

## مدلسازی بارش روزانه و تحلیل دوره‌های خشک و تر متوالی با استفاده از زنجیره مارکف

نادیا شهرکی<sup>۱</sup>، بهرام بختیاری<sup>۲</sup>، محمدمهدی احمدی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲ و ۳- استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[drbakhtiari@uk.ac.ir](mailto:drbakhtiari@uk.ac.ir)

### خلاصه

در این پژوهش احتمالات تداوم پیشامدهای متوالی روزهای خشک و بارانی ایستگاه‌های سینوتیک تبریز و اردبیل با استفاده از تکنیک زنجیره مارکف مورد تحلیل قرار گرفت. به این منظور از آمار بارش روزانه‌ی ماه‌های اکبر تا می سال‌های ۱۹۷۸-۲۰۰۸ بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که احتمال دوره‌ی خشک متوالی برای ایستگاه تبریز و اردبیل به ترتیب از ۳۳/۲۹ تا ۱۰۰ و ۴۷ تا ۱۰۰ درصد نوسان داشته است. احتمال اقلیمی وقوع روزهای خشک در این ایستگاه‌ها از ۳۲/۲۵ تا ۹۳/۵۴ و ۴۵ تا ۹۰/۳ درصد و با متوسط احتمال ۷۲/۲۴ و ۷۱/۵۶ درصد در تغییر است.

واژگان کلیدی: زنجیره مارکف، بارش روزانه، مدلسازی

### ۱- مقدمه

تعیین پهنه سیل و حریم رودخانه در برنامه‌ریزی‌های توسعه بخش کشاورزی، صنعتی و شهری یک منطقه تأثیر بسزایی دارد. در اکثر رودخانه‌های مهم کشور یا این حریم مشخص نبوده و یا رعایت نمی‌شود و این خود خسارات قابل توجهی به تأسیسات مجاور رودخانه‌ها وارد می‌شود. بعلاوه مدیریت یکپارچه رودخانه نیز به دلیل عدم رعایت این حریم مختل می‌شود. تغییرات پهنه سیلاب با گذشت زمان، وضعیت جانمایی تأسیسات اطراف رودخانه و حریم رودخانه را که پهنه سیل ۲۵ ساله می‌باشد تحت تأثیر قرار می‌دهد. پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن، به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های پیش رو در مدیریت سیستم‌های مهندسی آب شناخته شده است. تغییر اقلیم بر آبدهی، شکل و وضعیت مقطع و در نتیجه پهنه سیلاب تأثیرگذار است. از جمله عوامل مهم در تغییر اقلیم، تغییرات بارش می‌باشد. بر اثر وقوع تغییرات رژیم بارش در طول زمان و شکل‌گیری سیلاب با حجم رسوب متغیر، شکل بستر، پهنه سیل و در نتیجه حریم رودخانه دچار تغییرات زیادی می‌شود. در ایران بارش یکی از متغیرهای اساسی مؤثر بر منابع آب بوده اما توزیع زمانی مکانی آن بسیار ناموزون است. مدیریت منابع آب ضمن این که تابعی از بارش دریاقتی است به تغییرپذیری آن نیز بستگی دارد. در زمینه استفاده از مدلسازی جهت تحلیل روزهای خشک متوالی مطالعات زیادی در جهان انجام گرفته است. بکله (۲۰۰۲) مدلسازی زنجیره‌ی مارکف و اثرات انسوروی فصول بارندگی اتیوپی را انجام داد. نتایج نشان داد که مدل‌های مارکف برای برازش مفید هستند (Bekele, 2002). چونال و همکاران (۲۰۰۳) از مدل زنجیره‌ی مارکف در کلهاپور هند استفاده کردند. آن‌ها احتمال وقوع هفته‌های تر و خشک را به منظور برنامه‌ریزی کشت دیم محصولات از قبیل گندم، سویا و سورگوم مورد بررسی قرار دادند (Chunale et al., 2003). آلاسور و هوسن (۲۰۰۴) در شبیه‌سازی تحلیل زمانی وقوع بارندگی بر اساس مدل زنجیره مارکوف به این نتیجه دست یافتند که بارش با مدل زنجیره مارکوف مرتبه دو خیلی دقیق تر برازش داده می‌شود (Allasseur and Hussan, 2004). لارنتسون و همکاران (۲۰۰۸) مدلسازی بارش را با استفاده از زنجیره‌ی مارکف چندگانه برای ۲۰ ایستگاه در سوئد انجام دادند. این محققان احتمال وقوع بارش با استفاده از زنجیره مارکف مرتبه اول برای طیف گسترده‌ای از آب و هوای مختلف و مقدار بارش با استفاده از روش گوسین بدست آمد. نتایج نشان داد که با توجه به انتخاب مدل، توافق بین توزیع‌ها مناسب است (Lennartsson et al., 2008). دستیدار و همکاران (۲۰۱۰) از مدل زنجیره مارکوف برای شبیه‌سازی باران‌های موسمی چهار ایستگاه هواشناسی در منطقه‌ی بنگال هند استفاده کردند. نتایج حاکی از آن بود که مدل زنجیره مارکف بهترین توصیف الگوی بارش را برای تمام ایستگاه‌ها به جز یک ایستگاه نشان می‌دهد (Dastidar et al., 2010). میرموسوی و زهره‌وندی (۱۳۹۰) برای مدل‌سازی احتمالات بارش هفته‌ای ایستگاه هواشناسی نهاوند جهت تحلیل روزهای خشک متوالی از زنجیره مارکوف استفاده نمودند. این محققان مطالعه‌ی خود برای مقابله با اثرات مخرب خشکسالی و نوسانات شدید بارش، تواتر و تداوم روزهای خشک بر مبنای داده‌های روزانه بارش در طول دوره آماری ۱۹۹۳-۲۰۰۹ و با استفاده از تکنیک زنجیره‌ی مارکف مورد تحلیل قرار دادند. وقوع بارش، مقدار بارش، دوره‌های تر و خشک و دوره‌ی بازگشت خشکی‌های متوالی در این تحقیق ارائه شد. مرادی و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های خشکسالی هواشناسی در استان فارس را بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد خشکسالی در جنوب