



دانشکده فنی مهندسی عمران

گروه سازه

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته سازه

عنوان

بهینه‌سازی توپولوژی سازه‌های پیوسته با استفاده از الگوریتم GESO

استاد راهنما

دکتر ناصر تقی‌زادیه

استاد مشاور

دکتر کامبیز کوهستانی

پژوهشگر

اصغر کاظمی

شهریور ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نام خانوادگی : کاظمی		نام : اصغر	
عنوان پایان نامه : بهینه سازی توپولوژی سازه های پیوسته با استفاده از الگوریتم GESO			
استادان راهنما : دکتر ناصر تقی زاده		استاد مشاور : دکتر کامبیز کوهستانی	
مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد		رشته : مهندسی عمران	
دانشگاه : تبریز		گرایش : سازه	
تاریخ فارغ التحصیلی : شهریور ۹۰		دانشکده : فنی مهندسی عمران	
		تعداد صفحات : ۱۱۸	
واژه های کلیدی : بهینه سازی توپولوژی سازه های پیوسته، الگوریتم ژنتیک، ESO، GESO			
چکیده :			
<p>یکی از روش های بهینه سازی سازه ها، (Evolutionary Structural Optimizaton (ESO می باشد. این روش، به منظور استفاده بهینه از مصالح، مصالح سازه را باز توزیع می کند. در این روش، حرکت تدریجی از سازه اولیه به سمت سازه بهینه صورت می گیرد و با در نظر گرفتن کلیه شرایط حاکم بر سازه از قبیل شرایط ساختگاهی، تکیه گاهی، بارگذاری و... با حذف یا انتقال تدریجی مصالح غیر لازم، شکل نهایی آن، ارایه و سازه به سمت بهترین نوع توزیع (مثل توزیع تنش یا ابعاد) سوق داده می شود. به عبارتی این توزیع به نحوی انجام می گیرد که مصالح از نقاط قوی تر با کارایی کمتر به نقاط ضعیف تر با کارایی بیشتر انتقال یافته و سازه با توجه به عملکرد مورد نظر، قابلیت بالاتری نسبت به طراحی اولیه داشته باشد. تاکنون دیدگاه ها و نظریات مختلفی در مورد روش بهینه سازی تکاملی سازه ها ابراز شده است. در این میان بعضی از پژوهشگران به انتقاد از این روش پرداخته و آن را در تولید ساختار بهینه ناکارا معرفی می کنند و ادعا می کنند روش بهینه سازی تکاملی سازه ها همیشه به جواب مطلوب منجر نمی شود و بعضی مواقع جواب های فوق العاده غیر بهینه و محلی تولید می کند. زیرا حذف مواد بدون در نظر گرفتن پتانسیل آن ها در مراحل بعد صورت می گیرد به عبارتی المان هایی که شاید نیاز داشته باشند در تکرارهای بعدی معیارهای بهینگی برای آن ها کنترل گردد، دائماً حذف می شوند. برای غلبه بر این مشکل، در این تحقیق مفهوم اساسی احتمال و بقاء بهترین در الگوریتم ژنتیک با روش ESO ترکیب شده و عملکرد این روش را در جستجوی پاسخ های کلی بهبود بخشیده است. این عمل با اضافه کردن عملگرهای الگوریتم ژنتیک، نظیر Selection، Crossover و Mutation به ESO انجام می گیرد. در واقع با این کار، الگوریتم تکاملی جدیدی به نام GESO بوجود می آید که قدرت و سرعت آن در جستجوی پاسخ های کلی، به مراتب بالاتر از ESO می باشد. در مثال های بررسی شده در فصل چهارم مشاهده می شود که توپولوژی های حاصل از روش GESO هم از نظر هندسه و هم از نظر معیارهای مورد طراحی (نظیر وزن و کامپلیانس) تنوع بیشتری نسبت به توپولوژی های به دست آمده از روش ESO و BESO دارند. همچنین مقادیر بدست آمده از روش GESO برای وزن و کامپلیانس بهتر از مقادیر حاصل از روش های ESO و BESO می باشند.</p>			

