به نام ایزد منان

۴۶۷۰۲

دانشگاه تبریز

دانشکده عمران

گروه سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران – سازه

عنوان

تاثیر ابعاد اولیه در شکل و رفتار سازه های پوسته ای تک انحناء به روش ESO

استاد راهنما

دکتر ناصر تقی زادیه

استاد مشاور

دکتر علی داوران

پژوهشگر

احمد رسولی

شهریور ۱۳۸۶

۴۷۷۰۲

نام خانوادگی دانشجو : رسولی
نام : احمد

عنوان پایان نامه : تاثیر ابعاد اولیه در شکل و رفتار سازه های پوسته ای تک انحناء به روش ESO

استاد راهنما : دکتر ناصر تقی زادیه
استاد مشاور : دکتر علی داوران

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : عمران گرایش : سازه
دانشگاه : تبریز دانشکده : عمران
تاریخ فارغ التحصیلی : ۱۳۸۶/۰۶/۱۷ تعداد صفحات : ۱۳۱

کلید واژه ها : بهینه سازی تکاملی سازه ها، ESO، ابعاد اولیه، سازه های پوسته ای تک انحناء، شکل بهینه

چکیده :

در این تحقیق به بررسی بهینه سازی ابعادی پوسته های تک انحناء پرداخته و سعی می کنیم با انجام بهینه سازی برای انواع و ابعاد اولیه مختلف پوسته ها به رابطه ای بین ابعاد و شکل اولیه فرضی پوسته با توپولوژی بهینه نهایی برسیم. با توجه به نوع رفتار پوسته های تک انحناء که وابستگی شدید به شکل پوسته دارند، بدست آوردن چنین رابطه ای می تواند کمک قابل توجهی به طراحی چنین سازه هایی نماید. در عمل هدف اصلی از این تحقیق ارائه روندی برای انتخاب بهترین ابعاد و شکل اولیه برای پوسته های تک انحناء با در نظر گرفتن اصول طراحی می باشد.

برای رسیدن به این هدف از شیوه بهینه سازی ESO (بهینه سازی تکاملی سازه ای) به کمک نرم افزار ANSYS استفاده می کنیم. در شیوه بهینه سازی ESO مصالح سازه در جهت استفاده بهینه باز توزیع می شود. نتیجه این روند سازه ای با حجم و سختی بهینه و کارآمدی بیشتراست. برای دستیابی به جوابی مطمئن از مدل هایی دقیق با مش بندی ظریف استفاده شده و در کلیه موارد تاریخچه تغییرات بدقت بررسی می شود.

