

بررسی فراوانی وضعیت خشکی‌های استان خوزستان براساس شاخص SPI و استفاده از تکنیک^۱ GIS

ناهیدجمالی‌زاده^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

رضا برنا

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۲/۱۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۲/۱

چکیده

برای این منظور داده‌های آماری یک دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) در استان خوزستان مبنای کار قرار گرفت. در این تحقیق شاخص بارش استاندارد (SPI) در مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت (۳ و ۶ ماهه) و بلند مدت (۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) با در نظر گرفتن مزایایی که در تحلیل منطقه‌ای و ایجاد ارتباط زمانی بین رخداد‌های خشکسالی در نواحی مختلف یک پهنه دارد، انتخاب و با به کارگیری نرم‌افزار GIS، روش میانمایی (IDW) و خصوصیات آماری بارش ماهانه تجزیه و تحلیل شده است. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی وضعیت خشکسالی استان خوزستان در شدت‌های مختلف و تعیین مناطق بحرانی استان است که برای ایستگاه‌های مختلف مشخص شد. در طول دوره، شدیدترین خشکسالی‌ها در سال ۲۰۰۰ اتفاق افتاده که در مقیاس ۳ ماهه شدت آن بیشتر نمایان است، سپس سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ جزء سال‌های خشک با وقوع شدیدترین خشکسالی‌های استان در مقیاس ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه می‌باشد که بیشتر در مناطق جنوبی و مرکزی رخ داده است و از نظر فراوانی وقوع خشکسالی متوسط و خفیف در سطح استان بیشتر از فراوانی وقوع خشکسالی‌های بسیار شدید و شدید است، اما خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید، شدت بیشتر و مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به خشکسالی‌های متوسط و خفیف دارند.

کلید واژه‌ها: خشکسالی، استان خوزستان، پهنه‌بندی، SPI، GIS.

^۱ این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد ناهیدجمالی‌زاده است که به راهنمایی دکتر رضا برنا گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تهیه شده است.

^۲ ناهید جمالی‌زاده (نویسنده مسئول) Nahidgamalizadeh@yahoo.com

مقدمه

بخش وسیعی از کشور ما و تقریباً یک سوم قاره‌های زمین با خشکی مواجه بوده و از نظر تأمین شرایط رشد نباتات مورد کشت، با کمبود آب مواجه می‌باشد. گرچه عوامل مختلفی در ایجاد خشکی سرزمین‌های مزبور سهیم می‌باشند، باین حال وجه مشترک همه آن‌ها تقریباً عدم کفایت باران در قیاس با تبخیر بالقوه محیط بوده و نیاز آبی گیاهان را با مشکل مواجه می‌سازد. بنابراین واژه خشک نمایانگر عدم کفایت بارندگی و نوعی ویژگی دائمی اقلیمی در یک منطقه است (کاویانی، ۱۳۶۲، ص ۲۴۶).

کشور ما در عین گستردگی در یکی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته و خشکسالی با شدت و ضعف‌های مختلف از ویژگی‌های اصلی آب و هوای آن محسوب می‌شود. بطور کلی هیچ منطقه‌ای از کشور از این پدیده در امان نبوده و نسبت به موقعیت طبیعی خود اثرهای زیانبار این پدیده را تجربه می‌کنند (فرج زاده، ۱۳۸۳، ص ۱).

توزیع نامناسب فصلی بارندگی موجب تشدید اثرات زیان بار خشکسالی می‌شود. توزیع نامناسب فصلی بارش از جمله خصوصیاتی است که ریسک پذیری زراعت را افزایش داده و همواره کشت محصول زراعی را تهدید می‌کند. عوامل آب و هوایی متغیرهایی کنترل نشده و وابسته به یکدیگر و شناخت دقیق آن‌ها و نوع ارتباط هر یک با دیگری می‌تواند در برنامه‌ریزی زراعی موثر باشد (بیانیه و محبوبی، ۱۳۸۳، ص ۳).

خسارت‌های خشکسالی عمدتاً به صورت کاهش عملکرد مراتع، کاهش تولید محصولات زراعی به ویژه دیم، کاهش منابع آب کشاورزی و شرب، کاهش منابع سطحی و زیرزمینی، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی و دامی، افزایش مهاجرت و در نهایت اثرات سوء زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی ظاهر می‌شود که توسعه پایدار منطقه را مورد تهدید قرار می‌دهد (بری ابرقویی و همکاران، ۱۳۸۲، ص ۸۶).

در این تحقیق با استفاده از روش شاخص خشکسالی استاندارد شده بارش (SPI) نسبت به شناسایی پهنه‌های همگن خشکسالی که از شدت‌های خشکسالی یکسانی در سطح استان خوزستان برخوردارند، اقدام می‌گردد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

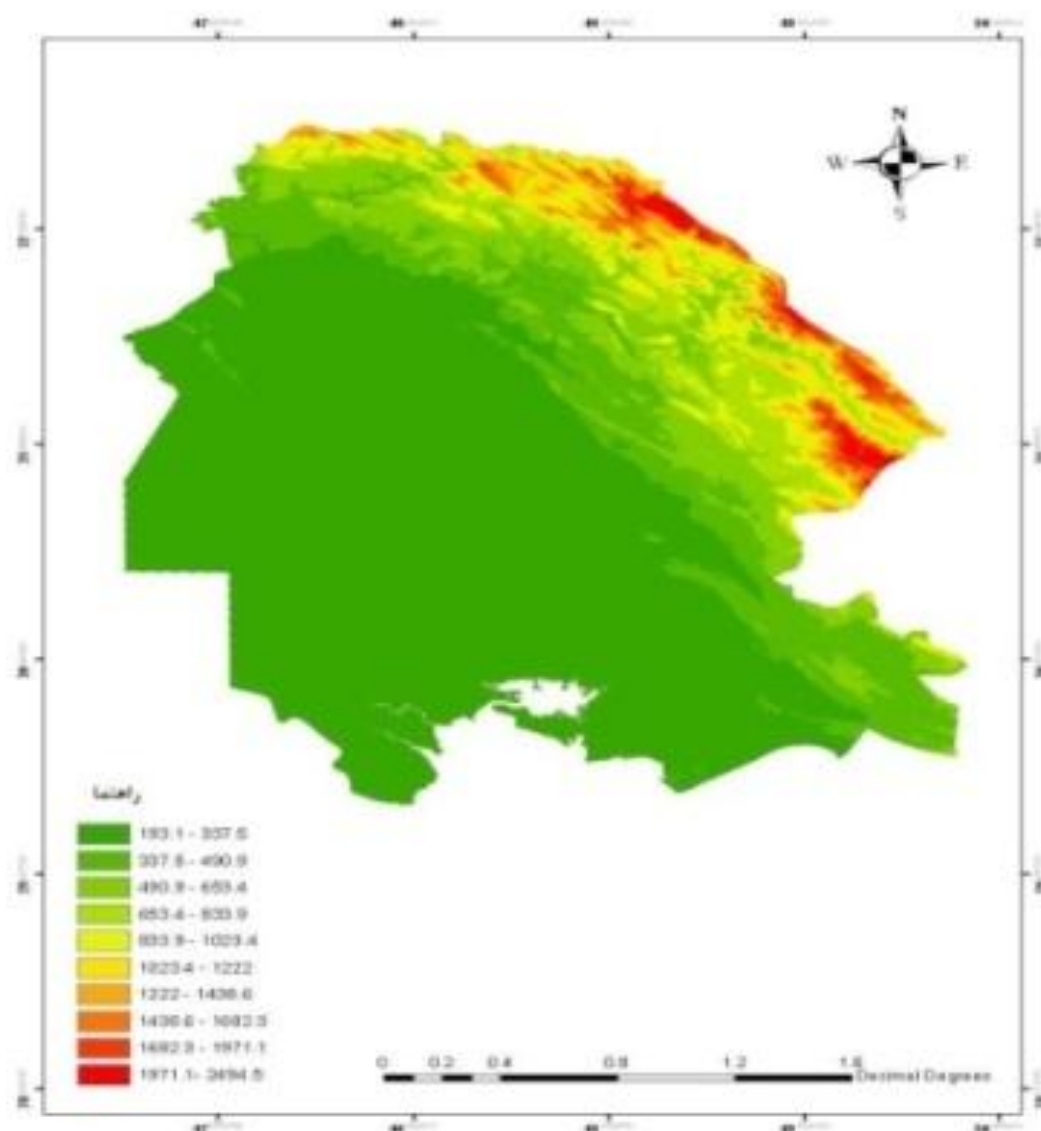
استان خوزستان با مساحتی بالغ بر ۶۴۷۴۶ کیلومتر مربع بین طول شرقی ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه در جنوب غربی ایران به عنوان یک منطقه انتخاب شده است که به واسطه موقعیت جغرافیایی و نامنظم بودن رژیم بارندگی، دوره‌های خشکسالی در آن بوجود می‌آید و از نظر سخت بودن شرایط خشکسالی در بین استان‌های کشور، در مرتبه سوم قرار دارد متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۳۴۹ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت حدود ۲۵ درجه و متوسط رطوبت نسبی ۴۵ درصد است به منظور بررسی شرایط اقلیمی و تاثیر عناصر اقلیمی این پژوهش از حداکثر آمار شبکه جامع ایستگاه‌های هواشناسی برای کل استان شامل ۱۴ ایستگاه هواشناسی طی یک دوره ۲۰ ساله مورد استفاده قرار گرفت. این شبکه دارای ۸ ایستگاه سینوپتیک و ۶ ایستگاه کلیماتولوژی می‌باشد

