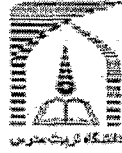




1914

91907



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

مقاوم سازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی با دیوار برشی فولادی

نواب مریخی

استاد راهنما:

دکتر حمید محرمی

دکتر اعجازت‌نژاد
رئیس هیئت مدیره

اسفند ۱۳۸۶

۱۳۸۷ / ۱۷ / ۱۷

۹۸۹۵۷

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی عمران - سازه است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر حمید محرمی، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

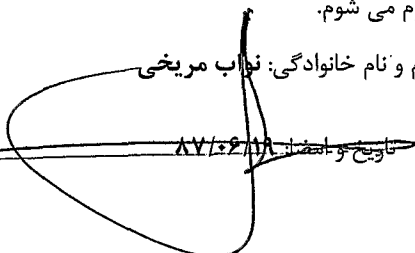
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب نواب مریخی دانشجوی رشته مهندسی عمران - سازه مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: نواب مریخی

تاریخ و امضاء: ۸۷/۰۶/۱۸





بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای نواب مریخی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان مقاوم سازی لرزه ای

ساختمانهای فولادی موجود با استفاده از دیوار برشی فولادی در تاریخ

۱۳۸۶/۱۲/۲۲ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر حمید محرمی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر مسعود سلطانی محمدی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر علی اکبر آقا کوچک	استاد	
استاد ناظر	دکتر کریم عابدی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر علی اکبر آقا کوچک	استاد	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است.

استاد راهنما:

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام خانوادگی

امضاء

نزابی

تقدیم

به خانواده مهربانم

با تشکر و قدرانی از

- ❖ استاد ارجمند جناب آقای دکتر محرمی بخاطر تمامی زحمات ارزشمندشان در دوران تحصیل و تحقیق بویژه در دوران نگارش و دفاع از پایان نامه.
- ❖ استاد ارجمند جناب آقای دکتر آقا کوچک بخاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان.
- ❖ استاد ارجمند جناب آقای دکتر سلطانی محمدی بخاطر یاری بی‌دریغ و موثرشان.
- ❖ استاد ارجمند جناب آقای دکتر کریم عابدی بخاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان.
- ❖ اساتید گرانقدر بخش عمران دانشگاه تربیت مدرس.
- ❖ دوست عزیز جناب آقای مهندس جهانپور.
- ❖ دوست عزیز جناب آقای مهندس نماینده.
- ❖ دوست عزیز جناب آقای مهندس بحیرائی.
- ❖ و سایر دوستان عزیزی که مرا در مراحل مختلف تحصیل و تحقیق بویژه تدوین این پایان نامه یاری دادند.

چکیده

دیوار برشی فولادی یکی از سیستم‌های باربر جانبی است، که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. در مقابل قابلیت‌ها و مزایای دیوار برشی معایبی نیز موجود است که یکی از مهم‌ترین آنها در نوع سخت نشده، بروز نیروهای قابل توجه در المان‌های مرزی قائم دیوار یا همان ستون‌های اصلی سازه می‌باشند که هزینه‌های زیادی را در تقویت ستون‌ها و متناظراً فونداسیون مربوطه به طرح تحمیل می‌نماید. برای حل این مشکل در این تحقیق دیوار برشی فولادی سخت نشده با المان‌های مرزی قائم مجزا بررسی می‌شود.

در این تحقیق ابتدا رفتار دیوارهای برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه‌ها به کمک روش‌های عددی تحت بررسی قرار می‌گیرد و مطابق اصول و فلسفه طراحی بر اساس عملکرد، معیارهای پذیرش این اعضا پیشنهاد می‌شود. در نهایت جهت بررسی قابلیت بکارگیری این سامانه‌ی باربر در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود، طرح بهسازی لرزه‌ای یک ساختمان فولادی بر مبنای این روش ارائه می‌گردد و المان‌های سازه برای سطوح عملکردی مختلف (آستانه فروریزش، ایمنی جانی و استفاده بی وقفه) کنترل می‌گردد و پس از ارضای معیارهای پذیرش پارامترهای مهم سازه از قبیل منحنی ظرفیت، میزان شکل پذیری، سختی، جذب انرژی، تغییر مکان نسبی طبقات و... بررسی می‌گردد.

روش تحلیل سازه در این تحقیق، استاتیکی غیرخطی بوده که با استفاده از مدل‌سازی اجزای محدود و نرم‌افزار ANSYS صورت می‌گیرد.

