دانشکده عمران

گروه مهندسی عمران- سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران سازه

عنوان

تعیین ضریب رفتار قاب دو بعدی فلزی به همراه کابل به عنوان مهاربند

استاد راهنما

دکتر مجید برقیان

استاد مشاور

دکتر علی داوران

۱۳۸۷ /۵/ ۱
۱۳۸۷ /۵/ ۱

پژوهشگر

رامین کتابفروش بدری

اسفند ۸۶

نام خانوادگی : کتابفروش بدری **نام** : رامین

عنوان پایان نامه : تعیین ضریب رفتار قاب دوبعدی فلزی همراه با کابل به عنوان مهاربند

استاد راهنما : دکتر مجید برقیان

استاد مشاور : دکتر علی داوران

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته** : مهندسی عمران **گرایش** : سازه **دانشگاه** : تبریز

دانشکده : فنی و مهندسی عمران **تاریخ فارغ التحصیلی** : اسفند ۸۶ **تعداد صفحات** : ۱۵۳

کلید واژه ها : ضریب رفتار، شکل پذیری، بیش مقاومتی، تحلیل بار افزون

چکیده :

در آیین نامه های معتبر طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، نیروی برش پایه وارد بر سازه توسط ضریب کاهشی با عنوان ضریب رفتار، کاهش داده می شود تا از ظرفیتهای نهفته در سازه برای مقابله با نیروی زلزله استفاده شود و تا حد ممکن طرحی اقتصادی بدست آید. از این رو ضریب رفتار یک پارامتر بسیار مهم و تاثیرگذار می نماید به طوریکه تعیین نادرست آن به طرحی ضعیف یا غیر اقتصادی منجر می گردد.

این پژوهش تلاشی در جهت بررسی رفتار سیستم سازه ای جدیدی است که در آن از کابل به عنوان مهاربند استفاده می شود . هدف اصلی تعیین مقدار مناسبی برای ضریب رفتار سیستم های مهاربند کابلی به صورت ضربدری در ترکیب با قاب های خمشی می باشد. این بررسی تنها رفتار سازه ها را در یک جهت در نظر گرفته است. از سوی دیگر تاثیر عواملی نظیر تعداد طبقات سازه و سهم مهاربندها از برش پایه طراحی در مقدار ضریب رفتار مورد بررسی قرار گرفته است.

تحلیل های انجام گرفته توسط نرم افزار **SAP2000 ver 10.1** بر روی سازه های ۳، ٦، ۹ و۱۲ طبقه و در سه سیستم ۱- قاب خمشی ۲- قاب مهاربندی کابلی با سهم ۷۰ درصد از برش پایه برای قاب خمشی و ۳- قاب مهاربندی کابلی با سهم ۵۰ درصد از برش پایه برای قاب خمشی صورت پذیرفته است. تحلیل ها از نوع تحلیل غیرخطی استاتیکی با الگوی بار متناسب با مد اول می باشد.

نتایج حاصل نشان داد که ضریب رفتار سازه های مفروض با افزایش ارتفاع و کاهش سهم قاب خمشی از برش پایه کاهش می یابد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : پایه های نظری و پیشینه پژوهش

۱-۱ معرفی کابل ها ۲
۱-۱-۱ مقدمه ۲
۱-۱-۲ کابل ۳
۱-۱-۳ انواع اصلی کابل ها ٤
۱-۱-۳-۱ رشته کابل های حلزونی یا مارپیچی ٤
۱-۱-۳-۱-۱ هسته کابل های فولادی مارپیچی ٤
۱-۱-۳-۱-۲ انواع تاب کابل فولادی مارپیچی ٥
۱-۱-۳-۱-۳ تاب راستگرد و چپگرد ٦
۱-۱-۳-۱-٤ انواع بافت کابل فولادی مارپیچی ۷
۱-۱-۳-۱-٥ اثر زاویه پیچش و سختی محوری و مقاومت کششی کابل ۸
۱-۱-۳-۲ کابل رشته های موازی ۹
۱-۱-٤ کابل و مصالح ساخت آن ۱۰
۱-۱-٥ محافظت در مقابل خوردگی ۱۰
۱-۱-٥-۱ روشهای محافظت در مقابل خوردگی ۱۱
۱-۱-٦ قطر کابل ۱۲
۱-۱-۷ انواع اتصالات ۱۲
۱-۱-۸ خصوصیات مکانیکی ۱٥
۱-۱-۸-۱ مقاومت استاتیکی ۱٥
۱-۱-۸-۲ کابل و استحکام نهایی ۱۷
۱-۱-۸-۳ کابل و انعطاف پذیری ۱۸
۱-۱-۸-٤ سختی برشی و مقاومت فشاری کابل ۱۸
۱-۱-۸-٥ وارفتگی یا سست شدگی ۱۸
۱-۱-۹ پیش تنیدگی در کابل ها ۲۱
۱-۱-۱۰ محاسبه حداقل بار گسیختگی کابل ۲۲