تقدیم به

پدر و مادر

برادران و خواهران عزیزم

حال که با لطف و عنایت پروردگار کار تدوین این پایان‌نامه به اتمام رسیده است بر خود لازم می‌دانم از استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر ناصر تقی‌زادیه که در تمام مراحل انجام این پروژه همچون پدری دلسوز مرا مورد لطف، عنایت و راهنمایی خویش قرار دادند، خاضعانه تشکر کنم. از استاد مشاور این پایان‌نامه جناب آقای دکتر کامبیز کوهستانی به پاس زحماتی که متحمل شده‌اند و همواره با رویی گشاده پذیرای اینجانب بوده‌اند بسیار سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر علی حدیدی که زحمت داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند صمیمانه قدردانی می‌کنم. در نهایت از دوستان عزیزم و همه کسانی که در نگارش این پایان‌نامه مدیون آن‌ها می‌باشم کمال تشکر را دارم.

اصغر کاظمی

شهریور ۱۳۹۰

فهرست مطالب

۲	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ مقدمه
۷	فصل دوم: بررسی منابع
۷	۱-۲ بررسی منابع
۱۲	۲-۲ مقایسه الگوریتم ژنتیک و دیگر شیوه‌های مرسوم بهینه‌سازی
۱۴	۳-۲ کارآیی روش بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها در تولید ساختار بهینه
۱۶	۱-۳-۲ خطای صورت گرفته در تحلیل
۱۷	۲-۳-۲ راه کارهای پیشنهادی برای حل مشکل
۲۱	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۲۱	۱-۳ روش‌های عمده بهینه‌سازی
۲۲	۱-۱-۳ روش‌های مبتنی بر گرادیان
۲۲	۱-۱-۳-۱ بهینه‌سازی نامقید
۲۳	۱-۱-۳-۱-۱ بهینه‌سازی با استفاده از حساب دیفرانسیل
۲۵	۱-۱-۳-۲ بهینه‌سازی مقید
۲۶	۱-۱-۳-۳ مضارب لاگرانژ
۲۷	۱-۱-۳-۴ روش کان-تاکر
۲۸	۱-۱-۳-۵ برنامه‌ریزی خطی (LP)
۲۹	۱-۱-۳-۶ برنامه‌ریزی خطی صحیح (ILP)
۳۰	۱-۱-۳-۷ برنامه‌ریزی خطی دنباله‌ای (SLP)
۳۲	۱-۱-۳-۸ برنامه‌ریزی خطی غیر دنباله‌ای (NLP)
۳۲	۱-۱-۳-۹ هموژنیزاسیون

۳۴	..... (Optimal layout Theory) تئوری طرح بهینه
۳۵	..... روش‌های مبتنی بر تجربه یافت
۳۵	..... الگوریتم ژنتیک
۳۸	..... کلیات الگوریتم ژنتیک
۴۰	..... تابع هدف (Objective function)
۴۱	..... برازندگی (Fitness)
۴۱	..... انتخاب (Selection)
۴۲	..... تقاطع (Crossover)
۴۳	..... جهش (Mutation)
۴۴	..... بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها
۴۷	..... معیار حذف المان‌ها
۵۰	..... بهینه‌سازی بر اساس سختی
۵۱	..... بهینه‌سازی بر اساس جابجایی
۵۲	..... شاخص عملکرد (PI)
۵۵	..... بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها به روش BESO
۵۶	..... المان مورد استفاده در بهینه‌سازی
۶۰	..... معرفی روش Genetic ESO (GESO)
۶۳	..... گام‌های روش بهینه‌سازی تکاملی سازه با استفاده از الگوریتم ژنتیک
۶۴	..... برنامه پیشنهادی در MATLAB
۶۶	..... فصل چهارم: بحث و نتایج
۶۶	..... حل چند مثال به روش GESO و مقایسه نتایج آن با روش ESO

