



وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه تفرش

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی رفتار غیر خطی دیوار برشی فولادی

اساتید راهنما :

آقای دکتر حمید رضا صبا

آقای دکتر افشین مصلحی تبار

دانشجو:

علی جانی موسی

۱۳۸۸

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

چکیده

دیوارهای برشی فولادی (SSW) برای تحمل نیروهای جانبی زلزله و باد در ساختمانها، بویژه در ساختمانهای بلند در سه دهه اخیر مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. این پدیده نوین که در جهان به سرعت رو به گسترش می باشد در ساخت ساختمانهای جدید و همچنین تقویت ساختمانهای موجود بخصوص در کشورهای زلزله خیزی همچون آمریکا و ژاپن به کار گرفته شده است. استفاده از این سیستم جهت مقابله با نیروهای جانبی زلزله در مقایسه با قابهای فولادی ممان گیر تا حدود ۵۰٪ صرفه جویی در مصرف فولاد را در سازه ساختمانها به همراه خواهد داشت.

با توجه به این که کشور ما ایران نیز جزء کشورهای زلزله خیر با شدت لرزه ای بسیار بالا می باشد و همچنین با توجه به رو به گسترش بودن کشورمان و نیز لزوم مقاوم سازی سازه های قدیمی و حساس در این مقطع زمانی به نظر می رسد استفاده از دیوارهای برشی فولادی راهگشای بسیاری از مشکلات سازه ای باشد.

در این پژوهش با مدل کردن ۲۸ پانل دیوار برشی فولادی یک طبقه و یک دهانه با پارامترهای تاثیر گذار مختلف همچون ضخامت ورق فولادی، ابعاد پانل، مساحت ستون و تیر پانل در نرم افزار المان محدود ABAQUS و مقایسه انفرادی و گروهی نتایج حاصل از آنالیز این مدل ها، تاثیر این عوامل در رفتار دیوار برشی فولادی مورد بررسی قرار می گیرد.

در انتها با توجه به نتایج و تحلیل های انجام شده می توان گفت:

هرچه عرض دهانه دیوار برشی فولادی افزایش پیدا می کند برای یک جابجایی مشخص به مقدار نیروی برشی بیشتری نیاز می باشد. افزایش عرض پانل به عنوان سومین گزینه بهینه جهت رسیدن به مقاومت برشی بیشتر توصیه می گردد.

کاهش ارتفاع دهانه دیوار برشی فولادی باعث افزایش مقاومت برشی پانل می شود. کاهش ارتفاع پانل در صورت نداشتن محدودیت های طراحی به عنوان بهینه ترین گزینه جهت رسیدن به مقاومت برشی بیشتر پیشنهاد می گردد زیرا با این عمل هم در وزن ساختمان کاهش داریم و هم باعث صرفه اقتصادی می گردیم.

اگر ضخامت ورق دیوار برشی فولادی افزایش پیدا کند سختی پانل افزایش می یابد که این امر باعث افزایش نیروی برشی پانل می گردد و همچنین حداکثر جابجایی پانل قبل از کمانش ورق فولادی افزایش می یابد. این تغییر به عنوان دومین روش جهت رسیدن به مقاومت بیشتر با توجه به صرفه جویی اقتصادی پیشنهاد می گردد. در ضمن به نظر می رسد این تغییر از نظر طراحی چندان مشکل ساز نشود.

هرچه سطح مقطع ستون های دیوار برشی فولادی افزایش پیدا کند مقاومت برشی مقدار بسیار ناچیزی افزایش می یابد و چون این افزایش سطح مقطع باعث افزایش زیاد وزن دیوار می شود این گزینه به عنوان آخرین گزینه جهت افزایش مقاومت برشی پانل می باشد. به نظر می رسد در طراحی فقط باید ستون طوری طراحی شوند که نیروی فشاری ناشی از وزن را تحمل کنند.

افزایش سطح مقطع تیر در دیوار برشی فولادی نیز تاثیر چندانی در افزایش مقاومت برشی پانل ندارد ولی چون این تغییر، باعث افزایش وزن کمتری نسبت به حالت تغییر سطح مقطع ستون ها می شود به عنوان گزینه چهارم از نظر صرفه اقتصادی پیشنهاد می گردد. به نظر می رسد بهینه ترین مقدار برای سطح مقطع تیر در دیوار برشی فولادی مقداری برابر با سطح مقطع ستون می باشد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول : شناخت دیوار برشی فولادی

- ۱-۱ مقدمه ۱
- ۲-۱ برخی از مزایای دیوار برشی فولادی مقاوم در برابر بار جانبی ۲
- ۳-۱ هدف از پایان نامه ۴

