١٠٢١٣٣

دانشگاه یزد

مجتمع فنی و مهندسی

دانشکده عمران

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران – سازه

ضریب رفتار قابهای مقاوم خمشی نامتقارن با اتصالات نیمه صلب

استاد راهنما : دکتر نادر عبدلی

استاد مشاور: دکتر رضا پورحسینی

پژوهش و نگارش : احد شفیع زاده

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

خرداد ۱۳۸۷

۱۰۲۱۳۳

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای احد شفیع زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده فنی مهندسی دانشگاه یزد ، دررشته/ گرایش : عمران- سازه

تحت عنوان « *ضریب رفتار قابهای مقاوم خمشی نامتقارن با اتصالات نیمه صلب* »

وتعداد واحد: ۶ درتاریخ ۱۳۸۷ / ۳ / ۲۸

باحضور اعضای هیات داوران متشکل از :	نام ونام خانوادگی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر نادر عبدلی	
۲- استاد مشاور	دکتر رضا پورحسینی	
۳-داورخارج از گروه	دکتر محمدعلی برخورداری	
۴-داور داخل گروه	دکتر محمد فروغی	

تشکیل گردید و پس از ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران ، با درجه عالی و نمره

به عدد ۱۸/- به حروف هجده تمام مورد تصویب قرارگرفت.

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام ونام خانوادگی: دکتر جواد غلام نژاد

امضاء:

چکیده

در این پایان نامه هدف، بررسی عدم تقارن هندسی روی ضریب رفتار قابهای خمشی فولادی با اتصالات نیمه صلب می باشد.برای این منظور تعداد ۶۳ قاب خمشی فولادی مورد مطالعه قرار گرفته است.که بر اساس ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ و استاندارد ۵۱۹ ایران بارگذاری شده و با طراحی خطی و کنترل تغییرمکان نسبی و کنترل نسبت تنشها مقاطع تیر وستون آنها طراحی و بهینه شده اند.برای مطالعه عدم تقارن در ارتفاع از دو تیپ هندسی با ۷۰٪ و ۸۵٪ اختلاف ارتفاع نسبی طبقات، وبرای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه ها نیز، دو نوع آرایش هندسی مورد مطالعه قرار گرفت.که در همه موارد،مدلهای مورد بررسی با حالت متقارن مقایسه شده اند.در این تحقیق ضریب رفتار با تاکید بر مهمترین عوامل موثر بر آن یعنی، دو عامل مقاومت افزون و شکل پذیری با استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی به این صورت محاسبه شده که با اعمال بارهای ثقلی وجانبی به سازه، بارجانبی به‌تدریج افزایش می یابد تا سازه به مکانیسم یا به تغییرمکان هدف برسد. سپس با ترسیم نمودار نیرو- تغییرمکان بام ضریب اضافه مقاومت موجود در سازه محاسبه شده و با تعیین ضریب کاهش نیرو در اثر شکل‌پذیری ضریب‌رفتار محاسبه می شود .

