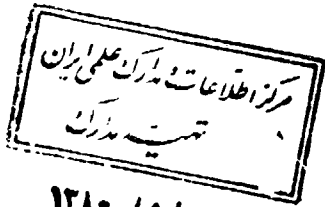




بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





۱۳۸۰ / ۵ / ۲۰



وزارت علوم تحقیقات و فناوری  
دانشگاه علوم و فنون مازندران

پایان نامه:

مقطع کارشناسی ارشد

رشته:

مهندسی عمران - سازه

عنوان رساله:

**بررسی کمی تأثیر لنگی برشی در سیستم لوله‌ای برای  
ساختمان‌های بلند**

استاد راهنما:

012330

دکتر غلامرضا قدرتی امیری

نگارش:

کامبیز اروندیان

زمستان ۷۹

۳۵۴۱۱

## چکیده:

یکی از سیستمهای متداول در صنعت ساختمان‌های بلند مرتبه، سیستم لوله‌ای است. سیستمهای لوله‌ای مانند یک تیر طره با مقطع جعبه‌ای مدل سازی می‌شود. یکی از مشکلات این سیستم اثر لنگی برشی در تیرهای عمیق می‌باشد که نقش اتصالات نسبتاً صلب را در هماهنگی ستونهای سازه لوله‌ای بازی می‌کند.

به علت وجود لنگی برشی، تنش خمشی در عرض مقطع یک سیستم لوله‌ای به طور غیر یکنواخت توزیع می‌گردد به طوری که تنش‌های ستون‌های گوشه بیش از ستون‌های میانی می‌باشد. این حالت در واقع اثر لنگی برشی مثبت نامیده می‌شود، ولی در سازه‌های لوله‌ای ممکن است حالتی رخ دهد که این مسئله برعکس شود، یعنی تنش و ستون‌های میانی بیشتر از ستون‌های گوشه شود و حتی در حالتی تنش در ستونهای گوشه به طرف صفر میل کند، به این پدیده لنگی برشی منفی می‌گوییم. در این رساله با مدل سازی و طراحی ساختمانهای ۵۰، ۲۵، ۱۰ طبقه بتنی با سیستم لوله‌ای و تغییر پارامترهای ضریب شکل ساختمان (Aspect Ratio)، فواصل ستونهای کناری، عمق تیرها، اثر استفاده از بادبندها در مناطقی مشخص، اثر استفاده از دیوار بتنی، تغییر معان اینرسی تیرها در سه مدل ساختمان فوق، نتایج حاصل شده و نمودارهایی به دست آمده که تعدادی از نتایج و بررسی‌ها مهم بصورت اختصار از قرار زیر است:

- ۱- بارگذاری های مختلف تأثیر زیادی روی حداکثر لنگی برشی نمی‌گذارد.
- ۲- ضریب شکل ساختمان تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی لنگی برشی و عملکرد سازه دارد.
- ۳- استفاده از تعدادی ستون داخلی، بهینه‌ترین حالت جهت کاهش لنگی برشی است.

با تشکر و تقدیم

به همسر گرامی و عزیزم که در راه تهیه این رساله بزرگترین مشوق و

هدف و بهترین کمک برای من بوده است

**با سپاس و تشکر بیکران**

**از پدر و مادرم که در تمام دوران تحصیل مشوق و راهنمای من بوده‌اند  
و موفقیت خودم را مدیون تلاشهای ایشان هستم**

با تشکر و سپاسگزاری

از استاد عزیز و گرامی جناب آقای دکتر قدرتی و سایر اساتید و  
کارکنان دانشگاه علوم و فنون مازنداران که در طول دوره تحصیلی ام،  
مدیون مساعدت‌هایشان بوده‌ام.

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
|      | <b>فصل اول - کلیات ساختمان بلند</b>                       |
| ۲    | ۱-۱- تاریخچه  |
| ۲    | ۱-۱-۱- پیشینه ساختمانهای بلند:                            |
| ۳    | ۱-۱-۲- کلیات ساختمانهای بلند فولادی و بتنی:               |
| ۴    | ۱-۲- تعریف ساختمان بلند:                                  |
| ۴    | ۱-۳- انواع ساختمانهای بلند:                               |
| ۵    | ۱-۴- سازه ساختمان بلند:                                   |
| ۷    | ۱-۵- ارتفاع ساختمان بلند و تأثیر محیطی آن:                |
| ۱۰   | ۱-۶- طراحی تحت بار جانبی:                                 |
| ۱۱   | ۱-۷- نرم افزار ETABS:                                     |
| ۱۲   | ۱-۸- نرم افزار SAP:                                       |
| ۱۴   | ۱-۹- فرمهای سازه‌های بلند:                                |
| ۱۵   | ۱-۱۰- قابهای محیطی:                                       |
| ۱۶   | ۱-۱۱- مقایسه فرمهای سازه‌ای بکار رفته در ساختمانهای بلند: |

