



دومین همایش ملی بحران آب

2nd National Conference on Water Crisis

شهریورماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهرکرد



بررسی وضعیت خشکسالی در ایران با استفاده از شاخص SPI در دوره سرد سال و ارتباط آن با بحران آب

رضا دوستان (استادیار دانشگاه فردوسی مشهد)

مریم اسد(دانشجو کارشناسی ارشد اقلیم شناسی - دانشگاه یزد) maryam.asad70@yahoo.com

الهه اعتمادیان(دانشجو کارشناسی ارشد اقلیم شناسی - دانشگاه فردوسی مشهد)

چکیده:

خشکسالی یکی از پدیده های جوی است که بخش های مختلف محیطی را در طول دوره حاکمیت تحت تاثیر قرار میدهد. یکی از بخش هایی که تحت تاثیر شرایط بلند مدت خشکسالی قرار می گیرد، منابع آب است که متأسفانه کمتر از سایر بخش ها مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله به دنبال این بودیم که، با استفاده از داده های ماهانه ی بارش مربوط به ۹ ایستگاه سینوپتیک ایران در طی دوره آماری ۳۰ساله (۱۹۷۵-۲۰۰۵) و همچنین با استفاده از شاخص SPI در مقیاس زمانی سه ماه رابطه ی بین خشکسالی و بحران آب را در یابیم. نتایج این بررسی نشان داد که کمبود بارش در فصل زمستان و به تبع آن خشکسالی در مناطق شمالی کشور بیشتر خود را نمایان میکند و بعد از آن در مناطق جنوبی و حتی کمبود بارش در فصل زمستان در مناطق غربی نیز کاهش پیدا کرده است و در بین ایستگاه های منتخب شده یزد در طول دوره آماری خشکترین ایستگاه و بعد از آن سنندج، بابلسر، تبریز و بیرجند، مشهد، اهواز، بندرعباس و چاه بهار به ترتیب در رده های بعدی از نظر خشکسالی قرار میگیرند.

کلید واژه ها: خشکسالی-بحران آب-SPI - بارندگی فصل سرد سال- فراوانی نسبی خشکسالی.

مقدمه

خشکسالی از ویژگی های مکرر آب و هوا است که به اشتباه آن را یک رویداد تصادفی و نادر در نظر می گیرند. خشکسالی را باید با در نظر گرفتن شرایط بلند مدت بارش و تبخیر محاسبه نمود. (موناسلی، ۲۰۰۵:۷) واژه ی خشکسالی را می توان کاهش غیر طبیعی بارش در یک دوره طولانی مدت که باعث ایجاد بحران آب در مصارف مختلف از جمله: بهداشت، کشاورزی، صنعت، جنگل، تفریح و ... تعریف کرد. (توس، ۲۰۱۲: ۲) نکته قابل توجه این است که خسارات و اثرات ناشی از خشکسالی در گاهی مواقع بیش تر یا برابر با میزان خسارات ناشی از سیل و زلزله می باشد. بنابراین تعیین زمان آغاز، گسترش و خاتمه آن بسیار مشکل است. (آسیائی، ۱۳۸۵: ۱۲۳) بنابراین به وسیله ی شاخص های مختلف خشکسالی، می توان شدت، وسعت، فراوانی خشکسالی را مشخص نمود. یکی از شاخص هایی که می توان برای محاسبه ی خشکسالی استفاده نمود شاخص بارش استاندارد شده (SPI) است که مک کی و همکاران در سال ۱۹۹۳ ارائه نمودند. این شاخص با استفاده از داده های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه خشکسالی برای دوره های متفاوت زمانی و همچنین مقیاس های زمانی، به عنوان شاخص مناسب برای تحلیل خشکسالی از مقبولیت جهانی برخوردار