فصل دوم : مروری بر تاریخچه دیوارهای برشی فولادی

- ۱-۲ مقدمه ۵
- ۲-۲ تاریخچه استفاده از دیوار برشی فولادی در ساختمانها ۷
- ۱-۲-۲ استفاده در ساختمانهای نوساز ۸
- ۲-۲-۲ استفاده در تقویت ساختمانهای موجود ۱۲
- ۳-۲ آنالیز و طراحی دیوارهای برشی فولادی بر مبنای اندرکنش قاب و صفحه پرکننده ۱۴
- ۱-۳-۲ فرضیات اساسی مدل اندرکنش قاب و صفحه پرکننده ۱۴
- ۲-۳-۲ روابط بار- تغییر مکان برشی دیوار برشی فولادی ۱۵
- ۳-۳-۲ نمودار بار - تغییر مکان برشی صفحه فولادی ۱۵
- ۴-۳-۲ نمودار بار - تغییر مکان برشی قاب فولادی ۱۹
- ۵-۳-۲ اثر صلبیت تیرها و ستون هابر روی صفحه فولادی ۲۰
- ۶-۳-۲ مزایای استفاده از روش آنالیز و طراحی دیوارهای برشی فولادی بر مبنای اندرکنش قاب و صفحه پرکننده
(مدل اندرکنش) ۲۰
- ۴-۲ آنالیز و طراحی دیوار برشی فولادی بر مبنای مدل نواری ۲۰

۲۱	..... ۱-۴-۲ مدل نواری (المان خریای)
۲۲	..... ۵-۲ مقایسه سختی برشی و مقایسه برش نهائی دیوارهای برشی فولادی با دیگر سیستم ها
۲۳	..... ۱-۵-۲ مقایسه با مهار بندهای X شکل لاغر
۲۵	..... ۲-۵-۲ مقایسه با مهار بندهای X شکل چاق
۲۶	..... ۶-۲ دیوار با بازشو
۲۷	..... ۷-۲ بررسی عملکرد دیوار برشی فولادی
۲۷	..... ۱-۷-۲ آزمایش سیکلی بر روی دیوار برشی مدل ۴ طبقه
۳۰	..... ۲-۷-۲ تأثیر ضخامت، اتصال تیر به ستون و اتصال پانل برشی به قاب محیطی بر رفتار دیوار برشی فولادی
۳۵	..... ۳-۷-۲ نتایج بدست آمده از بررسی های عملکرد دیوار برشی فولادی
۳۶	..... ۸-۲ آزمایش های دیوارهای برشی مرکب و صفحه فولادی در دانشگاه برکلی

فصل سوم : مدل سازی و ایجاد دیوار برشی فولادی در نرم افزار المان محدود

۳۹	..... ۱-۳ مقدمه
۴۰	..... ۲-۳ مزایای استفاده از نرم افزار المان محدود آباکوس ABAQUS
۴۰	..... ۳-۳ مشخصات کلی مدل
۴۰	..... ۱-۳-۳ نوع و مشخصات المان های به کار گرفته شده در مدل
۴۱	..... ۲-۳-۳ رفتار مصالح به کار گرفته شده در مدل
۴۳	..... ۳-۳-۳ نوع حل دیوارهای مدل شده
۴۳	..... ۴-۳-۳ نحوه اتصال المان ها و شرایط مرزی مدل ها
۴۴	..... ۵-۳-۳ نحوه بارگذاری نمونه ها
۴۵	..... ۶-۳-۳ نوع شبکه بندی و تعداد المان های به کار رفته شده در مدل ها
۴۶	..... ۷-۳-۳ اعمال نقص هندی در مدل ها
۴۷	..... ۸-۳-۳ مدت زمان لازم جهت تحلیل هر یک از مدل ها در نرم افزار المان محدود ABAQUS

فصل چهارم : تحلیل و آنالیز دیوارهای برشی فولادی مدل شده

۴۸	۱-۴ مقدمه
۴۸	۲-۴ آنالیز کمانشی
۴۹	۳-۴ معرفی نمونه های مدل شده در نرم افزار المان محدود
۵۰	۴-۴ نحوه و نوع بارگذاری
۵۳	۵-۴ صحت سنجی نرم افزار
۵۷	۶-۴ تحلیل و آنالیز نمونه
۱۳۴	۷-۴ تفسیر خروجیهای بدست آمده از آنالیز پانل های برشی توسط نرم افزار بطورکلی
۱۳۶	۱-۷-۴ تاثیر تغییر عرض دهانه پانل برشی
۱۳۸	۲-۷-۴ تاثیر ارتفاع دهانه پانل برشی
۱۳۹	۳-۷-۴ تاثیر ضخامت ورق فولادی پانل
۱۴۱	۴-۷-۴ تاثیر افزایش سطح مقطع ستون های پانل برشی
۱۴۲	۵-۷-۴ تاثیر افزایش سطح مقطع تیر در پانل برشی
۱۴۳	۸-۴ انتخاب بهینه ترین تغییر در عوامل موثر بر رفتار دیوار برشی فولادی

فصل پنجم : جمع بندی نتایج و پیشنهاد تحقیقات آینده

۱۴۵	۱-۵ نتایج
۱۴۶	۲-۵ تحقیقات پیشنهادی
۱۴۷	فهرست علائم و اختصارات
۱۴۹	فهرست مراجع و ماخذ