انتظار می‌رود در نتیجه این تحقیق با بررسی و مقایسه معایب و محاسن سامانه دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه‌ها در مقابل سایر سامانه‌های متداول، از دیدگاه فنی، معماری و اقتصادی، گزینه‌ی مناسب و بهینه‌ای برای بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی متداول کوتاه مرتبه و میان مرتبه، انتخاب شود.

کلید واژه‌ها: بهسازی لرزه‌ای، دیوار برشی فولادی، طراحی بر اساس عملکرد

فهرست مندرجات

.....	مقدمه	۰
.....	فصل اول: معرفی	۴
.....	۱-۱- مقدمه	۴
.....	۱-۲- عملکرد سیستم دیوار برشی فولادی	۶
.....	۱-۳- انواع دیوار برشی فولادی	۶
.....	۱-۴- تقسیم‌بندی از لحاظ نحوه عملکرد سازه‌ای	۶
.....	۱-۴-۱- دیوار برشی تقویت شده	۶
.....	۱-۴-۲- دیوار برشی تقویت نشده	۷
.....	۵-۱- معرفی دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه‌ها	۸
.....	۶-۱- مزایای پانل‌های نیمه نگهداری شده در لبه‌ها	۹
.....	۷-۱- ساختمان‌های مهم ساخته شده با سیستم دیوار برشی فولادی	۱۰
.....	۱-۷-۱- استفاده در ساختمان‌های جدید	۱۰
.....	۲-۷-۱- استفاده در ساختمان‌های موجود	۱۴
.....	۸-۱- جزییات اجرایی	۱۷
.....	فصل دوم: تحقیقات انجام یافته	۲۲
.....	۱-۲- مقدمه	۲۳
.....	۲-۲- دیوارهای برشی فولادی با استفاده از فولاد نرمه	۲۴
.....	۳-۲- آزمایشات انجام یافته در زمینه دیوار برشی فولادی با استفاده از فولاد با مقاومت پایین	۳۵
.....	۴-۲- آزمایشات دیوارهای برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه‌ها	۳۶
.....	۱-۴-۲- سری اول	۳۶
.....	۲-۴-۲- سری دوم	۴۰
.....	۳-۴-۲- سری سوم	۴۱
.....	۵-۲- نتیجه‌گیری	۴۴
.....	۱-۵-۲- تأثیر سختی ستون در پارامترهای گوناگون رفتار پانل	۴۵
.....	۲-۵-۲- تأثیر اندرکنش خمش و برش در رفتار پانل	۴۵
.....	۳-۵-۲- استفاده از سیستم در مقاوم‌سازی ساختمان	۴۶
.....	فصل سوم: روش‌های طراحی	۴۷
.....	۱-۳- مقدمه	۴۸
.....	۲-۳- روش طراحی آئین نامه کانادا	۴۸
.....	۳-۳- روش AISC2005	۵۰
.....	۴-۳- روش اندرکنش ورق-قاب	۵۱
.....	۱-۴-۳- نمودار بار - تغییر مکان برشی ورق فولادی	۵۱
.....	۲-۴-۳- نمودار بار - تغییر مکان برشی قاب	۵۲
.....	۳-۴-۳- دقت‌سنجی مدل اندرکنش ورق - قاب (PFI)	۵۳
.....	۵-۳- روش اصلاح شده اندرکنش ورق-قاب برای در نظر گرفتن خمش	۵۶
.....	۱-۵-۳- آنالیز خمشی دیوارهای برشی فولادی شکل‌پذیر	۵۶
.....	۲-۵-۳- فرضیات پایه	۵۶

