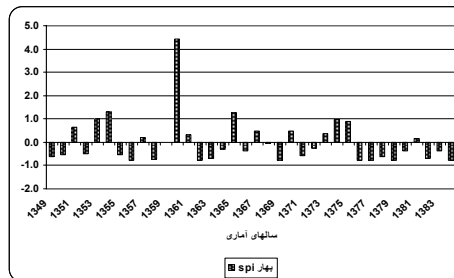
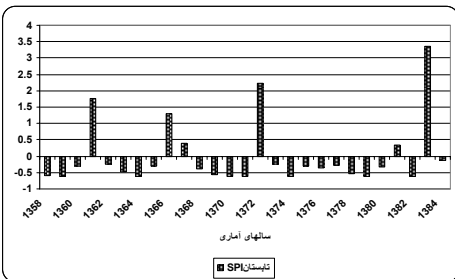
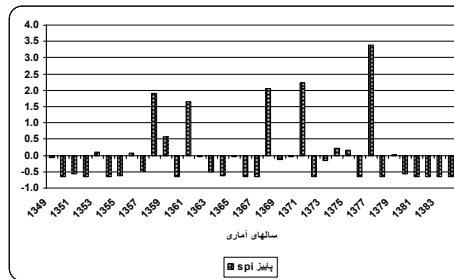
فصل تابستان ایستگاه کلیماتولوژی بمپور طی دورهٔ مورد مطالعه دارای ۹ فصل مرطوب و ۲۷ فصل خشک است (شکل شماره ۶). مرطوب‌ترین فصل این دوره مربوط به سال ۱۳۵۱ با SPI $2/82$ و خشک‌ترین دوره طی این فصل مربوط به سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۵۹، ۱۳۵۸، ۱۳۵۷، ۱۳۵۶، ۱۳۵۳، ۱۳۴۹ با SPI $-0/63$ می‌باشد. ضریب همبستگی بارش‌های تابستانی با بارش کل $0/30$ درصد می‌باشد. تغییرات SPI دوره‌های ترسالی بیشتر از دوره‌های خشک می‌باشد.

تداوم دوره‌های خشکسالی بیشتر از دوره‌های ترسالی است. SPI بارش فصل تابستان این ایستگاه با میانگین ۱۲/۶ میلی‌متر و انحراف معیار ۱۹/۶۶ بین ۰/۶۳- تا ۲/۲۸ متغییر می‌باشد. طولانی‌ترین دوره خشکسالی سالانه این ایستگاه مربوط به سال‌های ۷۹-۱۳۷۷ می‌باشد.

از ۳۶ فصل پاییزی دوره مورد مطالعه در ۱۱ فصل دوره شرایط ترسالی و در ۲۵ فصل دیگر شرایط خشکسالی حاکم بوده است (شکل شماره ۶). مرطوب‌ترین دوره این فصل مربوط به پاییز ۱۳۷۷ با SPI ۳/۴۰ و بعد از آن پاییز سال ۱۳۶۸ با SPI ۲/۲۲ ثبت شده است. خشک‌ترین فصل پاییزی دوره مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۱۳۷۶، ۱۳۷۸، ۱۳۷۲، ۱۳۶۷، ۱۳۶۶، ۱۳۶۰، ۱۳۵۲، ۱۳۵۰، با SPI ۰/۶۵- می‌باشد. سال‌های ۸۴-۱۳۸۱ و خشکسالی‌های این فصل ایستگاه مذکور همگی به جز سال ۱۳۸۳ وضعیت خشکسالی ملایمی داشته‌اند. همبستگی بارش فصل پاییز این ایستگاه با کل بارش سالانه ۰/۸۰ درصد می‌باشد. SPI بارش فصل پاییز با میانگین بارش ۹/۴۵ میلی‌متر و انحراف معیار ۱۴/۴۱ بین ۰/۶۵- تا ۳/۴۰ متغییر می‌باشد. طولانی‌ترین دوره خشکسالی این ایستگاه مربوط به سال‌های آبی ۶۷-۱۳۶۲ به مدت ۶ سال و بعد از آن مربوط به سال‌های ۸۳-۱۳۷۸ به مدت ۵ سال می‌باشد. خشکسالی‌های پاییزی این ایستگاه طی دوره مورد مطالعه همگی ملایم بوده‌اند. تداوم دوره‌های خشکسالی درازمدت، بیشتر از دوره‌های مرطوب است. شدت تغییرات SPI دوره‌های مرطوب بیشتر از دوره‌های خشک بوده است.

