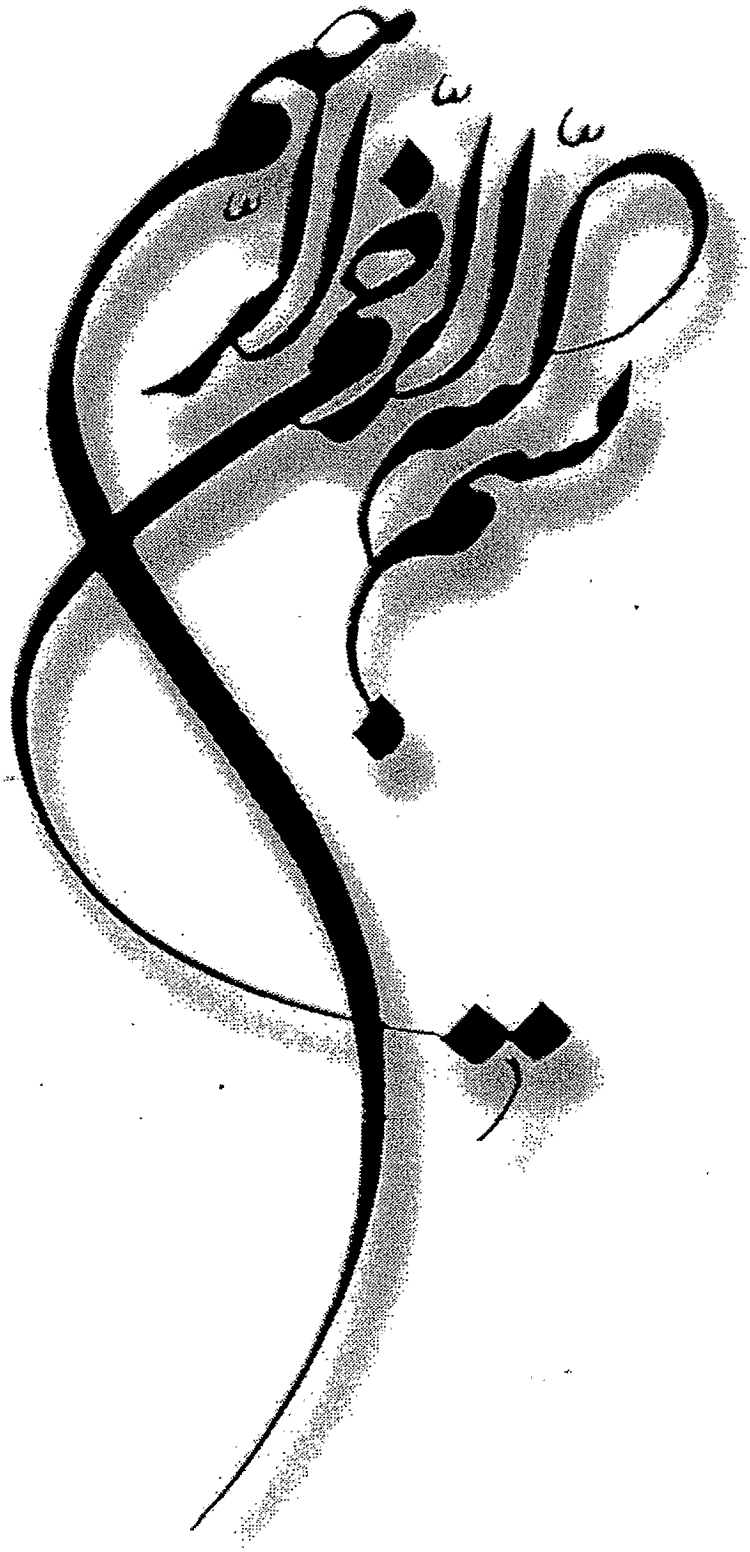


١١٣٦٠٧

دانشگاه گیلان

دانشکده فنی

گروه عمران

گرایش سازه

پایان نامه کارشناسی ارشد

ستونهای کوتاه در ساختمانهای بتن آرمه، بررسی نحوه ایجاد، عملکرد سازه ای و چگونگی مقابله با آن

از

علیرضا شعبانی قاضی کلایه

استادان راهنما

دکتر جواد رزاقی لنگرودی

دکتر ملک محمد رنجبر

استاد مشاور

مهندس **مجید ملک زاده**

دی ماه ۱۳۸۷

دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه گیلان

۱۳۸۸/۳/۳

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

تهیه مدارک

۱۱۳۶۰۷

تقدیم به:

بهانه های زندگیم پدر و مادر مهربانم

خواهر و برادر عزیزم

تقدیر و تشکر

خداوند منان را سپاسگزارم که بار دیگر مرا در پیمودن مسیر پیشرفت یاری نمود. لطف و عنایت اوست که همواره شامل حال من بوده است و جز این نیست. در لحظات تنهایی و دشواری، تنها یاد اوست که مایه دلگرمی و اطمینان است.

زحمات استادان عزیز و گرامیم، جناب آقایان دکتر **رنجبر** و دکتر **رزاقی** را ارج می نهم و ایشان را سپاسگزارم که همواره مرا از راهنمایی های ارزشمندشان بهره مند ساختند. زحمات ایشان فراتر از این جملات است.

همچنین از استاد گرانقدر، جناب آقای دکتر **ملک زاده** که استاد مشاور اینجانب بودند و در طول انجام این پایان نامه از راهنمایی ایشان استفاده کردم نهایت تشکر را دارم.

از آقایان دکتر **مدارایی** و دکتر **مدندوست** که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شده اند نیز نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان عزیزم آقایان مهندس زرینی، آقاگلی، مرتضایی و میر گذار که مشوق و همراه بنده بودند نیز قدر دانی و تشکر می نمایم.

امید است روزی بتوانم جوابگوی محبت کسانی که همواره یادشان مایه دلگرمی من بوده است، باشم.