۵۷	.....۳-۵-۳ روابط نیرو-تغییر مکان خمشی.....
۵۸	.....۴-۵-۳ حالت کمانش بحرانی DSPW در خمش خالص.....
۵۸	.....۵-۵-۳ حالت تسلیم نهایی ورق جان در خمش خالص.....
۶۰	.....۶-۵-۳ اندرکنش خمش- برش برای دیوار برشی فولادی شکل پذیر.....
۶۰	.....۷-۵-۳ اندرکنش برش - خمش برای کمانش بحرانی.....
۶۱	.....۸-۵-۳ اندرکنش برش-خمشی برای تنش های پس کمانشی ناحیه کشش ورق.....
۶۲	.....۹-۵-۳ اندرکنش خمش-برش در حالت نهایی.....
۶۴	.....۱۰-۵-۳ کارایی در روش M-PFI.....
۶۵	.....۶-۳ بحث و بررسی.....
۶۶	.....۷-۳ طراحی اولیه ی پانل های نیمه نگهداری شده در لبه ها.....
۶۶	.....۱-۷-۳ مقاومت برشی بعد از کمانش.....
۶۹	.....۲-۷-۳ بررسی تئوری کمانش ناقص در سیستم تحت بررسی.....
۷۲	..... فصل چهارم: ضوابط ارزیابی و معیارهای پذیرش
۷۳	.....۱-۴ مقدمه.....
۷۳	.....۲-۴ مفاهیم ارزیابی بر اساس عملکرد.....
۷۵	.....۳-۴ ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه ای در خصوص دیوارهای برشی فولادی سخت نشده.....
۷۷	.....۴-۴ روش بدست آوردن معیارهای دیوار برشی فولادی.....
۷۷	.....۵-۴ ابزار FEMA356 برای تعیین پارامترهای طراحی و معیارهای پذیرش.....
۸۱	.....۶-۴ بررسی نتایج آزمایشات انجام یافته.....
۸۱	.....۱-۶-۴ آزمایشات انجام شده روی پانل های کلاسیک.....
۸۳	.....۲-۶-۴ آزمایشات انجام شده روی پانلهای نیمه نگهداری شده در لبه ها.....
۸۵	.....۷-۴ صحت سنجی روش های عددی.....
۸۵	.....۸-۴ نمونه های مدل سازی شده.....
۸۷	.....۱-۸-۴ بررسی رفتار نمونه های مدل سازی شده تحت عمل تغییر مکان جانبی.....
۹۴	.....۲-۸-۴ مقایسه رفتار نمونه ها.....
۹۸	.....۳-۸-۴ تعیین پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش.....
۱۰۰	..... فصل پنجم: مطالعات موردی
۱۰۰	.....۱-۵ مقدمه.....
۱۰۱	.....۲-۵ چگونگی تحلیل و ارزیابی سازه و اجزای آن.....
۱۰۳	.....۳-۵ ساختمان چهار طبقه.....
۱۰۳	.....۱-۳-۵ مشخصات سازه.....
۱۰۳	.....۲-۳-۵ بارگذاری.....
۱۰۴	.....۳-۳-۵ وزن ساختمان.....
۱۰۴	.....۴-۳-۵ محاسبه برش پایه وارد بر ساختمان بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ برای طرح اولیه.....
۱۰۵	.....۵-۳-۵ تحلیل استاتیکی غیرخطی.....
۱۰۵	.....۶-۳-۵ توزیع نیروی جانبی در ارتفاع.....
۱۰۶	.....۷-۳-۵ طراحی مقاطع دیوار برشی فولادی.....
۱۰۶	.....۱-۷-۳-۵ تعیین نسبت ارتفاع به دهانه دیوار.....
۱۰۷	.....۲-۷-۳-۵ تعیین ضخامت دیوار.....

۱۰۷	..... ۳-۷-۳-۵- طرح اولیه ستون های جانبی
۱۱۰	..... ۴-۵- تحلیل سازه
۱۱۰	..... ۱-۴-۵- نقطه کنترل سازه
۱۱۰	..... ۲-۴-۵- تعیین تغییر مکان هدف
۱۱۱	..... ۳-۴-۵- مدل رفتار دوخطی نیرو تغییر مکان سازه
۱۱۲	..... ۴-۴-۵- بر آورد نیروها و تغییر شکل ها
۱۱۳	..... ۵-۴-۵- بررسی دقیق رفتار پانل ها
۱۱۷	..... ۶-۴-۵- مقایسه نتایج تحلیل
۱۱۷	..... ۷-۴-۵- تأثیر اتصال تیر میانی
۱۲۰	..... ۸-۴-۵- تأثیر طرح بهسازی در تقویت فونداسیون
۱۲۱	..... ۵-۵- ساختمان هشت طبقه
۱۲۱	..... ۱-۵-۵- مشخصات سازه
۱۲۱	..... ۲-۵-۵- بارگذاری
۱۲۲	..... ۳-۵-۵- وزن ساختمان
۱۲۳	..... ۴-۵-۵- محاسبه برش پایه وارد بر ساختمان بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ برای طرح اولیه
۱۲۳	..... ۵-۵-۵- توزیع نیروی جانبی در ارتفاع
۱۲۴	..... ۶-۵-۵- طراحی مقاطع دیوار برشی فولادی
۱۲۵	..... ۷-۵-۵- تحلیل سازه
۱۲۵	..... ۱-۷-۵-۵- تعیین تغییر مکان هدف
۱۲۶	..... ۲-۷-۵-۵- مدل رفتار دوخطی نیرو تغییر مکان سازه
۱۲۶	..... ۳-۷-۵-۵- بر آورد نیروها و تغییر شکل ها
۱۲۸	..... ۴-۷-۵-۵- بررسی رفتار پانل ها
۱۲۹	..... ۵-۷-۵-۵- مقایسه نتایج تحلیل
۱۳۰	..... ۸-۵-۵- بررسی تأثیر اتصال تیر میانی به پانل
۱۳۳	..... ۶-۵- سازه ۱۲ طبقه
۱۳۴	..... ۱-۶-۵- محاسبه برش پایه وارد بر ساختمان بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ برای طرح اولیه
۱۳۵	..... ۲-۶-۵- طراحی مقاطع دیوار برشی فولادی
۱۳۶	..... ۳-۶-۵- تحلیل سازه
۱۳۶	..... ۴-۶-۵- تعیین تغییر مکان هدف
۱۳۶	..... ۵-۶-۵- بر آورد نیروها و تغییر شکل ها
۱۳۸	..... ۶-۶-۵- بررسی تأثیر اتصال تیر میانی به پانل
۱۴۰	..... ۶-۵- تفسیر نتایج تحلیل
۱۴۴	..... فصل ششم
۱۴۴	..... نتایج و پیشنهادات
۱۴۴	..... ۱-۶- خلاصه و جمع بندی
۱۴۶	..... ۲-۶- نتیجه گیری
۱۴۶	..... ۱-۲-۶- طراحی دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه ها
۱۴۶	..... ۲-۲-۶- ارزیابی و معیارهای پذیرش دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه ها
۱۴۷	..... ۳-۲-۶- بکارگیری دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه ها در بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود

۱۴۸..... ۳-۶- پیشنهادات.....

۱۵۰..... **پیوست ۱**.....

۱۵۰..... ۱-۱- مقدمه.....

۱۵۱..... ۲-۲- مدل سازی با استفاده از روش عناصر محدود.....

۱۵۱..... ۳-۳- روش انتخابی برای تحلیل.....

۱۵۱..... ۴-۴- تعیین نوع المان.....

۱۵۴..... ۵-۵- مدل سازی سیستم دیوار برشی فولادی و تصدیق نتایج حاصل از تحلیل با نرم افزار ANSYS.....

۱۵۴..... ۵-۱- مدل اول - نمونه دوطبقه.....

۱۵۶..... ۵-۲- مدل ۲ - نمونه چهارطبقه.....

۱۵۷..... ۵-۳- مدل سوم - قاب مقاوم سازی شده.....

۱۵۹..... **منابع و مراجع**.....

مقدمه

طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله یکی از ابعاد مهم طراحی سازه‌ها است. آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های بسیاری در نقاط مختلف دنیا برای محاسبه‌ی ساختمان‌ها در برابر زلزله بکار برده می‌شوند. لیکن همزمان با پیشرفت دانش بشری هر روز بسیاری از ناشناخته‌ها کشف می‌شوند و آیین‌نامه‌ها نیز متناظراً نیاز به تکمیل و اصلاح دارند. در این میان ساختمان‌های بسیاری بر اساس آیین‌نامه‌های قبلی ساخته می‌شوند که با توجه به کشف نقایص قبلی نیاز به تقویت دارند. این دسته از ساختمان‌ها تنها درصد کمی از ساختمان‌هایی که نیاز به بهسازی لرزه‌ای دارند را شامل می‌شوند، چراکه بسیاری از ساختمان‌ها یا اصلاً بر اساس آیین‌نامه‌ای ساخته نشده‌اند یا شرایط ساخت و ساز در مورد آنها به گونه‌ای است که این نیاز را آشکار می‌سازد. تجربه‌ی زلزله‌های گذشته در دنیا و نیز کشورمان مؤید این امر است.

موارد فوق مسائلی است که اهمیت بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود را آشکار می‌سازد. در عین حال توجه به این نکته الزامی است که بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها با چه روشی و بر چه اساسی انجام پذیرد تا توجیه لازم را در ابعاد مختلف بویژه فنی و اقتصادی داشته باشد؟

پاسخ به این سؤال به بررسی پارامترهای زیادی بستگی دارد تا بهسازی لرزه‌ای ساختمان را مانند هر طرح عمرانی دیگری توجیه‌پذیر نماید. این پارامترها را می‌توان در سه بخش تقسیم‌بندی نمود:

- مشخصات ساختمان

- مشخصات طرح یا روش‌های بهسازی لرزه‌ای

- تأثیر طرح بهسازی بر ساختمان

مشخصات ساختمان مانند نوع سیستم سازه‌ای، تعداد طبقات، نوع سقف، نوع اتصالات، دیوارها و میانقاب‌ها و ... و همچنین مشخصات معماری می‌تواند در این بحث مطرح گردد.