۶۶.....	۱-۱-۴- سازه میشل.....
۶۸.....	۱-۱-۴- حل برای قید ۰/۶ mm.....
۷۲.....	۲-۱-۴- حل برای قید ۰/۸ mm.....
۷۶.....	۳-۱-۴- حل برای قید ۱mm.....
۸۲.....	۲-۱-۴- یک کنسول کوتاه (Short Conteliver).....
۸۳.....	۱-۲-۴- حل برای قید ۰/۵ mm.....
۸۶.....	۲-۲-۴- حل برای قید ۰/۷۵ mm.....
۹۰.....	۳-۲-۴- حل برای قید ۱mm.....
۹۴.....	۳-۱-۴- مثالی از بهینه‌سازی سختی با قید وزن.....
۹۵.....	۱-۳-۴- حل برای قید $W = ۵۰\%$
۱۰۰.....	۲-۳-۴- حل برای قید $W = ۴۰\%$
۱۰۵.....	۳-۳-۴- حل برای قید $W = ۳۰\%$
۱۱۱.....	۲-۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
۱۱۳.....	منابع.....

فهرست شکل‌ها

- شکل شماره (۱-۲) مدل ابتدائی سازه با مشبندی المان محدود ۱۶
- شکل شماره (۲-۲) ساختار بهینه مسأله ۲۰
- شکل شماره (۱-۳) خرابای ساده جهت بیان مفهوم بهینه سازی با استفاده از حساب دیفرانسیل ۲۳
- شکل شماره (۲-۳) دیاگرام شماتیکی نشان می‌دهد که چرا ۳۰
- نزدیک‌ترین تقریب صحیح لزوماً جواب بهینه نمیباشد ۳۰
- شکل شماره (۳-۳) مکانیزم الگوریتم ژنتیک ۴۳
- شکل شماره (۴-۳) فلوجارت مراحل روش ESO ۴۷
- شکل شماره (۵-۳) خرابای ساده جهت محاسبه PI ۵۳
- شکل شماره (۶-۳) المان چهار گوش در مختصات کلی ۵۷
- شکل شماره (۷-۳) المان چهار گوش در مختصات طبیعی ξ, η ۵۷
- شکل شماره (۸-۳) چگونگی اعمال عملگر جهش در GESO ۶۲
- شکل شماره (۱-۴) سازه میشل ۶۶
- شکل شماره (۲-۴) ناحیهی طراحی برای سازه میشل ۶۷
- شکل شماره (۳-۴) نتایج حاصل از ESO و BESO برای قید $0.7mm$ ۶۸
- شکل شماره (۴-۴) $W_{obj} = 0.5738$ ، $W = 34/31\%$ ۶۸
- شکل شماره (۵-۴) $W_{obj} = 0.5760$ ، $W = 34/37\%$ ۶۹
- شکل شماره (۶-۴) $W_{obj} = 0.5799$ ، $W = 34/31\%$ ۶۹
- شکل شماره (۷-۴) $W_{obj} = 0.5830$ ، $W = 34/44\%$ ۶۹
- شکل شماره (۸-۴) $W_{obj} = 0.5871$ ، $W = 34/62\%$ ۷۰
- شکل شماره (۹-۴) بدترین نتیجه $W_{obj} = 0.6436$ ، $W = 38/12\%$ ۷۰

