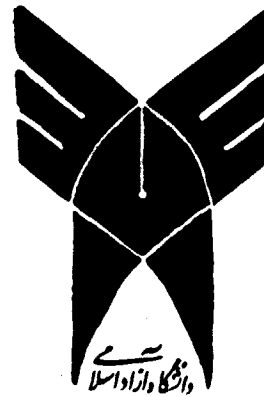
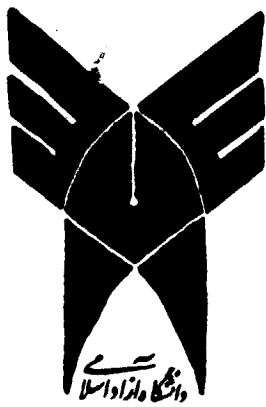


مرکز اطلاعات بزرگ علمی ایران  
کتابخانه بزرگ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**دانشگاه آزاد اسلامی**  
**واحد کرمان**

۱۳۷۹ / ۹ / ۲۰

**پایان نامه :**

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته : مهندسی عمران

گرایش : سازه

موضوع :

تحلیل تنش در قطعات فشاری استوانه‌ای و غلاف تقویتی و اتصالات

آنها به روش المان محدود و مقایسه با *STAAD III & SAP90*

استاد راهنما :

دکتر علی سینایی

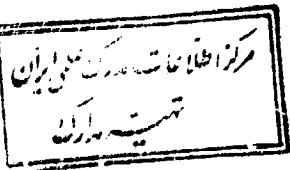
نگارش :

سیدقوام‌الدین حسینی

سال تحصیلی : ۷۸ - ۷۹

ب

۳۴۰۶۰



011205

موضوع:

تحلیل تنش در قطعات فشاری استوانه ای و غلاف تقویتی و اتصالات آنها

به روش المان محدود و مقایسه با *STAAD III & SAP90*

توسط:

سید قوام الدین حسینی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته و گرایش: مهندسی عمران - سازه

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۷۸/۱۰/۲۳ در مقابل هیئت داوران دفاع به

عمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.

اعضاء هیئت داوران:

استاد راهنما: دکتر علی سینایی

داور: دکتر سید حسین منصوری

داور: دکتر محمد باقر رهنما

داور: دکتر حامد صفاری

مدیر گروه آموزشی کارشناسی ارشد:

دکتر محمد باقر رهنما

معاون آموزشی دانشگاه:

مجید غلامحسین پور

سرپرست دانشگاه:

دکتر محمد حسین متقی

سرپرست کمیته تحصیلات تکمیلی:

دکتر محمد حسین متقی

## سپاسگذاری

در ابتدای این پایان نامه سپاس و قدردانی عمیق خود را از استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی سینایی که تمامی سعی و اهتمام خود را برای پیشبرد مقاصد این تحقیق بکار گرفته اند و همچنین از مدیریت محترم گروه کارشناسی ارشد عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان ، جناب آقای دکتر محمد باقر رهنما و تمامی اساتیدی که در دوران تحصیل دانشگاهی، مشاور و راهنمای اینجانب بوده اند ابراز می دارم.

تقدیم به:

پدرم

از خود گذشته ای که دستان توانایش تکیه گاهم و  
قلب پر محبتش گرمی بخش وجودم می باشد.

و

مادرم

فرشته مهربانی که با صبوری و عطوفت، لطف و  
امید به زندگانی را بر جانم نواخته است.

