

## نقش عملگرهای سیستم هوشمند برنامه ریزی ژنتیک در تخمین جریان رودخانه

محمد علی قربانی<sup>۱</sup>، صابره دربندی<sup>۲</sup>، ایمان فروزنده<sup>۳</sup>، راضیه فتوت<sup>۴</sup>

۱- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه تبریز

۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی آب دانشگاه تبریز

[sdarbandi.tabrizu@yahoo.com](mailto:sdarbandi.tabrizu@yahoo.com)

### خلاصه

نقش و اهمیت جریان رودخانه در مطالعات منابع آب موجب شده که این فرآیند از دیر باز مورد توجه متخصصین قرار گیرد. از این رو روش های متعددی همچون شبکه های عصبی مصنوعی، سیستم های فازی و نرو فازی، آنالیز موجک، الگوریتم ژنتیک، برنامه ریزی ژنتیک و معادلات دیفرانسیل تصادفی برای مدل سازی جریان رودخانه توسعه یافته است. برنامه ریزی ژنتیک علاوه بر توانایی استخراج رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی به طور خودکار و هوشمند، متغیرهایی که در مدل بیشترین تأثیر را دارند انتخاب می کند. در این تحقیق، برنامه ریزی ژنتیک (GP) برای مدل سازی جریان روزانه در رودخانه ليقوان استفاده شده است. از آنجایی که GP توان انتخاب بهترین متغیرها را دارد، ابتدا متغیرهای معنی دار با ۱۰ بار اجرای GP مشخص و سپس مدل سازی با متغیرهای معنی دار و دو مجموعه عملگر ریاضی انجام شد. در مقایسه نتایج دو مدل حاصل از دو مجموعه عملگر ریاضی در حالت بهینه، ضریب همبستگی و میانگین مربعات خطا برای آموزش در دو مدل یکسان و به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۰۶ و برای تست در مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی یک، به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۲ و در مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی دو، به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۰۸ به دست آمد. بنابراین مدل حاصل از مجموعه عملگر ریاضی دو، به عنوان مدل جریان رودخانه ليقوان پیشنهاد گردید.

**واژه های کلیدی:** برنامه ریزی ژنتیک، جریان رودخانه، رودخانه ليقوان، مدل سازی

### ۱- مقدمه

تعیین جریان ناشی از بارندگی نه تنها برای پیش بینی سیلاب، بلکه برای شناخت اثرات ناشی از تغییرات مورد نظر در حوضه آبریز یا بطور کلی در مدیریت منابع آب مهم می باشد. خاصیت غیرخطی، عدم قطعیت ذاتی جریان، نیاز به اطلاعات وسیع و پیچیده بودن مدل های فیزیکی از دلایلی بوده است که باعث شده محققان به سوی روش های الهام گرفته شده از طبیعت همچون برنامه ریزی ژنتیک (GP)<sup>۱</sup> رو آورند. روش های الهام گرفته شده از طبیعت از جمله برنامه ریزی ژنتیک، جزو مدل هایی هستند که در تحقیقات پیچیده و دقیق از آنها استفاده می شود. برنامه ریزی ژنتیک یک تکنیک برنامه ریزی خودکار می باشد که راه حل مسئله را با استفاده از برنامه نویسی کامپیوتری ارائه می کند. الگوریتم های تکاملی که بر اساس تئوری داروین پایه ریزی شده اند توانایی مدل سازی فرآیندهای کاملاً غیرخطی را دارند که برنامه ریزی ژنتیک نیز عضوی از خانواده الگوریتم های تکاملی می باشد. ویگهام و کراپر (۲۰۰۱) با استفاده از برنامه ریزی ژنتیک و مدل قطعی ایها کرس<sup>۲</sup> فرآیند جریان روزانه را در دو حوضه تیفی<sup>۳</sup> و نامی<sup>۴</sup> مدل سازی

<sup>1</sup> Genetic programming

<sup>2</sup> IHACRES

<sup>3</sup> Teifi

<sup>4</sup> Namoi