فهرست مطالب

عنوان ..... الف
تقدیم ..... ب
تقدیر و تشکر ..... پ
فهرست مطالب ..... ت
فهرست جداول ..... ح
فهرست شکل ها ..... خ
چکیده فارسی ..... ز
چکیده انگلیسی ..... ژ
فصل اول : مقدمه ۱
۱-۱ مقدمه و کلیات ۱
۱-۲ علت انتخاب موضوع ۵
۱-۳ مروری بر کارهای گذشته ۶
۱-۴ هدف پایان نامه ۸
۱-۵ ساختار پایان نامه ۹
فصل دوم : رفتار ستونهای بتن آرمه ۱۱
۲-۱ بررسی روش طراحی ستونها طبق آیین نامه آبا ۱۱
۲-۱-۱ مقاومت خمشی ستونها ۱۱
۲-۱-۲ کنترل ابعاد مقطع ۱۲
۲-۱-۳ میلگردهای طولی ۱۲
۲-۱-۴ وصله ها ۱۲
۲-۱-۵ مقاومت برشی ستون ۱۲
۲-۲ انواع گسیختگی در ستونهای بتن آرمه ۱۵
۲-۲-۱ شکست برشی ستون ۱۵
۲-۲-۲ شکست خمشی ستون ۱۶

۲-۳ بررسی شکست برشی ۱۶

۲-۳-۱ شکل پذیری ۱۶

۲-۳-۲ زمان انهدام ۱۷

۲-۳-۳ مفهوم حفاظت ظرفیت ۱۸

۲-۳-۴ طبقه بندی نوع شکست بر اساس شکل پذیری و نسبت دهانه برشی ۱۹

۲-۳-۵ برتری رفتار خمشی به برشی ۲۱

۲-۳-۵-۱ پارامترهای مؤثر در ایجاد مقاومت خمشی ۲۱

۲-۳-۵-۱-۱ سختی مؤثر ۲۱

۲-۳-۵-۱-۲ ظرفیت تغییر شکل جانبی ۲۳

۲-۳-۵-۱-۳ مقاومت جانبی ۲۳

۲-۳-۵-۲ پارامترهای اصلی مقاومت برشی ۲۳

۲-۳-۶ مکانیسمهای انتقال برش در عضو بتنی ۲۴

۲-۳-۶-۱ عملکرد زبانه ای ۲۵

۲-۳-۶-۲ آرماتورهای برشی ۲۵

۲-۳-۷ رفتار ستونها تحت بار محوری ۲۵

۲-۳-۷-۱ عوامل موثر در شکل پذیری محوری ستونها ۲۵

۲-۴ مدلهای مقاومت برشی ۲۶

۲-۴-۱ مدل مقاومت برشی ASCE-ACI 426 ..... ۲۶

۲-۴-۲ مدل مقاومت برشی Priestley ,1994 ..... ۲۹

۲-۴-۳ مدل مقاومت برشی FEMA 273 ..... ۲۹

۲-۴-۴ مدل مقاومت برشی Sezen & Mohele (2004) ۳۱

۲-۴-۵ اعضا بتنی با رفتار برشی غالب ۳۲

۲-۵ ستونهای کوتاه ۳۲

۲-۵-۱ تعریف آیین نامه ۳۲

۲-۵-۲ نحوه عملکرد ستون کوتاه ۳۲

۲-۵-۳ محل ایجاد ستون کوتاه ۳۴

۲-۵-۳-۱ ستونهای واقع درسطح شیبدار و وجود تیر میان طبقه ۳۵

۲-۵-۳-۲ ستون کوتاه به علت اختلاف تراز طبقات ۳۸

فصل سوم : چگونگی انجام تحقیق ۴۰

۳-۱ مدل سازی ساختمانهای بتنی شامل تیر پاگرد ۴۰

۳-۱-۱ بارگذاری ۴۵

۳-۱-۱-۱ بارهای مرده و زنده ۴۵

۳-۱-۱-۲ بارقسمت راه پله ۴۵

۳-۱-۲قابلیت های مورد استفاده در نرم افزار ۴۶

۳-۲ مدل سازی ساختمانهای بتنی دارای اختلاف تراز در طبقه ۴۶

فصل چهارم : بررسی نیروهای وارد بر ستون تحت اثر اتصال تیر پاگرد و وجود اختلاف تراز در طبقات ۵۰

۴-۱ بررسی برش و لنگر خمشی در ستونهای متصل به تیر پاگرد ۵۰

۴-۱-۱ نیروهای برشی در ستون متصل به تیر پاگرد در ساختمانهای ۴، ۵ ، ۶ و ۷ طبقه ۵۰

۴-۱-۲ لنگر خمشی ماکزیمم در ستون متصل به تیر پاگرد در ساختمانهای ۴، ۵ ، ۶ و ۷ طبقه ۵۴

۴-۱-۳ نتایج برش و لنگر خمشی در ساختمان ۷ طبقه در حالات اتصال صلب ، مفصلی و بدون تیر پاگرد ۵۶

۴-۱-۴ نمودار تغییرات برش در ارتفاع طبقه اول در ساختمانهای ۵و ۶ و ۷طبقه ۵۷

۴-۱-۵ مقایسه برش در ساختمانهای ۴، ۵، ۶ و ۷ طبقه درحالت اتصال گیردار، مفصلی و بدون تیر پاگرد ۶۵

۴-۱-۶ مقایسه لنگر خمشی در ساختمانهای ۴، ۵، ۶ و ۷ طبقه درحالت اتصال گیردار، مفصلی و بدون تیر پاگرد ۶۷

۴-۱-۷ مقایسه برش در ستونهای اطراف تیر پاگرد و برش طبقه در ساختمانهای با تعداد طبقات متفاوت ۶۹

۴-۱-۸ بررسی برش و لنگر خمشی در ساختمان ۴ طبقه در حالت تغییر ارتفاع اتصال تیر پاگرد ۷۰

۴-۱-۲ نتایج مربوط به مدلهای ۴و ۷ و۱۰ و ۱۳ طبقه ۷۷

۴-۱-۲-۱ مقایسه مقادیر نیروی برشی در مدلهای ۴و ۷ و۱۰ و ۱۳ طبقه در حالت اتصال صلب و مفصلی ۷۷