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ اجزای تشکیل دهنده دیوار برشی فولادی	۲
شکل ۲-۱ نوعی از تیر ورق و دیوار برشی فولادی.....	۲
شکل ۱-۲ نحوه شکل گیری میدان کشش قطری در جان(ورق فولادی)	۶
شکل ۲-۲ نحوه شکل گیری میدان کشش قطری در جان.....	۶
شکل ۳-۲ پلان ساختمان نیپون استیل.....	۸
شکل ۴-۲ جزییات دیوار برشی به کار رفته در ساختمان نیپون استیل.....	۸
شکل ۵-۲ ساختمان مسکونی ۵۲ طبقه در سان فرانسیسکو، کالیفرنیا.....	۹
شکل ۶-۲ نمایی از سازه ساختمان ۳۵ طبقه کوبه.....	۱۰
شکل ۷-۲ یک نما از بیمارستان جدید سیلمار.....	۱۱
شکل ۸-۲ نمای دیوار برشی فولادی سخت شده بیمارستان سیلمار.....	۱۱
شکل ۹-۲ نمایی از ساختمان با دیوار برشی فولادی با نقطه تسلیم پایین	۱۲
شکل ۱۰-۲ دیوار برشی فولادی نصب شده در کتابخانه ایالتی اورگان	۱۴
شکل ۱۱-۲ مدل اندرکنش قاب و صفحه دردیوار برشی فولادی یک طبقه	۱۵
شکل ۱۲-۲ دیاگرام بار- تغییر مکان برشی صفحه فولادی	۱۵
شکل ۱۳-۲ دیاگرام بار- تغییرمکان برشی صفحه، قاب و پانل فولادی	۱۶
شکل ۱۴-۲ حالات تنش قبل و بعد از کمانش صفحه فولادی	۱۷
شکل ۱۵-۲ مدل نواری دیوار برشی فولادی	۲۲
شکل ۱۶-۲ دیوار برشی فولادی معادل با مهار بند	۲۳
شکل ۱۷-۲ تأثیر افزایش قطر بازشو در مقاومت	۲۶
شکل ۱۸-۲ نمونه هایی از بازشو در دیوار برشی فولادی	۲۷
شکل ۱۹-۲ نمونه آزمایشی ۴ طبقه آزمایش اول	۲۸
شکل ۲۰-a منحنی هیستریزس پانل.....	۲۸
شکل ۲۰-b نمونه ای از یک سیکل منحنی هیستریزس پانل	۲۹
شکل ۲۱-۲ نمونه های آزمایشی در دانشگاه ماین کانادا.....	۳۱
شکل ۲۲-۲ منحنی های بار- تغییرمکان نمونه های سری M	۳۱

- شکل ۲-۲۳ مقایسه منحنی‌های بار- تغییرمکان نمونه‌های سری S.M ۳۲
- شکل ۲-۲۴ منحنی‌های جذب انرژی تجمعی - حداکثر تغییرمکان سیکلی..... ۳۳
- شکل ۲-۲۵ مقایسه رفتار دیوار برشی جوش شده و پیچ شده..... ۳۳
- شکل ۲-۲۶ توزیع نیروهای میدان کششی..... ۳۵
- شکل ۲-۲۷ آخرین آزمایشات دیوارهای برشی مرکب در دانشگاه برکلی..... ۳۶
- شکل ۲-۲۸ نمونه اول آزمایش آستانه درانتهای آزمایش ۳۷
- شکل ۲-۲۹ نمونه دوم در انتهای آزمایش ۳۸
- شکل ۳-۱ المان مورد استفاده برای مدل سازی دیوار برشی فولادی..... ۴۱
- شکل ۳-۲ نمودار تنش - کرنش فولاد ST ۳۷..... ۴۲
- شکل ۳-۳ اطلاعات ورودی رفتار مصالح در برنامه..... ۴۲
- شکل ۳-۴ اطلاعات ورودی جهت اتصال قطعات در برنامه..... ۴۳
- شکل ۳-۵ دیوار برشی فولادی با اعمال شرایط مرزی ۴۴
- شکل ۳-۶ اطلاعات ورودی جهت اتصال قطعات در برنامه..... ۴۴
- شکل ۳-۷ دیوار برشی فولادی با اعمال نیرو و جابجایی لازم..... ۴۵
- شکل ۳-۸ دیوار برشی فولادی مش بندی شده ۴۶
- شکل ۳-۹ تاثیر اعمال نقص هندسی در اعضاء مدل شده ۴۶
- شکل ۳-۱۰ تفاوت تاثیر اعمال مود اول و سوم به عنوان نقص هندسی در اعضاء مدل شده ۴۷
- شکل ۴-۱ منحنی جابجایی - زمان سیکلی منظم افزایشی وارده به دیوارهای برشی مدل شده ۵۱
- شکل ۴-۲ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱..... ۵۷
- شکل ۴-۳ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱..... ۵۷
- شکل ۴-۴ توزیع کرنش پلاستیک پانل شماره ۱..... ۵۸
- شکل ۴-۵ نمایش شماره تمام گره ها در پانل شماره ۱ ۵۸
- شکل ۴-۶ نمودار نیروی عکس العمل تمام گره های پایینی نسبت به زمان پانل شماره ۱..... ۵۹
- شکل ۴-۷ نمودار برش پایه نسبت به زمان پانل شماره ۱..... ۵۹
- شکل ۴-۸ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱..... ۶۰
- شکل ۴-۹ منحنی هیستریزس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱ در اثر اعمال بار سیکلی منظم افزایشی ۶۰
- شکل ۴-۱۰ منحنی هیستریزس پانل شماره ۱ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت ۳/۲۵ سانتی متر ۶۱
- شکل ۴-۱۱ منحنی هیستریزس پانل شماره ۱ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت ۱۰ سانتی متر ۶۱
- شکل ۴-۱۲ منحنی هیستریزس پانل شماره ۱ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت ۱۵ سانتی متر ۶۱
- شکل ۴-۱۳ منحنی هیستریزس پانل شماره ۱ در اثر اعمال بار سیکلی منظم کاهششی ۶۲
- شکل ۴-۱۴ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲..... ۶۲
- شکل ۴-۱۵ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲..... ۶۳

