بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران– سازه

عنوان:

بررسی رفتار غیرخطی دیوارهای باربر و برشی با روش آنالیز استاتیکی غیرخطی

تنظیم و نگارش:

سید امین موسوی

استاد راهنما:

دکتر سعید تاروردیلو

بهمن ۱۳۹۲

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه ارومیه است.

دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی و مهندسی

بررسی رفتار غیرخطی دیوارهای باربر و برشی با روش آنالیز استاتیکی غیرخطی

دانشجو:

سید امین موسوی

این پایاننامه به عنوان بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی **عمران** گرایش **سازه** در تاریخ **۹۲/۱۲/۰۶** توسط هیئت داوران ذیل مورد پذیرش قرار گرفت.

استاد راهنمای اول: دکتر سعید تاروردیلو

داور خارجی: دکتر محمدرضا شیدایی

داور داخلی: دکتر چنگیز غیرتمند

نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر سعید تاروردیلو

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه ارومیه است.

دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی و مهندسی

تعهد نامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایاننامه های تحصیلی دانشجویان دانشگاه ارومیه مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشجو میباشد که با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام میشود، برای آگاهی دانشجو و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان گرامی نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد میشوند:

۱. قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع و کسب اجازه نمایند.

۲. در انتشار نتایج پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع، اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه ارومیه الزامی است.

۳. انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **سید امین موسوی** دانشجوی گرایش **سازه** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آنرا قبول کرده و به آن ملتزم میشوم.

تاریخ و امضا دانشجو

این پایان نامه را تقدیم می کنم به

پدرم، پشتیبانم همچون کوه

و

مادرم، سنگ صبورم

و برادر و خواهر عزیزتر از جانم

تقدیر و تشکر :

انجام این تحقیق و آماده سازی آن بدون کمک های بی شائبه استاد گرانقدر و دوستان عزیزم امکان پذیر نبود. بر خود لازم می دانم تشکر و قدر دانی خود را تقدیم این عزیزان بنمایم :

- استاد گرامی جناب آقای دکتر سعید تاروردیلو که با راهنمایی های دلسوزانه زمینه ساز انجام این تحقیق شدند و در طول این مدت با بنده کمال همکاری را داشته اند.
- از کلیه دوستان خوب و دلسوزم که در این مدت همواره موجبات دلگرمی و آرامش اینجانب را فراهم نمودند کمال تشکر را دارم و امیدوارم بتوانم مهربانی های آنان را جبران کنم. بی شک دوستان خوب، برادرانی هستند که اختیار کرده ام.

چکیده

با رشد و توسعه جوامع بشری و افزایش روزافزون نیاز به فضای زندگی و فعالیت و نیز کمبود فضای کافی در شهرهای بزرگ سبب شده است که تمایل به ساخت سازه‌های بلند، بیشتر شود. افزایش ارتفاع ساختمان‌ها آسیب‌پذیری آنها را در برابر نیروهای جانبی حاصل از عواملی چون زلزله و باد افزایش می‌دهد. در نتیجه ساخت سازه‌هایی که در مقابل نیروهای جانبی مقاومت مطلوبی داشته باشد، امری حیاتی است.

یکی از سیستمهای مقاوم در برابر بارهای جانبی، دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه است. این دیوارها به دلیل دارا بودن سختی و شکل‌پذیری زیاد، قادر به جذب بخش عظیمی از انرژی ناشی از زلزله هستند. در این مطالعه پس از آشنایی با روش‌های مختلف مدل‌سازی دیوار سازه‌ای و نیز ضوابط طراحی آنها، دیوارهای برشی و باربر در دو سطح شکل‌پذیری معمولی و ویژه طراحی و به روش MVLE مدل‌سازی می‌شوند. سپس با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح، دیوارها به صورت استاتیکی تحلیل می‌شوند و نمودار ظرفیت آنها استخراج می‌گردد. در نهایت به کمک این نمودارها به مقایسه مقاومت و میزان شکل‌پذیری دیوارها، زمانی که عملکرد برشی و باربر بر عهده داشته باشند، پرداخته می‌شود. بررسی نتایج بدست آمده حاکی از آن است که سیستم دیوار برشی دارای شکل‌پذیری بیشتر ولی مقاومت برشی کمتری نسبت به سیستم دیوار باربر می‌باشد.