جدول ۱- ویژگی‌های آماری توزیع بارش فصلی ایستگاه‌های مورد مطالعه استان خوزستان طی دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۰۵

بارش ایستگاه	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
آبادان	۸۴/۴	۱۷/۶	۰	۷۰/۴
آغاجاری (امیدیه)	۱۴۱/۵	۲۷/۴	۰/۶	۱۱۱/۶
اهواز	۱۲۰	۱۷/۵	۰	۱۰۴/۵
بستان	۱۱۰/۲	۲۲/۲	۰/۲	۷۷/۵
دزفول	۲۳۴/۶	۴۱/۱	۰/۳	۱۶۴/۵
رامهرمز	۱۷۴/۵	۲۲/۲	۰/۴	۱۳۲/۵
مسجد سلیمان	۲۴۷	۴۰/۱	۲/۲	۱۸۰
بندر ماهشهر	۱۰۶	۱۷/۳	۰/۳	۸۸/۱
باغملک	۳۰۹	۵۴	۵/۶	۱۹۹/۱
جمیدیه	۱۰۴/۴	۳۲	۰	۷۸/۸
سردشت دزفول	۳۰۵/۶	۵۵/۳	۰/۵	۱۸۴/۵
مازو	۳۳۱/۷	۶۲/۴	۲	۲۱۲/۳
کشت و صنعت (کارون)	۱۵۴	۲۶/۴	۰/۶	۱۲۷/۴
هفت تپه	۱۳۲/۶	۲۳/۵	۰	۹۵/۴
میانگین سالانه استان	۱۸۲/۵	۳۲/۸	۰/۹	۱۳۰/۵

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۵۶

مطابق شکل ۲ در ارتفاعات استان نواحی کوهستانی شمالی، شمال شرق و شرق، از میزان بارش قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با سطح دشت‌های نواحی مرکزی و جنوبی، جنوب شرقی، جنوب غربی و غرب استان برخوردار می‌باشد (جمالی زاده، ۱۳۹۰).



شکل ۲- نقشه همباران استان خوزستان

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۵۷

بررسی شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

شاخص استاندارد شده بارش به وسیله مکی وهمکارانش (۱۹۹۳) به منظور تعیین وپایش خشکسالی در کلرادو ارائه گردید. SPI شاخصی است براساس احتمال بارش برای هر بازه زمانی، لذا شاخص SPI اساساً برای بازه‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می‌شود و جهت ارائه هشدار اولیه و کمک به ارزیابی شدت خشکسالی اهمیت زیادی دارد. شاخص SPI ابزار بسیار قوی در آنالیز داده‌های بارندگی و برای کمی کردن کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی گوناگون طراحی شده است. مشخصه اصلی SPI انعطاف‌پذیری در اندازه‌گیری خشکسالی در مقیاس‌های زمانی گوناگون است زیرا که خشکسالی‌ها از لحاظ مدت بسیار گسترده می‌باشد. بنابراین تشخیص و پایش آن‌ها با انواع مقیاس‌های زمانی مهم می‌باشد. مقیاس زمانی اثرات خشکسالی را بر روی میزان توانایی منابع آب نشان می‌دهد. تغییرپذیری شاخص SPI در مقیاس زمانی کوتاه مدت بر روی رطوبت خاک و کمبود بارش در مقیاس

زمانی طولانی مدت اغلب برآب‌های زیرزمینی، جریان رودخانه و دخایر و منابع آب تاثیر می‌گذارد. هرگاه مقادیر SPI بطور مداوم منفی باشند و مقدار آن به ۱- یا کمتر برسد، معرف وقوع خشکسالی و مقادیر مثبت آن نشان‌دهنده ترسالی می‌باشد. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود (آسیایی، ۱۳۸۵، ص ۴۹، ۵۰).

تعدادی از محققان کشورمان از جمله لشنی زند و خداقلی معتقدند چون طبقه‌بندی مک کی و همکارانش برای تعیین و پایش خشکسالی در منطقه کلرادو به کار گرفته شده است. بنابراین باید متناسب با ویژگی‌های اقلیمی و رژیم بارش برای هر منطقه طبقه‌بندی خاصی انتخاب کرد. با توجه به موقعیت خشک و نیمه خشک کشورمان ایران، طبقه‌بندی زیر که تغییرات بارش را در محدوده ۱ تا ۱- با دقت بیشتری نشان می‌دهد و یک طبقه نسبت به طبقه‌بندی مک کی اضافه شده است، انتخاب شد این طبقه بندی در جدول ۲ نشان داده می‌شود (خداقلی، ۱۳۸۷، ص ۷۸).

جدول ۲- طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI

طبقه	مقادیر SPI
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر
ترسالی شدید	۱/۵ تا ۱/۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
ترسالی خفیف	۰/۵ تا ۰/۹۹
نرمال	-۰/۴۹ تا ۰/۴۹
خشکسالی خفیف	-۰/۹۹ تا -۰/۵
خشکسالی متوسط	-۱ تا -۱/۴۹
خشکسالی شدید	-۱/۵ تا -۱/۹۹
خشکسالی خیلی شدید	-۲ و کمتر

منبع: خداقلی، ۱۳۸۷، ص ۷۸ و جمالی‌زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۲

بررسی شاخص استاندارد شده بارش در مقیاس زمانی کوتاه مدت و بلند مدت

در این پژوهش مقیاس زمانی کوتاه مدت ۳ ماهه و ۶ ماهه منتهی به می (اردیبهشت) است. برای مقیاس زمانی ۳ ماهه ماه‌های مارس، آوریل و می (اسفند، فروردین و اردیبهشت) خشکسالی‌های بهار و مقیاس زمانی ۶ ماهه برای ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس، آوریل و می (آذر، دی، بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت) خشکسالی‌های بهار و زمستانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای مقیاس زمانی بلند مدت ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه مقایسه‌ای از بارندگی ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماه متوالی را با بارندگی همان ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه در طی سال‌های گذشته که دارای آمار بارندگی، مختوم به می (اردیبهشت) محاسبه می‌شود. این مقیاس‌های زمانی الگوهای بارندگی بلند مدت سالانه را نشان می‌دهند انتخاب این ماه‌ها با توجه به اقلیم و رژیم فصلی بارش در استان خوزستان است.