- شکل ۴-۱۶ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲..... ۶۳
- شکل ۴-۱۷ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲ در اثر اعمال بار سیکلی منظم افزایشی ۶۴
- شکل ۴-۱۸ منحنی هیستریزیس پانل شماره ۲ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت $3/25$ سانتی متر ۶۴
- شکل ۴-۱۹ منحنی هیستریزیس پانل شماره ۲ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت ۱۰ سانتی متر ۶۴
- شکل ۴-۲۰ منحنی هیستریزیس پانل شماره ۲ در اثر اعمال بار سیکلی منظم ثابت ۱۵ سانتی متر ۶۵
- شکل ۴-۲۱ منحنی هیستریزیس پانل شماره ۲ در اثر اعمال بار سیکلی منظم کاهشی ۶۵
- شکل ۴-۲۲ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل شماره ۱ و ۲..... ۶۶
- شکل ۴-۲۳ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل شماره ۱ و ۲ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۶۶
- شکل ۴-۲۴ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل شماره ۱ و ۲ در اثر بار سیکلی منظم ثابت $3/25$ سانتی متر..... ۶۷
- شکل ۴-۲۵ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل شماره ۱ و ۲ در اثر بار سیکلی منظم ثابت ۱۰ سانتی متر..... ۶۷
- شکل ۴-۲۶ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل شماره ۱ و ۲ در اثر بار سیکلی منظم ثابت ۱۵ سانتی متر..... ۶۷
- شکل ۴-۲۷ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل شماره ۱ و ۲ در اثر بار سیکلی منظم کاهشی ۶۸
- شکل ۴-۲۸ آنالیز کمانشی پانل شماره ۳..... ۶۸
- شکل ۴-۲۹ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۳..... ۶۹
- شکل ۴-۳۰ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۳..... ۶۹
- شکل ۴-۳۱ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۳ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۷۰
- شکل ۴-۳۲ آنالیز کمانشی پانل شماره ۴..... ۷۰
- شکل ۴-۳۳ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۴..... ۷۱
- شکل ۴-۳۴ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۴..... ۷۱
- شکل ۴-۳۵ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۴ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۷۲
- شکل ۴-۳۶ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴..... ۷۳
- شکل ۴-۳۷ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل های شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴..... ۷۴
- شکل ۴-۳۸ آنالیز کمانشی پانل شماره ۵..... ۷۴
- شکل ۴-۳۹ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۵..... ۷۵
- شکل ۴-۴۰ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۵..... ۷۵
- شکل ۴-۴۱ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۵ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۷۶
- شکل ۴-۴۲ آنالیز کمانشی پانل شماره ۶..... ۷۶
- شکل ۴-۴۳ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۶..... ۷۷
- شکل ۴-۴۴ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۶..... ۷۷
- شکل ۴-۴۵ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۶ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۷۸
- شکل ۴-۴۶ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۱ و ۵ و ۶..... ۷۹
- شکل ۴-۴۷ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل های شماره ۱، ۵ و ۶..... ۷۹

