

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: مقدمه
۱-۱	عنوان تحقیق
۲-۱	مقدمه ای بر تحقیق
۳-۱	لزوم انجام تحقیق
۴-۱	اهداف تحقیق و نوآوری ها
۵-۱	فرضیه های تحقیق
۶-۱	فرضیات تحقیق
۷-۱	روش تحقیق
۸-۱	ساختار پایان نامه
۹-۱	فلوچارت های پایان نامه
۸	فصل ۲: مروری بر دیوارهای برشی فولادی
۲-۱	مقدمه
۲-۲	تاریخچه
۳-۲	استفاده از دیوارهای برشی فولادی در ساختمان ها
۱-۳-۲	استفاده از سیستم در ساختمان های نوساز
۲-۳-۲	استفاده در تقویت ساختمان های موجود
۴-۲	آزمایشات انجام شده بر روی دیوارهای برشی فولادی
۵-۲	تحلیل و طراحی دیوارهای برشی فولادی
۶-۲	آنالیز و طراحی دیوارهای برشی فولادی از دیدگاه آیین نامه های موجود
۱-۶-۲	ضوابط مربوط به طراحی دیوارهای برشی فولادی در آیین نامه کانادا (CAN/CSA S16-01)
۲-۶-۲	ضوابط مربوط به طراحی دیوارهای برشی فولادی بر اساس آیین نامه آمریکا (AISC-341)
۳-۶-۲	ضوابط مربوط به طراحی دیوارهای برشی فولادی بر اساس آیین نامه آمریکا (AISC 820)
۷-۲	تئوری های موجود در تحلیل و طراحی دیوارهای برشی فولادی
۱-۷-۲	تئوری اندرکنش قاب و ورق فولادی
۲-۷-۲	تئوری میله ای در دیوار برشی فولادی
۳-۷-۲	تئوری تیوروقی در دیوار برشی فولادی
۸-۲	عملکرد دیوارهای برشی فولادی با استفاده از فولاد نرم
۹-۲	بهبود پایداری کلی و موضعی دیوارهای برشی فولادی با استفاده از فولاد نرم
۱۰-۲	بهبود چرخه های هیستریزیس با استفاده از فولاد نرم

۳۴	فصل ۳: مروری بر تاریخچه و کلیات انفجار
۳۵	۱-۳- مقدمه :
۳۵	۲-۳- مروری بر ساختمانهای قرار گرفته در معرض انفجار :
۴۰	۳-۳- مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه انفجار :
۵۱	فصل ۴: تئوری انفجار
۵۲	۱-۴- تعاریف :
۵۴	۲-۴- مواد منفجره و بارگذاری ناشی از انفجار.....
۵۸	۳-۴- پاسخ های سازه ای ساختمانها به بارگذاری ناشی از انفجار
۵۸	۱-۳-۴- مقدمه
۵۹	۲-۳-۴- موارد طراحی سازه ای برای ساختمانها.....
۶۰	۳-۳-۴- روشهای تحلیل و طراحی
۶۰	۴-۳-۴- تحلیل پاسخ سازه ای به بارگذاری انفجار.....
۶۰	۴-۴- روشهای کلی حفاظت ساختمان و اجزای غیر سازه ای آن در برابر انفجار.....
۶۱	۵-۴- محافظت اجزای سازه ای ساختمان در برابر بارگذاری ناشی از انفجار
۶۱	۱-۵-۴- گامهای اصلی
۶۱	۲-۵-۴- استفاده از کابلهای نگهدارنده برای جلوگیری از گسیختگی زنجیرهای کفها
۶۲	۳-۵-۴- استفاده از قابهای خمشی با شکلپذیری بالا
۶۲	۴-۵-۴- استفاده از دیوارهای برشی کامپوزیت
۶۵	۵-۵-۴- اثر آتش ناشی از انفجار بر سازه های فولادی
۶۶	فصل ۵: مبانی طراحی انفجاری سازه های فولادی
۶۷	۱-۵- مقدمه
۶۸	۲-۵- تفاوت سازه های فولادی و بتنی در طراحی مقاوم انفجاری
۶۸	۳-۵- اقتصاد طراحی سازه های مقاوم انفجاری :
۶۹	۴-۵- خصوصیات مکانیکی فولاد سازه ای برای طراحی انفجاری :
۷۲	۵-۵- تنش طراحی دینامیکی پیشنهادی
۷۲	۶-۵- رفتار پلاستیک سازه های فولادی
۷۳	۷-۵- معیار عملکرد برای مولفه های سازه ای
۷۳	۱-۷-۵- معیار تغییر شکل
۷۸	۲-۷-۵- مدهای ثانویه گسیختگی
۸۲	۸-۵- خرابی پیش رونده : (progressive collapse)
۸۲	۱-۸-۵- مقدمه
۸۲	۲-۸-۵- تاریخچه ای از فروپاشی پیشرونده
۸۴	۳-۸-۵- آیین نامه ها و پدیده فروپاشی پیشرونده
۸۵	۴-۸-۵- نمایش دیاگرام خرابی پیش رونده :