۴-۱-۲-۲ تاثیر سیستم باربر جانبی در برش طبقات در مدلهای ۴ و ۷ و ۱۰ و ۱۳ طبقه ۸۱

۴-۱-۲-۳ بررسی تاثیر سیستم باربر جانبی در برش ماکزیمم ستون راه پله ۸۵

۴-۲ نتایج مربوط به ستونهای کوتاه در ساختمانهای بتنی دوبلکس ۹۰

۴-۲-۱بررسی برش و لنگر خمشی در ستونهای قاب دوبلکس و غیر دوبلکس ۳و۴و۵طبقه ۹۰

۴-۲-۲نتایج مربوط به تغییرات برش در طبقه اول در ساختمانهای ۳ و ۴ و ۵ طبقه..... ۹۲

۴-۲-۳ مقایسه نیروی برشی و لنگر خمشی در ستونهای c1,c3 ساختمان ۳ طبقه..... ۹۶

۴-۲-۴مقایسه برش در ساختمان ۵ طبقه در حالت ۳ دهانه و ۴ دهانه..... ۹۹

۴-۲-۵ نتایج مربوط به تغییر ارتفاع طبقه دوبلکس در ارتفاعات ۲,۲۵ و ۲و ۱,۷۵و۱,۵ متری..... ۱۰۰

۴-۲-۶ نتایج برش ماکزیمم در طبقات مختلف قاب دوبلکس با نسبت ارتفاع به عمق متفاوت..... ۱۰۱

۴-۲-۷ نتایج تغییر ارتفاع طبقه دوبلکس در نیروی برشی ساختمان ۵ طبقه..... ۱۰۱

۴-۲-۸ نتایج تغییر ارتفاع طبقه دوبلکس در نیروی برشی ساختمان ۴ طبقه..... ۱۰۴

۴-۲-۹ نتایج برش ماکزیمم در ستون داخلی در طبقات ساختمان ۴ طبقه با نسبتهای ارتفاع به عمق متفاوت..... ۱۰۵

۴-۲-۱۰ نمودارهای تغییر ارتفاع طبقه دوبلکس در میزان برش طبقات و لنگر پیچشی در ساختمان ۵ طبقه..... ۱۰۶

۴-۲-۱۱ نمودارهای نسبت دهانه برشی به عمق ستون در جهت عمود بر محور خمش..... ۱۰۸

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۱۹

۵-۱ مقدمه..... ۱۱۹

۵-۲ نتایج کلی..... ۱۱۹

۵-۲-۱نتایج مربوط به ستونهای تیر پاگرد..... ۱۱۹

۵-۲-۲ نتایج مربوط به ستونهای داخلی و خارجی قاب دوبلکس..... ۱۲۰

۵-۳ پیشنهادات..... ۱۲۰

مراجع..... ۱۲۲

ضمائم

فهرست جداول

جدول (۲-۱) : نسبت نیروهای برشی در ستونهای کوتاه ۳۴

جدول(۳-۱): مشخصات مصالح بتنی تیر ها و ستون ها ۴۱

جدول(۴-۱): نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل ۷طبقه ۷۳

جدول(۴-۲): نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل ۶طبقه ۷۴

جدول(۴-۳): نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل ۵طبقه ۷۵

جدول(۴-۴): نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل ۴طبقه ۷۶

جدول(۴-۵) : نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل۵طبقه ۱۱۵

جدول(۴-۶) : نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل۴طبقه ۱۱۶

جدول(۴-۷) : نسبت نیروهای برشی و نسبت لنگر به برش ماکزیمم در مدل۳طبقه ۱۱۷

فهرست شکل ها

شکل(۱-۱) : رفتار سیکلی ستون ۲
شکل(۱-۲): شکست برشی ستون ۲
شکل(۱-۳): شکست خمشی - برشی ۳
شکل(۱-۴): شکست خمشی ۳
شکل(۱-۵): مود های شکست ۴
شکل(۲-۱): رفتار الاستیک و الاستوپلاستیک ۱۷
شکل(۲-۲): نمودار شکل پذیری- نیروی برشی ۱۸
شکل(۲-۳): نمودار نیرو- تغییر مکان بر حسب نسبتهای مختلف طول ستون به ارتفاع مقطع ۲۰
شکل (۲-۴): سختی موثر یک عضو بتنی مسلح ۲۳
شکل(۲-۵) : نیروها و لنگر خمشی دو سر ستون ۳۳
شکل(۲-۶) :جذب نیروی برشی در ستون کوتاه و ستون بلند ۳۴
شکل(۲-۷) : انواع ستونها ۳۶
شکل(۲-۸) : شکست برشی ستون کوتاه ۳۶
شکل (۲-۹): شکست برشی ستون کوتاه ۳۷
شکل(۲-۱۰): شکست برشی ستون کوتاه ۳۷
شکل(۲-۱۱): شکست برشی ستون کوتاه ۳۸
شکل(۲-۱۲): ستونهای کوتاه در اثر اختلاف تراز طبقات ۳۹
شکل(۳-۱) : پلان طبقات ساختمان در بررسی تیر پاگرد ۴۲
شکل(۳-۲) : نمای ساختمان با ارتفاع طبقات ۳,۲ متر ۴۲
شکل(۳-۳) : پلان مدلهای ۴و۷و۱۰و۱۳ طبقه با دیوار برشی با مساحت زیربنای ۴۵۴مترمربع ۴۳
شکل(۳-۴) : پلان مدلهای ۴و۷و۱۰و۱۳ طبقه با دیوار برشی با مساحت زیربنای ۵۶۶مترمربع ۴۴
شکل(۳-۵) : پرسپکتیو ساختمان۳ طبقه بدون اختلاف ارتفاع ۴۷
شکل(۳-۶) پرسپکتیو ساختمان۳ طبقه با اختلاف ارتفاع: ۴۷
شکل(۳-۷) : پلان ساختمان ۴ دهانه و موقعیت ستون داخلی و خارجی در قاب ۴۸
شکل(۳-۸) پرسپکتیو ساختمان ۵ طبقه بدون اختلاف ارتفاع ۴۹