فهرست مطالب

عناوین | صفحه

مقدمه ۱

فصل اول – بررسی منابع

۱-۱ بهینه سازی سازه ها ۳

۱-۲ بهینه سازی سازه ها به روش ESO ۴

۱-۳ روش های تحلیل اجزاء محدود(**Finite Element Analysis**) ۵

۱-۴ تکنیک های رفع خطا در بهینه سازی توپولوژیک سازه ها ۶

فصل دوم – مواد و روش ها

۲-۱- بهینه سازی سازها و انواع روشهای آن ۹

۲-۱-۱- تقسیم روش های بهینه سازی بر اساس هدف بهینه سازی ۹

۲-۱-۲- تقسیم روش های بهینه سازی بر اساس روند بهینه سازی ۱۱

۲-۱-۲-۱- بهینه سازی نامقید ۱۱

۲-۱-۲-۲- بهینه سازی مقید ۱۲

۲-۱-۲-۳- روش ضرایب لاگرانژ ۱۲

۲-۱-۲-۴- روش کان تاکر ۱۳

۲-۱-۲-۵- برنامه ریزی خطی (LP) ۱۴

۲-۱-۲-۶- برنامه ریزی خطی صحیح (ILP) ۱۵

۲-۱-۲-۷- برنامه ریزی خطی دنباله ای (SLP) ۱۵

۲-۱-۲-۸- برنامه ریزی غیر خطی دنباله ای (NLP) ۱۶

۲-۲- معرفی روش بهینه سازی ESO ۱۷
۲-۲-۱- روند کلی بهینه سازی به شیوه ESO ۱۹
۲-۲-۲- روش بهینه سازی ESO بر اساس قید تنش و به شیوه حذف اجزاء ۲۱
۲-۲-۲-۱- مثال هایی از سازه میشل ۲۳
۲-۲-۲-۲ - سازه هایی با تنش سطحی یکنواخت ۲۶
۲-۲-۲-۳ - نسبت توپولوژی بهینه با مقادیر RR و ER ۲۶
۲-۲-۳- بهینه سازی ESO بر اساس قیود مختلف و به شیوه تغییر ضخامت اجزاء ۲۸
۲-۲-۳-۱- بهینه سازی کمانشی صفحه مربعی با شرایط تکیه گاهی مختلف ۲۸
۲-۲-۳-۲- بهینه سازی پوسته ها بوسیله افزایش یا کاهش ضخامت ۳۰
۲-۲-۴- خطاهای احتمالی روش ESO و روشهای حذف این خطاها ۳۱
۲-۲-۴-۱- روشهای حذف الگوی شطرنجی ۳۲
۲-۲-۴-۱-۱- روش باز توزیع عدد حساسیت ۳۲
۲-۲-۴- ۱-۲- روش استفاده از اجزاء با درجه بالاتر ۳۳
۲-۲-۴- ۱-۳- تکنیکهای پردازش تصویر برای حذف الگوی شطرنجی ۳۴
۲-۲-۴- ۲- روشهای حذف خطای ناشی از مش بندی ۳۵
۲-۲-۴- ۳- روشهای حذف خطای ناشی از مینیمم محلی ۳۵
۲-۳- پوسته های تک انحناء و رفتار آنها ۳۶
۲-۳-۱- تئوری پوسته های تک انحناء(استوانه ای) تحت بارگذاری متقارن نسبت به محور ۳۶
۲-۳-۲- ابعاد پوسته های تک انحناء (استوانه ای) و بررسی تغییر آنها ۴۰
۲-۳-۲-۱- تغییرات ابعاد پوسته های تک انحناء ۴۱
۲-۳-۲-۲- شرایط تکیه گاهی ۴۳
۲-۳-۲-۳- شرایط بارگذاری ۴۵
۲-۳-۲-۳- انتخاب شیوه بهینه سازی ESO ۴۶
۲-۳-۲-۴- انتخاب نرم افزار بهینه سازی ۴۶

