



## شبیه‌سازی استوکستیک بارش‌های حدی

مجتبی حیدری<sup>۱</sup>، محمد رضا خزائی<sup>۲</sup>

دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه - دانشکده فنی و مهندسی

mojiaran@gmail.com  
khazaei@iust.ac.ir

### خلاصه

بارش یک متغیر بسیار مهم در کاربردهای هیدرولوژیکی و طراحی مهندسی، محیط زیست، و برنامه ریزی کشاورزی است. داده‌های ثبت شده بارش، اغلب از طول آماری محدودی برخوردار است. استفاده از چنین طول آماری به عنوان ورودی مدل‌های شبیه‌سازی، برای بررسی رخدادهای مختلف یا کمی کردن عدم قطعیت در عملکرد سیستم‌های متأثر از بارش، کافی نیست. در این تحقیق سری بارش روزانه کرمانشاه به روش استوکستیک و توسط مدل NSRP شبیه‌سازی شده است و سری‌های طولانی مدت بارش روزانه کرمانشاه (۱۰۰ سری ۳۰ ساله) تولید شده است. نتایج اعتبارسنجی مدل در سطح اطمینان ۹۰ درصد نشان داد که مدل توزیع فراوانی بارش‌های حداکثر سالانه با تداوم‌های مختلف را به خوبی در بارش‌های تولید شده، بازتولید کرده است.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی استوکستیک بارش روزانه، مدل NSRP، بارش‌های حداکثر سالانه.

### ۱. مقدمه

بارش یک متغیر بسیار مهم در کاربردهای طراحی مهندسی، هیدرولوژیکی، محیط زیست، و برنامه ریزی کشاورزی است [۱-۲]. داده‌های ثبت شده بارش (بارش مشاهداتی)، اغلب از طول آماری محدودی برخوردار است. استفاده از چنین طول آماری به عنوان ورودی مدل‌های شبیه‌سازی، برای بررسی رخدادهای حدی یا کمی کردن عدم قطعیت در عملکرد سیستم‌های متأثر از بارش، کافی نیست.

شبیه‌سازی استوکستیک بارش توسط یک مدل مناسب، می‌تواند داده‌های طولانی مدت بارش روزانه، که ضمن شباهت آماری با داده‌های مبنای دامنه وسیعی از حالات ممکن را، فراهم می‌کند، در اختیار قرار دهد؛ و به این ترتیب از عدم قطعیت کوتاهی طول آمار مشاهداتی بکاهد [۱، ۳-۴]. اهمیت دیگر شبیه‌سازی استوکستیک بارش، در مطالعات تغییر اقلیم است. پارامترهای چنین مدلی می‌تواند متناسب با سناریوهای تغییر اقلیم مدل-های GCM<sup>۱</sup> آشفته شود<sup>۲</sup> و با کاهش مقیاس سناریوهای GCMS، سناریوهای طولانی مدت داده‌های روزانه اقلیم آبی را برای یک نقطه تولید کند [۳-۵].

مدل‌های استوکستیک زیادی برای شبیه‌سازی بارش توسعه یافته‌اند که می‌توان آنها در سه گروه ۱- مدل‌های هواشناسی دینامیکی، ۲- مدل‌های تجربی آماری<sup>۴</sup>، و ۳- مدل‌های استوکستیک میانی، دسته‌بندی کرد دسته بندی کرد [۶]. گروه اول صرفاً دارای مبنای فیزیکی بوده و اغلب برای پیش‌بینی<sup>۵</sup> به کار می‌رود. در مدل‌های گروه دوم، بدون توجه به فرایندهای فیزیکی اتمسفر، مدل‌های استوکستیک تجربی بر داده‌های موجود برازش داده می‌شود [۲]. این مدل‌ها اگرچه اغلب گشتاورهای مرتبه پایین بارش (میانگین و واریانس) و رفتار خشک- تر را در سطح روزانه بازتولید می‌کنند، اما قادر به بازتولید وقایع حدی نیستند [۷]. از جمله این مدل‌ها در مقیاس روزانه می‌توان به مدل‌های دو قسمتی، مدل‌های ماتریس احتمال انتقال، مدل‌های باز نمونه‌گیری<sup>۶</sup>، و مدل‌های سری زمانی ARMA اشاره کرد [۲].

<sup>۱</sup> فوق لیسانس مهندسی عمران، مری

<sup>۲</sup> دکتری مهندسی عمران

<sup>۱</sup> General Climate Model

<sup>۲</sup> Perturbing the model parameters

<sup>۳</sup> Empirical statistical models

<sup>۴</sup> Forecasting

<sup>۵</sup> Resampling models