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱-۱-۱۱ وزن واحد طول کابل ۲۵
۱-۱-۱۲ سازه کابلی بعنوان یک سازه کششی ۲۶
۱-۱-۱۳ مزایای سازه های کابلی ۲۶
۱-۱-۱٤ رفتار یک سازه کابلی ۲۷
۱-۲ سیستم های مقاوم جانبی ۲۸
۱-۲-۱ مقدمه ۲۸
۱-۲-۲ انواع سیستم های مهاربندی ۳۰
۱-۲-۲-۱ انواع مهاربندی ها ۳۰
۱-۲-۳ سیستم مهاربندی کابلی ۳۱
۱-۲-٤ پیشینه پژوهش در مورد سیستم مهاربندی کابلی ۳٤
۱-۳ ضریب رفتار ۳٦
۱-۳-۱ مقدمه ۳٦
۱-۳-۲ تاریخچه فنی موضوع ۳۸
۱-۳-۳ ضریب رفتار در آیین نامه ها ٤۸
۱-٤ تحلیل استاتیکی غیرخطی ۵۳
۱-٤-۱ مقدمه ۵۳
۱-٤-۲ تحلیل استاتیکی غیر خطی ۵٤
۱-٤-۲-۱ تحلیل پوش اور سنتی ۵۵
۱-٤-۲-۱-۱ مزایای تحلیل پوش اور ۵٦
۱-٤-۲-۱-۲ کاستی ها ومحدودیت های عمده روش تحلیل پوش اور سنتی ۵۹

فصل دوم : مواد و روشها

۲-۱ موارد تحلیلی کابل ها ٦۳
۲-۱-۱ مقدمه ٦۳
۲-۱-۲ رفتار غیر خطی کابل ٦۵

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۱-۳ مقایسه تیر با کابل ٦۹
۲-۱-٤ انواع اعضای کابلی ۷۰
۲-۱-٤-۱ عضو کابل محوری ۷۰
۲-۱-٤-۲ عضو کابل تحلیلی ۷۲
۲-۱-۵ عضو کابلی دو بعدی ۷۲
۲-۱-۵-۱ نظریه عمومی کابل ها ۷۳
۲-۱-۵-۲ کابل تحت بار گسترده یکنواخت ۷۵
۲-۱-۵-۳ نیروی کششی در کابل ها تحت بار گسترده یکنواخت در امتداد افق ۷۷
۲-۱-۵-٤ طول کابل تحت بار گسترده یکنواخت در امتداد افق ۷۸
۲-۱-۵-۵ افزایش طول یا اتساع الاستیک کابل ۸۰
۲-۲ نحوه عملکرد سیستم های کابلی و مدل سازی آنها در نرم افزار SAP2000 ..... ۸۲
۲-۲-۱ مقدمه ۸۲
۲-۲-۲ نحوه عملکرد سیستم های کابلی ۸۲
۲-۲-۲-۱ سیستم با کابل یکپارچه ۸۳
۲-۲-۲-۲ سیستم کابلی ضربدری ۸۵
۲-۲-۳ مدل سازی سیستم کابلی در نرم افزار SAP2000 ..... ۸۸
۲-۲-۳-۱ نحوه مدل کردن کابل ۸۸
۲-۲-۳-۲ غیر خطی هندسی ۹۰
۲-۲-۳-۲-۱ اثرات P-Δ ۹۱
۲-۲-۳-۲-۲ اثر تغییر مکانهای بزرگ ۹۱
۲-۲-۳-۳ غیر خطی مصالح ۹۲
۲-۲-۳-٤ قیدها ۹۳
۲-۲-۳-۵ شرح مدل های ساخته شده ۹٤
۲-۳ ضریب رفتار و روابط موجود در مورد آن ۱۰٤
۲-۳-۱ مقدمه ۱۰٤
۲-۳-۲ پارامترهای موثر در ضریب رفتار ۱۰۵
۲-۳-۲-۱ پارامترهای موثر در ضریب رفتار در طراحی بر اساس تنش مجاز ۱۰۵
۲-۳-۲-۲ پارامترهای موثر در ضریب رفتار بر اساس ATC-19 ..... ۱۰۸