است. (شکیبا و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰۷) با توجه به مقادیر SPI خشکسالی زمانی شروع می شود که شاخص SPI منفی باشد و زمانی که این شاخص مثبت شد به منزله ی پایان خشکسالی است. در رابطه با بررسی خشکسالی به روش SPI تا کنون پژوهش های زیادی در کشورهای غربی و تمامی بخش های ایران انجام گرفته است که میتوان به مطالعات زیر اشاره کرد: روالت و همکاران (۲۰۰۳) برای بررسی شدت و گسترش مکانی خشکسالی در آفریقای جنوبی از شاخص SPI استفاده نمودند و متوجه شدند که ۸ سال خشکسالی شدید در مقیاس ۶ ماهه اتفاق افتاده است که به تدریج شدت خشکسالی رو به زیاد شدن است. پی و همکاران (۲۰۱۳) برای بررسی اثرات خشکسالی در چین خشکسالی را در مقیاس های زمانی ۱، ۳، ۶ و ۹ ماهه از روش SPI استفاده نمودند. نامبردگان توانستند ارتباط قوی بین خشکسالی و ناهنجاری های آب و هوایی پیدا کنند. اکسای و همکاران (۲۰۱۳) از شاخص SPI برای تجزیه و تحلیل تنوع فضایی و زمانی خشکسالی در پاکستان طی دوره آماری (۱۹۶۰-۲۰۰۷) استفاده نموده است. این شاخص در مقیاس ۳، ۶ و ۱۲ ماهه حساب کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن ها نشان داد که خشکسالی های بزرگ و گسترده در نواحی بزرگ پاکستان در حال رخ دادن است. در ایران نیز مطالعاتی در این رابطه انجام شده است از جمله: غیور و همکاران (۱۳۷۶) برای بدست آوردن قواعد حاکم بر بزرگی، گسترش و فراوانی خشکسالی های ایران، از روش کریجینگ نقشه های هم بارش کشور ایران را رسم نموده اند. بر اساس تلفیق این دو نقشه دریافتند که در مواقعی که با بارندگی های شدید رو به رو بودیم مناطق محدودی با خشکسالی روبه رو شدند و در سال هایی که بارندگی کم بود مناطق بیشتری را خشکسالی فرا گرفت. دانشور و همکاران (۱۳۸۶) به منظور بررسی خشکسالی مرکز، جنوب و جنوب شرق ایران، از آمار بارندگی یک دوره آماری سی ساله (۱۹۹۹-۱۹۷۰) استفاده کردند. آنها از طریق نسبت بارندگی برآورد شده با هر دوره بازگشت، به بارندگی متوسط سالانه هر ایستگاه نقشه ی هم نسبت را برای هر منطقه ترسیم نمودند و از طریق آن نقشه به این نتیجه رسیدند که هنگامی که خشکسالی فرضی با دوره بازگشت T ساله در کل سطح منطقه آن گاه کدام نواحی در سطح منطقه دچار ضعف بحرانی تری خواهند شد. فرج زاده (۱۳۸۶) به منظور بررسی خشکسالی و ترسالی در قسمت غرب کشور از اطلاعات بارش ۱۹ ایستگاه سینوپتیک در طی ۳۸ سال (۱۹۶۶-۲۰۰۳) استفاده نموده است و با توجه به روش SPI و نیچه به این نتیجه رسیده است که تمام ایستگاه های شمال غربی در سال ۱۹۷۹ با ترسالی و در سال ۲۰۰۱ با خشکسالی روبه رو بوده اند. گرچی (۱۳۸۸) با استفاده از شاخص SPI به تحلیل زمانی و مکانی خشکسالی در ایران پرداخته است و به این نتیجه رسیده است. حداکثر فراوانی وقوع خشکسالی در مقیاس ۳ ماهه در رده ی نسبتاً خشک و خشک شدید ایستگاه گرگان و در رده ی فرا خشک ایستگاه سنندج رخ داده است. اسدی زارچ (۱۳۸۸) شدت، تداوم و وسعت خشکسالی را با شاخص RDI در طی یک دوره ی آماری مشترک ۳۰ ساله (۱۹۸۳-۱۹۷۴ تا ۲۰۰۲-۲۰۰۳) برای ۳۸ ایستگاه هواشناسی کشور بررسی کرده است و نتایج حاصل از تحقیق نامبرده این بود که کلیه مناطق کشور خشکسالی را تجربه نموده است و بخش هایی از کشور مانند مناطق مرکزی و شرقی، بیشتر در معرض خطر خشکسالی قرار داشته اند. شفیع زاده (۱۳۸۹) به گروه بندی و تعیین روند تغییرات زمانی خشکسالی در ایران با استفاده از نمایه RDI پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که روند خشکی در تمامی مقیاس های ۶، ۹ و ۱۲ ماهه روند خشکسالی در کشور رو به افزایش بوده است. خسروی و همکاران (۱۳۹۱) برای پهنه

