

پيام خداي
مهربان
مستجاب

۱۴۵۸۹ - ۲۰۲۴۳۸۳



دانشگاه مهندسی عمران

گروه مهندسی سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران - سازه

عنوان

بررسی مهاربندی ساختمان های بتنی با کابل پیش تنیده

استاد راهنما:

دکتر مجید برقیان

استاد مشاور:

دکتر علی حدیدی

پژوهشگر:

ضیا جوانبخت

شهریور ۸۹

۱۳۸۹/۹/ ۲

مؤسسه تحقیقات و توسعه
مهندسی عمران

۱۴۵۸۱۹

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم

اکنون که با لطف خداوند منان این پایان نامه به سرانجام رسید، شایسته است از

استاد محترم و کراتقدر، جناب آقای دکتر مجید برقیان که در تمامی مراحل انجام این

پایان نامه، بارها سنجایی های ارزشمندشان، بنده را مورد حمایت و هدایت قرار دادند؛

همچنین جناب آقای دکتر علی حدیدی که با عنوان استاد مشاور، در مراحل مختلف کار مرا

یاری نمودند و جناب آقای دکتر هدایت ولادی که زحمات داورى این پایان نامه را

بر عهده داشتند، کمال سپاس و قدردانى را داشته باشم.

نام خانوادگی : جوانبخت

نام : ضیا

عنوان پایان نامه :

بررسی مهاربندی ساختمان های بتنی با کابل پیش تنیده

استاد راهنما : دکتر مجید برقیان

استاد مشاور : دکتر علی حدیدی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته: مهندسی عمران گرایش : سازه دانشگاه: تبریز دانشکده:
مهندسی عمران تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحات:

کلید واژه ها : سیستم مقاوم جانبی، قاب خمشی، قاب بتنی، مهارهای کابلی

چکیده :

سیستم مهاربندی کابلی یک سیستم جدید می باشد که برای تقویت قاب دز برابر نیروهای جانبی به کار می رود. مهاربندی کابلی مزایایی از قبیل وزن کم، سهولت اجرا و... دارد. از نرم افزار اجزاء محدود Abaqus برای مدلسازی استاتیکی استفاده شده است. قاب بتن آرمه توسط پلاستیسته همراه با آسیب بتن مدلسازی شده است. در این مطالعه، در نقاط تقاطع کابل ها، از استوانه استفاده می شود که جذب انرژی را افزایش می دهد. نتایج نشان می دهد که نوع نرم این استوانه ها باعث به تاخیر انداختن عملکرد کابل می شود ولی نوع سخت آن چنین خاصیتی ندارد. منحنی های هیسترسیز نوع نرم پهن تر می باشد که نشانه جذب انرژی بالا است.

از نرم افزار Sap2000 برای مدلسازی دینامیکی استفاده شده است. نتایج تحلیل دینامیکی نشان می دهد که مهاربند نرم در عین کاهش تغییرمکان های جانبی، برش های پایه و نیروی محوری کمتری را باعث می شود.

فهرست مطالب

فصل اول: پایه های نظری و پیشینه مطالعاتی

۱	۱-۱ بتن آرمه
۱	۱-۱-۱ مقدمه
۱	۲-۱-۱ پیشینه تاریخی
۴	۳-۱-۱ سازگاری بتن و فولاد
۵	۴-۱-۱ مزایای بتن آرمه
۷	۵-۱-۱ معایب بتن آرمه
۹	۲-۱ سیستم های مقاوم جانبی
۹	۱-۲-۱ مقدمه
۱۰	۲-۲-۱ انواع سیستم های مهاربندی و مقاوم سازی سازه
۱۰	۱-۲-۲-۱ قاب خمشی
۱۱	۲-۲-۲-۱ قاب های میان پر
۱۲	۳-۲-۲-۱ تاوه های تخت و قارچی
۱۳	۴-۲-۲-۱ دیوار برشی بتنی
۱۵	۵-۲-۲-۱ سازه های قاب-دیوار
۱۷	۶-۲-۲-۱ قاب های محیطی
۱۸	۷-۲-۲-۱ دیوار برشی فولادی
۲۰	۸-۲-۲-۱ مهاربندی های فلزی
۲۱	۲-۲-۱ سیستم مهاربندی کابلی
۲۵	۳-۱ کابل و مفاهیم اساسی سازه های کابلی
۲۵	۱-۳-۱ کابل
۲۷	۲-۳-۱ انواع کابل از لحاظ ساختمان
۲۷	۱-۲-۳-۱ کابل های حلزونی یا ماریچی
۲۸	۱-۱-۲-۳-۱ انواع کابل ماریچی از نظر هسته مرکزی
۲۹	۲-۱-۲-۳-۱ انواع کابل ماریچی از نظر نحوه تاب