تغییرات شاخص استاندارد شده بارش در مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت ۳ و ۶ ماهه ایستگاه‌های مختلف استان

خوزستان

جدول ۳- فراوانی وضعیت خشکسالی های استان خوزستان بر اساس SPI ۳ ماهه طی دوره آماری منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۲

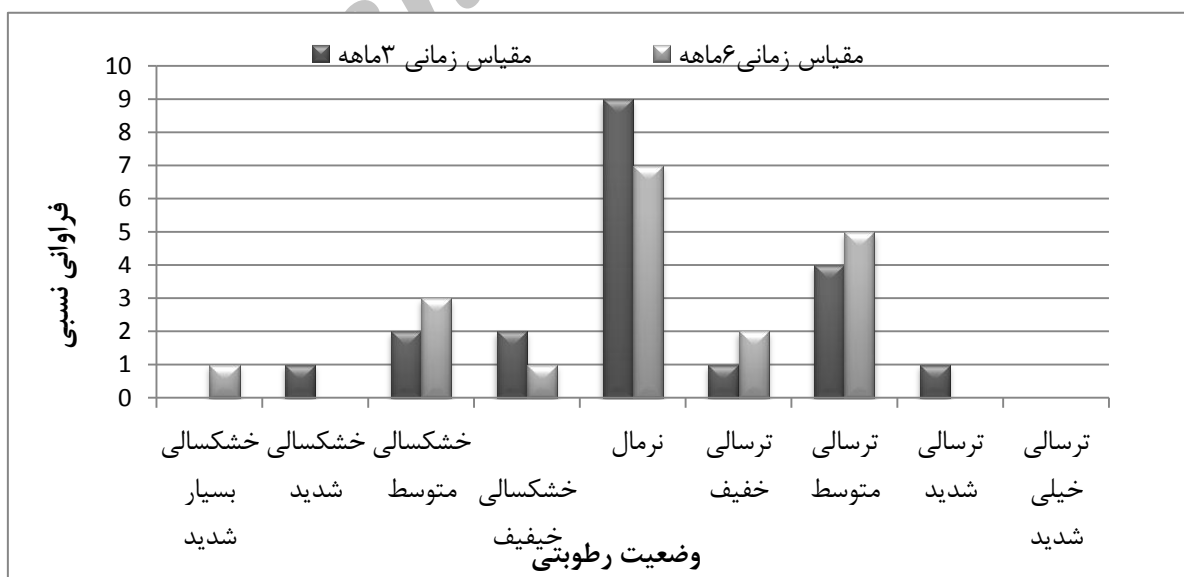
ایستگاه	خشکسالی بسیار شدید		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی خفیف		وضعیت رطوبتی نرمال	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
۱ آبادان	۰	۰	۵	۱	۱۰	۲	۱۰	۲	۹	۴۵
۲ امیدیه	۵	۱	۱۰	۲	۰	۰	۱۵	۳	۹	۴۵
۳ اهواز	۰	۰	۵	۱	۲۰	۴	۱۰	۲	۷	۳۵
۴ بستان	۵	۱	۰	۰	۱۰	۲	۱۰	۲	۹	۴۵
۵ بندرماهشهر	۵	۱	۵	۱	۱۰	۲	۱۵	۳	۷	۳۵
۶ دزفول	۵	۱	۰	۰	۵	۱	۱۵	۳	۱۰	۵۰
۷ رامهرمز	۵	۱	۰	۰	۵	۱	۱۵	۳	۱۰	۵۰
۸ مسجد سلیمان	۵	۱	۰	۰	۱۰	۲	۱۵	۳	۱۱	۵۵
۹ باغ ملک	۵	۱	۰	۰	۱۰	۲	۱۵	۳	۸	۴۰
۱۰ هفت تپه	۵	۱	۰	۰	۵	۱	۱۵	۳	۱۰	۵۰
۱۱ حمیدیه	۰	۰	۱۰	۲	۵	۱	۱۰	۲	۸	۴۰
۱۲ کشت و صنعت	۱۰	۲	۰	۰	۰	۰	۲۰	۴	۸	۴۰
۱۳ سردشت	۵	۱	۵	۱	۵	۱	۱۰	۲	۸	۴۰
۱۴ مازو	۰	۰	۱۰	۲	۵	۱	۱۵	۳	۱۰	۵۰

مطابق جدول (۳) فراوانی وقوع خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی سه ماهه نشان می‌دهد ۵ تا ۱۰ درصد فراوانی خشکسالی‌های بسیار شدید، شدید و متوسط با وقوع یک تا دو سال در ایستگاه‌های سطح استان رخ داده است و فراوانی خشکسالی‌های خفیف ۱۰ تا ۲۰ درصد نسبت به سایر خشکسالی‌ها بیشتر است.

جدول ۴- فراوانی وضعیت خشکسالی های استان خوزستان بر اساس SPI ۶ ماهه طی دوره آماری (جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۳)

ایستگاه	خشکسالی بسیار شدید		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی خفیف		وضعیت رطوبتی نرمال	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
۱ آبادان	۵	۱	۰	۰	۱۶	۳	۰	۰	۳۷	۷
۲ امیدیه	۰	۰	۵	۱	۱۶	۳	۰	۰	۴۷	۹
۳ اهواز	۵	۱	۵	۱	۱۱	۲	۰	۰	۳۷	۷
۴ بستان	۰	۰	۰	۰	۱۶	۳	۲۱	۴	۴۲	۸
۵ بندرماهشهر	۰	۰	۵	۱	۲۱	۴	۵	۱	۳۲	۶
۶ دزفول	۰	۰	۱۶	۳	۵	۱	۵	۱	۳۲	۶
۷ رامهرمز	۰	۰	۱۱	۲	۱۶	۳	۵	۱	۳۲	۶
۸ مسجد سلیمان	۰	۰	۵	۱	۱۱	۲	۲۱	۴	۳۷	۷
۹ باغ ملک	۰	۰	۵	۱	۱۱	۲	۲۱	۴	۳۲	۶
۱۰ هفت تپه	۰	۰	۱۱	۲	۱۶	۳	۵	۱	۲۶	۵
۱۱ حمیدیه	۵	۱	۵	۱	۱۱	۲	۵	۱	۳۲	۶
۱۲ کشت و صنعت	۰	۰	۱۶	۳	۰	۰	۱۶	۳	۳۲	۶
۱۳ سردشت	۰	۰	۰	۰	۱۱	۲	۳۷	۷	۱۶	۳
۱۴ مازو	۵	۱	۰	۰	۵	۱	۱۱	۲	۴۷	۹

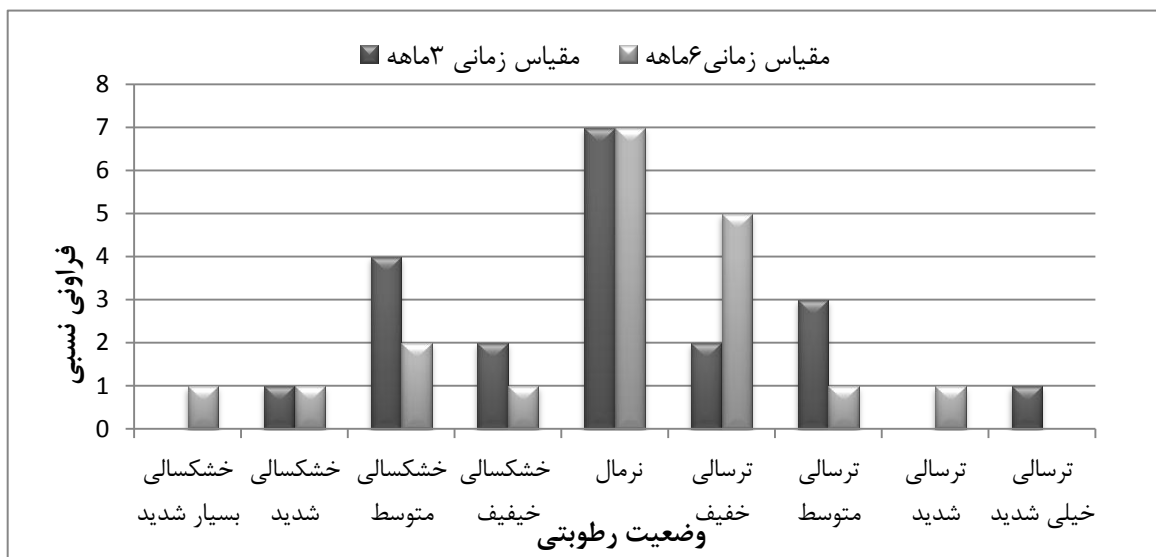
مطابق جدول (۴) فراوانی وقوع خشکسالی های در مقیاس شش ماهه وضعیت نسبتاً مشابهی با مقیاس سه ماهه نشان می دهد خشکسالی های بسیار شدید با ۵ درصد کمترین فراوانی را در ایستگاه آبادان، اهواز، حمیدیه و مازو به خود اختصاص داده اند. خشکسالی های شدید و متوسط شرایط یکسانی بین ۵ تا ۱۶ درصد در سطح ایستگاه ها دارد. خشکسالی های خفیف بین ۱۶ تا ۳۷ درصد بیشترین فراوانی خشکسالی ها را به خود اختصاص داده اند.