بندی شدت خشکسالی ایران از شاخص SPI، RAI، SIP و RNI استفاده کرده اند و برای این پژوهش از داده های ۴۸ ایستگاه سینوپتیک ایران طی دوره ی ۳۰ ساله (۱۹۷۶-۲۰۰۵) استفاده شده است و در آخر به پهنه بندی این ایستگاه از نظر خشکسالی پرداخته است. در تمامی پژوهش هایی که در ایران در رابطه با خشکسالی به انجام رسیده است به این نکته اشاره نکرده است که کمبود بارش و تبع آن خشکسالی را در چه مناطقی از ایران بیشتر می توان یافت؟ و در آینده در کدام مناطق به دلیل افزایش میزان خشکسالی مسئله بحران آب بیشتر به چشم می خورد؟

مواد و روش ها:

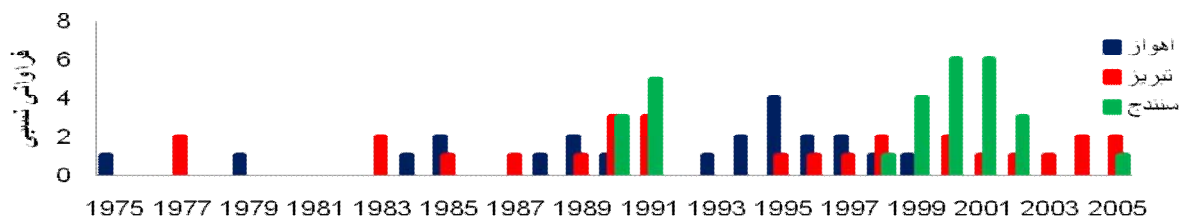
ایران کشوری در جنوب غربی آسیا در منطقه ی مشهور به خاورمیانه است. مساحت این کشور ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع است. ایران یکی از کشورهای وسیع جهان است که در محدوده ۲۵ درجه و سه دقیقه الی ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و پنج دقیقه الی ۶۳ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است در این پژوهش به منظور بررسی روند خشکسالی در قلمرو ایران، از داده های ایستگاهی بارش استفاده شده است. انتخاب این ایستگاه ها به گونه ای بود که بتواند مناسب ترین پراکنش را در کل کشور ایران داشته باشد لذا ۹ ایستگاه سینوپتیک تبریز، سنندج، اهواز، بابلسر، یزد، بندرعباس، مشهد، بیرجند، چاه بهار انتخاب شده و مقادیر بارش ماهانه برای دوره آماری سی ساله (۱۹۷۵-۲۰۰۵) از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. در ابتدا برای محاسبه خشکسالی سه ماهه، از شاخص SPI برای تمامی ایستگاه ها استفاده شد. از آنجا که معیار خشکسالی در این پژوهش بارش کمتر از صفر میلیمتر در نظر گرفته شده است، مقادیر صفر و کمتر از آن در نرم افزار excel فیلتر شده و نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS برای محاسبه فراوانی سالانه و ماهانه بکار گرفته شدند. در نهایت با استفاده از این فراوانی ها، نمودارهای سالانه، ماهانه و همچنین نمودارهای میانگین گیری ایستگاه های سه گانه شرقی، غربی، شمالی، جنوبی و مرکزی ترسیم شد.

جدول (۱): مشخصات ۹ ایستگاه منتخب کشور

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
۱	اهواز	۴۶/۱۷	۳۸/۵	۱۳۶۱
۲	تبریز	۴۸/۴۰	۳۱/۲۰	۲۲/۵
۳	سنندج	۴۷	۳۵/۲۰	۱۳۷۳
۴	یزد	۵۴/۱۷	۳۱/۵۴	۱۲۳۷/۷
۵	بابلسر	۵۲/۳۹	۳۶/۴۳	-۲۱
۶	بندرعباس	۵۹/۲۲	۲۷/۱۳	۹/۸
۷	مشهد	۵۹/۳۸	۳۶/۱۶	۹۹۹/۲
۸	بیرجند	۵۹/۱۲	۳۲/۵۲	۱۴۹۱
۹	چاه بهار	۶۰ ۳۷	۲۵/۱۷	۹