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۳-۳ روابط موجود در مورد ضریب کاهش نیروی زلزله در اثر شکل پذیری ۱۰۹
۲-۳-۳-۱ رابطه Newmark-Hall ۱۰۹
۲-۳-۳-۲ رابطه Nassar-Krawinkler ۱۱۰
۲-۳-۳-۳ رابطه Miranda-Bertero ۱۱۱
۲-۳-٤ روابط مورد استفاده در این پژوهش ۱۱۱
۲-٤ تحلیل پوش اور ۱۱۲
۲-٤-۱ الگوی بار برای تحلیل پوش اور ۱۱۲
۲-٤-۱-۱ الگوی بار پیشنهاد شده در ATC-40 ..... ۱۱۲
۲-٤-۱-۲ الگوی بار پیشنهاد شده در FEMA-273 ..... ۱۱۳
۲-٤-۱-۳ الگوی توزیع بار mφ ۱۱٤
۲-٤-۱-٤ الگوی توزیع بار بر اساس سختی ۱۱٤
۲-٤-۲ الگوی بار انتخاب شده در این پژوهش ۱۱٦
۲-٤-۳ خاتمه تحلیل پوش اور ۱۱۸
۲-٤-۳-۱ معیارهای خاتمه تحلیل پوش اور ۱۱۸
۲-٤-۳-۲ معیارهای مورد استفاده در این پژوهش ۱۱۹
۲-٤-٤ روند انجام تحلیل پوش اور بر اساس معیارهای آیین نامه ۲۸۰۰ و FEMA ۱۲۰
۲-٤-٥ روند انجام تحلیل پوش اور بر اساس معیار ظرفیت نهایی سیستم ۱۲۱
۲-٤-٦ دستور العمل دو خطی کردن منحنی ظرفیت بر اساس آیین نامه FEMA ۱۲۱
۲-٤-۷ دستور العمل دو خطی کردن منحنی ظرفیت بر اساس آیین نامه ATC ۱۲۲

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ مقایسه وزن سیستم قاب خمشی و سیستم های مهاربندی کابلی ۱۲٤
۳-۲ ضریب بیش مقاومتی ۱۲٥
۳-۲-۱ ضریب بیش مقاومتی و ارتفاع سازه ۱۲٥
۳-۲-۲ ضریب بیش مقاومتی و سیستم مقاوم جانبی ۱۲۷
۳-۳ ضریب کاهش شکل پذیری ۱۲۸
۳-۳-۱ ضریب کاهش شکل پذیری براساس رابطه نیومارک ـ هال ۱۲۸

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۳-۳-۱-۱ $R\mu$ و ارتفاع سازه ۱۲۹
۳-۳-۱-۲ $R\mu$ و سیستم مقاوم جانبی ۱۳۱
۳-۳-۲ ضریب کاهش شکل پذیری براساس رابطه میراندا ـ برترو ۱۳۲
۳-۳-۲-۱ $R\mu$ و ارتفاع سازه ۱۳۲
۳-۳-۲-۲ $R\mu$ و سیستم مقاوم جانبی ۱۳۶
۳-۳-۳ مقایسه مقادیر ضریب کاهش شکل پذیری بر اساس روابط نیومارک ـ هال و میراندا ـ برترو ۱۳۷
۳-٤ ضریب رفتار سازه ها ۱٤۰
۳-٤-۱ R براساس رابطه نیومارک ـ هال و ارتفاع سازه ۱٤۰
۳-٤-۲ R بر اساس رابطه نیومارک ـ هال و سیستم مقاوم جانبی ۱٤۳
۳-٤-۳ R بر اساس رابطه میراندا ـ برترو و ارتفاع سازه ۱٤٤
۳-٤-٤ R بر اساس رابطه میراندا ـ برترو و سیستم مقاوم جانبی ۱٤٦
۳-٤-۵ مقایسه ضریب رفتار بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو ۱٤۷
۳-۵ نتیجه گیری ۱۵۰
۳-٦ پیشنهادات ۱۵۱

منابع ۱۵۲

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

فصل اول : پایه های نظری و پیشینه پژوهش

۱-۱ مقایسه بین کابل فولادی و فولاد سازه‌ای ۳
۱-۲ میزان کاهش مقاومت ناشی از خوردگی ۱۱
۱-۳ متداولترین اشکال سوکت ۱٤
۱-٤ حداقل بار گسیختگی کابل ۱۹× ٦ استاندارد با هسته الیافی با استاندارد DIN 3060 ..... ۲۲
۱-٥ حداقل بار گسیختگی کابل ۱۹× ٦ وارینگتون با هسته فولادی مطابق با استاندارد DIN 3059 ..... ۲۳
۱-٦ حداقل بار گسیختگی تعدادی از کابل ها مطابق با استاندارد BS 302: Part 2:1987 ..... ۲٤
۱-۷ مقادیر ضرایب تجربی K2, K1p, K1n, K ۲٥

