

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۳۲۸۲  
ک. ۹ - قهوه‌ها - دارد  
۲. ۲ - افسخ

۳۸۴۱

از اطلاعات آران علی ابن  
تسبیب آران

از اطلاعات آران علی ابن  
تسبیب آران



۱۳۸۰ / ۷ / ۲۰

# دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

رشته عمران - گرایش سازه

عنوان:

انعطاف پذیری اتصالات لوله‌ای در محدوده خطی و غیرخطی

نگارش:

سعید میرزایی خفری

استاد راهنما:

آقای دکتر علی اکبر آقا کوچک

استاد مشاور:

آقای دکتر حمید محرمی

خرداد ماه

014518

۱۳۸۰

۳۸۴۱



بسمه تعالی

مرکز اطلاعات آران علمی ایران  
تاسیس ۱۳۵۷

## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته  
که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب  
آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار  
خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

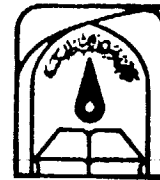
ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب محمد سیزان دانشجوی رشته عمران - سازه مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد سیزان

تاریخ و امضا: ۲۰/۱۰/۸۳

وزارت اطلاعات آذربایجان  
تاسیسات آذربایجان



دانشگاه تربیت مدرس

## تاییدیه هیات داوران

آقای سعید میرزائی خفری پایان نامه ۶ واحد خود را با عنوان انعطاف پذیری اتصالات لوله‌ای در محدوده خطی و غیرخطی در تاریخ ۸۰/۳/۳۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران باگرایش سازه پیشنهاد می‌کنند.

امضاء

نام و نام خانوادگی

اعضای هیات داوران

آقای دکتر آقا کوچک

۱- استاد راهنما:

آقای دکتر محرمی

۲- استاد مشاور:

آقای دکتر عربزاده

۳- استادان ممتحن:

آقای دکتر بهاری

آقای دکتر شفیعی‌فر

۴- مدیر گروه:

(یا نماینده گروه تخصصی)

این سند به عنوان نسخه نهائی پایان نامه / رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

تقدیم به پدر و مادر

که نخستین درس را در مکتب پر مهر و عطوفتشان

آموختم و تقدیم به آنان که جسم و

روم آکنده از محبت به آنهاست.

مرکز اطلاعات و آرکای علمی ایران  
تهران - آبان

تقدیم به او که هر چه دانش در اوست  
عین منش اوست، هر چه علمش افزونتر گردیده  
چون درختی تنومند و پر بار، سر تواضع بر زمین خم  
نموده و شاخهای پر برکت وجود خویش  
را ارزانی رهگذران نموده است.

با تشکر و قدردانی از اساتید  
محترم آقایان دکتر علی اکبر آقا کوچک و  
دکتر حمید محرمی که بدون یاریشان  
انجام این امر میسر نمی بود.

همچنین از دوستان عزیزه آقایان

بهرز عسگریان، علیرضا عزیزى ففرى، پیمان وشکینی

مجتبی تورانی، سید محمد موسوی، فرشید فرید

محمد رضا میرزایی، هومن پوردیان که صمیمانه

مرا یاری نموده اند، سپاسگزارم.

## چکیده:

سازه‌های لوله‌ای با مقطع دایره و تیز گوشه (مربع یا مستطیل) به مقیاس وسیع در سازه‌های دریائی و یا خرپاهای فضاکار و منابع هوائی فلزی و خرپاها که برای سازه‌هایی با دهانه بلند و وزن سبک، پل‌ها و دکل‌های به آب‌اندازی کشتی‌ها و ... بکار برده می‌شوند. عوامل متعددی باعث شده است که کاربرد این سازه‌ها نسبت به سایر سازه‌ها با مقاطع غیر لوله‌ای ارجحیت داشته باشند از جمله امکانات جوشکاری برای اتصالات آنها- مقاومت پیش‌پیشی مناسب- تقارن مقطع- سادگی شکل و زیبایی ظاهری- کاهش سطح رنگ کاری و خوردگی- بهترین رفتار در مقابل نیروهای هیدرودینامیکی و یا Drag نسبت به سایر مقاطع.