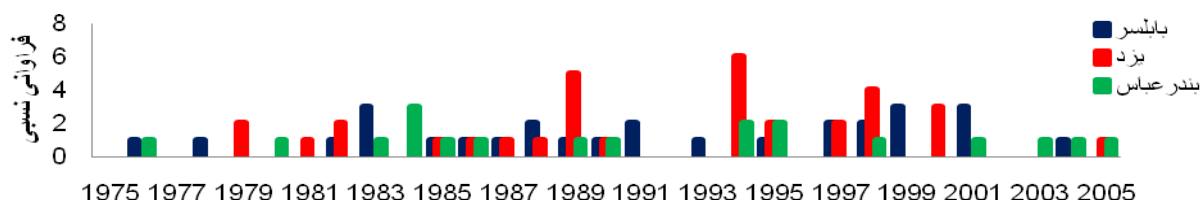
نتایج و بحث:

با توجه به خصوصیات SPI، این نمایه در سراسر دنیا برای پایش دوره های خشکی استفاده شده است. شاخص SPI برای کمی کردن کمبود بارش در مقیاس های زمانی گوناگون طراحی شده است. (حنفی: ۱۳۹۱، ۹۱). بنابراین به منظور محاسبه ی خشکسالی و رابطه آن با بحران آب از این شاخص استفاده گردیده شده است که نتایج حاصل از آن را به صورت شکل هایی نمایش می دهیم.



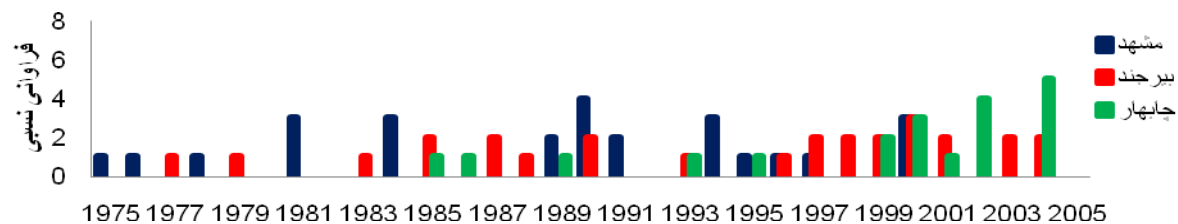
شکل (۱) فراوانی نسبی خشکسالی سالانه ایستگاه های غربی

با توجه به شکل میتوان گفت که خشکسالی سنندج در طول دوره ی آماری مورد نظر دارای نوسانات زیادی بوده به صورتی که در سال ۱۹۹۹ آغاز می شود و بعد از آن به اوج می رسد و دوباره به پایان رسیده و در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ به بیشترین نقطه اوج خود میرسد. همچنین می بینیم که در ایستگاه های تبریز و اهواز روند خشکسالی تا حدودی مشابه همدیگر است. به صورتی که هر دو ایستگاه از همان سال های آغازین خشکسالی را تجربه کرده اند بنابراین سنندج در سالهای اخیر بیشتر شاهد مسائل کمبود آب بوده است.



شکل (۲) فراوانی نسبی خشکسالی سالانه ایستگاه های مرکزی

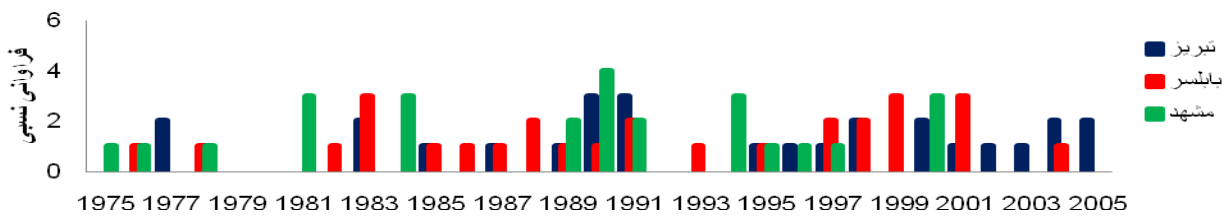
همان طور که در شکل مشخص است ایستگاه یزد دارای بیشترین میزان خشکسالی در طول دوره ی آماری می باشد. خشکسالی بابلسر و بندرعباس تا حدودی با هم مشابه هستند. ولی به طور کلی از بابلسر هر چه به جنوب حرکت کنیم میزان خشکسالی زیادتر شده که در یزد فراوانی آن به اوج خود می رسد.



