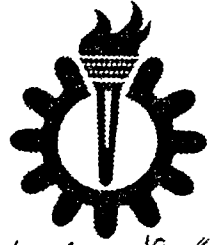


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی مکانیک

016514

تحلیل استاتیکی و خستگی اتصالات جوشی یک شاسی پروفیلی

تهیه و تنظیم:

هادی پیرعلی زفره ئی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی

استاد راهنما: دکتر محمد حق پناهی

آبان ۱۳۸۰

۳۹۱۲۴

## چکیده

هدف از انجام این پروژه، تحلیل استاتیکی و خستگی اتصالات جوشی سازه اتوبوس C 457 می باشد بطوریکه با انجام این تحلیل ، در گام اول بتوان اتصالات بحرانی سازه را از دیدگاه مناطق تمرکز تنش بالا در کلاس های مختلف اتصالات ، پیدا کرده و ضریب اطمینان در این اتصالات را محاسبه کرد تا در نهایت اتصالات دارای ضریب اطمینان پائین به عنوان اتصالات ضعیف سازه معرفی شوند. بدین منظور ۴ اتصال از سازه اتوبوس انتخاب شده است که دو تای آنها در قسمت پنج خم عقب قرار داشته و دو تای دیگر از قسمت جلوی اتوبوس انتخاب شده است. روش تحلیل استاتیکی بر اساس روش اجزا محدود استوار است و انتخاب المان مناسب در مناطق جوش و اطراف آن و تعیین ضرائب تمرکز تنش در اتصالات از نکات برجسته این قسمت از پروژه است که این مرحله از کار ، با توجه به مقالات مشابه در سالهای اخیر صورت گرفته است. در گام دوم ، تحلیل خستگی اتصالات انجام شده است و عمر اتصالات و ضرائب اطمینان در بار خستگی برای اتصالات محاسبه شده است.

## تشکر و سپاس:

اکنون که به یاری خداوند متعال توفیق آنرا یافته ام که تهیه و تدوین پایان نامه را به انجام برسانم ، از جناب آقای دکتر حق پناهی که در انجام این پروژه ، از راهنمائیهای موثر و زحمات فراوان ایشان بهره مند شدم ، کمال تشکر و قدردانی را می نمایم و امیدوارم که در تمامی مراحل زندگی ، موفق و موید باشند. همچنین از همکاری صمیمانه آقایان: مهندس گل محمدی و مهندس بابازاده همچنین آقایان: مهندس یوسفی و مهندس صفاریور به جهت همکاری صمیمانه ایشان در ارائه اطلاعات در قسمت مهندسی محصول شرکت ایران خودرو دیزل نیز تشکر و قدردانی می نمایم.

صفحه	عنوان
۱.....	مقدمه.....
	فصل ۱: روشهای تحلیل و طراحی سازه های جوشی
۴.....	(۱-۱): مقدمه.....
۴.....	(۱-۲): مزایای جوش نسبت به پیچ و پرچ.....
۴.....	(۱-۲-۱): بازدهی اتصال بالا.....
۴.....	(۱-۲-۲): کاهش وزن.....
۴.....	(۱-۲-۳): عدم محدودیت در ضخامت.....
۴.....	(۱-۲-۴): کاهش در هزینه و زمان تولید.....
۴.....	(۱-۳): معایب اتصالات جوشی.....
۴.....	(۱-۳-۱): پیشرفت سریع ترک در اتصال.....
۴.....	(۱-۳-۲): وجود عیوب مختلف در جوش.....
۷.....	(۱-۳-۳): عدم قابلیت جوشکاری بعضی از مواد.....
۷.....	(۱-۳-۴): عدم وجود تکنیکهای تستهای غیر مخرب قابل اطمینان.....
۷.....	(۱-۳-۵): تنشهای پسماند و تغییر شکلها.....
۸.....	(۱-۴): طبقه بندی انواع اتصالات جوشی.....

