

استفاده از تحلیل سری های زمانی در مدلسازی خشکسالی (مطالعه موردی: شبیه سازی وقوع خشکسالی در استان فارس)

سید امیر شمس نیا¹، نادر پیرمادیان²، سید ناصر امیری³

1- کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد - عضو باشگاه پژوهشگران جوان، 2-
استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، 3- استادیار گروه ریاضی، دانشگاه پیام نور

چکیده:

خشکسالی یکی از مهمترین بلاهای طبیعی تاثیر گذار در بخش کشاورزی و منابع آب می باشد که فراوانی آن به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور زیاد می باشد. کمبود بارش اثرات متفاوتی را بر کشاورزی، منابع آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی، رطوبت خاک و جریان رودخانه ها به جای می گذارد. با توجه به قرار گرفتن استان فارس در ناحیه آب و هوایی خشک و نیمه خشک ایران و وقوع خشکسالی های مکرر به ویژه در سالهای اخیر، اهمیت توجه به شبیه سازی و پیش بینی خشکسالی بیش از پیش ضروری می گردد. شناخت و توصیف کمی فرآیند محیطی و سپس پیش بینی و تخمین رفتار آن در زمان یا مکان و موقعیت هایی که فاقد مشاهده و نمونه هستند، نیازمند در اختیار داشتن یک الگو و مدل از آن فرآیند است. یکی از روشهای دستیابی به هدف مدلسازی در وقوع خشکسالی، استفاده از الگوی سری های زمانی می باشد. در پژوهش حاضر از آمار بارینگی 90 ایستگاه بارانسنجی و سینوپتیک در استان فارس با در نظر گرفتن دوره آماری 30 ساله استفاده گردید. در راستای تعیین درجه شدتهای خشکسالی نیز از شاخص استاندارد شده بارش به دلیل مزایایی که در تحلیل مکانی و ایجاد ارتباط زمانی بین رخدادهای خشکسالی دارد، استفاده گردید. پس از پایش و ارزیابی شدتهای خشکسالی، اقدام به تعیین الگوی مکانی مناسب منطبق با وضعیت خشکسالی در استان فارس گردید. با استفاده از تحلیل سری های زمانی و براساس الگوی های مکانی تهیه شده در مناطق مختلف استان فارس، مدل مناسب هر منطقه تهیه گردید. در شبیه سازی وقوع خشکسالی با استفاده از الگوهای سری زمانی، براساس روش خود همبستگی و خود همبستگی جزئی، ارزیابی تمامی الگوهای احتمالی به لحاظ ایستا بودن، بررسی پارامترها و انواع مدل ها، مدل ARIMA انتخاب گردید و مناسبترین مدل جهت شبیه سازی خشکسالی در هر منطقه تعیین و ارائه گردید.

واژه های کلیدی: خشکسالی - شبیه سازی - تحلیل سری های زمانی - استان فارس.

مقدمه

خشکسالی از جمله بلاهای اقلیمی بی سروصدای طبیعت است که می تواند اثرات مخرب و زیانباری در زمینه های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به جای گذارد. آثار خشکسالی در صورت عدم اجرای راهکارهای مناسب، تا سالها پس از آن در منطقه وقوع باقی می ماند. تمامی نقطه نظرها بر این نکته توافق دارند که پدیده خشکسالی به دلیل حالت ناکافی رطوبت هوا اتفاق می افتد که از طریق کمبود بارینگی در طول چند دوره زمانی به وجود می آید. به طور کلی مشکلات خشکسالی در ارتباط با دوره زمانی است که در طی آن این کمبودها روی هم انباشته شده و ارتباط این کمبودها در بارینگی تا کمبودهای ایجاد شده در منابع آبی قابل مصرف، بروز می نماید