شکل(۳-۹) پرسپکتیو ساختمان ۵ طبقه با اختلاف ارتفاع..... ۴۹

شکل (۴-۱) : مقایسه برش در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۷ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۲

شکل (۴-۲) : مقایسه برش در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۶ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۲

شکل(۴-۳) : مقایسه برش در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۵ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۳

شکل(۴-۴) : مقایسه برش در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۴ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۳

شکل(۴-۵) : مقایسه لنگر خمشی در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۷ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۴

شکل(۴-۶) : مقایسه لنگر خمشی در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۶ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۴

شکل(۴-۷) : مقایسه لنگر خمشی در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۵ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۵

شکل(۴-۸) : مقایسه لنگر خمشی در ستونهای متصل به تیر پاگرد در ساختمان ۴ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۵

شکل(۴-۹) : مقایسه برش در ستون A3 در ساختمان ۷ طبقه در حالات مختلف اتصال در طبقات ساختمان..... ۵۶

شکل(۴-۱۰) : مقایسه لنگر خمشی در ستون A3 در ساختمان ۷ طبقه در حالات مختلف اتصال..... ۵۶

شکل (۴-۱۱) : تغییرات نیروی برشی در طبقه اول در ساختمانهای ۷ ، ۶ و ۵ طبقه..... ۵۷

شکل (۴-۱۲) : تغییرات نیروی برشی در طبقه دوم در ساختمانهای ۷ و ۶ و ۵ طبقه..... ۵۸

شکل (۴-۱۳) : تغییرات نیروی برشی در طبقه سوم در ساختمانهای ۷ و ۶ طبقه..... ۵۹

شکل (۴-۱۴) : تغییرات نیروی برشی در طبقه سوم در ساختمانهای ۵و ۴ طبقه..... ۶۰

شکل(۴-۱۵) : تغییرات نیروی برشی در طبقه چهارم در ساختمانهای ۷ و ۶ طبقه..... ۶۱

شکل(۴-۱۶) : تغییرات نیروی برشی در طبقه چهارم در ساختمانهای ۵و ۴ طبقه..... ۶۲

شکل(۴-۱۷) : تغییرات نیروی برشی در طبقه پنجم در ساختمانهای ۷و۶و۵ طبقه..... ۶۳

شکل(۴-۱۸) : تغییرات نیروی برشی در طبقه ششم در ساختمانهای ۷و۶ طبقه..... ۶۴

شکل (۴-۱۹) : تغییرات نیروی برشی در طبقه هفتم در ساختمان ۷طبقه..... ۶۴

شکل (۴-۲۰) : نیروی برشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت اتصال صلب تیر پاگرد به ستون..... ۶۵

شکل(۴-۲۱) : نیروی برشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت اتصال مفصلی تیر پاگرد به ستون..... ۶۶

شکل(۴-۲۲) : نیروی برشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت حذف تیر پاگرد..... ۶۶

شکل(۴-۲۳) : لنگر خمشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت اتصال صلب تیر پاگرد به ستون..... ۶۷

شکل (۴-۲۴) : لنگر خمشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت اتصال مفصلی تیر پاگرد به ستون..... ۶۸

شکل(۴-۲۵): لنگر خمشی در مدلهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ طبقه در حالت حذف تیر پاگرد..... ۶۸

شکل(۴-۲۶): مقایسه برش ماکزیمم و برش طبقه..... ۶۹

شکل(۴-۲۷): برش و لنگر در حالت تغییر ارتفاع در اتصال تیر پاگرد ۷۰

شکل(۴-۲۸) : مقایسه نسبتهای مختلف دهانه برشی به عمق در اتصالات مختلف در مدل ۷ طبقه ۷۱

شکل (۴-۲۹): مقایسه نسبتهای مختلف دهانه برشی به عمق در اتصالات مختلف در مدل ۶ طبقه ۷۱

شکل (۴-۳۰): مقایسه نسبتهای مختلف دهانه برشی به عمق در اتصالات مختلف در مدل ۵و۴ طبقه ۷۲

شکل (۴-۳۱): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش ماکزیمم ستون A3 در اتصالات صلب و مفصلی در مدل ۴ طبقه ۷۷

شکل (۴-۳۲): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش ماکزیمم ستون A3 در اتصالات صلب و مفصلی در مدل ۷ طبقه ۷۸

شکل (۴-۳۳): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش ماکزیمم ستون A3 در اتصالات صلب و مفصلی در مدل ۱۰ طبقه ۷۹

شکل (۴-۳۴): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش ماکزیمم ستون A3 در اتصالات صلب و مفصلی در مدل ۱۳ طبقه ۸۰

شکل (۴-۳۵): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش طبقات در مدل ۴ طبقه با مساحت زیربنای متفاوت ۸۱

شکل (۴-۳۶): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش طبقات در مدل ۷طبقه با مساحت زیربنای متفاوت ۸۲

شکل (۴-۳۷): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش طبقات در مدل ۱۰طبقه با مساحت زیربنای متفاوت ۸۳

شکل (۴-۳۸): تاثیر سیستم باربر جانبی در برش طبقات در مدل ۱۳طبقه با مساحت زیربنای متفاوت ۸۴