۸۸	فصل ۶: بارگذاری انفجاری دیوار برشی فولادی
۸۹	۱-۶- مقدمه
۸۹	۲-۶- مدل سازی اجزاء محدود
۸۹	۳-۶- مدل سازه
۹۵	۴-۶- شرایط مرزی
۹۷	۵-۶- مشخصات مصالح
۹۸	۶-۶- صحت سنجی نرم افزار ABAQUS
۹۸	۱-۶-۶- مشخصات هندسی مدل
۹۸	۲-۶-۶- نحوه بارگذاری
۹۹	۷-۶- بارگذاری
۱۰۱	۸-۶- تحلیل مدلها
۱۰۵	فصل ۷: عملکرد دیوار برشی فولادی تحت بارگذاری انفجاری
۱۰۶	۱-۷- بررسی اثر ابعاد مش بندی بر رفتار قاب
۱۱۴	۲-۷- بررسی اثر لحاظ کردن تغییر شکل‌های بزرگ :
۱۱۷	۳-۷- بررسی اثر نرخ کرنش بر رفتار قاب :
۱۱۹	۴-۷- بررسی اثر بارگذاریهای مختلف بر رفتار قاب :
۱۱۹	۱-۴-۷- بار عمود بر ورق دیوار
۱۲۵	۲-۴-۷- بارگذاری با فشار و زمان متفاوت اما تکانه یکسان
۱۲۷	۳-۴-۷- بار جانبی اعمال بر ستون جلویی در امتداد ورق
۱۳۰	۵-۷- بررسی اثر ضخامت ورق بر رفتار قاب :
۱۳۳	۶-۷- بررسی اثر سخت کننده های قائم ورق بر رفتار قاب تحت بارهای انفجاری
۱۳۷	۷-۷- بررسی اثر نسبت طول به عرض ورق بر رفتار قاب
۱۳۹	۸-۷- بررسی تاثیر تعداد طبقات و افزایش تناوب سازه (افزایش چگالی ستونها)
۱۴۳	۹-۷- بررسی تاثیر FRP بر پاسخ های مدل
۱۴۴	فصل ۸: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۴۵	۱-۸- مقدمه
۱۴۵	۲-۸- خلاصه نتایج

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) فلوجارت مراحل انجام تحقیق ۷
- شکل (۱-۲) مشابهت عملکرد دیوار برشی فولادی و تیوروق طره‌ای ۱۰
- شکل (۲-۲) دیوارهای برشی فولادی دارای سخت‌کننده و بدون سخت‌کننده ۱۰
- شکل (۳-۲) منحنی هیستریزیس پانل برشی بدون سخت‌کننده ۱۰
- شکل (۴-۲) منحنی هیستریزیس پانل برشی دارای سخت‌کننده ۱۰
- شکل (۵-۲) مدل نواری کولاک و همکاران ۱۱
- شکل (۶-۲) دیوار برشی فولادی تقویت شده در ساختمان ۲۰ طبقه نیپون استیل در توکیو ژاپن ۱۳
- شکل (۷-۲) ساختمان شینجوکونومورا و هتل هزار اتاقه هایت ریجنسی ۱۴
- شکل (۸-۲) بیمارستان آلیوو ۱۴
- شکل (۹-۲) (راست) ساختمان ۵۲ طبقه مسکونی در سان فرانسیسکو، (چپ) ساختمان اداری ۲۲ طبقه در سیاتل امریکا ۱۶
- شکل (۱۰-۲) ساختمان ۳۱ طبقه با فولاد LYS در ژاپن ۱۶
- شکل (۱۱-۲) مدل اندرکنش قاب- ورق فولادی ۲۳
- شکل (۱۲-۲) مدل نواری کولاک ۲۳
- شکل (۱۳-۲) تغییر مکانهای خمشی و برشی و ترکیب آنها در دیوارهای برشی فولادی ۲۳
- شکل (۱۴-۲) دیاگرام نیرو - تغییر مکان برشی پانلهای با فولاد نرم و فولاد ساختمانی ۳۰
- شکل (۱-۳) ساختمان فدرال پی مورا پس از انفجار ۳۸
- شکل (۲-۳) ساختمان الخبر در عربستان سعودی ۳۸
- شکل (۳-۳) ساختمان تجارت جهانی در نیویورک پس از انفجار ۴۰
- شکل (۴-۳) تغییرات کرنش قاب مدل Jayasooriya و Thambiratna با زمان پس از انفجار ۴۶
- شکل (۱-۴) (a) انتشار فشار با فاصله (b) نمودار فشار-زمان ۵۵
- شکل (۲-۴) نمودار متداول تاریخچه زمانی فشار (TM 5-1300, 1990) ۵۶
- شکل (۳-۴) نمودار ساده شده مثلثی موج فشار ۵۶
- شکل (۴-۴) (الف) نمودار متداول تاریخچه زمانی فشار و فشار بازتابی (TM 5-1300, 1990) - (ب) نمودار متداول ترکیب بار ضربه و گاز (Departments of the Army, Navy, and Air Force 1990) ۵۷
- شکل (۵-۴) مدهای آسیب (داخل ساختمان - خارج ساختمان) ۵۸
- شکل (۶-۴) - شرایط و رنج تاثیرات بار ناشی از انفجار بمب در وسایل نقلیه در فواصل مختلف ۵۹
- شکل (۷-۴) ساختمان پی مورا پس از انفجار ۱۹۹۵ ۶۱
- شکل (۸-۴) نمونه آزمایشگاهی سقف کامپوزیت جهت بررسی پدیده خرابی پیش رونده ۶۲
- شکل (۹-۴) دیوار برشی کامپوزیت مقاوم انفجاری پیشنهادی دکتر آستانه ۶۲