- ۳۲ ۳-۱-۲-۳-۱ انواع کابل مارپیچی از نظر نحوه بافت
- ۳۲ ۱-۳-۱-۲-۳-۱ بافت سیل
- ۳۳ ۲-۳-۱-۲-۳-۱ بافت وارینگتن
- ۳۳ ۳-۳-۱-۲-۳-۱ بافت فیلر
- ۳۳ ۴-۳-۱-۲-۳-۱ بافت استاندارد
- ۳۳ ۵-۳-۱-۲-۳-۱ بافت وارینگتن-سیل
- ۳۴ ۲-۲-۳-۱ کابل های میله موازی
- ۳۵ ۳-۲-۳-۱ کابل های سیم موازی
- ۳۵ ۴-۲-۳-۱ کابل های رشته ای
- ۳۵ ۵-۲-۳-۱ کابل های پرسی شده هسته دار
- ۳۵ ۳-۳-۱ جنس کابل
- ۳۶ ۱-۳-۳-۱ کابل های فولادی بدون روکش یا گالوانیزه
- ۳۷ ۲-۳-۳-۱ کابل های فولادی گالوانیزه
- ۳۷ ۳-۳-۳-۱ کابل های فولادی ضدزنگ
- ۳۷ ۴-۳-۱ پیش شکل دادن کابل ها
- ۳۸ ۵-۳-۱ روغنکاری کابل ها
- ۳۹ ۶-۳-۱ نحوه تعیین قطر کابل
- ۴۰ ۷-۳-۱ نامگذاری طناب های فولادی
- ۴۲ ۸-۳-۱ آزمایش کشش کابل
- ۴۹ ۹-۳-۱ پیش تنیدگی در کابل ها
- ۵۰ ۱۰-۳-۱ محاسبه حداقل بار گسیختگی کابل ها
- ۵۲ ۱۱-۳-۱ سازه های کابلی به عنوان یک سازه کششی
- ۵۳ ۱۲-۳-۱ مزایای سازه های کابلی
- ۵۴ ۴-۱ پیشینه تحقیق

فصل دوم: مواد و روش ها

- ۵۶ ۱-۲ تحلیل کابل ها

۵۶	..... ۱-۱-۲ مقدمه
۵۸	..... ۲-۱-۲ رفتار غیرخطی کابل
۶۲	..... ۳-۱-۲ مقایسه تیر با کابل
۶۳	..... ۴-۱-۲ انواع عضو کابلی
۶۳	..... ۱-۴-۱-۲ عضو کابل محوری
۶۵	..... ۲-۴-۱-۲ عضو کابل تحلیلی
۶۵	..... ۵-۱-۲ عضو کابل دوبعدی
۶۵	..... ۱-۵-۱-۲ نظریه عمومی کابل ها
۶۷	..... ۲-۵-۱-۲ کابل تحت بار گسترده یکنواخت
۶۹	..... ۳-۵-۱-۲ نیروی کششی در کابل ها تحت بار گسترده یکنواخت در امتداد افق
۷۰	..... ۴-۵-۱-۲ طول کابل تحت بار گسترده یکنواخت در امتداد افق
۷۲	..... ۵-۵-۱-۲ افزایش طول یا اتساع الاستیک کابل
۷۴	..... ۲-۲ مدلسازی بتن
۷۴	..... ۱-۲-۲ مقدمه
۷۷	..... ۲-۲-۲ نرم افزار Abaqus
۷۷	..... Abaqus/Standard ۱-۲-۲-۲
۷۷	..... Abaqus/Explicit ۲-۲-۲-۲
۷۸	..... Abaqus/CAE ۳-۲-۲-۲
۷۸	..... ۳-۲-۲ انواع مدل های بتن
۷۸	..... Concrete Smearred Cracking ۱-۳-۲-۲
۷۹	..... Brittle Cracking Model ۲-۳-۲-۲ مدل ترک خوردگی شکننده
۷۹	..... Concrete Damaged Plasticity ۳-۳-۲-۲ مدل پلاستیسیته تخریب بتن
۸۰	..... ۱-۳-۳-۲-۲ رفتار مکانیکی
۸۱	..... ۲-۳-۳-۲-۲ رفتار تحت تنش یک محوره کششی و فشاری
۸۳	..... ۳-۳-۳-۲-۲ رفتار چرخه ای تک محوره
۸۵	..... ۴-۳-۳-۲-۲ رفتار چند محوره
۸۶	..... ۵-۳-۳-۲-۲ آرماتور تقویتی