- شکل شماره (۴-۱۰) تاریخچه تغییرات PI برای شکل (۴-۴)..... ۷۱
- شکل شماره (۴-۱۱) نتایج حاصل از ESO و BESO برای قید 0.8mm ۷۲
- شکل شماره (۴-۱۲) $W_{obj} = 0.5478$ ، $W = 24.75\%$ ۷۲
- شکل شماره (۴-۱۴) $W_{obj} = 0.5531$ ، $W = 25.12\%$ ۷۳
- شکل شماره (۴-۱۳) $W_{obj} = 0.5486$ ، $W = 24.44\%$ ۷۳
- شکل شماره (۴-۱۵) $W_{obj} = 0.5538$ ، $W = 25.12\%$ ۷۳
- شکل شماره (۴-۱۶) $W_{obj} = 0.5541$ ، $W = 25.75\%$ ۷۴
- شکل شماره (۴-۱۷) $W_{obj} = 0.5546$ ، $W = 24.44\%$ ۷۴
- شکل شماره (۴-۱۸) $W_{obj} = 0.5601$ ، $W = 24.69\%$ ۷۴
- شکل شماره (۴-۱۹) بدترین نتیجه $W_{obj} = 0.5945$ ، $W = 25\%$ ۷۵
- شکل شماره (۴-۲۰) تاریخچه تغییرات PI برای شکل (۴-۱۲)..... ۷۶
- شکل شماره (۴-۲۱) نتایج حاصل از ESO و BESO برای قید 1mm ۷۶
- شکل شماره (۴-۲۲) $W_{obj} = 0.5359$ ، $W = 19.19\%$ ۷۷
- شکل شماره (۴-۲۳) $W_{obj} = 0.5382$ ، $W = 20.37\%$ ۷۷
- شکل شماره (۴-۲۴) $W_{obj} = 0.5396$ ، $W = 19.50\%$ ۷۸
- شکل شماره (۴-۲۵) $W_{obj} = 0.5407$ ، $W = 19.25\%$ ۷۸
- شکل شماره (۴-۲۶) $W_{obj} = 0.5413$ ، $W = 19.56\%$ ۷۸
- شکل شماره (۴-۲۷) $W_{obj} = 0.5432$ ، $W = 19.56\%$ ۷۹
- شکل شماره (۴-۲۸) $W_{obj} = 0.5486$ ، $W = 19.75\%$ ۷۹
- شکل شماره (۴-۲۹) بدترین نتیجه $W_{obj} = 0.6078$ ، $W = 22.13\%$ ۷۹
- شکل شماره (۴-۳۰) تاریخچه تغییرات PI برای شکل (۴-۲۲)..... ۸۰
- شکل شماره (۴-۳۱) دامنه طراحی برای یک کنسول کوتاه..... ۸۲

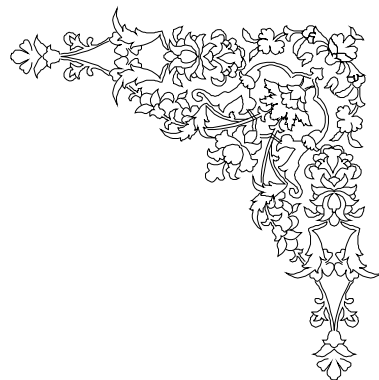
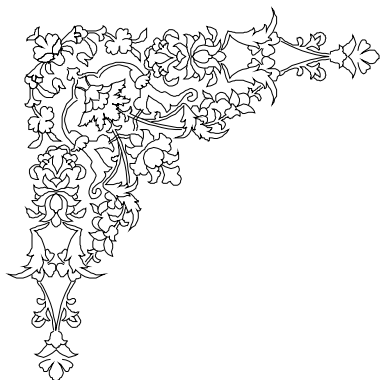
- شکل شماره (۳۱-۴) شکل حاصل از ESO برای قید 0.5mm ۸۳
- شکل شماره (۳۳-۴) $W_{\text{obj}} = 0.7092$ ، $W = 55/94\%$ ۸۳
- شکل شماره (۳۴-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8562$ ، $W = 55/94\%$ ۸۳
- شکل شماره (۳۵-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8507$ ، $W = 55/94\%$ ۸۴
- شکل شماره (۳۶-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8492$ ، $W = 56/56\%$ ۸۴
- شکل شماره (۳۷-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8492$ ، $W = 56/56\%$ ۸۴
- شکل شماره (۳۸-۴) تاریخچه تغییرات تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۳۳-۴) ۸۵
- شکل شماره (۳۹-۴) تاریخچه تغییرات تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۳۴-۴) ۸۶
- شکل شماره (۴۰-۴) شکل حاصل از ESO برای قید 0.75mm ۸۶
- شکل شماره (۴۱-۴) $W_{\text{obj}} = 0.645$ ، $W = 37/19\%$ ۸۶
- شکل شماره (۴۲-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8596$ ، $W = 37/81\%$ ۸۷
- شکل شماره (۴۳-۴) $W_{\text{obj}} = 0.6880$ ، $W = 37/81\%$ ۸۷
- شکل شماره (۴۴-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8808$ ، $W = 38/44\%$ ۸۷
- شکل شماره (۴۵-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8401$ ، $W = 39/06\%$ ۸۸
- شکل شماره (۴۶-۴) بدترین نتیجه $W_{\text{obj}} = 0.9487$ ، $W = 46/25\%$ ۸۸
- شکل شماره (۴۷-۴) تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۴۱-۴) ۸۹
- شکل شماره (۴۸-۴) تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۴۲-۴) ۹۰
- شکل شماره (۴۹-۴) شکل حاصل از ESO برای قید 1mm ۹۰
- شکل شماره (۵۰-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8890$ ، $W = 29/38\%$ ۹۱
- شکل شماره (۵۱-۴) $W_{\text{obj}} = 0.9020$ ، $W = 29/69\%$ ۹۱
- شکل شماره (۵۲-۴) $W_{\text{obj}} = 0.8757$ ، $W = 30\%$ ۹۱
- شکل شماره (۵۳-۴) $W_{\text{obj}} = 0.92$ ، $W = 30/31\%$ ۹۲