۲-۳-۲-۵- بررسی تاثیر ابعاد اولیه پوسته های تک انحناء در شکل بهینه بروشESO.....۴۷

۲-۳-۲-۵-۱- بررسی تاثیر تغییرات طول و عرض پوسته در شکل بهینه نهایی.....۴۷

۲-۳-۲-۵-۲- مدل سازی.....۴۸

۲-۳-۲-۵-۳- بهینه سازی.....۴۹

فصل سوم- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج.....۵۲

۳-۱-۱- حالت اول ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۵۴

۳-۱-۲- حالت دوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۵۵

۳-۱-۳- حالت سوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۵۶

۳-۱-۴- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۵۷

۳-۱-۵- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۵۸

۳-۱-۶- حالت اول ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۵۹

۳-۱-۷- حالت دوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۶۰

۳-۱-۸- حالت سوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۶۱

۳-۱-۹- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۶۲

۳-۱-۱۰- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۶۳

۳-۱-۱۱- حالت اول ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۶۴

۳-۱-۱۲- حالت دوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۶۵

۳-۱-۱۳- حالت سوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۶۶

۳-۱-۱۴- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۶۷

۳-۱-۱۵- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری.....۶۸

۳-۱-۱۶- حالت اول ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۶۹

۳-۱-۱۷- حالت دوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۷۰

۳-۱-۱۸- حالت سوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری.....۷۱

۳-۱-۱۹- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۲
۳-۱-۲۰- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۳
۳-۱-۲۱- حالت اول ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۴
۳-۱-۲۲- حالت سوم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۵
۳-۱-۲۳- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۶
۳-۱-۲۴- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۷
۳-۱-۲۵- حالت اول ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۸
۳-۱-۲۶- حالت سوم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۹
۳-۱-۲۷- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۰
۳-۱-۲۸- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۱
۳-۱-۲۹- حالت اول ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۲
۳-۱-۳۰- حالت سوم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۳
۳-۱-۳۱- حالت اول ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۴
۳-۱-۳۲- حالت سوم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۵
۳-۱-۳۳- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۶
۳-۱-۳۴- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۷
۳-۱-۳۵- حالت اول ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۸
۳-۱-۳۶- حالت سوم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۹
۳-۱-۳۷- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۹۰
۳-۱-۳۸- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۹۱
۳-۱-۳۹- حالت اول ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۲
۳-۱-۴۰- حالت سوم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۳
۳-۱-۴۱- حالت چهارم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۴
۳-۱-۴۲- حالت پنجم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۵
۳-۲- نتایج عددی حاصل از بهینه سازی پوسته..... ۹۶
۳-۳- بحث در مورد نتایج حاصل..... ۱۰۷

۳-۳-۱- تاثیر شرایط تکیه گاهی بر تغییرات ابعادی پوسته..... ۱۰۸
۳-۳-۱-۱- تاثیر تغییرات تکیه گاهی بر شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۰۸
۳-۳-۱-۲- تاثیر شرایط تکیه گاهی بر تغییرات ابعادی پوسته در شکل بهینه نهایی پوسته.... ۱۱۱
۳-۳-۱-۳- تاثیر شرایط تکیه گاهی بر تغییرات ابعادی پوسته درکاهش حجم شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۲
۳-۳-۱-۴- تاثیر شرایط تکیه گاهی بر تعداد تکرار لازم برای رسیدن به شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۲
۳-۳-۲- تاثیر شرایط بارگذاری بر تغییرات ابعادی پوسته..... ۱۱۲
۳-۳-۲-۱- تاثیر تغییرات شرایط بارگذاری بر شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۲
۳-۳-۲-۲- تاثیر شرایط بارگذاری بر تغییرات ابعادی پوسته درکاهش حجم شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۴
۳-۳-۲-۳- تاثیر شرایط بارگذاری بر تعداد تکرار لازم برای رسیدن به شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۴
۳-۳-۳- تاثیر تغییرات ابعادی پوسته برروی شکل بهینه نهایی..... ۱۱۴
۳-۳-۳-۱- تاثیر نسبت طول به عرض در شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۴
۳-۳-۳-۲- تاثیر نسبت طول به عرض در کاهش حجم شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۱۶
۳-۳-۳-۳- تاثیر نسبت طول به عرض در تکرارهای لازم برای رسیدن به شکل بهینه نهایی پوسته..... ۱۲۳
۳-۴- مثال هایی برای استفاده از نتایج حاصل..... ۱۲۴
۳-۴-۱-مثال اول..... ۱۲۴
۳-۴-۲-مثال دوم..... ۱۲۶
۳-۵- پیشنهادات..... ۱۲۷

منابع مورد استفاده..... ۱۲۸

پیوست

محاسبه عدد حساسیت..... ۱۳۱

فهرست اشکال

اشکال | صفحه

شکل ۲-۱ سازه میشل ۲۳

شکل ۲-۲ ناحیه طراحی برای سازه میشل ۲۳

شکل ۲-۳ (a~c) پاسخ ESO برای سازه میشل ۲۴

شکل ۲-۴ تاریخچه تکامل تنش های سازه ۲۵

شکل ۲-۵ تاریخچه نسبت احجام سازه میشل ۲۵

شکل ۲-۶ (a~c) تاثیر مقادیر RR_0 و ER و RR_n در توپولوژی نهایی سازه میشل ۲۷

شکل ۲-۷ طرح بهینه برای صفحه مربعی با لبه های ساده ۲۹

شکل ۲-۸ توزیع ضخامت بهینه پیشنهادی بروش ESO برای صفحه مربعی با لبه های ساده ۳۰

شکل ۲-۹ ایجاد الگوی شطرنجی در صفحه مربعی زمانی که از اجزاء چهار گرهی استفاده شود ۳۲

شکل ۲-۱۰ از بین رفتن الگوی شطرنجی در صفحه مربعی با استفاده از روش باز توزیع عدد حساسیت ۳۳