شکل ۳- نمودار فراوانی نسبی ترسالی ها و خشکسالی ها در ایستگاه آبادان

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۶۴

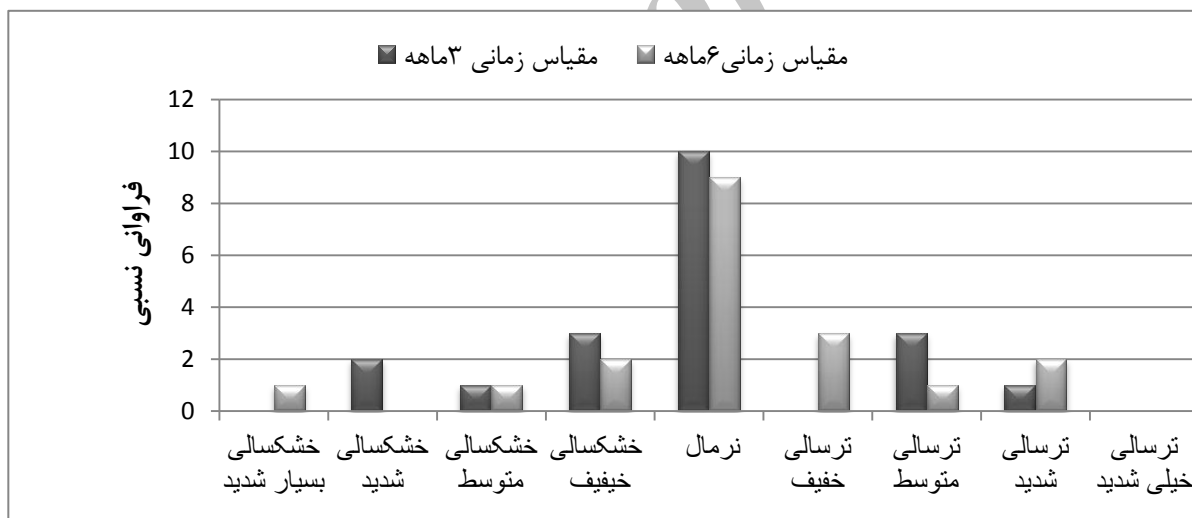
شکل (۴) نمودار وضعیت فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های منطقه اهواز در مقیاس ۳ و ۶ ماهه رانشان می‌دهد.



شکل ۴- نمودار فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در ایستگاه اهواز

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۶۴

شکل (۵) نمودار وضعیت فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های منطقه مازو در مقیاس ۳ و ۶ ماهه رانشان می‌دهد.



شکل ۵- نمودار فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در ایستگاه مازو

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۱

تغییرات شاخص استاندارد شده بارش در مقیاس‌های زمانی بلند مدت ماهه ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه ایستگاه‌های

مختلف استان خوزستان

جدول ۵- فراوانی وضعیت خشکسالی های استان خوزستان بر اساس SPI۱۲ ماهه طی دوره آماری

ایستگاه	خشکسالی بسیار شدید		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی خفیف		وضعیت رطوبتی نرمال	
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
۱ آبادان	۱	۵	۰	۰	۲	۱۱	۳	۱۶	۶	۳۲
۲ امیدیه	۰	۰	۲	۱۱	۲	۱۱	۱	۵	۹	۴۷
۳ اهواز	۰	۰	۳	۱۶	۱	۵	۳	۱۶	۶	۳۲
۴ بستان	۰	۰	۱	۵	۳	۱۶	۲	۱۱	۸	۴۲
۵ بندرماهشهر	۰	۰	۱	۵	۳	۱۶	۱	۵	۷	۳۷
۶ دزفول	۱	۵	۱	۵	۱	۵	۳	۱۶	۷	۳۷
۷ رامهرمز	۲	۱۱	۰	۰	۱	۵	۱	۵	۹	۴۷
۸ مسجد سلیمان	۱	۵	۰	۰	۱	۵	۵	۲۶	۵	۲۶
۹ باغ ملک	۱	۵	۰	۰	۲	۱۱	۴	۲۱	۶	۳۲
۱۰ هفت تپه	۱	۵	۰	۰	۲	۱۱	۲	۱۱	۹	۴۷
۱۱ حمیدیه	۱	۵	۱	۵	۱	۵	۲	۱۱	۶	۳۲
۱۲ کشت و صنعت	۱	۵	۱	۵	۲	۱۱	۰	۰	۸	۴۲
۱۳ سردشت	۰	۰	۱	۵	۲	۱۱	۶	۳۲	۶	۳۲
۱۴ مازو	۰	۰	۲	۱۱	۲	۱۱	۲	۱۱	۷	۳۷

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۰۳

مطابق جدول (۵) فراوانی خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه نشان می‌دهد که فراوانی خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید در ۵۰ درصد ایستگاه‌های استان به طور پراکنده حادث شده است اما فراوانی وقوع خشکسالی‌های متوسط و خفیف در تمام ایستگاه‌ها شکل گرفته است.

جدول ۶- فراوانی وضعیت خشکسالی های استان خوزستان بر اساس SPI ۲۴ ماهه طی دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۰۵

ایستگاه	خشکسالی شدید		بسیار		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی خفیف		وضعیت نرمال		رطوبتی	
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
۱ آبادان	۶	۱	۶	۱	۰	۰	۰	۱	۶	۱	۱۱	۶۱		
۲ امیدیه	۰	۰	۰	۱	۱۱	۲	۱۱	۲	۱۱	۲	۶	۳۳		
۳ اهواز	۰	۰	۰	۲	۱۱	۴	۲۲	۴	۶	۱	۷	۳۹		
۴ بستان	۰	۰	۰	۲	۱۱	۳	۱۷	۳	۱۷	۳	۶	۳۳		
۵ بندرماهشهر	۰	۰	۰	۲	۱۱	۱	۶	۱	۱۱	۲	۸	۴۴		
۶ دزفول	۰	۰	۰	۱	۶	۳	۱۷	۳	۱۱	۲	۷	۳۹		
۷ رامهرمز	۰	۰	۰	۳	۱۷	۲	۱۱	۲	۱۱	۲	۸	۴۴		
۸ مسجدسلیمان	۰	۰	۰	۲	۱۱	۰	۰	۰	۱۷	۳	۹	۵۰		
۹ باغ ملک	۶	۱	۶	۱	۶	۱	۶	۱	۱۱	۲	۵	۲۸		
۱۰ هفت تپه	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۲۸	۵	۰	۰	۷	۳۹		
۱۱ حمیدیه	۰	۰	۰	۱	۶	۳	۱۷	۳	۰	۰	۷	۳۹		
۱۲ کشت و صنعت	۰	۰	۰	۱	۶	۴	۲۲	۴	۰	۰	۷	۳۹		
۱۳ سردشت	۰	۰	۰	۱	۶	۳	۱۷	۳	۶	۱	۸	۴۴		
۱۴ مازو	۶	۱	۶	۱	۶	۲	۱۱	۲	۶	۱	۶	۳۳		

