

## پهنه بندی خشکسالی های شدید استان فارس به کمک شاخص استاندارد شده بارش (SPI) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

نادر پیرمادیان<sup>1</sup>، سید امیر شمس نیا<sup>2</sup>

1- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، 2- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی فیروز آباد، عضو باشگاه پژوهشگران جوان

### چکیده

خشکسالی بخش جدایی ناپذیری از تغییرات اقلیمی است که می تواند در هر منطقه ای حادث شود و تاثیرات عمده ای به جای گذارد. تحلیل های خشکسالی معمولاً به صورت توصیفی ارائه می گردد. در این میان جهت تغییر وضعیت کیفی و توصیفی این پدیده به صورت کمی و عددی از شاخص های خشکسالی استفاده می گردد. در این پژوهش از شاخص استاندارد شده بارش (SPI)، به دلیل مزایایی که در پایش شرایط توام اقلیمی، هیدرولوژیکی و کشاورزی دارد، در تحلیل خشکسالی های استان فارس استفاده گردید. تعداد ایستگاه در سطح استان و استانهای مجاور استان فارس با توجه به داشتن آمار طولانی مدت، نواقص آماری کم و پراکنش مناسب با طول دوره آماری مشترک 30 ساله (52-1351 تا 81-1380) انتخاب گردید. شاخص SPI با لحاظ مقیاس زمانی 6، 12 و 24 ماهه برای ایستگاههای مورد استفاده در این پژوهش محاسبه گردید. جهت پهنه بندی رخداد خشکسالی های شدید از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده گردید. در این راستا پس از بررسی انواع مدل های وزن دهی معکوس فاصله (IDW)، درون یابی موضعی (Spline) و کریجینگ، مدل کریجینگ انتخاب گردید. با استفاده از روش کریجینگ و به کارگیری نرم افزار GS<sup>+</sup>، براساس معادلات مربوط به مدل های نیم تغییرنا، آزمون های مختلفی انجام گرفت تا بهترین مدل از نظر کمترین واریانس خطا و بهترین دامنه تاثیر انتخاب شد. در نهایت با اعمال مدل نیم تغییرنا، نقشه های پهنه بندی خشکسالی در مقیاسهای مختلف زمانی در محیط GIS تهیه گردید. نتایج این پژوهش حاکی از چگونگی تاثیر عامل زمان بین رخداد انواع خشکسالی ها می باشد، به طوریکه با طولانی شدن دوره خشکسالی و تداوم آن، دو مولفه شدت و گستره مکانی خشکسالی، افزایش می یابد. نتایج دیگر این پژوهش تعیین کننده ریسک پذیری مناطق مختلف استان فارس نسبت به خشکسالی و چگونگی آسیب پذیری منابع مختلف تامین کننده و مصرف کننده آب می باشد. همچنین روند وقوع انواع خشکسالی های شدید در استان فارس نیز مشخص گردید.

واژه های کلیدی: خشکسالی، شاخص استاندارد شده بارش، سامانه اطلاعات جغرافیایی، استان فارس.

### مقدمه

آب و بحران آن از بزرگترین چالش های قرن حاضر و یکی از عمده ترین مشکلات بشریت در آینده، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک کره خاکی به حساب می آید. این مسائل با عنایت به وجود مشکلاتی چون افزایش جمعیت، پایین بودن راندمان استفاده از آب، تبخیر و تعرق بالا... عامل محدودکننده مهمی در رشد اقتصادی و توسعه ملی کشورهای بسیاری در سطح جهان به شمار می رود. در کشور ما نیز اکثر مناطق از مشکل کم آبی رنج

1- Geostatistics for the Environmental Sciences



می برند. کم آبی و کمی نزولات جوی و نوسانات شدید بارش ها عواملی هستند که در سالهای اخیر به تشدید این بحران دامن زده و خشکسالی های متعددی را بر این مرز و بوم حاکم نموده اند. خشکسالی به عنوان یکی از موضوعات مهم در مطالعه بلایای طبیعی و تاثیر گذار در کشاورزی، مطرح می باشد که در چند دهه اخیر از دیدگاه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

براساس گزارش ناتسون و همکاران<sup>1</sup> (1998)، خشکسالی به عنوان کمبود بارندگی نسبت به مقدار متعارف یا قابل انتظار در نظر گرفته شده است که وقتی زیاد به طول انجامد و از یک فصل فراتر رود، برای تامین نیازها کافی نیست.

ویلهایت و گلانتز<sup>2</sup> (1985)، در بررسی انواع خشکسالی، چهار دیدگاه را ارائه نمودند:

- 1- خشکسالی هواشناسی
- 2- خشکسالی هیدرولوژیکی
- 3- خشکسالی کشاورزی
- 4- خشکسالی اقتصادی-اجتماعی

در میان ویژگی های خشکسالی، سه ویژگی شدت، مدت و گسترش مکانی از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند. میزان استمرار خشکسالی در یک منطقه گویای شدت خشکسالی در آن منطقه است. زمان بر شدت خشکسالی تاثیر زیادی دارد. به طوریکه طولانی شدن خشکسالی، میزان آن را شدیدتر می سازد و به مراتب در شدت بخشیدن به خشکسالی موثر خواهد بود. همچنین خشکسالی می تواند در منطقه ای با وسعت چند صد کیلومتر رخ دهد، ولی ممکن است شدت و مدت تداوم آن در سرتاسر منطقه یکسان نباشد. لذا بررسی وسعت گسترش خشکسالی و اعمال مدیریت صحیح مساله جدی و حائز اهمیت می باشد. بر طبق گزارشات فائو، بدترین خشکسالی در 40 سال گذشته مربوط به سالهای 1999 الی 2001 می باشد. به طوریکه در استان فارس 37 درصد از جنگل ها و مراتع به میزان 70 تا 100 درصد آسیب دیده و تولید علوفه به میزان 52 درصد کاهش یافته است (آمازیانه، 1384). گزارش برآورد خسارات ناشی از خشکسالی استان فارس در بررسی شدیدترین خشکسالی ها در سالهای 1378 تا 1380 نشان می دهد که تا پایان شهریور 1380 شهرستان شیراز بیشترین خسارت را داشته و تا پایان شهریور 1381 و 1382 بیشترین خسارت ریالی متوجه شهرستان قیرو کارزین بوده است (اداره کل امور عشایر استان فارس، 1383).

لذا با توجه به خصوصیات و تاثیرات مخرب خشکسالی و وضعیت اقلیمی و جغرافیایی استان که جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود و خشکی صفت و ذات آن می باشد، به منظور به حداقل رساندن مخاطرات وقوع خشکسالی واضح است که انتقال مدیریت بحران به مدیریت ریسک امری اجتناب ناپذیر است و نظارت و ارزیابی خشکسالی از ضروریات است. بنابراین این مساله مطرح می شود که چگونه می توان به ارزیابی دقیق مساله خشکسالی پرداخت. در این راستا به منظور تعیین شدت خشکسالی بایستی این پدیده از حالت کیفی و توصیفی به صورت کمی و عددی در آید و برای آن، شاخص هایی تعریف و ارائه گردد. با تعریف شاخص خشکسالی می توان تصویر جامعی از عوامل مختلف تاثیر گذار بر خشکسالی به دست آورد و برای ارزیابی و تصمیم گیری درباره آنها

1- Knutson et al.

2- Wilhite and Glantz



استفاده نمود که به مراتب مفید تر و ساده تر از ردیفهای متعددی از داده های متنوع مرتبط با خشکسالی می باشد. به منظور بررسی روند گسترش مکانی خشکسالی و تعیین مناطق مستعد خشکسالی نیز بایستی از نقشه های پهنه بندی که در بر گیرنده خشکسالی های شدید در دوره های زمانی می باشند، استفاده نمود.

