

مطالعه و بررسی تاثیر شکل هندسی و محل بازشوها بر ضریب رفتار دیوارهای برشی بتنی

سید علی موسوی داودی^۱

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد سازه- دانشکده فنی و مهندسی عمران، دانشگاه طبری

آدرس پست الکترونیکی نویسنده رابط (Ali_mousavii@yahoo.com)

چکیده

در مهندسی سازه، دیوار برشی دیواری است که از قطعات مهاري (قطعات برشی) ساخته شده و وظیفه خنثی کردن اثر بارهای جانبی وارد شده بر سازه را بر عهده دارد. دیوار برشی برای مقابله با بارهای جانبی متداولی همچون بار باد و بار زلزله طراحی می‌شود. طبق آیین‌نامه‌های ساختمانی، تمام دیوارهای خارجی در سازه‌هایی با اسکلت چوبی و فولادی، باید مهاربندی شوند. برخی از دیوارهای داخلی ساختمان نیز با توجه به اندازه ساختمان، باید به شکل مناسبی مهاربندی گردند. اما با توجه به این که پارامترهای متنوعی نظیر نسبت ابعادی دیوار، امان‌های مرزی، نوع بارگذاری، مقدار و توزیع آرماتورها بر روی رفتار دیوارهای برشی دارای بازشو مؤثر می‌باشد. پارامتر دیگری که کمتر مورد بررسی قرار گرفته است ولی تأثیر قابل توجهی به روی رفتار دیوار دارد، وجود بازشوهای منظم و نامنظم همچنین تقارن یا عدم تقارن بازشوها در دیوار برشی می‌باشد. با افزایش ابعاد بازشوها، دیوار به صورت قابی با تعدادی تیر و ستون در می‌آید که با توزیع مناسب بازشو، می‌توان رفتار دیوارهای برشی را در حد مناسبی کنترل نمود. دیوارهای برشی دارای بازشو، به عنوان یکی از اعضای اصلی مقاوم در برابر زلزله در ساختمان‌های بتنی مطرح هستند، لذا چگونگی عملکرد و رفتار واقعی این دیوارها مورد توجه مهندسان و طراحان است. از طرفی به دلیل پیچیدگی‌های تحلیل غیرخطی دینامیکی، که مبین رفتار واقعی سازه‌ها در مواجهه با زلزله است. در مقابل سادگی تحلیل‌های خطی، سبب شده تا طراحان با استفاده از روش‌های خطی موجود، تحلیل و طراحی سازه‌ها را انجام دهند. بنابراین استفاده از ضریب رفتار در آیین‌نامه‌ها برای در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه در تحلیل خطی آنها ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل در این تحقیق به بررسی اثر محل و موقعیت بازشوها در دیوار برشی بتنی و تأثیر آن بر روی ضریب رفتار، پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: ضریب رفتار، بازشو، دیوار برشی بتنی، تحلیل استاتیکی غیر خطی

۱. مقدمه

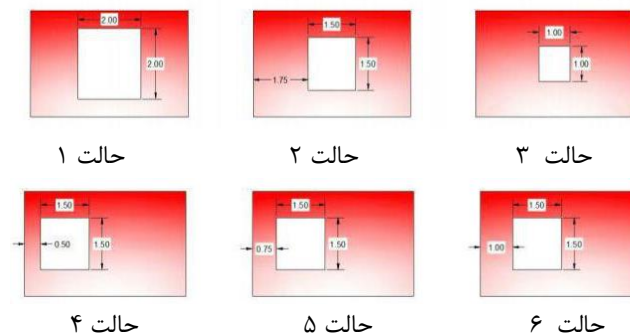
دیوار برشی بتن آرمه یکی از سیستم‌های مناسب در برابر نیروهای جانبی می‌باشد که تعبیه بازشوها تأثیر مهمی بر عملکرد آن می‌گذارد. نسبت ابعاد بازشو و همچنین درصد آرماتور بکار رفته در دیوار از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر رفتار غیرخطی دیوار برشی بتنی دارای بازشو می‌باشند که روشهای نوین طراحی و پیشرفتهای نرم افزاری در زمینه تحلیل غیرخطی سازه‌ها، امکان بررسی رفتار غیرخطی و شکل پذیری چنین سازه‌ای را بخوبی فراهم آورده است. ضریب رفتار، یکی از پارامترهای مهم در محاسبه بارهای تأثیرگذار بر سازه، ناشی از زلزله‌های شدید است. این ضریب دارای پیچیدگی‌های خاصی بوده و به عوامل مختلفی بستگی دارد. ضریب رفتار سازه در برگیرنده عملکرد غیرارجاعی سازه است و نشانگر مقاومت پنهان سازه در مرحله غیرخطی می‌باشد. با تعیین دقیق ضریب رفتار میتوان تحلیل دقیقتر و بهتری را انجام داد. باید دانست که رعایت ضوابط و مقررات مندرج در آیین‌نامه‌ها تضمین کننده مقاوم شدن کامل ساختمان‌ها در برابر نیروهای ناشی از زلزله نیست. به همین جهت باید رفتار سازه‌ها را به طور کلی و به دقت مورد توجه قرار داد. شکل پذیری

