

۱۴۷۸/۱۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ساختمانهای بلند مرتبه

با سیستم سازه لوله‌ای

High rise buildings
with tubular structural system

تألیف:

سپیل درخشنده نژاد

Soheil Derakhshandehnejad



Email : simaye.danesh@yahoo.com

Telegram : [telegram.me/simayedaneshpub](https://t.me/simayedaneshpub)

سرشناسه	:	درخشنده نژاد، سهیل، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	ساختمان های بلند مرتبه با سیستم سازه لوله ای /تالیف سهیل درخشنده نژاد.
مشخصات نشر	:	تهران : سیمای دانش: آذر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۱۴۶ ص.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۲۹۱-۹
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
موضوع	:	مهندسی سازه
موضوع	:	Structural engineering
موضوع	:	ساختمان های بلند -- طرح و ساختمان
موضوع	:	Tall buildings -- Design and construction
رده بندی کنگ	:	۱۳۹۵ س ۲ / ۵۴ / TA۶۳۳
رده بندی یویی	:	۱/۶۲۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۳۳۸۴۶۵

ساختمان های بلند مرتبه با سیستم سازه لوله ای

تالیف:	سهیل درخشنده نژاد
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات آذر
نوبت چاپ:	اول/ ۱۳۹۵
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
حروفچینی:	موسسه مهراد
صفحه آرایی:	موسسه مهراد - مجتبی نظری
لیتوگرافی:	باختر
چاپخانه:	فرشیوه
محرافی:	روشنک
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۲۹۱-۹
قیمت:	۱۲۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

مقدمه مؤلف

مهندسی سازه هنر استفاده از مواد است.

تمام آنچه که ما فرا گرفته ایم از آموزه‌های نسل‌های قبلی ماست. ما بعنوان مهندسين اين نسل می‌توانیم بهترین کمک کنندگان به مهندسين آینده باشیم تا آنها بتوانند طراحان موفقى شوند. در بدو شروع کتاب بر خود لازم دانستم که ادای احترامی به روح یکی از اساتید بزرگ سازه کرده باشیم.

فضلورخان (۱۹۸۲-۱۹۲۹) مهندس سازه بنگلادشی - آمریکایی بود که سیستم‌های سازه‌ای مهمی را که در ساختمان‌های بلند مرتبه کاربرد دارند پایه گذاری نمود. او بعنوان پدر طراحی سازه‌های لوله‌ای شناخته می‌شود. ایشان طراحی سازه‌های شاخص نظیر برج جان هنکاک، برج سیرز و فرودگاه جدو را در کارنامه خود دارد. علاوه بر ابداعات خود در طراحی ساختمان‌های بلند، از پیشگامان استفاده از کامپیوتر برای کمک به تحلیل طراحی سازه‌ها می‌باشد. فضلورخان در ۲۷ مارس ۱۹۸۲ در سن ۵۲ سالگی بععلت حمله قلبی در شهر ده‌را در استان درگذشت و متأسفانه با مرگ زود هنگام او شاید جلوی پیشرفت‌های چشمگیر دیگری در عرصه مهندسی سازه گرفته شد. همچنین در ادامه مناسب دانستم که ابتدا بنده و سپس خوانندگان محترم با بخشی از تفکرات این انسان بزرگ آشنا شوند.

- با مهندسين جوان درباره قضاوت مهندسی - اهمیت آن در طراحی سازه صحبت نمایید
- برای انجمن‌های علمی و حرفه‌ای وقت بگذارید، شما باید درباره آخرین فن‌آوری‌های روز بیاموزید.
- شما با در آغوش گرفتن آینده می‌توانید طراحی‌های موفقیت‌آمیز انجام دهید، اما قبل از آن ایده‌های جدید را به دقت فرابگیرید.
- درباره تصویر بزرگ فکر کنید، به طرح‌های قابل اجرا فکر کنید. به صورت گروهی کار کنید.
- بر روی مهم بودن تحلیل با منطق، داشتن شرایط مرزی درست و داشتن یقینات صحیح تأکید داشته باشید.

با تفکر در جملات بالا به این جمع بندی می‌رسیم که انسان‌های بزرگ و با طرح‌های ماندگار پایبند به یکسری اصول فکری این چنینی هستند که باعث متمایز شدن آنها با عموم افراد می‌گردد که البته این اصول با اندکی تأمل قابل درک خواهند بود و امید است که همه مهندسين بر چنین اصول فکری متکی باشند.