کلمات کلیدی : دیوار بتن‌آرمه، تحلیل استاتیکی غیرخطی، شکل‌پذیری، MVLE

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱. پیشگفتار ۱

۱-۲. آشنایی با دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه ۲

۱-۲-۱. عملکرد دیوار سازه‌ای ۲

۱-۲-۲. مقاطع مختلف دیوار سازه‌ای ۳

۱-۲-۳. طبقه‌بندی دیوار بتنی در ارتفاع ۴

۱-۲-۴. مدهای خرابی دیوار بتنی : ۴

۱-۳. اهداف پایان‌نامه ۶

۱-۴. روش انجام کار ۷

فصل دوم: روشهای مدلسازی دیوار بتن‌آرمه ۸

۲-۱. مقدمه ۸

۲-۲. مدلهای کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس ۹

۲-۳. مدلسازی دیوارهای بتنآرمه با روشهای کوچک مقیاس ۹

۲-۳-۱. مدل المان محدود ۹

۲-۳-۲. ۲مدل فیبر ۱۰

۲-۴. مدلسازی دیوار برشی بتنآرمه به روشهای بزرگ مقیاس ۱۱

۲-۴-۱. المان تیر- ستون دو جزئی ۱۱

۲-۴-۲. المان تیر- ستون ساده ۱۱

۲-۴-۳. مدل فنرهای چندگانه ۱۲

۲-۴-۴. مدل خرپایی ۱۳

۲-۴-۵. مدلهای ترکیبی ۱۴

۲-۴-۵-۱. مدل سه خطی قائم (TVLE) ۱۴

۲-۴-۵-۲. مدلسازی دیوار برشی با استفاده از مدل MVLEM ۱۷
فصل سوم: طراحی و مدل‌سازی دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه ۲۰
۳-۱. مقدمه ۲۰
۳-۲. طراحی دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه ۲۰
۳-۲-۱. طراحی دیوارها در برابر نیروهای برشی ۲۰
۳-۲-۱-۱. ظرفیت برشی بتن مقطع دیوار ۲۱
۳-۲-۱-۲. طراحی میلگردهای برشی ۲۱
۳-۲-۲. طراحی دیوارهای سازه‌ای در برابر لنگر خمشی ۲۲
۳-۳. دیوارهای سازه‌ای ویژه جهت کاربرد در مناطق زلزله‌خیز ۲۲
۳-۳-۱. اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه ویژه ۲۳
۳-۳-۲. فولادگذاری برشی در دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه‌ی ویژه ۲۴
۳-۳-۳. طراحی دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه ویژه در برابر بار محوری و لنگر خمشی ۲۶
۳-۴. طراحی دیوارهای مورد مطالعه ۲۶
۳-۵. معرفی نرم‌افزار Opensees ۳۱
۳-۶. مدل‌سازی دیوار برشی و باربر در نرم‌افزار OpenSees ۳۲
۳-۶-۱. معرفی نقاط و مقاطع ۳۲
۳-۶-۲. معرفی مصالح ۳۲
۳-۶-۳. معرفی المان‌های به‌کاربرده شده ۳۴
۳-۶-۴. سیستم مختصات ۳۴
۳-۶-۵. بارگذاری ۳۵
۳-۶-۶. پارامترهای آنالیز ۳۵
فصل چهارم: بررسی رفتار غیرخطی دیوار باربر و برشی ۳۶
۴-۱. مقدمه ۳۶
۴-۲. تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۷
۴-۳. ارزیابی مدل‌سازی دیوار با نتایج آزمایشگاهی موجود ۳۹
۴-۳-۱. مشخصات نمونه آزمایشی ۳۹

۴-۳-۲. نحوه انجام آزمایش ۴۰
۴-۳-۳. مدل تحلیلی دیوار به روش MVLE و مقایسه با نتایج آزمایشگاهی ۴۲
۴-۴. مقایسه نمودارهای بدست آمده برای دیوارها ۴۶
۴-۵. جمع بندی ۶۱
فصل پنجم: خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۶۳
۵-۱. خلاصه ۶۳
۵-۲. نتیجه گیری ۶۴
۵-۳. پیشنهاد برای مطالعات آینده ۶۵
منابع ۶۶