مک کی و همکاران¹، 1993). در آغاز خشکسالی، بخش کشاورزی بدلیل وابستگی بیش از حد به ذخایر آبی، معمولاً بیشترین خسارت را می بیند. در صورت ادامه خشکسالی و کمبود بارش، رطوبت موجود در خاک به سرعت تخلیه می شود و بخش کشاورزی به استفاده از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی متکی می شود و همین امر بحران آب را تشدید می نماید. زمانی که بارشها مجدداً شروع شده، وضعیت به حالت نرمال بر می گردد و شرایط خشکسالی هواشناسی پایان می پذیرد، تا زمان احیاء مجدد منابع آبهای سطحی و زیرسطحی، پیامدهای سوء این پدیده ادامه می یابد و اثرات آن روی ذخایر سطحی و زیرزمینی تا ماهها و حتی سالها طول می کشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که طول دوره تجدید ذخیره منابع، تابعی از شدت و تداوم خشکسالی و میزان بارش دریافتی است. در بررسی پدیده خشکسالی می توان گفت، در دهه های اخیر در میان حوادث طبیعی که جمعیت های انسانی را تحت تاثیر قرار داده اند، تعداد و فراوانی این پدیده بیش از سایر حوادث بوده است. بدین منظور در راستای سازگاری و مقابله با این بلای اقلیمی دو نوع مدیریت اعمال می شود که عبارتند از: 1- مدیریت بحران 2- مدیریت ریسک

مدیریت بحران رویکرد مقابله با خشکسالی است که از طریق آن، اقدامات و واکنش های بدون برنامه ریزی قبلی انجام می پذیرد و گاه به ابتکار عمل های بی اثر، هماهنگ نشده و نابهنگام از سوی افراد و دولت ها منجر می شود. مدیریت ریسک نقطه مقابل مدیریت بحران است که به عنوان روش احتیاطی، قبل از وقوع خشکسالی به کار گرفته می شود تا تاثیرات خشکسالی کاهش یافته و تصمیمات لازم جهت کاهش خسارات در طول دوره خشکسالی به صورت هماهنگ و موثر اتخاذ گردد.

ارزیابی های انجام شده در زمینه خشکسالی، نشان داده است که اعمال مدیریت بحران منجر به واکنش های عجولانه، ناکافی و بی نتیجه بودن هماهنگی ها و برنامه ریزی ها شده است و میزان آسیب پذیری در مقابل خشکسالی را افزایش و باعث صرف هزینه های کلان جهت جبران این خسارات می گردد (آشگر طوسی و علیزاده، 1382). لذا استفاده از روشهای مختلف شبیه سازی، مدلسازی و تهیه مقدمات احتمال وقوع خشکسالی، به ارائه طرح هایی جهت آماده سازی در مقابل خشکسالی و کاهش خسارات ناشی از آن منجر می گردد. بنابراین با توجه به اینکه یکی از مهمترین ویژگی های خشکسالی زمان آغاز، پایان و دوره تداوم آن می باشد، مطالعه در این زمینه می تواند منجر به پیش، شبیه سازی و پیش بینی وقوع خشکسالی گردد. در این راستا شناخت و توصیف کمی فرآیند محیطی و سپس پیش بینی و تخمین رفتار آن در زمان یا مکان و موقعیت هایی که فاقد مشاهده و نمونه هستند، نیازمند در اختیار داشتن یک الگو و مدل از آن فرآیند است. بدون در اختیار داشتن مدل، تنها مجموعه ای از داده ها در اختیار تحلیلگر می باشند و هیچ گونه استنباط و نتیجه گیری با مقادیر متغیر مورد مطالعه در محل هایی که نمونه برداری صورت نگرفته است، نمی توان انجام داد. به طور کلی مدلسازی را می توان علم و هنر ساده سازی واقعیت دانست. یک مدل، ارائه کننده ی چارچوب و رویکردی مناسب جهت کسب آگاهی، مدیریت و کنترل فرآیند مورد نظر است. دستیابی به اهداف فوق، مستلزم به کارگیری مجموعه ی وسیعی از روشهای آماری پردازش داده ها در جهت مدلسازی می باشد (محمدی، 1385). در راستای شبیه سازی و مدلسازی وقوع خشکسالی الگو های سری زمانی جهت شناسایی رفتار این پدیده می تواند مورد استفاده قرار گیرد. پیش از شبیه سازی خشکسالی

1- Mckee et al.



