



ساخت مدل جایگزین بمنظور تقریب تابع هدف در مسائل بهینه سازی با استفاده از کمترین داده لازم جهت آموزش و کاربرد آن در حل مسئله تخصیص بهینه آب در سطح حوضه آبریز

مجتبی شوریان^۱، سید جمشید موسوی^۲

۱- دانشجوی دکترای مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی

امیرکبیر

shourian@aut.ac.ir

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

jmosavi@aut.ac.ir

خلاصه

الگوریتمهای بهینه‌سازی تکاملی، علی‌رغم دارا بودن قابلیت‌های گسترده در حل مسایل پیچیده، در بسیاری از مسایل واقعی با مشکل عمده هزینه محاسباتی بالا بدلیل استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی زمانبر در فرآیند ارزیابی مقدار تابع هدف مواجه هستند. به منظور حل این مشکل استفاده از مدل‌های جایگزین (meta-models) که با استفاده از آنها ارزیابی تابع تقریب زده شده در زمانی بسیار کوتاهتر نسبت به تابع اصلی صورت می‌پذیرد، می‌تواند بعنوان یک راهکار مؤثر در نظر گرفته شود. در این زمینه شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) بعنوان ابزار تقریب تابع قابلیت‌های زیادی از خود نشان داده‌اند. آموزش شبکه‌های عصبی نیاز به استفاده از یک مجموعه از داده‌های فراهم شده به منظور یادگیری دارد که فراهم کردن هر یک از آنها مستلزم استفاده از تابع اصلی زمانبر می‌باشد. این مسأله می‌تواند استفاده از این راهکار را، خصوصاً در مسایل دارای ابعاد زیاد که رسیدن به یک سطح قابل قبول برای خطای تقریب براحتی امکانپذیر نیست و منجر به افزایش بار محاسباتی می‌گردد، با مشکل مواجه سازد. در این مقاله، روشی ارائه شده است که در آن با استفاده از حل متوالی سه مسأله طراحی داده‌های آموزش، تقریب تابع اصلی و بهینه‌سازی تابع تقریب زده شده، ساخت مدل جایگزین با بکارگیری کمترین تعداد ارزیابی‌های تابع اصلی که مهمترین شاخص در افزایش هزینه محاسباتی است، صورت می‌گیرد. عملکرد تکنیک ارائه شده در حل یک مسأله بهینه‌سازی ریاضی مرجع و مسأله تخصیص بهینه منابع آب در سطح حوضه آبریز رودخانه سیروان بعنوان یک مسأله واقعی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی، مدل‌های جایگزین، شبکه‌های عصبی مصنوعی، طراحی داده‌های آموزش، حوضه آبریز رودخانه

۱. مقدمه

حل بسیاری از مسایل بهینه‌سازی مدیریت منابع آب در سطح حوضه آبریز، بدلیل مواجهه با تعداد زیادی از متغیرهای تصمیم پیوسته و ناپیوسته و روابط غیر خطی و غیر محدب، با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک که عموماً مبتنی بر گرادین تواع هستند، امکانپذیر نیست. در این راستا، استفاده از الگوریتمهای بهینه‌سازی تکاملی یا EA (Evolutionary Algorithms) بدلیل عدم نیاز به گرادین تابع و سر و کار داشتن با مقادیر تابع هدف با موفقیت زیادی همراه بوده است. از طرفی، برآورد مقدار تابع هدف در بسیاری از مسایل منابع آب مستلزم اجرای یک مدل شبیه‌سازی پیچیده به منظور پیاده‌سازی رفتار حوضه آبریز رودخانه می‌باشد. این مسأله در بسیاری از موارد می‌تواند به مشکل عمده‌ای که روش‌های EA با آن روبرو هستند تبدیل شود. زمان زیاد محاسباتی در این رویکرد بدلیل استفاده از مدل‌های زمانبر شبیه‌سازی عملکرد حوضه آبریز رودخانه و نیاز به ارزیابی مقدار تابع هدف در مقیاس چندین هزار بار، استفاده عملی از EA را در پروژه‌های مهندسی آب با مشکل مواجه ساخته است. به منظور حل این مشکل استفاده از مدل‌های تقریبی جایگزین (meta-models) که برآورد مقدار تقریبی تابع (function approximation) با استفاده از آنها در کسری از ثانیه صورت می‌پذیرد، می‌تواند بعنوان یک راهکار مؤثر در نظر گرفته شود که در این راستا، شبکه‌های عصبی مصنوعی یا ANN (Artificial Neural Networks) بدلیل دارا بودن قابلیت‌های متعدد با استقبال زیادی مواجه شده‌اند.