شکل ۲-۱۱ پوسته تک انحناء مفروض به همراه اجزاء پوسته ای جدا شده از آن ۳۶

شکل ۲-۱۲ ابعاد یک پوسته تک انحناء ۴۰

شکل ۲-۱۳ تغییرات ابعاد پوسته تک انحناء ۴۲

شکل ۲-۱۴ شرایط تکیه گاهی مفروض برای پوسته تک انحناء ۴۴

شکل ۲-۱۴ شرایط تکیه گاهی مفروض برای پوسته تک انحناء ۴۵

شکل۳-۱ حالت اول ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری ۵۴

شکل۳-۲ حالت دوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری ۵۵

شکل۳-۳ حالت سوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری ۵۶

شکل۳-۴ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری ۵۷

شکل۳-۵ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری ۵۸

شکل۳-۶ حالت اول ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری ۵۹

شکل۳-۷ حالت دوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری ۶۰

شکل۳-۸ حالت سوم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۶۱
شکل۳-۹ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۶۲
شکل۳-۱۰ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت اول تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۶۳
شکل۳-۱۱ حالت اول ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۶۴
شکل۳-۱۲ حالت دوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۶۵
شکل۳-۱۳ حالت سوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۶۶
شکل۳-۱۴ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۶۷
شکل۳-۱۵ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۶۸
شکل۳-۱۶ حالت اول ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۶۹
شکل۳-۱۷ حالت دوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۰
شکل۳-۱۸ حالت سوم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۱
شکل۳-۱۹ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۲
شکل۳-۲۰ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت دوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۳
شکل۳-۲۱ حالت اول ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۴
شکل۳-۲۲ حالت سوم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۵
شکل۳-۲۳ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۶
شکل۳-۲۴ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۷۷
شکل۳-۲۵ حالت اول ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۸
شکل۳-۲۶ حالت سوم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۷۹
شکل۳-۲۷ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۰
شکل۳-۲۸ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت سوم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۱
شکل۳-۲۹ حالت اول ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۲
شکل۳-۳۰ حالت سوم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۳
شکل۳-۳۱ حالت اول ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۴
شکل۳-۳۲ حالت سوم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۵

شکل۳-۳۳ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۶
شکل۳-۳۴ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت چهارم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۸۷
شکل۳-۳۵ حالت اول ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۸
شکل۳-۳۶ حالت سوم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۸۹
شکل۳-۳۷ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۹۰
شکل۳-۳۸ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت اول بارگذاری..... ۹۱
شکل۳-۳۹ حالت اول ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۲
شکل۳-۴۰ حالت سوم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۳
شکل۳-۴۱ حالت چهارم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۴
شکل۳-۴۲ حالت پنجم ابعادی با فرض حالت پنجم تکیه گاهی و حالت دوم بارگذاری..... ۹۵
شکل ۳-۴۳ تاثیر تغییرات شرایط تکیه گاهی بر شکل بهینه..... ۱۰۹
شکل ۳-۴۴ مقایسه شکل بهینه حاصل از روند بهینه سازی ESO با سازه خرپای میشل..... ۱۱۰
شکل ۳-۴۵ مقایسه شکل بهینه حاصل از روند بهینه سازی..... ۱۱۱
شکل ۳-۴۶ تاثیر شرایط بارگذاری برروی رفتار و شکل بهینه پوسته..... ۱۱۳
شکل ۳-۴۷ تاثیر نسبت طول به عرض پوسته در شکل بهینه..... ۱۱۵
شکل ۳-۴۸ شکل بهینه مثال ۳-۴-۱ و طرز استفاده از نمودار ۳-۱ ..... ۱۲۵
شکل ۳-۴۹ شکل بهینه مثال ۳-۴-۲ و طرز استفاده از نمودار ۳-۱۰..... ۱۲۶

فهرست جداول

صفحه

جداول

جدول ۲-۱ مقایسه تنش ها و احجام سازه اولیه و سازه بهینه شده..... ۲۵

جدول ۲-۲ مقایسه میان میزان بار بحرانی برای صفحه یکنواخت و صفحه بهینه شده..... ۲۹

جدول شماره ۳-۱ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت اول تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۹۷

جدول شماره ۳-۲ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت اول تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۹۸

جدول شماره ۳-3 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت دوم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۹۹