طراحی ساختمان‌های بلند مرتبه با توجه به نیاز جوامع، خصوصاً کشور عزیزمان ایران یکی از مباحث مهم برای مهندسين سازه می‌باشد. طراحی ساختمان‌های بلند مرتبه از منظر تخصصی سازه، دارای تفاوت‌های اساسی با ساختمان‌های کوتاه و متعارف شهری می‌باشد. در واقع تحلیل ساختمان‌های بلند مرتبه نیازمند یکسری شناخت‌های تخصصی تر از سازه و به‌کارگیری روش‌های تحلیل لرزه‌ای

بیچیده تری می باشد. به اعتقاد مولف انتخاب یک سیستم باربر جانبی مناسب، با توجه به شکل هندسی ساختمان درپلان، ارتفاع و همچنین تعداد طبقات ساختمان، بعنوان نخستین گام در روند طراحی سازه بسیار حائز اهمیت می باشد. همانطور که خوانندگان محترم مستحضر هستند، جهت طراحی سازه ها، یکسری از سیستم های باربر جانبی بصورت سنتی و یک روال متداول از سال های گذشته تا بدین روز، معمولاً توسط مهندسين سازه انتخاب و به ساختمان تحمیل می گردند. در تعدادی از موارد خصوصاً ساختمان های بلند مرتبه، سیستم های سنتی باربر جانبی یا از نظر تغییر مکان جانبی و یا از نظر بهینه شدن مقاطع دارای ضعف هایی می باشند. لذا آگاهی و شناخت مهندسين سازه از سیستم های باربر جانبی که اقدام به سنت شکنی نموده اند یکی از پیش نیازهای طراحی ساختمان های بلند مرتبه می باشد.

از میان سیستم های باربر جانبی مناسب برای ساختمان های بلند مرتبه، می توان به سیستم باربر جانبی لوله ای اشاره داشت. سیستم باربر جانبی لوله ای از بسیاری جهات دارای آیت های فنی مناسب و قابل قبول برای استفاده در سازه های مرتبه سازی می باشد. در این راستا، بنده بر حسب علاقه مندی به مبحث بلندمرتبه و خصوصاً به کارگیری سیستم سازه های لوله ای، ابتدا طی پایان نامه فوق لیسانس و بعد از آن طی تحقیقات گسترده تر، اقدام به بررسی ذره بین بردن این قبیل از سازه ها نموده ام و نتایج آن را هر چند کوچک، به جهت چراغی بر روی راه حقان آینده در قالب این مجموعه ارائه می نمایم.

امید است که سبک استفاده از سازه های لوله ای توسط مهندسان سازه به کار گرفته شود و شاهد طراحی و ساخت سازه های لوله ای و یا هر سیستم باربر جانبی دیگری که می تواند پاسخ لرزه ای مورد قبولی را برای ساختمان های بلند مرتبه تأمین نماید باشد. لذا در این خصوص مجموعه پیش رو به صورت تخصصی اقدام به معرفی، بررسی معایب و محاسن این سیستم سازه ای می پردازد. فصل اول این مجموعه در نظر دارد کلیات ساختمان های بلند مرتبه را معرفی نماید. در فصل دوم انواع سیستم های باربر جانبی که عموماً برای بلند مرتبه سازی مورد استفاده قرار می گیرند، معرفی می شوند.

طی فصل سوم، تحلیل لرزه ای ساختمان های بلند مرتبه به صورت کلی معرفی می شود و عملاً بررسی جزئیات کامل تر روش های تحلیل لرزه ای به کتاب های اصول مهندسی زلزله ارجاع می گردد.

فصل چهارم از نظر بنده فصل مهمی به شمار می رود، در این فصل پدیده لنگی برشی طی مثال هایی از نظر تئوری بررسی می شود و خواننده با ماهیت پدیده لنگی برشی کاملاً آشنای می شود.

در فصل پنجم، روش هایی تقریبی و دستی برای تحلیل سازه های لوله ای گردآوری شده است. روش هایی که توسط پروفسور الکس کوئل استاد دانشگاه گلاسکو اسکاتلند و کوان ارائه شده است. اعتقاد مؤلف بر این است که مهندس طراح سازه، قبل از هرگونه اقدامی برای روند مدلسازی نرم افزاری، می بایستی اشرافیت کاملی بر روند تحلیل سازه داشته باشد.