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۰۴

Archive of SID

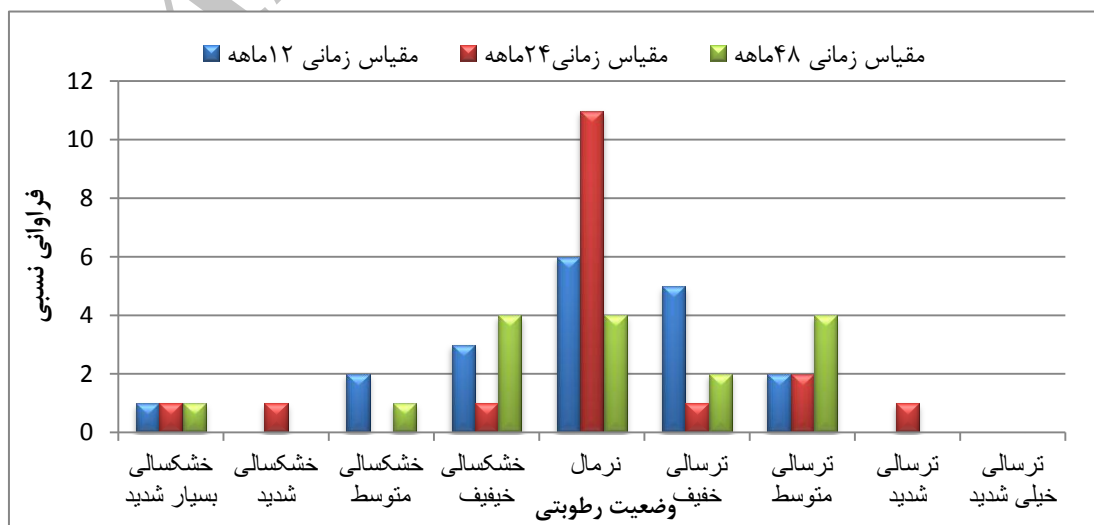
جدول ۷- فراوانی وضعیت خشکسالی های استان خوزستان بر اساس SPI4 ماهه طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۸۶

ایستگاه	خشکسالی شدید		بسیار		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی خفیف		وضعیت رطوبتی نرمال	
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
۱ آبادان	۱	۶	۰	۰	۱	۶	۴	۲۵	۴	۲۵	۴	۲۵
۲ امیدیه	۰	۰	۰	۰	۳	۱۹	۲	۱۳	۷	۴۴	۷	۴۴
۳ اهواز	۰	۰	۲	۱۳	۱	۶	۱	۶	۸	۵۰	۸	۵۰
۴ بستان	۰	۰	۱	۶	۱	۶	۳	۱۹	۵	۳۱	۵	۳۱
۵ بندرماهشهر	۰	۰	۱	۶	۲	۱۳	۳	۱۹	۵	۳۱	۵	۳۱
۶ دزفول	۰	۰	۱	۶	۳	۱۹	۳	۱۹	۴	۲۵	۴	۲۵
۷ رامهرمز	۰	۰	۰	۰	۲	۱۳	۴	۲۵	۶	۳۸	۶	۳۸
۸ مسجدسلیمان	۰	۰	۱	۶	۱	۶	۴	۲۵	۴	۲۵	۴	۲۵
۹ باغ ملک	۰	۰	۱	۶	۲	۱۳	۳	۱۹	۴	۲۵	۴	۲۵
۱۰ هفت تپه	۱	۶	۰	۰	۲	۱۳	۲	۱۳	۶	۳۸	۶	۳۸
۱۱ حمیدیه	۱	۶	۱	۶	۱	۶	۱	۶	۶	۳۸	۶	۳۸
۱۲ کشت و صنعت	۰	۰	۱	۶	۱	۶	۵	۳۱	۴	۲۵	۴	۲۵
۱۳ سردشت	۰	۰	۰	۰	۴	۲۵	۳	۱۹	۲	۱۳	۲	۱۳
۱۴ مازو	۱	۶	۱	۶	۱	۶	۱	۶	۵	۳۱	۵	۳۱

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۰۵

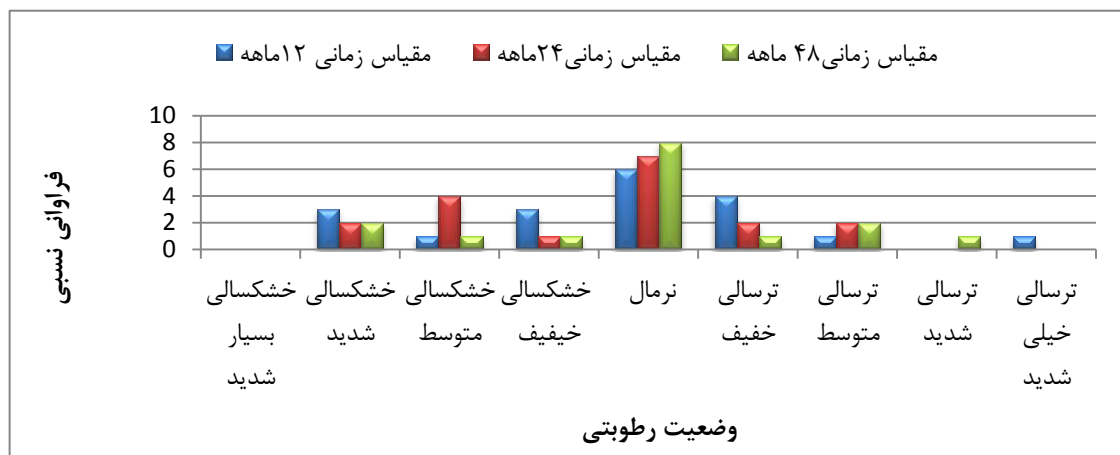
مطابق جداول (۶) و (۷) که وضعیت فراوانی خشکسالی را در مقیاس ۲۴ و ۴۸ ماهه نشان می‌دهد خشکسالی های بسیار شدید رخ نداده جز در ایستگاه آبادان، هفت تپه، حمیدیه و مازو فقط یک بار اتفاق افتاده است. اما خشکسالی های شدید، متوسط و خفیف در سطح ایستگاه های استان بطوریکه ناوخت حادث شده ولی از لحاظ درصد فراوانی متغیر می‌باشند.

شکل (۶) نمودار وضعیت فراوانی نسبی ترسالی ها و خشکسالی های منطقه آبادان در مقیاس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه را نشان می‌دهد.



شکل ۶- نمودار فراوانی نسبی ترسالی ها و خشکسالی ها در ایستگاه آبادان منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۴

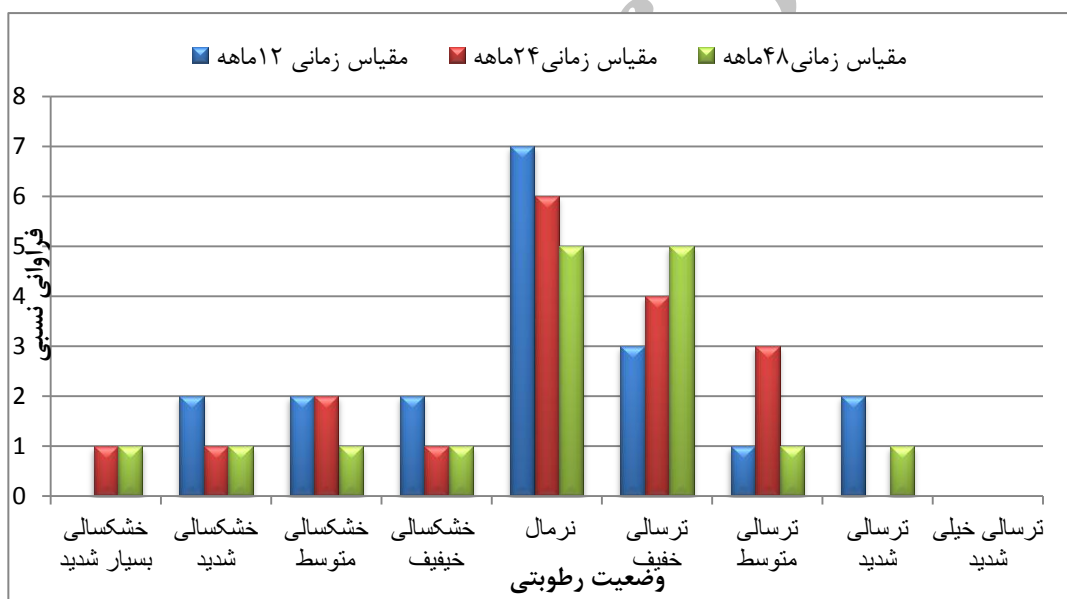
شکل (۷) نمودار وضعیت فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های منطقه اهواز در مقیاس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه رانشان می‌دهد.