جدول شماره ۳-4 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت دوم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۰۰

جدول شماره ۳-5 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت سوم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۰۱

جدول شماره ۳-۶ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت سوم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۰۲

جدول شماره ۳-۷ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت چهارم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۰۳

جدول شماره ۳-۸ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت چهارم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۰۴

جدول شماره ۳-۹ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت پنجم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۰۵

جدول شماره ۳-۱۰ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت پنجم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۰۶

فهرست نمودارها

صفحه

نمودار

نمودار شماره ۳-۱ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت اول تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۱۸

نمودار شماره ۳-۲ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت اول تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۱۸

نمودار شماره ۳-3 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت دوم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۱۹

نمودار شماره ۳-4 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت دوم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۱۹

نمودار شماره ۳-5 نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت سوم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۲۰

نمودار شماره ۳-۶ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت سوم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۲۰

نمودار شماره ۳-۷ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت چهارم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۲۱

نمودار شماره ۳-۸ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت چهارم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۲۱

نمودار شماره ۳-۹ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت پنجم تکیه گاهی با فرض حالت اول بارگذاری..... ۱۲۲

نمودار شماره ۳-۱۰ نتایج عددی بهینه سازی پوسته با حالات مختلف ابعادی و حالت پنجم تکیه گاهی با فرض حالت دوم بارگذاری..... ۱۲۲

مقدمه :

یکی از مهمترین اهداف مهندسی سازه بهینه کردن سازه از جنبه های مختلف سازه ای، کاربردی و اقتصادی می باشد. در کل هدف از بهینه سازی سازه سوق دادن طرح در یک شرایط معین در جهتی است که در عین افزایش کارایی سازه، هزینه های مورد نیاز کاهش یابد. این بدان معناست که با صرف انرژی، مصالح و زمان کمتر به طرحی هدفمندتر برسیم. بی شک از این روست که بحث بهینه سازی در سالهای اخیر ارتباط تنگاتنگی با اکثر علوم مهندسی، ریاضیات و بسیاری فناوریها و تکنولوژی های مدرن پیدا کرده است.

امروزه بحث بهینه سازی سازه ها به یکی از شاخه های فعال رشته مهندسی سازه تبدیل شده و مطالعات و تحقیقات فراوانی برای رسیدن به سازه هایی بهینه، کار آمد و اقتصادی انجام شده است و یا در حال انجام می باشد.

کاربرد روزافزون و گسترده سازه های پوسته ای، بحث بهینه سازی این نوع سازه ها را در کنار سایر انواع دیگر سازه ها مطرح می کند. هدف اصلی در این بحث بدست آوردن بهترین ابعاد اولیه برای طراحی می باشد. بی شک بسیاری پارامترها در انتخاب این ابعاد اولیه موثر است. از جمله این پارامترها می توان به محدودیت های ناشی از ساختگاه سازه، نوع بارگذاری، میزان بار وارده بر سازه، شرایط تکیه گاهی موردنظر و سایر شرایط محیطی حاکم بر طرح اشاره کرد. انتخاب ابعاد اولیه با توجه به این شرایط برای رسیدن به یک طرح بهینه و مطمئن نهایی موضوعی است که ما در این تحقیق آن را بررسی خواهیم کرد.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- بهینه سازی سازه ها

با نگاهی اجمالی به طبیعت در می یابیم که یکی از مهمترین عوامل حفظ و دوام حیات بر روی کره زمین امر بهینه سازی است. تبدیل تدریجی موجودات اولیه و نخستین به موجودات پیچیده بهینه شده کنونی و استمرار بی وقفه این روند بهینه سازی نشانگر ارتباط تنگاتنگ بهینه سازی با زندگی تمام موجودات از جمله انسان می باشد. آدمی نیز در طی هزاران سال بهینه سازی را در هر گوشه ای از زندگی خود به کار برده و از ابتدایی ترین ابزارآلات سنگی به پیشرفته ترین تجهیزات مهندسی رسیده است. شاید اگر انسان اولیه در فکر پرتاب نیزه نمی بود امروزه موشک هایی که انسان ها را از مرز کره زمین فراتر می برند به فضا پرتاب نمی شد.