**تقدیم به :**

**خواهران و برادران مهربانم  
که هر آنچه دارم به پشتگرمی و لطف بی پایان  
آنها می باشد.**

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	چکیده
۲	مقدمه

### فصل اول: کلیات

۴	۱-۱- تاریخچه
۷	۲-۱- روش تعادل خشی
۷	۳-۱- محاسبه بار بحرانی اولر

### فصل دوم: آنالیز خطی پوسته ها به روش المانهای محدود

۱۴	۱-۲- مقدمه
۱۴	۲-۲- سختی یک المان مسطح در مختصات کلی
۱۷	۳-۲- تبدیل به مختصات کلی و جفت کردن المانها
۱۹	۴-۲- کسینوس های هادی محلی
۲۲	۵-۲- درجه آزادی دورانی
۲۴	۶-۲- سختی المان هشت گرهی ایزوپارامتریک با رویه خمیده

### فصل سوم: روابط حاکم بر رفتار غیر خطی سازه ها در روش المانهای محدود

۳۸	۱-۳- مقدمه
۳۹	۲-۳- روش های تکرار برای حل دستگاه معادلات غیر خطی
۴۴	۳-۳- معیار همگرایی
۴۴	۴-۳- ملاحظات عمومی در الاستیسته غیر خطی

- ۴۵ ۳-۵- روابط کرنش - تغییر مکان در رفتار غیر خطی هندسی
- ۴۶ ۳-۶- ملاحظات عمومی در رفتار غیر خطی هندسی سازه ها

### فصل چهارم: آنالیز غیر خطی پوسته ها به روش المانهای محدود

- ۵۱ ۴-۱- مقدمه
- ۵۲ ۴-۲- ماتریس سختی مماس ( $K_T$ ) برای المان هشت گرهی ایزوپارامتریک

### فصل پنجم: بررسی و مقایسه نتایج

- ۶۰ ۵-۱- مقدمه
- ۶۰ ۵-۲- بررسی تنش ستون در حالت قبل از کمانش
- ۶۳ ۵-۳- بررسی تنش ستون در حالت درحین کمانش
- ۶۸ ۵-۴- بررسی تنش در جوش
- ۷۲ نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۷۷ فهرست منابع

### پیوست یک: تنش های حرارتی و جوش

- ۸۰ ۱-۱- تنش های حرارتی و تمرکز تنش
- ۸۰ ۱-۲- تنش های حرارتی
- ۸۱ ۱-۳- روابط تنش ، کرنش و تغییر مکان
- ۸۳ ۱-۴- پیوستگی غلاف و استوانه اصلی
- ۸۶ ۱-۵- تمرکز تنش
- ۸۸ ۱-۶- بررسی جوش
- ۹۱ ۱-۷- معایب جوش
- پیوست دو: برنامه کامپیوتری



# فهرست شکلها

صفحه

عنوان

## فصل اول

- |    |                                |
|----|--------------------------------|
| ۷  | (۱-۱) بیان مفهوم پایداری تعادل |
| ۸  | (۲-۱) نمایش ستون اولر          |
| ۱۲ | (۳-۱) نمایش رفتار ستون اولر    |

## فصل دوم

- |    |   |
|----|---|
| ۱۵ | (۱-۲) نمایش یک المان مسطح در معرض "نیروهای داخل صفحه" و "خمش"     |
| ۱۷ | (۲-۲) نمایش مختصات محلی و کلی                                     |
| ۲۰ | (۳-۲) یک پوسته استوانه ای به صورت مجموعی از المان های مستطیلی     |
| ۲۱ | (۴-۲) مجموعه ای از المان های مثلثی نماینده یک پوسته با شکل دلخواه |
| ۲۷ | (۵-۲) المان محدود هشت گرهی، بردارهای گرهی                         |

## فصل سوم

- |    |                                  |
|----|----------------------------------|
| ۴۱ | (۱-۳) روش نیوتن رافسون           |
| ۴۳ | (۲-۳) روش نیوتن-رافسون اصلاح شده |