فراوانی دوره‌های خشک طی فصل زمستان ایستگاه بمپور ۱۷ مورد و فراوانی دوره‌های مرطوب ۱۹ مورد می‌باشد (شکل شماره ۶). مرطوب‌ترین دوره ترسالی فصل زمستان این ایستگاه مربوط به سال ۱۳۸۲ با SPI ۲/۸۷ و خشک‌ترین آن مربوط به

سال ۱۳۷۸ با $SPI -1/48$ ثبت شده است. طولانی‌ترین و شدیدترین دوره خشکسالی این ایستگاه طی دورهٔ مورد مطالعه مربوط به زمستان سال‌های ۸۱-۱۳۷۷ می‌باشد. ضریب همبستگی بارش زمستان با کل بارش ایستگاه مذکور $0/80$ درصد می‌باشد. SPI بارش فصل زمستان این ایستگاه با میانگین بارش $61/75$ میلی‌متر و انحراف معیار $38/30$ بین $-0/48$ تا $2/87$ در نوسان بوده است. تغییرات SPI بارش دوره‌های مرطوب بیشتر از دوره‌های خشک بوده است و همچنین تداوم و فراوانی دوره‌های خشکسالی حادث شده دورهٔ مورد مطالعه بیشتر از دوره‌های مرطوب می‌باشد.

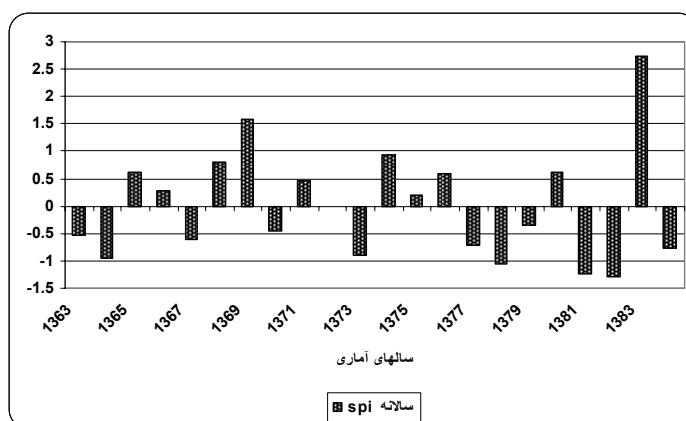
تغییرات SPI بارش فصل تابستان ایستگاه کليما تولوژی بمپورتغییرات SPI بارش فصل بهار ایستگاه کليما تولوژی بمپورتغییرات SPI بارش فصل زمستان ایستگاه کليما تولوژی بمپورتغییرات SPI بارش فصل پاییز ایستگاه کليما تولوژی بمپور

شکل شماره ۶: وضعیت ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه کليما تولوژی بمپور طی

سال‌های آماری ۸۴-۱۳۴۹

۸- تغییرات بارش سالانه ایستگاه باران سنجی گلمورتی طی سال‌های آماری ۱۳۶۳-۸۴

طی دوره آماری ۲۲ ساله، ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی ۱۰ سال دوره مرطوب و ۱۲ دوره خشکسالی داشته است (شکل شماره ۷). مرطوب‌ترین سال مربوط به سال ۱۳۸۳ با SPI ۲/۷۴ و پس از آن سال آبی ۱۳۶۹ با شاخص SPI ۱/۵۷ می‌باشد. خشک‌ترین سال این ایستگاه مربوط به سال ۱۳۸۲ با SPI -۱/۲۸ می‌باشد. بارش سالانه ایستگاه مذکور با میانگین سالانه ۷۸/۰۴ میلی‌متر و انحراف معیار ۵۲/۳۵ بین ۱/۲۸- تا ۲/۷۴ متغیر می‌باشد.