در تحلیل‌ها سازه‌ها و از جمله سازه‌های دریائی (سکوه‌های دریائی)، عمدتاً انعطاف‌پذیری اتصالات در نظر گرفته نمی‌شود و فرض می‌گردد که محل گره اتصال به عنوان یک گره مستقل بوده و اعضا در آن نقطه به گره وصل می‌شوند این بدان معناست که گره به صورت صلب عمل می‌نماید و تغییر فرمهای اعضا در گره‌ها با هم برابر خواهند بود و تمام زوایای اعضا در محل اتصال به گره چه قبل از اعمال بار و چه بعد از اعمال بار ثابت باقی می‌ماند. ولی این برخورد دقیق نبوده و سازه به طور واقعی مدل نشده است چرا که در واقعیت بعد از اعمال بارگذاری ملاحظه می‌گردد که تغییر فرمها همان نبوده است که در مدل گره صلب بدست آمده است. در سازه‌های ساخته شده از اعضاء لوله‌ای با اتصالات ساده (سخت شده)، اتصالات مقدار قابل توجهی انعطاف‌پذیری در محدوده الاستیک و الاستوپلاستیک دارند. این انعطاف‌پذیری باعث رفتار متفاوتی در تغییر شکل‌ها و توزیع نیروهای داخلی و بارهای کمانشی و فرکانس‌های طبیعی سازه نسبت به حالتی که اثر انعطاف‌پذیری در نظر گرفته نمی‌شود، می‌گردد.



اتصالاتی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند از نوع  $Y, T, K$  بوده‌اند که تحت بارگذاری خمشی و محوری قرار گرفته‌اند و با شبکه‌بندی اعضاء فرعی و اصلی و با انجام تحلیل‌های خطی و غیرخطی با استفاده از المان‌های پوسته‌ای (Shell) نازک، تغییر فرمهای ناحیه اتصال شامل تغییر مکانها و دوران‌ها تعیین شده و سپس با بررسی اثر پارامترهای هندسی روی انعطاف‌پذیری در محدوده پارامترهای تعریف شده، مطالعاتی صورت گرفته است.

حاصل تحلیل‌های انجام شده دستیابی به روابط پارامتریک جهت محاسبه سختی اتصالات مورد مطالعه در محدوده خطی براساس پارامترهای بدون بعد موثر برای اتصالات  $(\tau, \gamma, \beta)$  می‌باشد. که توسط این روابط می‌توان سختی‌های خمشی و محوری مورد نیاز برای اتصالات  $K, Y, T$  را بدست آورد. با توجه به نتایج و نمودارهای نیرو، تغییر فرم، روابط ریاضی جهت محاسبه نمودارهای نیرو، تغییر فرم برای اتصالات  $Y, T$  در محدوده خطی و غیرخطی برای بارگذاری محوری و خمشی ارائه شده است که با توجه به روابط پارامتریک سختی اولیه و محاسبه ضرائب لازم روابط یاد شده برای هر اتصال بدست می‌آید. با توجه به این روابط رفتار و سختی اتصال بیان شده در محدوده خطی و غیرخطی قابل مطالعه می‌باشند. سپس با معرفی مدل ساده‌ای که در محدوده خطی نتایج حاصل از المان محدود را ارائه دهد و در محدوده غیرخطی پوشش مناسبی به فرم نمودارهای نیرو، تغییر فرم حاصل از المان محدود پیشنهاد شد تا با در نظر گرفتن اثر انعطاف‌پذیری بتوان در مدل‌سازی سازه‌های لوله‌ای جهت آنالیز، اثر انعطاف‌پذیری اتصالات لوله‌ای را در نظر گرفت.

