



## کاربرد الگوریتم نوین جستجوی گرانشی و الگوریتم ژنتیکی گسسته در بهینه سازی چند هدفه سازه های خرابایی

علیرضا جمالی وردوق<sup>۱</sup>، رضا حسن نژاد<sup>۲</sup>، احمد قنبری<sup>۳</sup>، امید رسولی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات آذربایجان شرقی، گروه مهندسی مکانیک، تبریز، ایران

۲- استادیار دانشگاه تبریز، گروه مهندسی مکانیک، تبریز، ایران

۳- دانشیار دانشگاه تبریز، گروه مهندسی مکانیک، تبریز، ایران

۴- مدرس دانشکده عمران، دانشکده فنی مهندسی میانه، ایران

Alireza\_jamali\_s@yahoo.com

### خلاصه

سازه های خرابایی به دلیل داشتن شکل ساده، سبکی و در عین حال استحکام لازم یکی از رایج ترین سازه های مورد استفاده در صنعت میباشند و از اینرو پیش از پیش اهمیت یافته اند. یکی از اهداف مهندسی سازه ساخت سازه های با استحکام بالا و وزن کمتر می باشد و از آنجا که این دو هدف در تضاد باهم می باشند، امروزه چالشی در مهندسی سازه برای ارائه روشی جهت رسیدن همزمان به دو هدف استحکام بالا و وزن پایین به وجود آمده است. از اینرو در این تحقیق روشی برای بهینه سازی سازه های خرابایی با دو هدف کاهش وزن و افزایش استحکام سازه (کاهش مجموع تنش اعضای سازه) ارائه می گردد. در این تحقیق علاوه بر الگوریتم ژنتیکی گسسته، از یک روش نوین به نام الگوریتم جستجوی گرانشی استفاده شده است که با الهام از قانون جاذبه و قوانین نیوتن شکل یافته است. پس از آنکه کارایی الگوریتم های ارائه شده بوسیله مثال های مرجع نشان داده شد، مجموعه جواب های بهینه مساله به صورت منحنی پارتو ارائه خواهد شد که امکان انتخاب نقطه مصالحه طراحی را از دید هر دو تابع هدف فراهم خواهد کرد.

**کلمات کلیدی:** بهینه سازی، سازه های خرابایی، الگوریتم جستجوی گرانشی، الگوریتم ژنتیکی، مرز پارتو

### ۱. مقدمه

از دهه های گذشته الگوریتم های بهینه سازی گوناگونی در خراباها به طور گسترده به کار رفته است. برای بهینه سازی سازه ها معمولاً از دو روش کلی استفاده می شود. روش اول روش های تحلیلی برنامه ریزی ریاضی هستند و روش دوم روش های فرا اکتشافی بر پایه ی جستجو می باشند. روش های تحلیلی نیازمند به فرمول بندی دقیق مسئله هستند و در صورتی که به صورت درست و دقیق پیاده نشوند در بهینه های محلی گیر افتاده و از ارائه بهینه ی کلی بازمی مانند. توانایی تولید پاسخ جدید و جستجوی ناحیه های محتمل در فضای جستجو و گریختن از بهینه های محلی مسئله از ویژگی های الگوریتم های فرا اکتشافی می باشند. از تحقیقاتی که در گذشته انجام شده است می توان به بهینه سازی سازه های خرابایی بوسیله ی الگوریتم ژنتیکی توسط آقای ایواز و همکارانش (۲۰۱۱) اشاره کرد [۱]. همچنین آقای جم توسط الگوریتم جستجوی هارمونی (۲۰۱۰) [۲] و آقای سونمز بوسیله ی الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی (۲۰۱۱) سازه های خرابایی به صورت تک هدفه و با رویکرد کاهش وزن بهینه سازی نموده اند [۳]. در بسیاری از مسائل کاربردی بیشتر از یک هدف به طور همزمان باید بهینه شود که بعضاً توابع در تضاد با یکدیگر هستند. مسائل چند هدفه حل واحد کلی ندارند و با دسته ای از جواب ها در این مسائل روبرو هستیم که معمولاً به صورت یک مرز به نام مجموعه ی بهینه ی پارتو ارائه می شوند. روش های مختلفی برای بهینه سازی چند هدفه وجود دارد که در بهینه سازی سازه ها نیز استفاده شده است. آقایان دب و سروینواز با الگوریتم ژنتیک رتبه بندی نا مغلوب (۱۹۹۳) [۴]، آقای کاوه و همکارش بوسیله ی الگوریتم هیبرید ازدحام ذرات (۲۰۱۱) [۵]، سازه های خرابایی را به صورت چند هدفه و با رویکرد کاهش وزن سازه و کاهش جابجایی گره ها بهینه نمودند. همچنین آقای محمودی و ندوشن (۲۰۱۲) نیز بوسیله ی روش مقید استاندارد نرمالیزه در الگوریتم ژنتیکی سازه ی خرابایی را با دو هدف کاهش وزن و کاهش تنش به صورت دو هدفه بهینه کردند [۶]. امروزه یکی از چالش های مهم محققان سعی در استفاده از الگوریتم های کارا تر میباشد تا فضای جواب را با دامنه وسیعتر و دقت بیشتر جستجو کنند. با توجه به اینکه هدف از این تحقیق کاهش وزن سازه میباشد، از اینرو در این تحقیق علاوه بر الگوریتم ژنتیک گسسته از یک الگوریتم بسیار نوین و کارآمد به نام الگوریتم جستجوی گرانشی بدلیل استفاده از اجرام و نیروها و تطابق