## فصل دوم - مفاهیم بنیادی سیستمهای لوله‌ای و لنگی برشی

|    |                           |
|----|---------------------------|
| ۱۹ | ۱-۲- تعریف سیستم لوله‌ای: |
|----|---------------------------|

- ۲۰-۲-۲- انواع سیستمهای لوله ای ..... ۲۰
- ۲۰-۲-۲-۱- قابهای محیطی: ..... ۲۰
- ۲۰-۲-۲-۱-۱- قابهای محیطی تو در تو یا هسته - پوسته ..... ۲۰
- ۲۱-۲-۲-۱-۲- قابهای محیطی دسته بندی شده ..... ۲۱
- ۲۳-۲-۲-۱-۳- قابهای محیطی مهار بندی شده ..... ۲۳
- ۲۴-۲-۲-۲- قاب لوله خرپایی ..... ۲۴
- ۲۷-۲-۲-۳- لنگی برشی ..... ۲۷
- ۲۷-۲-۳-۱- لنگی برشی (تأخیر برشی) در مقاطع صندوقه ای ..... ۲۷
- ۲۸-۲-۳-۲- لنگی برشی در تیرهای صندوقه ای ..... ۲۸
- ۳۱-۲-۳-۳- تشریح لنگی برشی منفی در تیرهای صندوقه ای ..... ۳۱
- ۳۲-۲-۳-۴- تأثیر لنگی برشی روی ساختمان بلند لوله ای ..... ۳۲
- ۳۵-۲-۳-۵- لنگی برشی منفی در سازه های قاب لوله ای ..... ۳۵
- ۳۸-۲-۴- تأثیر طبقات سخت ..... ۳۸
- ۳۸-۲-۴-۱- تغییر شکلهای برشی و خمشی ..... ۳۸
- ۳۹-۲-۵- تأثیر تعداد طبقات سخت در تغییر شکل سازه ..... ۳۹
- ۴۰-۲-۵-۱- تغییر شکلهای خمشی ..... ۴۰
- ۴۱-۲-۵-۲- تغییر شکلهای برشی ..... ۴۱



## فصل سوم - طراحی ساختمان نمونه برای تحلیل

- ۳-۱ طراحی ساختمان لوله‌ای ده طبقه ..... ۴۳
- ۳-۲ طراحی ساختمان لوله‌ای ۲۵ طبقه: ..... ۴۶
- ۳-۳ طراحی ساختمان لوله‌ای پنجاه طبقه ..... ۴۷

## فصل چهارم - آنالیز ساختمانهای لوله‌ای ده، بیست و پنج و پنجاه طبقه و بحث

### روی نتایج

- ساختمان لوله‌ای ده طبقه: ..... ۵۰
- ۴-۱- تحلیل لوله قابی تحت طیف ناغان: ..... ۵۰
- ۴-۲- تغییر ضریب شکل: ..... ۵۲
- ۴-۳- تغییر ممای اینرسی تیرهای پیرامونی ..... ۵۳
- ۴-۴- تحلیل استاتیکی ..... ۵۳
- ساختمان لوله‌ای بیست و پنج طبقه ..... ۶۲
- ۴-۵- تغییرات ضریب شکل: ..... ۶۲
- ۴-۶- افزایش چهارستون داخلی: ..... ۶۲
- ۴-۶-۱ افزایش چهارستون داخلی بدون استفاده از بادبند: ..... ۶۲
- ۴-۶-۲ استفاده از بادبندها همراه افزایش چهارستون داخلی: ..... ۶۳
- ۴-۷- افزایش هشت ستون داخلی ..... ۶۳
- ۴-۷-۱ افزایش هشت ستون داخلی بدون استفاده از بادبند ..... ۶۳