روش‌هایی که می‌تواند برای بهسازی ساختمان مطرح شود؛ مثلاً در ساختمان‌های فولادی اضافه کردن مهاربندی‌های هم محور و برون محور، دیوار برشی بتنی و صلب نمودن اتصالات مفصلی از روش‌های رایج پیشنهادی می‌باشد.

در ارتباط با تأثیر طرح بهسازی بر ساختمان پارامترهایی از قبیل میزان تخریب صورت گرفته در ساختمان، حجم تقویت اعضای اصلی موجود از قبیل تیر و ستون، میزان تقویت اتصالات، نحوه و میزان تقویت فونداسیون و ... و همچنین تغییرات معماری از مهمترین موارد قابل طرح می‌باشند.

بنابراین بررسی و مقایسه‌ی مزایا و معایب هر طرح پیشنهادی با توجه به مشخصات ساختمان موجود و تأثیر طرح بهسازی بر ساختمان تصمیم‌گیری را برای انتخاب روش بهسازی ساختمان مقدور می‌سازد.

از آنجایی که اکثر سامانه‌های باربر جانبی که در طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها بکار برده می‌شوند، می‌توانند بعنوان گزینه‌ای برای بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود نیز شمرده شوند، می‌توان انتظار داشت سامانه‌های جدیدتر باربر جانبی نیز به میدان مقایسه‌ی روش‌های بهسازی لرزه‌ای اضافه گردند.

در میان سامانه‌هایی که عمر کمتری نسبت به سایر سامانه‌های باربر جانبی دارد می‌توان به **دیوار برشی فولادی** اشاره نمود. این سامانه برای جذب نیروهای جانبی زلزله و باد در ساختمان‌ها و بویژه ساختمان‌های جدید در سه دهه‌ی اخیر مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. این پدیده‌ی نوین در جهان بسرعت در حال گسترش بوده و در ساخت ساختمان‌های جدید و همچنین تقویت ساختمان‌های موجود بخصوص در کشورهای زلزله‌خیزی همچون آمریکا و ژاپن بکار گرفته شده است. استفاده از این سیستم در مقایسه با

قاب‌های فولادی ممان‌گیر، گاه تا حدود ۵۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف فولاد را در سازه‌ی ساختمان به‌مراه داشته است [۱۰]. بنابراین می‌توان انتظار داشت بکارگیری این سامانه نیز مانند سامانه‌های دیگر در طرح‌های بهسازی لرزه‌ای مفید بوده گسترش یابد.

این امر مستلزم توجه به مبانی بکارگیری این سامانه در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌هاست. از آنجاکه در مطالعات بهسازی لرزه‌ای روشهای طراحی براساس عملکرد یکی از رایج‌ترین روشهای ارزیابی و طراحی بوده و بسیاری از آیین‌نامه‌ها و ضوابط مربوطه نیز بر مبنای همین فلسفه تدوین شده است، در بکارگیری این سامانه در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها نیز نمی‌توان از این مسئله غافل شد. گزارشات FEMA۲۷۳، FEMA۲۷۴، ATC۴۰ و FEMA۳۵۶ که از پرکاربردترین مراجع جهت انجام مطالعات بهسازی لرزه‌ای می‌باشند نیز بر مبنای همین فلسفه تدوین شده‌اند.

این تحقیق با هدف بررسی کاربرد دیوار برشی فولادی در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی تدوین شده است. جهت نیل به این هدف و با توجه به شناخت کمتر از این سیستم باربر جانبی لازم دانسته شد پس از معرفی سیستم و عملکرد آن، توضیحات جامعی از تاریخچه‌ی تحقیقات، مطالعات و آزمایشات انجام یافته، ارائه گردد. همچنین بررسی مبانی طراحی بر اساس عملکرد برای دیوارهای برشی فولادی و بکارگیری آنها در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین ملاحظات، تحقیق حاضر در فصول زیر تدوین شده است:

فصل اول - معرفی: در این فصل به معرفی کامل این سامانه‌ی باربر جانبی بویژه نوع تحت بررسی آن در این تحقیق پرداخته می‌شود. تاریخچه‌ی بکارگیری دیوار برشی فولادی در ساختمان‌های جدید و موجود در این فصل مرور می‌شود.

فصل دوم - تحقیقات انجام یافته: مرور آزمایشات انجام شده بر روی انواع دیوارهای برشی فولادی و بررسی نتایج آنها در این فصل گردآوری شده است.