- شکل ۴-۴۸ آنالیز کمانشی پانل شماره ۷..... ۸۰
- شکل ۴-۴۹ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۷..... ۸۰
- شکل ۴-۵۰ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۷..... ۸۱
- شکل ۴-۵۱ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۷ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۸۱
- شکل ۴-۵۲ آنالیز کمانشی پانل شماره ۸..... ۸۲
- شکل ۴-۵۳ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۸..... ۸۲
- شکل ۴-۵۴ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۹..... ۸۳
- شکل ۴-۵۵ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۸ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۸۳
- شکل ۴-۵۶ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۵ تا ۸..... ۸۴
- شکل ۴-۵۷ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۰..... ۸۵
- شکل ۴-۵۸ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱۰..... ۸۵
- شکل ۴-۵۹ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۰..... ۸۶
- شکل ۴-۶۰ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۹ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۸۶
- شکل ۴-۶۱ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۰..... ۸۷
- شکل ۴-۶۲ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱۰..... ۸۷
- شکل ۴-۶۳ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۰..... ۸۸
- شکل ۴-۶۴ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۰ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۸۸
- شکل ۴-۶۵ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۱..... ۸۹
- شکل ۴-۶۶ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱۱..... ۸۹
- شکل ۴-۶۷ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۱..... ۹۰
- شکل ۴-۶۸ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۱ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۹۰
- شکل ۴-۶۹ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۲..... ۹۱
- شکل ۴-۷۰ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱۲..... ۹۱
- شکل ۴-۷۱ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۲..... ۹۲
- شکل ۴-۷۲ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۲ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۹۲
- شکل ۴-۷۳ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۹ تا ۱۲..... ۹۳
- شکل ۴-۷۴ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۳..... ۹۴
- شکل ۴-۷۵ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۱۳..... ۹۴
- شکل ۴-۷۶ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۳..... ۹۵
- شکل ۴-۷۷ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۳ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۹۵
- شکل ۴-۷۸ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۱ و ۵ و ۱۲ و ۱۳..... ۹۶

شکل ۴-۷۹ نمودار مقایسه ای منحنی هیستریزیس پانل های شماره ۱، ۵، ۹ و ۱۳ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی

۹۷

- شکل ۴-۸۰ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۴..... ۹۷
- شکل ۴-۸۱ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۴..... ۹۸
- شکل ۴-۸۲ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۴..... ۹۸
- شکل ۴-۸۳ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۴ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۹۹
- شکل ۴-۸۴ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۵..... ۹۹
- شکل ۴-۸۵ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۵..... ۱۰۰
- شکل ۴-۸۶ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۵..... ۱۰۰
- شکل ۴-۸۷ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۵ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۰۱
- شکل ۴-۸۸ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۶..... ۱۰۱
- شکل ۴-۸۹ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۶..... ۱۰۲
- شکل ۴-۹۰ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۶..... ۱۰۲
- شکل ۴-۹۱ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۶ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۰۳
- شکل ۴-۹۲ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۱۳ تا ۱۶..... ۱۰۴
- شکل ۴-۹۳ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۷..... ۱۰۴
- شکل ۴-۹۴ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۷..... ۱۰۵
- شکل ۴-۹۵ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۷..... ۱۰۵
- شکل ۴-۹۶ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۷ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۰۶
- شکل ۴-۹۷ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۸..... ۱۰۶
- شکل ۴-۹۸ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۸..... ۱۰۷
- شکل ۴-۹۹ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۸..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۰۰ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۸ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۰۸
- شکل ۴-۱۰۱ آنالیز کمانشی پانل شماره ۱۹..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۰۲ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۱۹..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۰۳ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۱۹..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۰۴ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۱۹ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۱۰
- شکل ۴-۱۰۵ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۰..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۰۶ توزیع تنش فون میسز پانل شماره ۲۰..... ۱۱۱
- شکل ۴-۱۰۷ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۰..... ۱۱۱
- شکل ۴-۱۰۸ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۰ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۱۲
- شکل ۴-۱۰۹ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۱۷ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۰..... ۱۱۳

- شکل ۴-۱۱۰ منحنی هیستریزیس پانل های شماره ۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی..... ۱۱۴
- شکل ۴-۱۱۱ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۱..... ۱۱۴
- شکل ۴-۱۱۲ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۱..... ۱۱۵
- شکل ۴-۱۱۳ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۱..... ۱۱۵
- شکل ۴-۱۱۴ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۱ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۱۶
- شکل ۴-۱۱۵ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۶ و ۲۱..... ۱۱۶
- شکل ۴-۱۱۶ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۲..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۱۷ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۲..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۱۸ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۲..... ۱۱۸
- شکل ۴-۱۱۹ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۲ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۱۸
- شکل ۴-۱۲۰ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۳..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۲۱ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۳..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۲۲ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۳..... ۱۲۰
- شکل ۴-۱۲۳ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۳ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۲۰
- شکل ۴-۱۲۴ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۴..... ۱۲۱
- شکل ۴-۱۲۵ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۴..... ۱۲۱
- شکل ۴-۱۲۶ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۴..... ۱۲۲
- شکل ۴-۱۲۷ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۴ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۲۲
- شکل ۴-۱۲۸ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۲۱ و ۲۲ و ۶ و ۲۳ و ۲۴..... ۱۲۴
- شکل ۴-۱۲۹ منحنی هیستریزیس پانل های شماره ۲۱، ۲۲، ۶، ۲۳ و ۲۴ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی .. ۱۲۴
- شکل ۴-۱۳۰ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۵..... ۱۲۵
- شکل ۴-۱۳۱ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۵..... ۱۲۵
- شکل ۴-۱۳۲ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۵..... ۱۲۶
- شکل ۴-۱۳۳ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۵ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۲۶
- شکل ۴-۱۳۴ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۶..... ۱۲۷
- شکل ۴-۱۳۵ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۶..... ۱۲۷
- شکل ۴-۱۳۶ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۶..... ۱۲۸
- شکل ۴-۱۳۷ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۶ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۲۸
- شکل ۴-۱۳۸ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۷..... ۱۲۹
- شکل ۴-۱۳۹ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۷..... ۱۲۹
- شکل ۴-۱۴۰ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۷..... ۱۳۰
- شکل ۴-۱۴۱ منحنی هیستریزیس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۷ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۳۰