۸۶	..... ۶-۳-۳-۲-۲ تعریف سخت شدگی کششی
۸۷	..... ۱-۶-۳-۳-۲-۲ رابطه تنش- کرنش پس از شکست
۸۹	..... ۲-۶-۳-۳-۲-۲ معیار انرژی ترک خوردگی شکست
۹۱	..... ۷-۳-۳-۲-۲ تعریف رفتار فشاری
۹۲	..... ۸-۳-۳-۲-۲ تعریف آسیب و بازیابی سختی

فصل سوم: نتایج و بحث

۹۶	..... ۱-۳ مدلسازی قاب
۹۶	..... ۱-۱-۳ مشخصات مصالح قاب بتن آرمه
۱۰۴	..... ۲-۱-۳ مشخصات مصالح و آرایش کابل ها
۱۰۹	..... ۲-۳ نتایج مدلسازی
۱۰۹	..... ۱-۲-۳ نتایج مدلسازی قاب های یک طبقه، یک دهانه با Abaqus
۱۰۹	..... ۱-۱-۲-۳ بارگذاری چرخه ای
۱۱۰	..... ۱-۱-۱-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه ساده
۱۱۱	..... ۲-۱-۱-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی
۱۱۳	..... ۳-۱-۱-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه سخت ...
۱۱۴	..... ۴-۱-۱-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه نرم
۱۱۷	..... ۲-۱-۲-۳ بارگذاری پوش اور
۱۱۷	..... ۱-۲-۱-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه ساده
۱۱۸	..... ۱-۲-۱-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی
۱۲۰	..... ۱-۲-۱-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه سخت
۱۲۲	..... ۱-۲-۱-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه نرم
۱۲۴	..... ۲-۲-۳ نتایج مدلسازی قاب های سه طبقه، یک دهانه با Abaqus
۱۲۴	..... ۱-۲-۲-۳ بارگذاری چرخه ای
۱۲۵	..... ۱-۱-۲-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه ساده
۱۲۶	..... ۲-۱-۲-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی
۱۲۸	..... ۳-۱-۲-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه سخت

۱۳۰	..... ۴-۱-۲-۲-۳ بارگذاری چرخه ای قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه نرم
۱۳۲	..... ۲-۲-۲-۳ بارگذاری پوش اور
۱۳۲	..... ۱-۲-۲-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه ساده
۱۳۳	..... ۱-۲-۲-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی
۱۳۵	..... ۱-۲-۲-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه سخت
۱۳۷	..... ۱-۲-۲-۲-۳ بارگذاری پوش اور قاب بتن آرمه با مهاربند کابلی همراه استوانه نرم
۱۳۹	..... ۳-۳ جمع بندی نتایج
۱۴۴	..... ۴-۳ تحلیل دینامیکی غیرخطی
۱۴۴	..... ۱-۴-۳ معرفی نرم افزار و مدل ها
۱۴۷	..... ۲-۴-۳ نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی
۱۵۴	..... نتیجه گیری
۱۵۵	..... پیشنهادات
۱۵۶	..... منابع و مآخذ