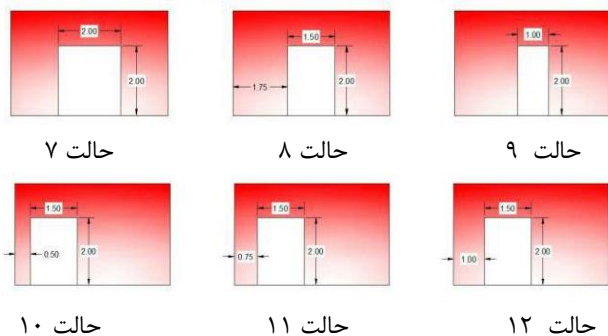
یکی از خواص بسیار مهم سازه هایی است که اگر تحت تأثیر نیروهای لرزه ای واقع شوند، باید از خود بروز دهند. هر سازه پایدار یا مقاوم در برابر زلزله باید هم به صورت کلی و یک مجموعه کامل، شکل پذیر باشد و هم اعضای آن به تفکیک شکل پذیر باشند. بنابراین با توجه به نوع سازه ای که برای مناطق زلزله خیز طراحی می شود، باید مصالح به کار رفته در آنها به نحوی اختیار و ترکیب شوند که نتیجه رفتار آنها، شکل پذیر بودن را تأمین نماید. که در مورد سازه های بتن مسلح اصلی ترین این مصالح بتن و میلگرد هستند. اگرچه با دانش کنونی بشر امکان جلوگیری و یا پیش بینی وقوع پدیده طبیعی زلزله وجود ندارد ولی با طراحی ساختمانهای مقاوم خواهیم توانست خطرات ناشی از زلزله را به کمترین مقدار ممکن رسانده و از تلفات جانی و مالی این پدیده مهیب جلوگیری به عمل آوریم. مصالح شکل پذیر به موادی گفته می شود که در حین تحمل بار، کرنشهای زیادی را از خود نشان می دهند. برای سازه ها و اعضای بتن مسلح، شکل پذیری به معنای توانایی حمل تغییر شکل های غیر ارتجاعی قابل توجه قبل از تخریب عضو می باشد. بکعضو شکل پذیر باید اولاً قادر باشد به قدر کافی تغییرشکل های غیر ارتجاعی زیادی را تحمل کند بدون اینکه مقاومتشبه طور چشمگیری کاسته شود و ثانیاً قادر باشد مقدار قابل توجهی از انرژی زلزله را از طریق چرخه های رفتاری پایدار، جذب و مستهلک نماید. در ساختمان های بتنی برای اینکه اعضا بتوانند بارهای متناوب ناشی از زلزله را در چندین سیکل متوالی تحمل نمایند، آنها را به صورتی طراحی می کنند که رفتار اعضا از حد ارتجاعی فراتر رود و تغییر شکل هایی در اعضا بوجود آید، در این حالت اگر اعضا و اتصالاتی بتوانند در برابر این تغییر شکلهای مقاومت کنند، در این صورت خود قاب به عنوان میرا کننده بارهای متناوب عمل نموده و مقدار زیادی انرژی زلزله را جذب خواهد کرد. عربزاده و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مطالعه ای تحت عنوان (ضریب رفتار دیوارهای برشی دارای بازشو) عنوان نمودند که دیوارهای برشی دارای بازشو به عنوان یکی از اعضای اصلی مقاوم در برابر زلزله در ساختمانهای بتنی مطرح هستند، لذا چگونگی عملکرد و رفتار واقعی این دیوارها مورد توجه مهندسان و طراحان است. از طرفی به دلیل پیچیدگیهای تحلیل غیر خطی دینامیکی - که مبین رفتار واقعی سازه ها در مواجهه با زلزله است. و در مقابل سادگی تحلیلهای خطی، سبب شده تا طراحان با استفاده از روشهای خطی موجود، تحلیل و طراحی سازه ها را انجام دهند. بنابراین استفاده از ضریب رفتار در آیین نامه ها برای در نظر گرفتن رفتار غیر خطی سازه در تحلیل خطی آنها ضروری به نظر می رسد.