فصل ششم این مجموعه ثمره پروسه تحقیقاتی بر روی انواع حالات سیستم های لوله ای به همراه هسته های مرکزی می باشد. این فصل سعی بر آن دارد که با تفسیر نتایج نمودارهای ناشی از نتایج

تحقیقات، به صورت توضیحات کاربردی، زمینه استفاده را علاوه بر محققان سازه‌های بلند مرتبه برای مهندسين محاسبي که قصد به کارگیری یکی از این سیستم‌های باربر جانبی دارند را فراهم آورد.

حال با توجه به توضیحات ارائه شده تا بدین جا، مخاطبان کتاب معرفی می‌شوند:

۱. دانشجویان مقطع لیسانس رشته مهندسی عمران به جهت استفاده در درس اصول مهندسی زلزله، تحقیق‌های دانشجویی و یا علاقه شخصی

۲. دانشجویان مقطع فوق لیسانس رشته مهندسی عمران، گرایش‌های سازه و زلزله به جهت استفاده در دروس الاستیسیته و پلاستیسیته، اصول مهندسی زلزله، دینامیک سازه‌ها و یا

رای استفاده در روند پایان نامه با عنوان مرتبط

۳. دانشجویان مقطع دکتری رشته مهندسی عمران گرایش‌های سازه و زلزله برای استفاده در روند پایان نامه با عنوان مرتبط

۴. مهندسان محاسب سازه

۵. کلیه محققان سازه‌های بلند مرتبه

بنابراین هدف اصلی این کتاب ارائه بیش زمینه تئوری لازمی است که مخاطبان یاد شده بدان نیاز دارند. همچنین فرض می‌شود که خواننده درک کاملی از استاتیک، مکانیک جامدات، تحلیل سازه‌ها، تئوری الاستیسیته و پلاستیسیته، اصول مهندسی زلزله، دینامیک سازه‌ها و ریاضیات عالی مهندسی داشته باشد. در واقع سطح دانش مورد انتظار برای خواننده در سطح تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی عمران گرایش‌های سازه و زلزله می‌باشد. کلیه معادلات با نگرش فیزیکی و الاستیسیته گسترش یافته‌اند، چرا که این کتاب برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و مهندسين حرفه‌ای نوشته شده است و بعنوان درس آکادمیک دانشگاه نمی‌باشد. لازم است اشاره را داشته باشیم به اینکه قوانین بنیادی فیزیک که مبنای تحلیل استاتیکی و دینامیکی سازه‌ها می‌باشد، در این کتاب در دسترس نیست. بنابراین کسی که اعتقاد دارد اصل بنیادی جدیدی را در علم مکانیک جامدات کشف نموده است تسلیم چهل خود شده است. امروزه تحلیل استاتیکی و خصوصاً دینامیکی سازه‌ها برای سازه‌های بلند مرتبه با درجات آزادی بسیار بالا بدلیل وجود کامپیوترهای شخصی، امری آسان و خودکار می‌باشد. البته عرصه مهندسی سازه، از دیدگاه بنده هیچگاه به صورت آسان و خودکار نخواهد شد. ایده جایگزین کردن یک سیستم برنامه کامپیوتری خبره و باهوش مصنوعی به جای یک مهندس خلاق، توهینی بزرگ به همه مهندسان سازه خواهد بود بنابراین تسلط بر روابط تحلیل‌های ارائه شده در این مجموعه، بر هر مهندس سازهای که آمال بلندمرتبه در ذهن می‌پروراند امری کاملاً ضروری می‌باشد.

در ادامه بر خود واجب می‌دانم از اشخاصی یاد نمایم که اگر تنها یکی از آنها هم در مسیر راه تحصیلی بنده قرار نمی‌گرفتند، این اثر به وجود نمی‌آمد:

جناب مهندس فرشاد موسوی زاهد که بعنوان اولین مدرس درس مکانیک جامدات بنده با چنان شیوایی کلامی اقدام به تدریس این درس می‌نمودند که با گذشت سال‌ها از آن دوران به سختی

توانستم مدرس مکانیک جامدات مشابه ایشان را بیابم و در واقع اهمیت زیربنایی درس مکانیک جامدات در علم مهندسی سازه بر هیچ یک از مهندسين سازه نباید پوشیده باشد.