فهرست اشکال

فصل اول: پایه های نظری و پیشینه مطالعاتی

- شکل (۱-۱) تغییر شکل قاب صلب ۱۱
- شکل (۲-۱) اشکال مختلف دیوار برشی ۱۵
- شکل (۳-۱) عملکرد سیستم قاب-دیوار ۱۷
- شکل (۴-۱) شمای کلی سیستم مهاربندی کابلی از نوع سیستم ضربدری ۲۱
- شکل (۵-۱) شمای کلی سیستم با کابل یکپارچه ۲۴
- شکل (۶-۱) استفاده از سیستم با کابل یکپارچه ۲۴
- شکل (۷-۱) کابل 1×7 الف. فشرده ب. معمولی ۲۶
- شکل (۸-۱) اجزای ساختمان کابل حلزونی ۲۷
- شکل (۹-۱) الف. کابل های راست گرد و چپ گرد با تاب های معمولی و لنگ ۳۱
- شکل (۱۰-۱) الف. طول تاب به عنوان واحد اندازه گیری ۳۲
- شکل (۱۱-۱) انواع بافت ها در کابل ها ۳۴
- شکل (۱۲-۱) نحوه اندازه گیری قطر کابل ها ۳۹
- شکل (۱۳-۱) برخی از انواع متعارف کابل ها و نامگذاری آن ها ۴۱
- شکل (۱۴-۱) نمودار کشش یک مفتول مستقیم شده ۴۴
- شکل (۱۵-۱) محاسبه مقاومت تسلیم ۴۵
- شکل (۱۶-۱) پدیده سست شدگی کابل ۴۷
- شکل (۱۷-۱) مقاومت کابلها در برابر خستگی و فرسایش ۴۸
- شکل (۱۸-۱) ساختمان بتنی ساخته شده در پروژه تحقیقاتی SPIDER ۵۴

فصل دوم: مواد و روش ها

- شکل (۱-۱-۲) چند ضلعی تعادل برای کابل آویزان از دو نقطه A و B ۵۹
- شکل (۲-۱-۲) کابل آویزان از دو نقطه A و B، با بارهای متمرکز P و 2P ۶۲

- شکل (۳-۱-۲) تیر سه مفصلی بعنوان مدل رفتار سازه کابلی ۶۲
- شکل (۴-۱-۲) وزن W که توسط کابلی آویزان شده و بار جانبی P را تحمل می کند ۶۴
- شکل (۵-۱-۲) حصول نظریه عمومی کابل ۶۶
- شکل (۱-۲-۲) پاسخ بتن به بارگذاری محوری ۸۱
- شکل (۲-۲-۲) تاثیر پارامتر بازیابی سختی فشاری W_c ۸۴
- شکل (۳-۲-۲) نحوه محاسبه کرنش ترک خوردگی ۸۷
- شکل (۴-۲-۲) منحنی تنش تغییر مکان پس از شکست ۹۰
- شکل (۵-۲-۲) منحنی تنش انرژی شکست، پس از شکست ۹۰
- شکل (۶-۲-۲) تعریف کرنش غیرالاستیک فشاری مورد استفاده برای سخت شدگی فشاری ۹۱
- شکل (۷-۲-۲) چرخه بارگذاری تک محوری (کشش-فشار-کشش) ۹۴

فصل سوم: نتایج و بحث

- شکل (۱-۳) نمودار تنش-کرنش غیرالاستیک بتن دورگیری شده ۹۷
- شکل (۲-۳) نمودار تنش-کرنش کل، برای بتن در کشش با در نظر گرفتن سخت شدگی کششی نمائی ۹۹
- شکل (۳-۳) نمودار تنش-کرنش کل، برای بتن در کشش با در نظر گرفتن سخت شدگی کششی خطی ۱۰۰
- شکل (۴-۳) نمودار آسیب های کششی در مقابل کرنش کل کششی ۱۰۱
- شکل (۵-۳) مقاطع تیرها و ستون های قاب بتن آرمه و شکل کلی قاب بتن آرمه ۱۰۲
- شکل (۶-۳) نمودار تنش-کرنش فولاد ۱۰۳
- شکل (۷-۳) شکل کلی قاب با مهاربندی کابلی ساده ۱۰۴
- شکل (۸-۳) نمودار تنش-کرنش کابل ۱۰۶
- شکل (۹-۳) اعضای استوانه ای انتخاب شده برای مدل الف: پی وی سی ب: فولاد ۱۰۷
- شکل (۱۰-۳) شکل کلی کابل همراه با استوانه و ضرایب پیشنهادی برای مدلسازی خرپا ۱۰۸
- شکل (۱۱-۳) نمودار بارگذاری چرخه ای ۱۰۹
- شکل (۱۲-۳) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی ساده یک طبقه یک دهانه ۱۱۰
- شکل (۱۳-۳) نمودار هیسترسیس نیروی محوری-تغییر مکان قاب ساده یک طبقه یک دهانه ۱۱۰
- شکل (۱۴-۳) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی یک طبقه یک دهانه ۱۱۱

