



تعیین دوره بازگشت موسم‌های خشک ماهانه در منطقه مرودشت

حمیدرضا فولادمند^۱

چکیده

پیش‌بینی وقوع دوره‌های خشکی در برنامه‌ریزی آبیاری و مدیریت منابع آب مهم و ضروری می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از آمار بارندگی روزانه کلیه سال‌های دارای آمار مناطق اطراف مرودشت (شامل ایستگاه‌های زرکان، تخت‌جمشید، سد رودزن، رحمت‌آباد کربال و سعادت‌شهر) و با در نظر گرفتن کلیه وقایع بارندگی حداقل یک میلی‌متر و با استفاده از تقریب اول زنجیر مارکوف، دوره بازگشت موسم‌های خشکی یک تا ۲۰ روزه در ماه‌های مهر تا فروردین در هر ایستگاه محاسبه گردید. منظور از موسم خشک دنباله‌ای از روزهای خشک متوالی می‌باشد که قبل و بعد از آن روز بارانی است. سپس میانگین دوره بازگشت موسم‌های خشکی یک تا ۲۰ روزه در ماه‌های ذکر شده محاسبه گردید. نتایج نشان داد که در ماه‌های مهر، آبان و فروردین در صورت نیاز امکان استفاده از آبیاری تکمیلی برای کشت دیم ضروری‌تر می‌باشد، اما در ماه‌های آذر، دی، اسفند و به خصوص بهمن نیاز چندانی به آبیاری تکمیلی برای کشت دیم نمی‌باشد. سایر ماه‌های سال (اردیبهشت تا شهریور) نیز به دلیل کمی وقوع بارش در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته نشدند.

کلید واژه: دوره‌های خشکی، زنجیر مارکوف، مرودشت



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



مقدمه

شهرستان مرودشت در استان فارس از مهم‌ترین مناطق کشور از نظر زراعت آبی و دیم گیاهان زراعی به خصوص گندم می‌باشد. اما در این منطقه جدا از کمی بارش و توزیع زمانی و مکانی نامناسب آن، می‌توان به وقوع موسم‌های خشکی متفاوت اشاره نمود. موسم خشک دنباله‌ای از روزهای خشک متوالی می‌باشد که قبل و بعد از آن روز بارانی است که در زراعت و به خصوص زراعت دیم نقش مهمی دارد. از این رو نیاز به یک روش مدیریتی مناسب جهت مقابله با این پدیده لازم است.

فرآیندهایی که در نتیجه پیش‌آمدهای تصادفی مؤثر بر یک سیستم با زمان تغییر می‌کنند، فرآیندهای تصادفی نامیده می‌شوند. ویژگی مارکوف یکی از روش‌های توصیف فرآیندهای تصادفی است و ویژگی مارکوف به فرآیندی گفته می‌شود که هر فرآیند به فرآیندهای قبل از خود بستگی داشته باشد. هر فرآیند تصادفی که در ویژگی مارکوف صدق کند زنجیر مارکوف نامیده می‌شود. چنانچه هر فرآیند تنها به یک فرآیند قبل از خود وابسته باشد به آن تقریب اول زنجیر مارکوف گفته می‌شود و در صورتی که هر فرآیند به دو یا سه فرآیند قبل از خود وابسته باشد به آن تقریب دوم و سوم زنجیر مارکوف گفته می‌شود. در تحقیقات متعددی از تقریب اول زنجیر مارکوف در شبیه‌سازی بارندگی روزانه استفاده شده است. به عنوان نمونه فولادمند (۱۳۸۵) از تقریب اول زنجیر مارکوف برای شبیه‌سازی بارندگی روزانه در منطقه باجگاه در استان فارس، مقیمی و سپاسخواه (۱۳۸۷) برای شبیه‌سازی بارندگی روزانه در ایستگاه‌های فاقد آمار کافی در استان فارس و عساکره (۱۳۸۷) برای بررسی احتمال وقوع و یا عدم وقوع بارندگی در تبریز استفاده نمودند. همچنین در تحقیقاتی از زنجیر مارکوف برای تعیین دوره‌های خشکی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات شارما (۱۹۹۶)، ونگ (۲۰۰۲)، اوچالا و کرکیدیس (۲۰۰۳) و پائولو و همکاران (۲۰۰۵) اشاره نمود. آشگر طوسی و همکاران (۱۳۸۴) از زنجیر مارکوف برای پیش‌بینی احتمالات وقوع



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



خشک‌سالی در استان خراسان استفاده نمودند. رضینی و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیقی شدت، تداوم و فراوانی خشک‌سالی هواشناسی در سطح استان سیستان و بلوچستان را با کاربرد زنجیر مارکوف مورد بررسی قرار دادند و سپس رضینی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی دیگر با ترکیب نمایه خشک‌سالی SPI و زنجیر مارکوف، خشک‌سالی‌های هواشناسی را در سطح استان سیستان و بلوچستان مورد ارزیابی قرار دادند.