شکل (۳) فراوانی خشکسالی سالانه ایستگاه های شرقی

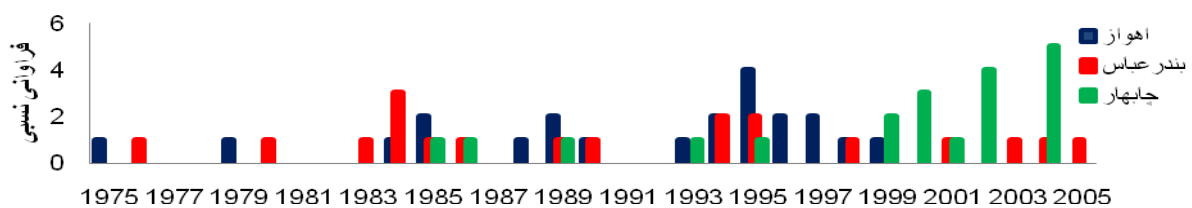
در رابطه با مناطق شرقی کشور ایران نیز باید گفت که در چاه بهار فراوانی خشکسالی در اواخر طول دوره ی آماری بیشتر می شود و در مشهد در برخی از سال ها خشکسالی را می توان مشاهده کنیم و در بیرجند نیز در تمامی سالهای با خشکسالی مواجه هستیم بنابراین هر چه در قسمت شرق به طرف جنوب ایران پیش میرویم مشکل کمبود آب بیشتر خود را نشان میدهد.

دومین بایش ملی بحران آب (تیسرا قلم، آب و محیط زیست)، دانشگاه شهرکرد، شهریور ۱۳۹۳



شکل (۴) فراوانی نسبی خشکسالی سالانه ایستگاه های شمالی

مطابق شکل بالا میتوان در رابطه با مناطق شمالی کشور بگوییم که هر چه از تبریز که در شمال غرب کشور قرار دارد به سمت مشهد که در قسمت شمال شرق پیش برویم میزان فراوانی خشکسالی بیشتر می شود. روند خشکسالی در بابلسر و مشهد تقریبا با هم مشابه است و میزان خشکسالی در تبریز کمتر به چشم میخورد.



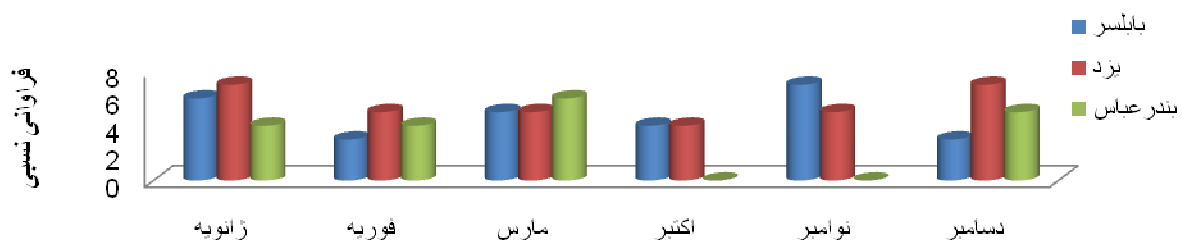
شکل (۵) فراوانی خشکسالی سالانه ایستگاه های جنوبی

در رابطه با ایستگاه های جنوبی نیز باید گفت هر جنوب غرب به سمت جنوب شرق پیش میرویم میزان فراوانی خشکسالی ها زیادت می شود به طوری که در چاه بهار در سال های اخیر بیشتر شاهد خشکسالی هستیم. روند خشکسالی در اهواز و بندرعباس تقریبا با هم مشابه است. همان طور که می دانیم میزان کمبود بارش در طی فصل سرد سال منجر به ایجاد خشکسالی می شود بنابراین در این پژوهش میزان خشکسالی را نیز در فصل سرد سال بررسی شد تا از میزان کمبود بارش در هر ایستگاه و به تبع از میزان خشکسالی ها نیز مطلع شویم.