با استفاده از تحلیل سری های زمانی به منظور شناسایی رفتار پدیده در گذشته و به دست آوردن مبنایی مناسب جهت ساخت مدل بایستی این پدیده را پایش و ارزیابی نمود. 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. شاخص خشکسالی در اصل تابعی است از عوامل مختلف محیطی متأثر از خشکسالی که نهایتاً به صورت یک عدد نمایش داده می شود و می توان از آن برای ارزیابی خشکسالی و تصمیم گیری درباره آنها استفاده نمود که به مراتب مفید تر و ساده تر از ردیفهای متعددی از داده های متنوع مرتبط با خشکسالی می باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل از پایش خشکسالی با استفاده از شاخص ها، می توان تغییرات خشکسالی در طول دوره آماری مورد نظر را بررسی و وقوع آن را شبیه سازی و پیش بینی نمود. با توجه به نقش شاخص های خشکسالی در تعیین شدت خشکسالی، تحلیل زمانی و مدلسازی این بلای طبیعی، بایستی از شاخصی جهت تعیین شدت های خشکسالی و کمیت بخشیدن به آنها استفاده گردد که دقت بالایی در مدلسازی و پیش آگاهی خشکسالی داشته باشد. مک کی و همکاران¹ (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 شاخص پالمر نشان می دهد (هیز و همکاران²، 1999). در تحقیقی توسط سکریز و ونجلیس³ (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 خشکسالی⁴، مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیقی (قویدل رحیمی، 1383)، داده های مربوط به بارش سالانه در یک دوره آماری 43 ساله، برای ایستگاه هایی از آذربایجان شرقی جهت تحلیل و مدل سازی بارش و محاسبه سالهای مرطوب و خشک، مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش به منظور تعیین کمی و تفکیک سالهای مرطوب، نرمال و خشک، از شاخص های مختلف مبتنی بر بارش استفاده شده است. در بین مدل های بارش قابل اعتماد، بارش استاندارد شده و روش نیچه، که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته اند، مدل بارش استاندارد شده به علت داشتن قابلیت های بیشتر و محدودیت های کمتر بهتر از دیگر مدل ها تشخیص داده شده است.

پس از آنکه شاخص مورد نظر جهت پایش خشکسالی انتخاب گردید، به منظور تهیه مدل های شبیه سازی و پیش بینی خشکسالی بایستی از روشهای تحلیل سری زمانی کمک گرفت. تحلیل سری زمانی به طور نظری و عملی از سالهای 1970 به بعد برای پیش بینی و کنترل به سرعت توسعه پیدا کرده است. این تحلیل معمولاً به داده هایی مربوط می شود که مستقل نبوده و به طور متوالی به هم وابسته اند. همین وابستگی بین مشاهدات متوالی است که مورد توجه قرار می گیرد و بیشتر کاربرد آن در پیش بینی خواهد بود. یکی از مهمترین روشهای استنباط نتایج برای آینده براساس آنچه در گذشته اتفاق افتاده است، تحلیل سری های زمانی در پیش بینی است (نیرومند و بزرگ

1- Mckee et al.

2- Hayes et al.

3- Tsakiris and Vangelis

4- Drought watch system



نیا، 1385). در پژوهشی در رابطه با مدل سازی روند بارش و پیش بینی خشکسالی های حوضه آبریز دریاچه با استفاده از روش سریهای زمانی، بارش در زیرحوضه های منتخب حوضه آبریز دریاچه ارومیه مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحلیل آماری بارش ایستگاه ها، بیانگر وجود نوسانهای شدید بارش سالانه در طی دوره آماری 39 ساله می باشند که از ویژگیهای مهم اقلیمی حوضه و ایستگاه های آن محسوب می شود. به طور کلی از نظر شدت وقوع خشکسالی، ایستگاه های مورد مطالعه خشکسالی های ضعیف تا متوسطی را نشان می دهند و با بررسی روند بارش و محاسبات مربوط به پیش بینی بارش سالهای آتی که با استفاده از سری های زمانی انجام گرفته است، در اکثر ایستگاهها وقوع خشکسالی قابل پیش بینی است (قویدل رحیمی و جهانبخش اصل، 1382). در مطالعه دیگری (پروین، 1380) با استفاده از مدل آریما¹ (ARIMA) پیش بینی بارش چهار ایستگاه حوضه آبریز دریاچه ارومیه انجام گرفت و بارش حوضه مذکور با استفاده از شاخص Z-score طبقه بندی گردید. نتایج حاصل، نشان دهنده وضعیت تقریباً نرمال همراه با روند صعودی بارندگی در سالهای 2000 تا 2001 بود. در تحقیق دیگری در استان خراسان با استفاده از الگوهای مدل ساریما² (SARIMA) و نرم افزار MINITAB، در دوره آماری 1970 تا 2002 بارندگی های فصلی مدل سازی شد و در نهایت با استفاده از مدل های به دست آمده در هر ایستگاه مقادیر بارندگی فصول بهار، پاییز، زمستان برای سال 2004 پیش بینی و با مقایسه با میانگین دراز مدت هر فصل نقشه های آنومالی ترسیم گردید (آشگر طوسی و علیزاده، 1382). استفاده از فن آوری تحلیل سریهای زمانی در پیش بینی خشکسالی های هواشناسی مطالعه ای است که در آن با استفاده از روشهای توضیحی و مدل های آرما³ (ARMA)، پیش بینی ماهانه با شاخص شدت خشکسالی پالمر انجام گرفت. داده های ماهانه برای سالهای 1929 تا 1969 به صورت محاسبات کامپیوتری غیرخطی با حداقل سطح و در جهت ارزیابی و تخمین مقادیر پارامترها در مدل آرما استفاده گردید. نتایج نشان داد که مدل باکس و جنکینز⁴ نسبت به مدل های دیگر بهتر است. همچنین نتایج نشان دهنده رابطه بین مدل های آرما و تحلیل سریهای زمانی بود (دیویس و راپپوپورت⁵، 1974).