در این تحقیق با استفاده از آمار بارندگی روزانه کلیه سال‌های دارای آمار منطقه عمومی مرودشت و با در نظر گرفتن تقریب اول زنجیر مارکوف، فراوانی وقوع و دوره بازگشت موسمی خشکی یک تا ۲۰ روزه در ماه‌های مختلف سال در هر ایستگاه تعیین خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از تقریب اول زنجیر مارکوف استفاده شده است. همچنین از آنجا که بیشتر بارندگی‌های منطقه در ماه‌های مهر تا فروردین رخ می‌دهد، لذا در این تحقیق تنها این هفت ماه سال در نظر گرفته شده‌اند. برای این منظور از آمار بارندگی روزانه کلیه سال‌های دارای آمار منطقه مرودشت (ایستگاه‌های زرقان، تحت جمشید، سد درودزن، رحمت‌آباد کربال و سعادت‌شهر) استفاده گردید. برای استفاده از تقریب اول زنجیر مارکوف باید ماتریس انتقال دو در دو که نشان‌دهنده وضعیت وقوع و یا عدم وقوع بارندگی در دو روز متوالی است، تعیین گردد. برای تعیین این ماتریس از آمار طولانی‌مدت بارندگی روزانه استفاده کرده و برای هر ماه سال با توجه به داده‌های بارندگی روزانه همان ماه، ماتریس‌های انتقال جداگانه‌ای به دست خواهد آمد. با تعیین ماتریس‌های انتقال جداگانه برای هر ماه سال، دوره بازگشت موسمی خشکی مختلف در کلیه ماه‌های سال یکسان نشده و نتایج به دست آمده به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد. در این تحقیق با در نظر گرفتن حداقل بارندگی برابر با یک میلی‌متر و با استفاده از تقریب اول زنجیر مارکوف، ماتریس‌های انتقال برای ماه‌های مختلف سال در هر ایستگاه به



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



صورت جداگانه تعیین گردید. برای این منظور و بر اساس تقریب اول زنجیر مارکوف از روابط زیر استفاده شد (سانچز-کوهن و همکاران، ۱۹۹۷):

$$P_{i,j(n)} = P(X_n = i | X_{n-1} = j) \quad i, j = 0, 1 \quad n = 1, 2, 3, \dots, 31 \quad (1)$$

$$P_{..} + P_{.1} = 1 \quad (2)$$

$$P_{1.} + P_{11} = 1 \quad (3)$$

که در آن‌ها P : احتمال بارندگی، صفر و یک به ترتیب نشان‌دهنده روزهای غیربارانی و بارانی، X_n و X_{n-1} : به ترتیب نشان‌دهنده وضعیت بارندگی یا عدم بارندگی در دو روز متوالی و n : برابر تعداد روزهای سال می‌باشد. معادله (۱) دارای چهار حالت است که به آن ماتریس انتقال گفته می‌شود. اجزای این ماتریس عبارتند از: $P_{..}$: احتمال آن‌که یک روز غیربارانی باشد به شرط آن‌که روز قبل از آن هم غیربارانی باشد، $P_{.1}$: احتمال آن‌که یک روز غیربارانی باشد به شرط آن‌که روز قبل از آن بارانی باشد، $P_{1.}$: احتمال آن‌که یک روز بارانی باشد به شرط آن‌که روز قبل از آن غیربارانی باشد و P_{11} : احتمال آن‌که یک روز بارانی باشد به شرط آن‌که روز قبل از آن هم بارانی باشد (وولهایزر و رولدان، ۱۹۸۶). برای تعیین مقادیر عددی $P_{..}$ ، $P_{.1}$ ، $P_{1.}$ و P_{11} در هر ماه سال و هر ایستگاه، با توجه به تعریف‌های ذکر شده از یک برنامه رایانه‌ای نوشته شده به زبان فرترن پاور استیشن استفاده گردید.