- ۸.....(۱-۴-۱):انواع اتصالات از لحاظ شکل هندسی اتصال
- ۹.....(۱-۴-۲):انواع اتصالات از لحاظ نوع جوشکاری
- ۱۳.....(۱-۵):انتخاب نوع جوش
- ۱۴.....(۱-۶):اتصالات پروفیلی توخالی
- ۱۵.....(۱-۶-۱):مدهای گسیختگی اتصالات پروفیلی
- ۱۸.....(۱-۶-۲):روندهای کلی جهت تحلیل و طراحی
- ۲۰.....(۱-۷):ضرائب تمرکز تنش
- فصل ۲:تحلیل استاتیکی اتصالات با استفاده از مدل تیری شاسی و بدنه
- ۲۴.....(۲-۱):خصوصیات مدل اجزا محدود سازه پروفیلی اتوبوس C 457
- ۲۵.....(۲-۲):تئوری المان BEAM 4
- ۲۷.....(۲-۳):ثوابت حقیقی و خصوصیات مواد المان
- ۲۷.....(۲-۴):شرایط تکیه گاهی
- ۳۱.....(۲-۵):نیروهای وارده بر اتوبوس در حالت سکون
- ۳۱.....(۲-۵-۱):نیروی وارده از طرف مسافرین و بار همراه آنها
- ۳۱.....(۲-۵-۲):نیروی ناشی از وزن موتور و گیربکس
- ۳۱.....(۲-۵-۳):نیروی ناشی از وزن پروفیلی اتوبوس، ورق کوبی ها، تزئینات
- ۳۲.....(۲-۶):بررسی نتایج تحلیل استاتیکی
- ۳۳.....(۲-۷):محاسبه تاریخچه ضریب ایمنی سازه
- ۳۴.....(۲-۸):انتخاب اتصالات بحرانی جهت تحلیل استاتیکی

۳۶.....(۲-۹):استخراج تنشها در مقاطع برش خورده هر اتصال

فصل ۳: روش مدلسازی اجزا محدود اتصالات

۴۳.....(۳-۱):مرور مقالات در زمینه مدلسازی و تحلیل اتصالات

(۳-۱-۱):ایجاد شرایط جزئی سازگاری در مدلسازی اتصالات پروفیلی با استفاده از

۴۳.....المانهای shell و solid

(۳-۱-۲):تخمین ضرائب تمرکز تنش در ریشه جوش برای اتصالات T

۴۶.....شکل

(۳-۱-۳):تحلیل اجزا محدود ۳ بعدی یک اتصال T شکل تحت بارگذاری مرکب

۴۷.....محوری و خمشی

۴۸.....(۳-۲):نحوه مدلسازی اتصالات

۴۹.....(۳-۲-۱):مدلسازی اتصالات توسط روش Submodeling

۵۱.....(۳-۳):انتخاب المان مناسب

۵۳.....(۳-۳-۱):تئوری المان Solid 72

۵۴.....(۳-۳-۲):تئوری المان Solid 92

۵۵.....(۳-۳-۳):تئوری المان Shell 63

فصل ۴:تحلیل استاتیکی اتصالات جوشی با استفاده از روش اجزا محدود

۵۸.....(۴-۱):الگوریتم تحلیل استاتیکی

۵۸.....(۴-۲):خواص مادی

۵۸.....(۴-۲-۱):خواص پروفیل ها

- ۵۸.....(۲-۲-۴):خواص مادی جوش
- ۶۰.....(۳-۴):نحوه بارگذاری و اعمال شرایط مرزی
- ۶۰.....(۴-۴):محاسبه ضرائب تمرکز تنش
- ۶۱.....(۵-۴):محاسبه ضرائب اطمینان
- ۶۲.....(۶-۴):مراحل اجرای الگوریتم تحلیل استاتیکی
- ۶۴.....(۷-۴):مدلهای اجزا محدود اتصالات
- ۶۸.....(۸-۴):نتایج تحلیل با المان Solid 72
- ۸۰.....(۹-۴):نتایج تحلیل به روش Submodeling
- ۹۲.....(۱۰-۴):نتایج تحلیل توسط المانهای مرکب برای اتصال ۴ در بارگذاری opb

#### فصل ۵:تحلیل خستگی اتصالات و ارائه نتایج

- ۹۷.....(۱-۵):طیف بارگذاری
- ۹۷.....(۲-۵):ملاحظات عمومی
- ۹۸.....(۳-۵):بارگذاری حین کار
- ۹۸.....(۴-۵):طیف عملکرد خودرو
- ۹۹.....(۵-۵):پارامترهای موثر در طیف بارگذاری خودرو
- ۱۰۰.....(۶-۵):ارزیابی آماری پارامترهای موثر در بارگذاری
- ۱۰۰.....(۱-۶-۵):نیروهای وارده بر خودرو
- ۱۰۱.....(۲-۶-۵):توزیع سرعت
- ۱۰۱.....(۳-۶-۵):نوع جاده



- ۱۰۳.....(۵-۶-۴):شرایط ترافیکی و نوع عملکرد
- ۱۰۳.....(۵-۷):انواع بارهای وارده بر خودرو
- ۱۰۴.....(۵-۸):پیش بینی مسیر شکست در اتصالات
- ۱۰۵.....(۵-۹):الگوریتم تحلیل خستگی
- ۱۰۶.....(۵-۱۰):تحلیل خستگی ناشی از ناهمواریهای جاده
- ۱۰۸.....(۵-۱۰-۱):آنالیز دینامیکی گذرا
- ۱۱۶.....(۵-۱۰-۲):محاسبه عمر اتصالات توسط روش رین فلو
- ۱۱۸.....(۵-۱۱):تحلیل خستگی با بارگذاری دامنه ثابت