شکل (۴-۳۹): برش ماکزیمم در اتصال مفصلی و صلب مدل ۴ طبقه ۸۵

شکل (۴-۴۰): برش ماکزیمم در اتصال مفصلی و صلب مدل ۷ طبقه ۸۶

شکل (۴-۴۱): برش ماکزیمم در اتصال مفصلی و صلب مدل ۱۰ طبقه ۸۷

شکل (۴-۴۲): برش ماکزیمم در اتصال مفصلی و صلب مدل ۱۳ طبقه ۸۸

شکل (۴-۴۳) : بررسی نیروی برشی در ستونهای قاب ۳و۴و۵ طبقه ۹۰

شکل(۴-۴۴) : بررسی لنگر خمشی در ستونهای قاب ۳و۴و۵ طبقه ۹۱

شکل(۴-۴۵) : تغییرات نیروی برشی در ارتفاع ستون در مدل ۳ طبقه ۹۲

شکل (۴-۴۶) : تغییرات نیروی برشی در ارتفاع ستون در مدل ۴ طبقه ۹۳

شکل (۴-۴۷) : تغییرات نیروی برشی در ارتفاع ستون در طبقات ۱و ۲و ۳ در مدل ۵ طبقه ۹۴

شکل (۴-۴۸) : تغییرات نیروی برشی در ارتفاع ستون در طبقات ۴ و ۵ در مدل ۵ طبقه ۹۵

شکل (۴-۴۹) : نیروی برشی در ستونهای قاب دوبلکس و غیر دوبلکس ساختمان ۳ طبقه ۹۶

شکل (۴-۵۰) : : لنگر خمشی در ستونهای قاب دوبلکس و غیر دوبلکس ساختمان ۳ طبقه ۹۷

شکل (۴-۵۱) : لنگر خمشی در ستونهای قاب دوبلکس و غیر دوبلکس ساختمان ۳ طبقه ۹۸

شکل (۴-۵۲) : تاثیر افزایش تعداد دهانه ها در مقدار برش و لنگر در ستون داخلی قاب دوبلکس ۵طبقه ۹۹

شکل (۴-۵۳) : : برش ماکزیمم در در قاب دوبلکس و ستونهای با ارتفاع متغیر در طبقات ۱و ۲ ساختمان ۳ طبقه..... ۱۰۰

شکل (۴-۵۴) : مقایسه برش ماکزیمم در طبقات مختلف قاب دوبلکس ۳ طبقه در حالت ستون با ارتفاع متغیر..... ۱۰۱

شکل (۴-۵۵) : تغییرات نیروی برشی با نسبت دهانه های متفاوت در طبقات ۱ و ۲ مدل ۵ طبقه..... ۱۰۲

شکل (۴-۵۶) : تغییرات نیروی برشی با ارتفاع متغیر اتصال طبقه به ستون در طبقات ۱ و ۲ و۳مدل ۵ طبقه..... ۱۰۳

شکل (۴-۵۷) : تغییرات نیروی برشی با ارتفاع متغیر اتصال طبقه در طبقات ۱و۲و۳و۴ مدل ۴ طبقه..... ۱۰۴

شکل (۴-۵۸) : برش ماکزیمم در ستون داخلی در طبقات ساختمان ۴ طبقه..... ۱۰۵

شکل (۴-۵۹) : رابطه بین ارتفاع ستون در قاب دوبلکسی و برش طبقات در ساختمان ۵ طبقه..... ۱۰۶

شکل (۴-۶۰) : مقایسه درصدی ارتفاع ستون و برش طبقات در ساختمان ۵ طبقه..... ۱۰۷

شکل (۴-۶۱) : رابطه بین ارتفاع ستون در قاب دوبلکسی و لنگر پیچشی در ساختمان ۵ طبقه..... ۱۰۷

شکل (۴-۶۲) : مقایسه نسبت دهانه برشی برای مدل ۵ طبقه ۱۰۸

شکل (۴-۶۳) : مقایسه نسبت دهانه برشی برای ستونهای مدل ۴ طبقه..... ۱۰۹

شکل (۴-۶۴) : مقایسه نسبت دهانه برشی برای ستونهای مدل ۳ طبقه..... ۱۱۰

شکل (۴-۶۵) : مقایسه نسبت لنگر به برش ماکزیمم برای ستونهای مدل ۵ طبقه..... ۱۱۱

شکل (۴-۶۶) : مقایسه نسبت لنگر به برش ماکزیمم برای ستونهای مدل ۴ طبقه..... ۱۱۲

شکل (۴-۶۷) : مقایسه نسبت لنگر به برش ماکزیمم برای ستونهای مدل ۳ طبقه..... ۱۱۳

شکل (۴-۶۸) : مقایسه نسبت دهانه برشی به عمق موثر با ارتفاع متغیر اتصال طبقه به ستون داخلی مدل ۵ طبقه..... ۱۱۴

چکیده

ستونهای کوتاه در ساختمانهای بتن آرمه، بررسی نحوه ایجاد، عملکرد سازه ای و چگونگی مقابله با آن

علیرضا شعبانی قاضی کلایه

امروزه شکست برشی در سازه های بتن آرمه، به دلیل رفتار ترد این نوع شکست، بسیار نامطلوب است. این نوع خرابی در ستونها که از مهمترین اعضای یک سازه می باشند، خصوصا در ستونهای کوتاه پس از وقوع زلزله مشاهده شده است. ستونهای کوتاه در سازه های بتن آرمه، به دلیل سختی بیشتر نسبت به ستون های معمولی، نیروی بیشتری را در جریان زلزله جذب می کنند. اگر این ستون ها برای چنین نیرویی طراحی نشده باشند، امکان شکست برشی در این ستونها بالا رفته و در نتیجه ممکن است خسارات زیادی به کل سازه وارد شود. در طراحی ساختمان های بتن آرمه، ستونها برای نیروهایی محاسبه می شوند که ممکن است با نیروهای وارده پس از اجرا تفاوتهایی داشته باشند. از جمله این موارد می توان به ستونهایی اشاره کرد که اتصال تیر پاگرد به آنها، در مدلسازی کاملاً تحلیل نشده است. اگر سختی جانبی این دال زیاد باشد، احتمال ایجاد ستون کوتاه که در آن رفتار برشی حاکم است، بالا می رود. در روشهای اجرای راه پله، در بسیاری از موارد، تیر پاگرد به طور صلب به ستون متصل می شود. در نتیجه ستون بسته به میزان صلبیت اتصال، در ارتفاع خود و در طرفین اتصال به صورت مجزا عمل می کند و امکان بروز رفتار ترد در قسمت کوتاهتر وجود خواهد داشت. در این بررسی اثر سختی دال راه پله بر رفتار ستون مورد توجه قرار می گیرد. پس از مدل سازی سازه ها در برنامه ETABS ، نیروهای برشی در ستونهای مختلف سازه در موقعیتهای مختلف با هم مقایسه می گردند. همچنین تاثیر اتصال طبقه در ارتفاع های مختلف ستون، در ساختمانهای معمولی و دوبلکس مطالعه و بررسی می گردد. اگر در این ساختمانها، نیروی برشی در قسمت ستون کوتاه، به درستی بررسی نشود، باعث ایجاد شکست برشی می گردد.