در پژوهشی که بر روی الگوهای مکانی توزیع خشکسالی صورت گرفته است، خشکسالی ها به عنوان پدیده های حدی هیدرولوژیکی معرفی شده اند که توسط فقدان طولانی مدت بارندگی بر روی یک منطقه وسیع مشخص می شوند. لذا بررسی منطقه ای خشکسالی و نه ایستگاهی، سبب درک کاملتری از این پدیده می شود (مرادی، 1380). در پژوهشی با بکارگیری روش هربست در تعیین شدت های خشکسالی در استان فارس و استفاده از نرم افزار SURFER، نقشه های هم مدت و هم شدت خشکسالی برای کل استان فارس تهیه گردید. بر پایه این تحقیق، مناطق شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غرب استان، که در مجاورت استان های خشک اصفهان، کرمان، هرمزگان و بوشهر واقع هستند، مناطق مستعد خشکسالی شناخته شدند (کریمی و همکاران، 1380). در پژوهشی در آمریکا، مدلی برای میانبایی و تفکیک متغیرهای اقلیمی ارائه گردیده و به کمک آن نقشه های دما و بارش ایالات متحده با درجه تفکیک مکانی 2/5 کیلومتر تهیه شد (دالی و همکاران<sup>1</sup>، 2000). همچنین در مطالعه دیگری توسط اترال<sup>2</sup> (1997)، به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی، اثرات تغییر اقلیم بر اکوسیستم ها مورد ارزیابی قرار گرفت. گش<sup>3</sup> (1997)، نقشه های خشکسالی ها را به کمک داده های ماهواره ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در پایش و پهنه بندی خشکسالی در استان خراسان با استفاده از مدل های درون یابی GIS، نتایج نشان می دهد که می توان با استفاده از داده های شاخص استاندارد شده بارش (SPI) و به کمک مدل های رقومی اقلیمی و با روش های آماری که از قالب و ساختار ساده تری برخوردارند، یک پیش آگاهی خشکسالی را ارائه نمود (بداق جمالی و همکاران، 1381). در تحقیقی که در مجارستان صورت گرفته است، از روش AURELHY با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش، استفاده گردید. این روش براساس مدل های فضایی و کریجینگ<sup>4</sup> می باشد. نتایج نشان می دهد که این مدل ها نتایج رضایت بخشی را در مورد پارامترهای هواشناسی ارائه می دهند. روش و مدل ها توانسته اند اعتبارات مالی لازم را به کمک روش های درون یابی، تخمین بزنند (زالای و بیهار<sup>5</sup>، 2004).

با توجه به نقش شاخص های خشکسالی در تعیین شدت خشکسالی و نهایتاً تهیه نقشه های ریسک پذیری این بلای طبیعی، بایستی از شاخصی جهت تعیین شدت های خشکسالی و کمیت بخشیدن به آنها استفاده گردد. مک کی و همکاران<sup>6</sup> (1993) شاخص استاندارد شده بارش را در ایالت کلرادو مورد استفاده قرار دادند و به کمک آن خصوصیات مختلف خشکسالی ها را در مقیاس های 3، 6، 12، 24 و 48 ماهه بررسی کردند و از نتایج حاصله یک سیستم طبقه بندی برای تعریف شدت خشکسالی ارائه نمودند. در بررسی خشکسالی سال 1996 آمریکا توسط شاخص استاندارد شده بارش، نتایج حاکی از آن است که این شاخص، زمان آغاز خشکسالی را یک ماه زودتر از

1- Daly et al.

2- Eatherall

3- Ghosh

4- Kriging

5- Szalai and Bihari

6- Mckee et al.



شاخص پالمر نشان می دهد (هیز و همکاران<sup>1</sup>، 1999). در تحقیقی توسط سکریز و ونجلیس<sup>2</sup> (2004)، شدت و مدت خشکسالی به عنوان دو مولفه اصلی معرفی شده اند که اهمیت بسیار زیادی در تصمیم گیری ها دارند و در بین شاخص های ارزیابی این دو مولفه، شاخص استاندارد شده بارش، عمومیت بیشتری دارد. نتایج این تحقیق نشان می دهد که SPI می تواند به عنوان یک سیستم مراقبتی خشکسالی<sup>3</sup>، مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه موردی در ایستگاه باجگاه (امین، 1379) و همچنین در پایش خشکسالی در مقیاس های مختلف زمانی در ایستگاه شیراز (شیروانی و همکاران، 2003)، از شاخص استاندارد شده بارش استفاده گردید. در تحقیقی (لشنی زند، 1382)، شاخص استاندارد شده بارش انتخاب شده و با بکارگیری نرم افزارهای GIS، نقشه های پهنه بندی ماهانه خشکسالی برای یک دوره سی ساله تهیه شد. نتایج نشان داد که شاخص استاندارد شده بارش در تحلیل منطقه ای خشکسالی و مطالعات تطبیقی و مقایسه ای میان مناطق مختلف متداول تر است و با استفاده از آن می توان وقایع خشکسالی شدید و حدی را برای هر محل و هر مقیاس زمانی طبقه بندی نمود. در پژوهشی که با استفاده از مقیاس زمانی 24 ماهه شاخص استاندارد شده بارش در تحلیل فراوانی وقوع و شدت خشکسالی در تعدادی از ایستگاه های استان فارس صورت گرفت (شمس نیا و همکاران، 1385)، نتایج نشان داد که شدیدترین خشکسالی در سال زراعی 80-1379 رخ داده است که تا حدودی متاثر از وقوع خشکسالی در سال قبل از آن نیز می باشد. در محاسبه شاخص استاندارد شده بارش، مقیاس های زمانی متفاوتی مد نظر است که از میان آنها به مقیاس های 6، 9، 12، 24 و 48 ماهه توجه ویژه ای شده است (مقدم و همکاران، 1380). براساس توصیه گاتمن<sup>4</sup> (1999)، به دلیل آنکه داده ها از نظر زمانی دارای محدودیت هستند، شاخص استاندارد شده بارش در مقیاس های بزرگتر از 24 ماه قابل اعتماد نمی باشد. بنا بر نتایج مطالعات شیروانی و همکاران (2003)، توصیه می شود که متخصصین کشاورزی از شاخص استاندارد شده بارش با مقیاس زمانی 12 ماهه یا کمتر استفاده نمایند. با توجه به توضیحات فوق، هدف از پژوهش حاضر، پهنه بندی خشکسالی های شدید استان فارس و شبیه سازی وقوع آن در سالهای 79-1378 تا 81-1380 با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و تعیین مناطق آسیب پذیر نسبت به این بلای اقلیمی می باشد.

## روش کار

در این پژوهش از اطلاعات بارانسنجی مربوط به 125 ایستگاه با تفکیک 90 ایستگاه مربوط به شهرستان های استان فارس و 35 ایستگاه مربوط به استان های مجاور (اصفهان، یزد، کرمان، هرمزگان، بوشهر و کهگیلویه و بویر احمد) استفاده گردید. این تعداد ایستگاه با در نظر گرفتن موارد مختلفی از جمله: داشتن آمار طولانی مدت، نواقص آماری کم و پراکنش مناسب در کل استان، از بین تعداد 513 ایستگاه انتخاب گردید. همچنین یک دوره آماری مشترک 30 ساله (52-1351 تا 81-1380)، جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید. به منظور بهره گیری از آمارهای اشاره شده، ابتدا داده های بارش ماهانه کلیه ایستگاه ها به لحاظ صحت و همگنی از طریق روش آماری ران تست مورد بررسی قرار گرفت. با اطمینان از همگنی داده ها، داده های مفقود شده هر ایستگاه با استفاده از

1- Hayes et al.