- ۴-۷-۲- افزایش هشت ستون داخلی با استفاده از بادبند ..... ۶۴
- ۴-۸- لوله قابی با هسته مرکزی ۸ ستونی: ..... ۷۴
- ۴-۹- تحلیل سازه‌ها بدون اثر P-D: ..... ۷۶
- ۴-۱۰- تحلیل P-D: ..... ۹۳
- ۴-۱۱- بررسی نمودارها در دو حالت با اثر P-D و بدون اثر P-D ..... ۹۵
- ۴-۱۲- مقایسه سازه مبنا و سازه بدون لنگی برشی: ..... ۹۵

#### فصل پنجم - نتایج و جمع بندی

- نتایج ..... ۱۱۸
- مراجع ..... ۱۲۲
- پیوست ..... ۱۲۴

## فهرست اشکال

### فصل اول

- شکل ۱-۱ انواع برج ..... ۲
- شکل ۲-۱ ساختمانهای مرتفع ..... ۹
- شکل ۳-۱ قاب محیطی ..... ۱۵
- شکل ۴-۱ مقایسه فرمهای سازه‌ای در ساختمانهای بلند ..... ۱۶
- شکل ۵-۱ ..... ۱۷

### فصل دوم

- شکل ۱-۲ ساختار هسته - پوسته ..... ۲۱
- شکل ۲-۲ قابهای محیطی دسته بندی شده ..... ۲۲
- شکل ۳-۲ قابهای محیطی مهاربندی شده فولادی و بتنی ..... ۲۴
- شکل ۴-۲ لوله خرنمایی مرکب از ستون و عناصر قطری ..... ۲۵
- شکل ۵-۲ توزیع نیروها در لوله خرنمایی ..... ۲۷
- شکل ۶-۲ توزیع نیروها در لوله خرنمایی ..... ۲۸
- شکل ۷-۲ مقطع تیر جعبه ای ..... ۲۹
- شکل ۸-۲ لنگی برشی منفی و مثبت در تیرهای جعبه‌ای ..... ۳۲
- شکل ۹-۲ توزیع تنش در مقطع با در نظر گرفتن اثر لنگی برشی ..... ۳۳
- شکل ۱۰-۲ مقطع لوله با در نظر گرفتن اثر لنگی برشی ..... ۳۴
- شکل ۱۱-۲ مقایسه بین تغییر شکل طره‌ای و تغییر شکل کلی سازه ..... ۳۵

شکل ۲-۱۲- الگوی ساده لوله ای و تغییر مشخصات مقطع ..... ۳۹

## فصل چهارم

شکل (۱)- لنگی برشی در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۱

شکل (۲)- تغییر شکل جانبی در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۱

شکل (۳)- لنگی برشی در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی و ضریب

شکل ۶/۶۷ ..... ۵۵

شکل (۴)- تغییر شکل در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی و ضریب شکل ۶/۶۷

شکل (۵)- لنگی برشی در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی و ضریب شکل

پنج ..... ۵۵

شکل (۶)- تغییر شکل در سازه مبنا همراه تغییر فاکتور سختی تیرهای پیرامونی و ضریب شکل پنج . ۵۶

شکل (۷)- لنگی برشی در سازه مبنا همراه تغییر ممان اینرسی تیرهای پیرامونی ..... ۵۶

شکل (۸)- تغییر شکل در سازه مبنا همراه تغییر ممان اینرسی تیرهای پیرامونی ..... ۵۶

شکل (۹)- لنگی برشی در سازه مبنا همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۷

شکل (۱۰)- تغییر شکل در سازه مبنا همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۷

شکل (۱۱)- لنگی برشی در سازه مبنا فاکتور سختی دهنه میانی ثابت همراه تغییر فاکتور سختی

تیرهای کناری ..... ۵۷

شکل (۱۲)- تغییر شکل برشی در سازه مبنا - فاکتور سختی دهنه میانی ثابت همراه تغییر فاکتور

سختی تیرهای کناری ..... ۵۸

شکل (۱۳)- لنگی برشی در سازه مبنا - فاکتور سختی دهنه میانی متغیر و فاکتور سختی تیرهای