فصل سوم - روش‌های طراحی: در این فصل به روش‌های متداول طراحی سامانه‌ی دیوار برشی فولادی در برابر بارهای جانبی پرداخته می‌شود. فرضیات، نقاط ضعف و قوت هر یک از روش‌ها بررسی شده و قابلیت کاربرد آنها برای نوع تحت بررسی، سنجیده و در نهایت روش مورد استفاده معرفی می‌گردد.

فصل چهارم - ضوابط ارزیابی و معیارهای پذیرش: در این فصل بر اساس فلسفه‌ی طراحی بر اساس عملکرد، رفتار دیوارهای برشی فولادی به کمک روشهای عددی تحت بررسی قرار می‌گیرد و با توجه به ضوابط کنترل مراجع مرتبط، معیارهای پذیرش این اعضا تخمین زده می‌شود.

فصل پنجم - مطالعات موردی: جهت بررسی قابلیت بکارگیری ضوابط تخمین زده شده در فصول قبل برای طراحی و ارزیابی این سامانه‌ی باربر در بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود چند نمونه ساختمان با این روش طراحی و ارزیابی می‌گردند.

فصل ششم - نتایج و پیشنهادات: و در نهایت نتایج حاصل از این تحقیق و پیشنهادات لازم برای ادامه‌ی مطالعات مربوطه ارائه می‌گردد.

پیوست یک- مدل سازی و صحت سنجی نمونه ها: در پیوست یک مبانی و صحت سنجی مدل سازی عددی صورت گرفته توسط نرم افزار ANSYS با مقایسه ی نتایج آن با نتایج نمونه های آزمایشگاهی مورد بررسی کامل قرار می گیرد.

در نهایت انتظار می رود در پایان این تحقیق، اهداف زیر تا حد قابل قبولی محقق گردد:

- کشف معایب و محاسن سامانه ی دیوار برشی فولادی در مقایسه و بررسی آن با سایر سامانه های متداول باربر جانبی بویژه در بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود.
- کنترل روش طراحی بر مبنای تئوری تسلیم ناقص ورق و صحت سنجی آن در طراحی دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه ها.
- رسیدن به الگوی مناسب جهت ارزیابی عملکردی سامانه ی دیوار برشی فولادی با بررسی رفتار و عملکرد این سامانه.
- بکارگیری دیوار برشی فولادی نیمه نگهداری شده در لبه ها، در بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود و کنترل آن با مفاهیم و ضوابط طراحی بر اساس عملکرد.

فصل اول

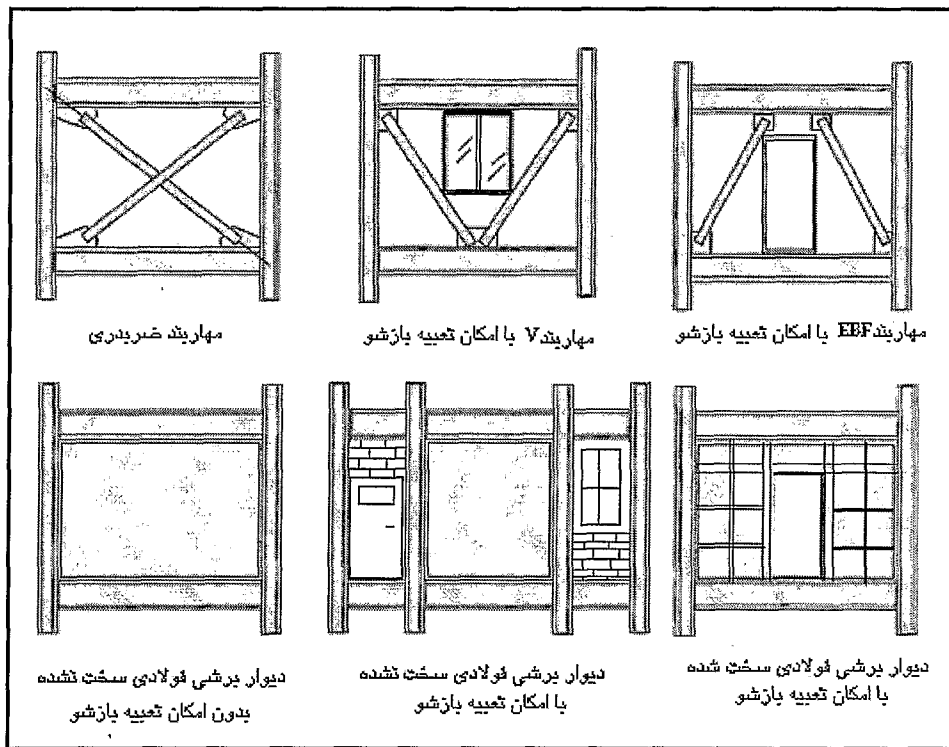
معرفی

دیوار برشی فولادی، سیستم ابتکاری نسبتاً جدیدی برای مقاومت در برابر بارهای جانبی باد و زلزله می‌باشد که در دهه‌های اخیر (از سال ۱۹۷۰) در تعدادی از ساختمان‌های بلند دنیا مخصوصاً در آمریکای شمالی و ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است.