لذا هدف از پژوهش حاضر، پیش و ارزیابی خشکسالی در استان فارس با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI)، تعیین قانونمندی و شناسایی رفتار پدیده و ارائه مدل بهینه جهت شبیه سازی و پیش بینی وقوع خشکسالی با استفاده از الگوهای سری زمانی می باشد.

روش کار

سری های زمانی دارای انواع مختلف یک متغیره و چند متغیره، همبسته و نا همبسته، ایستا و نایستا هستند. مفهوم ایستایی این است که قوانین احتمالی حاکم بر فرآیند در طول زمان تغییر نکند و یا به عبارت دیگر، روند حاکم بر فرآیند در طول زمان ثابت باشد. از آنجا که ایستایی شرط اولیه در مدل سازی سری های زمانی است، لذا در ابتدا لازم است تا سری داده ها ایستا گردند. جهت ایستا کردن سری های زمانی از دو روش استفاده می گردد.

1- Auto Regressive Integrated Moving Average
2- Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average
3- Auto Regressive Moving Average
4- Box-Jenkins
5- Davis and Rappoport



الف) فرآیند تفاضلی کردن: گرچه بسیاری از سری های زمانی ناپایستا هستند، ولی به علت بعضی نیروهای تعادلی رفتار بخشهای مختلف این سری ها، بسیار شبیه هم می باشد و اختلاف آنها در سطوح میانگین محلی است. این نوع رفتار ناپایستایی را ناپایستایی همگن می نامند. بنا به طبیعت همگن بودن، رفتار این نوع سری های ناپایستای همگن، مستقل از سطح آنهاست. یک چنین سری هایی با تفاضلی کردن مناسب، به یک سری ایستا تبدیل می شوند.

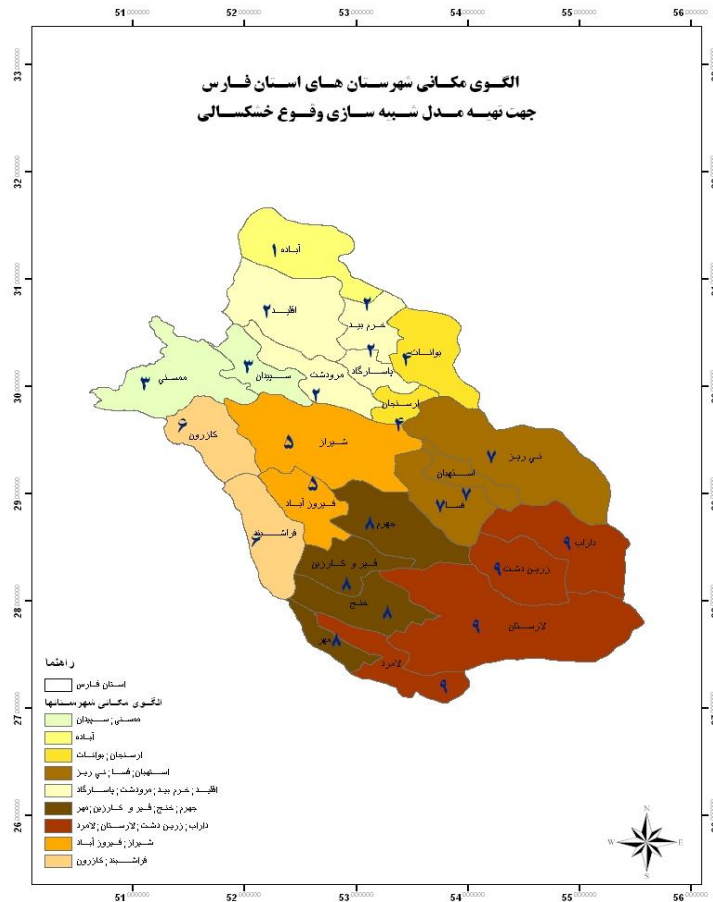
ب) تبدیل های پایداری واریانس: تمام مسائل ناپایستایی را با تفاضلی کردن نمی توان حل کرد. سری های زمانی زیادی هستند که ایستا در میانگین اما ناپایستا در واریانس هستند. برای حل این مشکل از یک تبدیل پایداری واریانس مناسب استفاده می شود، به عبارتی به جای استفاده از سری اصلی داده ها از سری تبدیل شده آن که ایستا می باشد، می توان استفاده نمود.