شکل شماره ۷: نمودار تغییرات SPI بارش سالانه ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی طی سال‌های آماری ۱۳۶۳-۸۴

۹- فراوانی ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی طی سال‌های آماری ۸۴-۱۳۶۳

از ۲۲ فصل بهار این ایستگاه، ۶ فصل مرطوب و ۱۶ فصل دیگر خشک بوده است (شکل شماره ۸). مرطوب‌ترین فصل این دوره مربوط به سال ۱۳۶۵ با شاخص SPI ۳/۵۱ می‌باشد. خشک‌ترین فصل این دوره مربوط به بهار سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۳، ۱۳۷۹، ۱۳۷۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۱، ۱۳۶۰ با SPI ۰/۶۷- می‌باشد. فصول خشکسالی این دوره بیشتر ملایم بوده است. طولانی‌ترین دوره خشکسالی با تداوم ۹ فصل مربوط به سال‌های ۸۴ - ۱۳۷۶ است و این دوره طولانی خشکسالی از جنبه‌های مختلف کشاورزی، اهمیت زیادی دارد. تغییرات SPI دوره‌های مرطوب بیشتر و با تداوم کمتر از دوره‌های خشک می‌باشد. ضریب همبستگی بارش‌های این فصل با بارش کل ۰/۰۹۷ درصد می‌باشد. SPI بارش فصل بهار با میانگین بارش ۴/۶۸ میلی‌متر و انحراف معیار ۶/۹۳ بین ۰/۶۷- تا ۳/۵۱ متغیر می‌باشد.

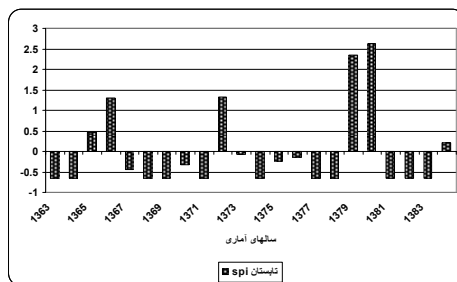
از ۲۲ فصل تابستان این دوره ۶ فصل مرطوب و ۱۶ فصل دیگر خشک بوده است (شکل شماره ۸). مرطوب‌ترین دوره ترسالی مربوط به سال ۱۳۸۰ با SPI ۲/۶۲ و خشک‌ترین آن مربوط به سال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۱، ۱۳۷۸، ۱۳۷۷، ۱۳۷۴، ۱۳۶۳، ۱۳۶۴، ۱۳۶۸، ۱۳۶۹ با SPI ۰/۶۴- می‌باشد. طولانی‌ترین دوره خشکسالی مربوط به تابستان سال ۷۸-۱۳۷۳ است. ضریب همبستگی بارش‌های این فصل با کل بارش سالانه ایستگاه ۰/۹۱ درصد می‌باشد. SPI بارش دوره تابستان ۸۴-۱۳۶۳ با میانگین ۱۱/۳۸ میلی‌متر و انحراف معیار ۱۷/۷۶ بین ۰/۶۴- تا ۲/۶۲ متغیر بوده است.

فصل پاییز دارای ۹ فصل مرطوب و ۱۳ فصل خشک می‌باشد (شکل شماره ۸). مرطوب‌ترین فصل مربوط به سال ۱۳۶۵ با شاخص SPI ۲/۴۵ و خشک‌ترین فصل این دوره مربوط به سال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۲، ۱۳۸۱، ۱۳۷۹، ۱۳۷۸، ۱۳۷۲، ۱۳۶۷، ۱۳۶۶ با SPI ۰/۷۹ - می‌باشد.

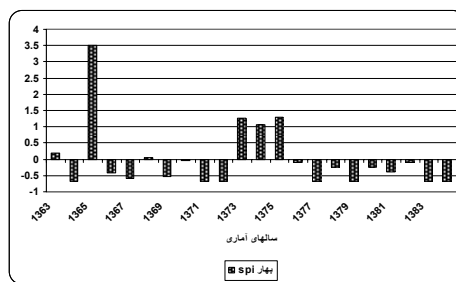
طولانی‌ترین دوره خشکسالی پاییزی این ایستگاه از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹ و تکرار آن از سال ۱۳۸۳-۱۳۸۱ می‌باشد (شکل شماره ۸). تداوم دوره‌های خشک بیشتر از دوره‌های مرطوب می‌باشد. دوره‌های خشک این فصل ایستگاه مذکور تماماً ملایم هستند. ضریب همبستگی بارش فصل پاییز این ایستگاه با بارش کل ۰/۳۸ درصد می‌باشد.