- شکل ۴-۱۴۲ آنالیز کمانشی پانل شماره ۲۸..... ۱۳۱
- شکل ۴-۱۴۳ توزیع تنش فون میسر پانل شماره ۲۸..... ۱۳۱
- شکل ۴-۱۴۴ نمودار برش پایه بر حسب جابجایی پانل شماره ۲۸..... ۱۳۲
- شکل ۴-۱۴۵ منحنی هیستریزس (جابجایی - نیرو) پانل شماره ۲۸ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۳۲
- شکل ۴-۱۴۶ نمودار مقایسه ای نیرو - جابجایی پانل های شماره ۲۵ و ۲۶ و ۶ و ۲۷ و ۲۸..... ۱۳۳
- شکل ۴-۱۴۷ منحنی هیستریزس پانل های شماره ۲۵، ۲۶، ۶، ۲۷ و ۲۸ در اثر بار سیکلی منظم افزایشی ۱۳۳
- شکل ۴-۱۴۸ تاثیر تغییر عرض پانل در مقاومت برشی پانل ۱۳۴
- شکل ۴-۱۴۹ تاثیر تغییر ضریب شکل در مقاومت برشی پانل ۱۳۷
- شکل ۴-۱۵۰ تاثیر تغییر نسبت لاغری در مقاومت برشی پانل ۱۳۷
- شکل ۴-۱۵۱ تاثیر تغییر عرض در مقاومت برشی پانل در هر پانل ۱۳۷
- شکل ۴-۱۵۲ تاثیر تغییر ارتفاع پانل در مقاومت برشی پانل ۱۳۸
- شکل ۴-۱۵۳ تاثیر تغییر ارتفاع پانل در جابجایی پانل ۱۳۹
- شکل ۴-۱۵۴ مقاومت برشی و جابجایی هر یک از پانل ها با تغییر ارتفاع ۱۳۹
- شکل ۴-۱۵۵ تاثیر تغییر ضخامت پانل در مقاومت برشی پانل ۱۴۰
- شکل ۴-۱۵۶ تاثیر تغییر ضخامت پانل در جابجایی پانل ۱۴۱
- شکل ۴-۱۵۷ مقاومت برشی هر یک از پانل ها با تغییر ضخامت ورق ۱۴۱
- شکل ۴-۱۵۸ مقاومت برشی و جابجایی هر یک از پانل ها با تغییر سطح مقطع ستون ۱۴۲
- شکل ۴-۱۵۹ مقاومت برشی و جابجایی هر یک از پانل ها با تغییر سطح مقطع تیر ۱۴۳
- شکل ۴-۱۶۰ نمودار مقایسه ای مقاومت برشی ، وزن پانل و هر یک از عوامل تاثیر گذار ۱۴۴

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۴.....	جدول ۱-۲ مقایسه دیوار برشی فولادی و مهاربند X شکل لاغر.....
۲۵.....	جدول ۲-۲ مقایسه دیوار برشی فولادی و مهاربند X شکل چاق.....
۴۹.....	جدول ۱-۴ مشخصات دیوارهای برشی فولادی با ارتفاع و عرض های مختلف مختلف.....
۴۹.....	جدول ۲-۴ مشخصات دیوارهای برشی فولادی با ضخامت مختلف ورق فولادی.....
۵۰.....	جدول ۳-۴ مشخصات دیوارهای برشی فولادی با سطح مقطع مختلف ستون ها.....
۵۰.....	جدول ۴-۴ مشخصات دیوارهای برشی فولادی با سطح مقطع مختلف تیر
۵۱.....	جدول ۵-۴ مشخصات جابجایی سیکلی منظم افزایشی وارده به پانل ها برشی مدل شده
۵۲.....	جدول ۶-۴ مشخصات جابجایی های سیکلی منظم ثابت وارده به پانل های مدل شده شماره ۱ و ۲.....
۵۲.....	جدول ۷-۴ مشخصات جابجایی های سیکلی منظم کاهشی وارده به پانل های مدل شده شماره ۱ و ۲.....
۱۳۴.....	جدول ۸-۴ : نتایج بدست آمده از تحلیل رفتار پانل ها
۱۳۵.....	جدول ۹-۴ وزن پانل های برشی

پیشگفتار:

این پایان نامه شامل ۵ فصل می باشد که شامل :

در فصل اول به تعریف دیوار برشی فولادی پرداخته و نیز به برخی از مزایا و معایب استفاده از این سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی اشاره می گردد.

در فصل دوم به بررسی تحقیقات و مطالعات انجام شده در رابطه با این سیستم ، و نیز به معرفی ساختمانها و سازه های که در ساخت آنها از این سیستم استفاده شده پرداخته می شود.

