

بهینه‌سازی بهره‌برداری میان‌مدت از سیستم‌های چندمخزنه برق آبی در شرایط عدم قطعیت هیدرولوژیکی با در نظر گرفتن تابع غیر محدب تولید برق آبی: مطالعه موردی

وحید اسپان‌منش^۱، حامد پورسپاهی سامیان^۲، بنفشه زهرایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

۲- دانشجوی دکتری مهندسی آب، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

۳- دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران.

خلاصه

ماهیت غیرقطعی مسأله بهره‌برداری از سیستم مخازن، وجود توابع هدف غیرخطی و غیر محدب و تعداد زیاد متغیرهای تصمیم مسأله، از مهم‌ترین چالش‌های اصلی در مدل‌سازی سیستم‌های چندمخزنه برق آبی به شمار می‌رود. روش برنامه‌ریزی پویای دوگان غیرقطعی (SDDP)، به عنوان یکی از روش‌های کارا در حل مسأله بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق آبی بزرگ مقیاس، در شرایط عدم قطعیت هیدرولوژیکی مطرح است. یکی از شرایط استفاده از روش SDDP آن است که مسأله بهینه‌سازی تک مرحله‌ای حاصل از تجزیه مسأله اصلی محدب باشد؛ اما تابع تولید برق آبی، تابعی غیر محدب و غیرخطی است. از همین رو، در این مقاله به منظور لحاظ کردن تابع تولید غیر محدب و غیرخطی برق آبی در روش SDDP از تقریب پسته مانند تابع تولید برق آبی، استفاده شده است. طبق نتایج ارائه شده، میزان تولید برق آبی محاسبه شده توسط مدل SDDP به مقادیر تولید حقیقی بسیار نزدیک است. این موضوع نشان می‌دهد مدل پیشنهادی از دقت مناسبی در تخمین تولید برق آبی، با در نظر گرفتن بلندای هیدرولیکی مخازن برخوردار است. مقایسه‌ی نتایج حاصل از مدل پیشنهادی با مدل SDDP با فرض هد ثابت، در بهره‌برداری از سیستم پنج‌مخزنه برق آبی در حوضه رودخانه کارون نشان می‌دهد زمان اجرای مدل پیشنهادی افزایش و میزان تولید برق آبی کاهش یافته است که این مسأله با توجه به افزایش دقت در نظر گرفته شدن تابع تولید برق آبی، منطقی است.

کلمات کلیدی: انرژی برق آبی، بهینه‌سازی میان‌مدت، توابع غیر محدب، سیستم‌های چندمخزنه، کارون

۱. مقدمه

بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های چند مخزنه چندمنظوره برق آبی یکی از چالش‌های اصلی در مدیریت منابع آب است. ماهیت غیرقطعی مسأله بهره‌برداری از مخزن، کاربرد روش‌های بهینه‌سازی غیرقطعی در حل چنین مسأله‌ای را ایجاب می‌کند. در دهه‌های گذشته روش‌های متعددی جهت حل مسأله بهینه‌سازی غیرقطعی بهره‌برداری از مخزن پیشنهاد شده‌اند. با این وجود هنوز روش جامعی برای حل مسأله بهینه‌سازی غیرقطعی بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های چند مخزنه برق آبی ارائه نشده است [۱].

استفاده از روش‌های بهینه‌سازی کلاسیک در حل مسائل بزرگ مقیاس، در بسیاری از موارد باعث ایجاد مشکلات محاسباتی می‌شود. به همین دلیل روش‌هایی برای رفع این مشکلات محاسباتی، توسط محققین ارائه شده‌اند. به عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های حل مسائل بهره‌برداری از سیستم‌های مخازن بزرگ مقیاس، می‌توان به روش برنامه‌ریزی پویای دوگان غیرقطعی (SDDP)^۴ اشاره نمود [۱]. روش بهینه‌سازی SDDP تاکنون به صورت موفقیت‌آمیزی در زمینه بهینه‌سازی بهره‌برداری تلفیقی از نیروگاه‌های حرارتی و برق آبی مورد استفاده قرار گرفته است [۲]. یکی از شرایط استفاده از روش SDDP آن است که مسأله بهینه‌سازی مورد نظر محدب باشد؛ از سوی دیگر تابع تولید برق آبی، تابعی غیر محدب و غیرخطی است. این محدودیت سبب می‌شود، تابع غیرخطی و غیر محدب محاسبه‌ی میزان تولید توربین‌ها (که در آن تأثیر تغییرات متوسط بلندای آب بر روی توربین مخزن بر

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

^۲ دانشجوی دکتری مهندسی آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

^۳ دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

^۴ Stochastic Dual Dynamic Programming