- شکل (۴-۱۰) روشهای افزایش مقاومت انفجاری دیوار- (a,c) بکارگیری پلیمر غیر مسلح - (b) بکارگیری پلیمر مسلح ۶۳
- شکل (۴-۱۱) - ظرفیت بالای سیستم نگه دارنده دیوار بنایی با ورقهای " 1/16 تا " 1/8 که در پشت دیوار و متصل به سقف میباشد. ۶۴
- شکل (۴-۱۲) - بکارگیری CFRP برای مقاومسازی انفجاری ستون RC ۶۴
- شکل (۵-۱) منحنی های تنش-کرنش بتن و فولاد در نرخ کرنش های متفاوت ۷۰
- شکل (۵-۲) منحنی های مقاومت-جابجایی برای پاسخ خمشی ۷۴
- شکل (۵-۳) - دوران انتهایی عضو برای تیرها و قاب ۷۴
- شکل (۵-۴) ارتباط بین پارامترهای طراحی برای تیرها ۷۵
- شکل (۵-۵) ارتباط بین پارامترهای طراحی برای ورق ها ۷۷
- شکل (۵-۶) بار دو خطی و پاسخ یک درجه آزادی برای تعیین مقاومت ریباند ۷۸
- شکل (۵-۷) جزئیات مهاربندی جانبی مرسوم تیر مقاوم انفجاری ۸۰
- شکل (۵-۸) ساختمان Ronan point آسیب دیده در اثر انفجار ۸۳
- شکل (۵-۹) نمایش فرآیند خرابی پیش رونده به شکل فنر ۸۵
- شکل (۵-۱۰) دیاگرام نیرو-تغییر مکان فنر در فرآیند خرابی پیش رونده ۸۵
- شکل (۵-۱۱) (راست) منحنی پوش اور، منحنی ظرفیت و منحنی بار - (چپ) بارگذاری برای فرآیند آنالیز پوش اور ۸۷
- شکل (۶-۱) دیتایل مدل آزمایشگاهی دیوار برشی آقایان warn, Bruneau ۹۰
- شکل (۶-۲) معرفی اجزاء مدل S0 ۹۱
- شکل (۶-۳) (الف) معرفی اجزاء مدل S0F ۹۲
- شکل (۶-۴) معرفی اجزاء مدل با سخت کننده قائم ورق، S3ST ۹۳
- شکل (۶-۵) معرفی اجزاء مدل با سخت کننده افقی جان ستون، SL5ST ۹۴
- شکل (۶-۶) معرفی نحوه اعمال شرایط مرزی مدل های مورد بررسی ۹۵
- شکل (۶-۷) اعمال شرایط مش بندی روی مدل های عددی مورد بررسی ۹۶
- شکل (۶-۸) پارامترهای فاز مثبت انفجار در حالت انفجار نیمکروی ۱۰۰
- شکل (۶-۹) (راست) بارگذاری جانبی قاب تحت فشار فشار ناشی از انفجار - (چپ) بارگذاری داخل صفحه قاب تحت فشار ناشی از انفجار ۱۰۱
- شکل (۷-۱) نمودار تنش ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 6000 PSI- ۱۰۷
- شکل (۷-۲) نمودار تغییر مکان ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 6000 PSI-MS ۱۰۷

- شکل (۳-۷) نمودار کرنش پلاستیک معادل ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 6000 PSI-MS، مدل S0 ۱۰۸
- شکل (۴-۷) مقایسه کانتورهای کرنش پلاستیک معادل برای مش بندی های 25 , 50 , 100 , 150 , 200 , 250 mm و شدت انفجار 6000 psi-ms ۱۰۹
- شکل (۵-۷) نمودار تنش ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 44000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۰
- شکل (۶-۷) نمودار تغییر مکان ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 44000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۱
- شکل (۷-۷) نمودار کرنش پلاستیک معادل ماکزیمم ایجاد شده در ورق دیوار تحت مش بندی های مختلف، 44000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۱
- شکل (۸-۷) مقایسه کانتورهای کرنش پلاستیک معادل برای مش بندی های 25 , 50 , 100 , 150 , 200 mm و تکانه انفجار 44000 psi-ms ۱۱۳
- شکل (۹-۷) نمودار مقایسه اثر تغییر شکل‌های بزرگ بر (الف) ماکزیمم تغییر مکان دیوار (ب) ماکزیمم تنش دیوار ۱۱۵
- شکل (۱۰-۷) نمودار مقایسه اثر تغییر شکل‌های بزرگ بر منحنی تغییر مکان (الف) وسط دیوار (ب) وسط ستون ۱۱۵
- شکل (۱۱-۷) نمایش مقایسه کانتورهای (الف) تنش، (ب) تغییر مکان و (ج) کرنش پلاستیک معادل در دو حالت لحاظ (راست) و عدم لحاظ (چپ) تغییر شکل های هندسی ۱۱۶
- شکل (۱۲-۷) مقایسه نرخ کرنش شرایط مختلف بارگذاری ۱۱۷
- شکل (۱۳-۷) نمودار مقایسه ماکزیمم تنش ایجاد شده در ورق دیوار در حالت لحاظ و عدم لحاظ نرخ کرنش، 6000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۸
- شکل (۱۴-۷) نمودار مقایسه ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده در ورق دیوار در حالت لحاظ و عدم لحاظ نرخ کرنش، 6000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۸
- شکل (۱۵-۷) نمودار مقایسه ماکزیمم کرنش پلاستیک ایجاد شده در ورق دیوار در حالت لحاظ و عدم لحاظ نرخ کرنش، 6000 PSI-MS، مدل S0 ۱۱۹
- شکل (۱۶-۷) منحنی تاریخچه زمانی (راست) تغییر مکان نقطه وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون، برای فشارهای ۶۰ و ۸۴۰ و ۴۴۰۰ ۱۲۰
- شکل (۱۷-۷) نمودارهای مقایسه (الف) ماکزیمم تنش ورق (ب) ماکزیمم تغییر مکان ورق (ج) ماکزیمم کرنش پلاستیک معادل، برای فشارهای ۶۰ و ۸۴۰ و ۴۴۰۰ ۱۲۱
- شکل (۱۸-۷) منحنی تاریخچه زمانی تغییر مکان وسط ورق برای فشار 60 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری ۱۲۲