- شکل شماره (۵۴-۴) $W_{obj} = 0.9382$ ، $W = 32/19\%$ ۹۲
- شکل شماره (۵۵-۴) بدترین نتیجه $W_{obj} = 0.9860$ ، $W = 39/37\%$ ۹۲
- شکل شماره (۵۶-۴) تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۵۰-۴) ۹۳
- شکل شماره (۵۷-۴) تاریخچه تغییرات وزن، تغییر مکان و PI برای شکل (۵۱-۴) ۹۴
- شکل شماره (۵۸-۴) دامنه‌ی طراحی سازه ۹۵
- شکل شماره (۵۹-۴) نتایج روشهای ESO و BESO برای $W = 50\%$ ۹۵
- شکل شماره (۶۰-۴) $C_{obj} = 0.5688$ ، $W = 50\%$ ۹۶
- شکل شماره (۶۱-۴) $C_{obj} = 0.6590$ ، $W = 50/04\%$ ۹۶
- شکل شماره (۶۲-۴) $C_{obj} = 0.6599$ ، $W = 50/04\%$ ۹۷
- شکل شماره (۶۳-۴) $C_{obj} = 0.6608$ ، $W = 50/08\%$ ۹۷
- شکل شماره (۶۴-۴) $C_{obj} = 0.6612$ ، $W = 50\%$ ۹۷
- شکل شماره (۶۵-۴) $C_{obj} = 0.6615$ ، $W = 50/12\%$ ۹۸
- شکل شماره (۶۶-۴) بدترین نتیجه $C_{obj} = 0.6751$ ، $W = 50/20\%$ ۹۸
- شکل شماره (۶۷-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلینس برای شکل (۵۵-۴) ۹۹
- شکل شماره (۶۸-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلینس برای شکل (۵۶-۴) ۱۰۰
- شکل شماره (۶۹-۴) نتایج روشهای ESO و BESO برای $W = 40\%$ ۱۰۰
- شکل شماره (۷۰-۴) $C_{obj} = 0.6092$ ، $W = 40/24\%$ ۱۰۱
- شکل شماره (۷۱-۴) $C_{obj} = 0.6109$ ، $W = 40/04\%$ ۱۰۱
- شکل شماره (۷۲-۴) $C_{obj} = 0.6115$ ، $W = 40\%$ ۱۰۲
- شکل شماره (۷۳-۴) $C_{obj} = 0.6167$ ، $W = 40/04\%$ ۱۰۲
- شکل شماره (۷۴-۴) $C_{obj} = 0.6189$ ، $W = 40\%$ ۱۰۲
- شکل شماره (۷۵-۴) $C_{obj} = 0.6219$ ، $W = 40/04\%$ ۱۰۳