مزایای ویژه سیستم دیوار برشی فولادی، در مقایسه با سایر سیستم‌های مقاوم، مانند سیستم قاب خمشی، سیستم‌های مختلف مهاربندی و دیوار برشی بتنی در برابر بارهای جانبی، سبب گسترش روز افزون استفاده از این سیستم گردیده است.

برخی از مزیت‌های استفاده از دیوار برشی فولادی که موجب توسعه و افزایش بکارگیری آن در برابر بارهای جانبی شده است، عبارتند از :

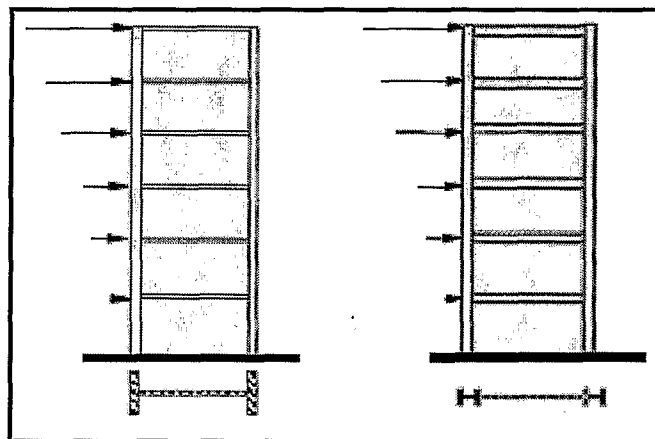
- طراحی سیستم و جزئیات آن بنحوی است که شکل‌پذیری و قابلیت اتلاف انرژی زیادی را دارد. در نتیجه دیوارهای برشی فولادی می‌توانند کارایی زیاد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه برای مقاومت کردن در برابر بارهای جانبی باشد.
- سیستم دیوارهای برشی فولادی سختی بالایی دارد بدین دلیل در کم کردن جابه‌جایی نسبی خیلی مؤثر است.
- در مقایسه دیوارهای برشی بتنی دیوارهای برشی فولادی خیلی سبک‌تر است. در نتیجه ستون‌ها و پی‌ها بار کمتری را تحمل می‌کنند. بعلاوه به دلیل کاهش در جرم سازه بارهای لرزه‌ای کاهش می‌یابند.
- با استفاده از جوش کارگاهی و پیچ و مهره می‌توان به سرعت دیوار را اجرا کرد و همزمان هزینه ساخت را کاهش داد. بازدید از نحوه‌ی ساخت و در نتیجه کنترل کیفیت در ساخت، این سیستم را بسیار کارآمد کرده است.
- به علت ضخامت نسبتاً کم دیوار برشی فولادی نسبت به دیوار برشی بتنی مسلح، دیوار برشی فولادی فضای خیلی کمتری را نسبت به دیوار برشی بتنی مسلح اشغال می‌کند. در حالی‌که در ساختمان‌های با ارتفاع زیاد اگر از دیوار برشی بتنی مسلح استفاده شود دیوارها در طبقات پایین، ضخامت بسیار زیاد پیدا می‌کنند و مساحت زیادی در پلان را اشغال می‌کند.
- دیوارهای برشی فولادی نسبت به دیوار برشی بتنی مسلح، خیلی آسانتر و سریعتر ساخته می‌شوند و از آنها بعنوان مقاوم‌سازی لرزه‌ای در ساختمان‌های موجود استفاده نمود.
- در سیستم دیوار برشی فولادی می‌توان المان‌های جوش و پیچ کارگاهی را ساخت، از این نظر، دیوار برشی فولادی کارایی مناسب‌تری نسبت به سیستم‌های قدیمی دارند.
- امکان تعبیه بازشو، در برخی انواع این سامانه وجود دارد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱: مقایسه سیستم‌های مختلف مهاربندی و دیوار برشی فولادی از نظر امکان تعبیه یازشو

۲-۱- عملکرد سیستم دیوار برشی فولادی:

انتظار اصلی از دیوار برشی فولادی این است که در برابر برش افقی طبقات و لنگر واژگونی که به علت بارهای جانبی بوجود می‌آید مقاومت کند. سیستم دیوار برشی فولادی عموماً شامل یک ورق فولادی و دو ستون مرزی و تیرهای افقی کف هستند. دیوار فولادی و دو ستون با هم بصورت یک تیر ورق طره‌ای قائم چنانچه در شکل نشان داده شده است، عمل می‌کنند. ستون‌ها همانند بال تیر ورق قائم و دیوار فولادی بعنوان جان آن عمل می‌کند. تیرهای افقی کف، کم و بیش مانند سخت‌کننده عرضی در تیر ورق عمل می‌کنند. (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱: وجه تشابه سازه‌ای دیوار برشی فولادی و تیر ورق

۳-۱- انواع دیوار برشی فولادی

سیستم دیوار برشی فولادی را می‌توان از چند دیدگاه تقسیم‌بندی کرد. مثلاً از لحاظ مشخصات مصالح مصرفی، ملاحظات معماری و از لحاظ نحوه عملکرد سازه‌ای. مشخصات مصالح مصرفی ورق جان و المان‌های مرزی می‌تواند متفاوت باشد. در بسیاری موارد مقاومت ورق را پایین‌تر از مقاومت تیرها و ستون‌ها انتخاب می‌کنند. این مسئله بویژه در پانل‌های سخت نشده موجب رفتار بهتری خواهد شد.

بیشترین ملاحظات معماری در تعبیه بازشوها قابل بحث است. همانطور که در شکل ۱-۱ نیز نشان داده شده تعبیه‌ی بازشو می‌تواند به اشکال مختلف صورت پذیرد. در پانل‌های سخت شده این مسئله در دیوار کنترل می‌گردد، اما در نوع سخت نشده در بکارگیری درون سازه ملاحظات معماری نمود پیدا می‌کند.

۴-۱- تقسیم‌بندی از لحاظ نحوه عملکرد سازه‌ای

۱-۴-۱- دیوار برشی تقویت شده

با توجه به مقاومت بالای برشی ورق فولادی، و بهره‌گیری از مقاومت پس‌کمانشی آن، ضخامت ورق فولادی حتی در دیوارهای برشی فولادی بلند و برای نیروهای برشی بزرگ نیز کم می‌باشد. بدین لحاظ می‌توان برای جلوگیری از کمانش ورق در ناحیه الاستیک از سخت‌کننده‌ها برای تقویت آن استفاده کرد. در بیشتر ساختمان‌های ساخته شده با دیوارهای برشی فولادی، برای جلوگیری از کمانش خارج از صفحه، پانل‌ها از ورق‌های فولادی ضخیم یا تقویت شده ساخته می‌شوند. این امر سبب افزایش چشمگیری در جذب انرژی بارهای دوره‌ای می‌شود، اما هزینه استفاده از صفحات ضخیم و سخت‌کننده‌ها که هم بصورت طولی و هم بصورت عرضی اجرا می‌شوند تقریباً در بعضی مواقع، مانع از اجرای آن می‌باشد. بطور کلی در سیستم دیوار برشی فولادی تقویت شده هدف، جلوگیری از کمانش صفحه تا جاری شدن آن در برش می‌باشد. استفاده از دیوارهای برشی تقویت شده با ضخامت بالا به خاطر مقاومت پس‌کمانشی بالای این‌گونه صفحات باعث کمانش ستون‌ها و در نتیجه انهدام کل سازه، قبل از خرابی دیوار برشی می‌گردد.

۱-۴-۲- دیوار برشی تقویت نشده

در این حالت، مقاومت پس‌کمانشی، اساسی‌ترین پارامتر تعیین‌کننده مقاومت سیستم می‌باشد. با توجه به اینکه مقاومت پس‌کمانشی ورق خیلی بیشتر از مقاومت حد کمانش همان ورق، حتی بصورت تقویت شده، می‌باشد توجه به استفاده از ظرفیت پس‌کمانشی صفحات فولادی زیادتر شده است. همانطوری که می‌دانیم کمانش صفحه به معنای خرابی سازه نیست و اگر صفحه به اندازه کافی تکیه‌گاه مرزی داشته باشد، نیروهای پس‌کمانشی، چندین برابر نیروی حد کمانش آن خواهد بود.

زمانی که ضخامت پانل نسبت به ابعاد دیگر آن کم باشد و یا اصطلاحاً پانل لاغر باشد، کمانش در بارهای خیلی پایین اتفاق می‌افتد. در نقطه کمانش، مکانیزم بار-مقاومت از برش داخل صفحه به میدان کششی مورب تبدیل می‌شود، بنابراین مقاومت پانل با عمل میدان کششی کنترل می‌شود. از اینرو وقتی که دیوار