بررسی تغییرات زمانی و مکانی خطر خشکسالی استان خوزستان با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش(SPI)

فاطمه ظهرابزاده[1]، حسین اسلامی [2]

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،eslamyho@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵

چکیده

خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که ماهیتی اقلیمی داشته و عمدتاً از ناهنجاریها و بی نظمی های ایجاد شده در بارش بوجود می آید. در این مقاله به بررسی پدیده خشکسالی و تغییرات زمانی مکانی آن در استان خوزستان پرداخته شده است. در راستای تعیین درجه شدت های خشکسالی از شاخص استاندارد شده بارش(SPI) به دلیل مزایایی که در تحلیل مکانی و ایجاد ارتباط زمانی بین رخدادهای خشکسالی دارد، استفاده شده است. در پژوهش حاضر از آمار بارندگی ٤٨ ایستگاه باران سنجی و سینوپتیک استان خوزستان در سال های (۱۳٦۱-۱۳۹۳) استفاده شده است. نقشه های پهنه بندی شاخص SPI ایستگاه ها با استفاده از روش میان یابی کریجینگ طی دوره آماری مورد مطالعه ترسیم گردید و خشک ترین و ترترین سال مشخص شد. بر این اساس سال های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷ شدیدترین خشکسالی ها و سال ۱۳۷۱ ترسالی شدید رخ داده است. طبق نتایج به دست آمده سال های ۷۸، ۸٦ و ۸۷ سالهای با بیشترین درصد مساحت خشکسالی و سالهای ۷۰، ۷۱ ، ۷٦ و ۸۰ سال های با بیشترین درصد مساحت ترسالی هستند.

واژه های کلیدی: ***خشکسالی، شاخص SPI ، کریجینگ، استان خوزستان***

مقدمه

در سطح جهانی کشورهای زیادی به دلیل تغییرات اقلیمی و سایر شرایط طبیعی از خشکسالی آسیب دیده اند (ویلهایت ، ۲۰۰۰).

خشکسالی وضعیتی از کمبود بارندگی و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد. غالباً به عنوان یک پدیده خزنده توصیف می شود و بر خلاف سیل و بارندگی که زمان شروع و خاتمه ی آن مشخص است، توصیف زمانی و مکانی خشکسالی مشکل است. خشکسالی پدیده ای است تصادفی- احتمالی و غیر قابل پیش بینی، اما زمانی که اتفاق افتاد برای مدت طولانی پابرجاست (علیزاده،۱۳۸۵). در امر کشاورزی پایان خشکسالی زمانی است که نزول باران، رطوبت مورد نیاز خاک را تأمین نماید. در هیدرولوژی، زمانی که جریان در رودخانه مجدداً شکل گرفته و مخازن زیرزمینی تغذیه -ی مجدد می شود، زمان پایان خشکسالی در نظر گرفته می شود. زمان آغاز تا پایان خشکسالی به عنوان دوره تداوم خشکسالی در نظر گرفته می شود.(فرج زاده، ۱۳۸۴).

خشکی نوعی ویژگی دائمی آب و هوایی در یک منطقه است که عبارت است از عدم کفایت بارش در حد لازم برای رشد حیات در آن منطقه، در حالی که خشکسالی عبارت است از کاهش غیر منتظره بارش در مدتی معین در منطقه ای که لزوماً خشک نیست، میزان این کاهش آن قدر است که روند عادی رشد را در منطقه مختل می کند. (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۳). روشهای مختلفی برای بررسی خشکسالی وجود دارد. یکی از متداول ترین روش ها استفاده از شاخص

استاندارد شده بارش[1](SPI) است که توسط مک کی و همکارانش به منظور تعیین و پایش خشکسالی در دانشگاه ایالت کلرادو در سال ۱۹۹۳ تدوین شد. محققین مختلفی از این شاخص برای بررسی خشکسالی استفاده کرده اند.

مساعدی و همکاران (۱۳۸۸) جهت ارزیابی وتحلیل مکانی خشکسالی هواشناسی درسطح استان گلستان ازشاخص(SPI) استفاده کردند و به نتایج مختلفی ازجمله وجودیک سیکل ۱۱ ساله ترسالی یاخشکسالی مهم و حاکم بودن شرایط با شدت خشکسالی بیشتردرمناطق مرزی و نوارساحلی دریای خزر رسیدند.

علیجانی و بابایی(۱۳۸۸) به تحلیل فضایی خشکسالی های کوتاه مدت ایران با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده در بازه های زمانی ۳ و ۶ ماهه با روش زمین آمار کریجینگ معمولی پرداختند. نتایج نشان داد که در قسمت های شمال غرب، شمال و شمال شرق کشور خشکسالی ها بسیار شدید است در صورتی که در مناطق مرکز جنوب و جنوب شرق خشکسالی ها متوسط و ملایم می باشند. عیوضی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی و تعیین مناسب ترین شاخص خشکسالی اقلیمی در سطح استان گلستان پرداختند. بعد از محاسبه و کمی سازی وضعیت رطوبتی با استفاده از چهار نمایه DI، PNPI، SPI و ZSI به منظور بررسی و تعیین مناسب ترین نمایه از کمینه بارندگی در هر ایستگاه استفاده شد و نتایج آن نشان داد که به جز دو ایستگاه، تمام ایستگاه های مورد مطالعه، وقوع خشکسالی بسیار شدید با وقوع کمینه بارندگی مقارن بوده است.