- شکل (۷-۱۹) منحنی تاریخچه زمانی تغییر مکان وسط ستون برای فشار 60 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری..... ۱۲۲
- شکل (۷-۲۰) منحنی تاریخچه زمانی انرژی جنبشی مدل برای فشار 60 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری..... ۱۲۳
- شکل (۷-۲۱) منحنی تاریخچه زمانی تغییر مکان وسط ورق برای فشار 840 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری..... ۱۲۳
- شکل (۷-۲۲) منحنی تاریخچه زمانی تغییر مکان وسط ستون برای فشار 840 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری..... ۱۲۴
- شکل (۷-۲۳) منحنی تاریخچه زمانی انرژی جنبشی مدل برای فشار 840 psi تا زمان 10 ثانیه پس از بارگذاری..... ۱۲۴
- شکل (۷-۲۴) نمودارهای مقایسه (الف) ماکزیمم تنش ورق (ب) ماکزیمم تغییر مکان ورق (ج) ماکزیمم کرنش پلاستیک معادل، برای طیفی از بارهای انفجار با فشار و بازه زمانی متفاوت اما تکانه یکسان psi- ۱۱۰۰۰ ms..... ۱۲۶
- شکل (۷-۲۵) نمودار مقایسه (الف) ماکزیمم تنش ایجاد شده در ستون (ب) ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده در ستون جلویی در معرض بار تحت بارهای انفجاری مختلف جانبی، مدل SL0..... ۱۲۷
- شکل (۷-۲۶) نمودار تاریخچه زمانی (الف) تغییر مکان وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون تحت بارهای انفجاری مختلف جانبی، مدل SL0..... ۱۲۸
- شکل (۷-۲۷) نمودار تاریخچه زمانی (ج) تغییر مکان نقطه TR (د) انرژی جنبشی مدل تحت بارهای انفجاری مختلف جانبی، مدل SL0..... ۱۲۸
- شکل (۷-۲۸) نمایش کانتور کرنش پلاستیک معادل برای مقایسه اثرات وجود سخت کننده افقی در جان ستون تحت بار انفجاری جانبی، مدل SL0,SL3,SL5..... ۱۲۹
- شکل (۷-۲۹) نمایش کانتور تنش برای مقایسه اثرات وجود سخت کننده افقی در جان ستون تحت بار انفجاری جانبی، مدل SL0,SL3,SL5..... ۱۲۹
- شکل (۷-۳۰) منحنی تاریخچه زمانی (الف) تغییر مکان نقطه وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون (ج) انرژی کرنشی برای فشارهای 60 psi (راست) و 840 psi (چپ)..... ۱۳۱
- شکل (۷-۳۱) اثر تعداد سخت کننده بر ماکزیمم تنش ایجاد شده در ورق تحت بارهای انفجاری 60,840,4400 psi ، مدل S0ST , S3ST , S7ST..... ۱۳۳
- شکل (۷-۳۲) اثر تعداد سخت کننده بر ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده در ورق تحت بارهای انفجاری 60,840,4400 psi ، مدل S0ST , S3ST , S7ST..... ۱۳۴
- شکل (۷-۳۳) اثر سخت کننده بر نمودار تاریخچه زمانی (الف) تغییر مکان وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون تحت بار انفجاری 60 psi ، مدل S0ST S3ST , S7ST..... ۱۳۵

- شکل (۷-۳۴) اثرسخت کننده برنمودار تاریخچه زمانی (الف) تغییر مکان وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون تحت بار انفجاری 840 psi مدل S3ST , S7ST , S0ST ۱۳۵
- شکل (۷-۳۵) اثرسخت کننده برنمودار تاریخچه زمانی (الف) تغییر مکان وسط ورق (ب) تغییر مکان وسط ستون تحت بار انفجاری 4400 psi مدل S0ST S3ST , S7ST ۱۳۶
- شکل (۷-۳۶) اثر نسبت طول به عرض بر ماکزیمم تنش ایجاد شده در ورق تحت بارهای انفجاری 60,840,4400 psi مدل S1500 , S1800 , S2000 , S2025 , S2050 ۱۳۷
- شکل (۷-۳۷) اثر نسبت طول به عرض بر ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده در ورق تحت بارهای انفجاری 60,840,4400 psi مدل S1500 , S1800 , S2000 , S2025 , S2050 ۱۳۸
- شکل (۷-۳۸) اثر نسبت طول به عرض بر ماکزیمم کرنش پلاستیک ایجاد شده در ورق تحت بارهای انفجاری 60,840,4400 psi مدل S1500 , S1800 , S2000 , S2025 , S2050 ۱۳۸
- شکل (۷-۳۹) نمودار ماکزیمم تنش ایجاد شده در مدل S0 برای بارگذاری های PSI ۴۴۰۰ و ۸۴۰ و ۶۰ بازای چگالی های مختلف ۱۴۰
- شکل (۷-۴۰) نمودار ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده وسط ورق در مدل S0 برای بارگذاری های PSI ۴۴۰۰ و ۸۴۰ و ۶۰ بازای چگالی های مختلف ۱۴۰
- شکل (۷-۴۱) نمودار ماکزیمم کرنش پلاستیک معادل ایجاد شده در مدل S0 برای بارگذاری های PSI ۴۴۰۰ و ۸۴۰ و ۶۰ بازای چگالی های مختلف ۱۴۱
- شکل (۷-۴۲) نمودار ماکزیمم تغییر مکان ایجاد شده در وسط ستون مدل S0 برای بارگذاری های PSI ۴۴۰۰ و ۸۴۰ و ۶۰ بازای چگالی های مختلف ۱۴۱

فهرست جداول

- جدول (۱-۴) مقایسه مشخصات مواد منفجره و ضرایب هم ارزی تی ان تی معادل ۵۵
- جدول (۲-۴) مقایسه انرژی مخصوص مواد منفجره و ضرایب هم ارزی تی ان تی معادل ۵۵
- جدول (۱-۵) خلاصه معیارهای تغییر شکل ۸۱
- جدول (۲-۵) رفتار مدل فنر از نقطه باربرداری تا تعادل ۸۵
- جدول (۱-۶) مشخصات پلاستیک مصالح (تیر و ستون) ۹۷
- جدول (۲-۶) مشخصات پلاستیک مصالح (ورق) ۹۷
- جدول (۳-۶) فشار آزمایشگاهی مورد استفاده در آزمایش آقایان میاموتو و تیلور ۹۹
- جدول (۴-۶) فشار و بارگذاری های انفجاری اعمالی به مدل ها ۹۹
- جدول (۱-۷) فشار و زمان بارگذاریهای مختلف ۱۲۰
- جدول (۲-۷) نسبت پارامتری تغییرات تنش و کرنش با افزایش فاصله ماده منفجره از سازه ۱۲۱
- جدول (۳-۷) بارهای فشاری اعمالی با فشار و زمان مختلف و تکانه های یکسان ۱۲۵