- شکل شماره (۷۶-۴) بدترین نتیجه $C_{obj} = ۰/۷۲۹۵$ ، $W = ۴۰/۰۴\%$ ۱۰۳
- شکل شماره (۷۷-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلیانس برای شکل (۷۰-۴) ۱۰۴
- شکل شماره (۷۸-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلیانس برای شکل (۷۱-۴) ۱۰۵
- شکل شماره (۷۹-۴) نتایج روشهای ESO و BESO برای $W = ۳۰\%$ ۱۰۵
- شکل شماره (۸۰-۴) $C_{obj} = ۰/۵۲۳۶$ ، $W = ۳۰/۰۴\%$ ۱۰۶
- شکل شماره (۸۱-۴) $C_{obj} = ۰/۵۷۷۰$ ، $W = ۳۰/۱۲\%$ ۱۰۶
- شکل شماره (۸۲-۴) $C_{obj} = ۰/۵۷۵۹$ ، $W = ۳۰/۱۶\%$ ۱۰۷
- شکل شماره (۸۳-۴) $C_{obj} = ۰/۵۸۱۱$ ، $W = ۳۰/۱۲\%$ ۱۰۷
- شکل شماره (۸۴-۴) $C_{obj} = ۰/۵۸۲۳$ ، $W = ۳۰/۱۶\%$ ۱۰۷
- شکل شماره (۸۵-۴) $C_{obj} = ۰/۵۸۲۷$ ، $W = ۳۰/۱۶\%$ ۱۰۸
- شکل شماره (۸۶-۴) بدترین نتیجه $C_{obj} = ۰/۶۳۹۲$ ، $W = ۳۰/۱۲\%$ ۱۰۸
- شکل شماره (۸۷-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلیانس برای شکل (۷۳-۴) ۱۱۰
- شکل شماره (۸۸-۴) تاریخچه تغییرات حجم و PI و کامپلیانس برای شکل (۷۴-۴) ۱۱۰

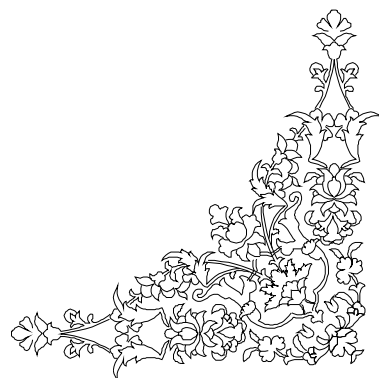
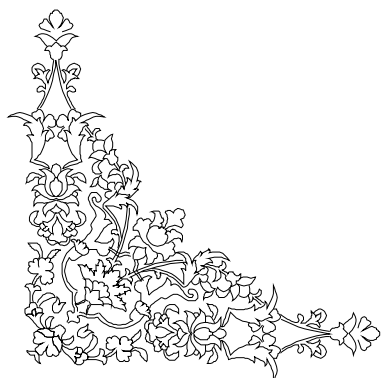
فهرست جدول‌ها

جدول شماره (۱-۴) نتایج مربوط به قید $0/6\text{mm}$	۷۱
جدول شماره (۲-۴) انحراف معیار وزن و PI نتایج مربوط به قید $0/6\text{mm}$	۷۱
جدول شماره (۳-۴) نتایج مربوط به قید $0/8\text{mm}$	۷۵
جدول شماره (۴-۴) انحراف معیار وزن و PI نتایج مربوط به قید $0/8\text{mm}$	۷۶
جدول شماره (۵-۴) نتایج مربوط به قید 1mm	۸۰
جدول شماره (۶-۴) انحراف معیار وزن و PI نتایج مربوط به قید 1mm	۸۰
جدول شماره (۷-۴) نتایج مربوط به قید $0/5\text{mm}$	۸۵
جدول شماره (۸-۴) نتایج مربوط به قید $0/75\text{mm}$	۸۹
جدول شماره (۹-۴) انحراف معیار وزن و PI نتایج مربوط به قید $0/75\text{mm}$	۸۹
جدول شماره (۱۰-۴) نتایج مربوط به قید 1mm	۹۳
جدول شماره (۱۱-۴) انحراف معیار وزن و PI نتایج مربوط به قید 1mm	۹۳
جدول شماره (۱۲-۴) نتایج مربوط به قید $W = 50\%$	۹۹
جدول شماره (۱۳-۴) انحراف معیار کامپلیانس و PI نتایج مربوط به قید $W = 50\%$	۹۹
جدول شماره (۱۴-۴) نتایج مربوط به قید $W = 40\%$	۱۰۴
جدول شماره (۱۵-۴) انحراف معیار کامپلیانس و PI نتایج مربوط به قید $W = 40\%$	۱۰۴
جدول شماره (۱۶-۴) نتایج مربوط به قید $W = 30\%$	۱۰۹
جدول شماره (۱۷-۴) انحراف معیار کامپلیانس و PI نتایج مربوط به قید $W = 30\%$	۱۰۹