جناب دکتر سید مهدی زهرایی (هیأت علمی دانشگاه تهران) که شاگردی ایشان برای بنده افتخاری بود.

جناب دکتر حسین رحامی (هیأت علمی دانشگاه تهران) که در وصف استعداد و شخصیت متین ایشان هر چه بگویم باز کم است.

جناب مهندس محسن بهزادپوری (دانش آموخته دانشگاه‌های امیرکبیر و خواجه نصیر) که بعنوان یک دوست، به ما را از رهنمودهای فنی خود دریغ نکردند و در ترسیم نمودارهای فصل ششم این مجموعه کمک چشمگیری به بنده نمودند.

جناب دکتر کسری (دانش آموخته دانشگاه‌های امیرکبیر و صنعتی برلین) که بعنوان یک دوست نزدیک تر از رادر همیشه به بنده لطف داشتند.

همچنین جای تقدیر است که کتاب ارزشمند جناب دکتر حسن حاجی کاظمی تحت عنوان "آنالیز و طراحی سازه‌های بلند" که توسط انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد منتشر شده است و مطالعه این اثر را به کلیه علاقه مندان مبحث بلندمرتبه‌ها توصیه می‌نمایم.

همچنین دوست عزیز بنده، مهندس حامد پور احمدی صفت عربانی نیز با در اختیار گذاشتن نتایج تحقیقات با ارزش خود بر روی سیستم‌های سازه‌ای دسته بندی شده در دانشگاه محقق اردبیلی، بدون هیچ گونه توقعی توانستند یکی از عوامل گراوری و خالی این اثر باشند.

در نهایت بر بنده پوشیده نیست که این اثر علی رغم باخانی‌های مکرر دارای ایراداتی می‌باشد. در همین راستا از خوانندگان محترم بدلیل خطاهای احتمالی بدو خواهش می‌نمایم و تقاضا می‌کنم که بر بنده منت گذاشته شود و نقطه نظرات و ایراداتی که توسط شما خواننده گرامی مطرح می‌باشد را در آدرس ایمیل خود مطالعه نمایم. مطمئناً در چاپ‌های بعدی از منتقدانی که با انتقادهای سازنده خود به این اثر لطف داشتند با درج نام از آنها قدردانی خواهد شد.

سهیل درخشنده نژاد

تابستان ۱۳۹۵

Derakhshandeh.sheil@gmail.com

فصل اول- مروری بر ساختمان‌های بلند مرتبه.....	۱۳
۱-۱- مقدمه.....	۱۳
۲-۱- ساختمان‌های بلند مرتبه از منظر ادراک.....	۱۳
۳-۱- سیر تکامل بلند مرتبه سازی.....	۱۵
۴-۱- تحولات فرم‌های ساختمانی.....	۱۷
۵-۱- ساختمان‌های بلند، انقلاب کامپیوتر و ایده اولیه سیستم لوله‌ای.....	۱۸
۶-۱- کلیات ساختمان‌های بلند مرتبه.....	۱۸
۶-۱-۱- انواع.....	۱۸
۶-۱-۲- فلسفه طراحی برای روزه‌های جانبی.....	۱۹
۶-۱-۳- پایداری ساختمان.....	۲۰
۶-۱-۴- نسبت ارتفاع به عرض.....	۲۰
۶-۱-۵- اثر P-Delta.....	۲۰
۶-۱-۶- تغییر مکان جانبی.....	۲۱
۶-۱-۷- فلسفه شکل‌پذیری و جذب انرژی در سازه‌های بلند مرتبه.....	۲۱
۷-۱- فرم در ساختمان‌های بلند مرتبه با رویکرد سازه.....	۲۸
فصل دوم- انواع سیستم‌های سازه‌ای برای ساختمان‌های بلند مرتبه.....	۳۱
۱-۲- مقدمه.....	۳۱
۲-۲- فرم‌های سازه‌ای.....	۳۱
۲-۲-۱- قاب‌های مهاربندی شده.....	۳۱
۲-۲-۲- قاب‌های صلب.....	۳۴
۲-۲-۳- قاب‌های دارای میانقاب.....	۳۵
۲-۲-۴- تاو‌های تخت و قارچی.....	۳۶
۲-۲-۵- دیوارهای برشی.....	۳۷
۲-۲-۶- سازه‌های قاب - دیوار.....	۳۸
۲-۲-۷- سازه‌های با هسته و بازوهای مهاربندی شده.....	۳۹
۲-۲-۸- سازه‌های معلق.....	۴۱
۲-۲-۹- سازه‌های هسته‌ای.....	۴۲
۲-۲-۱۰- سازه‌های فضایی.....	۴۳
۳-۲- انواع سیستم‌های لوله‌ای.....	۴۴
۳-۲-۱- سیستم لوله‌ای تنها.....	۴۴