2- Tsakiris and Vangelis

3- Drought watch system

4- Guttman



داده های زدیکترین ایستگاه مبنا و بکارگیری روش EM الگوریتم<sup>1</sup> توسط نرم افزار SPSS برآورد گردید. این روش در تخمین داده های مفقود شده از دقت بالاتری نسبت به روشهای دیگر برخوردار است و می تواند بر اساس حداکثر برآورد مورد انتظار عمل نماید و با پردازش به صورت تکرار های متوالی، بهترین تخمین را اعمال نماید (فیگردو<sup>2</sup>، 2004). در این پژوهش مقادیر SPI با مقیاس های زمانی 6، 12 و 24 ماهه جهت تعیین شدت خشکسالی ماهانه تمامی ایستگاه ها در سالهای زراعی 1378-79 تا 1380-81 محاسبه گردید. با استفاده از جدول طبقه بندی شاخص استاندارد شده بارش، مقادیر کمی شاخص استاندارد شده بارش، به مقادیر کیفی شدت خشکسالی تبدیل گردید. از طرفی مشخصات ایستگاه ها که شامل فیلهای اطلاعاتی نام ایستگاه، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و مقادیر نقطه ای SPI ماهانه می باشد، به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، انتقال داده شد. در این محیط اقدام به پهنه بندی و تهیه نقشه های شبیه سازی مکانی خشکسالی با استفاده از مدل های درون یابی موجود و تحلیل فضایی داده های مکانی گردید. مدل های درون یابی، جهت افزایش دقت نقشه های پهنه بندی ارائه شده اند. در استفاده از مدل های مختلف درون یابی، مدل های IDW و کریجینگ دارای دقت بیشتر نسبت به بقیه مدلها می باشند (بدق جمال و همکاران، 1381). از بین این دو مدل نیز، مدل کریجینگ برای آنالیز خشکسالی مناسبتر است و در مدیریت ریسک خشکسالی، بالاترین پیش آگاهی را ارائه می نماید (طباطبایی و یزدان پناه، 2005؛ لی و دیوگان<sup>3</sup>، 2004). در این راستا پس از بررسی و مقایسه انواع مدل های وزن دهی معکوس فاصله (IDW)، درون یابی موضعی (Spline) و کریجینگ، مدل کریجینگ انتخاب گردید. سپس با استفاده از روش کریجینگ و به کارگیری نرم افزار GS<sup>+</sup><sup>4</sup>، براساس معادلات مربوط به مدل های تئوریک نیم تغییرنا (مدل های سقف دار و بدون سقف)، آزمون های مختلفی انجام گرفت تا بهترین مدل از نظر کمترین واریانس خطا و بهترین دامنه تاثیر انتخاب شد. در نهایت با اعمال مدل نیم تغییرنا بهینه در کریجینگ و ورود داده های SPI به صورت لایه نقطه ای، نقشه های رستری (Grid) با استفاده از نرم افزار ArcGIS9، تهیه گردید. سپس با انجام تحلیل های مکانی و کلاس بندی شدت های خشکسالی، نقشه های پهنه بندی انواع خشکسالی ها در سالهای زراعی 1378-79 - 1380-81 در هر سه مقیاس زمانی شاخص استاندارد شده بارش تهیه و ارائه گردید.

## نتایج

با توجه به گزارش فائو (مازیانه، 1384) و اداره کل امور عشایر فارس (1383)، خشکسالی در سال های زراعی 1378-79 و 1379-80 با بیشترین شدت و گستره مکانی همراه بوده است. با توجه به هدف پژوهش حاضر، تهیه نقشه های پهنه بندی و مقایسه شدت و گسترش مکانی انواع خشکسالی در استان فارس، می تواند منجر به تعیین ریسک پذیری خشکسالی، مشخص نمودن مناطق آسیب پذیر نسبت به این بلای طبیعی و تعیین روند وقوع خشکسالی شود. نتایج حاصل از تحقیقات و بررسی های انجام گرفته در سالهای مختلف، در شدید بودن خشکسالی سالهای 1378 تا 1380 اشتراک نظر دارند. وقوع خشکسالی در سال های مذکور با تداومی طولانی مدت نیز همراه بوده است و اثرات آن تا سالهای بعد نیز ادامه داشته است. همچنین نتایج تحلیل زمانی رخداد خشکسالی ها، لزوم

1- Expectation maximization algorithm

1- Figueiredo

2- Li and Deogun

3- Geostatistics for the Environmental Sciences



بررسی مکانی این واقعه را در سالهای خشک (سال های زراعی 1378-79، 1379-80 و 81-1380) ضروری می نماید. به دلیل شبیه بودن وضعیت پراکندگی مکانی خشکسالی در ماههای هر فصل، در هریک از سال های زراعی مذکور، یک یا دو ماه از هر فصل انتخاب و نقشه های پهنه بندی و ریسک پذیری خشکسالی ارائه گردید. شکل های (1 تا 10)، پهنه بندی خشکسالی با استفاده از شاخص SPI را در هریک از ماههای مورد مطالعه در مقیاس های زمانی 6، 12 و 24 ماهه نشان می دهند.

نتایج حاصل از بررسی نقشه های پهنه بندی خشکسالی در آذرماه و اسفند ماه 1378 (شکل های 1 و 2)، حاکی از آن است که بیشترین درجه خشکسالی مربوط به مقیاس زمانی 6 ماهه و 12 ماهه بوده است. در شدت گرفتن واقعه خشکسالی، وضعیت اقلیمی و بارندگی ماههای قبل از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. در مقیاس های زمانی 24 ماهه، تعداد ماههای تاثیر گذار زیاده تر می باشد، به طوریکه در این مقیاس زمانی وضعیت بارندگی سال های 1376 و 1377 و تاثیرات آنها نیز لحاظ گردیده است. با توجه به آنکه در سال های مذکور وضعیت بارش در حد نرمال بوده است و خشکسالی چندانی وجود نداشته است، در پاییز و زمستان 1378 نیز اثرات آن به جای مانده است و فقط در برخی از مناطق خشکسالی ملایمی وجود داشته است. با گذشت زمان و نزدیک شدن به اسفند ماه شدت خشکسالی بیشتر شده و مناطق بیشتری تحت تاثیر خشکسالی های کوتاه مدت و میان مدت قرار گرفته است، اما در مقیاس زمانی بلند مدت 24 ماهه به دلیل وجود تریالی سالهای قبل همچنان وضعیت نرمال تا خشکسالی ملایم دیده می شود. همین امر نشان دهنده آن است که ممکن است در یک ماه خشکسالی هواشناسی و کشاورزی وجود داشته باشد، ولی خشکسالی هیدرولوژیکی حادث نشده باشد.

نقشه های پهنه بندی خشکسالی در اردیبهشت ماه 1379 (شکل 3) نشان می دهد که رخداد خشکسالی ها در مقیاس های زمانی کوتاه مدت و میان مدت از نظر شدت و گستره مکانی تقریبا مشابه می باشد. در این ماه و ماه قبل از آن، در مقیاس های زمانی 6 ماهه و 12 ماهه، شدیدترین خشکسالی ها با درجات خشک متوسط تا خیلی خشک، مربوط به قسمتی از شهرستان بوانات و قسمت هایی از شهرستان های نیریز و داراب بوده است. این مناطق مجاور استان های خشک یزد و کرمان نیز می باشند. در ماه مذکور به دلیل عدم وجود خشکسالی های بلند مدت (هیدرولوژیکی)، وضعیت پراکندگی مکانی خشکسالی در مقیاس زمانی 24 ماهه تا حدودی متفاوت می باشد. به طوریکه بیشترین شدت خشکسالی در مقیاس زمانی 24 ماهه، در قسمت هایی از شمال غرب استان دیده می شود.