SPI بارش فصل پاییز بامیانگین ۷/۱ میلی‌متر و انحراف معیار ۸/۹۴ بین ۰/۷۹ - تا ۲/۵ متغیر می‌باشد. میزان تغییرشده SPI دوره‌های مرطوب بیشتر از دوره‌های خشک است. از طرفی میزان تداوم فراوانی دوره‌های خشک بیشتر از دوره‌های مرطوب می‌باشد. از ۲۲ فصل زمستان طی این دوره ۸ فصل مرطوب و ۱۴ فصل خشک بوده است (شکل شماره ۸). مرطوب‌ترین فصل این دوره مربوط به سال ۱۳۸۳ با شاخص SPI ۳/۲۱ و پس از آن سال ۱۳۶۹ با شاخص SPI ۱/۷۰ می‌باشد و خشک‌ترین فصل زمستان این دوره مربوط به زمستان سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۹ با شاخص SPI ۰/۹۳ - می‌باشد. تغییرات SPI دوره‌های مرطوب بیشتر از دوره‌های خشکسالی می‌باشد. تداوم دوره‌های خشک بیشتر از دوره‌های مرطوب است. طولانی‌ترین خشکسالی زمستانی این دوره مربوط به سال‌های ۱۳۸۲ - ۱۳۷۷ به مدت ۵ سال می‌باشد. بطور کلی خشکسالی‌های فصل زمستان این دوره ملایم بوده است. ضریب همبستگی بارش فصل زمستان با کل بارش سالانه ۰/۵۴ درصد می‌باشد. SPI بارش فصل زمستان

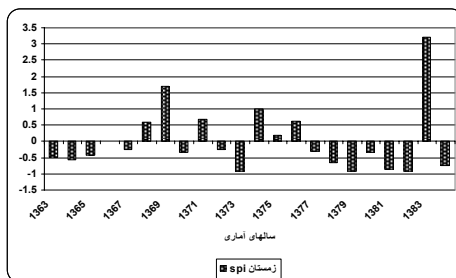
این ایستگاه با میانگین بارش $۵۴/۹۰$ میلیمتر و انحراف معیار $۸۱/۵۳$ بین $-۰/۹۳$ تا $۳/۲۱$ نوسان داشته است.



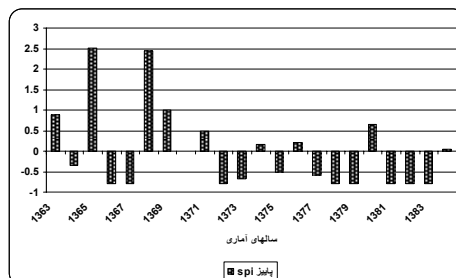
تغییرات SPI بارش فصل تابستان ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی



تغییرات SPI بارش فصل بهار ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی



تغییرات SPI بارش فصل زمستان ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی



تغییرات SPI بارش فصل پاییز ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی

شکل شماره ۸: وضعیت ترسالی و خشکسالی فصلی ایستگاه باران‌سنجی گلمورتی طی

سال‌های آماری ۸۴-۱۳۶۳

نتیجه‌گیری

خشکسالی پدیده‌ای اقلیمی است این پدیده تقریباً در تمام مناطق اقلیمی جهان اتفاق می‌افتد اما ویژگی آن از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است. خشکسالی از قدیم‌الایام یکی از بلایای طبیعی و خطرناک برای زندگی بشر بوده است. به طوری که این پدیده همیشه وقایع ناگوار اجتماعی و اقتصادی مانند قحطسالی و مهاجرت را در پی داشته است. باتوجه به موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و قرارگیری آن در کمربند خشک، خشکسالی‌های اخیر ۸۵-۱۳۷۶ بر بخش‌های مختلف زندگی مردم و بویژه بخش کشاورزی که عمده‌ترین مصرف‌کننده آب محسوب می‌شود خسارت‌های هنگفتی را موجب شده است.

از سال آبی ۷۷-۱۳۶۷ به بعد که آغاز خشکسالی منطقه بوده است، اکثر ایستگاه‌های منطقه بتدریج شرایط خشکسالی را به درجاتی تجربه کردند. SPI محاسبه شده در ایستگاه‌های مختلف منطقه نشان داد که شدت خشکسالی از ملایم تا شدید از سالی به سال دیگر و از دوره‌ای به دوره دیگر متغیر بوده است و در کل می‌توان نتیجه گرفت که از سال ۷۷-۱۳۷۶ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه SPI خشکسالی روبه‌افزایش بوده و در برخی از سال‌ها به حداکثر خود نزدیک شده است. این خشکسالی که از ۱۳۷۶ آغاز گردید تا سال ۱۳۸۵ ادامه داشته و گرچه با بارندگی‌های اخیر وضعیت کمی بهتر شده ولی شرایط هنوز به حالت عادی برنگشته و اثرات منفی آن بر بخش‌های کشاورزی و صنعتی و زندگی مردم همچنان ادامه دارد.

