ارائه الگوریتمی مبتنی بر الگوریتم اجتماع ذرات گرانشی (GPS) و روش بهینه‌سازی تکاملی (ESO) جهت بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های فضاکار تخت دولایه

میلاد دهقانی[1]، مصطفی مشایخی[2]
1- دانشجوی کارشناسی‌ارشد عمران سازه دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان
2- استادیار دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

eng.miladdehghani@gmail.com
M.Mashayekhi@vru.ac.ir

خلاصه

در این مقاله، الگوریتم(ESO-MGPS)، مبتنی بر الگوریتم اجتماع ذرات گرانشی اصلاح شده (MGPS) و روش بهینه‌سازی تکاملی (ESO) جهت بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های فضاکار تخت دولایه پیشنهاد شده‌است. در الگوریتم MGPS، بخش مربوط به الگوریتم جستجوی گرانشی به منظور بهبود عملکرد الگوریتم اصلاح گردیده است. همچنین برای انطباق الگوریتم با بحث توپولوژی توسط الگوریتم بهینه‌سازی تکاملی ESO، سه گام اساسی به الگوریتم اضافه شد که بهترین تیپ‌بندی، انتخاب سطح مقطع بهینه برای اعضا در یک فضای کاهش‌یافته و درجه اهمیت گره‌ها برای اصلاح سازه‌های ناپایدار، را به‌دست بیاورد. عملکرد روش پیشنهادی (ESO-MGPS) بر روی یک سازه‌ی فضاکار تخت دولایه با اهداف معین از قبیل رسیدن به وزن بهینه، شکل هندسی بهینه و اجرایی بودن مدل پیشنهادی، تحت قیودی مانند: جابه‌جایی حداکثر گره‌ها، تنش حداکثر داخلی اعضا، لاغری اعضا و پایداری سازه، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شبیه‌سازی به‌دست آمده نشان می‌دهد، الگوریتم ESO-MGPS در مقایسه با MGPS و تحقیقات پیشین از مقادیر وزن کمینه‌ی بهتری برخوردار است.

کلمات کلیدی: الگوریتم اجتماع ذرات گرانشی، الگوریتم بهینه‌سازی تکاملی، بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های فضاکار

1. مقدمه

بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های بزرگ مقیاس از چالش برانگیزترین مسائل بهینه‌سازی به شمار می‌رود. در سالهای اخیر تلاش‌های قابل توجهی در ارتباط با توسعه‌ی روش‌های بهینه‌سازی توپولوژی صورت‌گرفته و استراتژی‌های متفاوتی که در بعضی از موارد وابسته به نوع مساله هستند، اتخاذ گردیده‌است. در زمینه‌ی توپولوژی بهینه‌سازی در اولین قدم، دانشمند انگلیسی آنتونی جرج مالدن در سال 1904 یک تئوری طراحی جهت تعیین توپولوژی بهینه سازه‌های میله‌ای با حداقل جرم را توسعه داد [1]. پیریچر و رزوانی نیز در طی سال‌های 1974 و 1976 توپولوژی بهینه‌ی مسائل مختلف را با استفاده از روش‌های تحلیلی و بر اساس معیار بهینگی به‌دست آوردند[2و3].

بسته به نوع سازه، دو نوع بهینه‌سازی توپولوژی، گسسته و پیوسته وجود دارد. برای سازه‌های گسسته ذاتی، بهینه‌سازی توپولوژی شامل تعیین تعداد، موقعیت و اتصال متقابل بهینه اعضا سازه می‌باشد(رزوانی و همکاران [4و5] و بند سو در مرجع[6]). در بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های پیوسته، شکل مرزهای داخلی(شامل تعداد و اندازه حفرات داخلی) و خارجی به طور همزمان نسبت به تابع هدف معینی بهینه می‌گردد. در این نوع بهینه‌سازی، با فرض مشخص بودن بارگذاری، مقدار معینی از ماده‌ی سازه‌ای در محیطی دو یا سه بعدی با شرایط تکیه‌گاهی مشخص پراکنده می‌شود. در زمینه‌ی بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های پیوسته روش‌های متفاوتی ارائه گردیده، که از جمله‌ی آنها می‌توان به روش مجانب‌های متحرک MMA، روش مواد همسان‌گرد توپر با جریمه SIMP که ایده‌های اولیه این روش با نام مدل توانی مصنوعی نیز معروف است ابتدا توسط بِندسو [7] در سال 1989 بیان گردید و سپس رزوانی و همکاران [8] در سال 1992 ، شالوده اصلی آن را پایه ریزی نمودند و روش بهینه سازی تکاملی ESO که در سال 1992 توسط شای و استیون پیشنهاد شد که پایه آن بر شناخت و حذف تدریجی مواد ناکارآمد بر مبنای معیار تنش از سازه استوار است [9]. جهت بهینه-سازی توپولوژی تقریبا همه‌ی نرم‌افزارها از این روش‌ها استفاده می‌کنند. سازه‌های فضاکار به علت گسسته بودن مقادیر سطح مقطع و محدود به پروفیل-های موجود در بازار جزء مسائل بهینه‌سازی گسسته به شمار می‌روند.در محیط‌های گسسته که متغیرها از میان مقادیر تصادفی انتخاب می‌شوند، رسیدن به