کلید واژه: ستون کوتاه، شکست برشی، تیر پاگرد، دوبلکس

Abstract

Short Columns in Reinforced Concrete Structures, Formation, Structural Performance, Prevention Solutions

A.Shabani Ghazi Kalayeh

Nowadays, Shear failure in reinforced concrete structures, because of brittle behavior of these structures is undesirable. This mode of fracture has been investigated in columns specially in short columns after earthquake. Having more stiffness rather than regular columns, short columns in RC structures absorb more shear force during earthquake. If these columns have not been designed for mentioned forces, the shear failure is expected and the probability of damaging may be increased. In order to design of RC structures, the columns will be calculated for forces which may be different with existing forces after construction. In this case, columns which the connection of staircase beam to them haven't been analyzed in modeling can be indicated. If lateral stiffness of this slab is high, the probability of forming short column with shear behavior will be increased. In many cases of staircase construction methods, stair beam is connected rigidly to column. So depending upon rigidity of connection, column in it's height, and in both sides of connection is working different and feasibility of brittle behavior of short part will be increased. In this investigation, the effect of stair beam connection stiffness on behavior of column have been studied. After modeling the structures by ETABS, the shear forces in different columns of structures in different positions have been compared. On the other hand, the effect of floor connection in different height of column in regular and doublex structures have been investigated. If shear forces in short columns haven't been studied properly, shear failure will be inevitable.

Key Word: short column, shear failure, staircase beam, doublex

فصل اول-مقدمه

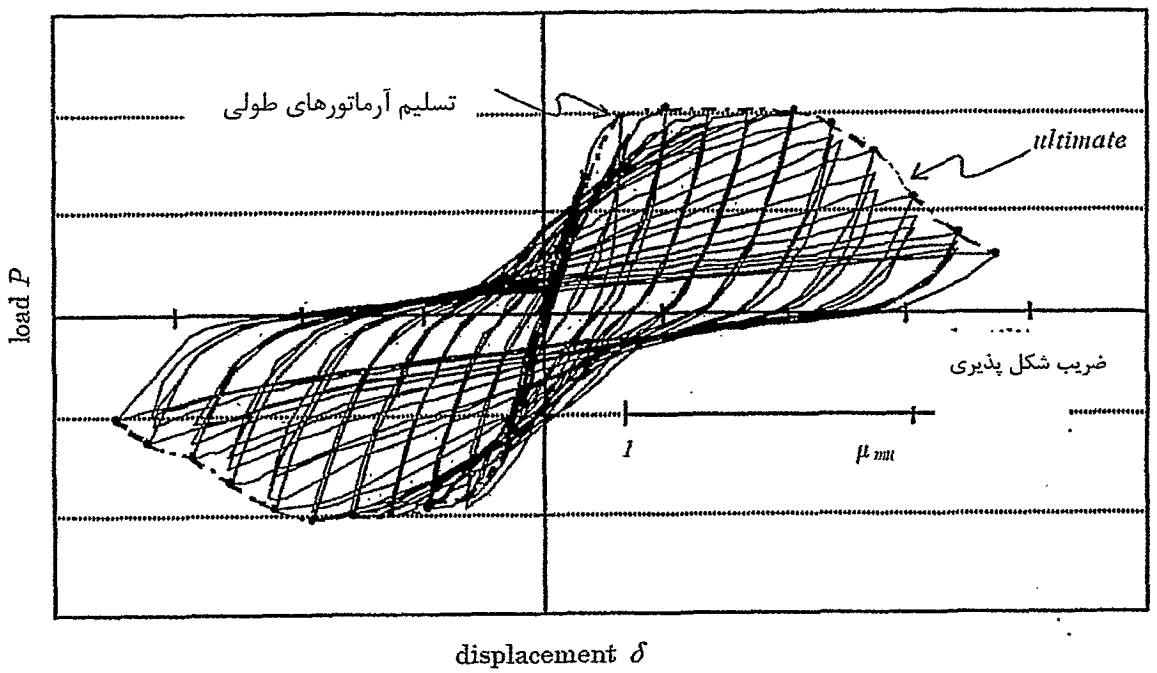
۱-۱ مقدمه و کلیات

شکست برشی ترد در ستون های کوتاه یکی از مود های خطرناک شکست در این گونه ستونها می باشد. وقوع شکست برشی در این اجزا، شکل پذیری و مقاومت سازه را به شدت کاهش می دهد. بسیاری از ستونهای ساختمانهای بتنی و پل ها، خواسته و ناخواسته در معرض این نوع شکست قرار دارند.

پس از وقوع زمین لرزه ها، محققین و صاحبنظران مهندسی ساختمان، به بررسی عوامل آسیبهای جدی، در ساختمانها و سازه ها می پردازند. یکی از عواملی که همواره پس از وقوع زلزله مورد تایید اکثر کارشناسان بوده است، پدیده ستون کوتاه در ساختمانهای بتن مسلح بوده است. با توجه به اهمیت ستونها در تمامی ساختمانها و نقش اساسی آنها، می بایست تمامی عواملی که باعث ایجاد عملکرد نامناسب ستون ها در جریان زلزله می گردد مورد توجه قرار گیرند. یکی از مواردی که باعث می شود تا ستونها نسبت به رفتاری که از آنها انتظار می رود، ضعف نشان دهند، پدیده شکست برشی می باشد که همواره سعی شده است که نه تنها در ستونها بلکه در کلیه اجزای ساختمان از وقوع آن پیشگیری شود. بنابراین لازم است تا ستون کوتاه و شکست برشی به خوبی تشریح گردند.