در فصل سوم به کمک نرم افزار **ABAQUS**، تعدادی مدل دیوار برشی بدون سخت کننده ، یک طبقه و یک دهانه ایجاد گردیده که در هر کدام از دیوارها تعدادی از پارامترهای تاثیر گذار در رفتار دیوار ، متغیر می باشد.

در فصل چهارم به تحلیل ، آنالیز ، تفسیر نتایج بدست آمده از نمونه های مدل شده و نیز مقایسه آنها با یکدیگر پرداخته می شود .

در فصل پنجم که فصل پایانی این پایان نامه می باشد نتایج به دست آمده از تحلیل ها و مقایسه های انجام شده در فصل چهارم ارائه و در پایان پیشنهاداتی برای کارهای آینده بیان می گردد.

فصل اول

شناخت دیوار برشی فولادی

فصل اول

شناخت دیوار برشی فولادی

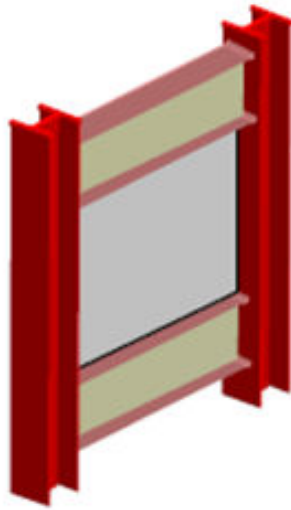
۱-۱ مقدمه

با وقوع آسیبهای شدید زلزله‌های مخرب دهه ۷۰ میلادی، آیین‌نامه‌های طراحی دچار تغییراتی شگرفی شدند و آیین‌نامه‌هایی با در نظر گرفتن اثرات لرزه‌ای وضع شد. در این راستا سیستم‌های نوینی به منظور چگونگی ارضای ضوابط لرزه‌ای در ساختمانها بوجود آمدند که از آن جمله می‌توان به بکارگیری دیوارهای برشی فولادی در سازه‌ها اشاره کرد. از آن زمان به بعد تحقیقات گسترده‌ای در مورد دیوارهای برشی فولادی^۱ (SSW) به عنوان یک سیستم مقاوم در برابر بار جانبی شروع شد. امروزه استفاده از این پدیده نوین در جهان رو به گسترش می‌باشد و از آن در ساخت ساختمانهای جدید و همچنین تقویت ساختمانهای موجود بخصوص در کشورهای لرزه‌خیزی همچون آمریکا و ژاپن استفاده می‌گردد.

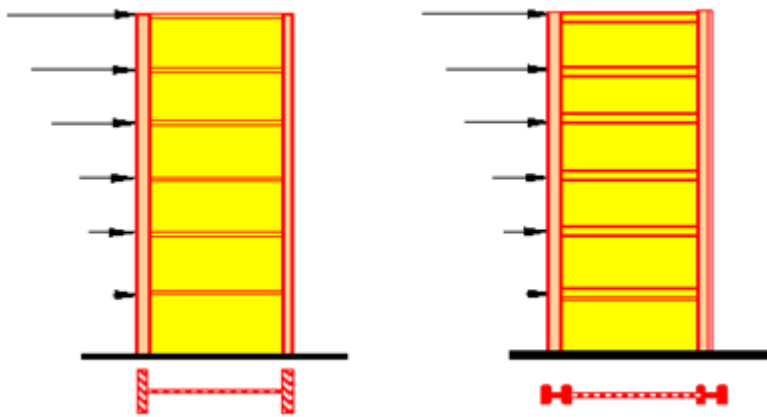
از مزایای کاربرد این سیستم در ساختمان، می‌توان به مواردی همچون کاهش وزن ساختمان، صرفه‌جویی در مصرف فولاد، اجرای سریع و آسان و تعدیل و توزیع مناسب تنش‌ها به دلیل گستردگی اتصالات(در مقایسه با سیستم مهاربندی) اشاره نمود. علاوه بر این، رفتار مناسب سیستم در جذب انرژی، پایداری حلقه‌های هیستریزیس و همچنین سختی، مقاومت و شکل-پذیری بالای آن ایده استفاده از این سیستم مقاوم در ساختمان را بیش از پیش تقویت می‌کند.

وظیفه اصلی دیوار برشی فولادی، پایداری در برابر برش عمودی طبقه و لنگر واژگونی به وجود آمده در اثر بار جانبی می‌باشد. بطور کلی دیوار برشی فولادی شامل یک دیوار با ورق فولادی، دو ستون مرزی و تیرهای افقی کف می‌باشد. دیوار با ورق فولادی و دو ستون مرزی با یکدیگر، مشابه یک تیر ورق عمودی عمل می‌کنند. ستونها به صورت لبه‌های برجسته (فلنج) تیر ورق عمودی و دیوار با ورق فولادی به صورت جان و تیرهای افقی کف کمابیش همانند سخت کننده عرضی در تیر ورق عمل می‌کند. در اشکال زیر اجزای تشکیل دهنده دیوار و مقایسه آن با تیر ورق نشان داده شده است.