فهرست جداول

جدول ۳-۱ : مشخصات سازه مورد مطالعه ۲۶
جدول ۳-۲ : مشخصات دیوارهای برشی طراحی شده ۲۸
جدول ۳-۳ : مشخصات دیوارهای باربر طراحی شده ۳۰
جدول ۳-۴: مشخصات لرزه‌ای سازه‌ها ۳۰
جدول ۴-۱: مقادیر ممان و انحنا در نقطه تسلیم و نهایی ۶۱
جدول ۴-۲: مقادیر مربوط به شکل‌پذیری و مقاومت دیوارها ۶۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۱: عملکرد دیوار برشی و قاب خمشی ۲
شکل ۱-۲ :مقاطع مختلف دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه : (a) صفحه‌ای (b) بالدار (c) جعبه‌ای..... ۳
شکل ۱-۳: نمونه‌هایی از محل قرارگیری دیوار بتنی در پلان ۳
شکل ۱-۴ تقسیم‌بندی دیوار برشی در ارتفاع..... ۴
شکل ۱-۵ : مدهای خرابی دیوار برشی لاغر ۵
شکل ۱-۶: پاسخ دوره‌ای دیوار برشی بتنی که در آن مقاومت برشی کنترل کننده است ۵
شکل ۱-۷ : رفتار چرخه‌ای دیوار برشی شکل‌پذیر ۶
شکل ۲-۱: (a) المان تیر fiber (b) مدل اجزاء محدود چند لایه‌ای..... ۱۰
شکل ۲-۲ : مدل المان تیر- ستون دو جزئی ۱۱
شکل ۲-۳ : المان تیر- ستون ساده ۱۲
شکل ۲-۴ : مدل فنرهای چندگانه ۱۲
شکل ۲-۵ : : (a) مدل خرپایی Oesterle (b) مدل تنگ و کلاف نرم ۱۳
شکل ۲-۶ : مدل سه خطی قائم ۱۴
شکل ۲-۷: مدل هیسترزیس ASHM فنرهای قائم..... ۱۵
شکل ۲-۸ : مدل هیسترزیس OOMH فنرهای افقی و قائم مرکزی ۱۵
شکل ۲-۹ : المانهای سری به کار رفته در مدل AESM ۱۶
شکل ۲-۱۰ : رابطه نیروی محوری- تغییرشکل مدل AESM ۱۶
شکل ۲-۱۱ : (a) مدل اولیه TVLEM (b) مدل اصلاح شده TVLEM ۱۷
شکل ۲-۱۲ : مدلسازی دیوار برشی با مدل MVLEM ۱۸
شکل ۲-۱۳ : المان MVLE ۱۸
شکل ۲-۱۴ : دوران و جابجایی مدل MVLE..... ۱۸
شکل ۲-۱۵: مدل اصلاح شده AESM (Vulcano و همکاران ۱۹۸۸) ۱۹
شکل ۳-۱: تصویری از نمای سه بعدی و پلان سازه مورد مطالعه..... ۲۷
شکل ۳-۲ : محل قرارگیری دیوارهای برشی در پلان سازه..... ۲۷
شکل ۳-۳ : محل قرارگیری دیوارهای باربر در پلان سازه ۲۷
شکل ۳-۴ : نمودار تنش کرنش بتن در دستور Concrete02..... ۳۳
شکل ۳-۵ : نمودار تنش کرنش بتن در دستور Steel02 ..... ۳۴
شکل ۴-۱ : سطوح عملکرد آیین‌نامه FEMA356..... ۳۷
شکل ۴-۲ : منحنی پوش اور..... ۳۹
شکل ۴-۳ : مشخصات ظاهری دیوار ۴۰
شکل ۴-۴ : نحوه آرماتورگذاری دیوار برشی ۴۱

شکل ۴-۵ : مراحل اعمال نیروی جانبی به صورت دوره‌ای ۴۱
شکل ۴-۶ : نمایی از دیوار برشی تحت آزمایش ۴۱
شکل ۴-۷: منحنی بار-تغییر شکل ثبت شده دیوار در طی آزمایش..... ۴۲
شکل ۴-۸: مدل MVLE دیوار مورد آزمایش..... ۴۳
شکل ۴-۹: نمودار پوش اور دیوار برشی ۴۴
شکل ۴-۱۰ : رفتار هیسترزیس دیوار برشی ۴۴
شکل ۴-۱۱: مقایسه نمودار پوش اور با نتایج آزمایشی..... ۴۵
شکل ۴-۱۲: مقایسه رفتار هیسترزیس دیوار برشی با نتایج آزمایش آزمایشگاهی..... ۴۶
شکل ۴-۱۳: مقایسه منحنی پوش اور LOB و UOB..... ۴۷
شکل ۴-۱۴ : مقایسه منحنی پوش اور LSB و USB..... ۴۷
شکل ۴-۱۵: مقایسه منحنی پوش اور LSB و LOB..... ۴۷
شکل ۴-۱۶: مقایسه منحنی پوش اور UOB و USB ۴۸
شکل ۴-۱۷: مقایسه منحنی پوش اور LOS و UOS..... ۴۸
شکل ۴-۱۸: مقایسه منحنی پوش اور LOS و UOS..... ۴۸
شکل ۴-۱۹: مقایسه منحنی پوش اور LSS و LOS..... ۴۹
شکل ۴-۲۰: مقایسه منحنی پوش اور USS و UOS..... ۵۰
شکل ۴-۲۱: نمودار تنش کرنش بتن محبوس نشده در ناحیه فشاری ۵۰
شکل ۴-۲۲: نمودار تنش کرنش بتن محبوس شده در ناحیه فشاری ۵۰
شکل ۴-۲۳: نمودار تنش کرنش فولاد در ناحیه کششی..... ۵۱
شکل ۴-۲۴: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار LOB وUOB ۵۱
شکل ۴-۲۵: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار LSB وUSB..... ۵۲
شکل ۴-۲۶: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار LOB وLSB..... ۵۲
شکل ۴-۲۷: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار USB وUOB..... ۵۳
شکل ۴-۲۸: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار LOS وUOS ۵۳
شکل ۴-۲۹: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار LSS وUSS ۵۴
شکل ۴-۳۰: رفتار چرخه‌ای بتن محبوس نشده ۵۴
شکل ۴-۳۱: مقایسه رفتار چرخه‌ای دیوار UOS وUSS ۵۵
شکل ۴-۳۲: رفتار چرخه‌ای بتن محبوس نشده ۵۵
شکل ۴-۳۳ : رفتار چرخه‌ای بتن محبوس شده ۵۶
شکل ۴-۳۴: رفتار چرخه‌ای فولاد ۵۶
شکل ۴-۳۵: نمودار ممان-انحنای دیوار LOB ۵۷
شکل ۴-۳۶: نمودار ممان-انحنای دیوار UOB ۵۷
شکل ۴-۳۷: نمودار ممان-انحنای دیوار LSB..... ۵۸