۳. معرفی روش تحقیق

۳-۱ معرفی هندسی نمونه های مورد تحلیل

در این پژوهش از سه سازه ساختمانی ۹,۵,۳ طبقه با ۱۲ حالت مختلف بازشو در دیوارهای برشی که در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است، مورد مطالعه و بررسی قرار می دهیم. در ادامه هر یک از این حالت ها را برای این سه سازه ۹و۵و۳ استفاده کرده ایم که در مجموع ۳۶ نمونه مطالعاتی خواهد شد. در جدول ۱ این گروه های مورد آزمایش و پارامترهای موثر این گروه های مطالعاتی را مشاهده می نمایید که در حالت کلی تشریح شده است.





شکل ۴- حالت های ۱۲ گانه موقعیت باز شو درب و پنجره در دیوارها برشی

شکل ۴- معرفی کلی نمونه های مورد تحلیل

نام گروه	نام نمونه	تعداد طبقات	موقعیت مکانی باز شو
GROUP A	A-1	۳ طبقه	حالت باز شو ۱
	A-2		حالت باز شو ۲
	A-3		حالت باز شو ۳
	A-4		حالت باز شو ۴
	A-5		حالت باز شو ۵
	A-6		حالت باز شو ۶
	A-7		حالت باز شو ۷
	A-8		حالت باز شو ۸
	A-9		حالت باز شو ۹
	A-10		حالت باز شو ۱۰
	A-11		حالت باز شو ۱۱
	A-12		حالت باز شو ۱۲
GROUP B	B-1	۵ طبقه	حالت باز شو ۱
	B-2		حالت باز شو ۲
	B-3		حالت باز شو ۳
	B-4		حالت باز شو ۴
	B-5		حالت باز شو ۵
	B-6		حالت باز شو ۶
	B-7		حالت باز شو ۷
	B-8		حالت باز شو ۸
	B-9		حالت باز شو ۹
	B-10		حالت باز شو ۱۰
	B-11		حالت باز شو ۱۱
	B-12		حالت باز شو ۱۲
	C-1		حالت باز شو ۱
	C-2		حالت باز شو ۲
	C-3		حالت باز شو ۳
	C-4		حالت باز شو ۴
	C-5		حالت باز شو ۵
	C-6		حالت باز شو ۶

حالت باز شو ۷	۹ طبقه	C-7	GROUP C
حالت باز شو ۸		C-8	
حالت باز شو ۹		C-9	
حالت باز شو ۱۰		C-10	
حالت باز شو ۱۱		C-11	
حالت باز شو ۱۲		C-12	

۴. صحت سنجی

در این پژوهش جهت صحت نمونه نرم افزاری از برنامه آباکوس استفاده کرده ایم، بدین منظور برای مقایسه کار آزمایشگاهی با نمونه نرم افزاری، ما از مطالعات آزمایشگاهی ÖzgürAnil و همکاران که در سال ۲۰۱۶ طی تحقیق انجام داده بودند استفاده کرده ایم، بعد از مدلسازی نمونه آزمایشگاهی در برنامه المان محدود آباکوس و مقایسه دو نمودارهای نیرو-تغییر مکان دیدیم که اختلاف این نمودارهای نیرو-تغییر مکان دو نمونه بسیار کم بوده و داری اختلاف ناچیزی در حدود ۵ درصد هستند که در شکل زیر نمونه مورد مطالعه و نمودار نیرو-تغییر مکان آنها نشان داده شده است.