فصل دوم : مواد و روشها

۲-۱ مقاطع طرح شده در سیستم های قاب خمشی ۳ طبقه ۹۹
۲-۲ مقاطع طرح شده در سیستم های قاب خمشی ٦ طبقه ۹۹
۲-۳ مقاطع طرح شده در سیستم های قاب خمشی ۹ طبقه ۹۹
۲-٤ مقاطع طرح شده در سیستم های قاب خمشی ۱۲ طبقه ۱۰۰
۲-٥ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ۷۰ درصد برای قاب خمشی ۳ طبقه ۱۰۰
۲-٦ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ۷۰ درصد برای قاب خمشی ٦ طبقه ۱۰۰
۲-۷ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ۷۰ درصد برای قاب خمشی ۹ طبقه ۱۰۱
۲-۸ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ۷۰ درصد برای قاب خمشی ۱۲طبقه ۱۰۱
۲-۹ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ٥۰ درصد برای قاب خمشی۳ طبقه ۱۰۲
۲-۱۰ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ٥۰ درصد برای قاب خمشی٦ طبقه ۱۰۲
۲-۱۱ مقاطع طرح شده در سیستم های مهاربندی با سهم باربری ٥۰ درصد برای قاب خمشی۹ طبقه ۱۰۲
۲-۱۲ مقاطع طرح شده در سیستمهای مهاربندی با سهم باربری ٥۰ درصد برای قاب خمشی۱۲ طبقه ۱۰۳
۲-۱۳ مقادیر a و b بر حسب a ۱۱۱
۲-۱٤ مقادیر برای ضریب اصلاح C2 ..... ۱۱٦
۲-۱٥ پریود پایه سازه ها با سیستم قاب خمشی در جهت X و شکل مدی اول مربوطه ۱۱۷

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

۲-۱۶ پریود پایه سازه ها با سیستم مهاربند کابلی در جهت X با سهم برش پایه طرح ۱۱۷
۷۰ درصد برای قاب خمشی و شکل مدی اول مربوطه

۲-۱۷ پریود پایه سازه ها با سیستم مهاربند کابلی در جهت X با سهم برش پایه طرح ۱۱۷
۵۰ درصد برای قاب خمشی و شکل مدی اول مربوطه

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ وزن سیستمهای سازه ای و میزان کاهش وزن سازهای مهاربندی شده نسبت به سیستم قاب خمشی ۱۲۴

۳-۲ مقادیر ضریب بیش مقاومتی در سازه های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ طبقه در سیستم های مورد بررسی ۱۲۵

۳-۳ مقادیر ضریب کاهش شکل پذیری براساس رابطه نیومارک ـ هال ۱۲۸

۳-۴ مقادیر ضریب کاهش شکل پذیری براساس رابطه میراندا- برترو ۱۳۲

۳-۵ مقادیر ضریب رفتار بر اساس رابطه نیومارک- هال ۱۴۰

۳-۶ مقادیر ضریب رفتار بر اساس رابطه میراندا- برترو ۱۴۰

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

فصل اول : پایه های نظری و پیشینه پژوهش

۱-۱ کابل حلزونی یا مارپیچی ٤
۱-۲ انواع تاب کابل فولادی مارپیچی ٦
۱-۳ انواع بافت کابل فولادی مارپیچی ۸
۱-٤ اثر زاویه پیچش در سختی محوری و مقاومت کششی کابل ۸
۱-٥ کابل با رشته‌های موازی ۹
۱-٦ حلقه فولادی تثبیت شده با بست گلویی فلزی ۱۳
۱-۷ حلقه فولادی تثبیت شده با بست‌های U شکل ۱۳
۱-۸ حلقه گیس بافت شده ۱٤
۱-۹ نمودار رفتار کابل ۱۷
۱-۱۰ پدیده سست‌شدگی کابل ۱۹
۱-۱۱ منحنی وهلر در مختصات لگاریتمی ـ لگاریتمی ۲۰
۱-۱۲ رابطه بین مقاومت خستگی و مقاومت ساییدگی ۲۱
۱-۱۳ شمای کلی سیستم مهاربندی کابلی از نوع سیستم ضربدری ۳۲
۱-۱٤ استفاده از سیستم با کابل یکپارچه، با چندین جفت کابل در امتداد طولی ساختمان ۳۳
۱-۱٥ ساختمان مجهز به سیستم کابلی با میراگر انتهایی در پروژه SPIDER ۳٥
۱-۱٦ چرخه‌های هیسترزیس در طی حرکت‌های چرخه‌ای بعلت رفتار غیرالاستیک ۳۹