فهرست علائم اختصاری

$(m/s^2) a$ شتاب گرانش

$(N)F$ نیرو

فصل ١: مقدمه

۱-۱- عنوان تحقیق

" بررسی رفتار دیوار برشی فولادی تحت بارگذاری ناشی از انفجار "

۱-۲- مقدمه ای بر تحقیق

بارهای ضربه ای جانبی شدید میتواند موجب آسیب های شدید سازه ای و بعضا منجر به انهدام و گسیختگی کلی تکیه گاه سازه ای گردد. از میان آنها بارهای انفجاری از جمله بارهای ضربه ای هستند که یک سازه ممکن است تجربه کند. از آنجایی که طراحی سازه ها در برابر انفجارهای بزرگ نادر غیر عملیست، مهندسین شروع به امتحان روشهایی کردند که از گسیختگی ناشی از انفجارهای متداول تری چون بمبهای جاسازی در وسایل نقلیه، جلوگیری کنند. اولین اقدامات در طراحی مقاوم انفجاری سیستم های دیوار انعکاس فشار و ارزیابی مجدد آیین نامه ها بود. بسیاری از نوآوری های طراحی انفجاری برای برای ساختمانهای دولتی بزرگ یا مهم با بودجه های فراوان بوجود آمد. برای ساختمانهای کوچک باید دیگر روشهای طراحی انفجاری توسعه یابد. علاوه بر این باید روشهای بهسازی ساختمان های موجود برای مقاومت در برابر انفجار مورد بررسی قرار گیرد. زمانیکه انفجار اتفاق می افتد، فشار فوق العاده زیادی در مدت زمان کوتاهی به سازه اعمال میشود. فشار زیاد پیک در بازه زمانی کوتاه بارهای دینامیکی ای را تولید میکند که متفاوت از بارهایی است که سازه متحمل میشود. این بارها میتواند موجب سطوح بالای تغییر شکل و رفتار پلاستیک گردد. نیاز است که سیستم و المانهای سازه ای در مقابل این بارگذاری مورد ارزیابی جدی قرار گیرند. و با بررسی نحوه پاسخ طراحی مناسب جهت کاهش آسیب و صدمات صورت پذیرد. هدف این پایان نامه این است که تحقیق کند دیوار برشی فولادی که به عنوان سیستم مقاوم باربر جانبی شناخته شده است، در مقابل بارهای انفجاری داخل و خارج از صفحه چه رفتاری از خود نشان میدهد و به چه روشهایی میتوان عملکرد آن را بهبود بخشید.

۱-۳- لزوم انجام تحقیق

معمولا در سازه های فولادی با سیستم مقاوم باربر جانبی SPSW ورق دیوار نقش تحمل بار لرزه ای را دارا میباشد. هرچند انتظار می رود که ورق فولادی دیوار از مقاومت خارج از صفحه ناچیزی برخوردار باشد، اما با تمهیدات خاصی میتواند به عنوان المان مقاوم و جذب کننده انرژی انفجار استفاده گردد.

همچنین، با توجه به اینکه بسیاری از سازه ها نیاز به مقاوم سازی انفجاری دارند، SPSW میتواند به عنوان گزینه مناسب و اقتصادی مورد توجه قرار گیرد.

هرچند تاکنون کارهای تحقیقاتی زیادی بر روی نقش دیوار برشی فولادی به عنوان المان باربر جانبی انجام شده، ولی برای تحلیل و طراحی آن تحت بار انفجاری کار بسیار کمی صورت گرفته است.

۱-۴- اهداف تحقیق و نوآوری ها

هدف از انجام این پایان نامه ارائه مدل هایی بصورت مدلسازی عددی، بررسی رفتار این مدل‌های اتصال و ارائه راهکارهایی جهت بهبود و مقاوم سازی رفتار انفجاری این ورقها برای استفاده در قاب های فولادی مقاوم لرزه ای مطابق ضوابط آئین‌نامه‌های معتبری نظیر، FEMA 427 و UFC می باشد. در خصوص مقاومت خارج از صفحه SPSW کار تحقیقاتی کمی صورت پذیرفته است که منجر به حصول یک طراحی ایمن انفجاری نگردیده است. در این تحقیق اثر وجود سخت کننده در ورق، اثر استفاده از FRP و نیز اثرات مدلسازی نرخ کرنش و میرایی در میزان سختی و صلبیت دیوار برشی فولادی و المانهای مرزی مورد ارزیابی قرار گرفت. ساخت مدل قاب و آنالیزهای در جهت Verify نتایج استاتیکی و دینامیکی نرم افزار ABAQUS تشریح گردید. در بخش ششم مدلسازی بارگذاری انفجار در نرم افزار ABAQUS تشریح میشود و گره های کلیدی قاب برای تفسیر نتایج خروجی تعیین میشود. در بخش هفتم به تاثیرات بار انفجار بر روی قاب میپردازد. اثرات اعمال یا صرفنظر کردن نرخ کرنش بالا بر رفتار مصالح را مورد مقایسه قرار میگیرد. پیوست شامل جزییات متداول سازه‌های فولادی مقاوم انفجاری و تصاویری از آثار انفجار بر سازه های ساختمانی و مدل‌های آزمایشگاهی میباشد.

۱-۵- فرضیه های تحقیق

- پیش بینی می شود استفاده از ورق های سخت کننده قائم با ضخامتهای اجرایی عملکرد مثبتی در پاسخ های سازه داشته باشد.
- با توجه به اینکه بارگذاری انفجاری از سرعت بالایی برخوردار است، انتظار می رود با بکاربردن

- اثرات نرخ کرنش در مدلسازی به نتایج واقعی تر و پاسخ های اقتصادی تری دست یافت.
- به نظر می رسد استفاده از پوشش بتنی روی ورق فولادی نقش زیادی در افزایش صلبیت و سختی خارج از صفحه قاب داشته باشد.