هنگامی که سازه های بتن آرمه مورد تحلیل و طراحی قرار می گیرند، لازم است که انواع مودهای شکست در آنها به خوبی تعریف شده باشند و طراح سازه، با آگاهی کافی از رفتار ستون و سایر اجزا و با دیدی روشن از رفتار آنها اقدام به طراحی سازه کند. در بسیاری از موارد طراحی، ساختمانهای بتن مسلح، توسط طراحان به گونه ای معمولی و بدون در نظر گرفتن رفتارهای اجزای ساختمان، طرح می شوند. در نتیجه عملکرد ستونها که از مهمترین اجزای ساختمان هستند، برای آنها به قدر کافی روشن نمی باشد.

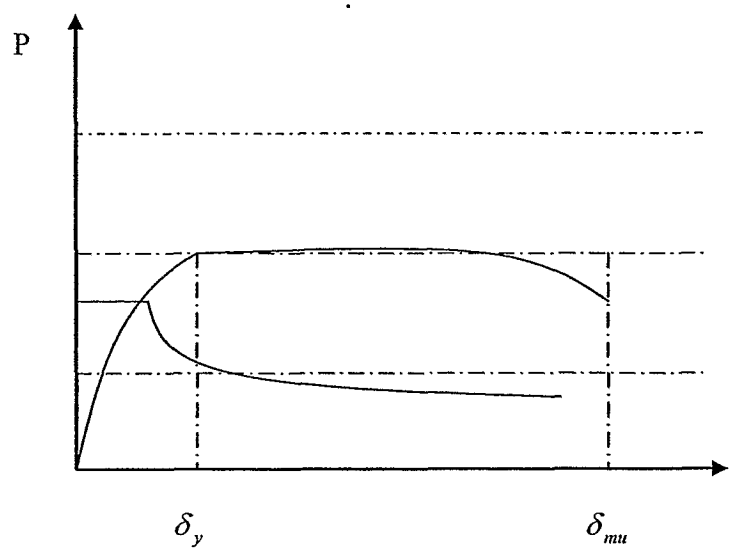
برای طبقه بندی و تعریف شکست ستونهای منفرد بتنی، در ابتدا آزمایش های سیکلی افزایش یابنده، مورد توجه قرار می گیرد. شکل (۱-۱). همان طور که در شکل ۲- ۱، نشان داده شده است، δ_y برابر تغییر جابجایی متناظر آرماتورهای طولی و δ_{mu}برابر جابجایی شکست خمشی نهایی روی منحنی پوش تعریف می گردد. مقاومت برشی به واسطه تغییر شکل های سیکلی بزرگ بعد از تسلیم آرماتورهای طولی به تدریج کاهش می یابد.



شکل ۱-۱ : رفتار سیکلی ستون[۱]

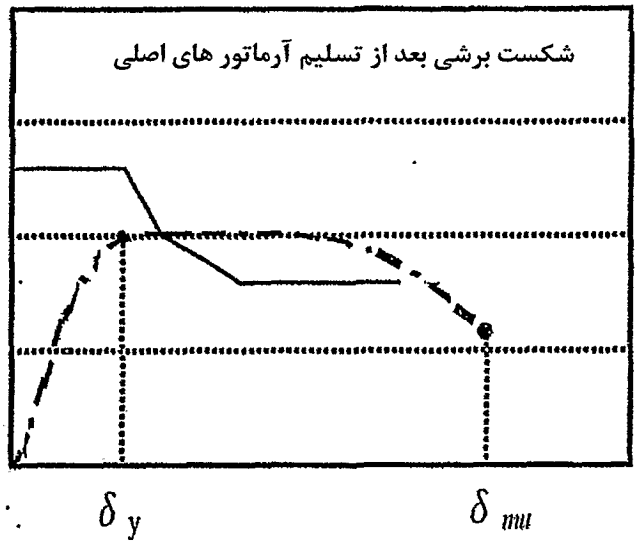
مودهای شکست را می توان با قطع دادن منحنی $P-\Delta$ و پوش ظرفیت برشی بدست آورد که مودهای شکست عبارتند از:

الف- شکست برشی: شکست برشی قبل از تسلیم آرماتورهای اصلی رخ می دهد (شکل ۱-۲).



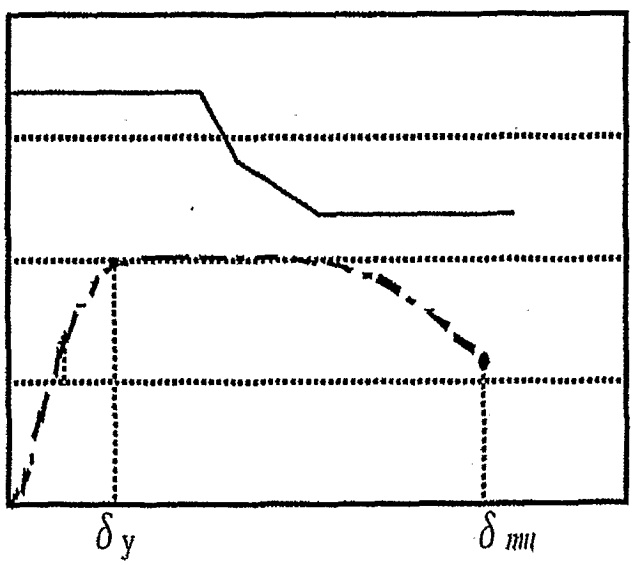
شکل ۱-۲ : شکست برشی[۱]

ب-شکست خمشی-برشی: این نوع شکست پس از تسلیم آرماتورهای اصلی اتفاق می افتد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳ : شکست خمشی - برشی[۱]

ج- شکست خمشی: در این مود شکست، منحنی $P-\Delta$ و پوش ظرفیت برشی تا رسیدن به نقطه خمشی نهایی یکدیگر را قطع نمی کنند (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴ : شکست خمشی [۱]