- شکل (۱۵-۳) نمودار هیسترسس نیروی محوری -تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی یک طبقه یک دهانه ۱۱۱
- شکل (۱۶-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با کابل ساده یک طبقه یک دهانه ۱۱۲
- شکل (۱۷-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با کابل ساده یک طبقه یک دهانه ۱۱۲
- شکل (۱۸-۳) نمودار هیسترسس برش پایه-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ۱۱۳
- شکل (۱۹-۳) نمودار هیسترسس نیروی محوری -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ... ۱۱۳
- شکل (۲۰-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ۱۱۴
- شکل (۲۱-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه .. ۱۱۴
- شکل (۲۲-۳) نمودار هیسترسس برش پایه-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۱۵
- شکل (۲۳-۳) نمودار هیسترسس نیروی محوری -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۱۵
- شکل (۲۴-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ... ۱۱۶
- شکل (۲۵-۳) نمودار هیسترسس کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۱۶
- شکل (۲۶-۳) نمودار پوش اور برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی ساده، یک طبقه یک دهانه ۱۱۷
- شکل (۲۷-۳) نمودار پوش اور نیروی محوری ستون-تغییر مکان قاب بتنی ساده، یک طبقه یک دهانه ۱۱۷
- شکل (۲۸-۳) نمودار پوش اور برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی با مهاربند کابلی، یک طبقه یک دهانه ۱۱۸
- شکل (۲۹-۳) نمودار پوش اور نیروی محوری ستون-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، یک طبقه یک دهانه ۱۱۸
- شکل (۳۰-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، یک طبقه یک دهانه ... ۱۱۹
- شکل (۳۱-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، یک طبقه یک دهانه ۱۱۹
- شکل (۳۲-۳) نمودار پوش اور برش پایه-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ۱۲۰
- شکل (۳۳-۳) نمودار پوش اور نیروی محوری -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ۱۲۰
- شکل (۳۴-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ... ۱۲۱
- شکل (۳۵-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با استوانه سخت، یک طبقه یک دهانه ۱۲۱
- شکل (۳۶-۳) نمودار پوش اور برش پایه-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۲۲
- شکل (۳۷-۳) نمودار پوش اور نیروی محوری -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۲۲
- شکل (۳۸-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل راست -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۲۳
- شکل (۳۹-۳) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ -تغییر مکان قاب با استوانه نرم، یک طبقه یک دهانه ۱۲۳

- شکل (۳-۴۰) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی ساده سه طبقه یک دهانه ۱۲۵
- شکل (۳-۴۱) نمودار هیسترسیس نیروی محوری ستون-تغییر مکان قاب بتنی ساده سه طبقه یک دهانه ۱۲۵
- شکل (۳-۴۲) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی با مهاربند کابلی ساده سه طبقه یک دهانه ۱۲۶
- شکل (۳-۴۳) نمودار هیسترسیس نیروی محوری -تغییر مکان قاب مهاربند کابلی ساده سه طبقه یک دهانه .. ۱۲۶
- شکل (۳-۴۴) نمودار هیسترسیس کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه .. ۱۲۷
- شکل (۳-۴۵) نمودار هیسترسیس کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه ... ۱۲۷
- شکل (۳-۴۶) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۲۸
- شکل (۳-۴۷) نمودار هیسترسیس نیروی ستون-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۲۸
- شکل (۳-۴۸) نمودار هیسترسیس کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۲۹
- شکل (۳-۴۹) نمودار هیسترسیس کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه .. ۱۲۹
- شکل (۳-۵۰) نمودار هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان قاب بتنی با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۰
- شکل (۳-۵۱) نمودار هیسترسیس نیروی محوری ستون-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه . ۱۳۰
- شکل (۳-۵۲) نمودار هیسترسیس کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۱
- شکل (۳-۵۳) نمودار هیسترسیس کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۱
- شکل (۳-۵۴) نمودار پوش اور برش پایه ستون-تغییر مکان قاب بتنی ساده، سه طبقه یک دهانه ۱۳۲
- شکل (۳-۵۵) نمودار پوش اور نیروی محوری پایه ستون-تغییر مکان قاب بتنی ساده، سه طبقه یک دهانه ... ۱۳۲
- شکل (۳-۵۶) نمودار پوش اور برش پایه ستون-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه ۱۳۳
- شکل (۳-۵۷) نمودار پوش اور نیروی ستون-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه ۱۳۳
- شکل (۳-۵۸) نمودار پوش اور کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه ۱۳۴
- شکل (۳-۵۹) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با مهاربند کابلی، سه طبقه یک دهانه ۱۳۴
- شکل (۳-۶۰) نمودار پوش اور برش پایه ستون-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۳۵
- شکل (۳-۶۱) نمودار پوش اور نیروی ستون-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۳۵
- شکل (۳-۶۲) نمودار پوش اور کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ... ۱۳۶
- شکل (۳-۶۳) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با استوانه سخت، سه طبقه یک دهانه ۱۳۶
- شکل (۳-۶۴) نمودار پوش اور برش پایه ستون-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۷