فهرست مطالب

فصل اول

۱-۱: مقدمه..... ۱

۱-۲: مروری بر مطالعات صورت گرفته جهت محاسبه ضریب رفتار..... ۲

۱-۳: ضرایب رفتار در چند آیین نامه دیگر..... ۳

۱-۳-۱: آیین نامه لرزه ای شیلی..... ۳

۱-۳-۲:آیین‌نامه ملی کانادا ۴

۱-۳-۳: آیین‌نامه EC8 ..... ۵

۱-۳-۴: آیین‌نامه پل سازی ونزوئلا ۶

۱-۳-۵: آیین‌نامه آرژانتین..... ۶

۱-۴: دلایل یکسان نبودن ضریب رفتار ساختمان در آیین‌نامه‌های مختلف..... ۶

۱-۵: روشهای محاسبه ضرایب رفتار..... ۸

۱-۵-۱: روشهای آمریکایی ۸

۱-۵-۲: روشهای اروپایی ۱۵

فصل دوم

۲-۱: مقدمه ۲۰

۲-۲ : شکل پذیری ۲۱

۲-۲-۲: روشهای تعیین ضریب کاهش نیرو در اثر شکل‌پذیری ۲۱

۲-۲-۳ : ضریب کاهش نیرو در اثر شکل پذیری در چند آیین نامه دیگر..... ۳۷

۲-۲-۴: جمع بندی ضریب کاهش نیرو..... ۳۹
۲-۳ : اضافه مقاومت (مقاومت افزون)..... ۴۰
۲-۳-۱: برخی برآوردها از ضریب مقاومت افزون ۴۱
۲-۳-۲: عوامل مؤثر در مقاومت افزون ۴۲
۲-۳-۳: نحوه تعیین اضافه مقاومت در سازه ۴۴
۲-۳-۴ : تاثیر تعداد طبقات و زمان تناوب بر اضافه مقاومت سازه ۴۵
۲-۳-۵ : تاثیر نوع منطقه لرزه ای بر ضریب اضافه مقاومت سازه ۴۶
فصل سوم
۳-۱: مقدمه ۴۸
۳-۲ : رفتار لرزه‌ای قابهای خمشی ۴۹
۳-۳ : چگونگی تشکیل مفاصل پلاستیک و موقعیت های آنها در قاب های خمشی..... ۵۰
۳-۳-۱: ظرفیت دوران پلاستیک ۵۱
۳-۳-۲: تعیین لنگر پلاستیک محتمل در مفصل پلاستیک ۵۱
۳-۴: مفاهیمی در زمینه رفتار لرزه ای یک سازه ۵۳
۳-۵ : هدف عملکرد ۵۴
۳-۶: ترازهای زمین لرزه ۵۵
۳-۶-۱: ترازهای عملکرد سازه‌ای ۵۵
۳-۶-۲: هدف عملکرد انتخابی ۵۷
۳-۷: برآورد تغییرمکان هدف ۵۸
۳-۷-۱: برآورد تغییرمکان هدف از روش تئوریک ۵۸

۳-۷-۲ : برآورد تغییرمکان هدف بر اساس آیین نامه‌ها ۶۱
۳-۸ : مدل‌سازی غیر الاستیک ۶۲
فصل چهارم
۴-۱ : مقدمه ۶۵
۴-۲ : روشهای آنالیز غیرخطی ۶۵
۴-۲-۱ : آنالیز غیرخطی دینامیکی ۶۵
۴-۲-۲ : آنالیز استاتیکی غیر خطی (Pushover) ۶۵
۴-۲-۳ : روشهای باربرداری در آنالیز غیرخطی استاتیکی (Pushover) ۶۸
۴-۲-۴ : اهداف آنالیز Pushover ۷۱
۴-۲-۵: تعیین الگوی بارگذاری در آنالیز نیروهای فزاینده استاتیکی غیر خطی ۷۲
۴-۲-۶ : محدودیت های آنالیز نیروهای فزاینده استاتیکی غیر خطی ۷۳
۴-۳ : مقدمه ای بر روش تحلیل غیر خطی در برنامه SAP 2000 و ETABS2000 ..... ۷۴
۴-۴ : منحنی نیرو – تغییرمکان در روشهای غیرخطی ۷۵
۴-۵ : انواع مفاصل الاستو پلاستیک ۷۶
فصل پنجم
۵-۱: انواع قابهای ساختمانی وشرایط صلبیت اتصالات آنها ۸۴
۵-۲: اتصالات نیمه صلب تیر به ستون ۸۵
۵-۲-۱: پیوستگی تیر به ستون و اتصالات نیمه صلب ۸۵
۵-۲-۳: مفهوم درجه صلبیت ۸۸
۵-۳ : منحنی لنگر دوران اتصالات ۹۱