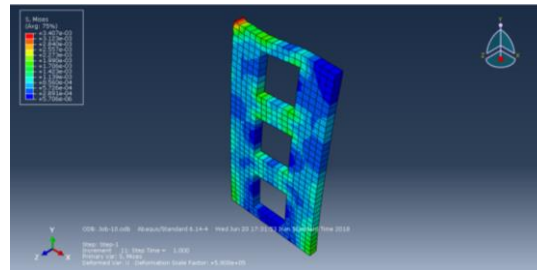
شکل ۵: شکل هندسی نمونه صحت سنجی شده مطالعات آزمایشگاهی ÖzgürAnil و همکاران



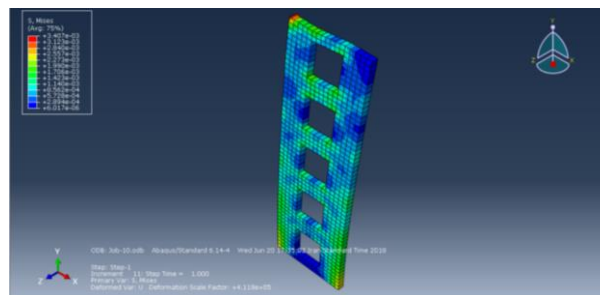
شکل ۶: نمودار صحت سنجی

۵. نتایج خروجی تحلیل

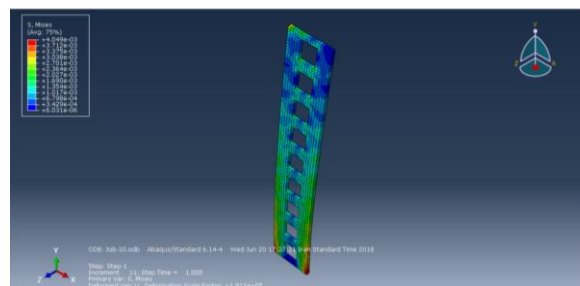
بعد از انجام تحلیل گروه های A,B,C در محیط Visualization می توانیم کنتورهای پارامترهای تحلیلی مختلف را مشاهده نماییم، در شکل های زیر کنتور توزیع تغییر مکان نمونه هایی از گروه های A,B,C را مشاهده کنیم.