## لیست علائم و اختصارات

.....tm	اختلاف درجه حرارت نقطه انجماد و درجه حرارت محیط
.....E	مدول الاستیسیته
.....β	نسبت عرض شاخه فرعی اتصال به شاخه اصلی اتصال
.....τ	نسبت ضخامت شاخه فرعی اتصال به شاخه اصلی اتصال
.....p	نیروی محوری
.....δ	میزان جابجائی
.....tc	ضخامت شاخه اصلی اتصال
.....Fy0	تنش تسلیم شاخه اصلی اتصال
.....Vp	تنش برشی سوراخ کننده
.....σhs	تنش نقطه ای داغ
.....σnom	تنش اسمی
.....Smax	تنش ماکزیمم
.....Sdir	تنش نرمال
.....Sbzt	ماکزیمم تنش خمشی در جهت محور Z المان
.....Sbyb	ماکزیمم تنش خمشی در جهت محور y المان
.....U	تغییر مکان

چرخش.....	Q
ضریب تمرکز تنش.....	S.C.F
تنش نهائی.....	Sut
تنش تسلیم.....	Sy
ضریب اطمینان.....	S.F
تنش نقطه ای سوزان.....	H.S.S
ضریب مربوط به ناهمواریهای جاده.....	Gr
خستگی سیکل بالا.....	H.C.F
خستگی سیکل پائین.....	L.C.F
فرکانس تحریک.....	$\omega$
میزان تاخیر زمانی.....	$\tau_0$
سرعت خودرو.....	V
دامنه تنش.....	$\sigma_a$
تنش متوسط.....	$\sigma_m$
حد دوام نمونه.....	Se

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸.....	شکل (۱-۱): انواع اتصالات از دیدگاه هندسه اتصال
۹.....	شکل (۱-۲): چند نمونه از جوشهای شیاری
۱۰.....	شکل (۱-۳): مقایسه حجم جوش در دو جوش جناغی ۷ شکل یکطرفه و دو طرفه با ضخامت و طول مساوی
۱۱.....	شکل (۱-۴): جوشهای گوشه ای (A) یکطرفه (B) دو طرفه
۱۲.....	شکل (۱-۵): اندازه جوشهای گوشه ای
۱۳.....	شکل (۱-۶): جوش نقطه ای (a) جوش درزی (b)
۱۴.....	شکل (۱-۷): مقایسه بین جوشهای گوشه ای و جناغی
۱۵.....	شکل (۱-۸): پارامترهای هندسی اتصالات پروفیلی
۱۶.....	شکل (۱-۹): مفهوم ساده شده تنش برشی
۱۶.....	شکل (۱-۱۰): حالات حدی برای $\beta > 0.8$
۱۷.....	شکل (۱-۱۱): توزیع غیر یکنواخت بار (a) مقاطع دایره ای (b) مقاطع مستطیلی
۱۹.....	شکل (۱-۱۲): خطوط تسلیم برای یک اتصال T شکل
۲۱.....	شکل (۱-۱۳): تعاریف تنش و کرنش موثر (روش برون یابی خطی)

- شکل (۲-۱):مدل اجزا محدود اتوبوس C 457.....۲۴
- شکل (۲-۲):المان الاستیک و ۳ بعدی BEAM 4.....۲۵
- شکل (۲-۳):نیروها و ممان های عکس‌العملی،تنش های محوری و خمشی.....۲۶
- شکل (۲-۴):کانتور تنش ماکزیمم گره های I ام در سراسر اتوبوس.....۳۲
- شکل (۲-۵): کانتور تنش ماکزیمم گره های I ام در سراسر اتوبوس.....۳۳
- شکل (۲-۶):اتصالات بحرانی انتخاب شده از شاسی اتوبوس.....۳۵
- شکل (۲-۷):نحوه چگونگی قرار گرفتن گره ها در اتصالات.....۳۷
- شکل (۳-۱):تقاطع المان های آجری و پوسته.....۴۴
- شکل (۳-۲):مدلسازی یک نوع اتصال T شکل.....۴۵
- شکل (۳-۳):هندسه اتصالات T شکل مورد مطالعه.....۴۶
- شکل (۳-۴):المان ۴ وجهی ۴ گره ای Solid 72.....۵۳
- شکل (۳-۵):المان ۴ وجهی ۱۰ گره ای Solid 92.....۵۴
- شکل (۳-۶):المان الاستیک Shell 63.....۵۵
- شکل (۴-۱):الگوریتم تحلیل استاتیکی.....۵۹
- شکل (۴-۲):مدل اجزا محدود اتصال ۱ با 8236 المان.....۶۴
- شکل (۴-۳):مدل اجزا محدود اتصال ۲ با 10085 المان.....۶۴
- شکل (۴-۴):مدل اجزا محدود اتصال ۳ با 11030 المان.....۶۵
- شکل (۴-۵):مدل اجزا محدود اتصال ۴ با 18914 المان.....۶۵
- شکل (۴-۶):مدل اجزا محدود اتصال ۱ با 5507 المان (Submodeling).....۶۶

