پایش و تحلیل پراکندگی مکانی شدت خشکسالی سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ استان فارس با استفاده از شاخص معیار شده ی بارش (SPI)[1] در محیط سامانه ی اطلاعات جغرافیایی(GIS)

نادر پیرمرادیان[2] ، سید امیر شمس نیا *[3] و محمدعلی شاهرخ نیا[4]

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

خشکسالی یکی از مهمترین بلایای طبیعی است که زیان های بسیاری را بر بخش کشاورزی و منابع آبی وارد می سازد. به دلیل تاثیرات ویرانگر ناشی از خصوصیات خشکسالی، بخش های مختلف تولیدی، اقتصادی، اجتماعی و بوم نظام ها با آسیب های جدی مواجه می گردند. در میان ویژگی های خشکسالی، سه عامل شدت، مدت و گسترش مکانی از اهمیت بیشتری برخوردارند. به منظور به حداقل رساندن مخاطرات وقوع خشکسالی واضح است که انتقال مدیریت بحران به مدیریت خطر کردن امری اجتناب ناپذیربوده و نظارت و ارزیابی خشکسالی از ضروریات است. به منظور پایش و سنجش خشکسالی در هر منطقه، و تجزیه و تحلیل آماری این پدیده، لازم است از شاخص هایی استفاده گردد. در این پژوهش شاخص معیار شده ی بارش با در نظر گرفتن مزایایی که در تحلیل منطقه ای و ایجاد ارتباط زمانی بین رخدادهای خشکسالی در نواحی مختلف یک پهنه دارد، انتخاب شده است. در این راستا، از اطلاعات بارانسجی ۱۲۵ ایستگاه مربوط به استان فارس و استان های مجاور، در یک دوره ی آماری ۳۰ ساله استفاده گردید. پس از آماده سازی اطلاعات، مقادیر شاخص معیار شده ی بارش در مقیاس های زمانی ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه جهت تعیین شدت خشکسالی ماهانه ی تمامی ایستگاه ها در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ محاسبه گردید. پس از تعیین شدت های خشکسالی، با استفاده از نرم افزار*ArcGIS9*، پهنه بندی و تحلیل پراکندگی مکانی خشکسالی صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان می دهد که با طولانی شدن دوره ی خشکسالی و تداوم آن، دو مولفه ی شدت و گستره ی مکانی خشکسالی افزایش می یابد. همچنین، نتایج حاکی از آنندکه مناطقی از شمال شرق، و بخشهایی از جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی استان فارس نسبت به مناطق دیگر از نظر آسیب پذیری مستعدتر بوده، و بیشتر در معرض خشکسالی قرار دارند. لذا مناطق مذکور در بخش کشاورزی و نظام های مبتنی بر کشت دیم، که بقای آن بستگی به میزان بارش دارد، آسیب پذیرترمی باشند.

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

[1] - standard precipitec tion index

[2] - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان

[3] - دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

4 - استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

* نویسنده ی مسوول مقاله: ashamsnia_82@yahoo.com

مقدمه

خشکسالی به عنوان یکی از موضوعهای مهم در مطالعه ی بلایای طبیعی و تاثیر گذار در کشاورزی مطرح بوده و در چند دهه ی اخیر از دیدگاه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. خشکسالی نیز مانند سیل، قحطی، امراض و آفات، توسعه ی اقتصادی جوامع را در کلیه ی سطوح به مخاطره می اندازد. افزون بر آن، این پدیده جامعه را به طور مستقیم از طریق تغییرات در فراوانی یا قابلیت دسترسی به موادغذایی، پوشاک، منابع آب و ذخایر کارمایه تحت تاثیر قرار داده و بر کلیه ی جنبه های زندگی و بخش های مختلف جامعه، بویژه دگرگونی محیط طبیعی تاثیر مستقیم و غیر مستقیم دارد. کمی بارش و نوسانهای شدید آن سبب عدم اطمینان جهت دریافت کمترین بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی، تامین جریان های سطحی، تغذیه ی آبهای زیرزمینی و مصارف انسانی می گردد. تغییرات اقلیمی مانند کاهش بارندگی که به وقوع خشکسالی منجر می شود، بر منابع آبی تاثیری منفی گذاشته، و به تبع آن، کشاورزی را تحت تاثیر قرار می دهد.

بنابر نظریه ی پترسویتس[5] (۱۹۹۵)، خشکسالی یک واژه ی بوم شناختی- زراعی و اجتماعی است. براساس گزارش ناتسون و همکاران[6] (۱۹۹۸)، 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. خشکسالی باید به عنوان یک مشخصه ی اقلیمی قابل برگشت تلقی شود. خشکسالی مطلق نبوده، بلکه نسبی می باشد. لذا برای هر منطقه و هر گروه از موجودات زنده به طور جداگانه تعریف می شود.

ویلهایت و گلانتز[7] (۱۹۸۵)، در بررسی انواع خشکسالی، چهار دیدگاه را ارائه نموده اند:

۱- خشکسالی هواشناسی: خشکسالی از نظر هوا شناسی اساساً به انحراف بارش ازمیزان دراز مدت اطلاق گردیده و به عنوان یکی از نتایج اولیه خشکسالی ظاهر می شود.