شکل ۷- نمودار فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در ایستگاه اهواز

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۸۷

شکل (۸) نمودار وضعیت فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌های منطقه مازو در مقیاس ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه رانشان می‌دهد.



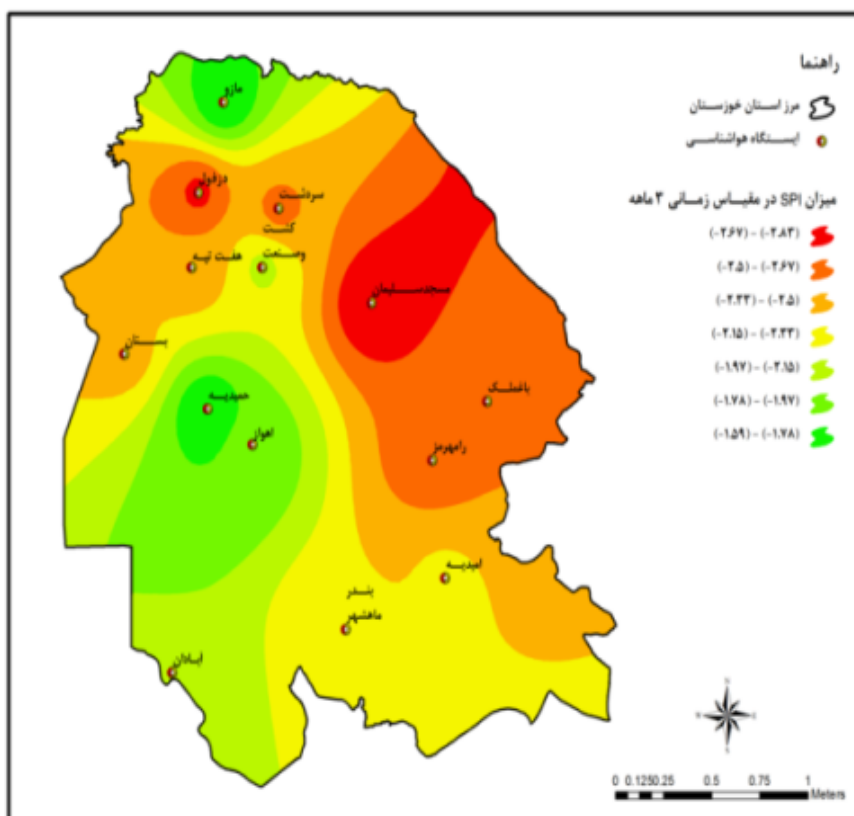
شکل ۸- نمودار فراوانی نسبی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در ایستگاه مازو

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۰۲

پهنه‌بندی نواحی مختلف استان براساس شدت خشکسالی

در طول دوره آماری ۲۰ ساله شدیدترین خشکسالی مربوط به سال ۲۰۰۰ بوده به طوری که کل استان دچار خشکسالی شدید و بسیار شدید شده است. پس از آن سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ به ترتیب از شدت‌های بالاتری برخوردار بودند. شکل‌های ۹ الی ۱۳ پهنه‌بندی استان با استفاده از SPI ۳ ماهه، ۶ ماهه، ۱۲ ماهه، ۲۴ و ۴۸ ماهه براساس روش میان‌یابی مدل IDW (وزن‌دهی فاصله معکوس) برای سال‌های ۲۰۰۰ در مقیاس زمانی ۳ ماهه، ۱۹۸۹ در مقیاس زمانی ۱۲ و ۶ ماهه و سال ۱۹۹۰ در مقیاس ۲۴ و ۴۸ ماهه را نشان می‌دهند، SPI کوتاه مدت ۳ ماهه (کشاورزی) در سال ۲۰۰۰ به عنوان خشک‌ترین سال در نظر گرفته شده است. همچنان که در شکل ۹ مشخص است استان از نظر SPI کوتاه

مدت سه ماهه خشکسالی‌های بسیار شدید و شدید را تجربه کرده است. تقریباً وقوع خشکسالی‌های بسیار شدید در بیشتر مناطق استان حادث شده است، به جز شهرهای آبادان، اهواز، حمیدیه و مازو که قسمت‌های غرب، جنوب غرب و بخش کوچکی از شمال استان را در بر می‌گیرند خشکسالی‌های شدید اتفاق افتاده است. در شکل ۹ مشاهده می‌شود که وقوع خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید استان در سال ۲۰۰۰ بر SPI کوتاه مدت ۳ ماهه تاثیر بسزایی داشته و این حاکی از کمبود ریزش بارش‌های بهاره می‌باشد و شرایط کمبود رطوبت خاک در کوتاه مدت را منعکس می‌کند و کاهش فصلی بارندگی را نشان می‌دهد.

