طراحی بهینه سد های بتنی وزنی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه اجزا

حسن هاشمی [۱]، جواد مرادلو [۲]، سید میثم موسوی [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشگاه زنجان، عضو باشگاه پژوهشگران جوان

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه زنجان

۳- دانشجوی دکترای گروه مهندسی صنایع، پردیس دانشکده فنی، دانشگاه تهران

hashemi.h@znu.ac.ir; hashemi.h@hotmail.com

خلاصه

در طراحی سیستم‌های مهندسی، طرحی مطلوب‌تر است که علاوه بر تامین اهداف مورد نظر، هزینه کمتری نیز داشته باشد. از این رو کمینه کردن هزینه و بهینه سازی طرح‌های مهندسی از دیرباز در علوم مهندسی مورد توجه قرار گرفته است. از جمله این مسائل می‌توان به مسأله ساخت سدهای بتنی وزنی اشاره کرد که با توجه به ویژگی‌های خاص فنی، پیچیدگی طرح و بتن ریزی حجیم بدنه سد از اهمیت بسزایی برخوردار است. علاوه بر این، از آنجایی که پیچیدگی‌های طراحی این نوع سدها و تعداد زیاد پارامترهای موثر در طراحی بهینه آن‌ها، امکان قرار گرفتن در نقاط بهینه موضعی و در نتیجه انتخاب مقاطع بزرگ‌تر از حد مورد نیاز را در روش‌های مرسوم بهینه سازی بالا می‌برد؛ به کارگیری روش‌های نوین بهینه سازی که از طبیعت الهام می‌گیرند برای افزایش کارایی در امر طراحی بهینه سدهای بتنی وزنی بسیار ضروری است. در این مقاله به ارائه یک روش حل کارا مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی انبوه اجزا برای طراحی بهینه سدهای بتنی وزنی پرداخته می‌شود. در این روش با در نظر گرفتن تمامی نیروهای وارد بر بدنه سد، پارامترهای هندسی مقطع سد به گونه‌ای تعیین می‌گردد که علاوه بر تامین پایداری در برابر لغزش، واژگونی و کنترل تنش‌ها در سطوح بالادست و پایین دست بدنه سد، حجم بتن ریزی تا حد ممکن کاهش یافته و طرح از لحاظ اقتصادی بهینه شود. در بخش پایانی به منظور نشان دادن کارایی روش ارائه شده، مقطع بهینه دو نمونه سد بتنی وزنی محاسبه و جواب‌های بدست آمده برای آن‌ها با مقادیر واقعی و هم چنین مقادیر حاصل از الگوریتم ژنتیک مقایسه می‌گردد. نتایج بدست آمده از این مقایسات بیانگر کاهش معنی‌دار حجم بتن مصرفی در طرح‌های بهینه حاصل از روش پیشنهادی نسبت به طرح واقعی سدها و طرح‌های بدست آمده از الگوریتم ژنتیک است.

کلمات کلیدی: سدهای بتنی وزنی، بهینه سازی، طرح بهینه، الگوریتم انبوه اجزا، الگوریتم ژنتیک

۱. مقدمه

چالشی که از گذشته تا حال در مقابل هر مهندس طراح قرار داشته این است که یک سازه کارا و کم هزینه را بدون از دست رفتن صحت عملکرد آن طراحی نماید. روش‌های طراحی سنتی اصولاً به دید فنی و مهارت و تجربه طراح وابسته می باشد و این گاهی می تواند در مورد سازه های پیچیده به نتایج نادرستی منتهی شود. از سوی دیگر، کمبود مواد اولیه و نیاز به بازدهی بالاتر در دنیای پر رقابت امروز، مهندسین طراح را وامی‌دارد تا به طراحی اقتصادی تر علاقه بیشتری نشان دهند. هم چنین با پیشرفت های کنونی در زمینه نرم افزارهای رایانه‌ای، روند طراحی نمی تواند به همان صورت سنتی باقی بماند؛ هرچند که هر کدام از روش های طراحی سنتی و بهینه می توانند در سطوح مختلف تکامل سازه استفاده شوند. مزیت اصلی روند طراحی سنتی آن است که تجربه و ابتکار طراح می تواند تغییرات مفهومی در سازه ایجاد کند یا با اضافه کردن مشخصاتی به مراحل طراحی کمک کند. با این همه روند طراحی سنتی در طراحی با تمام جزئیات مشکل داشته و ممکن است نتایج نادرستی به بار آورد. این مشکلات شامل نحوه برخورد با قیود پیچیده و ورودی ها است. به علاوه روند طراحی سنتی می تواند به طراحی های غیر اقتصادی منجر شود و یا برای رسیدن به طرح بهینه به زمان زیادی نیاز داشته باشد.

تفاوت اصلی بین دو روند طراحی سنتی و طراحی بهینه این است که روشمند بودن روش طراحی سنتی کمتر است. در طراحی سنتی تابع هدف که معیار عملکرد سازه است مشخص نمی شود و نیز اطلاعات مسیر محاسبه که تصمیمات طراحی برای بهبود سازه را می سازد؛ وجود ندارد و بیشتر تصمیمات براساس قوه ابتکار و تجربه طراح گرفته می شود. اما روند بهینه سازی از انسجام بهتری برخوردار است. زیرا از اطلاعات مسیر محاسبه برای تصمیم گیری استفاده می شود با این وجود فرآیند بهینه سازی می تواند به مقدار قابل توجهی از تجربه و قوه ابتکار طراح بهره مند شود. شکل ۱ روند دوحالت طراحی سنتی و بهینه را نمایش می‌دهد.