فصل دوم : مواد و روشها

۲-۱ چند ضلعی تعادل برای کابل آویزان از دو نقطهٔ A و B ٦٦
۲-۲ کابل آویزان از دو نقطهٔ A و B، با بارهای متمرکز P و 2P و منحنی بار – تغییرشکل مربوطه ٦۸
۲-۳ تیر سه مفصلی بعنوان مدل رفتارسازهٔ کابلی ٦۹
۲-٤ وزن W که توسط کابلی آویزان شده و بار جانبی P را تحمل می کند ۷۱

فهرست شکل ها

عنوان — صفحه

۲-۵ حصول نظریهٔ عمومی کابل (الف) کابل آویزان از دو نقطهٔ غیر همتراز a و b با ۷۳
بارهای متمرکز (ب) تیر ساده هم دهانه با کابل

۲-۶ کابل تحت بار گستردهٔ یکنواخت در امتداد افق ۷۵

۲-۷ کابل تحت بار گسترده با وتر افقی ۷۷

۲-۸ عملکرد سیستم با کابل یکپارچه در برابر بارهای جانبی، بار جانبی ۸۴
(الف) به طرف راست (ب) به طرف چپ

۲-۹ نحوهٔ اتصال لغزشی کابل به کف طبقات میانی و اتصال آن به پی در طبقهٔ اول ۸۵

۲-۱۰ عملکرد سیستم کابلی ضربدری در برابر بارهای جانبی، بار جانبی ۸۶
(الف) به طرف راست (ب) به طرف چپ

۲-۱۱ نحوهٔ اتصال کابل به اعضای قاب با استفاده از سوکت ها ۸۷

۲-۱۲ نحوهٔ اتصال کابل به اعضای قاب توسط ایجاد حلقه ۸۷

۲-۱۳ پلان تیپ مدل های مورد بررسی ۹۸

۲-۱۴ پاسخ کلی سازه (ضریب برش پایه ـ تغییر مکان جانبی) ۱۰۵

۲-۱۵ پاسخ کلی سازه (برش پایه ـ تغییر مکان جانبی) ۱۰۹

۲-۱۶ منحنی ظرفیت دو خطی براساس آیین نامه FEMA ۱۲۲

۲-۱۷ منحنی ظرفیت دو خطی براساس آیین نامه ATC-40 ..... ۱۲۲

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ وزن سیستم های مهاربندی کابلی و سیستم های قاب خمشی تحت بررسی ۱۲۵

۳-۲ تغییرات ضریب بیش مقاومتی با تغییر ارتفاع سازه ها در سیستم های تحت بررسی ۱۲۶

۳-۳ تغییرات ضریب بیش مقاومتی با تغییر ارتفاع سازه ها در سیستم های تحت بررسی ۱۲۷

۳-۴ تغییرات ضریب بیش مقاومتی با تغییر سهم قاب خمشی از برش پایه ۱۲۸

۳-۵ تغییرات $R\mu$ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب خمشی ۱۲۹

۳-۶ تغییرات $R\mu$ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب مهاربند کابلی ۱۳۰
با سهم برش پایه ۷۰ درصد برای قاب خمشی

فهرست شکل ها

عنوان | صفحه

۳-۷ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب مهاربند کابلی ۱۳۰
با سهم برش پایه ۵۰ درصد برای قاب خمشی
۳-۸ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی ۱۳۱
۳-۹ تغییرات Rμ با تغییر سهم قاب خمشی از برش پایه ۱۳۲
۳-۱۰ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب خمشی ۱۳۳
۳-۱۱ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب مهاربند کابلی ۱۳٤
با سهم برش پایه ۷۰ درصد برای قاب خمشی
۳-۱۲ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی در سیستم قاب مهاربند کابلی ۱۳٤
با سهم برش پایه ۵۰ درصد برای قاب خمشی
۳-۱۳ تغییرات Rμ با ارتفاع در سازه های مورد بررسی ۱۳۵
۳-۱٤ مقادیر ضریب کاهش شکل پذیری بر اساس رابطه میراندا- برترو به ازای مقادیر ۱۳٦
مختلف شکل پذیری و زمان تناوب
۳-۱۵ تغییرات Rμ با تغییر سهم قاب خمشی از برش پایه ۱۳۷
۳-۱٦ مقادیر Rμ بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۳ طبقه ۱۳۸
در سیستم های تحت بررسی
۳-۱۷ مقادیر Rμ بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ٦ طبقه ۱۳۸
در سیستم های تحت بررسی
۳-۱۸ مقادیر Rμ بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۹ طبقه ۱۳۹
در سیستم های تحت بررسی
۳-۱۹ مقادیر Rμ بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۱۲ طبقه ۱۳۹
در سیستم های تحت بررسی
۳-۲۰ تغییرات ضریب رفتار سیستم قاب خمشی با ارتفاع بر اساس رابطه نیومارک ـ هال ۱٤۱
۳-۲۱ تغییرات ضریب رفتار با ارتفاع در سیستم قاب مهاربند کابلی با سهم برش پایه ۱٤۱
۷۰ درصد برای قاب خمشی بر اساس رابطه نیومارک ـ هال
۳-۲۲ تغییرات ضریب رفتار با ارتفاع در سیستم قاب مهاربند کابلی با سهم برش پایه ۱٤۲
۵۰ درصد برای قاب خمشی بر اساس رابطه نیومارک ـ هال