علوم سازه ای از دیر باز تحت تاثیر امر بهینه سازی بوده و مبحث بهینه سازی همواره مورد توجه طراحان سازه قرار گرفته است، ولی با توجه به نیاز به سازه های اقتصادی تر در دهه های اخیر این بحث مورد توجه خاصی قرار گرفته و به یکی از مباحث پر رونق مهندسی سازه تبدیل شده و تحقیقات گسترده ای در این زمینه صورت گرفته است. حاصل این تحقیقات تبدیل روشهای بهینه سازی به یک ابزار قدرتمند برای طرح سازه ها می باشد. بر خلاف گذشته که روش سعی و خطا، بصورت تجربی با استفاده از درک و شم مهندسی برای پیدا کردن طرح بهینه استفاده می شد، امروزه روش های متعددی مبتنی بر محاسبات پیچیده و حجیم با استفاده از کامپیوترهای پیشرفته پیشنهاد شده است که سبب بوجود آمدن تحولی عظیم در مهندسی سازه شده است.

مراحل طراحی یک سازه را می توان در حالت کلی به سه مرحله تقسیم کرد :

- در مرحله اول طراح بایستی با توجه به فضای طراحی و شرایط موجود، فرم و سیستم سازه را مشخص کند. این مرحله معمولا با استفاده از تجربه و درک مهندسی طراح انجام شده و یافتن یک الگوریتم خاص برای آن مشکل است.

- مرحله دوم، مرحله طرح مقدماتی می باشد که در این مرحله شکل سازه تعیین می گردد.
- مرحله سوم، مرحله طرح جزئیات است.

در هرکدام از این سه مرحله می توان از انواع روشهای بهینه سازی برای بهینه کردن طرح استفاده کرد. طراح بایستی با در نظر گرفتن شرایط سازه بهترین و مناسبترین روش بهینه سازی را انتخاب کرده و آن را در طرح سازه بکار برد. بی شک آشنایی کامل با تواناییها، نواقص و خطاهای احتمالی هر یک از این روشها تاثیر بسزایی در نتیجه نهایی طرح خواهد داشت.

۱-۲- بهینه سازی سازه ها به روش ESO

در سال های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۷ دو تن از اساتید بخش هوا و فضای دانشگاه سیدنی به نام های مایک خی و گرانت استون ، روش نو، کارآور و ساده ای را به منظور بهینه سازی ، سازه ها ابداع نمودند که ESO نام دارد [۱۹].

روش بهینه سازی ESO در واقع مخفف عبارت Evolutionary Structural Optimization به معنی بهینه سازی تکاملی سازه ای می باشد که برای سازه های تنش سطح پایه ریزی شده و تا هم اکنون تحقیقات برای فرمول بندی ریاضی و تعمیم روش به کلیه سازه ها و انواع قیود و تهیه نرم افزاری جامع برای انواع شاخه های بهینه سازی ادامه دارد که بیشتر این تحقیقات نوین در این زمینه را دکتر کوئرین استاد دانشگاه لیدز انگلیس عهده دار بوده است.

بطور کلی روش ESO بر اساس روند ساده ای استوار است که در این روش با در نظر گرفتن کلیه شرایط حاکم بر سازه از قبیل شرایط ساختگاهی، شرایط تکیه گاهی، شرایط بارگذاری و ... با حذف تدریجی مصالح غیر لازم از سازه، شکل نهایی بهینه سازه را با توجه به نیاز ها و انتظارات از سازه هدف ارائه می کند و سازه را به سمت بهترین نوع توزیع تنش سوق می دهد.

روش ESO برای انجام عمل بهینه سازی از آنالیز المان محدود استفاده می کند. بر اساس تحقیقات انجام گرفته، تعداد و نوع المانهای بکار رفته در تحلیل امان محدود و روند بهینه سازی تاثیر بسزایی در طرح بهینه نهایی دارد.

در این پایان نامه، تاثیر ابعاد اولیه سازه های پوسته ای تک انحناء در شکل بهینه نهایی با استفاده از روش ESO بررسی خواهد شد.