۱-۶- فرضیات تحقیق

- مدل های عددی اجزای محدود بوسیله نرم افزار ABAQUS ایجاد و تحلیل می شوند.
- از منحنی سه خطی برای تعریف مشخصات رفتاری مصالح فولادی استفاده می گردد.
- در مدلسازی عددی از مدل کردن ریشه بال (گردی محل اتصال جان به بال) در پروفیل های فولادی صرف نظر گردیده است.
- روش تحلیل مدلها در نرم افزار اجزای محدود بصورت دینامیکی غیرخطی خواهد بود.
- بارگذاری انفجاری ساده سازی شده مثلی با توزیع فشار کاملا یکنواخت در کل قاب و بدون بار مرده و زنده روی سازه می باشد.
- آنالیز یک دهنه از قاب نه کل سازه با شرایط مرزی لحاظ شده به شکلی که طبقه کاملاً مهار شده فرض گردیده است.
- لازم به توضیح تحلیل های انجام گرفته با فرض پابرجایی تکیه گاه دیوار می باشد و فرضیات به کار گرفته شده به منظور مقایسه بهتر حالات مورد بحث بوده.

۱-۷- روش تحقیق

- گام های زیر جهت انجام تحقیق در هر مدل انجام شده است:
- رفتار غیرخطی سازه طرح شده تحت اثر بارگذاری مثلی پیشنهادی توسط UFC-3-340-02 و بوسیله نرم افزار اجزاء محدود ABAQUS مورد تحلیل قرار می گیرد.
- منحنی تاریخچه زمانی تغییر مکان نقاط کلیدی قاب مدل اولیه بدست آمده و سپس میزان تغییر صلبیت و سختی و پاسخ های هر مدل براساس این منحنی ها تعیین می گردد.

۱-۸- ساختار پایان نامه

فصل اول این تحقیق، مقدمه ای در مورد اتصالات، هدف از این تحقیق، فرضیه ها، فرضیات و روش های انجام آن است.

فصل دوم به معرفی دیوار برشی فولادی به عنوان سیستم مقاوم باربر جانبی و تاریخچه و مزیت‌های این سیستم نسبت به موارد مشابه انجام شده و همچنین نمونه هایی از دیوارهای برشی فولادی، پروژه های اجرا شده با سیستم دیوار برشی فولادی و آزمایش‌های انجام شده روی دیواربرشی فولادی میپردازد.

فصل سوم شامل توضیحاتی در مورد مفهوم و مبانی تئوریک و آزمایشگاهی انفجار و ارتباط آن با سازه در شش بخش میباشد: کلیات، مروری بر ساختمانهای آسیب دیده در اثر انفجار، پدافند غیر عامل، تئوری بارگذاری انفجاری، پاسخ سازه ای ساختمانها و محافظت از اجزای آنها در برابر انفجار، روشهای کلی حفاظت یک ساختمان و اجزای غیر سازه ای، محافظت اجزای سازه ای ساختمان در برابر بارگذاری ناشی از انفجار.

در **فصل چهارم** تاریخچه ای از تحقیقات انجام گرفته بر روی بارهای ناشی از انفجار و سازه ارائه شده است. از مدل آزمایشگاهی ارائه شده در این فصل، برای اعتبارسنجی مدلسازی عددی در این تحقیق استفاده شده است.

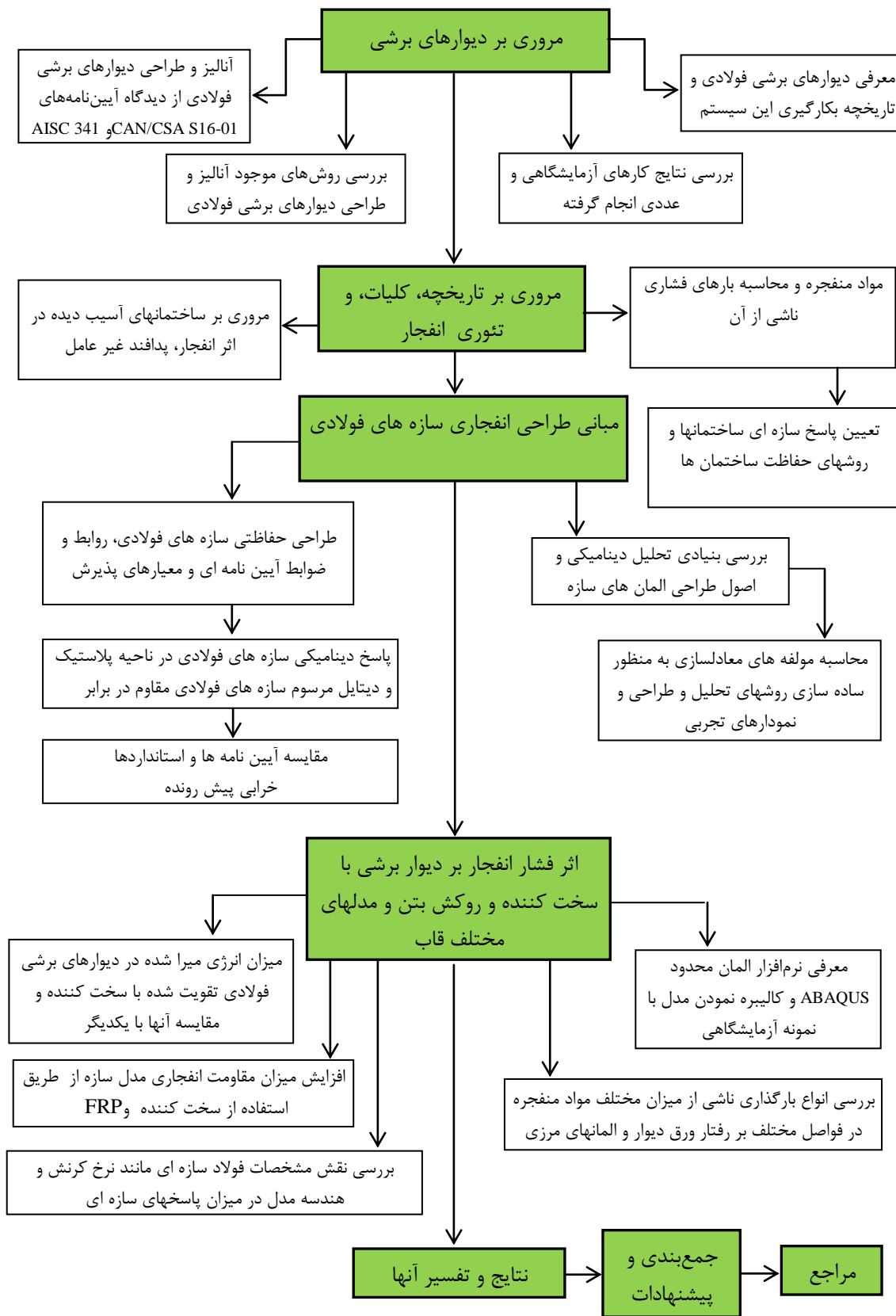
فصل پنجم، در این فصل بطور بنیادی به تحلیل دینامیکی و اصول طراحی المان های سازه پرداخته میشود. روابط و ضوابط آیین نامه ای و معیارهای پذیرش ارائه میگردد. شامل قسمتهایی چون طراحی حفاظتی سازه های فولادی، ویژگیهای فولاد سازه ای، پاسخ دینامیکی سازه های فولادی در ناحیه پلاستیک، دیتایل مرسوم سازه های فولادی مقاوم در برابر انفجار، مقایسه آیین نامه ها و خرابی پیش رونده میباشد.