۵-۴ : چگونگی طبقه بندی اتصالات مورد مطالعه ۹۶
۵-۵: نحوه طراحی اتصالات نیمه صلب ۹۷
فصل ششم
۶-۱: مقدمه ۱۰۰
۶-۲: شناسه سازه ها ۱۰۰
۶-۳ : معرفی مدلها ۱۰۱
۶-۴ : فرضیات ۱۰۳
۶-۵ : آنالیز ساختمانها در برابر زلزله ۱۰۴
۶-۶ : چگونگی محاسبه برش پایه ۱۰۵
۶-۷ : تحلیل و طراحی سازه ها ۱۰۸
۶-۸ : ساده سازی منحنی پوش آور ۱۰۹
۶-۹ : معیار خرابی ۱۱۰
۶-۱۰ : نمونه محاسبه ضریب رفتار ۱۱۰
۶-۱۱ : نتایج بدست آمده برای مدلهای مورد مطالعه ۱۱۱
فصل هفتم
جمع بندی ونتیجه گیری ۱۱۹
پیوست ۱ ..... ۱۲۱
پیوست ۲ ..... ۱۴۳
مراجع ۱۴۷

فهرست جداول

جدول ۲-۱ : پارامترهای a ,b بر حسب سخت شوندگی کرنش α ۲۱

جدول ۲-۲ : مقدار $\mathbf{R}^*$ و T^* بر حسب شکل‌پذیری مختلف..... ۲۳

جدول ۲-۳ : مقادیر a,b به ازاء μ_t و نوع خاک زیر سازه ۳۴

جدول ۲-۴ : ضرائب کاهش نیرو در اثر شکل پذیری در ایین نامه ژاپن ۳۷

جدول ۲- ۵: مقادیر ضرایب R_μ بر اساس آیین نامه اروپایی ECCS ۳۷

جدول ۳-۱ : مقدار تغییر مکان نسبی مجاز طبقات در آیین نامه FEMA-273 ..... ۶۱

جدول ۵-۱ : لنگر انتهایی بر حسب درجه صلبیت ۸۷

جدول ۵-۲ : مقدار سختی اتصالات نیمه صلب ۹۷

جدول ۶-۱ :ضرایب مربوط به قاب ۴ طبقه با ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۱

جدول ۶-۲ :ضرایب مربوط به قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۱

جدول ۶-۳ :ضرایب مربوط به قاب ۴ طبقه با ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۲

جدول ۶-۴ :ضرایب مربوط به قاب ۶ طبقه با ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۲

جدول ۶-۵ :ضرایب مربوط به قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون..... ۱۱۳

جدول ۶-۶ :ضرایب مربوط به قاب ۶ طبقه با ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۳

جدول ۶-۷ :ضرایب مربوط به قاب ۸ طبقه با ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۴

جدول ۶-۸ :ضرایب مربوط به قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۴

جدول ۶-۹ :ضرایب مربوط به قاب ۸ طبقه با ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون ۱۱۵

جدول ۶-۱۰ :ضرایب مربوط به قاب ۴ طبقه جهت بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه ۱۱۵

جدول ۶-۱۱ :ضرایب مربوط به قاب ۶ طبقه جهت بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه ۱۱۶

جدول ۶-۱۲ :ضرایب مربوط به قاب ۸ طبقه جهت بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه ۱۱۶