فصل اول

مقدمه



فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

بدست آوردن بهترین نتیجه ممکن برای یک مسأله با توجه به شرایط حاکم بر آن را بهینه سازی گویند. امروزه در طراحی، ساخت و نگهداری هر سیستم مهندسی، مهندسان باید تصمیمات مدیریتی و تکنولوژیکی متعددی را در مراحل مختلف اتخاذ کنند. هدف نهایی چنین تصمیماتی، کمینه کردن انرژی لازم، در عین به دست آوردن بیشترین سود ممکن خواهد بود. میزان تلاش یا سود مورد نظر در هر وضعیت عملی را می توان به صورت تابعی از متغیرهای تصمیم گیری (طراحی) مشخص بیان کرد. بنابراین، می توان بهینه سازی را به عنوان فرایند یافتن شرایطی که مقدار بیشینه و یا کمینه یک تابع را به دست می دهد، تعریف نمود. اهمیت طراحی سازه های با وزن مینیمم، اولین بار توسط صنایع هوا- فضا مورد توجه قرار گرفت که در آن ها طراحی سازه های هواپیما بیشتر با وزن آن کنترل می شد تا با هزینه آن. در دیگر صنایع مربوط به سیستم های مهندسی ساختمان، مکانیک و خودرو، ممکن است هزینه در درجه اول اهمیت باشد، هر چند که وزن سیستم هزینه و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار می دهد. توجه فزاینده به کمبود مواد خام و نقصان شدید منابع انرژی شناخته شده، موجب تمایل به داشتن سازه های سبک، کارا و ارزان قیمت شده است. این خواست به نوبه خود بر ضرورت آگاهی یافتن مهندسان از فنون بهینه سازی وزن و هزینه ی سازه ها تاکید می کند.

از آنجایی که برای حل مناسب همه مسائل موجود در بهینه سازی روش یکتایی وجود ندارد، از

سال ۱۹۴۰ تاکنون روش های بهینه سازی متعددی مطرح شده اند که به عنوان روش های کلاسیک

شناخته می‌شوند. بهینه کردن تابع هدف در بیشتر روش‌های کلاسیک بهینه سازی، توالی معینی از محاسبات را دارا می‌باشند. این روش‌ها یک نقطه از فضای جستجو را برای شروع در نظر می‌گیرند و به تدریج در میان صعودی‌ترین یا نزولی‌ترین ناحیه‌ها بهبود می‌یابند. این شیوه نقطه به نقطه، مشکل اساسی قرار گرفتن در یک نقطه بهینه محلی^۱ را به وجود می‌آورد. ساده‌ترین راه برای بدست آوردن یک جواب محلی بهتر، این است که بهینه سازی از نقاط اولیه متفاوتی که به شکل تصادفی انتخاب شده‌اند، تکرار شده تا جواب‌های دیگر نیز بررسی و مقایسه شوند. با این وجود، برای مسائلی که تعداد زیادی متغیر دارند امکان عدم دست‌یابی به مینیمم فراگیر^۲ زیاد است مگر آنکه فرآیند جستجو از نقاط اولیه متفاوت در تعداد دفعات زیادی انجام شود.

امروزه روش‌های عددی نظام مندی برای بهینه سازی تدوین شده است که به عنوان ابزارهایی کارا در حل بسیاری از مسائل بهینه سازی که در جستجوی مینیمم فراگیر هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند. این الگوریتم‌ها اکثراً الهام گرفته از مشاهدات پدیده‌هایی طبیعی‌اند و در پیاده سازی آن‌ها از فرایند انتخاب تصادفی استفاده می‌شود. در ادامه چند نمونه از این روش‌ها ذکر شده‌اند:

۱- باز پخت فلزات (Simulated Annealing)

۲- جامعه مورچگان (Ant Colony)

۳- هزینه تصادفی (Random Cost)

۴- استراتژی تکاملی (Evolution Strategy)

۵- الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm)

¹ Local Optimom

² Global

یکی از این روش‌های عددی الگوریتم ژنتیک^۱ است. این الگوریتم بر اساس اصول تکامل طبیعی پایه‌گذاری شده است و رازهای سازش پذیری و بقاء بهترین آموزنده‌ای ست که می‌توان از مطالعه دقیق روی مثال‌های زیست‌شناسی به آن رسید. (دب، ۱۹۹۳)