۲- خشکسالی آبشناسی: خشکسالی آبشناسی همراه با پایین رفتن ذخایر آبهای سطحی و زیر زمینی از حد مجاز اتفاق می افتد، و بیان کننده ی میزان ذخیره ی آبهای سطحی و زیرزمینی می باشد.

۳- خشکسالی کشاورزی: دردیدگاه کشاورزی زمانی که رطوبت خاک از نیاز واقعی محصول کمتر بوده، و فرآورده های کشاورزی بر اثر آن آسیب ببینند، خشکسالی رخ داده است. بنابراین، کمبود را در قابلیت دسترسی آب برای محصول و گیاه، خشکسالی کشاورزی در نظر می گیرند

۴- خشکسالی اقتصادی-اجتماعی: از این دیدگاه خشکسالی زمانی رخ می دهد که کمبود آب به منظور تامین نیازهای حیاتی بشر، موجب نابهنجاری های اجتماعی و اقتصادی شده و زندگی مردم را تحت تاثیر قرار می دهد.

در میان ویژگی های خشکسالی، سه خصوصیت شدت، مدت و گسترش مکانی از اهمیت بیشتری برخوردارند. میزان استمرار خشکسالی دریک منطقه گویای شدت خشکسالی در آن منطقه است. زمان بر شدت خشکسالی تاثیر زیادی دارد، به طوری که طولانی شدن خشکسالی، میزان آن را شدیدتر ساخته، و به مراتب درشدت بخشیدن به خشکسالی موثر خواهد بود. همچنین، خشکسالی می تواند در منطقه ای با وسعت چند صد کیلومترمربع رخ دهد، ولی ممکن است شدت و مدت تداوم آن درسرتاسر منطقه یکسان نباشد، لذا، بررسی وسعت گسترش خشکسالی و اعمال مدیریت صحیح مساله جدی و حائز اهمیت است. بر طبق گزارشهای فائو، بدترین خشکسالی در ۴۰ سال گذشته مربوط به سالهای ۱۹۹۹ الی ۲۰۰۱ می باشد. به طوریکه در استان فارس، ۳۷ درصد ازجنگل ها و مراتع به میزان ۷۰ تا ۱۰۰ درصد آسیب دیده، و تولید علوفه به میزان ۵۲ درصد کاهش یافته است (آمازیانه، ۱۳۸۴). گزارش برآورد خسارات ناشی از خشکسالی استان فارس در بررسی شدیدترین خشکسالی ها در سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۰ نشان می دهد که تا پایان شهریور ۱۳۸۰ شهرستان شیراز بیشترین خسارت را داشته، و تا پایان شهریور ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ بیشترین زیان ریالی متوجه شهرستان قیرو کارزین شده است(اداره کل امور عشایر استان فارس، ۱۳۸۳).

1- Petrasovits
2- Knutson et al.
3- Wilhite and Glantz

متاسفانه در کشور ما، سیاست ها و راهبردهای موجود در زمینه ی خشکسالی بیشتر به درمان خسارات پس از وقوع خشکسالی می پردازد، در حالی که در بسیاری از کشورهای دیگر، راهبرد مدیریت خشکسالی بر مبنای طرح های پیشگیری از خسارت می باشد و تولید کنندگان روستایی با سامانه های اطلاع رسانی قادر به مدیریت خشکسالی با حداقل زیان خواهند بود. لذا، با توجه به ویژگی ها و تاثیرات مخرب خشکسالی و وضعیت اقلیمی و جغرافیایی استان، که جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود، و خشکی صفت ذاتی آن می باشد، به منظور کاستن چشمگیر مخاطرات رخداد خشکسالی، واضح است که انتقال مدیریت بحران به مدیریت خطر کردن امری اجتناب ناپذیر بوده، و نظارت و ارزیابی خشکسالی از ضروریات است. بدین تربیت، پرسش این است: 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 درآمده و شاخص هایی برای آن، تعریف و ارائه گردند. با تعریف شاخص خشکسالی که در اصل تابعی است از عوامل مختلف محیطی متأثر از خشکسالی که نهایتاً به صورت یک عدد نمایش داده می شود، می توان تصویر جامعی را از همه این عوامل فراهم آورد، و از آن برای ارزیابی خشکسالی و تصمیم گیری درباره آنها استفاده کرد، که به مراتب مفید تر و ساده تر از ردیفهای متعددی از داده های متنوع مرتبط با خشکسالی است. به منظور بررسی روند گسترش مکانی خشکسالی، و تعیین مناطق مستعد خشکسالی نیز بایستی نقشه های پهنه بندی، که در بر گیرنده ی خشکسالی های شدید در دوره های زمانی می باشد، بکار گرفت.