شکل ۴-۳۸: نمودار ممان-انحنای دیوار USB ۵۸
شکل ۴-۳۹: مقایسه نمودار ممان-انحنای دیوارهای برشی ۵۸
شکل ۴-۴۰: نمودار ممان – انحنای دیوار LOS ۵۹
شکل ۴-۴۱: نمودار ممان-انحنای دیوار UOS ۵۹
شکل ۴-۴۲: نمودار ممان-انحنای دیوار LSS ۵۹
شکل ۴-۴۳: نمودار ممان-انحنای دیوار USS ۶۰
شکل ۴-۴۴: مقایسه نمودار ممان-انحنای دیوارهای برشی ۶۰

فصل اول: مقدمه

۱-۱. پیشگفتار

دیوارها از قدیمی‌ترین اجزای ساختمانی هستند که در سازه‌ها به کار گرفته شده‌اند. با توسعه استفاده از بتن در صنعت ساختمان از همان ابتدا ساخت دیوارهای بتنی با استقبال روبه رو بوده است. اگرچه دیوار به طور سنتی به عنوان یک عنصر سازه‌ای باربر مورد استفاده بوده و این کاربرد برای دیوارهای بتن‌آرمه نیز به دلیل برخورداری از مقاومت فشاری قابل قبول ، به طور اساسی مورد توجه قرار گرفته است ، با این وجود استفاده از دیوارهای بتن‌آرمه غیر باربر نیز در حد وسیعی رایج شده است. [۱]

دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه یک سیستم موثر و مقاوم در برابر بارهای جانبی است که استفاده از آن‌ها در قرون اخیر به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این دیوارها به دلیل برخورداری از سختی و مقاومت بالا می‌توانند سازه را در برابر نیروهای جانبی مقاوم کنند. معیارهای اصلی که هر طراح تلاش می‌کند که در طرح پیشنهادی خود به آن‌ها دست یابد عبارت است از : سختی، مقاومت و شکل‌پذیری مناسب سازه. استفاده از دیوارهای سازه‌ای تقریباً بهینه‌ترین روش برای رسیدن به چنین هدفی است.

برای ساختمان با تعداد طبقات حداکثر ۲۰ طبقه ، استفاده از دیوار برشی می‌تواند به عنوان یک گزینه انتخابی مطرح باشد. این در حالی است که برای ساختمان‌های با تعداد طبقات ۳۰ و به بالا استفاده از دیوار برشی از لحاظ اقتصادی و نیز کنترل تغییر شکل‌های جانبی یک نیاز ضروری است. [۲]

از آنجایی که بخش بزرگی از نیروهای جانبی سازه و نیروهای برشی ناشی از آن‌ها به دیوارها اختصاص داده می‌شود به همین دلیل این دیوارها، دیوار برشی نامیده می‌شود. نام‌گذاری که چندان مطلوب نیست ؛چرا که این ذهنیت را ایجاد می‌کند که نیروی برشی کنترل کننده رفتار این اعضا است. این در حالی است که در سازه‌های بتنی اغلب سعی بر آن است به کمک اختصاص جزئیات مناسب، از تغییر شکل‌های برشی غیر الاستیک تحت نیروهای لرزه‌ای جلوگیری شود. به همین دلیل در برخی از منابع و کتاب‌ها از عنوان دیوار سازه‌ای به جای دیوار برشی استفاده می‌شود.