فهرست شکلها

شکل ۱-۱: طیف نیروهای وارد بر سازه در دو حالت ارتجاعی وغیر ارتجاعی..... ۱۰

شکل۱-۲:رفتار کلی یک سازه متعارف ۱۱

شکل۱-۳:مدل رفتاری ساده شده برای سیستم یک درجه آزاد ۱۶

شکل۲-۱: تغییرات R_μ کراوینکلرونصر بر اساس پریود سازه و میزان μ ۲۲

شکل۲-۲ :تغییرات ضریب کاهش نیرو در اثر شکل‌پذیری با افزایش پریود..... ۲۷

شکل۲-۳ : تغییرات $\mathbf{R_\mu}$ بر اساس μهای مختلف و پریود ارائه شده ۲۸

شکل ۲-۴: رابطه پیشنهادی Miranda & Bertero برای ضریب کاهش نیرو..... ۲۹

شکل۲-۵: تقریب دو خطی ضریب کاهش نیرو توسطVidic-Elansha ۳۰

شکل۲-۶ : رابطه پیشنهادی Vidic & El برای ضریب کاهش نیرو ۳۱

شکل ۲-۷ : تغییرات $\boldsymbol{R_\mu}$ بر حسب پریود ۳۲

شکل ۲-۸ : تغییرات پارامتر a ، $\frac{1}{\mathbf{b}}$ و $\mathbf{a}+\frac{1}{\mathbf{b}}$ بر حسب کمیت $\boldsymbol{\mu_t}$..... ۳۳

شکل۲-۹: مقایسه ضریب کاهش نیرو در اثر شکل پذیری بدست آمده از روابط(۲-۲۰)، (۲-۲) و(۲-۱۶) برای $\mu_T = 8, \mu_T = 4$ و برای سه نوع زمین زیر سازه ۳۶

شکل ۲-۱۰: تغییرات ضریب مقاومت افزون برای سیستمهای با زمانهای تناوب مختلف..... ۴۰

شکل۲-۱۱: تغییرات اضافه مقاومت بر حسب نوع منطقه لرزه ای و تعداد طبقات ۴۵

شکل ۳-۱: اثرات منفی نیروی محوری ۴۹

شکل۳-۲ : محل تشکیل مفصل پلاستیک در قابهای خمشی..... ۵۲

شکل۳-۳ : سطوح عملکرد پیشنهادی مرجع[۳۷] ۵۷

شکل۴-۱ : منحنی نیرو – تغییرمکان ۷۵

شکل۴-۲ : مفصل پلاستیک محوری ۷۷

شکل۴-۳ : منحنی لنگر - دوران مفصل پلاستیک خمشی یا خمشی محوری ۷۸
شکل ۴-۴ : نمایش دوران تسلیم (a) در تیر کنسول و(b) در تیر دو سر ساده ۷۹
شکل۴-۵ : رابطه برش – جابجایی یک مفصل پلاستیک برشیV ۸۱
شکل ۵-۱: تیر با سختی های انتهایی مختلف تحت اثر بار گسترده ۸۶
شکل ۵-۲: توزیع بین تکیه گاه و وسط تیر ۸۶
شکل ۵-۳:لنگرهای خمشی و دورانهای تیر AB ۸۸
شکل ۵-۴ :معادله خط تیر ومنحنی های لنگر خمشی بر حسب دوران ۹۰
شکل ۵-۵ :منحنی$(M-\theta)$ برای یک اتصال وطبقه بندی میزان صلبیت آن ۹۳
شکل ۵-۶: منحنی تغییرات$(M-\theta)$ برای طبقه بندی اتصالات از لحاظ شکل پذیری ۹۵
شکل ۵-۷ : جزئیات یک اتصال نیمه صلب ۹۷
شکل ۶-۱ : نمونه هایی از تعریفهای معمول برای ایده آل سازی منحنی پاسخ سازه ها ۱۰۸

فهرست نمودارها

نمودار ۱-۱: منحنی نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۱

نمودار ۱-۲: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۱

نمودار ۱-۳: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۲

نمودار ۱-۴: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۲

نمودار ۱-۵: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۳

نمودار ۱-۶: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۳

نمودار ۱-۷: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب..... ۱۲۴

نمودار ۱-۸: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۴

نمودار ۱-۹: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۵

نمودار ۱-۱۰: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۵

نمودار ۱-۱۱: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۶
نمودار ۱-۱۲: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۶
نمودار ۱-۱۳: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۷
نمودار ۱-۱۴: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۷
نمودار ۱-۱۵: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۸
نمودار ۱-۱۶: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۸
نمودار ۱-۱۷: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۹
نمودار ۱-۱۸: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۸ طبقه با ۷۰٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۲۹
نمودار ۱-۱۹: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۰
نمودار ۱-۲۰: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۰
نمودار ۱-۲۱: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۱