بررسی نقشه های پهنه بندی خشکسالی در پاییز و زمستان 1379 (شکل های 4 و 5) در سه مقیاس زمانی، نشان می دهد که بیشترین شدت خشکسالی مربوط به مقیاس زمانی 12 ماهه می باشد. در مقیاس زمانی 24 ماهه وضعیت خشکسالی متوسط در قسمتهایی از جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب استان دیده می شود که با گذشت زمان وضعیت خشکسالی در قسمتهای جنوب و جنوب شرقی شدیدتر می شود. همچنین نقشه های پهنه بندی خشکسالی در مقیاس زمانی طولانی مدت 24 ماهه، بیشترین شدت خشکسالی را در شهرستان قیروکارزین نشان می دهد. رخداد خشکسالی های طولانی مدت در این شهرستان، باعث زیاد شدن خسارات در سال های بعد نیز گردیده است. در این مورد گزارشات خشکسالی در بررسی میزان خسارات وارده به شهرستان های مختلف استان



نشان می دهد که بیشترین خسارات ریالی در سال های زراعی 1380-81 و 1381-82 متوجه شهرستان قیر و کارزین بوده است (اداره کل امور عشایر فارس، 1383).

در بهار و تابستان 1380 به دلیل وجود تاثیرات بیشتر سالهای قبل، بیشترین شدت خشکسالی مربوط به مقیاس زمانی بلند مدت 24 ماهه می باشد. این امر نشان دهنده تشدید خشکسالی با طولانی شدن دوره خشکسالی و افزایش مقیاس زمانی مشاهده می باشد (شکل های 6 و 7). به طوریکه حداکثر شدت خشکسالی در مقیاس زمانی 6 ماهه به خشکسالی متوسط (1/5- تا -1)، در 12 ماهه، خیلی خشک (2- تا -1/5) و در 24 ماهه به خشکسالی حاد (2- <) می رسد. در این ماه تقریباً خشکسالی در تمام استان با شدت های مختلف وجود داشته است. بررسی شدت خشکسالی ها در مقیاس های مختلف زمانی نشان می دهد که شهرستان های شرق و جنوب شرقی استان (بوانات، ارسنجان، استهبان، فسا، نیریز و داراب)، شدید ترین خشکسالی ها را تجربه نموده اند.

بررسی نقشه های پهنه بندی خشکسالی در پاییز 1380 (شکل 8) نیز وضعیت تقریباً شبیه بهار و تابستان می باشد، با این تفاوت که به دلیل بهبود وضعیت بارش در پاییز تا حدودی از شدت خشکسالی های کوتاه مدت کاسته شده و به وضعیت نرمال رسیده است. اما در مقیاس های زمانی میان مدت و بلند مدت همچنان وضعیت خشکسالی های شدید تا حاد وجود داشته است. در مقیاس زمانی 24 ماهه بیشترین شدت خشکسالی (خشکسالی حاد) در شهرستان بوانات دیده می شود و تقریباً نیمی از استان، شامل قسمت های شمال غربی، مرکز، شرق و جنوب شرقی با وضعیت خیلی خشک تا حاد مواجه بوده است. در این ماه نیز افزایش شدت خشکسالی از شمال غرب به سمت جنوب و جنوب شرق مشهود می باشد.

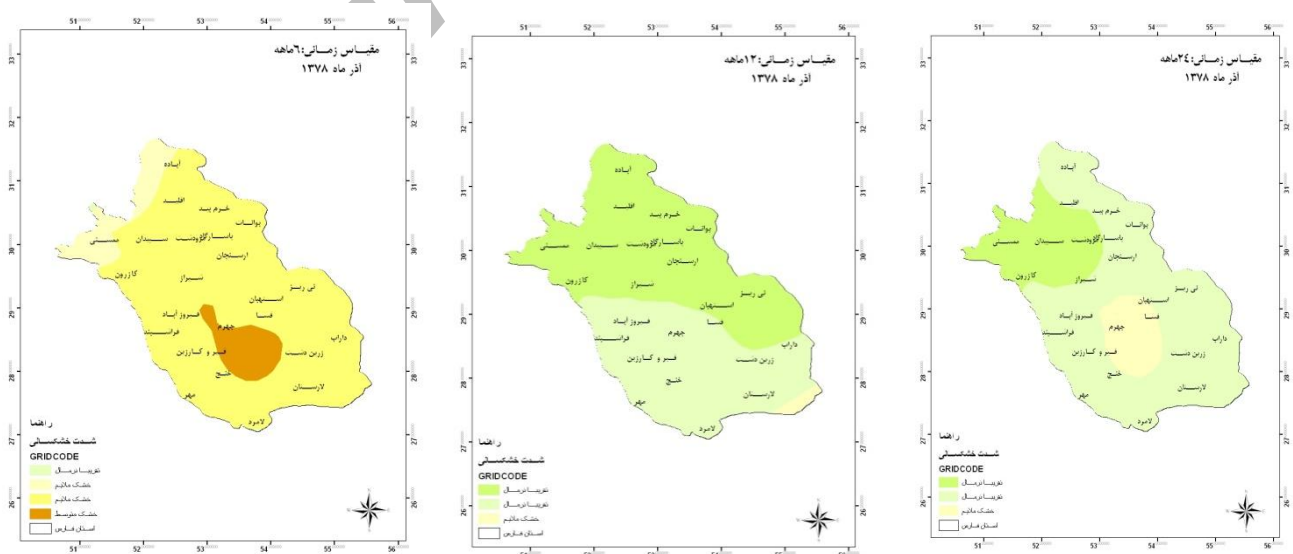
در زمستان 1380 (شکل 9) نیز وضعیت کاهش شدت خشکسالی های کوتاه مدت و تا حدودی میان مدت وجود داشته است. به طوریکه در مقیاس زمانی 6 ماهه وضعیت استان به حالت نرمال رسیده است، اما در مقیاس های زمانی 12 ماهه و 24 ماهه همچنان وضعیت خشکسالی شدید و تاثیرات مخرب آن بویژه در منابع آب وجود داشته است. شدید ترین خشکسالی های موجود مربوط به قسمتهایی از مرکز به سمت جنوب، جنوب شرق و شرق استان بوده است.

از زمستان 1380 تا بهار و تابستان 1381، روند کاهش شدت خشکسالی همچنان ادامه داشته است تا در شهریور ماه 1381 (شکل 10) تقریباً وضعیت استان به حالت ترسالی تا نرمال رسیده است. از نظر خشکسالی های بلند مدت با وجود ترسالی های موجود، همچنان قسمتهایی از مرکز به سمت جنوب استان با وضعیت خشکسالی متوسط روبرو بوده است. این وضعیت تا سالهای بعد در قسمتهای جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق استان وجود داشته است.