فهرست شکل ها

عنوان | صفحه

۳-۲۳ تغییرات R با ارتفاع در سازه های مورد بررسی ۱۴۲
۳-۲۴ تغییرات R با تغییر سهم قاب خمشی از برش پایه ۱۴۳
۳-۲۵ تغییرات ضریب رفتار سیستم قاب خمشی با ارتفاع بر اساس رابطه میراندا- برترو ۱۴۴
۳-۲۶ تغییرات ضریب رفتار با ارتفاع در سیستم قاب مهاربند کابلی با سهم برش پایه ۱۴۵
۷۰ درصد برای قاب خمشی بر اساس رابطه میراندا- برترو
۳-۲۷ تغییرات ضریب رفتار با ارتفاع در سیستم قاب مهاربند کابلی با سهم برش پایه ۱۴۵
۵۰ درصد برای قاب خمشی بر اساس رابطه میراندا- برترو
۳-۲۸ تغییرات R با ارتفاع در سازه های مورد بررسی ۱۴۶
۳-۲۹ تغییرات R با تغییر سهم قاب خمشی از برش پایه ۱۴۷
۳-۳۰ مقادیر R بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۳ طبقه ۱۴۸
در سیستم های تحت بررسی
۳-۳۱ مقادیر R بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۶ طبقه ۱۴۸
در سیستم های تحت بررسی
۳-۳۲ مقادیر R بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۹ طبقه ۱۴۹
در سیستم های تحت بررسی
۳-۳۳ مقادیر R بر اساس روابط نیومارک- هال و میراندا- برترو در سازه ۱۲ طبقه ۱۴۹
در سیستم های تحت بررسی

فصل اول :

پایه های نظری و پیشینه پژوهش

۱-۱ معرفی کابل ها

۱-۱-۱ مقدمه

در طول تاریخ با آثار مختلفی از اقوام گذشته مواجه می‌شویم. از میان آثار بجا مانده از هر قوم، بناهای باقی مانده از آنها به اعتراف همگان یکی از مهمترین نشانه‌های تمدن و پیشرفت مردم آن روزگار می‌باشد. این بناها بیانگر نحوه برخورد و مقابله بشر با طبیعت و استفاده از آن است. از نمونه‌های بارز این بناها پل‌هایی است که انسان گذشته برای عبور از موانع طبیعی مانند دره‌های عمیق بوجود آورده است. راه‌حلی که در آن برای اولین بار استفاده از کابل را تجربه نموده است.

از نمونه‌های قدیمی کابل، کابل‌های دست ساز یافت شده در خرابه‌های نینوا است که از مس ساخته شده‌اند و به ۶۸۵ سال قبل از میلاد برمی‌گردند. در ایتالیا نیز، یک قطعه کابل برنزی کشف شده است که قدمت آن به دورانی همزمان با حکومت آشوریان برمیگردد. رومیان کابلهایی از سیم و ریسمان ساخته بودند که نمونه‌هایی از آن در موزه ناپل ایتالیا موجود است. این نمونه‌ها و سایر مستندات تاریخی نشانه درک انسان دیروز از توانمندی عنصر کابلی و علاقه به استفاده از آن است.

در قرن اخیر و با سلطه روزافزون بشر امروزی بر علوم و خصوصاً پیشرفت در زمینه صنایع و کامپیوتر، تولید و بکارگیری کابلها با تنوع و تواناییهای بسیار بالاتر امکانپذیر شده است. کابلها مهمترین و جالب‌ترین عضو باربر سازه‌های کابلی مانند پلهای معلق هستند. انعطاف‌پذیری عضو کابلی طیف وسیعی از اشکال جذاب و فریبنده را در سازه‌ها بوجود می‌آورد.