در پژوهشی که در مورد الگوهای مکانی توزیع خشکسالی صورت گرفته است، خشکسالی ها به عنوان پدیده های حدی آبشناسی معرفی شده اند، که بر اثر نبود بارندگی در مدتی طولانی منطقه ای وسیع مشخص می شوند. لذا، بررسی منطقه ای خشکسالی و نه ایستاهی، سبب درک کاملتری از این پدیده می گردد (مرادی، ۱۳۸۰). 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، بخشهای شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غرب استان، که در مجاورت استان های خشک اصفهان، کرمان، هرمزگان و بوشهر واقفند، مناطق مستعد خشکسالی شناخته شدند (کریمی و همکاران، ۱۳۸۰). در پژوهشی در آمریکا، شبیهی برای میانیابی و تفکیک متغیرهای اقلیمی ارائه گردیده و به کمک آن نقشه های دما و بارش ایالات متحده با درجه ی تفکیک مکانی ۲/۵ کیلومتر تهیه شده است (دالی و همکاران[8]، ۲۰۰۰). همچنین در مطالعه دیگری به وسیله ی اترال[9] (۱۹۹۷)، به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، اثرات تغییر اقلیم بر بوم نظام ها مورد ارزیابی قرار گرفت. گش[10] (۱۹۹۷)، نقشه های خشکسالی ها را به کمک داده های ماهواره ای و سامانه ی اطلاعات جغرافیایی(*GIS*) تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. در پایش و پهنه بندی خشکسالی در استان خراسان با استفاده از شبیه های درون یابی *GIS*، نتایج نشان می دهد که می توان با استفاده از داده های شاخص معیار شده ی بارش(*SPI*) و به کمک شبیه های رقومی اقلیمی و با کاربرد روش های آماری، که از قالب و ساختار ساده تری برخوردارند، یک پیش آگاهی خشکسالی را ارائه نمود (بداق جمالی و همکاران، ۱۳۸۱). در تحقیقی که در مجارستان صورت گرفته است، از روش *AURELHY* با استفاده از شاخص معیار شده‌ی بارش، استفاده گردید. این روش براساس شبیه‌های فضایی و کریجینگ[11] می باشد. نتایج نشان می دهد که این شبیه‌ها نتایج رضایت بخشی را در مورد عوامل هواشناسی ارائه می دهند. شبیه‌ها توانسته اند اعتبارات مالی لازم را به کمک روش های درون یابی، تخمین بزنند (زالای و بیهاری[12]، ۲۰۰۴).

با توجه به نقش شاخص های خشکسالی در تعیین شدت خشکسالی، و نهایتاً تهیه‌ی نقشه های خطرپذیری این بلای طبیعی، بایستی از شاخصی جهت تعیین شدت های خشکسالی و کمیت بخشیدن به آنها استفاده گردد. مک کی و همکاران[13] (۱۹۹۳) شاخص معیار شده‌ی بارش

1- Daly et al.
2- Eatherall
3- Ghosh
4- Kriging
5- Szalai and Bihari
6- Mckee et al.

را در ایالت کلرادو مورد استفاده قرار داده، به کمک آن ویژگی‌های خشکسالی ها را در مقیاس های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه بررسی کرده، و از نتایج حاصله یک نظام طبقه بندی برای تعریف شدت خشکسالی ارائه نمودند. در بررسی خشکسالی سال ۱۹۹۶ آمریکا با کاربردی شاخص معیار شده‌ی بارش، نتایج حاکی از آن است که این شاخص، زمان آغاز خشکسالی را یک ماه زودتر از شاخص پالمر نشان می دهد(هیز و همکاران[۱۴]، ۱۹۹۹). در تحقیقی به وسیله‌ی سکریز و ونجلیس[۱۵](۲۰۰۴)، شدت و مدت خشکسالی به عنوان دو مؤلفه اصلی معرفی شده اند که اهمیت بسیار زیادی را در تصمیم گیری ها داشته، و در بین شاخص های ارزیابی این دو مولفه، شاخص معیار شده‌ی بارش، عمومیت بیشتری دارد. نتایج این تحقیق نشان می دهد که *SPI* می تواند به عنوان یک سامانه مراقبتی خشکسالی[۱۶]، مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه ی موردی در ایستگاه باجگاه (امین، ۱۳۷۹) و همچنین در پایش خشکسالی در مقیاس های مختلف زمانی در ایستگاه شیراز(شیروانی و همکاران، ۲۰۰۳)، از شاخص استاندارد شده ی بارش استفاده گردید. در تحقیقی (لشنی زند، ۱۳۸۲)، شاخص معیار شده ی بارش انتخاب گردید و با بکارگیری نرم افزارهای *GIS*، نقشه های پهنه بندی ماهانه ی خشکسالی برای یک دوره ی سی ساله تهیه شد. نتایج نشان دادند که شاخص معیار شده ی بارش در تحلیل منطقه ای خشکسالی و مطالعات تطبیقی و مقایسه ای میان مناطق مختلف متداول تر است، با استفاده از آن می توان وقایع خشکسالی شدید و حدی را برای هر محل و هر مقیاس زمانی طبقه بندی کرد. در پژوهشی که با استفاده از مقیاس زمانی ۲۴ ماهه ی شاخص معیار شده ی بارش در تحلیل فراوانی وقوع و شدت خشکسالی در تعدادی از ایستگاه های استان فارس صورت گرفت(شمس نیا و همکاران، ۱۳۸۵)، نتایج نشان دادند که شدیدترین خشکسالی در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ رخ داده است که تا حدودی متاثر از وقوع خشکسالی در سال قبل از آن نیز می باشد.