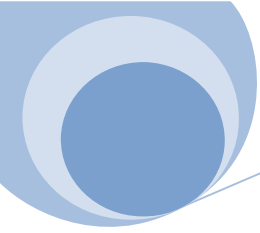
به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از آن است که با افزایش مقیاس زمانی و طولانی شدن دوره خشکسالی، شدت خشکسالی نیز افزایش می یابد. وسعت و گستره مناطق تحت تاثیر خشکسالی نیز بیشتر می گردد. همین امر نشان دهنده آن است که خشکسالی هایی با تداوم چند ساله، علاوه بر اینکه بر روی کشاورزی به عنوان حساس ترین منبع نسبت به کمبود آب تاثیر می گذارند، می توانند دیگر منابع آبی را با کاهش سطح آبهای سطحی، زیرزمینی و مخازن تحت تاثیر قرار دهند و تا سالهای بعد نیز در انواع مختلف، اثرات خود را به جای گذارند. به طوریکه با گذشت زمان خشکسالی های هواشناسی، به سمت خشکسالی های کشاورزی و در طولانی مدت به سمت



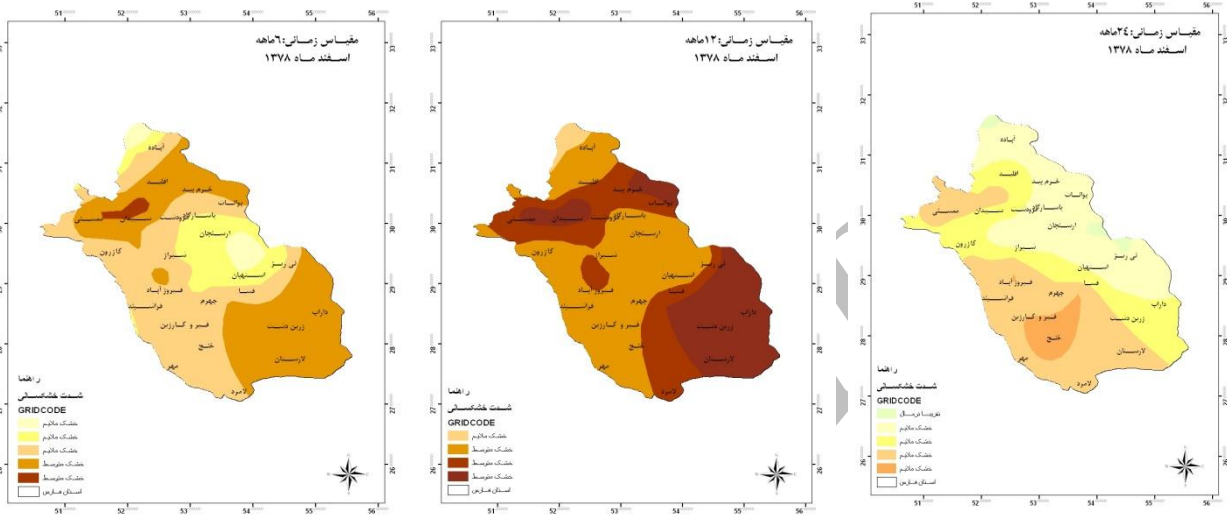
خشکسالی های هیدرولوژیکی پیش می روند. خشکسالی های کوتاه مدت که بر روی بخش کشاورزی تاثیر دارند، بیشتر در حد خشکسالی های ملایم تا متوسط رخ می دهند که دلیل آن کم بودن تعداد ماه های تاثیر گذار در آن می باشد. به طوریکه این خشکسالی ها معمولا با افزایش میزان بارش کم شده یا از بین می روند. اما به دلیل حساس بودن بخش کشاورزی نسبت به کمبود آب، معمولا اولین بخش آسیب پذیر در مقابل این بلای اقلیمی، بخش تولید محصولات کشاورزی به ویژه نظام های مبتنی بر کشت دیم می باشد. لذا توجه به استفاده از نقشه های ایجاد شده توسط مدل های GIS در پیش آگاهی و تعیین مناطق آسیب پذیر نسبت به خشکسالی از اهمیت به سزایی برخوردار است. نقشه های تغییرات روند مکانی خشکسالی در قالب نقشه های شبیه سازی شده می توانند دور نمایی مطابق با واقعیت، از روند وقوع مکانی این بلای اقلیمی و کشاورزی را در قسمتهای مختلف استان نشان دهند و در نتیجه امکان اعمال مدیریت ریسک را قبل از وقوع خشکسالی و مدیریت بحران فراهم نمایند. همچنین نتایج این پژوهش، نشان می دهد که مناطقی از شمال شرق، قسمت های جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی استان نسبت به مناطق دیگر از نظر آسیب پذیری نسبت به خشکسالی مستعدتر بوده و بیشتر در معرض خشکسالی های بلند مدت قرار دارند. این امر به دلیل نوسانات شدید بارندگی در طول دوره آماری مورد مطالعه است. به طور کلی در هنگام وقوع خشکسالی تمام استان با شدت های مختلف تحت تاثیر قرار می گیرد. بنابراین، هر چند تاثیرات خشکسالی در قسمت های مختلف متفاوت بوده و استان را به چندین زیر منطقه تقسیم می نماید، ولی به هر حال شدت خشکسالی حتی در مدت کم هم می تواند وضعیت بحرانی را برای بسیاری از نقاط در بخش های مختلف تامین کننده و مصرف کننده آب ایجاد نماید. پنج استان مجاور استان فارس، اصفهان (در شمال شرق)، یزد (در شمال شرق و شرق)، کرمان (در شرق و جنوب شرق)، هرمزگان (در جنوب شرق و جنوب) و بوشهر (در جنوب غرب)، همگی دارای مقادیر پایین و بسیار متغیر بارندگی سالانه می باشند. لذا مناطقی از استان فارس که در مجاورت این استان ها قرار دارند نیز تحت تاثیر این تغییرات قرار می گیرند، به طوریکه این مناطق بیشترین آسیب پذیری را در مقابل انواع خشکسالی ها دارند.