شکری کوچک و بهنیا (۱۳۹۲) با استفاده از سری های زمانی حاصل از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) و زنجیره مارکوف، پایش، پیش‌بینی و گسترش خشکسالی در سطح استان خوزستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در تمامی ایستگاه‌ها وضعیت تقریباً نرمال بر اساس شاخص SPI با مقیاس زمانی شش ماهه، بیشترین فراوانی را دارا می‌باشد و بین ۳۳ الی ۴۲ درصد حالات را به خود اختصاص می دهد. بروغنی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی از شاخص‌های SPI، PNI و ZSI به منظور پهنه‌بندی خشکسالی و تعیین بهترین شاخص در استان خراسان رضوی استفاده نمودند. بعد از محاسبه شاخص ها با استفاده از نرم‌افزار DIP، این داده‌ها وارد نرم‌افزار ArcGIS شد و سپس با استفاده از روش کریجینگ پهنه‌بندی خشکسالی صورت گرفت. نتایج حاکی از آن بود که پهنه‌بندی خشکسالی در هیچ‌یک از شاخص‌ها از روند منظمی در طی دوره مورد مطالعه تبعیت نمی‌کرد. نتایج شاخص SPI نشان داد که شدت خشکسالی در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال‌های دیگر بیشتر و از نظر ترسالی سال ۲۰۰۳ شرایط بهتری نسبت به سال‌های دیگر دارد.

مک کی و همکاران[2](۱۹۹۵) عملاً از سال ۱۹۹۴ شاخص استاندارد را برای پایش خشکسالی در ایالت کلرادو به کار بردند. آنها از توزیع گامای دو پارامتره (توزیع مناسب برای بارش های نواحی خشک) برای نرمال ساختن داده های بارش استفاده کردند. در این مطالعه آنها از مقیاس های زمانی کوتاه مدت (۳ و۶ ماهه) برای اهداف کشاورزی و مقیاس های زمانی بلند مدت (۱۲ و ۲۴ و ۴۸ ماهه) برای اهداف هیدرولوژی استفاده کردند.

الم و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی خشکسالی در بخشهای از بنگلادش ، منطقه برند در دوره های ۳، ۵ و ۲۰ ماهه پرداختند. نتایج نشان دهنده یک الگوی مکانی مشابه در خشکسالی در منطقه بود. در تحقیق دیگری توسط رفیع الدین و همکاران (۲۰۱۱) از شاخص SPI جهت ارزیابی خشکسالی هواشناسی با استفاده از ۲۷ ایستگاه هواشناسی و اطلاعات بارندگی استفاده شد.

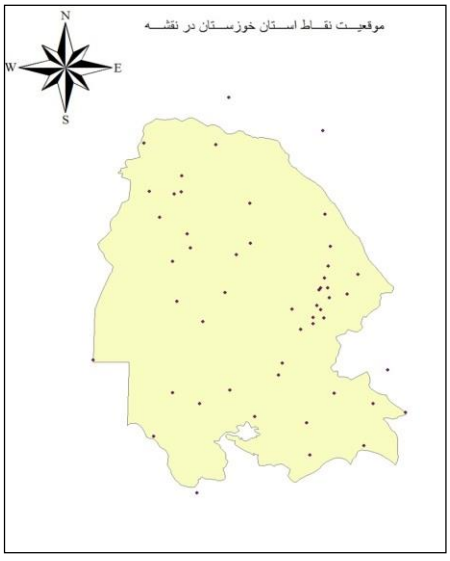
1- Standardized Precipitation Index
2 - Mckee et al.

داهال و همکاران[1](۲۰۱۶) الگوی تغییرات زمانی مکانی پدیده خشکسالی مرکز نپال را بوسیله شاخص SPI بررسی کردند. نتایج نشان داد که هیچ روند مشخصی در بارش منطقه ای دیده نشده و روند خشکسالی نشان داد که بیشتر ایستگاهها نشان دهنده افزایش شدت و فراوانی خشکسالی بوده اند.

هدف از این مقاله بررسی گستره خشکسالی در استان خوزستان در سال های ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۳ و تعیین سال های با بیشترین و کمترین شدت خشکسالی است.