نمودار ۱-۲۲: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۱
نمودار ۱-۲۳: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۲
نمودار ۱-۲۴: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۷۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۲
نمودار ۱-۲۵: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۳
نمودار ۱-۲۶: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۳
نمودار ۱-۲۷: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۴
نمودار ۱-۲۸: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۴
نمودار ۱-۲۹: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۵
نمودار ۱-۳۰: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۸۵٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۵
نمودار ۱-۳۱: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۶
نمودار ۱-۳۲: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۶

نمودار ۱-۳۳: منحنی های نیرو تغییر مکان برای قاب ۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۷
نمودار ۱-۳۴: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۴ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۷
نمودار ۱-۳۵: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب ۶ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۸
نمودار ۱-۳۶: مقایسه ضرایب رفتار برای قاب۸ طبقه با ۸۵٪ اختلاف ارتفاع طبقات و ۹۰٪ صلبیت اتصال تیر به ستون قاب ۱۳۸
نمودار ۱-۳۷: منحنی های نیرو تغییر مکان قاب ۴ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه ۱۳۹
نمودار ۱-۳۸: منحنی های نیرو تغییر مکان قاب ۶ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه..... ۱۳۹
نمودار ۱-۳۹: منحنی های نیرو تغییر مکان قاب ۸ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه..... ۱۴۰
نمودار ۱-۴۰: مقایسه ضرایب رفتار قاب۴ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه..... ۱۴۱
نمودار ۱-۴۱: مقایسه ضرایب رفتار قاب۶ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه..... ۱۴۱
نمودار ۱-۴۲: مقایسه ضرایب رفتار قاب۸ طبقه برای بررسی عدم تقارن در امتداد دهانه..... ۱۴۲

فصل اول

مبانی نظری ضریب رفتار و روشهای مختلف محاسبه آن

۱-۱: مقدمه:

هدف اصلی در طراحی ساختمان ها بر این مبناست که رفتار ساختمان در مقابل نیروهای ناشی از زلزله های کوچک بدون خسارت و در محدوده خطی مانده و در مقابل نیروهای ناشی از زلزله های شدید ضمن حفظ پایداری کلی خود خسارتهای سازه ای و غیر سازه ای را تحمل کند. به همین دلیل مقاومت لرزه ای که مورد نظر آیین نامه های طراحی در برابر زلزله است عموما کمتر و در برخی موارد خیلی کمتراز مقاومت جانبی مورد نیاز دربرابرحفظ پایداری سازه در محدوده ارتجاعی در یک زلزله شدید است. بنابراین رفتار سازه ها به هنگام رخداد زلزله های متوسط وبزرگ وارد محدودهٔ غیر ارتجاعی می گردندوبرای طراحی آنها نیاز به یک تحلیل غیر ارتجاعی است . ولی به دلیل پر هزینه بودن این روش و عدم گستردگی برنامه های تحلیل غیر ارتجاعی و سهولت روش ارتجاعی، روشهای تحلیل وطراحی متداول، بر اساس تحلیل ارتجاعی سازه و با نیروی کاهش یافته زلزله صورت می گیرد. کاهش مقاومت سازه از مقاومت ارتجاعی مورد نیاز عموماً با استفاده از ضرایب کاهش مقاومت انجام می شود. بدین منظور آیین نامه های طراحی لرزه ای کنونی با شیوهٔ ذکر شده، نیروهای لرزه ای برای طراحی ارتجاعی، ساختمان را از یک طیف خطی که وابسته به زمان تناوب طبیعی ساختمان و شرایط خاک محل احداث ساختمان است، به دست می آورند و برای ملحوظ کردن اثر رفتار غیر ارتجاعی و اتلاف انرژی بر رفتار هیسترتیک ،میرایی واثر مقاومت افزون سازه، این نیروی ارتجاعی را به وسیله ضریب کاهش مقاومت (ضریب رفتار) به نیروی طراحی تبدیل می کنند.