در پژوهش حاضر به دلیل آنکه داده های مورد استفاده جهت تحلیل سری های زمانی، شدت های خشکسالی شاخص استاندارد شده بارش (SPI) می باشد و از نظر میانگین و انحراف معیار استاندارد شده هستند، بیشتر داده ها ایستا می باشد و از دو روش ذکر شده جهت آزمون ایستایی و صحت ایستا بودن داده ها استفاده گردید. پس از اطمینان از ایستا بودن داده های خشکسالی اقدام به ساخت مدل مناسب گردید. در محاسبه مدل مناسب جهت شبیه سازی وقوع خشکسالی در استان فارس براساس نتایج حاصل از شبیه سازی و تحلیل پراکندگی مکانی خشکسالی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی در استان فارس (شمس نیا و همکاران، 1386) و وجود شباهت در روند وقوع خشکسالی در مناطق مختلف استان، اقدام به تهیه الگوی مکانی گردید (شکل 1). در این راستا بر پایه نتایج حاصل از نقشه های پهنه بندی، مناطقی که از نظر روند وقوع خشکسالی شبیه یکدیگر می باشند، به عنوان یک منطقه در مدل سازی لحاظ گردید و برای آنها یک مدل تهیه گردید. تحلیل سریهای زمانی با چند روش انجام می شود که یکی از این روشها روش آریمای مدل باکس - جنکینز است که به آن مدل (p,d,q) نیز گفته می شود. در هر مدل (p,d,q)، p مربوط به تعداد مقادیر اتورگرسیو¹، d مربوط به تعداد مقادیر تجمعی² و q مربوط به تعداد مقادیر میانگین متحرک³ در مدل آریمای می باشد این تحلیل در چند مرحله انجام می شود. در مرحله اول مقادیر اولیه ی p، d و q با روش خود همبستگی⁴ و خود همبستگی جزئی⁵ تعیین می گردد. سپس در مرحله دوم بررسی می گردد که آیا مقادیر p و q (بترتیب نمایش دهنده اتورگرسیو و میانگین متحرک) می توانند در مدل باقی بمانند یا باید از آن خارج شوند. در مرحله سوم بررسی می گردد که آیا مقادیر باقیمانده (خطای باقیمانده) تصادفی و دارای توزیع نرمال است یا خیر؟ در این صورت است که می توان گفت مدل دارای برازندگی خوبی بوده و مناسب است. در تحلیل حاضر ابتدا با روش آریمای کار آغاز گردید و مقادیر مختلفی از p، d و q در مراحل ذکر شده مورد آزمون قرار گرفت و براساس کمترین مقدار AIC⁶ و قرار گرفتن مقادیر شدت خشکسالی در محدوده ضریب اطمینان 95%، نوع مدل مناسب هر منطقه مشخص و سپس براساس الگوی مکانی تهیه شده در استان فارس، معادله مدل مناسب هر منطقه تهیه و ارائه گردید. معادله 1) شکل کلی مدل سری زمانی را نشان می دهد.