در محاسبه ی شاخص معیار شده ی بارش، مقیاس های مختلف زمانی۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه معرفی گردیده اند در مقیاس های زمانی کوتاه مدت، به علت تاثیر زیادی که اضافه شدن هر ماه جدید بر مجموع دوره ی بارندگی دارد، واکنش نسبت به کمبود آب سریعتر صورت می گیرد. لذا در این شبیه تغییرات بیشتری وجود داشته ،نسبت به مقیاس های زمانی طولانی مدت نوسانات بیشتری نشان داده، و با کوچکترین تغییر در بارندگی ماهانه، سریعاً پاسخ می دهد. در حالی که مقیاس های زمانی طولانی مدت *SPI*، خشکسالی را بهتر منعکس کرده و مقادیر شاخص در این مقیاس زمانی با سیل ها، سطح آب درآبگیر سدها و منابع آب زیرزمینی مرتبط می شوند (مک کی و همکاران، ۱۹۹۳). در محاسبه ی شاخص استاندارد شده ی بارش، مقیاس های زمانی متفاوتی مد نظر است ، که از میان آنها به مقیاس های ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه توجه ویژه ای شده است(مقدم و همکاران، ۱۳۸۰). براساس توصیه گاتمن[۱۷](۱۹۹۹)، به دلیل آن که داده ها از نظر زمانی دارای محدودیت هستند، شاخص معیارشده ی بارش در مقیاس های بزرگتر از ۲۴ ماه قابل اعتماد نمی باشند. بنا بر نتایج مطالعات شیروانی و همکاران(۲۰۰۳)، توصیه می شود که متخصصین کشاورزی از شاخص استاندارد شده ی بارش با مقیاس زمانی ۱۲ ماهه یا کمتر استفاده کنند.

با توجه به توضیحات فوق، هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات مکانی شدت های خشکسالی واقع شده در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در استان فارس در محیط سامانه ی اطلاعات جغرافیایی با بهره گیری از شاخص استاندارد شده ی بارش است.

روش کار

در این پژوهش از اطلاعات بارانسنجی مربوط به ۱۲۵ ایستگاه با تفکیک ۹۰ ایستگاه مربوط به شهرستان های استان فارس، و ۳۵ ایستگاهها مربوط به استان های مجاور(اصفهان، یزد، کرمان، هرمزگان، بوشهر و کهکیلویه 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 ۴۵۰ ایستگاه انتخاب

7- Hayes et al.
8- Tsakiris and Vangelis
1- Drought watch system
2- Guttman

گردیدند. همچنین،از یک دوره ی آماری مشترک ۳۰ ساله(۵۲-۱۳۵۱تا ۸۱-۱۳۸۰)، جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. به منظور بهره گیری از آمارهای اشاره شده، ابتدا داده های بارش ماهانه ی کلیه ایستگاه ها به لحاظ صحت و همگنی از طریق روش آماره ی دوها ، مورد بررسی قرار گرفت. با اطمینان از همگنی داده ها، داده های مفقود شده هر ایستگاه با استفاده از داده های نزدیکترین ایستگاه مبنا و بکارگیری روش*EM* الگوریتم[۱۸] به وسیله ی نرم افزار *SPSS* برآورد گردید. این روش در تخمین داده های مفقود شده از دقت بالاتری نسبت به روشهای دیگر برخوردار بوده ، می تواند بر پایه بیشترین برآورد مورد انتظار عمل کرده، و با پردازش به صورت تکرار های متوالی، بهترین تخمین را اعمال کند (فیگردو[۱۹]، ۲۰۰۴). در این پژوهش، مقادیر *SPI* با مقیاس های زمانی ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه جهت تعیین شدت خشکسالی ماهانه ی تمامی ایستگاه ها در سال زراعی ۸۰-۷۹ محاسبه گردیدند. با استفاده از یک جدول طبقه بندی ، مقادیر کمی شاخص معیار شده ی بارش، به مقادیر کیفی شدت خشکسالی تبدیل گردیدند. از طرفی، مشخصات ایستگاه ها که شامل نام ، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و مقادیر نقطه ای *SPI* ماهانه می باشند، به محیط سامانه ی اطلاعات جغرافیایی انتقال داده شدند. در این محیط اقدام به پهنه بندی و تهیه ی نقشه های شبیه سازی مکانی خشکسالی با استفاده از شبیه 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 این میان شبیه *IDW*[۲۰] و کریجینگ دارای دقت بیشتری نسبت به بقیه مدل ها می باشند (بداق جمالی و همکاران، ۱۳۸۱). از بین این دو شبیه نیز، شبیه کریجینگ برای تجزیه وتحلیل خشکسالی مناسبتر است(طباطبایی و یزدان پناه، ۲۰۰۵). شبیه کریجینگ نتایج رضایت بخشی را در مورد عوامل هواشناسی ارائه می دهد(زالای و بیهاری، ۲۰۰۴)،. لذا، پهنه بندی و تحلیل مکانی شدت خشکسالی با استفاده شبیه کریجینگ، انجام گردید. در این راستا، پس از ورود داده های *SPI* به صورت لایه ی نقطه ای و تهیه ی نقشه های شبکه بندی(*Grid*) با استفاده از نرم افزار*ArcGIS9*، نقشه های تغییرات مکانی شدت خشکسالی به منظور پهنه بندی و شبیه سازی شدیدترین خشکسالی اخیر(سال زراعی ۸۰- ۱۳۷۹) در هر سه مقیاس زمانی شاخص معیار شده ی بارش، تهیه و ارائه گردید.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به گزارش فائو(آمازیانه، ۱۳۸۴) و اداره ی کل امور عشایر فارس(۱۳۸۳)، خشکسالی در سال های زراعی ۷۹-۱۳۷۸ و۸۰-۱۳۷۹ با بیشترین شدت و گستره ی مکانی همراه بوده است. بنابراین، تهیه نقشه های خشکسالی در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در سه مقیاس زمانی مذکور، می تواند با در نظر گرفتن تاثیرات ماهها و سالهای قبل، در برگیرنده ی خشکسالی سالهای ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰نیز باشد. شکل های ۱ تا ۵ نقشه های تغییرات مکانی شدت خشکسالی در برخی نیز ماههای سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ را در مقیاس های مختلف زمانی برای استان فارس نشان می دهند.