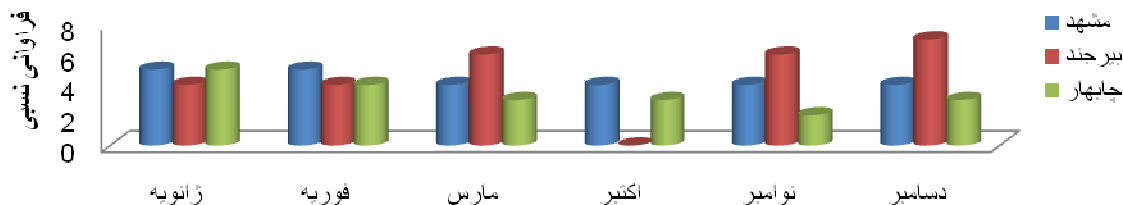


شکل (۶): فراوانی نسبی خشکسالی ماه های سرد سال در ایستگاه های غربی

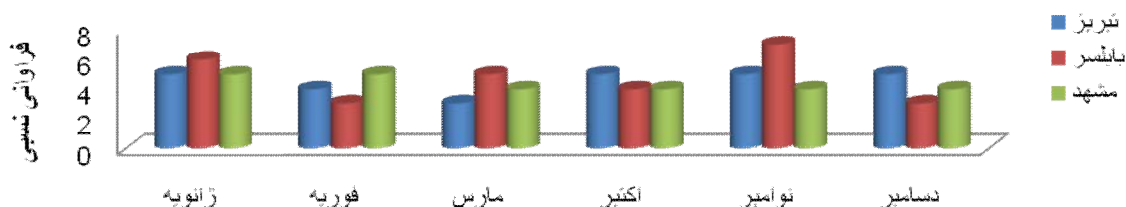
در رابطه با میزان خشکسالی در ماه های سرد در طول دوره ی آماری سنندج با داشتن ۲۹ خشکسالی در رتبه اول خشکسالی در ایستگاه های غربی قرار می گیرد و بعد از آن تبریز و اهواز به ترتیب با فراوانی نسبی ۲۷ و ۲۲ در رتبه های بعدی هستند. بنابراین در ایستگاه های غربی سنندج با بحران آب بیشتری مواجه خواهد بود.



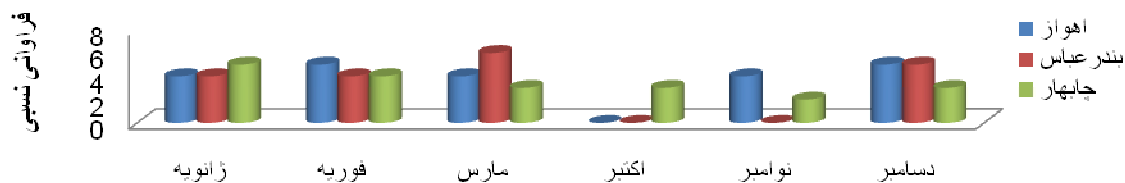
شکل (۷) فراوانی نسبی خشکسالی ماه های سرد سال در ایستگاه های مرکزی ایستگاه یزد با داشتن ۲۹ خشکسالی در فصول سرد سال در رتبه اول ایستگاه های مرکزی قرار می گیرد و بابلسر و بندرعباس با داشتن ۲۸ و ۱۹ خشکسالی در رتبه های دوم و سوم ایستگاه های مرکزی قرار گرفته اند.



شکل (۸) فراوانی نسبی خشکسالی ماه های سرد سال در ایستگاه های شرقی میزان خشکسالی در سه ایستگاه شرقی منتخب شده در ناحیه شرقی کشور به گونه ای است که بیرجند با ۲۷ خشکسالی در رتبه اول و مشهد و چابهار با داشتن ۲۶ و ۲۰ در رتبه دوم و سوم قرار دارند.



شکل (۹) فراوانی نسبی خشکسالی ماه های سرد سال در ایستگاه های شمالی میزان خشکسالی در سه ایستگاه شمالی به گونه ای است که بابلسر با ۲۸ خشکسالی در رتبه اول و تبریز و مشهد با داشتن ۲۷ و ۲۶ در رتبه دوم و سوم قرار دارند.



شکل (۱۰) خشکسالی ماه های سرد سال در ایستگاه های جنوبی در رابطه با ایستگاه های جنوبی نیز باید گفت که اهواز با داشتن ۲۲ خشکسالی در رتبه اول و چابهار با ۲۰ خشکسالی در رتبه دوم و بندرعباس با داشتن ۱۹ خشکسالی در رتبه سوم قرار گرفته است.