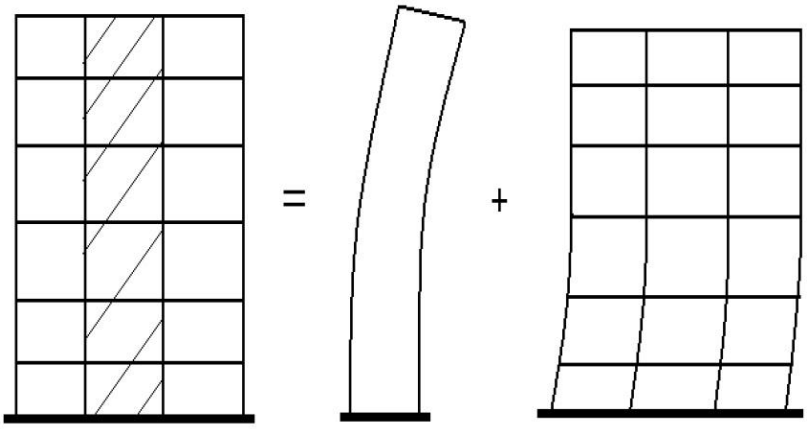
۱–۲. آشنایی با دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه

۱–۲–۱. عملکرد دیوار سازه‌ای

دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه معمولاً برای تحمل بخش اعظمی از بارهای جانبی استفاده می‌شود. سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی در سازه‌های بتن‌آرمه شامل قاب خمشی ، دیوار برشی و یا ترکیب آن دو است. استفاده کردن از قاب خمشی به عنوان عنصر مقاوم در برابر بارهای جانبی نیازمند در نظر گرفتن تمهیدات خاصی برای افزایش شکل‌پذیری آن است که عموماً دارای ضوابط پیچیده و جزئیات زیاد است و اجرای آن نیازمند نظارت قوی در محیط کار است. بنابراین استفاده از دیوار برشی در ترکیب قاب خمشی گزینه‌ای مناسب برای باربری جانبی سازه است.

از سوی دیگر عملکرد دیوار برشی در زلزله‌های به وقوع پیوسته نشان‌دهندهٔ قدرت بالای این عناصر در جذب انرژی حاصل از زلزله است؛ به شرط آنکه هنگام طراحی و اجرای این اعضا بعضی نکات خاص مانند در نظر گرفتن اجزای لبه‌ای، محبوس شدگی بتن و جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی رعایت شود. عملکرد دیوار برشی به مانند عملکرد یک تیر طره عمیق است. در دیوار برشی در صورتی که دیوار کوتاه باشد عموماً برش و اگر بلند باشد خمش تعیین کننده رفتار آن خواهد بود.

عملکرد مناسب دیوار برشی در سازه‌های نسبتاً بلند نمود بیشتری پیدا می‌کند. در این سازه‌ها دیوار به صورت یک تیر طره‌ی بلند عمل کرده و داری تغییر شکل خمشی خواهد بود. از سوی دیگر قاب خمشی دارای تغییر شکل‌های برشی می‌باشد. در این حالت اندرکنش قاب خمشی و دیوار برشی باعث می‌شود در پای سازه که تغییرشکلهای برشی قاب زیاد و تغییر شکلهای خمشی دیوار کم است، تغییرشکل سازه توسط دیوار محدود شود و در مقابل در بالای سازه که تغییر شکل‌های خمشی زیاد و تغییر شکل‌های برشی کم است، تغییر شکل سازه توسط قاب خمشی محدود شود. به این ترتیب می‌توان تغییر شکل سازه‌های بلند را تا حد زیادی کنترل کرد.