مواد و روش ها

استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۶ کیلومتر مربع، بین ۴۷درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی، در جنوب غربی ایران واقع گردیده است. فصل گرما در این استان از اردیبهشت آغاز می شود و تا مهر ماه ادامه دارد. متوسط درجه حرارت در این دوره ۳۱/۲ درجه و متوسط درجه حرارت در زمستان ۱۴/۹ درجه سانتیگراد می باشد. متوسط بارندگی در خوزستان ۲۶۵/۵ میلی متر در سال می باشد. نواحی غرب، جنوب غرب و جنوبی استان تحت تاثیر اقلیم فراخشک گرم بوده و مناطق مرکزی، جنوب شرقی و شمال غربی متاثر از اقلیم خشک بیابانی گرم می باشد. این دو اقلیم بخش اعظم استان را فرا می گیرند. دو اقلیم نیمه خشک گرم و نیمه خشک معتدل، اقالیمی هستند که نواحی شرق، شمال و بخش وسیعی از شمال شرقی استان را تحت حاکمیت خویش قرار داده اند. همچنین اقلیم مدیترانه ای معتدل و نیمه مرطوب سرد ارتفاعات شرق و شمال شرق استان را تحت تاثیر قرار می دهند. در این تحقیق آمار بارندگی ماهانه و سالانه مورد استفاده از دو سازمان هواشناسی و آب و برق استان خوزستان جمع آوری شده اند. با استفاده از بارندگی سالانه مقادیر شاخص استاندارد شده بارش در همه ایستگاه بطور سالانه محاسبه شده و نقشه های پهنه بندی شدت خشکسالی با استفاده از روش میان یابی کریجینگ بدست آمده است. موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه در شکل (۱) آورده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه در استان خوزستان

1 - Dahal et al.

شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

این شاخص توسط مک کی و همکارانش به منظور تعیین و پایش خشکسالی در دانشگاه ایالت کلرادو در سال ۱۹۹۳ تدوین شد. اساس آن احتمالات بارندگی برای هر مقیاس زمانی است. لذا شاخص SPI برای بازه های زمانی ۳،۶ ، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می شود. هرگاه مقادیر SPI به طور مداوم منفی باشد و مقدار آن به ۱- یا کمتر برسد، معرف وقوع خشکسالی و مقادیر مثبت آن نشان دهنده ی ترسالی می باشد(جدول شماره ۱). این شاخص از رابطه زیر محاسبه می شود(آسیایی، ۱۳۸۵).

$$SPI = \frac{X_i - \bar{X}}{S_d} \qquad (۱)$$

SPI، بارش استاندارد شده، Xi، مجموع بارش در یک سال معین، $\overline{X}$ ، میانگین مجموع بارش در یک سال معین و Sd انحراف معیار داده ها می باشد.

جدول ۱- طبقه بندی مقادیر SPI

توصیف خشکسالی	طبقات شاخص
ترسالی خیلی شدید	۲ و بیشتر
ترسالی شدید	۱/۹۹ تا ۱/۵
ترسالی ملایم	۱/۴۹ تا ۱
نزدیک به نرمال	۰/۹۹- تا ۰/۹۹
خشکسالی ملایم	۱/۴۹- تا ۱-
خشکسالی شدید	۱/۹۹ – تا ۱/۵ -
خشکسالی بسیار شدید	۲- و کمتر

روش میان یابی کریجینگ[1]

کریجینگ یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار می‌باشد. این تخمین گر به عنوان بهترین تخمین‌گر خطی نااریب شناخته می‌شود. از مهمترین ویژگی‌های کریجینگ این است که به ازای هر تخمین خطای مرتبط با آن را می‌توان محاسبه کرد. بنابراین برای هر مقدار تخمین زده شده، می‌توان دامنه اطمینان آن تخمین را محاسبه نمود. در حالیکه روش‌های کلاسیک این کارایی را ندارد (حسنی پاک،۱۳۹۲). در روش کریجینگ برای تخمین نقاط مجهول از رابطه زیر استفاده می شود:

$$V^*(x0)=\sum Wi.V(xi) \qquad (۲)$$

$V^*(x_0)$ مقدار تخمینی متغیر تصادفی در نقطه مجهول،$V(x_i)$ مقدار متغیر تصادفی در نقطه معلوم W_i وزن اختصاص یافته به هر داده.در این مقاله از میان روش های میان یابی از روش کریجینگ معمولی استفاده شده است.

نتایج

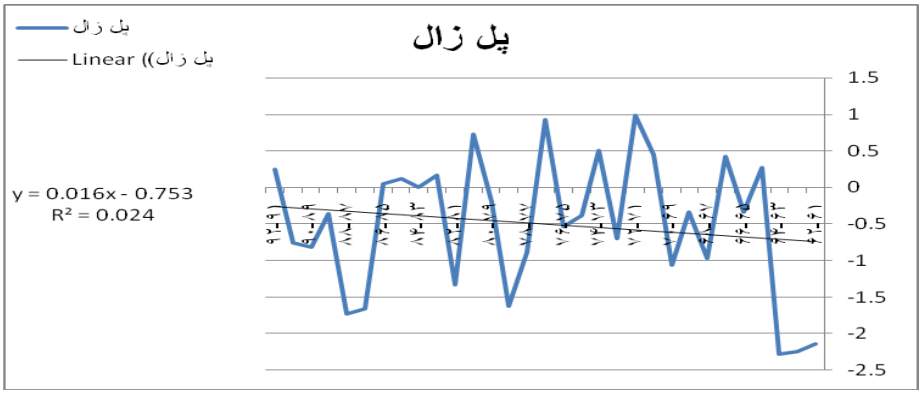
با محاسبه شاخص SPI در سال های مختلف و برازش خط رگرسیون به نمودار پراکنش شاخص مشخص گردید که بجز یک ایستگاه روند بقیه ایستگاه ها با شیب منفی رو به خشکسالی است. ضریب X در معادله رگرسیون که برای ایستگاه ها منفی است نمایانگر این است که ایستگاه های استان خوزستان روند رو به خشکی دارند.