۱-۳- روش های تحلیل المان های محدود (Finite Element Analysis)

امروزه کامپیوتر به یکی از مهمترین ابزار تحلیل مسائل مهندسی تبدیل شده است. یکی از معمول ترین مسائل حل معادلات دیفرانسیل به کار رفته در این گونه مسائل می باشد. دو روش عمده برای حل این معادلات بکار گرفته می شود که عبارتند از روش های تفاضل محدود و روش های المان محدود؛ که در هر دو روش مجموعه ای معادلات جبری جایگزین معادلات دیفرانسیل اصلی می شوند.

روش تحلیل المان محدود بر این اساس می باشد که ابتدا تحلیل را با تقریب ناحیه مورد نظر از طریق تقسیم آن به چندین المان محدود غیر یکنواخت که به گره های وابسته متصل اند، آغاز می کند. در ادامه در هر المان، تغییر متغیر وابسته را بر حسب مکان به وسیله تالع درون یابی تقریب می زند. سپس این تابع بر حسب مقادیر متغیر وابسته در گره های مربوط به جزء تعریف می شود. بدین ترتیب، نوعی عبارت انتگرالی هم ارز جایگزین مساله اصلی می گردد. سپس تابع های درون یابی مفروض در شکل انتگرالی حاکم جایگزین و انتگرال گیری شده و با نتایج سایر المان ها ترکیب می شود. این عملیات منجر به ایجاد معادلات جبری می شود که بایستی آن را برای متغیر وابسته در هر گره حل نمود [۵].

روش المان محدود ابزار تحلیلی عددی کاربردی و مهمی است و تقریبا در تمام سطوح مهندسی و ریاضیات کاربردی به کار می رود، به طوری که در برخی از شاخه های مهندسی از قبیل مکانیک جامدات و سازه تقریبا کلیه تحلیل های به طور انحصاری بر تکنیک های روش المان محدود استوار

است. با توجه به این مطلب امروزه متون متنوع و فراوانی برای ارائه تئوری روش المان محدود در دسترس می باشد.

در شیوه بهینه سازی ESO نیز برای تحلیل سازه و یافتن پارامتر های بهینه سازی از قبیل تنش المان های سازه مد نظر و یا جابجایی المان های دخیل در روند بهینه سازی، از تحلیل المان محدود استفاده می شود.

۱-۴- تکنیک های رفع خطا در بهینه سازی توپولوژیک سازه ها

در برخی از مسائل بهینه سازی، پس از طی مراحل کار در نهایت به سازه ای می رسیم که به علت وجود خطاها و یا ضعف هایی در روند بهینه سازی دارای ناهنجاری بوده و به لحاظ عملی قابل استفاده نیستند. عوامل مختلفی در بروز این قبیل مشکلات دخیل هستند که از این جمله می توان به وابستگی روند بهینه سازی به نحوه مش بندی و وجود مینیمم های محلی اشاره کرد.

از جمله مهمترین خطاها در روند بهینه سازی ایجاد الگوهای شطرنجی در سازه بهینه می باشد. تحقیقات گسترده ای به منظور یافتن علل وقوع این خطا و راه حل هایی بر طرف کردن آن انجام گرفته است. تفسیر ناپایداری الگوی شطرنجی و عللل بوجود آمدن آن توسط زیگموند، ژاک، هابر و دایاز در سال ۱۹۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. آنها بر این عقیده اند که این ناپایداری ناشی از خطاهای ریاضی روند بهینه سازی و در اثر استفاده از المانهایی با مرتبه پایین در مش بندی فضای طراحی ایجاد می شود [۷].

روش های مختلفی برای غلبه بر مساله الگوی شطرنجی ارائه شده است. از جمله روش باز توزیع عدد حساسیت در بین المان ها و تکنیک های پردازش تصویری، هر یک از این روش ها با توجه به روند عملکرد خود برای مسائل مختلف بهینه سازی قابل استفاده می باشند.

از میان این دو روش، روش باز توزیع عدد حساسیت با شیوه بهینه سازی ESO هماهنگی بیشتری داشته و به آسانی قابل استفاده می باشد.

روش های مبتنی بر تکنیک های پردازش تصویر نیز در برخی موارد برای روش بهینه سازی ESO قابل استفاده می باشد. در این پایان نامه ما از هر دو روش برای کاهش خطای بهینه سازی استفاده خواهیم کرد.