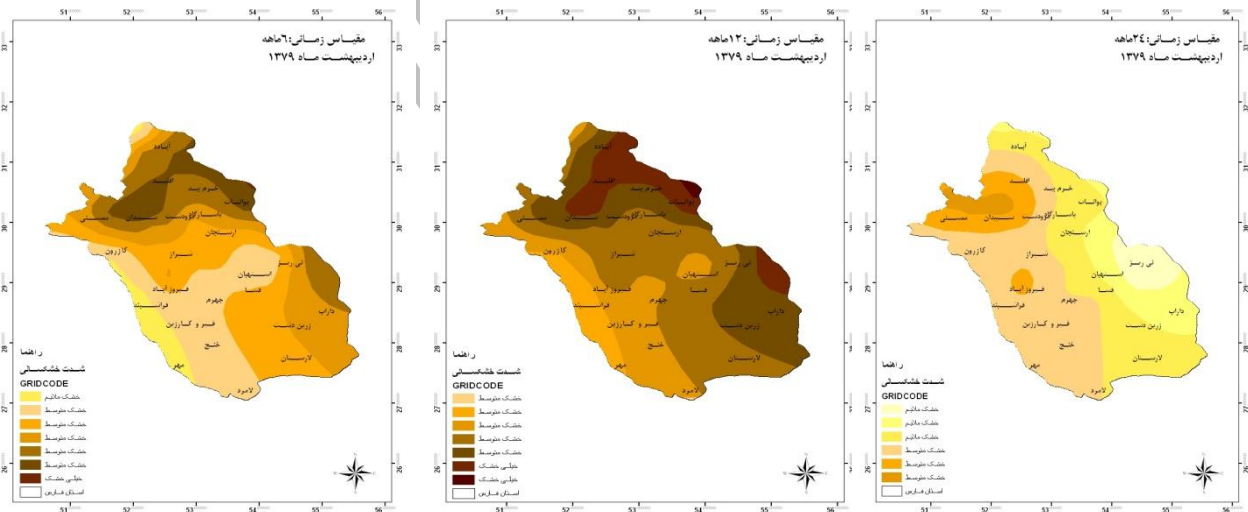




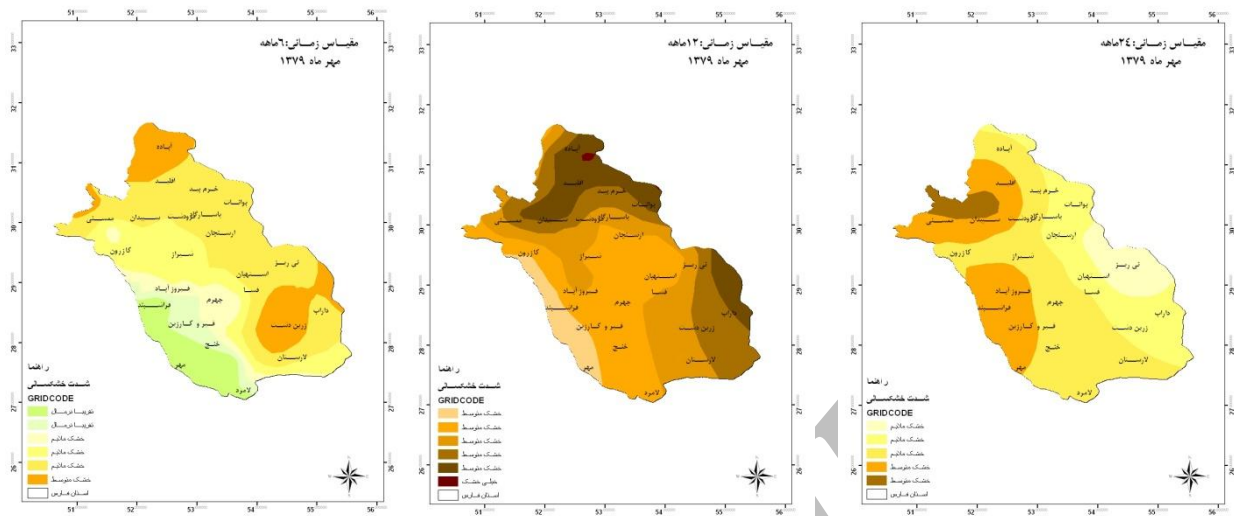
شکل 1- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در آذر ماه 1378، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



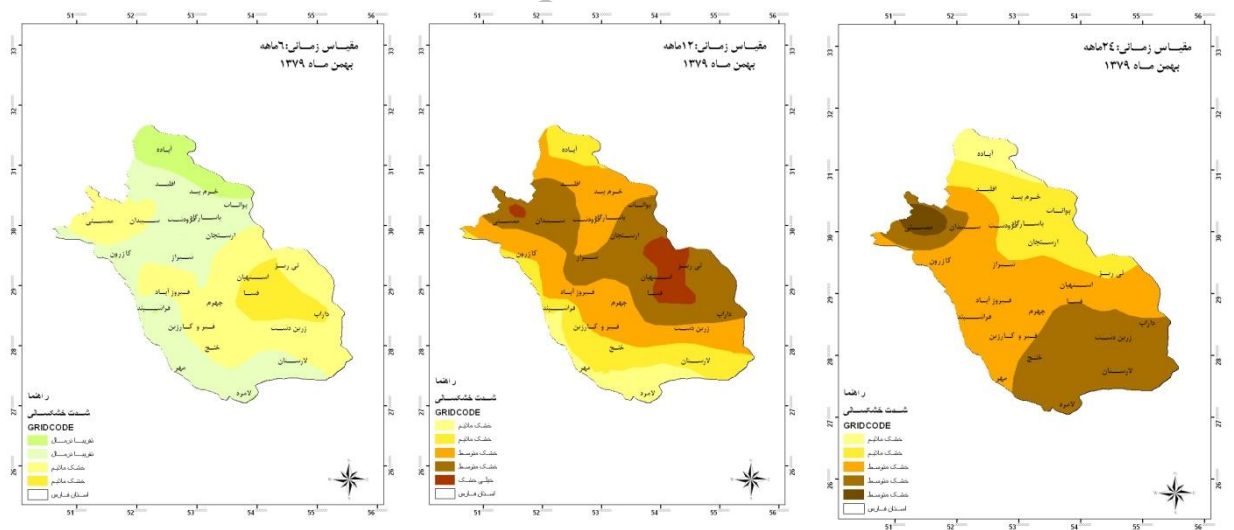
شکل 2- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در اسفند ماه 1378، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



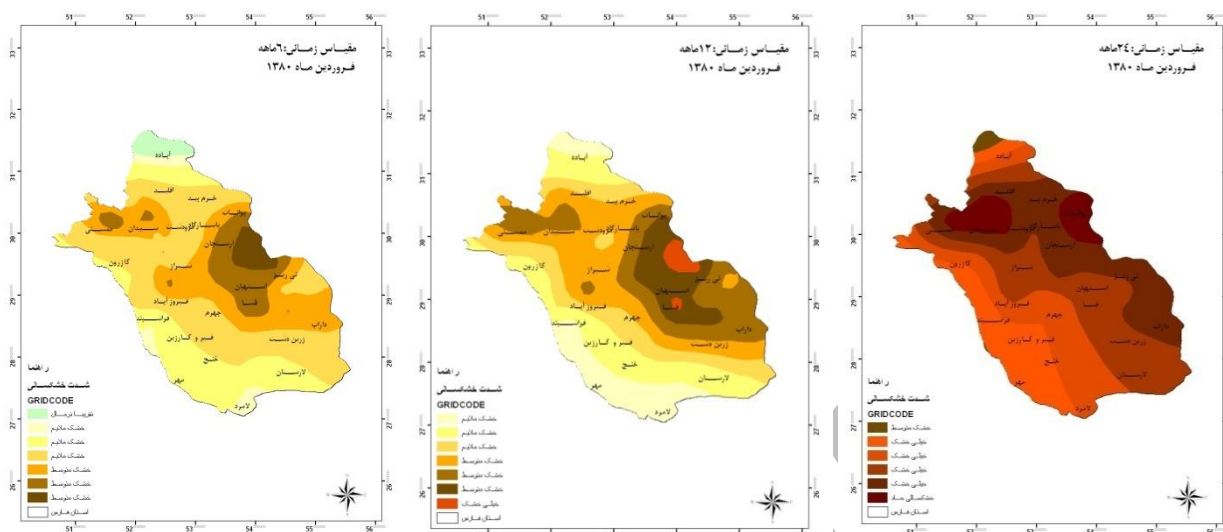
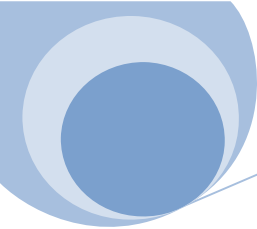
شکل 3- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در اردیبهشت ماه 1379، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