تنها در ایستگاه پل زال ضریب X با عدد (۰/۰ ۱۶) روند رو به ترسالی را نشان می دهد و کمترین ضریب

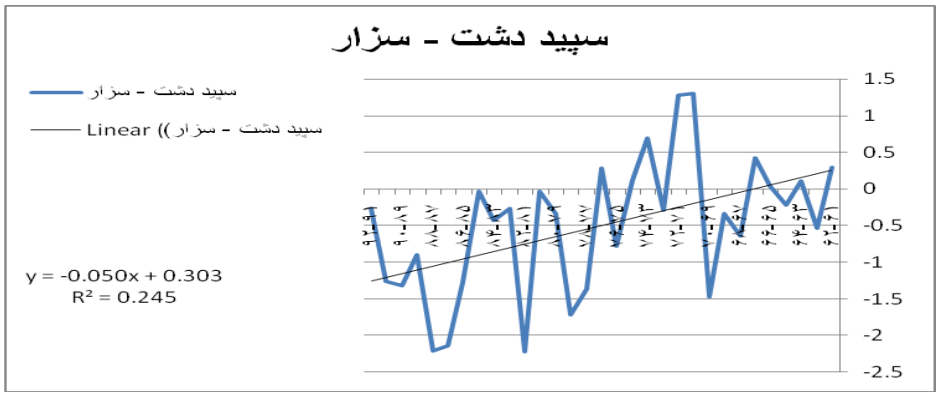
1 - Kriging

X با عدد (۰/۰۵ –) مربوط به ایستگاه سپید دشت سزار می باشد که این ایستگاه روند سریعتری رو به خشکی دارد. اشکال ۲ و ۳ نشان دهنده تغییرات زمانی و خط رگرسیون در این دو ایستگاه می باشد.

با محاسبه شاخص SPI در تمام ایستگاه های هواشناسی در دوره آماری مشترک ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۳ در سطح استان خوزستان، سال های خشک و تر و شدیدترین ترسالی ها و خشکسالی ها مشخص گردید. در تمام ایستگاه های مورد مطالعه بیشتر در سال های ۶۲ ، ۶۷ ، ۷۲ ، ۷۸ ، ۸۱ و ۸۶ خشکسالی های بسیار شدید رخ داده است(جدول ۲).



شکل ۲- روند تغییرات زمانی خشکسالی ایستگاه پل زال



شکل ۳- روند تغییرات زمانی خشکسالی ایستگاه سپید دشت - سزار

جدول ۲- شدیدترین خشکسالی ها و طولانی ترین دوره های خشکسالی در ایستگاه ها

ردیف	ایستگاه	شدیدترین خشکسالی	طولانی ترین دوره خشکسالی	
۱	اهواز	سال ۸۷ و ۹۰	۱۳۸۳	۱۳۹۲
۲	ایدنک	سال ۷۲	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۳	ایذه	سال ۸۶	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴	بارانگرد	سال ۸۶	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۵	باغ ملک	سال ۸۷	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۶	بتوند شور	سال ۶۲ و ۷۸	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۷	بندر ماهشهر	سال ۶۷	۱۳۸۳	۱۳۸۸
۸	بوزی شادگان	سال ۶۲ و ۶۷	۱۳۷۷	۱۳۸۴

۹	پاگچی رامهرمز	سال ۸۱	۱۳۷۷	۱۳۸۲
۱۰	پای پل	سال ۸۶	۱۳۷۷	۱۳۹۲
۱۱	پل زال	سال ۶۲	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۱۲	پل شالو	سال ۸۶ و ۹۰	۱۳۶۵	۱۳۷۰
۱۳	تله زنگ	سال ۹۰	۱۳۸۳	۱۳۹۲
۱۴	جوکنک	سال ۷۲	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۱۵	چشمه شیرین	سال ۷۸	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۱۶	چم گز	سال ۶۲	۱۳۷۷	۱۳۹۲
۱۷	چم نظام	سال ۷۸	۱۳۶۱	۱۳۷۰
۱۸	حرمله	سال ۸۶	۱۳۶۱	۱۳۷۱
۱۹	حمیدیه	سال ۸۶	۱۳۷۷	۱۳۸۵
۲۰	دارخوین	سال ۶۷	۱۳۸۰	۱۳۹۲
۲۱	در خزینه	سال ۸۶ و ۷۲	۱۳۸۳	۱۳۹۲
۲۲	دزفول	سال ۸۶	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۲۳	دلی بختیار	سال ۸۶	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۲۴	ده سادات	سال ۷۲	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۲۵	دهملا	سال ۸۶	۱۳۸۱	۱۳۹۲
۲۶	رامشیر	سال ۷۸	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۲۷	زیدون سردشت	سال ۸۷	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۲۸	سپید دشت سزار	سال ۸۱ و ۸۷	۱۳۷۷	۱۳۹۲
۲۹	سد دز	سال ۷۸ و ۸۶	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۳۰	سد شهدا بهبهان	سال ۸۶ و ۸۷	۱۳۸۳	۱۳۹۲
۳۱	سوسن	سال ۷۸	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۳۲	شوش	سال ۸۷	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۳۳	عبدالخان	سال ۶۲ و۸۶	۱۳۶۱	۱۳۶۹
۳۴	قلعه تل	سال ۷۸	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۳۵	گتوند	سال ۸۶ و ۹۰	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۳۶	گرگر	سال ۸۷	۱۳۸۳	۱۳۹۲
۳۷	گنداب	سال ۷۸	۱۳۸۱	۱۳۹۲
۳۸	لالی بند سرخه	سال ۷۸ و ۹۰	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۳۹	مال آقا	سال ۷۷ و ۷۸	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴۰	مشراگه	سال ۷۸	۱۳۸۶	۱۳۹۲
۴۱	ملاثانی	سال ۹۰	۱۳۷۷	۱۳۹۲
۴۲	میداود	سال ۷۸	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴۳	هفت تپه	سال ۹۰	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴۴	هفتکل	سال ۷۲ و ۷۸	۱۳۸۴	۱۳۹۲
۴۵	هندیجان	سال ۷۲	۱۳۸۴	۱۳۹۲
۴۶	ماشین	سال ۷۲ و ۷۸	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴۷	آبادان	سال ۹۰	۱۳۸۵	۱۳۹۲
۴۸	سد تنظیمی دزفول	سال ۸۶ و ۹۰	۱۳۸۳	۱۳۹۲