مقادیر این ضرایب در آیین نامه های زلزله، اصولاً بر اساس مشاهدات عملکرد سیستمهای ساختمانی مختلف،در زلزله های قوی گذشته وبر مبنای قضاوت مهندسی است.براین اساس،پژوهشگران زیادی نگرانی خود را از بابت فقدان وجود ضرایب رفتار معقول ومبتنی بر مطالعات تحقیقاتی وپشتوانه محاسباتی در آیین نامه های زلزله بیان داشته وبر اصلاح این ضرایب بر اساس مطالعات علمی،تاکید ورزیده اند.

۱-۲: مروری بر مطالعات صورت گرفته جهت محاسبه ضریب رفتار

در آیین‌نامه‌های زلزله دنیا با توجه به انتظاراتی که از رفتار سازه در هنگام وقوع زلزله وجود دارد به فلسفه های مشترک طراحی با اهداف زیر اشاره شده است .[۴]

۱) جلوگیری از وقوع خسارتهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای در ارتعاشات خفیف ناشی از زلزله (شرایط حدی بهره برداری در حد سرویس دهی) .

۲) جلوگیری از وقوع خسارتهای سازه‌ای و به حداقل رساندن آسیبهای غیر سازه‌ای در ارتعاشات متوسط زمین (شرایط حدی بهره برداری در حد آسیب پذیری) .

۳) جلوگیری ازایجاد خسارت جدی به سازه در ارتعاشات شدید زمین (شرایط حدی نهایی).

ایجاد سختی و مقاومت کافی در سازه جهت کنترل تغییرمکان جانبی، به منظور جلوگیری از تخریب آن تحت زلزله خفیف و همچنین ایجاد قابلیت شکل‌پذیری و اتلاف انرژی مناسب درآن برای جلوگیری از فروریختن سازه در زلزله شدید ، در طراحی مقاوم سازه در برابر زلزله ضروری میباشد.

در تفسیر مقررات NEHRP مربوط به سالهای ۱۹۹۷ و ۲۰۰۰ بر تجربی بودن ضرایب کاهش نیرو تاکید شده است.در اغلب آیین نامه های طراحی لرزه ای، مطالبی ناظر بر محاسبه این ضرایب ومقادیر ارائه شده در آنها نیز بر مبنای قضاوت مهندسی،تجربه ومشاهده عملکرد ساختمانها در زلزله های گذشته وچشم پوشی از تراز مقاومت افزون استوار است.از این رو با توجه به مطالب فوق، ارزیابی ضرایب رفتار وبررسی ارتباط میان پارامترهای موثر در آن برای سازه هایی که مطابق آیین نامه ها طراحی می شوند،اهمیت ویژه ای دارد.

با توجه به مطالب یاد شده، در تهیه مقررات لرزه ای ساختمانها مهمترین وبحث برانگیز ترین بخش، در اختیار داشتن ضرایب رفتار است.این ضرایب با وجود وظایف یکسان در آیین نامه ها ومقررات ساختمانی مختلف، با نامها ومقادیر عددی متفاوتی شناخته می شوند.به عنوان نمونه، این ضرایب در آیین نامه ها ومقررات آمریکایی نظیر آیین نامه ساختمانی FEMA ۲۷۳یاUBC۱۹۹۷,NEHRP۲۰۰۰ به نام ضریب اصلاح پاسخ R ،در آیین نامه ساختمانی

ملی کانادا(NBCC ۱۹۹۵) به عنوان ضریب اصلاح نیرو،در مقررات SEAOC ۱۹۸۸ به نام ضریب عملکرد سیستم R_W در آیین نامه اروپایی EUROCODE ۸ به نام ضریب رفتار q ،در استاندارد بارگذاری نیوزلندNZS,۱۹۹۲ به عنوان ضریب شکل پذیری تغییر مکانی μ وضریب عملکرد سازه ای S_P ، در قانون استاندارد ساختمانی ژاپن LAEE,۱۹۹۲ به نام ضریب شکل پذیری $\frac{1}{D_s}$ ودر استاندارد ۲۸۰۰ ایران به نام ضریب رفتار R شناخته می شود