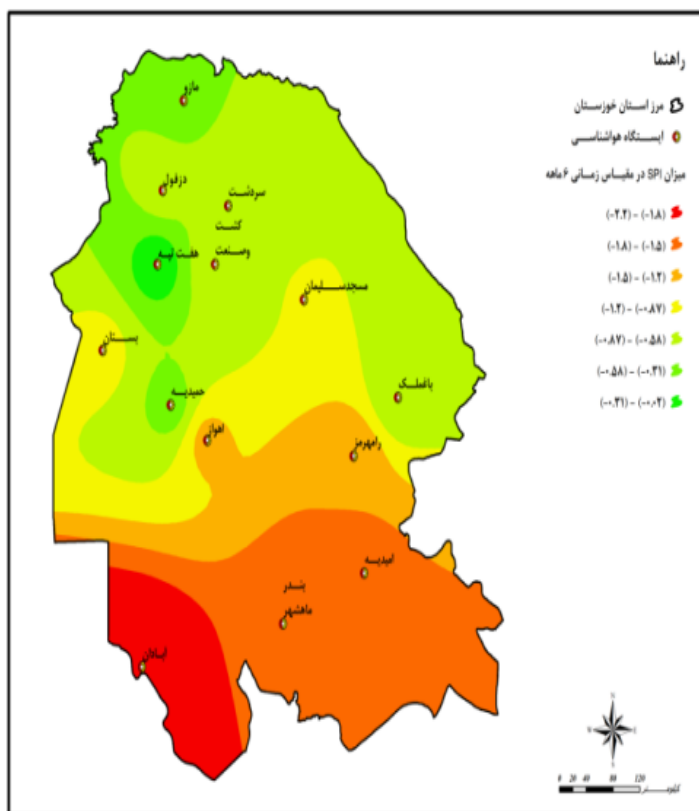


شکل ۹- نقشه پهنه بندی شدت خشکسالی در استان خوزستان بر اساس مقیاس زمانی ۳ ماهه

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۰۹

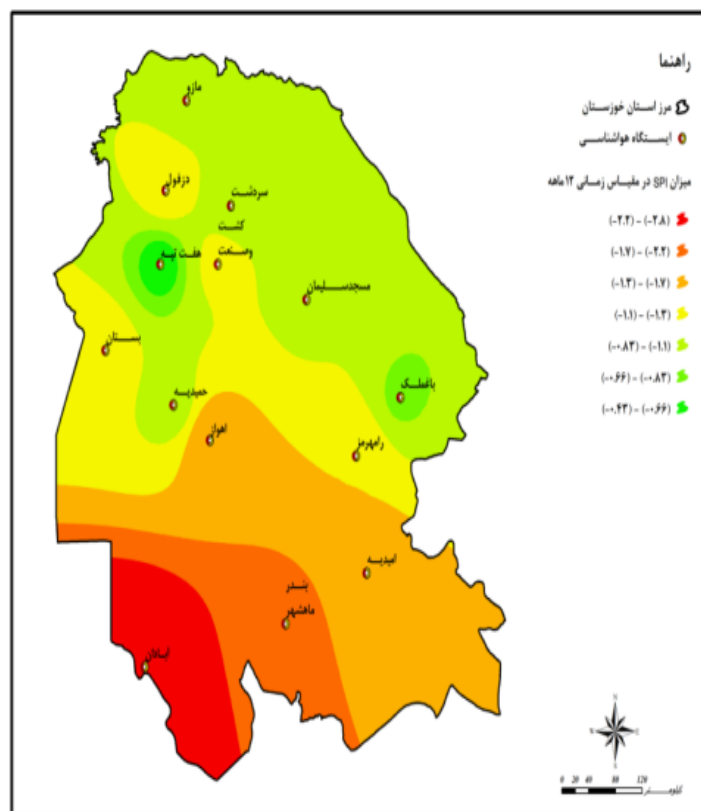
شکل‌های ۱۰ و ۱۱ وضعیت پهنه‌بندی خشکسالی استان را با SPI ۶ ماهه و ۱۲ ماهه (یک ساله) برای سال ۱۹۸۹ را نشان می‌دهند. همان‌طور که از نقشه‌ها مشخص است مقیاس زمانی ۶ ماهه در واقع بارش‌های زمستانه و بهاره را شامل می‌شود این مقیاس زمانی از اواخر پاییز آغاز و تا اواسط بهار ادامه دارد همچنین نوسانات حاصل از بارش‌ها و رگبارهای بهاره را تعدیل می‌نماید. SPI ۶ ماهه خشکسالی بسیار شدید و شدید در قسمت‌های جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق در ایستگاه‌های آبادان، بندر ماهشهر و امیدیه بروز کرده است و در مناطق مرکزی، شرق و غرب استان بیشتر خشکسالی‌های متوسط در ایستگاه‌های اهواز، بستان و رامهرمز به وقوع پیوسته است و در سایر ایستگاه‌هایی که در ارتفاعات شمالی، شرق و غرب استان واقع شده اند با خشکسالی‌های خفیف در سال ۱۹۸۹ رو به رو بوده‌اند. شکل ۱۱ وضعیت شدت خشکسالی SPI ۱۲ ماهه در سال ۱۹۸۹ را نشان می‌دهد خشکسالی‌های بسیار شدید در مناطق

جنوب غرب استان (ایستگاه آبادان) شکل گرفته است و قسمت‌های جنوبی استان به سمت غرب، مرکز و شرق خشکسالی‌های شدید در ایستگاه‌های بندرماهشهر، اهواز و امیدیه حکمفرما بوده است. گسترش خشکسالی‌های متوسط و خفیف در مناطق مرتفع کوهستانی و نیمه کوهستانی به سمت عرض‌های بالاتر است بیشتر بوده است. در ایستگاه‌های رامهرمز در شرق و کشت و صنعت، دزفول و بستان به ترتیب در شمال و شمال غرب و غرب استان با خشکسالی‌های متوسط مواجه شده‌اند و در ارتفاعات شمال، شمال شرق و شرق استان به ترتیب ایستگاه‌های سردشت، مازو، مسجد سلیمان و باغ ملک خشکسالی‌های خفیف و در ایستگاه هفت تپه حالت نرمال حادث شده است.



شکل ۱۰- نقشه پهنه بندی شدت خشکسالی در استان خوزستان بر اساس مقیاس زمانی ۶ ماهه

منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۱۰

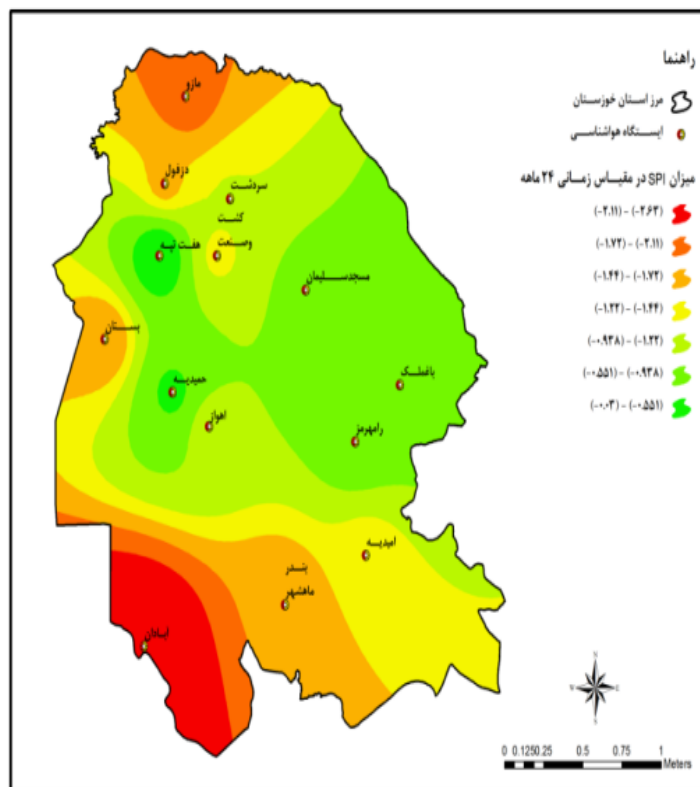


شکل ۱۱- نقشه پهنه‌بندی شدت خشکسالی در استان خوزستان بر اساس مقیاس زمانی ۱۲ ماهه

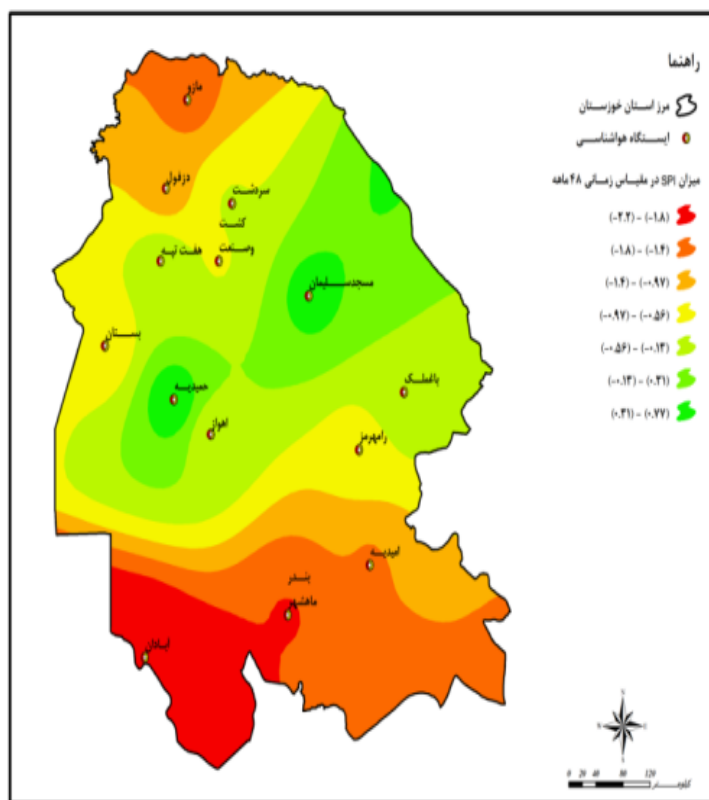
منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۱۱

شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نقشه‌های خشکسالی (SPI) ۲۴ ماهه و ۴۸ ماهه برای سال ۱۹۹۰) دو چهره‌ی نسبتاً متفاوت در مناطق مختلف استان را نشان می‌دهند. در مقیاس ۲۴ ماهه وقوع خشکسالی بسیار شدید در نیمه جنوب غربی استان (ایستگاه آبادان) مشاهده می‌شود. خشکسالی‌های شدید وضعیت پراکنده‌ای را در سطح استان نشان می‌دهد، این نوع خشکسالی در ایستگاه‌های بندر ماهشهر و بستان و همچنین در ایستگاه‌های دزفول و مازو به وقوع پیوسته است. وضعیت خشکسالی‌های متوسط همانند خشکسالی شدید به صورت پراکنده می‌باشد به طوری که در نیمه جنوب شرقی و میانی به ترتیب ایستگاه‌های امیدیه و اهواز و در بخش‌های شمالی ایستگاه‌های سردشت دزفول و کشت و صنعت کارون خشکسالی متوسط حاکم بوده است. سایر مناطق استان در ارتفاعات نیمه شرقی (ایستگاه‌های رامهرمز، باغ ملک و مسجد سلیمان) خشکسالی خفیف اتفاق افتاده است و شرایط رطوبتی نرمال در دو ایستگاه هفت تپه و حمیدیه واقع در نیمه غربی رخ داده است. در مقیاس ۴۸ ماهه خشکسالی‌های بسیار شدید و شدید در نواحی شمالی و جنوبی استان مشاهده می‌شود البته در نیمه شمالی خشکسالی‌ها از شدت کمتری نسبت به جنوب برخوردار هستند. در قسمت‌های جنوب و جنوب غرب (ایستگاه‌های بندرماهشهر و آبادان) و شمال ایستگاه مازو از خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید بهره‌مند شده‌اند. خشکسالی متوسط در دو ناحیه‌ی جنوب شرق و شمال غرب ایستگاه‌های امیدیه و دزفول به وقوع پیوسته است. ایستگاه‌های اهواز، بستان و رامهرمز در بخش‌های میانی و غربی و ایستگاه‌های شمال استان (سردشت دزفول و کشت و صنعت کارون) از خشکسالی‌های خفیف بی‌بهره نبودند،

