



طراحی بهینه خرپاها با متغیرهای مختلط با استفاده از ترکیب الگوریتم جامعه پرندگان اصلاح شده و روش مجانب‌های متحرک

سعید شجاعی^۱، محمد ارجمند^۲، نوید ولی زاده^۳

۱- استادیار، بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
saeed.shojaee@mail.uk.ac.ir

خلاصه

بهینه‌سازی نقش مهمی در حل بسیاری از مسائل دنیای امروز دارد که از آن جمله، می‌توان به مباحث موجود در مهندسی سازه اشاره کرد. به همین جهت با رشد و توسعه علم کامپیوتر روش‌های بهینه‌سازی فراوانی ابداع گردیده است. روش‌های معمول برای بهینه‌سازی روش‌های مبتنی بر گرادین و روش‌های غیر گرادین می‌باشد. الگوریتم جامعه پرندگان یک روش غیر گرادین مبتنی بر هوش دسته جمعی است. این روش با تولید جواب‌های اولیه تصادفی و بهبود آن‌ها در طول فرایند بهینه‌سازی به جستجوی جواب بهینه کلی می‌پردازد. روش مجانب‌های متحرک یک روش مبتنی بر گرادین می‌باشد که با شروع از یک نقطه به پیدا کردن جواب بهینه با استفاده از اطلاعات گرادین می‌پردازد. در این مقاله جهت بهینه‌سازی وزن خرپا، متغیرهای مختلط یعنی سطح مقطع اعضا به عنوان متغیر گسسته و موقعیت مکانی گره‌های خرپا به عنوان متغیر پیوسته طراحی، انتخاب شده است به طوری که قیود مورد نظرم، محدودیت تنش‌ها، محدودیت تغییر مکان‌ها اقلان شده‌اند. بهینه‌سازی سطح مقطع اعضا توسط الگوریتم جامعه پرندگان اصلاح شده و بهینه‌سازی موقعیت گره‌ها توسط روش مجانب‌های متحرک صورت گرفته است. برای بهینه‌سازی همزمان اندازه و شکل خرپا، این دو روش به صورت ترکیبی بکار گرفته شده‌اند که نتایج بدست آمده در این تحقیق در مقایسه با سایر منابع از کیفیت مناسب‌تری برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی، خرپا، جامعه پرندگان، روش مجانب‌های متحرک

۱. مقدمه

در سی سال اخیر، بهینه‌سازی سازه‌ها مورد توجه بسیاری از طراحان قرار گرفته است، زیرا مقدار مصالح مصرفی یکی از پارامترهای مهم در طراحی سازه‌ها می‌باشد. طراحان سعی می‌کنند که وزن یا حجم سازه را از طریق بهینه‌سازی کاهش دهند.

بسیاری از مسائل مهندسی دارای متغیرهای گسسته و پیوسته بصورت همزمان می‌باشند. از این قبیل موارد می‌توان به متغیرهای گسسته برای سطح مقاطع و متغیرهای پیوسته برای متغیرهای هندسی اشاره کرد.

مسائلی که دارای اینگونه متغیرها می‌باشند اصطلاحاً تحت عنوان مسئله غیر خطی بهینه‌یابی با متغیرهای مرکب^۱ خوانده می‌شوند. برای حل اینگونه مسائل روشهای مختلفی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به روش شاخه و کرانه^۲ سنگرن^۱، هاجلا و شی^۲ [۲] اشاره کرد که در روشهای پیشنهادی ابتدا فضا بدون در نظر گرفتن متغیرهای گسسته بررسی شده و سپس متغیرهای گسسته تأثیر داده می‌شوند. در بررسی دیگری چا و مین^۳ [۳] الگوریتم ترکیبی از روش SQP^۴ پیشنهاد کردند که در آن روش الگوریتم با برنامه ریزی درجه دوم متوالی و تشکیل ماتریس هسیان در هر توالی به حل مسئله می‌پردازد. عیب عمده این روشها، ناتوانی آنها در حل توابع هدف غیر محدب می‌باشد.

لوه^۴ [۴] و پاپالامبروس^۵ [۵]، روشی بر مبنای الگوریتم SLP^۶ برای حل مسائل مرکب پیشنهاد دادند، که این الگوریتم نیاز به آنالیز کمتر تابع هدف نسبت به روشهای موجود داشت و نتایج خوبی را نتیجه می‌داد، اما در حل مسائل با تابع هدف غیر محدب ناتوان بود. فو و همکارانش [۶] با بکارگیری روش جریمه داخلی^۵ مسئله مقید را به صورت مسئله‌ای نامقید شبیه سازی و سپس با استفاده از روشهای عددی مورد تحلیل قرار دادند.

بهینه‌سازی همزمان هندسه و سطح مقطع اعضا خرپا، با توپولوژی معین با استفاده از الگوریتم ژنتیک توسط وو و چو^۷ [۷]، حسنجی و اراتوم^۸ [۸] و کاوه و کلنجاری^۹ [۹] انجام شده است، در این مقاله از ترکیب دو الگوریتم مجانب‌های متحرک و جامعه پرندگان گسسته استفاده شده است.

1-Mixed variables

3-Sequential quadratic programming

5-Interior penalty

2-Branch and Bound method

4- Sequential linear programming