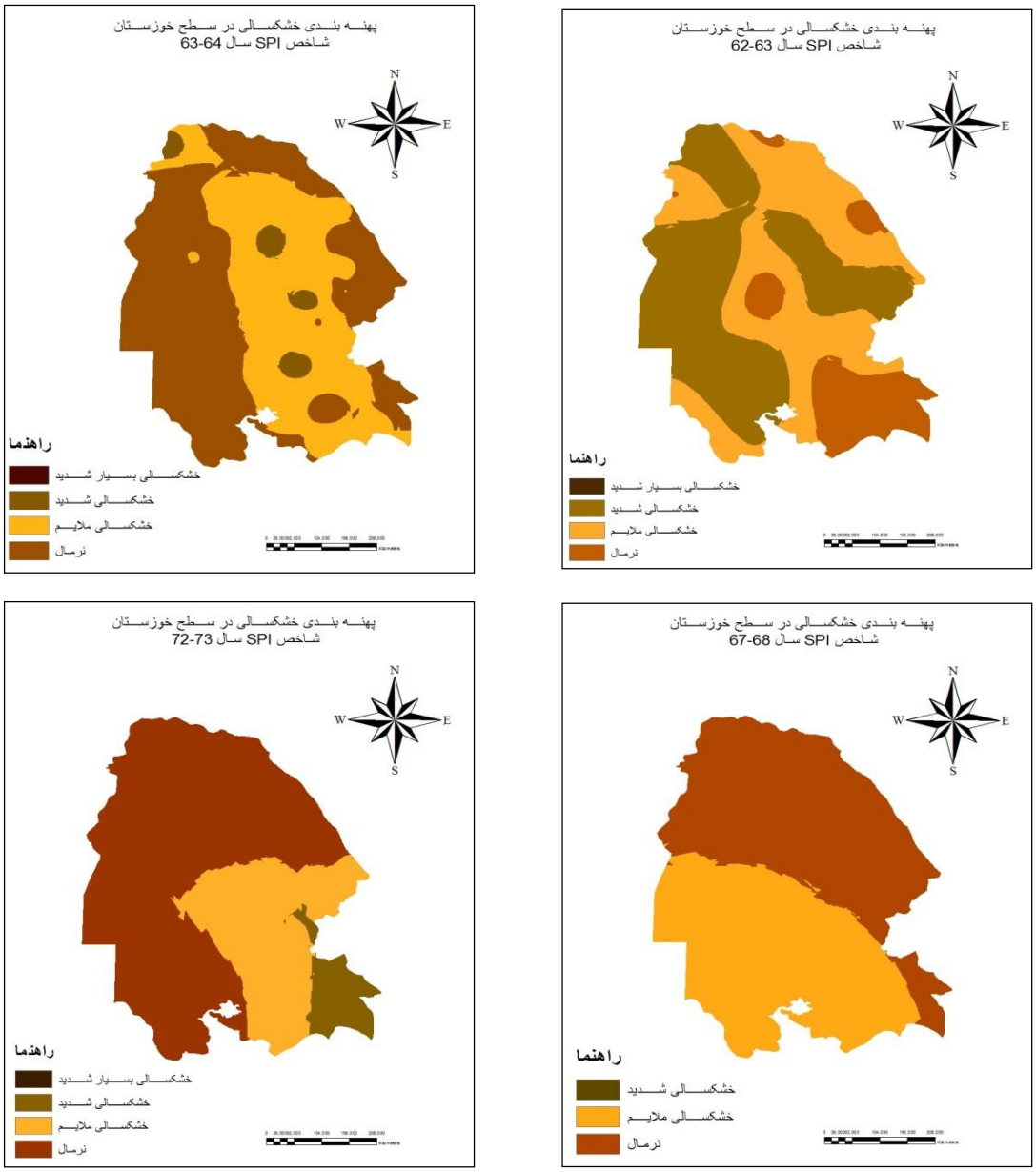
با توجه به جدول ۲ ، ایستگاه های چم گز ، پای پل ، ملاثانی و سپید دشت سزار ایستگاه هایی هستند که با ۱۵ سال دوره خشکسالی، طولانی ترین دوره های خشکسالی را دارا می باشند. همچنین ایستگاه های دارخوین ، گنداب، دهملا و حرمله ایستگاه هایی هستند که به ترتیب (۱۲ ، ۱۱ ، ۱۱ ، ۱۱ و ۱۰ سال) دوره خشکسالی دارند و مابقی ایستگاه ها دوره های کمتر از ۱۰ سال دارند.