- شکل (۳-۶۵) نمودار پوش اور نیروی محوری ستون-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۷
- شکل (۳-۶۶) نمودار پوش اور کرنش کابل راست-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۸
- شکل (۳-۶۷) نمودار پوش اور کرنش کابل چپ-تغییر مکان قاب با استوانه نرم، سه طبقه یک دهانه ۱۳۸
- شکل (۳-۶۸) نمودارهای پوش اور مدل های یک طبقه یک دهانه ۱۳۹
- شکل (۳-۶۹) نمودارهای پوش اور نیروی محوری-تغییر مکان مدل های یک طبقه یک دهانه ۱۴۰
- شکل (۳-۷۰) نمودارهای پوش اور کرنش محوری کابل چپ-تغییر مکان مدل های یک طبقه یک دهانه ۱۴۱
- شکل (۳-۷۱) نمودارهای هیسترسیس برش پایه-تغییر مکان مدل های یک طبقه یک دهانه ۱۴۲
- شکل (۳-۷۲) نمودار کرنش کابل سمت چپ-تغییر مکان سه نمونه استوانه نرم ۱۴۳
- شکل (۳-۷۳) نمودار برش پایه-تغییر مکان سه نمونه استوانه نرم ۱۴۳
- شکل (۳-۷۴) مدل های تحلیل دینامیکی ۱۴۵
- شکل (۳-۷۵) تاریخچه زمانی رکورد زلزله ELCENTRO با حداکثر شتاب $0.312G$ ۱۴۵
- شکل (۳-۷۶) تاریخچه زمانی رکورد زلزله KOBE با حداکثر شتاب $0.821G$ ۱۴۶
- شکل (۳-۷۷) تاریخچه زمانی رکورد زلزله TABAS با حداکثر شتاب $0.108G$ ۱۴۶
- شکل (۳-۷۸) نمودار تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقه سوم تحت شتابنگاشت ELCENTRO ۱۴۸
- شکل (۳-۷۹) نمودار تاریخچه زمانی برش پایه تحت شتابنگاشت ELCENTRO ۱۴۸
- شکل (۳-۸۰) نمودار تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقه سوم تحت شتابنگاشت KOBE ۱۴۹
- شکل (۳-۸۱) نمودار تاریخچه زمانی برش پایه تحت شتابنگاشت KOBE ۱۴۹
- شکل (۳-۸۲) نمودار تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقه سوم تحت شتابنگاشت TABAS ۱۵۰
- شکل (۳-۸۳) نمودار تاریخچه زمانی برش پایه تحت شتابنگاشت TABAS ۱۵۰
- شکل (۳-۸۴) نمودار تغییر مکان های حداکثر دینامیکی ۱۵۲
- شکل (۳-۸۵) نمودار حداکثر برش پایه دینامیکی ۱۵۲
- شکل (۳-۸۶) نمودار حداکثر نیروی محوری دینامیکی ۱۵۳