پس از محاسبه ماتریس‌های انتقال، از رابطه زیر می‌توان دوره بازگشت موسمی خشکی متفاوت را به دست آورد

(ویکتور و ساستری، ۱۹۷۹):

$$T_m = \frac{P_{01} + P_{10}}{NP_{01}P_{10}(P_{00})^{m-1}} \quad (4)$$

که در آن T_m : دوره بازگشت موسم خشک m روزه در هر ماه سال بر حسب سال و N : تعداد روزهای ماه مورد نظر



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



می‌باشد. با استفاده از معادله (۴) می‌توان دوره بازگشت موسم‌های خشکی m روزه (به عنوان مثال ۲۰ روزه) را در هر ماه سال و در هر ایستگاه تعیین نمود. سپس با میانگین‌گیری از نتایج به دست آمده در کلیه ایستگاه‌ها، می‌توان نمای کلی از وضعیت موسم‌های خشکی متفاوت در منطقه مرودشت را تعیین نمود و از آن برای مدیریت و برنامه‌ریزی کشت منطقه و به خصوص برای کشت دیم استفاده نمود.

نتایج و بحث

دوره بازگشت موسم‌های خشک یک تا ۲۰ روزه در ایستگاه‌های زرقان، تخت‌جمشید، سد درودزن، رحمت‌آباد کربال و سعادت‌شهر و برای ماه‌های مهر، آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین محاسبه شده و به عنوان نمونه تنها دوره بازگشت موسم خشکی این ماه‌ها برای ایستگاه‌های ذکر شده در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در این جدول میانگین دوره بازگشت موسم خشکی ۲۰ روزه کلیه ایستگاه‌ها نیز ارائه شده است.

جدول ۱- دوره بازگشت موسم خشکی ۲۰ روزه ماه‌های مختلف در ایستگاه‌های مورد مطالعه.

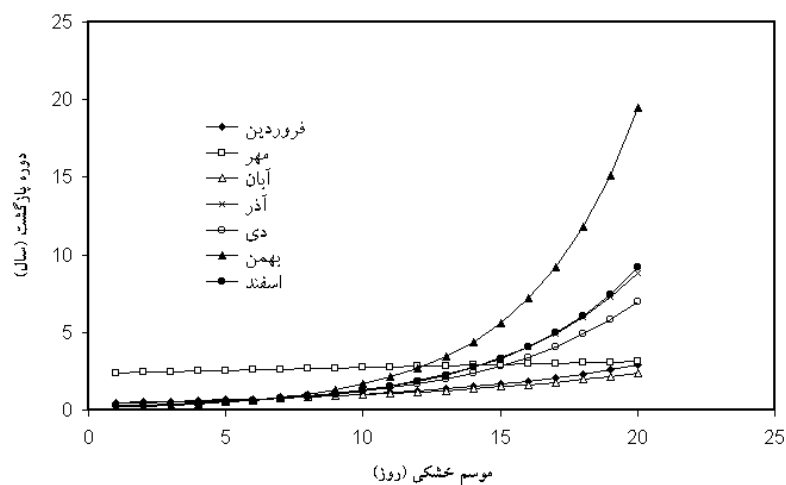
میانگین ایستگاه‌ها	سعادت‌شهر	رحمت‌آباد کربال	سد درودزن	تخت‌جمشید	زرقان	ماه سال
۳/۱	۳/۵	۳/۵	۲/۹	۲/۳	۳/۵	مهر
۲/۴	۲/۶	۲/۱	۲/۶	۲/۴	۲/۱	آبان
۸/۸	۹/۹	۶/۸	۹/۵	۱۰/۵	۷/۳	آذر
۷/۰	۴/۳	۱۰/۹	۴/۱	۳/۷	۱۲/۰	دی
۱۹/۵	۲۰/۸	۸/۲	۳۱/۸	۲۹/۲	۷/۳	بهمن
۹/۲	۳/۲	۱۷/۸	۳/۲	۳/۱	۱۸/۸	اسفند
۲/۹	۱/۸	۴/۹	۱/۸	۱/۸	۴/۱	فروردین