۱-۱-۲ کابل

منظور از کابل مجموعه‌ای از مفتولهای فولادی است که بدنه واحدی را تشکیل می‌دهند و مقاومت کششی آن در مقایسه با فولاد معمول در سازه‌ها بالاست. دلیل این تفاوت این است که در ترکیب شیمیایی این عضو مقدار کربن بیشتر است به طوریکه به طور تقریبی می‌توان گفت که کابل‌های فولادی در مقایسه با فولاد نرم ٤ برابر و در مقایسه با فولاد با مقاومت بالا ۲ برابر، مقاومت کششی بیشتری از خود نشان می‌دهد. در مقابل , کابل‌ها شکل‌پذیری (ductility) کمتری داشته و کرنش نهایی در آنها تنها یک پنجم فولاد سازه‌ای است جدول (۱-۱) مقایسه‌ای را بین کابل فولادی و فولاد سازه‌ای نشان می‌دهد[۲۱].

جدول (۱-۱): مقایسه بین کابل فولادی و فولاد سازه‌ای

		Cable steel (5 or 7 mm wires)	Structural steel	
			Mild	High strength
Yield stress (−2% proof stress)	MPa	1180	240	690
Tensile strength	MPa	1570	370	790
Strain at breaking	%	4	24	18
Modulus of elasticity	GPa	205	210	210
Typical chemical composition				
C		0.80%	0.20%	0.15%
Si		0.20%	0.30%	0.25%
Mn		0.60%		0.80%
Cu		0.05%	0.20%	0.30%
Ni		0.05%		0.80%
Cr		0.05%	0.30%	0.50%
P		0.03%	0.04%	0.03%
S		0.02%	0.04%	0.03%

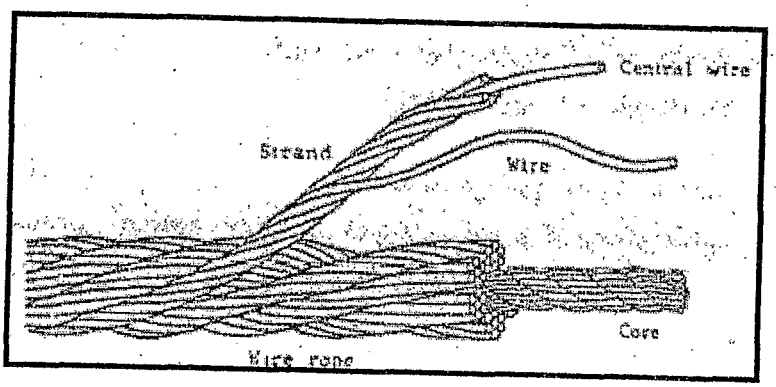
۱-۱-۳ انواع اصلی کابل ها

۱-۱-۳-۱ رشته کابل‌های حلزونی یا مارپیچی (Spiral Strands)

۱-۱-۳-۲ رشته کابل با سیم‌های موازی (Parallel – Wire Strands)

۱-۱-۳-۱ رشته کابل‌های حلزونی یا مارپیچی

این نوع کابلها شامل یک بخش مرکزی بنام هسته (Core) هستند که چند رشته (Strand) به دور آنها به صورت مارپیچ نامیده شده است. هر رشته خود از چند مفتول که به طور مارپیچ دور یک مفتول مرکزی قرار می‌گیرند، تشکیل می‌شود. اجزای تشکیل دهنده یک نمونه متداول از این کابل در شکل (۱-۱) آمده است[۱۳].



شکل(۱-۱): کابل حلزونی یا مارپیچی

۱-۱-۳-۱-۱ هسته کابل‌های فولادی مارپیچی

نقش هسته نگهداری رشته‌های پیرامونی خود است. بنابراین باید قطر آن به اندازه کافی بزرگ باشد تا هنگام بارگذاری مانع تماس رشته‌ها باشد هسته کابل می‌تواند از فولاد یا از مواد الیافی باشد.

اگرچه هنوز استفاده از کنف طبیعی در ساخت هسته کابل متداول است با این حال، الیاف مصنوعی نظیر پلی- پروپیلن به طور روزافزون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کابل‌هایی که دارای هسته فولادی باشند، نیروی کششی و استحکام بیشتری دارند در صورتی که کابل‌هایی با هسته الیافی قابلیت انعطافی بیشتری نسبت به مقاومت کششی دارند[۱۳].