بررسی نقشه پهنه بندی خشکسالی در مهر ۱۳۷۹(شکل۱)، در سه مقیاس زمانی نشان می دهد که با افزایش مقیاس زمانی، شدت خشکسالی نیز افزایش یافته، وسعت مناطق آسیب پذیر نسبت به خشکسالی نیز بیشتر می گردد. آسیب پذیرترین مناطق براثر خشکسالی کوتاه مدت، که بیشترین اثرات زیانبار آن متوجه بخش کشاورزی می شود، مناطق جنوب شرقی استان می باشند. با افزایش تاثیرات خشکسالی سال های قبل، مناطق شمالی، شمال شرقی، شمال غربی و جنوب غربی استان نیز با تأثیرات این پدیده روبرو می شوند. نقشه های پراکندگی مکانی در مقیاس زمانی طولانی مدت ۲۴ ماهه نیز بیشترین شدت خشکسالی را در شهرستان قیروکارزین نشان می دهند. رخدادن خشکسالی های طولانی مدت در این شهرستان، باعث زیاد شدن زیانها در سال های بعد نیزگردیده است. در این موردگزارشهای خشکسالی در بررسی اندازه ی خسارات وارده به شهرستان های مختلف استان نشان می دهند که بیشترین زیانهای ریالی در سالهای زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ متوجه شهرستان قیر و کارزین بوده است.

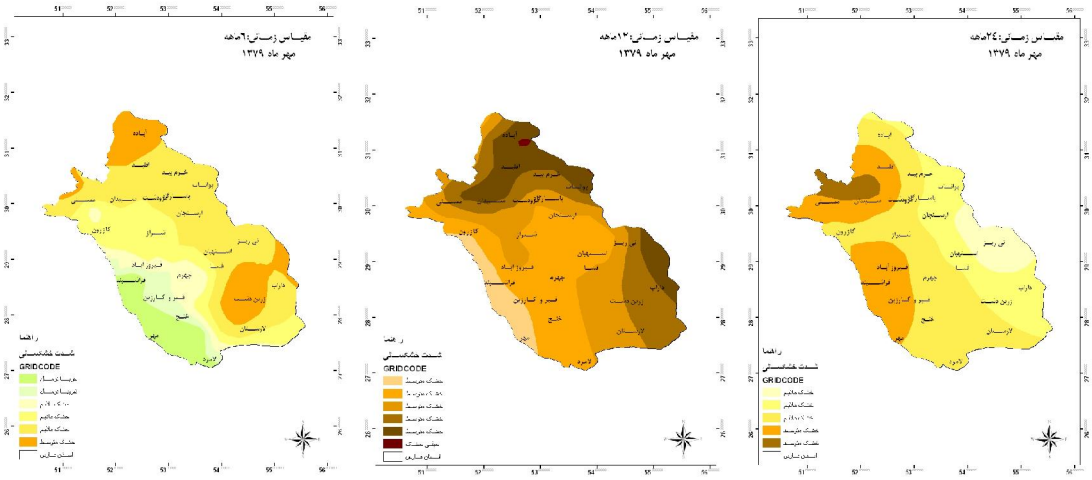
2- Expectation maximization algorithm
3- Figueiredo
4- Inverse Distance Weighted

نقشه های پهنه بندی خشکسالی در بهمن ۱۳۷۹(شکل۲) در سه مقیاس زمانی، حاکی از آن است که خشکسالی های شدیدی در قسمت های جنوب شرقی استان بویژه در شهرستان های داراب، زرین دشت، استهبان و فسا حادث گردیده است. همچنین، با افزایش مقیاس زمانی و طولانی شدن دوره ی خشکسالی نیز وسعت مناطق تحت تاثیر خشکسالی افزایش یافته است.