^۱ - Steel Shear Wall



شکل ۱-۱ اجزای تشکیل دهنده دیوار برشی فولادی [۱]



تیر ورق

دیوار برشی فولادی

شکل ۲-۱ نوعی از تیر ورق و دیوار برشی فولادی

۲-۱ برخی از مزایای دیوار برشی فولادی نسبت به سایر سیستم های رایج مقاوم در برابر بار جانبی عبارتند از :

۱-۲-۱ سیستم در نظر گرفته شده شکل پذیر و قابلیت اتلاف انرژی نسبتاً بالایی دارد. از این رو دیوار برشی فولادی، جهت پایداری در مقابل بارهای جانبی بسیار کارا و اقتصادی می باشد.

۲-۲-۱ سیستم دیوار برشی فولادی سختی اولیه نسبتاً^۱ بالایی دارد، بدین‌سان تاثیر خیلی زیادی در محدود کردن جابجایی دارد.

۳-۲-۱ در مقایسه با دیوار برشی بتن آرمه، دیوار برشی فولادی دارای وزن خیلی کمتری می باشد. در نتیجه نیروی کمتری به ستونها و پی‌ها وارد می شود و همچنین به علت کاهش جرم در سازه، بار لرزه‌ای کمتری به سازه وارد می شود.

۴-۲-۱ با استفاده از جوش کارخانه‌ای و اتصال پیچ و مهره‌ای دیوارهای برشی فولادی می‌توان در مراحل نصب تسریع بخشید و بهای ساختمان را نیز کاهش داد. با این کار زمینه‌های بازرسی و کنترل کیفیت نیز افزایش یافته، در نتیجه کیفیت ساخت سیستم بهتر خواهد شد.

۵-۲-۱ به علت ضخامت نسبتاً کم دیوار برشی فولادی در مقایسه با دیوار برشی بتن آرمه، دیوار برشی فولادی از نقطه نظر معماری نسبت به دیوار برشی بتن آرمه معادل آن، فضای کمتری را اشغال می‌کند. در ساختمان‌های بلند مرتبه (برجها) اگر از دیوار برشی بتن آرمه استفاده شود دیوار طبقات پایین‌تر خیلی ضخیم شده و فضای زیادی از پلان طبقه را اشغال می‌کند.

۶-۲-۱ در مقایسه با دیوار برشی بتن آرمه، در صورتی که سازه در معرض لرزش قرار گیرد دیوار برشی فولادی خیلی راحت‌تر و سریع‌تر تعمیر می‌شود.

۷-۲-۱ سیستم دیوار برشی فولادی که با جوش کارخانه‌ای یا المانهای پیچ و پرچ ساخته می‌شود، می‌تواند کارایی زیادی در دیوار برشی فولادی نسبت به سیستم‌های معمولی ایجاد کند. این سیستم همچنین می‌تواند در مناطق سردسیر، جاهایی که اجرای ساختمانهای بتنی از نظر اقتصادی تحت دماهای خیلی کم به صرفه نمی‌باشد، کاربردی و کارا باشد.

سیستم مذکور از تمام خصوصیات خوب سیستم‌های مهاربندی هم‌مرکز (CBF)^۱ و نیز خارج از مرکز (EBF)^۲ به لحاظ اجرایی، کارایی و رفتاری بهره‌مند بوده و در بسیاری از موارد بهتر عمل می‌کند. سیستم از نظر سختی برشی از سخت‌ترین سیستم‌های مهاربندی که X شکل می‌باشد، سخت‌تر بوده و با توجه به امکان ایجاد بازشو در هر نقطه از آن، کارایی همه سیستم‌های مهاربندی را از این نظر دارا می‌باشد. همچنین رفتار سیستم در محیط پلاستیک و میزان جذب انرژی آن نسبت به سیستم‌های مهاربندی بهتر است. در این سیستم به علت گستردگی مصالح و اتصالات، تعدیل تنشها به مراتب بهتر از سیستم‌های مقاوم دیگر در برابر بارهای جانبی مانند قاب‌ها و انواع مهاربندها که معمولاً در آنها مصالح به صورت دسته شده و اتصالات متمرکز می‌باشند، صورت گرفته و رفتار سیستم به خصوص در محیط پلاستیک مناسب‌تر می‌باشد. علاوه بر موارد فوق به دلیل این که میزان جابجایی جانبی این نوع دیوار برشی نسبت به مشابه بتنی خود کمتر است؛ لذا در سازه‌های ساختمان بلند بیشتر مورد استفاده است. [۳]

کارهای گوناگونی در ارتباط با بررسی رفتار دیوارهای برشی فولادی صورت گرفته است و روابط گوناگونی برای مقاومت، سختی، ضریب رفتار و ... دیوارهای برشی ارائه گردیده است. از جمله این روابط می‌توان به رابطه ارائه شده توسط دکتر صبوری اشاره کرد که در آن مقاومت دیوارهای برشی به صورت جمع آثار مقاومت برشی ورق و المانهای مرزی فرض گردیده

^۱ - Concentrically braced frames

^۲ - Eccentrically braced frames