بعد از محاسبه شاخص SPI بصورت نقطه ای در ایستگاهها برای بررسی خشکسالی در کل استان خوزستان از روش میان یابی کریجینگ برای تعمیم نقاط به سطح استفاده شد. جدول(۳) محدوده ها و مساحت های طبقات مختلف شاخص SPI را برای سالهای آماری مورد مطالعه را نشان می دهد که با توجه به آن برای تمام سال ها مشخص شده است که در هر سال محدوده های ترسالی و خشکسالی چه مساحتی دارند. اشکال ۴ و۵ نقشه های پهنه بندی شاخص SPI با روش کریجینگ را نشان می دهد.این نقشه ها فقط برای سالهای دارای خشکسالی تهیه شده است.

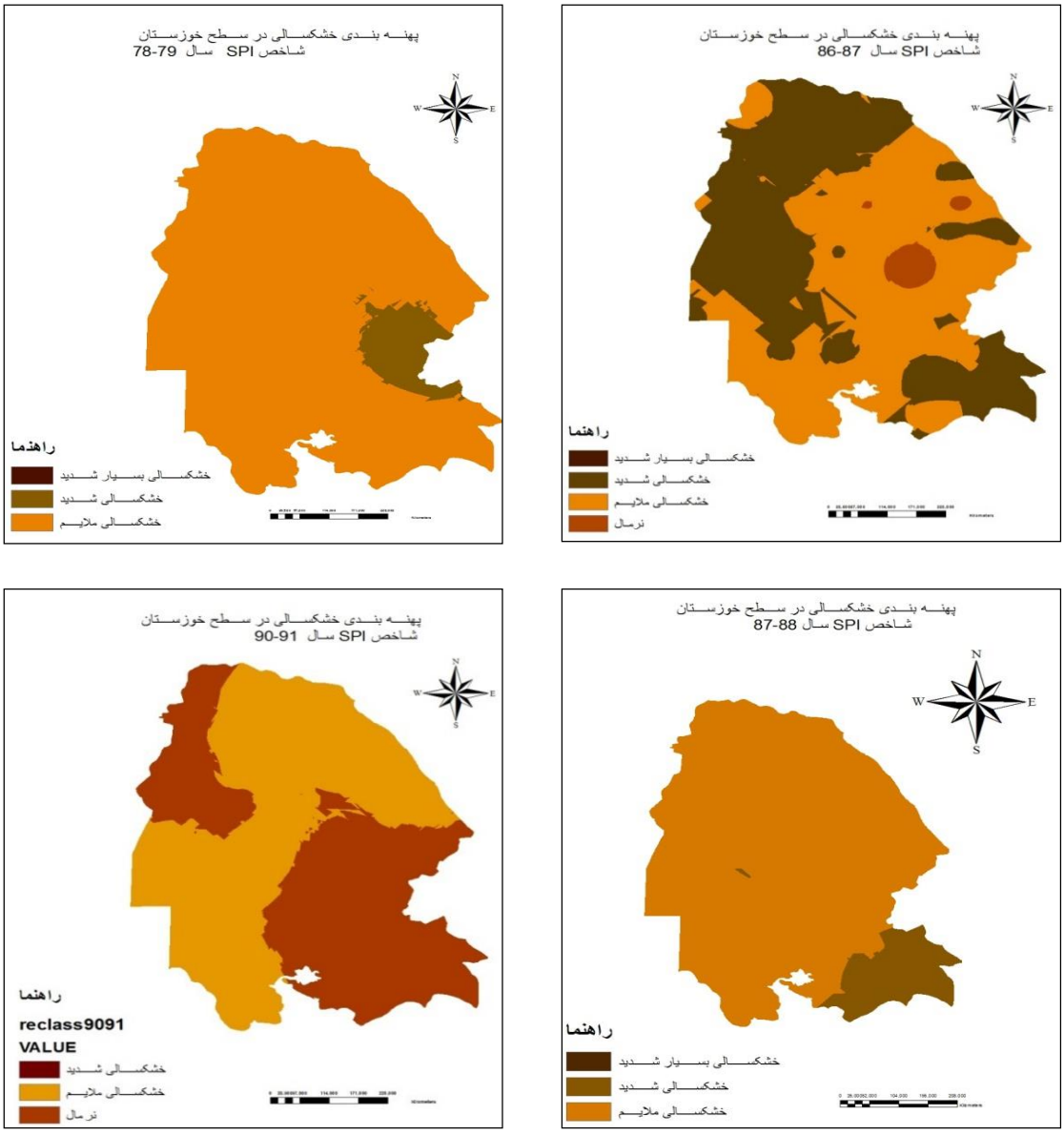
جدول۳- محدوده های خشکسالی و ترسالی و مساحت محدوده ها