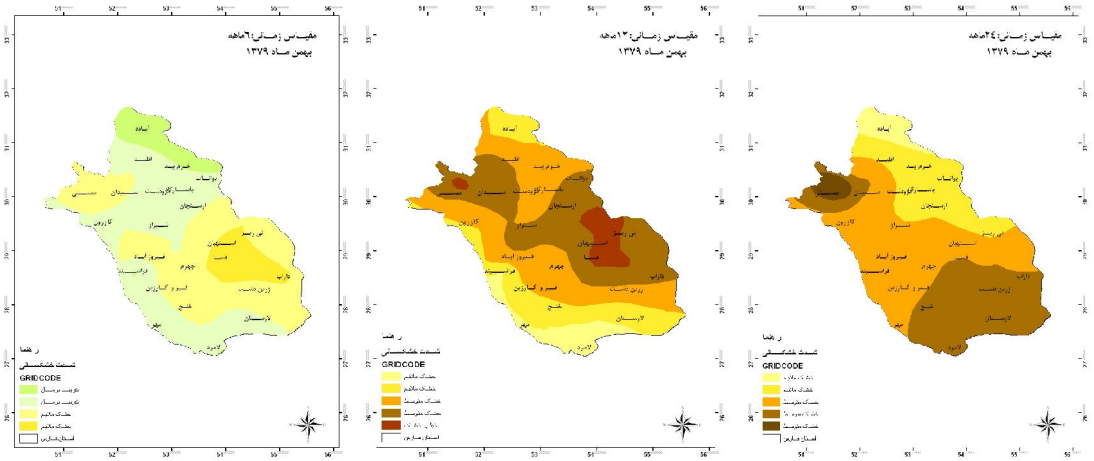
در فروردین ۱۳۸۰ تشدید خشکسالی با طولانی شدن دوره ی خشکسالی و افزایش مقیاس زمانی مشاهده می گردد(شکل۳)، به طوری که حداکثر شدت خشکسالی در مقیاس زمانی ۶ ماهه به خشکسالی متوسط(۱/۵- تا ۱-)، در ۱۲ ماهه، خیلی خشک(۲- تا ۱/۵-)، و در ۲۴ ماهه به خشکسالی حاد(۲- >) می رسد. این مهم نشان دهنده ی وجود خشکسالی در سال قبل(سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸)، و تأثیرات آن در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ می باشد. در این ماه نیز شهرستان های جنوب شرقی استان، بیشترین شدت خشکسالی را تجربه کرده اند.

روند تشدید شدت های خشکسالی و افزایش وسعت و گستره ی مناطق تحت تاثیر خشکسالی در خرداد ۱۳۸۰ نیز مشاهده می گردد(شکل۴). به طوری که در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه و ۲۴ ماهه که اثرات خشکسالی سال قبل(سال زراعی۷۹-۱۳۷۸) نیز وجود داشته است، اکثر شهرستان های استان فارس خشکسالی های متوسط و خیلی شدیدی را تجربه کرده اند. شهرستان بوانات، که درهمسایگی استان خشک یزد واقع است، در مقیاس های مختلف زمانی خشکسالی های متوسط تا حادی را تجربه کرده است. این امر آسیب پذیری منطقه ی مزبور را به انواع خشکسالی ها نشان می دهد. همچنین شهرستان های جنوب شرقی استان نیز با انواع خشکسالی در شدت های مختلف روبرو بوده اند. در شهریور ۱۳۸۰، علاوه بر ان که شدت خشکسالی افزایش یافته، و خشکسالی های متوسط در مقیاس زمانی کوتاه مدت به خشکسالی های حاد در مقیاس های زمانی بلند مدت رسیده است، وسعت مناطق وقوع خشکسالی شدیدتر نیز افزایش یافته است(شکل۵). به طوری که تقریبا تمامی شهرستان های استان، خشکسالی را با شدت های مختلف تجربه کرده اند. در این ماه، بیشترین شدت خشکسالی متوجه شهرستان های بوانات، ارسنجان و شهرستان های جنوب شرقی استان فارس بوده است.به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از آنندکه با افزایش مقیاس زمانی و طولانی شدن دوره ی خشکسالی، شدت خشکسالی نیز افزایش یافته، وسعت و گستره ی مناطق تحت تاثیر خشکسالی نیز بیشتر می گردد. همین امر نشان دهنده ی آن است که خشکسالی هایی با تداوم چند ساله، علاوه بر انکه بر روی کشاورزی به عنوان حساس ترین بهره برنده آب نسبت به کمبود آن تاثیر می گذارند، می توانند دیگر منابع را با کاهش سطح آبهای سطحی، زیرزمینی و مخازن تحت تاثیر قرار داده ،و تا سالهای بعد نیز در انواع مختلف، اثرات خود را به جای گذارند. با گذشت زمان خشکسالی های هواشناسی، به سمت خشکسالی های کشاورزی و در طولانی مدت به سمت خشکسالی های آبشناسی پیش می روند. خشکسالی و کمبود آب در بخش کشاورزی، نظام های تولید به ویژه نظام های دیم را که به اندازه بیارش وابستگی شدیدی دارند، تحت تاثیرات مخرب خود قرار می دهد ، در نتیجه، کشاورزی را از نقطه نظر بوم شناختی با معضل مواجه می سازند. خشکسالی های کوتاه مدت که بر 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. گرچه این خشکسالی ها معمولاً با افزایش میزان بارش کم شده یا از بین می روند، اما به دلیل حساس بودن بخش کشاورزی نسبت به کمبود آب، معمولاً اولین بخش آسیب پذیر در مقابل این بلای اقلیمی، بخش تولید محصولات کشاورزی بویژه نظام های مبتنی بر کشت دیم می باشد. لذا، توجه به استفاده از نقشه های ایجاد شده به وسیله‌ی شبیه‌های GIS در پیش آگاهی و تعیین مناطق آسیب پذیر نسبت به خشکسالی از اهمیت بسزایی برخوردارند. نقشه های تغییرات روند مکانی خشکسالی در قالب نقشه های شبیه سازی شده می توانند دور نمایی مطابق با واقعیت را از روند وقوع مکانی این بلای اقلیمی و کشاورزی در قسمتهای مختلف استان نشان داده، و در نتیجه، امکان اعمال مدیریت خطر کردن 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