## فصل پنجم

۶۱	(۱-۵) نمودار تنش محوری ستون با ضخامتهای غلاف مختلف (قبل از کمانش)
۶۱	(۲-۵) نمودار تنش محیطی ستون اصلی (قبل از کمانش)
۶۲	(۳-۵) نمودار تنش محوری غلاف با ضخامتهای مختلف (قبل از کمانش)
۶۳	(۴-۵) نمودار تنش محیطی غلاف با ضخامتهای مختلف (قبل از کمانش)
۶۳	(۵-۵) نمودار تنش محوری ستون با ضخامتهای غلاف مختلف (در حین کمانش)
۶۴	(۶-۵) نمودار تنش محیطی ستون اصلی (در حین کمانش)
۶۵	(۷-۵) نمودار تنش محوری غلاف با ضخامتهای مختلف (در حین کمانش)
۶۵	(۸-۵) نمودار تنش محیطی غلاف با ضخامتهای مختلف (در حین کمانش)
۶۶	(۹-۵) نمودار مقایسه تنش محوری یک ستون در حالت قبل و در حین کمانش
۶۶	(۱۰-۵) نمودار مقایسه تنش محیطی یک ستون اصلی در حالت قبل و در حین کمانش
۶۷	(۱۱-۵) نمودار مقایسه تنش محوری یک غلاف در حالت قبل و در حین کمانش
۶۷	(۱۲-۵) نمودار مقایسه تنش محیطی یک غلاف در حالت قبل و در حین کمانش
۶۸	(۱۳-۵) مدل جوش
۶۹	(۱۴-۵) تنش های جوش (CD)
۶۹	(۱۵-۵) تنش های جوش (AB)
۷۰	(۱۶-۵) تنش های جوش (GF)
۷۰	(۱۷-۵) تنش های جوش (KH)

## نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۵	(۱) ستون با تقویت پله ای
۷۵	(۲) ستون با تقویت پره ای

## عنوان

## صفحه

### پیوست یک

- ۸۲ (۱-۱) مقطع پوسته استوانه ای مرکب
- ۸۴ (۲-۱) نمایش فشارجا زدن در استوانه مرکب
- ۸۵ (۳-۱) نمایش انتقال بار بین استوانه اصلی و غلاف در مقطع طولی از استوانه مرکب
- ۸۶ (۴-۱) توزیع تنش در نزدیکی یک بار متمرکز

## فهرست نمادها

مساحت، ثابت	A
شعاعهای داخلی و خارجی پوسته استوانه ای	a,b
ضرایب عددی	C1,C2
سختی خمشی $[D=ET^3/12(1-\nu^2)]$	D
مدول الاستیسیته	E
نیروی اصطکاک	F
تابع	f(x)
مدول الاستیسیته در برش	G
ممان اینرسی مقطع ستون	I
طول ستون	L
طول غلاف	l
ممانهای خمشی بر واحد طول روی صفحات x,y	Mx,My
ممان پیچشی بر واحد طول روی صفحه x	Mxy
نیروی فشاری متمرکز	P
بار بحرانی اولر	Pcr
فشار داخلی وارد بر پوسته استوانه ای	Pi
فشار خارجی وارد بر پوسته استوانه ای	Po
بار سطحی وارد بر واحد مساحت از پوسته در جهات x,y,z	Px,Py,Pz
شعاع	r
شعاعهای انحنای صفحه میانی در صفحات yz,xz	rx,ry
درجه حرارت	T
ضخامت پوسته	t
تغییر مکانها در جهات محوری، محیطی و شعاعی	u,v,w
انرژی کرنشی	U
مختصات دکارتی	x,y,z
ضریب انبساط حرارتی	α

پارامتر هندسی استوانه $[\beta^4 = 3(1-\nu^2)/a^2 t^2]$	$\beta$
کرنش برشی	$\gamma$
کرنشهای برشی در صفحات $xy, yz, zx$	$\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$
کرنش عمودی	$\epsilon$
کرنشهای عمودی در جهات $x, y, z$	$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$
کرنش محیطی	$\epsilon_\theta$
زاویه، تغییر مکان گرهی زاویه ای	$\theta$
انضاء	$\kappa$
ضریب پواسون	$\nu$
تنش عمودی	$\sigma$
تنش های عمودی روی صفحات $x, y, z$	$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$
تنش فشاری در بار بحرانی	$\sigma_{cr}$
تنش مماسی	$\sigma_\theta$
تنش برشی روی صفحات $x, y, z$ و موازی با جهات $x, y, z$	$\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$
ضریب اصطکاک	$\mu$