نتیجه گیری:

نتایج این پژوهش نشان می دهد که ایستگاه های شمالی با ۸۱ خشکسالی در ماه های سرد سال دارای بیشترین خشکسالی بوده و بعد از آن ایستگاه های مرکزی، غربی، شرقی و جنوبی به ترتیب با داشتن ۷۸، ۷۳ و ۶۱ خشکسالی در رتبه های بعدی قرار می گیرند. بنابراین باید گفت که در مرور زمان کمبود بارش در فصل زمستان و به تبع آن خشکسالی در مناطق شمالی کشور بیشتر خود را نمایان می کند و در آینده می توان مشکل کمبود آب شیرین را نیز برای مناطق شمالی کشورمان می توانیم انتظار داشته باشیم و بعد از آن در مناطق جنوبی و حتی کمبود آب در مناطق غربی بیشتر از مناطق شرقی خود را نمایان می کند.

همچنین خشکسالی به تفکیک هر ایستگاه به این صورت است که یزد با داشتن ۳۳ خشکسالی در طول دوره آماری خشکترین ایستگاه و بعد از آن سنندج، بابلسر، تبریز و بیرجند، مشهد، اهواز، بندرعباس و چاه بهار به ترتیب با داشتن ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۱ و ۱۹ خشکسالی در رده های بعدی از نظر خشکسالی قرار میگیرند پس باید گفت که میزان کمبود آب از نظر مکانی در منطقه ی یزد بیشتر به چشم می خورد و در مناطق بندرعباس و چاه بهار کمتر است.

منابع و مآخذ:

- ۱- اسدی زارچ م. ۱۳۸۸. بررسی خشکسالی اقلیمی و شدت، تداوم و وسعت آن در ایران با استفاده از شاخص RDI. پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد. دانشگاه یزد. دانشگده منابع طبیعی و کویر شناسی.
- ۲- احمدیان گرجی ک. ۱۳۸۸. تحلیل زمانی و مکانی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در ایران. پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. دانشگده علوم انسانی. گروه جغرافیا.
- ۳- آسیائی م. ۱۳۸۵. تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (مطالعه موردی: استان خراسان) مجله علوم جغرافیا. شماره ۲. ۱۲۲-۱۴۵
- ۴- خسروی م. موقوی ع. و منصوری م. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص های RNI,RAI,SPI و SIP برای پهنه بندی شدت خشکسالی ایران با مقایسه دو روش درون یابی IDW و مدل ارتفاعی DEM. فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط. شماره ۵. ۵۳-۷۰.
- ۵- دانشور م. تلوری ع. توکلی م. و داناییان م. ۱۳۸۶. بررسی منطقه ای خشکسالی در مرکز-جنوب و جنوب شرق کشور. پژوهش و سازندگی. ۲۰(۳) (بی آیند ۷۶) در منابع طبیعی. ۱۵۸-۱۶۶.
- ۶- شفیع زاده ف. ۱۳۸۹. گروه بندی و تعیین روند تغییرات زمانی خشکسالی در ایران با استفاده از نمایه RDI. پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد. دانشگاه یزد. دانشگده منابع طبیعی و کویر شناسی.
- ۷- غیور ح. و مسعودیان ا. ۱۳۷۶. بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالیها در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۴۵. ۲۵-۳۹.
- ۸- فرج زاده ح. ۱۳۸۶. تحلیل و تعیین خشکسالی و ترسالی در شمال غرب کشور به روش SPI و نیچه. فصلنامه رشد جغرافیا. شماره ۸۱. ۳۴-۳۷.
- 9- Pei.Xia L.2013.Assessing the impacts of droughts on net primary productivty in China-fengsong . volume (14-15)326-371.
- 10-Rouault M. and Richard Y. 2003. Intensity and spatial extension of drought in South Africa at different time scale.
- 11- Toth G. and Hillger. 2012. Drought and Desertification in Postage stamp. volume 61(2).
- 12- Giuseppina M, Maria Carmela G, Maura A.2005 . DROUGHT WITHIN THE CONTEXT OF THE REGION VI.working Group On Hydrology Regional Association VI(Europe). 26IV2005.
- 13-Xia H. Ringler C. Zhu T. and Waqas A. 2013.Darights in Pakistan: a spatiotemporal variability analysis using the Standardized Precipitation Index. Water Inter national.vol.38, No.5,620-631.