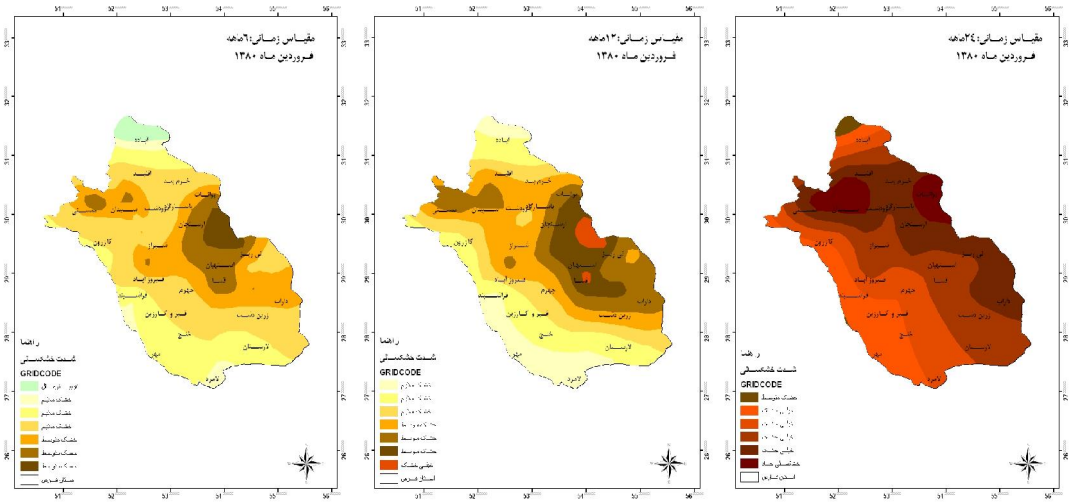
مدت قرار دارند. این امر به دلیل نوسانات شدید بارندگی در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه است. به طور کلی، هنگام وقوع خشکسالی تمام استان با شدت های مختلف تحت تاثیر قرار می گیرند. بنابراین، هر چند تاثیرات خشکسالی در قسمت های مختلف متفاوت بوده و استان را به چندین زیر منطقه تقسیم می نماید، ولی به هر حال شدت خشکسالی حتی در مدت کم هم می تواند وضعیت بحرانی را برای بسیاری از نقاط در بخش های مختلف تأمین کننده و مصرف کننده‌ی آب ایجاد کند. پنج استان همسایه‌ی 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 طوری که این مناطق بیشترین آسیب پذیری را در مقابل انواع خشکسالی ها دارند.



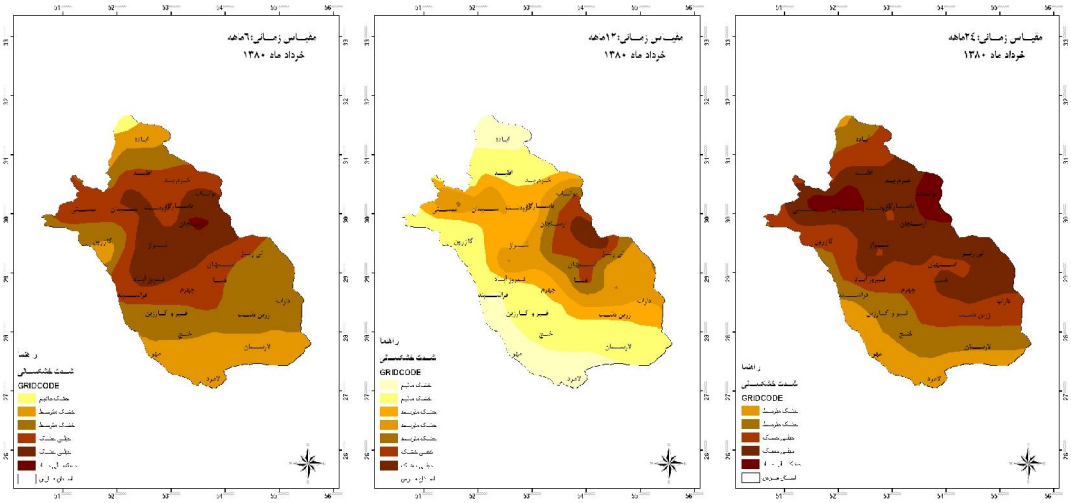
شکل ۱- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در مهر ۱۳۷۹، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