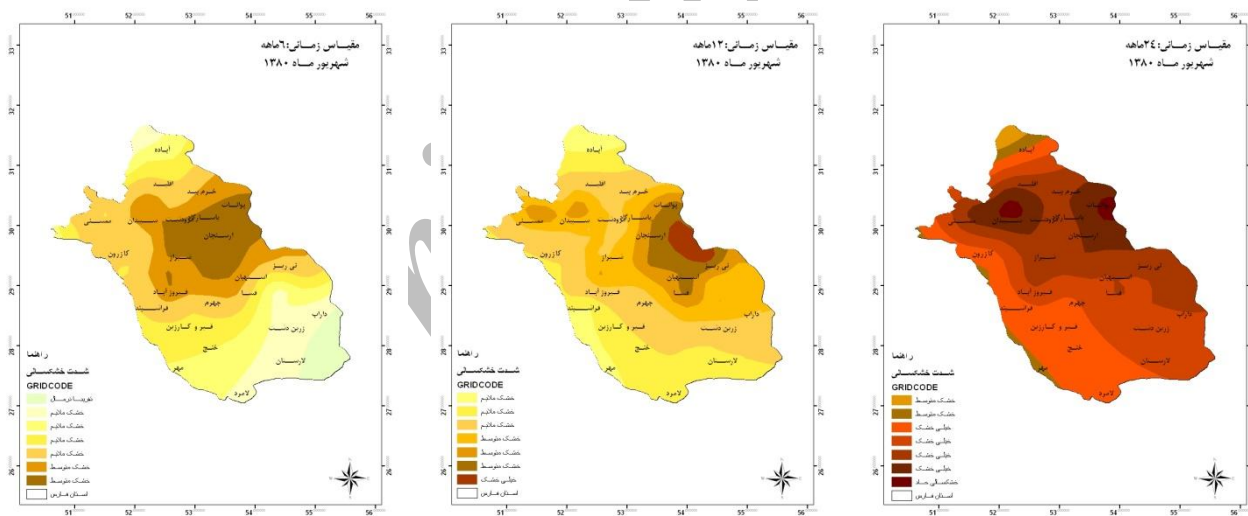
شکل 4- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در مهر ماه 1379، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



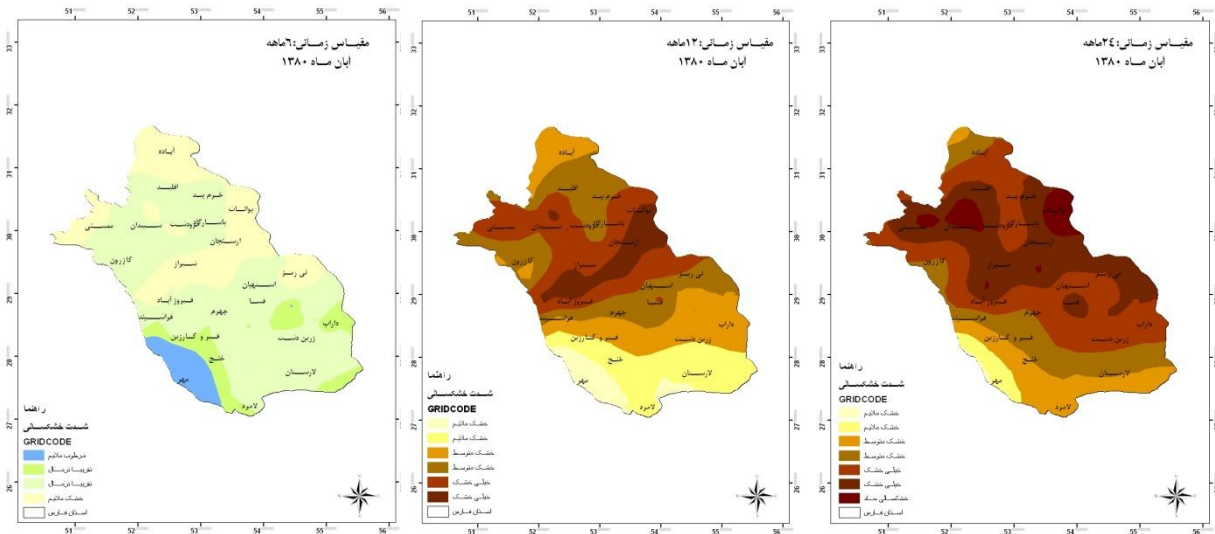
شکل 5- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در بهمن ماه 1379، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



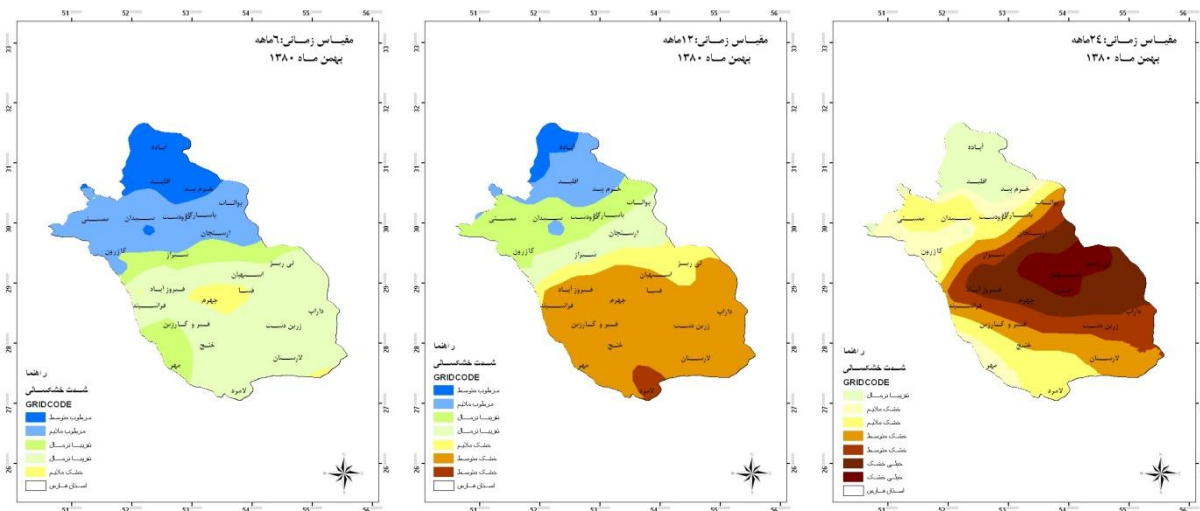
شکل 6- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در فروردین ماه 1380، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



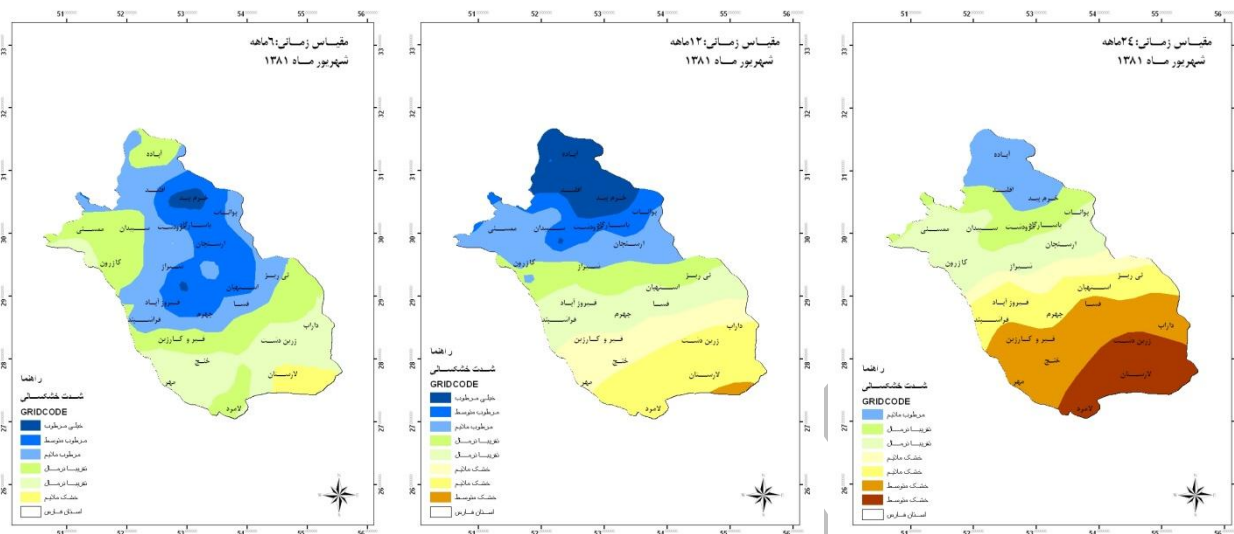
شکل 7- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در شهریور ماه 1380، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