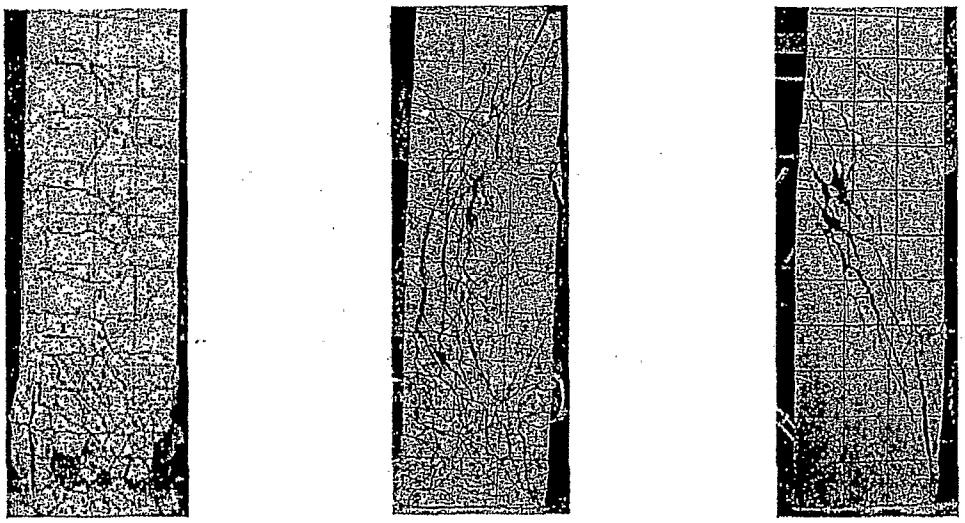
شکست برشی (نوع الف)، هنگامی رخ می دهد که مقدار آرماتور عرضی کافی نباشد. در این حالت از گسیختگی، شکل پذیری به شدت کاهش می یابد. در حالی که شکست خمشی (نوع ج)، بدان معناست که شکست برشی تحت هیچ حرکت لرزه ای اتفاق نمی افتد و عملکردی شکل پذیر از سازه انتظار می رود. شکست خمشی برشی(نوع ب)، به این معنی است که شکل پذیری محدودی از سازه پیش بینی می شود[۲].

با تعریف ضریب شکل پذیری، به صورت $\mu_\Delta = \frac{\delta}{\delta_Y}$ که در آن δ و δ_Y به ترتیب تغییر مکان در لحظه شکست و تغییر مکان در لحظه تسلیم آرماتورهای طولی می باشد، سه مود شکست به صورت زیر طبقه بندی می شوند:

الف- شکست برشی $\mu_\Delta \prec 1$

ب-شکست خمشی- برشی $1 \prec \mu_\Delta \prec \mu_{mu}$

ج-شکست خمشی $\mu_\Delta = \mu_{mu}$



ج ب الف

شکل ۱-۵ : مود های شکست الف:شکست برشی ب: شکست خمشی - برشی ج:شکست خمشی [۳]

در ستون های کوتاه یکی از دو مود شکست برشی یا شکست خمشی- برشی رخ می دهد که با توجه به مدل های مقاومت برشی که در فصل بعدی مورد ارزیابی قرار می گیرد می توان در مورد آن بحث و به نتایجی در مورد این رفتار در ستون ها رسید.

ستونهای کوتاه در ساختمانهای بتن آرمه، می توانند در هر جایی که برای ستون محدودیت تغییر مکانی ایجاد کنند، حاصل شوند. در حقیقت، می بایست ستون در ارتفاع خود دچار محدودیت نشود. چرا که این محدودیتها می توانند ستون را در ارتفاع به ستونهای جداگانه با عملکرد متفاوت، تبدیل کنند. یعنی ستونی که در ابتدا به عنوان یک ستون با رفتار مشخص طراحی گردیده است، در عمل، تبدیل به ستونهایی با سختی های متفاوت و در نتیجه نیروهای اکتسابی متفاوت در جریان زلزله گردد. وجود دیوارهایی که تا ارتفاعی از طبقه ساخته شده اند، طبقاتی که در ارتفاعهای مختلف در طرفین ستون قرار گرفته اند، وجود میان طبقه، بحث تیر پاگرد و ... می توانند در تعیین رفتار ستون نقش داشته باشند.

۱-۲ علت انتخاب موضوع

تحقیقاتی که تاکنون در مورد عملکرد ستون کوتاه صورت گرفته است، محدود به بررسی وضعیت ستونهای بتن مسلح که در ابتدا به عنوان ستون معمولی مورد تحلیل و طراحی قرار گرفته بودند و پس از اجرای آنها و قرار گیری المانهای سازه ای و غیر سازه ای دیگر، عملکرد ستون کوتاه از خود به نمایش گذاشته اند، بوده است. متاسفانه بیشتر تحقیقاتی که در مورد ستون کوتاه انجام شده است، بررسی وضعیت ستونها پس از وقوع زلزله بوده است. بدین معنی که در هنگام تحلیل و طراحی ساختمانهای بتنی، تاثیر عواملی مانند دیوار با ارتفاع ناقص نسبت به ارتفاع ستون، وجود بازشو و ... که باعث می شود رفتار ستون تغییر کند مد نظر قرار نگرفته است. علت این امر را می توان از چند نگاه مورد بحث قرار داد:

۱- عدم آگاهی کافی از رفتار اجزای ساختمان و به ویژه ستونها

۲- عدم طراحی مناسب توسط دفاتر ساختمانی

۳- عدم نظارت کافی بر طراحی های انجام گرفته، توسط افراد مجرب و آشنا

۴- اجرای نا مناسب ساختمانهای بتن آرمه

به جرات می توان گفت که، بسیاری از مشکلاتی که پس از وقوع زلزله به مشاهده و میزان تاثیر آنها در نوع آسیبهای ساختمان، پرداخته می شود، در مرحله تحلیل و طراحی ساختمان، قابل پیشگیری است. داشتن شناخت کافی از المانهای سازه ای، مدل کردن مناسب ساختمانها و در نظر داشتن نیروها و عواملی که می تواند هنگام اجرا، پس از اجرا و در طول عمر ساختمان، بر آن اثر گذار باشد، می تواند بسیاری از خسارات شناخته شده که در طراحی به آن بی توجهی شده است را کاهش دهد.