



## ناپایداری‌های عددی در بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌ها به روش تکاملی (ESO) و ارائه راهکار مناسب برای غلبه بر آنها

محسن سرهانی<sup>۱</sup>، بهروز احمدی ندوشن<sup>۲</sup>

ا و ۲- گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یزد

Mohsenomran\_2010@yahoo.com

Behrooz.ahmadi@gmail.com

### خلاصه

بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌ها به روش تکاملی (ESO) و نسخه‌ی بهبودیافته‌ی آن بنام بهینه‌سازی تکاملی دووجهه سازه‌ها (BESO) بصورت وسیع و موفقیت‌آمیزی برای توزیع بهینه مواد در سازه‌های پیوسته بکار برده شده است. با این حال، معمولاً این روشها در فرآیند رسیدن به حل بهینه با برخی ناپایداری‌های عددی از جمله تشکیل الگوی شطرنجی و مشکلات وابستگی به مش مواجه می‌شوند. الگوی شطرنجی به پدیده‌ای از المانهای توپر و توخالی متناوب که شبیه به صفحه شطرنج شکل یافته‌اند، اشاره دارد. اصطلاح وابستگی به مش به مسأله بدست آوردن توپولوژی‌های مختلف با استفاده از مش‌بندی‌های مختلف المان محدود اشاره دارد. تاکنون روشهای متعددی از جمله روش کنترل محیط و فیلترینگ برای پرهیز از ناپایداری‌های عددی ارائه شده است، اما این روشها در بسیاری موارد دارای نقص می‌باشند. در این مقاله یک راهکار مناسب و کارا برای غلبه بر ناپایداری‌های عددی ارائه شده است. مثالهای حل شده نشان می‌دهند که راهکار ارائه شده از سودمندی قابل توجهی برخوردار است و نتیجه حاصل، بسیار مطلوبتر از نتایجی است که با استفاده از روشهای قبلی بدست آمده بود.

**کلمات کلیدی:** بهینه‌سازی توپولوژی، بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها، ناپایداری‌های عددی، الگوی شطرنجی، وابستگی به مش

### ۱. مقدمه

یکی از اهداف اولیه مهندسیین طراح، کاهش وزن سازه‌ها بوده است. برای رسیدن به این مهم، مطالعات و تحقیقات زیادی در مورد ابعاد اعضا تشکیل دهنده سازه، شکل مرز خارجی سازه و شکل فضاهای داخلی سازه صورت گرفته است. یکی از روشهای پیشنهادی جهت کاهش وزن سازه، معرفی فضاهای خالی در سازه است که این فضاهای خالی قابلیت افزایش و یا کاهش در روند بهینه‌سازی را دارند. این موضوع، ایده اولیه شکل‌گیری شاخه بهینه‌سازی توپولوژی بوده است. بهینه‌سازی توپولوژی در واقع انتخاب همزمان توپولوژی (نحوه توالی ارتباط المانهای تشکیل دهنده سازه)، شکل (شکل هندسی) و اندازه اعضا تشکیل دهنده سازه می‌باشد. بهینه‌سازی توپولوژی به دلیل اینکه در مقایسه با دیگر روشهای بهینه‌سازی حجم بیشتری از مصالح را کاهش می‌دهد از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. در زمینه بهینه‌سازی توپولوژی با توجه به سازه مدلسازی شده، دو دسته مسأله قابل تفکیک هستند: سازه‌های گسسته و سازه‌های پیوسته. در مورد سازه‌های گسسته، بهینه‌سازی توپولوژی به معنی یافتن بهترین توالی و ارتباط المانها و گره‌هاست، در حالیکه در مورد سازه‌های پیوسته این مفهوم به معنی یافتن بهترین توزیع مصالح در دامنه طراحی سازه است.

در مقایسه با انواع دیگر بهینه‌سازی سازه‌ای، بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های پیوسته به مراتب چالش‌انگیزتر و در عین حال از نظر اقتصادی سودآورتر است. به جای محدود کردن تغییرات اندازه اجزای سازه‌ای، بهینه‌سازی توپولوژی، آزادی بیشتری به طراح جهت خلق یک طرح کاملاً بدیع و بسیار کارآمد را برای سازه‌های یکپارچه می‌دهد. روشهای عددی برای بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های پیوسته به طور وسیعی بررسی شده است. بیشتر این روشها بر اساس تحلیل اجزای محدود هستند که دامنه طراحی به مش‌های ریزی از المانها جداسازی می‌شود [۱].

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه  
استادیار