منابع

- ۱- اخترى، روح‌انگيز و محمدحسين مهديان و سعيد مريد، ۱۳۸۵، تحليل مكاني شاخص‌هاى خشكسالى SPI و EDI در استان تهران، مجله تحقيقات منابع آب ايران، سال دوم، شماره ۳، صص ۲۷ تا ۳۸.
- ۲- بذاق جمالى، جواد و همكاران، ۱۳۸۱، پايش و پهنه‌بندى وضعيت خشكسالى استان خراسان با استفاده از نمايه استانداردشده بارش، فصلنامه تحقيقات جغرافيايى، شماره ۶۷، صص ۴ تا ۲۱.
- ۳- برى ابرقويى، حسين و همكاران، ۱۳۸۲، کاربرد برخى از شاخص‌هاى آمارى هواشناسى در جهت ارزىابى شدت خشكسالى در مقياس كشور، فصلنامه تحقيقات جغرافيايى.
- ۴- بنى‌واهب، عليرضا و بهلول عليجاني، ۱۳۸۴، بررسى خشكسالى، ترسالى و پيش‌بينى تغييرات اقليم منطقه بيرجند با استفاده از مدل‌هاى آمارى، مجله پژوهش‌هاى جغرافيايى، شماره ۵۲، صص ۳۳ تا ۴۵.
- ۵- خسروى، محمود، ۱۳۸۳، بررسى روابط بين الگوهاى چرخش جوى كلان مقياس نيمكره شمالى با خشكسالى‌هاى سالانه سيستان و بلوچستان، مجله جغرافيا و توسعه، شماره ۳، صص ۱۶۷ تا ۱۸۸.
- ۶- عزيزى، قاسم و عزت‌الله صفرخانى، ۱۳۸۱، ارزىابى خشكسالى و تأثير آن بر عملكرد گندم ديم در استان ايلام با تأكيد بر خشكسالى‌هاى اخير (۷۹ - ۱۳۷۷)، مجله مدرس، دوره ۶، شماره ۲، صص؟؟.
- ۷- عزيزى، قاسم، ۱۳۸۲، ارتباط خشكسالى‌هاى اخير و منابع آب زيرزمينى در دشت قزوين، مجله پژوهش‌هاى جغرافيايى، شماره ۴۶، صص ۱۳۱ تا ۱۴۳.
- ۸- عزيزى، قاسم، ۱۳۸۴، بررسى خشكسالى‌ها- ترسالى‌ها و امكان پيش‌بينى آنها با استفاده از مدل سري زمانى هالت وينترز در استان هرمزگان، فصلنامه تحقيقات جغرافيايى شماره ۷۹، صص ۴۸ تا ۶۳.
- ۹- كاويانى، محمدرضا، ۱۳۸۰، بررسى اقليمى شاخص‌هاى خشكى و خشكسالى، مجله فصلنامه تحقيقات جغرافيايى، شماره ۶۰، صص ۷۱ تا ۸۹.

- ۱۰- حجازی زاده، زهرا، ابراهیم، فتاحی، ۱۳۸۱، تحلیل کمی شدت و تداوم خشکسالی های روزانه در ایستگاه شهرکرد، نشریه علوم جغرافیایی، شماره ۴ و ۳، سال ۱۳۸۳.
- ۱۱- نصرتی، کاظم و حسین آذرینوند، ۱۳۸۱، تحلیل منطقه ای شدت، مدت، دوره بازگشت خشکسالی با استفاده از داده های بارندگی (مطالعه موردی، حوزه آبخیز اترک)، مجله بیابان، جلد ۷، شماره ۱، صص ۴۹ تا ۶۰.
- ۱۲- نگارش، حسین و محمود خسروی، ۱۳۷۹، طرح تحقیقاتی بررسی اقلیم کشاورزی استان سیستان و بلوچستان، معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- 13- Edwards, D.C. and Mckee, T. B, 1997, Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple Time Scales, Climatology Report Number, 97-2, Colorado State University, fort Collins, Colorado.