

روش هیبریدی ماشین‌های بردار پشتیبان و جستجوگر هارمونی در پیش‌بینی عملکرد بهینه مخازن

حسام کیانی فلاورجانی^۱، کیوان اصغری^۲، منصور گنجی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

h_kyani@cv.iut.ac.ir

خلاصه

در اکثر کاربردهای روش‌های بهینه‌سازی در تعیین عملکرد مخازن، از داده‌های غیرواقعی جهت حل مسائل استفاده شده و یا قابلیت به‌هنگام بودن مورد توجه قرار نگرفته است. استفاده از روش‌های داده‌محور در شبیه‌سازی عملکرد مخازن می‌تواند در رفع نواقص اشاره شده در مدل‌های صرفاً بهینه‌ساز موثر واقع شود. روش ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)^۱ به عنوان یکی از جدیدترین روش‌های داده‌محور با وجود قابلیت‌های فراوان خود هنوز در بحث مدیریت مخازن به شکل جدی مورد استفاده قرار نگرفته است. در پژوهش حاضر یک مدل هیبریدی متشکل از الگوریتم بهینه‌ساز جستجوی هارمونی (HS)^۲ و روش شبیه‌ساز SVM جهت پیش‌بینی عملکرد سیستم چندمخزن سد زاینده‌رود در استان اصفهان توسعه داده شده است. مسئله بهینه‌سازی با داده‌های واقعی توسط الگوریتم HS در دوره آماری ۴۵ ساله صورت گرفته و سپس بر اساس مقادیر خروجی به دست آمده از مدل بهینه‌ساز، مدل شبیه‌ساز SVM عملکرد مخزن را در زمان‌های آتی پیش‌بینی می‌کند. داده‌های ورودی به مدل شبیه‌ساز شامل حجم ورودی به مخزن در ماه‌های قبل، نیاز و حجم اولیه مخزن در ماه هدف می‌باشد. خروجی مدل نیز شامل مقادیر بهینه رهاسازی در ماه هدف است. مقایسه شاخص‌های پرازندگی R^2 و RMSE در مراحل آموزش و آزمون حاکی از توانایی بالای مدل توسعه داده شده در این مطالعه جهت تعیین عملکرد به‌هنگام سیستم‌های چندمخزنه است.

کلمات کلیدی: عملکرد مخزن، روش‌های داده‌محور، ماشین‌های بردار پشتیبان، جستجوی هارمونی

۱. مقدمه

تعیین عملکرد مخازن یکی از مسایل و چالش‌های اصلی در زمینه مدیریت و بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های منابع آب است. جهت دستیابی به قواعد بهینه عملکردی مخازن، تاکنون تعداد زیادی از مدل‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی توسعه یافته‌اند که به لحاظ کاربرد و مکانیسم دارای تفاوت‌های معناداری هستند. در زمینه بهینه‌سازی، علیرغم استفاده متعدد و سابقه طولانی الگوریتم‌های ریاضی جهت تعیین سیاست‌های عملکردی مخازن، در دهه‌های گذشته الگوریتم‌های فراکاوشی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته‌اند. دلیل رویکرد مذکور، انعطاف‌پذیری و کارایی بالای الگوریتم‌های فراکاوشی در حل مسائل پیچیده و بزرگ مقیاس می‌باشد. تکنیک‌های فراکاوشی نخستین بار با معرفی روش الگوریتم ژنتیک (GA)^۳ توسط Holland در سال ۱۹۷۵ [1] و Goldberg در سال ۱۹۸۹ [2] مورد استفاده قرار گرفتند. در سال ۱۹۹۴ Fahmi و همکارانش از این الگوریتم در تعیین رفتار یک سیستم مخزنی استفاده نمودند و نتایج خود را با نتایج به دست آمده از برنامه نویسی پویا مقایسه کردند که این مقایسه نشان دهنده برتری این روش نسبت به برنامه نویسی پویا در تحلیل مسئله بود [3]. Loucks و همکاران در سال ۱۹۹۷ به بررسی کاربرد GA در تعیین سیاست‌های عملکردی مسائل چند مخزنه با چندین هدف پرداختند و کارآیی این روش را در این سیستم‌ها اثبات نمودند [4]. در سال ۲۰۰۰ Sharif و Wardlaw توانایی‌های الگوریتم ژنتیک را جهت بهینه‌سازی عملکرد یک سیستم مخزنی واقعی مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه آن‌ها جهت مقایسه از نتایج مدل برنامه‌ریزی دینامیکی دیفرانسیلی گسسته (DDDP)^۴ استفاده شده است. نتایج تحقیق، سهولت استفاده و توانایی الگوریتم ژنتیک را جهت بهینه‌سازی منحنی‌های کنترل در سیستم‌های چندمخزنه تأیید می‌کند [5]. اخیراً Geem (۲۰۰۱) الگوریتم فراکاوشی جدید جستجوی هارمونی (HS) را برای استفاده در حل مسائل مختلف بهینه‌سازی توسعه داده است [6]. همچنین Geem در سال ۲۰۰۷ الگوریتم HS را در بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های چندمخزنه بکار گرفت. نتایج مقایسه این روش و الگوریتم ژنتیک حاکی از برتری نسبی الگوریتم HS به لحاظ سرعت و دقت می‌باشد [7].

¹ Support Vector Machines

² Harmony Search

³ Genetic Algorithm

⁴ Discreet Differential Dynamic Programming