۴۸	۲-۳-۲- سیستم لوله‌ای دسته‌بندی شده
۵۰	۳-۳-۲- سیستم لوله‌ای مهاربندی شده در محیط
۵۲	۴-۳-۲- سیستم لوله‌ای تو در تو
۵۳	فصل سوم- تحلیل لرزه‌ای سازه‌های بلند مرتبه
۵۳	۱-۳- مقدمه
۵۴	۲-۳- کلیات محاسبات لرزه‌ای
۵۵	۳-۳- پاسخ دینامیکی به حرکات زلزله
۵۷	۴-۳- آنالیز مودال و بررسی مودهای ارتعاشی
۶۱	فصل چهارم- بررسی پدیده لنگی برشی
۶۱	۱-۴- مقدمه
۶۲	۲-۴- بررسی پدیده لنگی برشی در تیرهای صندوقه‌ای
۶۸	۳-۴- لنگی برشی منفی
۷۱	۴-۴- بررسی تأثیر پدیده لنگی برشی بر روی سازه‌ها و تغییر شکل‌ها در تیرهای صندوقه‌ای
۷۲	۴-۴-۱- تیر طره تحت بار گسترده و خنثی با شدت q
۷۲	۴-۴-۱-۱- تعیین معادله منحنی ارتجاعی تیر با استفاده از تئوری مقدماتی خمش
۷۳	۴-۴-۲- تعیین تنش‌های خمشی با استفاده از تئوری مقدماتی خمش
۷۳	۴-۴-۳- تعیین معادله منحنی ارتجاعی تیر با کمک تئوری لنگی برشی
۷۴	۴-۴-۴- تعیین تنش‌های خمشی با در نظر گرفتن لنگی برشی
۷۵	۵-۴- بررسی پدیده لنگی برشی در سازه‌های جدار نازک
۷۵	۴-۵-۱- تیرهای صندوقه‌ای با تکیه‌گاه‌های ساده
۷۵	۴-۵-۲- تیرهای صندوقه‌ای طره‌ای
۷۵	۴-۵-۳- تیرهای صندوقه‌ای ماهیچه‌ای
۷۶	۴-۵-۴- دیوار برشی هسته‌ای
۷۶	۴-۵-۵- تیرهای صندوقه‌ای چند سلولی
۷۷	۴-۵-۶- تیرهای صندوقه‌ای منحنی شکل
۷۹	فصل پنجم- تحلیل تقریبی سیستم‌های سازه لوله‌ای
۷۹	۱-۵- مقدمه
۸۰	۲-۵- تحلیل قاب لوله‌ای به روش کول (Coull)
۸۶	۳-۵- تحلیل قاب لوله‌ای به روش کوان (Kwan)
۸۶	۵-۳-۱- روش تحلیل
۸۷	۵-۳-۲- اثرات تغییر پارامترها بر روی پدیده لنگی برشی