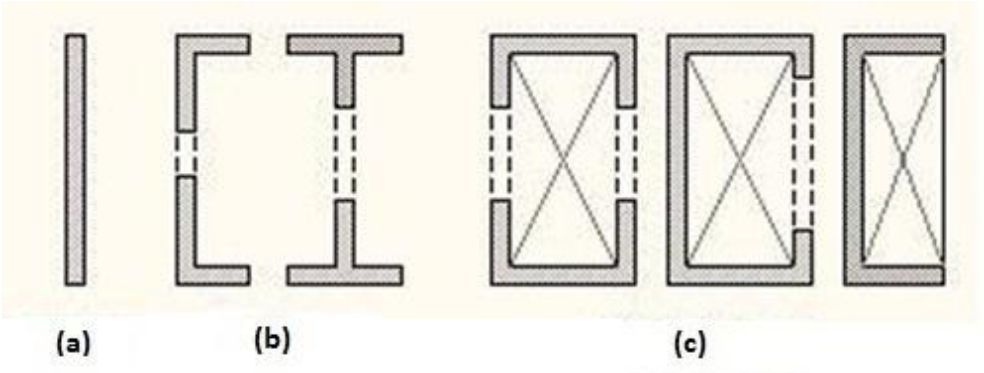


شکل ۱-۱: عملکرد دیوار برشی و قاب خمشی

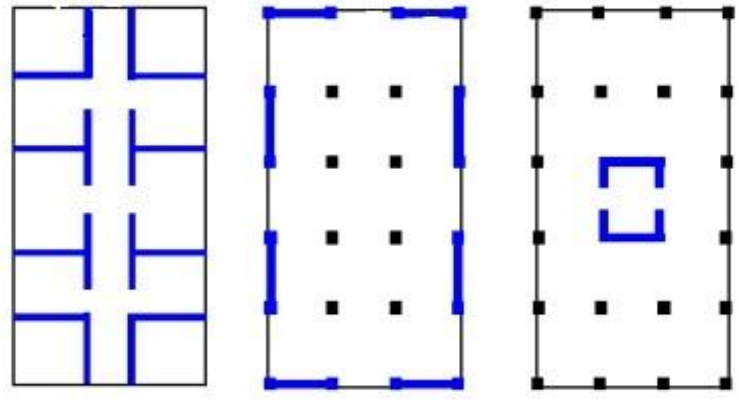
۱–۲–۲. مقاطع مختلف دیوار سازه‌ای

دیوارها زمانی می‌توانند به عنوان یک سیستم موثر در برابر نیروهای جانبی عمل کنند که در محل‌های مناسبی از سازه قرار بگیرند. به همین دلیل محل قرارگیری دیوار برشی در پلان ساختمان از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. هر دیوار برشی بسته به شکل هندسی، جهت آن در برابر نیروهای زلزله و محل استقرار آن در پلان ساختمان تحت تأثیر لنگر واژگونی و نیروی برشی و لنگر پیچشی قرار می‌گیرد.

دیوارهای برشی بر مبنای محل قرارگیری خود در پلان می‌توانند مقاطع مختلفی داشته باشند. این مقاطع عمدتاً به سه گروه صفحه‌ای[۱] ، بالدار[۲] و جعبه‌ای[۳] تقسیم بندی می‌شود. در شکل۱-۲ برخی از این سطح مقطع‌ها نشان داده شده است :



شکل ۱-۲ :مقاطع مختلف دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه : (a) صفحه‌ای (b) بالدار (c) جعبه‌ای



شکل ۱-۳: نمونه‌هایی از محل قرارگیری دیوار بتنی در پلان

[1]- plane
[2]- flanged
[3]- box or channel

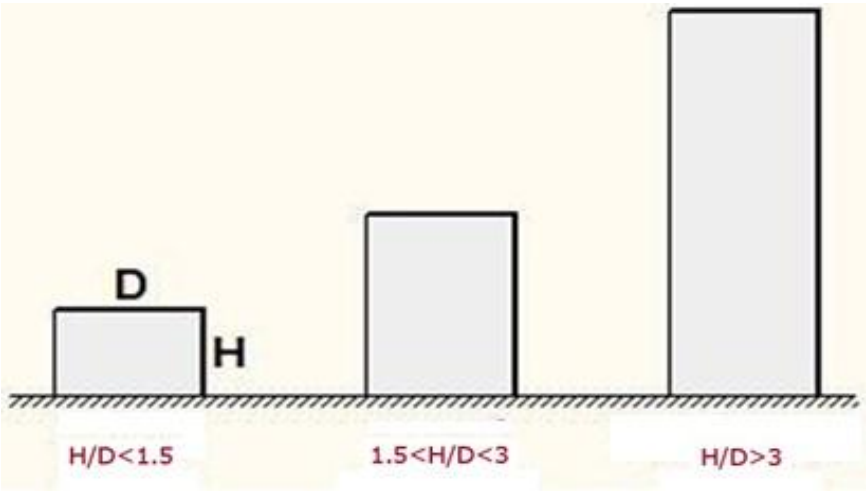
۱-۲-۳. طبقه‌بندی دیوار بتنی در ارتفاع

تقسیم‌بندی دیوار برشی در ارتفاع، بر حسب نسبت ارتفاع به طول دیوار صورت می‌گیرد. یکی از طبقه‌بندی‌های مناسب، نسبت‌هایی است که آیین نامه FEMA356 ارائه می‌دهد که به صورت زیر است

۱- دیوارهایی که در آن نسبت ارتفاع به طول دیوار از ۳ بیشتر باشد، جزء دیوارهای لاغر[۱] یا طره‌ای[۲] تقسیم بندی می‌شوند. این دیوارها عمدتاً با رفتار خمشی کنترل می‌شوند.