ردیف	سال آماری	مساحت	درصد مساحت	محدوده
۱	۶۲-۶۱	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲	۶۳-۶۲	۲۹۰۸۱۳۷ هکتار	٪ ۴۵/۲	خشکسالی شدید
		۲۵۶۳۹۰۰ هکتار	٪ ۳۹/۹	خشکسالی ملایم
		۱۰۰۹۶۴۳ هکتار	٪ ۱۵/۷	نزدیک به نرمال
۳	۶۴-۶۳	۲۱۶۳۸۷ هکتار	٪۳	خشکسالی شدید
		۲۷۰۵۰۲۵ هکتار	٪۴۲	خشکسالی ملایم
		۳۵۶۰۲۶۸۷ هکتار	٪۵۵	نزدیک به نرمال
۴	۶۵-۶۴	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۵	۶۶-۶۵	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۶	۶۷-۶۶	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۷	۶۸-۶۷	۳۱۳۲۱۰۶ هکتار	٪ ۴۸/۷	خشکسالی ملایم
		۳۳۴۹۵۷۵ هکتار	٪ ۵۲/۱	نزدیک به نرمال
۸	۶۹-۶۸	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۹	۷۰-۶۹	۹۳۷ هکتار	٪ ۰/۰۱۴	خشکسالی ملایم
		۶۴۸۰۷۴۳ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۱۰	۷۱-۷۰	۴۰۶ هکتار	٪ ۰/۶	نزدیک به نرمال
		۶۴۸۱۲۸۱ هکتار	٪ ۱۰۰	ترسالی ملایم
۱۱	۷۲-۷۱	۶۰۰۳۳۸۷ هکتار	٪ ۹۳/۴	ترسالی ملایم
		۴۷۸۲۹۳ هکتار	٪ ۷/۴	ترسالی شدید

		۴۲۰۱۰۰ هکتار	٪ ۶/۵	خشکسالی شدید
۱۲	۷۳-۷۲	۱۷۲۵۱۳۷ هکتار	٪ ۲۶/۸	خشکسالی ملایم
		۴۳۳۶۴۴۳ هکتار	٪ ۶۷/۵	نزدیک به نرمال
۱۳	۷۴-۷۳	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۱۴	۷۵-۷۴	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۱۵	۷۶-۷۵	۱۴۶۲ هکتار	٪ ۰/۰۲۲	خشکسالی ملایم
		۶۴۸۰۲۲۵ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۱۶	۷۷-۷۶	۶۴۸۱۶۸۱ هکتار	٪ ۱۰۰	ترسالی ملایم
۱۷	۷۸-۷۷	۶۴۸۱۶۸۱ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۱۸	۷۹-۷۸	۴۲۷۶۸۱ هکتار	٪ ۶	خشکسالی شدید
		۶۰۵۴۰۰۰ هکتار	٪۹۴	خشکسالی ملایم
۱۹	۸۰-۷۹	۶۴۸۱۶۸۱ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۰	۸۱-۸۰	۶۴۸۱۶۶۲ هکتار	٪ ۱۰۰	ترسالی ملایم
۲۱	۸۲-۸۱	۱۰۷۳۳۰۶ هکتار	٪۱۶	خشکسالی ملایم
		۵۴۰۸۳۷۵ هکتار	٪۸۴	نزدیک به نرمال
۲۲	۸۳-۸۲	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۳	۸۴-۸۳	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۴	۸۵-۸۴	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۵	۸۶-۸۵	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۶	۸۷-۸۶	۲۹۰۲۳۶۸ هکتار	٪۴۵	خشکسالی شدید
		۳۴۲۵۰۱۲ هکتار	٪۵۳	خشکسالی ملایم
		۱۵۴۳۰۰ هکتار	٪۲	نزدیک به نرمال
۲۷	۸۸-۸۷	۶۵۷۲۰۰ هکتار	٪ ۱۰	خشکسالی شدید
		۵۸۲۴۴۸۱ هکتار	٪ ۹۰	خشکسالی ملایم
۲۸	۸۹-۸۸	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۲۹	۹۰-۸۹	۶۴۸۱۶۸۱ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۳۰	۹۱-۹۰	۳۵۰۴۱۳۱ هکتار	٪۵۴	خشکسالی ملایم
		۲۹۷۷۵۵۰ هکتار	٪ ۴۶	نزدیک به نرمال
۳۱	۹۲-۹۱	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال
۳۲	۹۳-۹۲	۶۴۸۱۶۸۷ هکتار	٪ ۱۰۰	نزدیک به نرمال



شکل ٤- نقشه گستره خشکسالی در سال های دارای خشکسالی



شکل ۵- نقشه گستره خشکسالی در سال های دارای خشکسالی

نتیجه گیری

استان خوزستان با داشتن منابع آبی غنی در سالهای اخیر تحت تاثیر خشکسالیهای متمادی قرار گرفته است. در این تحقیق شدت و مدت خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که بیشتر ایستگاههای مورد بررسی در استان خوزستان در سالهای اخیر مورد خشکسالی قرار گرفته است و مدت خشکسالی از ۷ سال تا ۱۲ سال در ایستگاه ها متغیر بوده است. بررسی تغییرات زمانی مقدار شاخص SPI با استفاده از برازش خط رگرسیون به مقادیر شاخص در سالهای مختلف نشان دهنده شیب منفی این خط بوده که نشانگر این موضوع است که وضعیت ایستگاهها رو به خشکی می رود و تنها ایستگاه سپید دشت سزار از این قاعده مستثنی بوده است. برای بررسی وضعیت خشکسالی در کل استان خوزستان نقشه های پهنه بندی خشکسالی با استفاده از روش میان یابی کریجینگ تهیه گردید. نتایج بررسی