شکل 8- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در آبان ماه 1380، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



شکل 9- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در بهمن ماه 1380، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



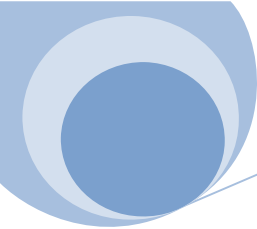
شکل 10- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در شهریور ماه 1381، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس

### منابع

- 1- اداره کل امور عشایر فارس. 1383. بررسی اثرات نامطلوب خشکسالی سالهای 82-1379 بر جامعه عشایری و روستایی فارس. سازمان امور عشایر ایران، وزارت جهاد کشاورزی.
- 2- آمازیانه. 1384. برنامه عملی مدیریت خشکسالی در بخش کشاورزی و تجارب بین المللی. کارگاه آموزشی منطقه ای مدیریت خشکی و خشکسالی. ایران. یزد.
- 3- امین، س. 1379. بررسی نمایه های خشکسالی، مطالعه موردی باجگاه شیراز. مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی تخصصی بررسی مسائل خشکسالی استان فارس. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. مهر ماه. صفحه 1-13.
- 4- بdaq جمالی، ج.، جوانمرد، س. و شیر محمدی، ر. 1381. پایش و پهنه بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره 67. مقاله شماره 550. صفحه 4-21.
- 5- شمس نیا، س.ا.، پیرمرادیان، ن. قاسمی، م.م. شاهرخ نیا، م.ع. و امیری، س.ن. 1385. تحلیل فراوانی وقوع و شدت خشکسالی در تعدادی از ایستگاه های واقع در استان فارس با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI). مجموعه مقالات نخستین همایش کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد. 17 اسفند ماه.
- 6- کریمی، و.، کامکار حقیقی، ع.ا. سپاسخواه، ع.ر. و خلیلی، د. 1380. بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان فارس، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پنجم. شماره چهارم. صفحه 1-10.



- 7- لشنی زند، م. 1382. بررسی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی های اقلیمی در شش حوضه واقع در غرب و شمال غرب کشور. مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم. اصفهان، 29 مهر ماه الی اول آبان ماه. صفحه 257-266.
- 8- مرادی، ا. 1380. بررسی الگوهای مکانی توزیع خشکسالی، با استفاده از مدل توزیع منطقه ای خشکسالی هواشناسی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. ایران. دانشگاه زابل. صفحه 116-105.
- 9- مقدم، ح.، بذاق جمالی، ج. جوانمرد، س. مهدویان، ع. خزانه داری، ل. خسروی، م. و ابراهیم پور، م. 1380. پایش خشکسالی براساس نمایه SPI، دهکها و نرمال در استان سیستان و بلوچستان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. دانشگاه زابل. صفحه 69-80.
- 10-Daly, C., Taylor, G.H., and Gibson, W.P. 2000. High-quality spatial climate data sets for the United States and beyond. Transactions of the ASEA 43: 1957-1962.
- 11-Eatherall, A. 1997. Modeling climate change impacts on ecosystems using linked models and a GIS. Climatic Change 35: 17-34.
- 12-Figueiredo, M.A.T. 2004. Lecture notes on the EM algorithm. Portugal. instituto de telecomunicacoes. Instituto Superior Tecnico. 1049-001 Lisboa.
- 13-Ghosh, T. K., 1997. Investigation of drought through digital analysis of satellite data and geographical information systems. Theoretical and Applied Climatology 58: 105-112.
- 14-Guttman, N.B. 1999. Accepting the standardized precipitation index: A calculation algorithm. Journal of American water Resources Association. 35(2): 311-322.
- 15-Hayes, M., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A., and Vanyarkho, O.V. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. Bulletin of the American Meteorological Society. 80(3): 429-438.
- 16-Knutson, C., Hayes, M., and Phillips, T. 1998. How to reduce drought risk. Western Drought Coordination Council. Colorado, USA. Pp: 1-10.
- 17- Li, D. and J.S. Deogun. 2004. Interpolation models for spatiotemporal association mining. Fundamenta Informaticae. 59(2-3): 153-172.
- 18-Mckee, T.B., Doesken, N.J., and kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, Pp: 170-184.
- 19-Shirvani, A., Amin, S., and Nazemosadat, M.J. 2003. Monitoring drought using SPI and z-score for different time scales for Shiraz station in Iran. European Geophysical Society. Geophysical Research Abstracts. 5: 03812.
- 20-Szalai, S., and Bihari, Z. 2004. The spatial interpolation of the drought events in hungary. European Meteorological Society. 1: 00251.
- 21-Tabatabaei, S.H., and Yazdanpanah, H. 2005. Assessment of Meteorological Drought Using SPI Model and GIS in Azarbaijan. Available on web site: [www.gisdevelopment.net/application/naturalHazards/drought](http://www.gisdevelopment.net/application/naturalHazards/drought).
- 22-Tsakiris, G., and Vangelis, H. 2004. Toward a drought watch system based on spatial SPI. Journal of Water Resources Management. 18(1): 1-12.
- 23-Wilhite, D.A., and Glantz, M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International. 10:111-120.



## Mapping of Severe Drought in Fars Province Using Standardized Precipitation Index (SPI) in Geographic Information Systems (GIS)

Nader Pirmoradian<sup>1</sup>, Seyed Amir Shamsnia<sup>2</sup>

1- Assistant Professor of Water Engineering Department, Islamic Azad University of Shiraz, 2- M.Sc. of Irrigation and Drainage, Islamic Azad University of Firouzabad- Member of Young Researchers Club

### Abstract

Drought is an inseparable part of the climate changes which may occur in any area and has major effects. The descriptive analyses of drought are usually presented. In this respect changing the qualitative and descriptive, manner of this phenomenon into quantitative and numerical is used. In the present study, the standardized precipitation index (SPI) was used to analyze the Fars province drought due to its advantages in monitoring the condition in association with climate, hydrologic and agricultural aspects. The sum of 125 stations in Fars province and neighboring provinces were selected regarding available long term statistics, low statistical efficiencies and desirable prevalence with shared 30 years statistical period (1972-1973 to 2001-2002). SPI index was calculated considering 6, 12 and 24 month time scale for appointed stations in this study. To mapping of severe droughts Geographic Information System was used. In this respect, Kriging model was selected after evaluation of Inverse Distance Weighted (IDW), Spline and kriging. Different tests were carried out using kriging method and Geostatistics for the Environmental Sciences (GS<sup>+</sup>) software based on the equations related to Semi Variogram models to select the best model with regard to the lowest variance error and the best effect domain. Finally, the map of drought mapping in different time scales in GIS was provided using the Semi Variogram of optimum view in kriging. The result of study reveals the manner of time factor effect among types drought, as the prolong of drought duration and its continuation, the two variables of severity and local domain of drought increase. The other results of the study determine the risks of drought in various points of Fars province and different providing and consumptive water resources as well. Also, the process of different severe drought was determined in Fars province.

**Key words:** Drought, Standardized precipitation index, Geographic information systems, Fars province.