۲- دیوارهایی که در آن نسبت ارتفاع به طول دیوار از ۱/۵ کمتر باشد جزء دیوارهای کوتاه[۳] تقسیم بندی می‌شوند. این دیوارها عمدتاً با رفتار برشی کنترل می‌شوند.

۳- دیوارهایی که در آن نسبت ارتفاع به طول دیوار بین ۱/۵ و ۳ باشد جزء دیوارهای متوسط طبقه‌بندی می‌شود. رفتار این دیوارها هم تحت تأثیر لنگر خمشی وهم نیروی برشی است. [۱۳]



شکل ۱-۴ تقسیم‌بندی دیوار برشی در ارتفاع

۱-۲-۴. مدهای خرابی دیوار بتنی :

یکی از موارد ضروری در طراحی دیوارهای برشی شکل‌پذیری آن است . تسلیم خمشی در محل‌های مشخصی که تشکیل مفصل‌های پلاستیک در آن محتمل است ، باید مقاومت، جابجایی غیرالاستیک و در نتیجه جذب انرژی را در کل سیستم سازه‌ای کنترل کند. به عنوان یک نتیجه از این اصل بنیادی، باید از به وجود آمدن مکانیسم شکست ترد و یا حتی مکانیسم‌های با شکست محدود جلوگیری شود. این مهم با ایجاد مکانیسم شکست دلخواه به وسیله بهره‌گیری از طراحی به روش ظرفیت و با اختصاص دتایل مناسب به محل‌های مستعد مفصل پلاستیکی میسر خواهد شد. [۲]

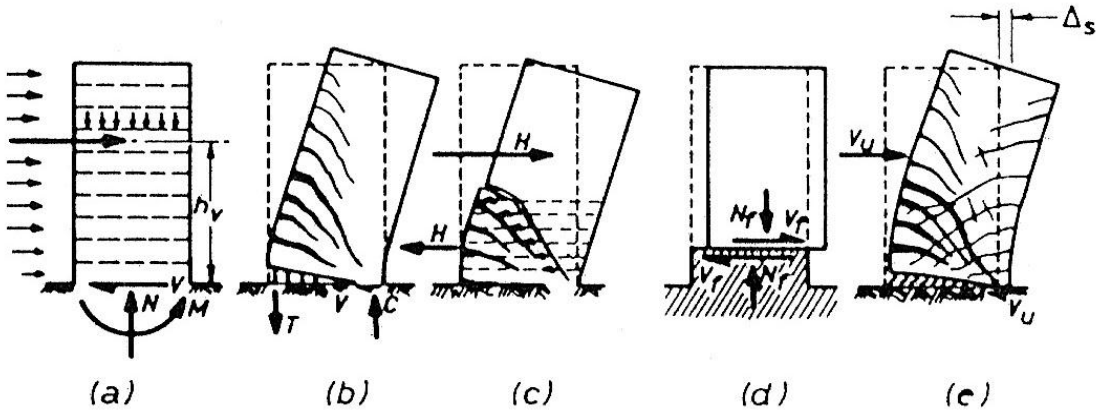
---

[1]. Slender

[2] .Cantilever

[3] . Short

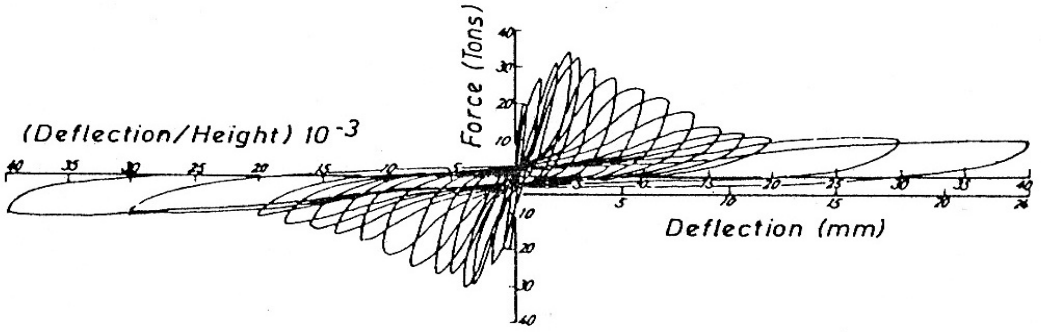
منبع اصلی برای جذب انرژی در یک دیوار طره‌ای که به طور جانبی بارگذاری شده است باید تسلیم آرماتورهای خمشی در زون مفصل پلاستیک (به طور معمول در پای دیوار) باشد. این امر در شکل(۱-۵ – b) و (۱-۵- e) نشان داده شده است :