همچنین در دو ایستگاه باغ ملک و هفت تپه وضعیت رطوبتی نرمال شکل گرفته است. در نهایت به دنبال خشکسالی‌های حاکم سال ۱۹۹۰ استان در دو ایستگاه حمیدیه و مسجد سلیمان، ترسالی خفیف مشاهده شده است.



شکل ۱۲- نقشه پهنه‌بندی شدت خشکسالی در استان خوزستان بر اساس مقیاس زمانی ۲۴ ماهه
منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۱۲



شکل ۱۳- نقشه پهنه بندی شدت خشکسالی در استان خوزستان بر اساس مقیاس زمانی ۴۸ ماهه
منبع: جمالی زاده، ۱۳۹۰، ص ۱۱۳

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می دهد که نمایه SPI به عنوان یک ابزار مناسب جهت پایش شرایط خشکسالی در استان خوزستان قابل استفاده می باشد. همانگونه که نتایج پهنه بندی نشان می دهد عمدتاً خشکسالی ها از نواحی جنوبی خوزستان شروع و به سمت شرق، نواحی مرکزی و شمالی گسترش می یابند. بیشتر مناطق استان در سال ۲۰۰۰ پایین ترین مقدار SPI را در مقیاس سه ماهه داشته اند که حاکی از خشکسالی های بسیار شدید و شدید در سطح کل استان بود. در واقع SPI کوتاه مدت سه ماهه به تغییرات بارندگی ماهانه سریعاً پاسخ می دهد. بنابراین می تواند کاهش بارندگی را به خوبی نمایش دهد و لذا در کشاورزی و زراعت های مختلف می توان از نتایج آن استفاده نمود. SPI ۶ و ۱۲ ماهه در سال ۱۹۸۹ کمترین مقدار SPI را در نواحی جنوبی از جنوب غرب تا جنوب شرق و نیمه مرکزی استان نشان می دهند که خشکسالی های بسیار شدید و شدید این مناطق را پوشش داده و سایر نواحی استان با خشکسالی های متوسط و خفیف روبرو بوده است. در مقیاس های ۲۴ و ۴۸ ماهه، سال ۱۹۹۰ به عنوان خشک ترین سال در این بازه ها شناخته شد و دارای کمترین مقدار SPI می باشد و وقوع خشکسالی های بسیار شدید و شدید علاوه بر ایستگاه های مناطق جنوبی و نیمه مرکزی، قسمت کوچکی از مناطق شمالی (مانند ایستگاه های مازو و دزفول) را هم در بر گرفته است. از نظر فراوانی شدت خشکسالی ها تقریباً نتایج یکسانی را در سطح استان نشان می دهد به طوری که فراوانی وقوع خشکسالی های بسیار شدید و شدید یک سال و در محدوده بعضی از ایستگاه ها دو سال حادث شده

است. ولی وقوع خشکسالی‌های متوسط و خفیف درصد بیشتری را نشان می‌دهد و در سطح ایستگاه‌های استان به صورت یکنواخت حکمفرما بوده است. در واقع فراوانی وقوع خشکسالی متوسط و خفیف در سطح استان بیشتر از فراوانی وقوع خشکسالی‌های بسیار شدید و شدید است اما خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید، شدت بیشتری نسبت به خشکسالی‌های متوسط و خفیف دارند (جمالی زاده ۱۳۹۰).

پیشنهادها

۱. پیشنهادهای زیر می‌تواند درصد زیادی از خسارت احتمالی را در ارتباط با مخاطره خشکسالی به حداقل برساند.
انتخاب محصولات سازگار با اقلیم و نیاز آبی بخصوص در شرایط خشکسالی جهت بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی
۲. در استان گرم و خشک خوزستان اولویت کشت با محصولاتی باشد که در طول دوره رشد خود نیاز آبی کمتری داشته باشند در واقع استفاده از ارقام با دوره رویشی کوتاه‌تر (ارقام زودرس و میان‌رس) صورت بگیرد.
۳. استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (آبیاری بارانی - قطره‌ای)
۴. توسعه فرهنگ صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از هرز و هدر رفتن و آلوده شده آب‌ها، به خصوص در شرایط خشکسالی

منابع

- آسیایی، مهدی. (۱۳۸۵). **شاخص‌های خشکسالی**. تهران: انتشارات سخن گستر، چاپ اول.
- بداق جمالی، جوادو همکاران (۱۳۸۲). پایش و پهنه‌بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش. **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**.
- بری ابرقوی، حسین و همکاران (۱۳۸۲). کاربرد برخی از شاخص‌های آماری هواشناسی جهت ارزیابی شدت خشکسالی در مقیاس کشوری. **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**.
- جامعی، مزده (۱۳۸۸). شاخص‌های خشکسالی در استان خوزستان به کمک روش‌های زمین آمار، مجموعه مقالات دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- جداری عیوضی، جمشید (۱۳۸۳). **ژئومورفولوژی ایران**. تهران: انتشارات پیام نور،
- جمالی‌زاده، ناهید (۱۳۹۰). بررسی و پهنه‌بندی خشکی‌های استان خوزستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی. دانشکده علوم انسانی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- خداقلی، مرتضی (۱۳۸۷). بررسی و پهنه‌بندی خشکسالی‌های استان اصفهان با شاخص بارش استاندارد، معاونت فنی اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان.
- خوش‌اخلاق، فرامرز و روشن، غلامرضا. سنجش و ارزیابی چند نمونه نمایه خشکسالی در سه ایستگاه استان فارس، **مجله سپهر**، دوره پانزدهم، شماره پنجاه و هفتم.
- سالنامه آماری کشور، ناشر مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵.

سلطانی، سعید و سعادت، سیده‌سارا (۱۳۸۶). پهنه‌بندی خشکسالی در استان اصفهان با استفاده از نمایه استاندارد بارش (SPI). *مجله علوم مهندسی آبخیز داری ایران*، سال اول، شماره ۲.

فرج زاده، منوچهر (۱۳۸۸). *تکنیک‌های اقلیم‌شناسی*. تهران: انتشارات سمت.

فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۸۳). *خشکسالی از مفهوم تا راهکار*. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

لشنی زند، مهران و تلوری، عبدالرسول (۱۳۸۳). بررسی خشکسالی اقلیمی و امکان پیش‌بینی آن در شش حوضه واقع در غرب و شمال غرب ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*.

نگارش، حسین و همکاران (۱۳۸۹). مطالعه خشکسالی‌های کوتاه مدت شهرستان زاهدان. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*. شماره ۱۸.

Mckee, T.B., Doesken, N.J and Kleist, J. (1995). "Drought monitoring with multiple time scales" 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, pp.233-236.

www.weather.ir

www.iczm.com

www.ngdir.ir

Lloyd, H. and Saunders, B. (2002). "A drought climatology for Europe". *Int. J. Climatol.*, 22, PP.1571-1592.

Kim, D., Byun, H., Choi, K., (2009). Evaluation, modification, and application of the Effective Drought index to 200-year drought climatology of Seoul, Korea. *Journal of Hydrology* 378, 1-12.

Quiring, S.M, Ganesh, S., (2010). Evaluating the utility of the vegetation condition index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas. *Agricultural and Forest Meteorology* 150.330-339.