



کالیبراسیون خودکار مدل مفهومی HEC-HMS رویکرد شبیه‌سازی-بهینه‌سازی

بهاره کمالی، سید جمشید موسوی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشیار دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Kamalivicivil@aut.ac.ir

jmosavi@aut.ac.ir

خلاصه

مدل مفهومی HEC-HMS از رایجترین مدل‌های هیدرولوژیکی در مدل‌سازی بارش-رواناب است که دارای تعداد قابل توجهی پارامترهای حساس مرتبط با فرآیندهای نفوذ، روندیابی و تبدیل بارش به رواناب می‌باشد. بنابراین عملکرد مناسب مدل به نحوه کالیبراسیون پارامترهای آن به منظور تطابق هرچه بیشتر بین نتایج پیش‌بینی مدل با داده‌های مشاهداتی بستگی دارد. با توجه به دشواری کالیبراسیون بارش‌های مبتنی بر سعی و خطا، استفاده از روش‌های بهینه‌سازی به منظور کالیبراسیون خودکار مدل‌های هیدرولوژیکی مطرح است. از طرفی خصوصیات مختلفی نظیر حجم رواناب، دبی حداکثر و زمان مناظر با دبی حداکثر ممکن است مبنای سنجش کارایی مدل بهینه‌سازی در کالیبراسیون خودکار باشد. این امر سبب تبدیل مدل به یک مساله بهینه‌سازی چندهدفه می‌گردد. در این تحقیق با اتصال مدل HEC-HMS به الگوریتم فراکاوشی بهینه‌سازی PSO مقادیر پارامترهای مدل با هدف حداقل‌سازی خطای پیش‌بینی مدل با مدل‌های تک و چند هدفه برآورد شده است. مطالعه موردی بر روی حوضه تمر از زیرحوضه‌های سد گرگانود انجام گرفته است. نتایج حاصل بیانگر اهمیت انتخاب تابع هدف در مقادیر بهینه از پارامترهای مدل می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS، الگوریتم PSO، بهینه‌سازی چندهدفه

۱. مقدمه

بهره‌برداری و استفاده مطلوب از منابع آب و مدیریت بهینه آن مستلزم شناخت بهتر مدل هیدرولوژیکی است. بارش و به دنبال آن تشکیل رواناب سطحی از فازهای مهم چرخه هیدرولوژیکی محسوب می‌شود و اساس کار مدل هیدرولوژیکی، بررسی رابطه بین بارش و رواناب است. کالیبراسیون دستی مدل‌های هیدرولوژیکی از اوایل دهه ۱۹۶۰ مورد توجه قرار گرفته است، ولی به دلیل وقت‌گیر بودن و پیچیدگی آن، از اواخر دهه مذکور بحث کالیبراسیون خودکار مورد توجه قرار گرفت. کالیبراسیون خودکار نیازمند انتخاب یک تابع هدف مناسب، یک الگوریتم جستجو و یک معیار برای به اتمام رساندن الگوریتم است. در دهه‌های اول، نتایج استفاده از این روش چندان موفقیت‌آمیز نبوده است [۱]. از یک طرف در بسیاری از مواقع پارامترهای به دست‌آمده از نظر مفهومی چندان واقعی نبوده است، از طرف دیگر عملکرد مدل بر روی داده‌های مختلف متفاوت بوده و نتایج کالیبراسیون نیز متأثر از داده‌های انتخاب شده، حدس اولیه برای پارامترها، تابع هدف و فرایند جستجو بوده است [۲].

تجربه‌های عملی در زمینه کالیبراسیون مدل‌های تک هدفه نشان داده است که هیچ تابع هدف منحصر به فردی هر چند هم با دقت بالا به تنهایی نمی‌تواند مهم‌ترین خصوصیات حوضه را نشان دهد و مقدار داده‌های هر حوضه محدودیت‌های زیادی را در کالیبراسیون مدل ایجاد می‌کند [۳]. در طی فرایند کالیبراسیون، تابع هدف مساله باید از نظر دبی پیک، زمان رسیدن به دبی پیک، حجم دبی، نرخ رسیدن به دبی پیک، شکل کلی هیدروگراف با داده‌های مشاهداتی مطابقت داشته باشد. از این رو لازم است یک تبادل مناسب بین عملکرد تابع هدف‌های مختلف برقرار باشد. این فرایند با استفاده از مدل‌سازی چندهدفه امکان‌پذیر است و نتایج این گونه تحقیقات در کارهای Yap et al (۱۹۹۷) و Madsen (۲۰۰۰) می‌توان یافت [۴و۵].

در این تحقیق ابتدا مبحث کالیبراسیون تک هدفه با سناریوهای مختلف بر حوضه آبریز تمر از زیرحوضه‌های سد گلستان اعمال می‌شود. در مرحله بعدی ارزیابی نتایج کالیبراسیون با معیارهای عملکرد و صحت سنجی مدل بررسی می‌شود. در ادامه مدل مورد نظر به صورت یک مساله بهینه‌سازی مقید با در نظر گرفتن دو معیار مورد بررسی قرار گرفته است. معیار تابع RMSE به همراه قید اختلاف دبی پیک در نظر گرفته شده است و نتایج حاصل از هر دو رویکرد تک هدفه و چندهدفه مقید ارائه می‌شود.