۸۸	۵-۳-۳- تنش‌های محوری
۸۸	۵-۳-۴- تغییر مکان جانبی
۸۹	۵-۴-۴- بررسی رفتار هسته برشی به وسیله روش کوان
۹۱	۵-۴-۱- تخمین ضرایب تنش
۹۲	۵-۴-۲- محدوده کاربرد روابط لنگی برشی و جابجایی
۹۲	۵-۵-۵- بررسی سیستم لوله‌ای تو در تو
۹۲	۵-۵-۱- تغییر شکل‌های قائم لوله خارجی و داخلی
۹۵	۵-۵-۲- اندرکنش لوله‌های داخلی با قاب لوله‌ای محیطی
۹۶	۵-۵-۲- تغییر شکل و تنش‌ها
۹۷	۵-۶-۶- مسئله اندرکنش تیر خمشی و دیوار برشی
۹۹	فصل ششم- بررسی راه‌های سیستم سازه لوله‌ای به همراه هسته مرکزی
۹۹	۶-۱- مقدمه
۱۰۰	۶-۲- معرفی نرم‌افزار مورد استفاده جهت تحلیل سازه‌ها
۱۰۰	۶-۳- مشخصات سازه‌های مورد بررسی
۱۰۰	۶-۳-۱- ابعاد سازه‌ها
۱۰۱	۶-۳-۲- مشخصات مصالح مورد استفاده
۱۰۱	۶-۳-۳- مشخصات هندسی ستون‌های محیطی
۱۰۱	۶-۳-۴- مشخصات هندسی هسته‌ها
۱۰۲	۶-۳-۵- مشخصات هندسی تیرها
۱۰۳	۶-۳-۶- مشخصات هندسی ستون‌های داخلی
۱۰۳	۶-۳-۷- ضریب ترک خوردگی
۱۰۳	۶-۳-۸- بررسی پارامترهای لرزه‌ای مدل‌های ساخته شده
۱۰۳	۶-۳-۸-۱- پارامترهای لرزه‌ای مشترک مابین مدل‌ها
۱۰۳	۶-۳-۸-۲- محاسبه ضرایب زلزله مدل‌ها
۱۰۳	۶-۳-۸-۳- محاسبات لرزه‌ای ساختمان ۳۰ طبقه
۱۰۴	۶-۳-۸-۴- محاسبات لرزه‌ای ساختمان ۴۰ طبقه
۱۰۴	۶-۳-۸-۵- محاسبات لرزه‌ای ساختمان ۵۰ طبقه
۱۰۴	۶-۳-۸-۶- محاسبات لرزه‌ای ساختمان ۶۰ طبقه
۱۰۴	۶-۳-۹- وزن مؤثر لرزه‌ای
۱۰۵	۶-۳-۱۰- بارهای ثقلی وارده بر مدل‌ها
۱۰۵	۶-۳-۱۱- نامگذاری مدل‌های سازه‌ای

۱۰۶	۴-۶- معرفی مدل‌های مورد بررسی
۱۰۶	۴-۶-۱- سیستم لوله‌ای مربعی Quadrangular Tubular System
	۴-۶-۲- سیستم لوله‌ای مربعی به همراه هسته مرکزی مربعی
۱۰۸	۴-۶-۱- Quadrangular Tubular System with Quadrangular Central Core
۱۱۰	۴-۶-۳- سیستم چهار هسته‌ای مرکزی Central Quad core System
۱۱۲	۴-۶-۴- سیستم چهار هسته‌ای کناری داخلی Internal Side Quad core system
۱۱۴	۴-۶-۵- سیستم چهار هسته‌ای کناری خارجی External Side Quad core System
۱۱۶	۴-۶-۶- سیستم لوله‌ای دایروی Circular Tubular System
	۴-۶-۷- سیستم لوله‌ای دایروی به همراه هسته مرکزی دایروی
۱۱۸	۴-۶-۷- Circular Tubular System with Circular Central core
۱۲۰	۵-۶- نحوه آنالیز مدل‌ها
۱۲۰	۶-۶- بررسی پدیده لنگی برش در مدل‌ها
۱۲۱	۶-۶-۱- تاثیر تغییر محل هسته‌های حلی و ارتفاع بر محل طبقه عطف
	۶-۶-۱-۱- سیستم‌های لوله‌ای مربعی به همراه هسته مرکزی مربعی و چهار هسته‌ای مرکزی
۱۲۵	۶-۶-۲- تاثیر تغییر محل هسته‌های داخلی و ارتفاع بر میزان لنگی برشی
	۶-۶-۲-۱- سیستم‌های لوله‌ای مربعی، لوله‌ای مربعی به همراه هسته مرکزی مربعی و چهار هسته‌ای مرکزی
۱۲۹	۶-۶-۲-۲- سیستم‌های چهار هسته‌ای کناری داخلی و چهار هسته‌ای کناری خارجی
۱۳۴	۶-۶-۳- سیستم‌های لوله‌ای دایروی و لوله‌ای دایروی به همراه هسته مرکزی دایروی
۱۳۶	۷-۶- اثر تعداد و مکان هسته‌ها بر تغییر مکان جانبی در مدل‌ها
۱۴۱	۸-۶- اثر تعداد و مکان هسته‌ها بر توزیع نیروی جانبی طبقات در مدل‌ها
۱۴۴	۹-۶- مقایسه زمان تناوب اصلی مدل‌ها با برخی از آئین نامه‌ها
۱۴۶	منابع و مراجع