- شکل (۷-۴): مدل اجزا محدود اتصال ۲ با 4159 المان (Submodeling)..... ۶۶
- شکل (۸-۴): مدل اجزا محدود اتصال ۳ با 7379 المان (Submodeling)..... ۶۷
- شکل (۹-۴): مدل اجزا محدود اتصال ۴ با 7748 المان (Submodeling)..... ۶۷
- شکل (۱۰-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۱, بارگذاری محوری..... ۶۸
- شکل (۱۱-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۱, بارگذاری خمش درون صفحه ای..... ۶۸
- شکل (۱۲-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۱, بارگذاری خمش برون صفحه ای..... ۶۹
- شکل (۱۳-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۲, بارگذاری مرکب..... ۶۹
- شکل (۱۴-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۳, بارگذاری مرکب..... ۷۰
- شکل (۱۵-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۴, بارگذاری محوری..... ۷۰
- شکل (۱۶-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۴, بارگذاری خمش درون صفحه ای..... ۷۱
- شکل (۱۷-۴): کانتور تنش معادل اتصال ۴, بارگذاری خمش برون صفحه ای..... ۷۱
- شکل (۱۸-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۱, بارگذاری محوری..... ۷۲
- شکل (۱۹-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۱, بارگذاری خمش درون صفحه ای..... ۷۲
- شکل (۲۰-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۱, بارگذاری خمش برون صفحه ای..... ۷۳
- شکل (۲۱-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۲, بارگذاری مرکب..... ۷۳
- شکل (۲۲-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۳, بارگذاری مرکب..... ۷۴
- شکل (۲۳-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۴, بارگذاری محوری..... ۷۴
- شکل (۲۴-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۴, بارگذاری خمش درون صفحه ای..... ۷۵
- شکل (۲۵-۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۴, بارگذاری خمش برون صفحه ای..... ۷۵

- شکل (۴-۲۶): نمودار تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری محوری ..... ۷۶
- شکل (۴-۲۷): نمودار تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری خمشی درون صفحه ای ..... ۷۶
- شکل (۴-۲۸): نمودار تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری خمشی برون صفحه ای ..... ۷۷
- شکل (۴-۲۹): نمودار تنش اصلی اتصال ۲، بارگذاری مرکب ..... ۷۷
- شکل (۴-۳۰): نمودار تنش اصلی اتصال ۳، بارگذاری مرکب ..... ۷۸
- شکل (۴-۳۱): نمودار تنش اصلی اتصال ۴، بارگذاری محوری ..... ۷۸
- شکل (۴-۳۲): نمودار تنش اصلی اتصال ۴، بارگذاری خمشی درون صفحه ای ..... ۷۹
- شکل (۴-۳۳): نمودار تنش اصلی اتصال ۴، بارگذاری خمشی برون صفحه ای ..... ۷۹
- شکل (۴-۳۴): کانتور تنش معادل اتصال ۱، بارگذاری محوری ..... ۸۰
- شکل (۴-۳۵): کانتور تنش معادل اتصال ۱، بارگذاری خمشی درون صفحه ای ..... ۸۰
- شکل (۴-۳۶): کانتور تنش معادل اتصال ۱، بارگذاری خمشی برون صفحه ای ..... ۸۱
- شکل (۴-۳۷): کانتور تنش معادل اتصال ۲، بارگذاری مرکب ..... ۸۱
- شکل (۴-۳۸): کانتور تنش معادل اتصال ۳، بارگذاری مرکب ..... ۸۲
- شکل (۴-۳۹): کانتور تنش معادل اتصال ۴، بارگذاری محوری ..... ۸۲
- شکل (۴-۴۰): کانتور تنش معادل اتصال ۴، بارگذاری خمشی درون صفحه ای ..... ۸۳
- شکل (۴-۴۱): کانتور تنش معادل اتصال ۴، بارگذاری خمشی برون صفحه ای ..... ۸۳
- شکل (۴-۴۲): کانتور تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری محوری ..... ۸۴
- شکل (۴-۴۳): کانتور تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری خمشی درون صفحه ای ..... ۸۴
- شکل (۴-۴۴): کانتور تنش اصلی اتصال ۱، بارگذاری خمشی برون صفحه ای ..... ۸۵