محدوده مقادیر ضرایب رفتار در آیین نامه اروپایی EC۸ برای سازه های بتن مسلح با سیستم قاب خمشی بین ۱/۵ تا ۵ است،در حالی که برای همین سیستم در آیین نامه های آمریکایی مقادیر ضرایب رفتار تا ۸ هم میرسد. از این رو،ساختمانهایی که با آیین نامه اروپایی EC۸ طراحی می شوند،تحت تراز نیرویی بیش از تراز نیروی آیین نامه های آمریکا قرار میگیرند.از این موضوع چنین بر می آید که ساختمانهای طراحی شده مطابق الزامات آیین نامه آمریکایی در مقایسه با ساختمانهای مشابهی که مطابق آیین نامه EUROCODE۸ طراحی شده اند اقتصادی تر وبه عبارتی،آسیب پذیرترند.ضرایب رفتار موجود در آیین نامه۲۸۰۰ ایران،بر مبنای قضاوت مهندسی ارائه شده ودارای کاستی های است که برخی از آنها به شرح زیر است[۳]:

الف- برای سیستم های سازه ای، از یک نوع با ارتفاع ها وزمانهای تناوب ارتعاش متفاوت، از ضرایب رفتار یکسانی استفاده شده است.

ب- در R، تاثیر شکل پذیری،مقاومت افزون ودرجه نامعینی به صراحت نیامده است.

پ- اثر لرزه خیزی منطقه در R لحاظ نشده است.

ت- اثر شرایط خاک در R دیده نشده است.

۱-۳: ضرایب رفتار در چند آیین نامه دیگر

۱-۳-۱: آیین نامه لرزه ای شیلی

در آیین‌نامه طراحی لرزه‌ای شیلی ، مقدار ضریب رفتار بصورت زیر تعریف میشود :

در رابطه (۱-۱) مقدار **R** بیان کننده پارامتر شکل‌پذیری است و مقدار آن برای سازه‌های مختلف ارائه گردیده است .[۱۹]

$$R = 1 + \frac{T}{0/1T_{\circ} + \frac{T}{R_{\circ} - 1}} \qquad (1-1)$$

T: زمان تناوب سازه است.

$\mathbf{T_{\circ}}$: پریود بدست آمده برای خاک محل احداث سازه میباشد .

فرمول ارائه شده در این آیین‌نامه ، فرمول ساده شده آرایز و هیدالگو میباشد .[۲۹]

مقدار $R_{\circ}$ برای سازه‌های مختلف ، بر اساس رفتار آنها در زلزله شیلی که رفتار مناسبی داشته اند و ضرایب رفتار طراحی آنها به عنوان ضریب رفتار درنظرگرفته شده اند مقیاس شده است .

۱-۳-۲:آیین‌نامه ملی کانادا (۱۹۹۰) NBCC[۱]

در این آیین‌نامه ضریب رفتار به صورت زیر تعریف میشود [۲۰]

$$R = \frac{R_i}{U} \qquad (2-1)$$

که **U** : ضریب کالیبره کردن نامیده شده است و مقدار آن ۰٫۶ =U میباشد .

$$R_i = R_{\mu} \qquad (3-1_a)$$

$$R_S = \frac{1}{U} = \frac{1}{0.6} = 1.67 \qquad (3-1_b)$$

$$R = \frac{R_i}{U} = R_i \times \frac{1}{U} = R_{\mu} \times R_S \qquad (3-1_C)$$

مشاهده میشود که **NBCC** به صورت کاملا مشخص ضریب رفتار را به یک ضریب کاهش نیرو در اثر شکل‌پذیری ($\mathbf{R_{\mu}}$) و یک ضریب اضافه مقاومت ثابت ۱/۶۷برای تمامی سازه‌ها تقسیم بندی کرده است .

[۱] : National Building Code of Canada