**کلید واژه:** اتصالات لوله‌ای - انعطاف‌پذیری - محدوده خطی و غیرخطی

# فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل ۱: کلیاتی راجع به مطالعات انجام شده در زمینه اتصالات لوله‌ای
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- بررسی مختصری از مطالعات و تحقیقات در زمینه اعضاء لوله‌ای
۷	۳-۱- شناخت انواع اتصالات لوله‌ای و بیان پارامترهای موثر بر آن
۹	۴-۱- انواع گسیختگی در اتصالات لوله‌ای
۲۱	۵-۱- تحقیقات انجام شده در زمینه اتصالات لوله‌ای
۲۱	۱-۵-۱- مطالعه و بررسی مقاومت نهائی اتصال
۲۴	۱-۱-۵-۱- بیان آئین‌نامه‌ها در زمینه مقاومت نهائی و طراحی اتصالات لوله‌ای
۲۵	۱-۱-۱-۵-۱- دستورالعمل API در مورد اتصالات لوله‌ای
۲۹	۲-۵-۱- ضرائب تمرکز تنش در اتصالات لوله‌ای و بررسی مسئله خستگی
۳۱	۳-۵-۱- مطالعاتی در مورد مدل کردن اتصالات با برنامه المان محدود
۳۳	۴-۵-۱- روش‌های تحلیل تنش‌های اتصالات لوله‌ای
۳۳	۱-۴-۵-۱- روش تحلیلی
۳۸	۲-۴-۵-۱- روش المان محدود
۴۴	۳-۴-۵-۱- روش تست مدلها
۴۶	۵-۵-۱- مطالعه انعطاف‌پذیری در اتصالات لوله‌ای
۵۱	۱-۵-۵-۱- روش انجام تحقیق

## فصل ۲: مدل سازی اتصالات لوله‌ای

۵۳	۱-۲- مقدمه
۵۳	۲-۲- معرفی نرم افزار ANSYS
۵۴	۳-۲- انتخاب مدل رفتاری در برنامه ANSYS
۵۷	۲-۳-۱- شرحی بر معیار فون میزز
۵۹	۲-۴-۱- طریقه مدل سازی در برنامه ANSYS
۵۹	۲-۵- فرضیات مورد استفاد در مدل سازی
۶۰	۲-۶- خواص مصالح مورد استفاده برای اتصالات
۶۱	۲-۷- المانهای مورد استفاده در مدل سازی
۶۴	۲-۸- تعیین ابعاد مناسب مش بندی
۷۳	۲-۹- تعیین معیارهای لازم جهت تحلیل های غیرخطی
۷۵	۲-۱۰- انتخاب المان Shell
۷۷	۲-۱۱- محاسبه تغییر فرم و سختی اتصالات
۷۹	۲-۱۲- بررسی اعتبار مدل اجزاء محدود

## فصل ۳: مطالعه و بررسی نتایج

۹۲	۳-۱- مقدمه
۹۲	۳-۲- معرفی هندسه اتصالات مورد مطالعه و بیان نوع بارگذاری آنها
۱۱۶	۳-۳- بررسی نتایج حاصل از مطالعات پارامتریک
۱۱۶	۳-۳-۱- بررسی اثر پارامترهای موثر روی سختی اتصالات
۱۶۲	۳-۳-۲- مقایسه سختی اتصالات T و y نسبت به اتصالات K

صفحه	عنوان
۱۶۲	۳-۲-۱- مقایسه انجام شده برای اتصالات T
۱۶۷	۳-۲-۲- مقایسه انجام شده برای اتصالات y
۱۷۲	۳-۳-۳- مقایسه نتایج بدست آمده از آنالیز ANSYS نسبت به روابط موجود در این زمینه
۱۷۲	۳-۳-۱- مقایسه انجام شده برای اتصالات T
۱۷۳	۳-۳-۲- مقایسه انجام شده برای اتصالات y