۱-۱-۳-۱-۲ انواع تاب کابل فولادی مارپیچی

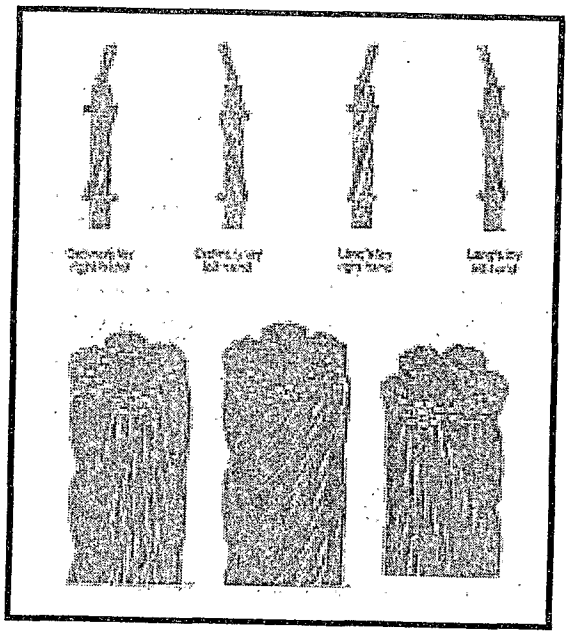
از نظر نوع تاب دو نوع معمولی و لنگ (Lang) وجود دارد که به شرح زیر است.

۱- کابل با تاب معمولی

هنگامی که جهت تاب مفتول‌ها در یک رشته مخالف جهت تاب رشته‌ها باشد گویند کابل دارای تاب معمولی است ویژگی این نوع تاب، تمایل کمتر به از هم باز شدن و مقاومت در مقابل تغییر شکل است. در مقابل مقاومت آن در باربر سایش کم می‌باشد و قابلیت انعطاف کمتری در مقایسه با کابل با تاب لنگ دارد.

۲- کابل با تاب لنگ

اگر جهت تاب مفتول‌ها در یک رشته با جهت تاب رشته‌ها در کابل یکی باشند گویند کابل دارای تاب لنگ می‌باشد مقاومت این تاب در برابر سایش بیشتر از کابل با تاب معمولی است. نمونه‌ای از این دو نوع تاب در شکل(۱-۲) مشاهده می‌شود[۱۳].



شکل(۱-۲): انواع تاب کابل فولادی مارپیچی

۱-۱-۳-۱-۳ تاب راستگرد و چپگرد

این اصلاحات مربوط به جهت تابیده شدن رشته‌ها در کابل می‌باشد. معمولاً تاب راستگرد با حروف Z و تاب چپگرد با حرف S مشخص می‌شود.

۱-۱-۳-۱-٤ انواع بافت کابل فولادی مارپیچی

٤ نوع بافت زیر در مورد این نوع کابلها متداول است.

۱- بافت سیل (Seale)

در این نوع بافت، در هر رشته از کابل مقدار مفتول به کار رفته در هر ردیف دور مفتول مرکزی مساوی است. قطر مفتول‌های ردیف بیرونی بیشتر از قطر مفتول‌های ردیف درونی است ولی در هر

ردیف قطر کلیه مفتول‌ها یکسان می‌باشد. به علت ضخیم بودن مفتول‌های بیرونی، این نوع کابل‌ها دارای مقاومت سایشی بالایی هستند. نمونه‌ای از این بافت در شکل (۱-۳) مشاهده می‌شود.

۲- بافت وارینگتن (Warrington)

در این نوع بافت، هر رشته در ردیف بیرونی به طور متناوب دارای مفتول ضخیم و نازک بصورت یک در میان می‌باشد. به علت ترکیب مفتولهای ضخیم و نازک در ردیف بیرونی، کابل‌هایی که دارای این نوع بافت هستند انعطاف بیشتری نسبت به کابل‌ها با بافت سیل دارند نمونه‌ای از این بافت در شکل (۱-۳) آمده است.

۳- بافت فیلر (Filler)

در بافت فیلر قطر مفتول‌ها در تمامی ردیف ها مساوی است. در فضای خالی بین مفتول‌های ردیف بیرونی و ردیف درونی مفتول‌های نازکی قرار می‌گیرند که فیلر نامیده می‌شوند. در شکل (۱-۳) نمونه‌ای از این نوع بافت آورده شده است.

٤- بافت استاندارد

در این نوع بافت، قطر کلیه مفتول‌های تشکیل دهندهٔ هر رشته یکسان است. کابل‌های با بافت استاندارد به علت انعطاف بالای خود کاربردهای بسیار متنوعی دارند. در شکل (۱-۳) نمونه‌ای از این بافت مشاهده می‌شود[۱۳].