نقشه های گستره خشکسالی نشان داد که سال های ۱۳۷۸ ، ۸۶ و ۸۷ سالهایی هستند که بیشترین درصد مساحت خشکسالی را دارا می باشند. سال آبی ۷۹-۷۸ شامل ۶ درصد خشکسالی شدید و ۹۴ درصد خشکسالی از نوع ملایم می باشد. سال ۸۷-۸۶ دارای ۴۵ درصد مساحت خشکسالی شدید، ۵۳/۳ درصد خشکسالی از نوع ملایم و حدود ۲ درصد نرمال می باشد.

سال آبی ۸۸-۸۷ هم با ۱۰ درصد مساحت خشکسالی ملایم و ۹۰ درصد شدت خشکسالی شدید یکی از سال های خشک است. سال های ۷۱-۷۰ ، ۷۲-۷۱، ۷۶-۷۷ و ۸۱-۸۰ سال هایی هستند که بیشترین درصد مساحت ترسالی را دارا می باشد، که مساحت ترسالی در این چهار سال برابر با ۱۰۰ درصد می باشد و ترسالی های ملایم بیشترین درصد و شدت را داشته اند. بطور کلی در بیشتر سال های مورد بررسی استان خوزستان در وضعیت خشکسالی قرار داشته و در معدود سال هایی وضعیت ترسالی حاکم بوده است.

تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر استخراج شده است.

منابع

۱- آسیایی، م. ۱۳۸۵. شاخص های خشکسالی. انتشارات سخن گستر، چاپ اول.

۲- بروغنی،م،. مرادی،ح.ر. و م.ع. زنگنه اسدی. ۱۳۹۴. پهنه بندی و تعیین بهترین شاخص خشکسالی در استان خراسان رضوی. مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۵، شماره ۱۹، صص ۷۰-۸۴.

۳- حسنی پاک ، ع.ا. ۱۳۹۲ . زمین آمار (ژئواستاتیستیک) ، انتشارات دانشگاه تهران .

۴- شکری کوچک، س. و ع. بهنیا . ۱۳۹۲. پایش و پیش‌بینی خشکسالی استان خوزستان با استفاده از شاخص خشکسالی SPI و زنجیره مارکوف. مجله علمی کشاورزی علوم و مهندسی آبیاری، دوره ۳۶، شماره ۳ ، صص ۱-۱۲

۵- علیجانی، ب. و ا. بابایی . ۱۳۸۸. تحلیل فضایی خشکسالی های کوتاه مدت ایران. مجله پژوهش های بوم شناسی شهری، پیش شماره ۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۸ ، صص ۱۰۹-۱۲۲

۶- علیزاده، ا. ۱۳۸۵. اصول هیدرولوژی کاربری. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ نوزدهم.

۷- عیوضی، م. و ا. مساعدی .۱۳۹۰. پایش و تحلیل مکانی خشکسالی هواشناسی در سطح استان گلستان با استفاده از روش های زمین آماری. نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۴، شماره ۱، صص ۶۵ – ۷۸.

۸- فرج زاده، م. ۱۳۸۴. خشکسالی، از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۹- کاویانی، م.ر. و ب. علیجانی. ۱۳۸۳. مبانی آب و هواشناسی. چاپ ششم، انتشارات سمت

۱۰- مساعدی،ا،. مرعشی،م. و غ. کواکبی . ۱۳۸۸. بررسی مقایسه ای خشکسالی در مناطق پرباران و کم باران مطالعه موردی استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۶، شماره ۱، ویژه نامه ۱- الف، صص ۲۷۷-۲۹۰.

11- Alam, A.. Saadat, A.H.M., . Rahman, M.S and M. A. B.Barkotulla,. 2011.“Spatial analysis of rainfall distribution and its impact on agricultural drought at Barind region, Bangladesh,”Rajshahi University Journal of Environmental Science, vol. 1, no.1, pp. 40–50.

12- Dahal,P., Shrestha, N.S, Shrestha,M.L., Krakauer, N.Y., Panthi, J. Pradhanang, S.M., Jha, A. and T. Lakhankar. 2016. Drought risk assessment in central Nepal: temporal and spatial analysis. Nat Hazards 80:1913–1932

13- Mckee, T. B., Doesken,N.J. 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, 170-184.

14- Rafiuddin, M., Dash, B.K., Khanam, F. and M. N. Islam, 2011. "Diagnosis of drought in Bangladesh using standardized precipitation index," in Proceedings of the in International Conference on Environment Science and Engineering, April 2011.

15- Wilhite,D.A., 2000. "Drought as a natural hazard: concepts and definitions," in Drought: A Global Assessment, pp. 3–18, Routledge,London, UK