فهرست جداول

فصل اول: پایه های نظری و پیشینه مطالعاتی

- جدول (۱-۱) مقایسه ترکیبات شیمیایی فولاد ساختمانی معمولی و فولاد کابل ۲۶
- جدول (۲-۱) علامت اختصاری انواع هسته ها طبق استاندارد ISO:17893 ۲۹
- جدول (۳-۱) مقاطع و مشخصات کابل های مصرفی در پلهای کابلی ۳۶
- جدول (۴-۱) نامگذاری کابل های دایره ای شکل طبق ISO 17893 ۴۰
- جدول (۵-۱) حداقل بار گسیختگی کابل ۶×۱۹ وارینگتون با هسته فولادی استاندارد DIN 3059 ۵۱
- جدول (۶-۱) مقادیر ضرایب تجربی K_2, K_{1P}, K_{1N}, K ۵۲

فصل سوم: نتایج و بحث

- جدول (۱-۳) مقادیر تنش-کرنش انتخابی برای بتن و کرنش های غیرالاستیک نظیر ۹۷
- جدول (۲-۳) مقادیر تنش-کرنش برای بتن در حالت کشش و کرنش های پلاستیک حالت نمائی ۹۹
- جدول (۳-۳) مقادیر تنش-کرنش برای بتن در حالت کشش و کرنش های پلاستیک حالت خطی ۱۰۰
- جدول (۴-۳) مقادیر آسیب های کششی نظیر کرنش ها ۱۰۱
- جدول (۵-۳) مقادیر تنش-کرنش برای فولاد آرماتورها ۱۰۳
- جدول (۶-۳) مقادیر تنش و کرنش برای کابل ۱۰۵
- جدول (۷-۳) مقادیر حداکثر تغییر مکان دینامیکی تحت سه شتاب نگاشت ۱۵۱
- جدول (۸-۳) مقادیر حداکثر برش پایه مدل ها تحت سه شتاب نگاشت ۱۵۱
- جدول (۹-۳) مقادیر حداکثر نیروی محوری مدل ها تحت سه شتاب نگاشت ۱۵۱

مقدمه

بشر از ابتدای وجود در جنگ و ستیز با نیروهای طبیعت، برای زنده ماندن است. این تنازع برای بقا، همچنان ادامه دارد، با این تفاوت که اکنون، شکل علمی و مدرن تری برای خود گرفته است. استفاده از شاخ و برگ درختان برای ایجاد سرپناه، جای خود را به استفاده از مصالح جدید به همراه محاسبات علمی سازه ها داده است.

به دلیل افزایش روزافزون جمعیت و محدود بودن منابع کره زمین، حداکثر استفاده از منابع موجود، امری ضروری به نظر می رسد. در همین راستا، تلاش مهندسين در جهت طراحی بهینه سازه ها حرکت می کند، سازه هایی که با حداقل وزن، حداکثر کارایی را از خود نشان بدهند. این امر در گرو مقاومت سازه در برابر بارهای وارده می باشد.

بارهای مرده وارد بر ساختمان معمولاً بارهایی مشخص می باشند ولی بخش بحث برانگیز بارگذاری، بارهای زنده و به ویژه بارهای جانبی ناشی از نیروهای باد یا زلزله وارد بر ساختمان می-باشند که این موضوع، مسائل مربوط به سیستم های مقاوم جانبی را مطرح می کند.

از انواع مهاربندی های موجود، کابل به عنوان یکی عضو باربر کششی که دارای خصوصیات منحصر به فردی از جمله سبکی و مقاومت بسیار بالا است، در جهت بهینه ساختن طراحی ها، انتخابی مناسب به نظر می رسد.

در این پایان نامه، قاب های خمشی بتن آرمه مجهز به مهاربندی های کابلی تحت بارهای جانبی مورد مطالعه قرار می گیرند.

فصل اول

پایه های نظری و پیشینه پژوهش

۱-۱ بتن آرمه

۱-۱-۱ مقدمه

در ساخت اکثر سازه ها مصالح معمول مورد استفاده چوب، فولاد و بتن مسلح می باشد. مصالح سبک مانند آلومینیوم و پلاستیک نیز روز به روز کاربرد بیشتری پیدا می کنند. در این بین، بتن مسلح از این جهت منحصر به فرد است که دو نوع مختلف از مصالح با هم به کار گرفته می شود، بنابراین اصولی که در طراحی سازه های بتن آرمه استفاده می شود از بسیاری جهات با طراحی سازه با یک نوع مصالح متفاوت است و این سازه ها خواص جالب و در خور توجهی از خود نشان می دهند.

