

## پیش بینی بارش ماهانه به روش ژنتیک خطی (مطالعه موردی: حوزه شهرستان خوی)

سید یونس موسوی کوزه‌گران

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران (آب و سازه های هیدرولیکی)، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی علم و فن - ارومیه.  
e-mail: Seyedyonesmosavi@gmail.com

میرجعفر صادق صفری

استادیار مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه یاشار، ازمیر، ترکیه  
e-mail: m.jafar.safari@gmail.com

علی داننده مهر

استادیار مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه آنتالیا بلییم، آنتالیا، ترکیه  
e-mail: ali.danandeh@antalya.edu.tr

میرعلی محمدی

دانشیار مهندسی عمران (آب و سازه های هیدرولیکی)، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ارومیه.  
e-mail: m.mohammadi@urmia.ac.ir

## چکیده:

بارندگی در تامین منابع آب نقشی اساسی دارد و شبیه‌سازی این متغیر هیدرولوژیکی و برآورد میزان آن در هر مقیاس زمانی برای یک منطقه، به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای جوی، گامی بسیار مهم در راستای برنامه‌ریزی بهتر منابع آب و کشاورزی و... خواهد بود. در تحقیق حاضر به منظور پیش‌بینی بارش ماهانه شهرستان خوی، از داده‌های مجموع بارش ماهانه این شهر استفاده شده است. این داده‌ها از سایت هواشناسی ایران اخذ گردیده و مربوط به سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۶ می باشد. به منظور پیش‌بینی بارش از روش برنامه-ریزی ژنتیک خطی استفاده شده است. در این روش ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۲۰ درصد داده‌ها برای آزمون مورد استفاده قرار گرفته است. از پنج الگوی ورودی نیز استفاده شده است که این الگوها با تاخیر در سری زمانی به وجود آمده‌اند. به منظور مقایسه مدل از ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تعیین ( $R^2$ ) استفاده شده است. با توجه به نتایج حاصل از مدل‌سازی، روش برنامه‌ریزی ژنتیک خطی با حداکثر مقدار  $R^2 = 0/833$  و حداقل مقدار  $RMSE = 0/0549$  در مرحله آموزش و حداکثر مقدار  $R^2 = 0/872$  و حداقل مقدار  $RMSE = 0/0483$  در مرحله آزمون، روش مناسبی برای مدل‌سازی بارش می‌باشد.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی بارش، برنامه‌ریزی ژنتیک خطی، شهرستان خوی.

## ۱. مقدمه

بارش یکی از مهم ترین داده های ورودی به سیستم هیدرولوژیکی است و یکی از مهمترین پارامترهای اقلیمی در مدیریت منابع آبی محسوب می شود. پیش بینی این پدیده برای اهداف مختلفی مانند برآورد سیلاب، خشکسالی، رواناب، رسوب، مدیریت حوضه آبریز، کشاورزی، برنامه ریزی آبیاری، اهمیت زیادی دارد. بارش یک عنصر مهم از منابع آبی در تمام نقاط جهان از جمله مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. بارندگی یکی از پیچیده ترین و اتفاقی ترین پدیده های طبیعی می باشد. خاصیت غیرخطی و عدم قطعیت‌های ذاتی موجود در فرآیند بارش و پیش‌بینی و تخمین آن و از سوی دیگر به علت پیچیدگی بالای مدل‌های فیزیکی و نیز هزینه بالای این مدل‌ها، تماماً باعث تشویق و گرایش محققین این عرصه به استفاده از روش‌های هوش مصنوعی از جمله روش‌های الهام گرفته از طبیعت مانند برنامه‌ریزی ژنتیک (GP) و برنامه‌ریزی ژنتیک خطی (LGP) شده است. این روش‌ها تاکنون کاربرد بسیار قابل قبولی در اکثر رشته‌های مهندسی و به خصوص مهندسی آب داشته