عنوان پایان نامه: تحلیل تنش در قطعات فشاری استوانه‌ای و غلاف تقویتی و اتصالات آنها به روش

المان محدود و Staad III & Sap90

نام و نام خانوادگی دانشجو: سید قوام الدین حسینی

رشته تحصیلی و گرایش: مهندسی عمران - سازه

تاریخ دفاع: ۱۳۷۸/۱۰/۲۳

استاد راهنما: دکتر علی سینایی

### چکیده:

در این تحقیق به بررسی تنش در نواحی مختلف پوسته‌های استوانه‌ای تقویت شده پرداخته شده است. به منظور افزایش پایداری ستون، از پوسته تقویتی غلافی در قسمت میانی استفاده شده است. برای ایجاد پیوستگی بین غلاف و پوسته استوانه‌ای اصلی از نیروی جا زدن ناشی از اختلاف حرارت دو عضو و همچنین جوشکاری اعضاء استفاده می‌شود. بعد از وارد کردن نیروهای جا زدن و جوشکاری غلاف به پوسته اصلی و همچنین در نظر گرفتن این موضوع که پس از اعمال بارهای نزدیک به بار بحرانی، پوسته استوانه اصلی مقداری انبساط پیدا خواهد کرد، با تقریب خوبی میتوان ستون تقویت شده را تحت بارهای نزدیک بار بحرانی و پس از بار بحرانی پیوسته در نظر گرفت. بنابراین در قسمت مقطع عرضی ستون یعنی جائیکه جوشکاری صورت می‌گیرد تمرکز تنش ایجاد خواهد شد.

مدل المان برای آنالیز قبل و در حین کمانش پوسته‌های استوانه‌ای جدار نازک تقویت شده با در نظر گرفتن المان پوسته هشت گرهی ایزوپارامتریک با رویه خمیده به تفصیل تشریح شده است. برنامه کامپیوتری به زبان C تهیه شده است که با استفاده از روشهای تشریح شده مقادیر تنش‌ها را محاسبه می‌کند.

در پایان به منظور مقایسه نتایج حاصل از برنامه نوشته شده از بسته‌های نرم‌افزاری موجود در این زمینه یعنی StaadIII و Sap90 استفاده شده و نمودارهای برای بررسی و مقایسه انواع تنش‌های موجود در پوسته اصلی ستون و پوسته غلافی تقویتی و جوش ارائه شده است.

## مقدمه

در حال حاضر استفاده از پوسته ها تقریبا در تمامی صنایع رواج یافته است و اینگونه سازه ها را می توان یکی از اجزای جدا نشدنی صنایع در نظر گرفت. پوسته های استوانه ای یکی از پر کاربرد ترین پوسته ها می باشند، که به عنوان مثال از آنها در صنایع هوا-فضا، هسته ای، نفت و گاز، ساختمان، دریایی و غیره استفاده می شود. با توجه به موارد استفاده فراوان این نوع پوسته ها، بررسی عملکرد سازه ای آنها اجتناب ناپذیر است.

با توجه به این نکته که ستونهای بلند در معرض کماتش قرار دارند و مقاومت پوسته های استوانه ای را با تحلیل کماتش (پایداری) آنها بررسی می کنند، مهندسی مکانیک و سازه راههای مختلفی را برای تقویت این نوع ستونها پیشنهاد کرده اند یکی از این طرحها، استفاده از غلاف در قسمت میانی ستونها می باشد که در این پایان نامه به تحلیل تنش در مورد این نوع ستونها در حالت قبل و در حین کماتش پرداخته می شود. لازم به ذکر است که محاسبه بار بحرانی این نوع ستونها قبلا انجام گرفته [5] و در اینجا با توجه به معلوم بودن مقادیر بار بحرانی، به بررسی تنش در سه بخش پوسته اصلی، غلاف و جوش و تمرکز تنش در جوش و نواحی آن پرداخته می شود.