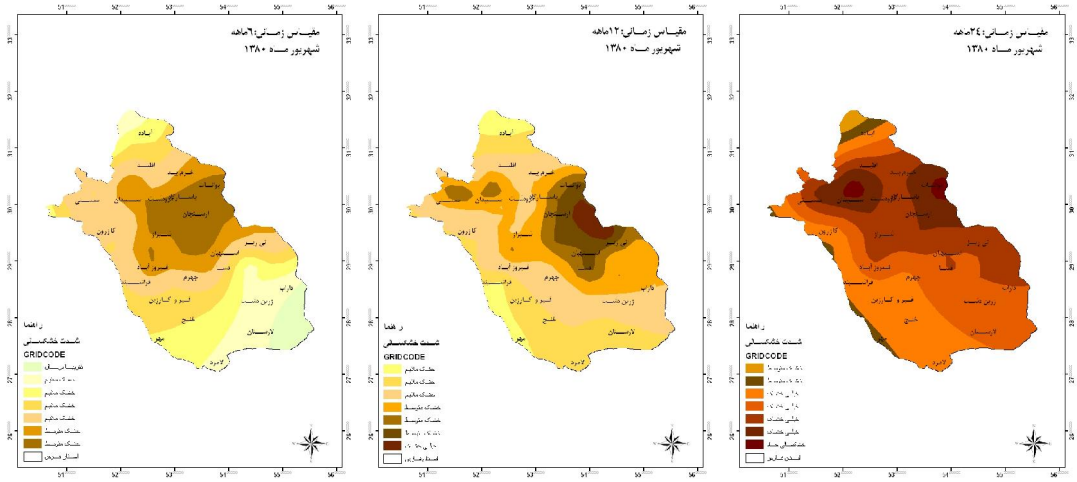
شکل ۲- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در بهمن ۱۳۷۹، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



شکل ۳- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI در فروردین ۱۳۸۰، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس.



شکل ۴- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص SPI درخرداد ۱۳۸۰، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس



شکل۵- تغییرات مکانی شدت خشکسالی با استفاده از شاخصSPI در شهریور ۱۳۸۰، در مقیاس های مختلف زمانی در استان فارس

منابع:

۱- اداره‌ی کل امور عشایر فارس. ۱۳۸۳. بررسی اثرات نامطلوب خشکسالی سالهای ۸۲-۱۳۷۹ بر جامعه‌ی عشایری و روستایی فارس. سازمان امور عشایر ایران، وزارت جهاد کشاورزی.

۲- آمازیانه. ۱۳۸۴. برنامه‌ی عملی مدیریت خشکسالی در بخش کشاورزی و تجارب بین المللی. کارگاه آموزشی منطقه ای مدیریت خشکی و خشکسالی. ایران. یزد.

۳- امین، س. ۱۳۷۹. بررسی نمایه های خشکسالی، مطالعه‌ی موردی، باجگاه، شیراز. مجموعه‌ی مقالات اولین کارگاه آموزشی تخصصی بررسی مسائل خشکسالی استان فارس. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. مهر ماه. صفحه ۱۳-۱.

۴- بداق جمالی، ج.، جوانمرد، س. و شیر محمدی، ر. ۱۳۸۱. پایش وپهنه بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۷. مقاله شماره ۵۵۰. صفحه ۲۱-۴.

۵- شمس نیا، س.ا.، پیرمرادیان، ن. قاسمی، م.م. شاهرخ نیا، م.ع. و امیری، س.ن. ۱۳۸۵. تحلیل فراوانی وقوع و شدت خشکسالی درتعدادی از ایستگاه های واقع در استان فارس با استفاده از شاخص استاندارد شده‌ی بارش(SPI). مجموعه مقالات نخستین همایش کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد. ۱۷ اسفند ماه.

۶- کریمی، و.، کامکار حقیقی، ع.ا. سپاسخواه، ع.ر. و خلیلی، د. ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان فارس، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پنجم. شماره چهارم. صفحه ۱۰-۱.

۷- لشنی زند، م. ۱۳۸۲. 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، ۲۹ مهر ماه الی اول آبان ماه. صفحه ۲۶۶-۲۵۷.

۸- مرادی، ا. ۱۳۸۰. 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. صفحه۱۱۶-۱۰۵.

۹- مقدم، ح.، بداق جمالی، ج. جوانمرد، س. مهدویان، ع. خزانه داری، ل. خسروی، م. و ابراهیم پور، م.۱۳۸۰. پایش خشکسالی براساس نمایه SPI، دهکها و نرمال در استان سیستان و بلوچستان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب. ایران. دانشگاه زابل. صفحه۸۰-۶۹.

10- Daly, C., Taylor, G.H., 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: 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: 429-438.

16- Knutson, C., Hayes, M., Phillips, T. 1998. How to reduce drought risk. Western Drought Coordination Council. Colorado, USA. Pp: 1-10.

17- Mckee, T.B., Doesken, N.J., kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, Pp: 170-184.

18- Petrasovits, I. 1995. Drought in the Carpathians Basin- *In*: Proceedings of the International ICID Workshop on Drought in the Carpathians Region (eds.: L. Vermes and A. Mihalyfy), 3-5 May, Budapest-Alsogod. Pp: 7-14.

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., Bihari, Z. 2004. The spatial interpolation of the drought events in Hungary. European Meteorological Society. 1: 00251.

21- Tabatabaei, S.H., Yazdanpanah, H. 2005. Assessment of Meteorological Drought Using SPI Model and GIS in Azarbaijan. Available on web site: www.gisdevelopment.net/application/natural Hazards/drought.

22- Tsakiris, G., and Vangelis, H. 2004. Toward a drought watch system based on spatial SPI. Journal of Water Resources Management 18: 1-12.

23- Wilhite, D.A., Glantz, M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International 10:111-120.