شکل ۱-۵ : مدهای خرابی دیوار برشی لاغر

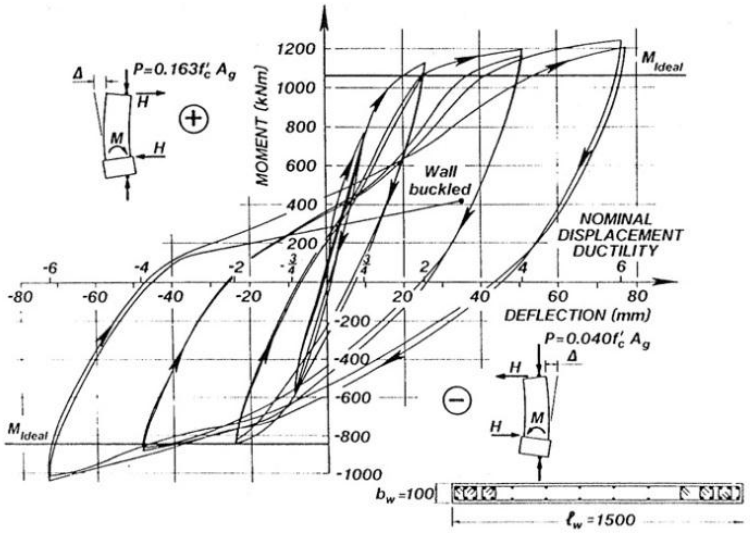
مدهای شکستی که باید از ایجاد آن‌ها جلوگیری شود مواردی هستند که به دلیل کشش قطری (شکل ۱-۵ - c) حاصل می‌شود و یا فشار قطری که به دلیل برش حاصل از ناپایداری مقطع نازک دیوار و یا ناپایداری آرماتورهای فشاری اصلی به وجود می‌آید. همچنین از مد شکست حاصل از لغزش برشی در طول محل‌های ساخت یا لغزش آرماتورها و یا مهاری‌ها (شکل ۱-۵- d) نیز باید جلوگیری شود.

نمونه‌ای از پاسخ نامطلوب دیوار برشی که در آن نیروی برشی کنترل کننده رفتار دیوار شده است ، تحت بار دوره‌ای در شکل (۱-۶) نشان داده شده است.عامل نامطلوب در این رفتار کاهش پی در پی مقاومت وعدم توانایی جذب انرژی است.



شکل ۱-۶: پاسخ دوره‌ای دیوار برشی بتنی که در آن مقاومت برشی کنترل کننده است

برعکس، دیوارهایی که به صورت دقیق برای شکل‌پذیری خمشی طراحی شده‌اند و با بکار بردن اصول طراحی مبتنی ظرفیت، در برابر شکست برشی مقاوم باشند، پاسخ بسیار مطلوبی از خود نشان می‌دهند.



شکل ۱-۷ : رفتار چرخه‌ای دیوار برشی شکل‌پذیر

۱–۳. اهداف پایان‌نامه

برای اطمینان از عملکرد مناسب سازه‌ها در برابر زلزله‌های احتمالی، نیازمند داشتن اطلاعات کافی از رفتار آن‌ها در ناحیه‌ی غیر الاستیک هستیم. همان طور که در بخش‌های قبل نیز اشاره شد، دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه از عناصر مهم در مقابله با نیروهای جانبی می‌باشد. به همین دلیل بررسی رفتار این اعضا امری مهم است.

هدف اصلی این پایان‌نامه بررسی عملکرد دیوارهای سازه‌ای بتن‌آرمه در دو وضعیت مختلف است : حالت اول زمانی است که عمده وظیفه دیوارهای سازه‌ای مقابله با نیروهای جانبی است (دیوار برشی). در حالت دوم به دلیل زیاد بودن تعداد دیوارها در سازه، وظیفه مقابله با نیروهای جانبی در مقایسه با نیروهای ثقلی کم رنگ تر می‌شود (دیوار باربر). با توجه به اینکه در آیین نامه‌ها تفاوتی در طراحی دیوارها در این دو وضعیت در نظر گرفته نشده است لذا هدف اصلی این پایان‌نامه بررسی رفتار دیوارهای برشی و باربر به روش تحلیل استاتیکی غیرخطی است. همچنین بررسی نحوه رفتار دیوار در سطوح شکل‌پذیری معمولی و ویژه و نیز اثر توزیع متفاوت آرماتورها در مقطع دیوار از دیگر اهداف این مطالعه است.