1-Autoregressive
2-Integrated
3-Moving average
4- Autocorrelation
5- Partial-Autocorrelation
6- Akaike Information Criterion



$$\hat{Y}_t = \mu + Y_{(t-1)} + \phi_1(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - \phi_2(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + \phi_3(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) + \theta_1 * e_{(t-1)} - \theta_2 * e_{(t-2)} \quad (1)$$



شکل 1- الگوی مکانی شهرستان های استان فارس جهت تهیه مدل شبیه سازی وقوع خشکسالی

نتایج

همانگونه که ذکر گردید براساس الگوی مکانی شهرستان های استان فارس اقدام به تهیه مدل گردید. شماره منطقه، نام شهرستانهای مربوط به هر منطقه در الگوی مکانی تهیه شده و نوع مدل ARIMA مناسب براساس تعداد مقادیر p , d و q جهت شبیه سازی وقوع خشکسالی در جدول (1) نشان داده شده است. در تهیه نوع مدل مناسب هر منطقه نتایج نشان می دهد که پس از انجام آزمونهای مختلف، در نهایت مدل به دست آمده به مقادیری از p و q ختم گردید. در تمام حالات مقدار d صفر شد و مدل نهایی به روش آرما در آمد، اما چون با روش آرما کار انجام شده است، بهتر است که روش آرما گفته شود.

جدول 1- مشخصات الگوی مکانی شهرستان های استان فارس و نوع مدل مناسب جهت شبیه سازی وقوع خشکسالی

شماره منطقه	نام شهرستان	نوع مدل
1	آباده	(2 0 1)ARIMA
2	اقلید، خرم بید، مرودشت و پاسارگاد	(3 0 2)ARIMA
3	ممسنی و سپیدان	(3 0 2)ARIMA
4	بوانات و ارسنجان	(3 0 2)ARIMA
5	شیراز و فیروزآباد	(3 0 2)ARIMA
6	کازرون و فراشبند	(3 0 2)ARIMA
7	استهبان، فسا و نیریز	(4 0 2)ARIMA
8	جهرم، قیروکارزین، خنج و مهر	(1 0 1)ARIMA
9	داراب، زرین دشت، لار و لامرد	(1 0 0)ARIMA

براساس تعداد مقادیر عددی اتورگرسیو و میانگین متحرک در هر منطقه و برطبق معادله کلی سری های زمانی، معادله مناسب شبیه سازی وقوع خشکسالی در هریک از مناطق 9 گانه تهیه و در جدول (2) نشان داده شده است. در هر یک از معادلات، Y متغیر زمانی است که براساس تعداد مقادیر اتورگرسیو تهیه شده است. مقادیر عددی مرتبط با متغیر Y نیز مقادیر اتورگرسیو بدست آمده براساس روشهای خود همبستگی و خود همبستگی جزئی می باشند که پس از انجام آزمونهای مختلف در مدل باقی مانده اند. در معادلات مربوط به مدلها، e خطای باقیمانده می باشد که در ارتباط با مقادیر میانگین متحرک است. در تمامی مدلها بدست آمده مقدار شاخص AIC در کمترین حد ممکن در نظر گرفته شده است تا در تهیه معادله مدل مناسب، پراکندگی نقاط اطراف خط برازش داده شده در بهترین شرایط باشد. با توجه به اینکه مدلها حاضر، شبیه سازی شده براساس وجود شباهتهای خشکسالی در مناطق مختلف و روند وقوع می باشند، لذا می توانند پس از ارزیابی و اعتبار سنجی در جهت پیش بینی وقوع خشکسالی در استان فارس مورد استفاده قرار گیرند.



جدول 2- مدل های مناسب جهت شبیه سازی وقوع خشکسالی در استان فارس به تفکیک منطقه براساس الگوی مکانی

منطقه	معادله مدل مناسب جهت شبیه سازی وقوع خشکسالی
1	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 1.52(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 0.6(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.7 * e_{(t-1)}$
2	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 1.89(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 1.35(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.33(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) + 1.22 * e_{(t-1)} - 0.68 * e_{(t-2)}$
3	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 1.8(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 1.27(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.32(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) + 1.16 * e_{(t-1)} - 0.71 * e_{(t-2)}$
4	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 1.65(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 1.29(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.42(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) + 1.05 * e_{(t-1)} - 0.83 * e_{(t-2)}$
5	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 0.54(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 0.85(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.74(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) - 0.19 * e_{(t-1)} - 1 * e_{(t-2)}$
6	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 2.07(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 1.64(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.47(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) + 1.34 * e_{(t-1)} - 0.77 * e_{(t-2)}$
7	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 1.52(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)}) - 1.36(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) + 0.73(Y_{(t-3)} - Y_{(t-4)}) - 0.14(Y_{(t-4)} - Y_{(t-5)}) + 0.81 * e_{(t-1)} - 0.77 * e_{(t-2)}$
8	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 0.62(Y_{(t-2)} - Y_{(t-3)}) - 0.73 * e_{(t-1)}$
9	$\hat{Y}_{(t)} = Y_{(t-1)} + 0.83(Y_{(t-1)} - Y_{(t-2)})$