- کناری ثابت ..... ۵۸
- شکل (۱۴) - لنگی برشی در سازه مینا - فاکتور سختی دهنه میانی متغیر و فاکتور سختی تیرهای
- کناری ثابت ..... ۵۸
- شکل (۱۵) - لنگی برشی - تغییر ضریب شکل ( $=5$ ) همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۹
- شکل (۱۶) - تغییر شکل - تغییر ضریب شکل ( $=5$ ) همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۹
- شکل (۱۷) - لنگی برشی - تغییر ضریب شکل ( $=6/67$ ) همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۵۹
- شکل (۱۸) - تغییر شکل - تغییر ضریب شکل ( $=6/67$ ) همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۶۰
- شکل (۱۹) - لنگی برشی - تغییر ممان اینرسی تیرهای پیرامونی ..... ۶۰
- شکل (۲۰) - تغییر شکل - تغییر ممان اینرسی تیرهای پیرامونی ..... ۶۰
- شکل (۲۱) - لنگی برشی در سازه مینا همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۶۱
- شکل (۲۲) - تغییر شکل در سازه مینا همراه تغییر سختی تیرهای پیرامونی ..... ۶۱
- شکل (۲۳) - لنگی برشی در سازه مینا - ضریب شکل ( $=4/17$ )  $Z=2$   $L=3$  ..... ۶۴
- شکل (۲۴) - تغییر شکل جانبی در سازه مینا - ضریب شکل ( $=4/17$ )  $Z=2$   $L=3$  ..... ۶۴
- شکل (۲۵) - لنگی برشی - در سازه مینا - ضریب شکل ( $=6/25$ )  $Z=2$   $L=3$  ..... ۶۵
- شکل (۲۶) - تغییر شکل جانبی در سازه مینا - ضریب شکل ( $=6/25$ )  $Z=2$   $L=3$  ..... ۶۵
- شکل (۲۷) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - فاصله از بال یک برابر دهنه ..... ۶۵
- شکل (۲۸) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال یک برابر
- دهنه ..... ۶۶
- شکل (۲۹) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - فاصله از بال دو برابر دهنه ..... ۶۶

شکل (۳۰) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال دو برابر دهنه ... ۶۶

شکل (۳۱) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال دو

برابر دهنه ..... ۶۷

شکل (۳۲) - تغییر شکل جانبی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال

دو برابر دهنه ..... ۶۷

شکل (۳۳) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال یک برابر دهنه ۶۷

شکل (۳۴) - تغییر شکل جانبی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال یک برابر دهنه

شکل (۳۵) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال یک برابر دهنه . ۶۸

شکل (۳۶) - تغییر شکل جانبی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال یک

برابر دهنه ..... ۶۸

شکل (۳۷) - لنگی برشی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال دو برابر دهنه ... ۶۹

شکل (۳۸) - تغییر شکل جانبی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال دو

برابر دهنه ..... ۶۹

شکل (۳۹) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - فاصله از بال دو برابر دهنه ..... ۶۹

شکل (۴۰) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - فاصله از بال دو برابر دهنه ..... ۷۰

شکل (۴۱) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - فاصله از بال یک برابر دهنه ..... ۷۰

شکل (۴۲) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - فاصله از بال یک برابر دهنه ..... ۷۰

شکل (۴۳) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال یک برابر دهنه ۷۱

شکل (۴۴) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال یک برابر

دهنه ..... ۷۱

شکل (۴۵) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال دو برابر دهنه ۷۱

شکل (۴۶) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی در هسته - فاصله از بال دو برابر

دهنه ..... ۷۲

شکل (۴۷) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال دو برابر دهنه . ۷۲

شکل (۴۸) - تغییر شکل جانبی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال دو

برابر دهنه ..... ۷۲

شکل (۴۹) - لنگی برشی - افزایش هشت ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال یک برابر دهنه . ۷۳

شکل (۵۰) - تغییر شکل جانبی - افزایش چهار ستون داخلی - بادبندی کناری - فاصله از بال یک

برابر دهنه ..... ۷۳

شکل (۵۱) - مقایسه لنگی برشی بین دو سازه با ۸ ستون میانی و ۴ ستون میانی ..... ۷۷

شکل (۵۲) - مقایسه تغییر مکان جانبی بین دو سازه با ۸ ستون میانی و ۴ ستون میانی ..... ۷۸

شکل (۵۳) - مقایسه لنگی برشی بین دو سازه با ۴ ستون میانی و فاصله متغیر ستونهای

پیرامونی ..... ۷۹

شکل (۵۴) - مقایسه تغییر مکان جانبی دو سازه با ۴ ستون میان و فاصله متغیر ستونهای

پیرامونی ..... ۸۰

شکل (۵۵) - مقایسه لنگی برشی در سازه با ۸ ستون میانی و ضریب شکل متفاوت ..... ۸۱

شکل (۵۶) - مقایسه تغییر مکان جانبی در سازه با ۸ ستون میانی و ضریب سیمای متفاوت ... ۸۲