استفاده وسیع بتن سازه ای در قرن بیستم ناشی از کاربرد فولادهای تقویتی به همراه بتن و ایجاد یک ماده ساختمانی مرکب، بادوام و ارزان یعنی بتن مسلح بوده است. امروزه بتن در ساخت سازه های بسیار گوناگونی استفاده می شود که از این جمله می توان به ساختمان ها، پل ها، کف سازی ها، سدها، دیوارهای حائل، تونل ها، مخازن، لوله ها، کانال ها و سازه های دریایی اشاره نمود.

۱-۱-۲ پیشینه تاریخی

ساختمان هایی از یونان باستان یافت شده است که نشان می دهد ابداع کنندگان آن ها اطلاعاتی در مورد مسلح کردن ساختمان های سنگی داشته اند. گذشته از این یافته تاریخی، سابقه استفاده از بتن مسلح برای اولین بار به سال ۱۸۵۰ میلادی برمیگردد که ژوزف لامبوت فرانسوی یک قایق کوچک بتنی که با شبکه ای از سیم های موازی مسلح شده بود، تولید کرد و در نمایشگاه سال ۱۸۵۴ میلادی در پاریس به نمایش گذاشت که یک سال بعد حق امتیاز آن را به نام خود ثبت نمود.

در جواز ثبت اختراع وی، علاوه بر قایق، یک تیر بتن مسلح و یک ستون مسلح با چهار میله آهنی نیز ثبت شده است [۷].

در سال ۱۸۵۴ یک انگلیسی به نام ویلکینسون امتیاز اولین کف بتن آرمه را به نام خود ثبت نمود. در سال ۱۸۶۱ میلادی یک فرانسوی دیگر به نام فرانسوا کوگنت کتابی منتشر کرد که حاوی بسیاری از کاربردهای بتن آرمه بود [۷].

اولین استفاده عملی از بتن آرمه را می توان به جوزف مونیر، صاحب یک پرورشگاه در پاریس نسبت داد. وی در سال ۱۸۶۷ میلادی، اولین حق امتیاز خود را در فرانسه در زمینه تشت های بتنی مسلح با آهن ثبت نمود و به دنبال آن بسیاری ابداعات دیگر از جمله لوله ها و مخازن در ۱۸۶۸، صفحات تخت در ۱۸۶۹، پل ها در ۱۸۷۳ و راه پله ها در ۱۸۷۵ انجام داد. طی سال های ۱۸۸۰ و ۱۸۸۱ میلادی، مونیر حق امتیاز تراورس های ریل راه آهن، آبشخورها، گلدان های کوزه ای مدور، صفحات تخت، کانال های زهکشی و بسیاری ابداعات دیگر را در آلمان ثبت نمود. آهن مسلح کننده مونیر بیشتر به منظور فرم دادن سازه و تقویت کلی آن به کار می رفت و به وضوح مشخص است که وی هیچ شناخت کمی از رفتار یا روش های محاسبات به منظور طراحی بتن آرمه نداشت [۱۱].

در ایالات متحده، تادیوس هیات که در ابتدا یک وکیل بود، آزمایشاتی در رابطه با تیرهای بتن آرمه در سال های ۱۸۵۰ تا ۱۸۶۰ میلادی انجام داد. میله های آهنی تیرهای وی در بخش کششی قرار داشت و نزدیک تکیه گاه ها خم شده و در قسمت فشاری بتن مهار گشته بود. علاوه بر این، نزدیک تکیه گاه ها از میلگردهای عرضی (خاموت) نیز استفاده شده بود. با این وجود، آزمایشات وی تا سال ۱۸۷۷ میلادی که کارهای خود را به چاپ رساند، ناشناخته مانده بود. رانسام به عنوان رئیس شرکت بتن فولاد سانفرانسیسکو در ۱۸۷۰ میلادی شکل هایی از بتن مسلح را به کار برد. او استفاده از کابل و تسمه آهنی را در بسیاری از سازه ها رواج داد و در سال ۱۸۸۴ میلادی، ابداع استفاده از