منابع

- 1- آشگرطوسی، ش. و ا. علیزاده. 1382. پیش بینی بارندگی های فصلی در استان خراسان با استفاده از مدل SARIMA. فصلنامه کمیته ملی مدیریت خشکی و خشکسالی. شماره 9.
- 2- پروین، ن. 1380. بررسی خشکسالی حوضه آبریز دریاچه ارومیه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم و ادبیات انسانی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- 3- شمس نیا، س.ا.، ن. پیرمردیان، م.م. قاسمی، م.ع. شاهرخ نیا، و س.ن. امیری. 1386. تحلیل پراکندگی مکانی شدت خشکسالی سال زراعی 80-1379 در استان فارس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی گرگان. 25 الی 26 مهرماه.
- 4- قویدل رحیمی، ی. و س. جهانبخش اصل. 1382. مدل سازی روند بارش و پیش بینی خشکسالی های حوضه آبریز دریاچه ارومیه. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز. شماره 8.
- 5- قویدل رحیمی، ی. 1383. کاربرد نمایه های مبتنی بر بارش در مطالعه خشکسالی ها و ترسالی ها (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی). نشریه پژوهش و سازندگی. شماره 65. صفحه 47-56.
- 6- محمدی، ج. 1385. پدومتری - جلد دوم: آمار مکانی. انتشارات پلک. چاپ اول. 453 صفحه.
- 7- نیرومند، ح. و ا. بزرگ نیا. 1385. سریهای زمانی. انتشارات دانشگاه پیام نور. 276 صفحه.
- 8- Davis, J.M. and P.N. Rappoport. 1974. The use of time series analysis techniques in forecasting meteorological drought. Bulletin of the American Meteorological Society. Monthly Weather Review. 102(2):176-180.

- 9- Hayes, M., M.D. Svoboda, D.A. Wilhite, and O.V. Vanyarkho. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 80(3): 429-438.
- 10- McKee, T.B., N.J. Doesken, and Kleist. 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
- 11- Tsakiris, G. and H. Vangelis. 2004. Toward a drought watch system based on spatial SPI. *Journal of Water Resources Management*. 18(1): 1-12.

Using Time Series Analysis in Drought Modeling (A Case Study: Drought Simulation in Fars Province)

Seyed Amir Shamsnia¹, Nader Pirmoradian², Seyed Naser Amiri³

1- M.Sc. of Irrigation and Drainage, Islamic Azad University of Firouzabad- Member of Young Researchers Club, 2- Assistant Professor of Water Engineering Department, Islamic Azad University of Shiraz, 3- Assistant Professor of Mathematics Department, Payame Nour University

Abstract

Drought is one of the most important natural disasters which affect sectors with its very much frequency particularly in dry and semidry areas of Iran. Lack of raining will have various effects on agriculture, surface water and underground water resources, humidity of soil and rivers. Regarding the location of Fars province on dry and semidry climate area and the incidence of repeated drought, especially in recent years, paying attention to drought simulation and forecasting seem necessary. Quantitative and description of environmental process and the anticipation and estimation of its behavior at the time and situations without observation and sample requires having a pattern and model of that process. One of the methods to access the goal of modelalization in drought incidence is the use of time series model. In the present study, the raining statistic of 90 stations of pluviometry and synoptic in Fars province were used with regard to 30 years of statistic period. To determine the grade of drought severity, the standard precipitation index was also used due to its advantages in local analysis and establishing time relationship between drought incidences. Determination of desirable local model according to drought condition of Fars province was conducted after drought severity monitoring and evaluation. The suitable model for each area was provided using time series analysis and based on provided local pattern in different areas of Fars province. The ARIMA method was selected in drought incidence simulation using time series models based on the Autocorrelation and Partial-autocorrelation, all probable models due to stability and parameters and different method evaluation and the most suitable model was determined and presented for drought simulation in each area.

Key words: Drought, Simulation, Time series analysis, Fars Province.