در مهندسی عمران بهینه‌سازی سازه از اهمیت خاصی برخوردار است یکی از روش‌هایی که اخیراً برای بهینه‌سازی پیشنهاد شده است، روش بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها^۲ یا ESO نامیده می‌شود. این روش، به منظور استفاده بهینه از مصالح، مصالح سازه را باز توزیع می‌کند. در این روش، حرکت تدریجی از سازه اولیه به سمت سازه بهینه صورت می‌گیرد و با در نظر گرفتن کلیه شرایط حاکم بر سازه از قبیل شرایط ساختگاهی، تکیه گاهی، بارگذاری و... با حذف یا انتقال تدریجی مصالح غیر لازم، شکل نهایی آن ارایه و سازه به سمت بهترین نوع توزیع (مثل توزیع تنش یا ابعاد) سوق داده می‌شود. به عبارتی این توزیع به نحوی انجام می‌گیرد که مصالح از نقاط قوی‌تر با کارایی کمتر به نقاط ضعیف‌تر با کارایی بیشتر انتقال یافته و سازه با توجه به عملکرد مورد نظر، قابلیت بالاتری نسبت به طراحی اولیه داشته باشد. تاکنون دیدگاه‌ها و نظریات مختلفی در مورد روش بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها ابراز شده است. در این میان بعضی از پژوهشگران به انتقاد از این روش پرداخته و آن را در تولید ساختار بهینه ناکارآمد معرفی می‌کنند و ادعا می‌کنند روش بهینه‌سازی تکاملی سازه‌ها همیشه به جواب مطلوب منجر نمی‌شود و بعضی مواقع جواب‌های فوق‌العاده غیر بهینه و محلی تولید می‌کند. زیرا حذف مواد بدون در نظر گرفتن پتانسیل آن‌ها در مراحل بعد صورت می‌گیرد یعنی المان‌هایی که شاید نیاز داشته باشند در تکرارهای بعدی، معیارهای بهینگی برای آن‌ها کنترل گردد،

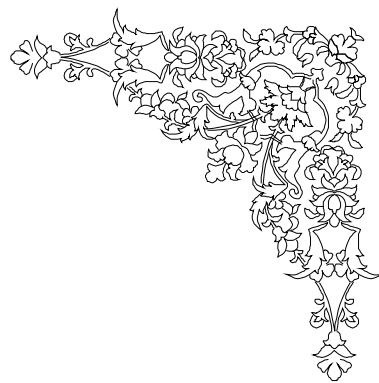
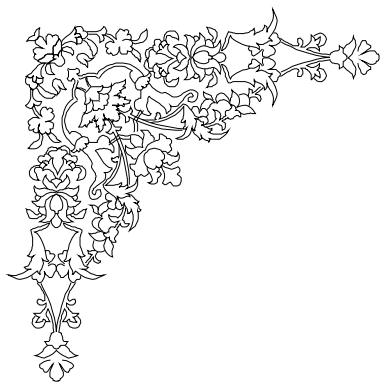
¹ Genetic Algorithms

² Evolutionary Structural Optimization

دائماً حذف می‌شوند. از این رو، روش BESO^۱ امکان اضافه کردن المان‌ها به سازه را می‌دهد ولی نمی‌تواند بهینگی را تضمین کند. برای غلبه بر این مشکل، الگوریتم ژنتیک (GA) که یک روش جستجوی کلی می‌باشد، با روش ESO در قالب یک الگوریتم جدید ترکیب شده که (GESO)^۲ نامیده شده و از رفتار عالی الگوریتم ژنتیک در جستجوی پاسخ‌های کلی بهره برده است. GESO، که احتمال و مکانیزم رقابت در یک فرایند ESO را ترکیب می‌کند، می‌تواند از به وجود آمدن این مشکل، جلوگیری کند. در این تحقیق از این الگوریتم برای بهینه‌سازی توپولوژی صفحه استفاده می‌شود.

^۱ Bi-directional evolutionary topology optimization

^۲ Genetic Evolutionary Structural Optimization



فصل دوم

بررسی منابع