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ مشاهده می‌شود که بیشترین دوره بازگشت موسم خشکی ۲۰ روزه در ماه بهمن رخ می‌دهد. به عبارت دیگر احتمال وقوع دوره‌های خشکی یا روزهای متوالی بدون بارش در این ماه در منطقه مرودشت کمتر از سایر ماه‌های سال است. اما چنانچه مشاهده می‌شود در ماه‌های فروردین، مهر و آبان دوره بازگشت موسم خشکی ۲۰ روزه کم بوده و به عبارت دیگر احتمال وقوع دوره‌های خشکی یا روزهای متوالی بدون بارش در این ماه‌ها در منطقه مرودشت بسیار زیاد است و لذا نیاز به برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای تأمین منابع آب در این ماه‌ها بیشتر از ماه‌های آذر تا اسفند می‌باشد. بنابراین در ماه‌های مهر، آبان و فروردین در صورت نیاز امکان استفاده از آبیاری تکمیلی برای کشت دیم ضروری‌تر می‌باشد، اما در ماه‌های آذر، دی، اسفند و به خصوص بهمن نیاز چندانی به آبیاری تکمیلی برای کشت دیم نمی‌باشد. نتایج فوق برای موسم‌های خشکی یک تا ۲۰ روزه در شکل ۱ نیز ارائه شده است. به عنوان مثال در کل منطقه و در ماه آبان یک موسم خشک ۱۰ روزه دارای دوره بازگشت یک سال است، یعنی هر سال در ماه آبان در این منطقه یک دوره خشکی ۱۰ روزه اتفاق می‌افتد.



شکل ۱- میانگین دوره بازگشت موسم‌های خشک یک تا ۲۰ روزه در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه



منابع

- ۱- آشگرطوسی، ش.، ا. علیزاده و ر. شیرمحمدی. ۱۳۸۴. مدل سازی SARIMA بارندگی های فصلی (مطالعه موردی: الگوسازی و پیش بینی بارندگی در استان خراسان). تحقیقات منابع آب ایران. ۱(۳): ۴۱-۵۳.
- ۲- رضینی، ط.، ع. ر. شکوهی و ب. ثقفیان. ۱۳۸۲. پیش بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی با استفاده از روش های احتمالاتی و سری های زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان). بیابان. ۸(۲): ۲۹۲-۳۱۰.
- ۳- رضینی، ط.، پ. دانش کار آراسته، ر. اختری و ب. ثقفیان. ۱۳۸۶. بررسی خشکسالی های هواشناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکوف. تحقیقات منابع آب ایران. ۳(۱): ۲۵-۳۵.
- ۴- عساکره، ح. ۱۳۸۷. بررسی احتمال تواتر و تداوم روزهای بارانی در شهر تبریز با استفاده از مدل زنجیره مارکوف. تحقیقات منابع آب ایران. ۴(۲): ۴۶-۵۶.
- ۵- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۵. پیش بینی بارندگی روزانه و سالانه و تعداد روزهای بارانی در سال با استفاده از زنجیر مارکوف در یک منطقه نیمه خشک. علوم کشاورزی. ۱۲(۱): ۱۱۳-۱۲۵.
- ۶- مقیمی، م. م. و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۸۷. تولید داده های بارندگی در استان فارس در ایستگاه های فاقد امار کافی. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۲(۳): ۱۱-۱۹.
- ۷- Ochola, W. O., and P. Kerkides. ۲۰۰۳. A Markov chain simulation model for predicting critical wet and dry spells in Kenya: analysing rainfall events in the Kano plains. Irrigation and Drainage. ۵۲ (۴): ۳۲۷-۳۴۲.
- ۸- Paulo, A. A., E. Ferreira, C. Coelho, and L. S. Pereira. ۲۰۰۵. Drought class transition analysis through Markov and Loglinear models, an approach to early warning. Agricultural Water Management. ۷۷: ۵۹-۸۱.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



- Ö Sanchez-Cohen, I., V. L. Lopes, D. C. Slack, and M. M. Fogel. Water balance model for small-scale water harvesting systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 137(1): 1-7
- ۱۰- Sharma, T. C. ۱۹۹۶. Simulation of the Kenyan longest dry and wet spells and the largest rain-sums using a Markov model. *Journal of Hydrology*. ۱۷۸: ۵۵-۶۷.
- ۱۱- Victor, U. S., and P. S. Sastry. ۱۹۷۹. Dry spell probability by Markov chain model and its application to crop development stages. *Mausam*. ۳۰(۴): ۴۷۹-۴۸۴.
- ۱۲- Weng, Q. ۲۰۰۲. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling. *Journal of Environmental Management*. ۶۴: ۲۷۳-۲۸۴.
- Î Woolhiser, D., A., and J. Roldan. Water balance model for stochastic daily precipitation models: South Dakota, U. S. A. *Water Resources Research*. 13(1): 1-7