#### فصل ۴: ارائه روابط پارامتریک انعطاف پذیری برای اتصالات لوله‌ای و

##### معرفی مدل ساده جهت اعمال انعطاف پذیری برای سازه‌های لوله‌ای

۱۹۰	۴-۱- مقدمه
۱۹۰	۴-۲- ارائه روابط پارامتریک انعطاف پذیری برای اتصالات لوله‌ای
۱۹۰	۴-۲-۱- روابط پارامتریک انعطاف پذیری در محدوده خطی
۱۹۱	۴-۲-۱-۱- روابط پارامتریک برای اتصالات T
۱۹۱	۴-۲-۱-۲- روابط پارامتریک برای اتصالات y
۱۹۲	۴-۲-۱-۳- روابط پارامتریک برای اتصالات K
۲۰۵	۴-۲-۲- روابط پارامتریک نیرو- تغییر فرم در محدوده خطی و غیرخطی
۲۱۹	۴-۳- معرفی مدل ساده جهت اعمال اثر انعطاف پذیری
۲۲۰	۴-۳-۱- معرفی مدل ساده و بررسی در محدوده خطی
۲۳۱	۴-۳-۲- بررسی مدل ساده در محدوده خطی و غیرخطی

صفحه	عنوان
۲۴۲	نتایج
۲۵۱	مراجع
۲۵۴	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۶۳	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۲۷۳	ضمیمه

# فصل اول

کلیاتی راجع به مطالعات انجام شده در زمینه اتصالات لوله‌ای

## ۱-۱- مقدمه

سازه‌های لوله‌ای با مقاطع دایره و تیز گوشه (مربع یا مستطیل) به مقیاس وسیع در سازه‌های دریائی و ساحلی (خشکی)، خرپاهای فضاکار، دکلهای مخابراتی و انتقال نیرو، سازه‌های بالابر جرثقیل‌ها، منابع هوایی فلزی، خرپاها که برای سازه‌هایی با دهانه بلند و وزن سبک، پل‌ها، دکلهای به آب‌اندازی کشتی‌ها و سازه‌های مدور تفریحی موجود در پارکها و ... بکار برده می‌شود.

عوامل متعددی باعث شده است که کاربرد این سازه‌ها نسبت به سایر سازه‌ها با مقاطع غیر لوله‌ای ارجعیت داشته باشد از جمله: امکانات جوشکاری برای اتصالات آنها- مقاومت پیشینی مناسب- تقارن مقطع- سادگی مشکل و زیبائی ظاهری- کاهش سطح رنگ کاری و خوردگی- بهترین رفتار در مقابل نیروهای هیدرودینامیکی و یا Drag نسبت به سایر مقاطع. شکلهای (۱-۱) و (۲-۱) نمونه‌هایی از سازه‌های فوق‌الذکر را نشان می‌دهد.

## ۲-۱- بررسی مختصری از مطالعات و تحقیقات در زمینه اعضا لوله‌ای

اعضا لوله‌ای شکل کاربرد زیادی در سازه‌های مهندسی دارند. معمولا در سازه‌های دریایی خصوصا سکوهای دریایی از اعضا لوله‌ای با مقاطع دایروی استفاده می‌شوند. در سازه‌های دیگر مثل خرپا از اعضا لوله‌ای با مقاطع مربع یا مستطیل استفاده می‌شوند. بیشترین تحقیقاتی که به علت توسعه صنعت نفت تاکنون انجام گرفته است براساس نیازهای طراحی سازه‌ای سکوهای دریایی بوده است. سکوهای دریایی برای مقاصد مختلف نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد این سکوها دارای کاربردهای مختلف در حوزه‌های نفتی جهت بهره‌برداری، اکتشاف عمل امکان پرسنل فنی و غیره می‌باشند یکی از انواع مختلف سکوها سکوهای ثابت فلزی می‌باشد که در خلیج فارس نیز در حوزه نفتی ایران و