فصل ششم؛ در این فصل توضیح مختصری از روش کار و مدلسازی عددی و مشخصات کامل مدل ها و شرایط بارگذاری آنها بیان شده است.

فصل هفتم، این فصل نتایج حاصل از تحلیل مدل ها که توسط نرم افزار المان محدود آباکوس انجام گرفت نسبت به بارگذاری انفجاری با تحلیل دینامیکی مورد بحث و بررسی قرار گرفت. مدل‌های متعددی با هندسه های مختلف تحت بارگذاری های متفاوت قرار گرفت و نتایج تغییرات از جمله اثر ضخامت، سخت کننده، FRP، نسبت طول به عرض، اثر نرخ کرنش، سخت کننده، مش بندی و تعداد طبقات مورد

بررسی و مقایسه قرار گرفته است و تاثیر تفاوت های اعمالی در هر مدل بیان می شود. **فصل هشتم**، آخرین فصل این پایان نامه می باشد که علاوه بر مروری بر تحقیقات انجام گرفته در طی انجام این پایان نامه، به بررسی کلی نتایج حاصل از این تحقیق و جمع بندی آنها می پردازد. همچنین پیشنهاداتی برای ادامه تحقیق بیشتر در این خصوص ارائه شده است.

۹-۱- فلوجارت های پایان نامه

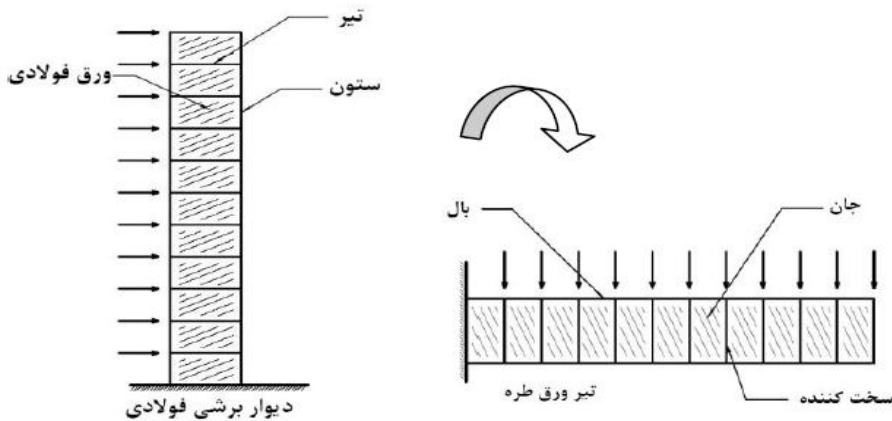


شکل (۱-۱) فلوچارت مراحل انجام تحقیق

فصل ۲:

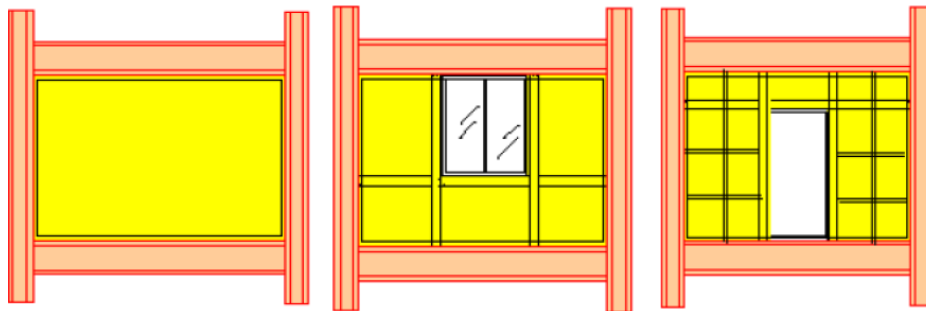
مروری بر دیوارهای برشی فولادی

دیوارهای برشی فولادی SSW برای گرفتن نیروهای جانبی زلزله و باد در ساختمان های بلند در سالهای اخیر مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. این پدیده نوین که در جهان به سرعت رو به گسترش می باشد در ساخت ساختمان های جدید و همچنین تقویت ساختمان های موجود به خصوص در کشورهای زلزله خیزی همچون آمریکا و ژاپن بکار گرفته شده است. استفاده از آنها در مقایسه با قابهای ممان گیر تا حدود ۵۰٪ صرفه جویی در مصرف فولاد را در ساختمان ها به همراه دارد. دیوار های برشی فولادی از نظر اجرائی، سیستمی بسیار ساده بوده و هیچگونه پیچیدگی خاصی در آن وجود ندارد. لذا مهندسان، تکنسین ها و کارگران فنی با دانش فنی موجود و بدون نیاز به کسب مهارت جدید می توانند آنرا اجرا نمایند. دقت انجام کار در حد دقت های متعارف در اجرای سازه های فولادی بوده و با رعایت آن ضریب اطمینان اجرائی به مراتب بالاتر از انواع سیستم های دیگر می باشد. با توجه به سادگی و امکان ساخت آن در کارخانه و نصب آن در محل، سرعت اجرای سیستم بالا بوده واز هزینه های اجرائی تا حد زیادی کاسته می شود. سیستم از نظر سختی برشی از سخت ترین سیستم های مهاربندی که X شکل می باشد، سخت تر بوده و باتوجه به امکان ایجاد باز شو در هر نقطه از آن، کارائی همه سیستم های مهاربندی را از این نظر دارا می باشد. همچنین رفتار سیستم در محیط پلاستیک و میزان جذب انرژی آن نسبت به سیستم های مهار بندی بهتر است. در سیستم دیوار های برشی فولادی به علت گستردگی مصالح و اتصالات، تعدیل تنش ها به مراتب بهتر از سیستمهای مقاوم دیگر در برابر بارهای جانبی مانند قاب ها و انواع مهاربندی که معمولاً در آنها مصالح به صورت دسته شده و اتصالات متمرکز می باشند، صورت گرفته و رفتار سیستم بخصوص در محیط پلاستیک مناسب تر می باشد. گزارش اولیه تحقیقات انجام شده در تابستان سال ۲۰۰۰ میلادی در آزمایشگاه سازه دیویس هال دانشگاه برکلیکالیفرنیا نشان می دهد، ظرفیت دیوارهای برشی فولادی برایمقابله با خطراتی مانند زلزله، طوفان و انفجار در مقایسه با دیگر سیستمها مثل قابهای ممان گیر ویژه حداقل ۲۵٪ بیشتر می باشد. همچنین سختی این دیوارها حدود ۷۰٪ و مقاومت نهائی آن حدود ۱۵٪ بیش از سیستم مهاربندی X شکل می باشد، [۴۶]. در آزمایشهایی که در رابطه با تحقیقات مذکور انجام گرفته است از بزرگترین جک موجود در آزمایشگاههای تحقیقاتی استفاده گردیده است که ظرفیت آن حدودا ۶۶۷۰ KN می باشد. آزمایشهای مذکور نشان می دهد، این دیوارها دارای شکل پذیری بالائی هستند که به لحاظ اهمیت موضوع بودجه این تحقیقات توسط بنیاد ملی علوم آمریکا و اداره خدمات عمومی آمریکا تامین گردیده است. همانطور که در شکل (۲-۱) مشاهده می گردد دیوار برشی فولادی شبیه تیر ورق طره ای عمل می نماید که در آن ستون ها به منزله بالهای آن و تیرهای طبقات همانند سخت کننده های آن و ورق فولادی مانند جان آن می باشند. در این سیستم اتصال بین تیرها و ستونها گیردار بوده و بر خلاف تیرورقها که به علت ضعیف بودن بالها در آنها، بالها نقش بسزائی در گرفتن نیروها ندارند، در دیوارهای برشی فولادی با توجه به قوی بودن ستونها، ستونها می توانند نقش خوبی را در باربری ایفا نمایند.

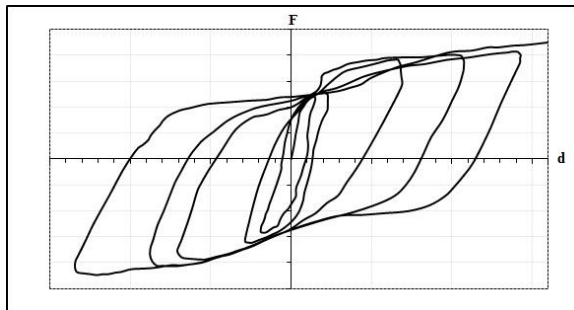


شکل (۱-۲) مشابهت عملکرد دیوار برشی فولادی و تیرورق طره‌ای

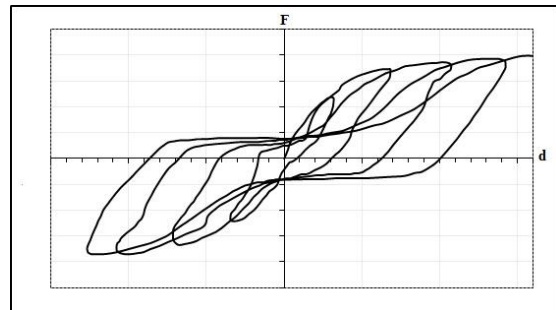
اگر چه دیوارهای برشی فولادی با ورق نازک بدون سخت کننده بیش از نوع دارای سخت کننده آن به کار گرفته شده‌اند، اما نصب سخت کننده باعث جلوگیری از کمانش دیوار تحت بارهای سرویس نظیر باد و زلزله‌های خفیف گردیده و از این بابت در سازه‌های بلند مورد توجه است، (شکل (۲-۲)).
نصب سخت کننده علاوه بر افزایش سختی و مقاومت باعث افزایش جذب انرژی شده و شکل چرخه‌های هیستریزس را از حالت S شکل به حالت دوکی شکل تغییر می‌دهد، (شکل‌های (۲-۳) و (۲-۴)).



شکل (۲-۲) دیوارهای برشی فولادی دارای سخت کننده و بدون سخت کننده



شکل (۲-۴) منحنی هیستریزس پانل برشی دارای سخت کننده



شکل (۲-۳) منحنی هیستریزس پانل برشی بدون سخت کننده