شکل ۷- توزیع تغییر مکان U-magnitude در گروه A



شکل ۸- توزیع تغییر مکان UR-magnitude در گروه B

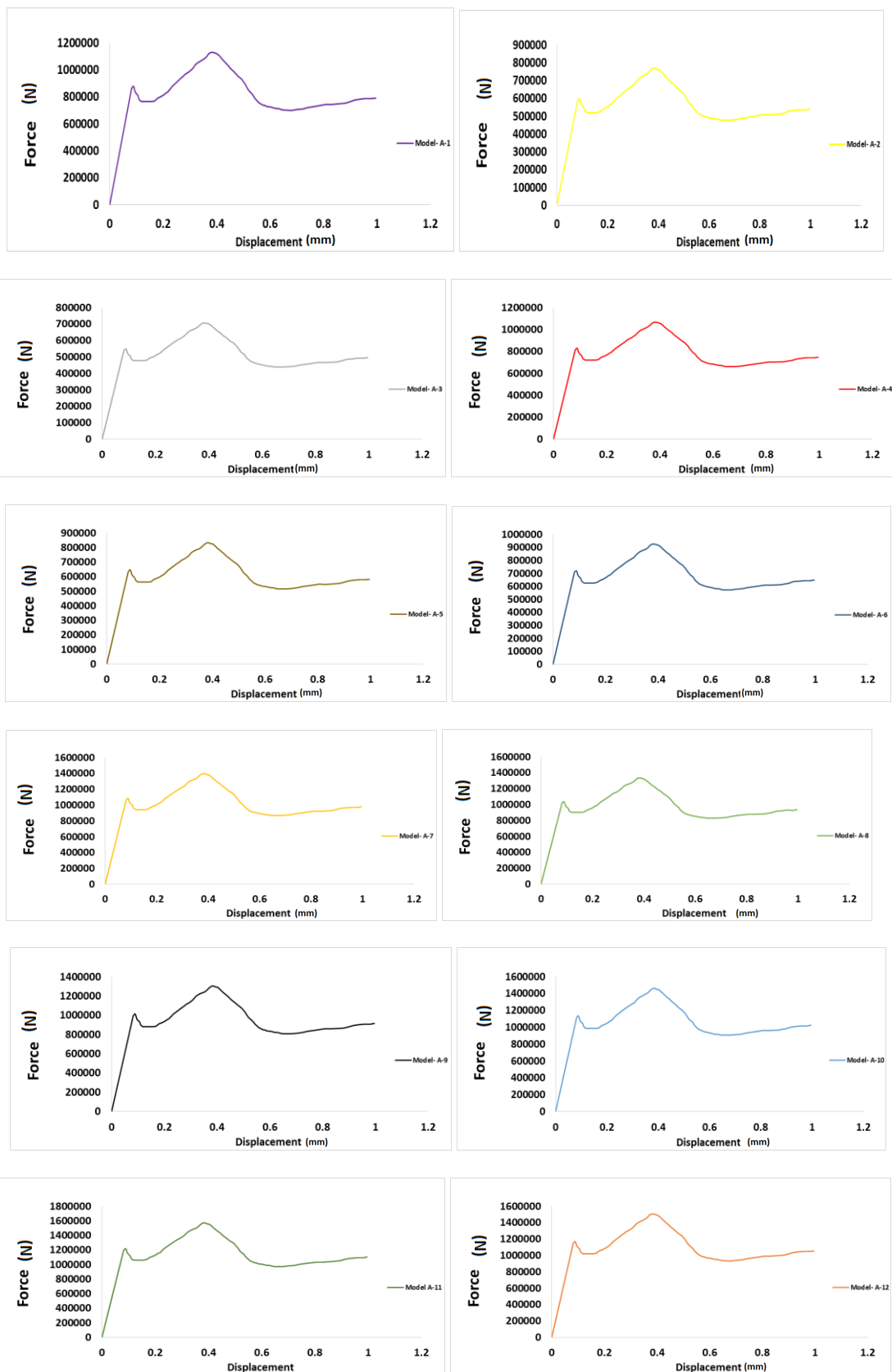


شکل ۹- توزیع تغییر مکان UR-3 در گروه C

۶. بررسی نتایج خروجی حاصل از تحلیل نرم افزاری آباکوس

۶-۱ بررسی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی A

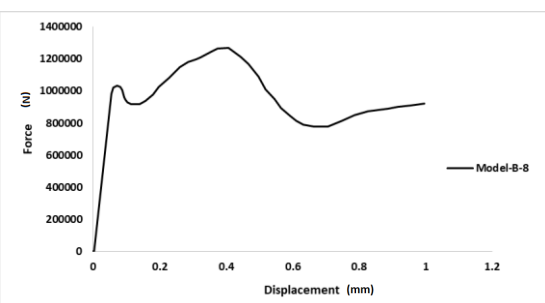
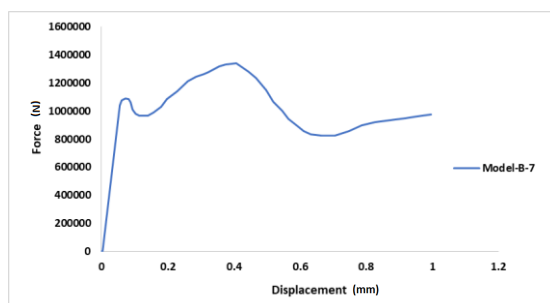
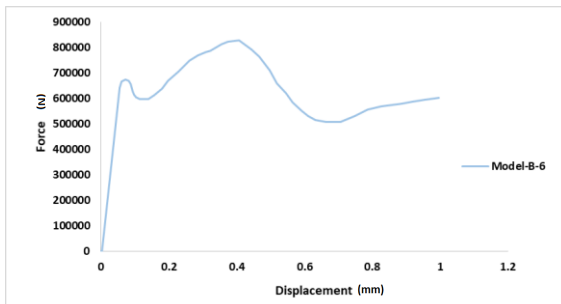
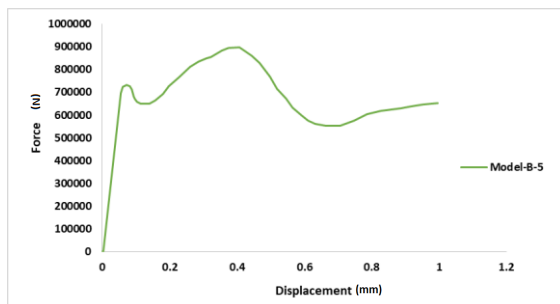
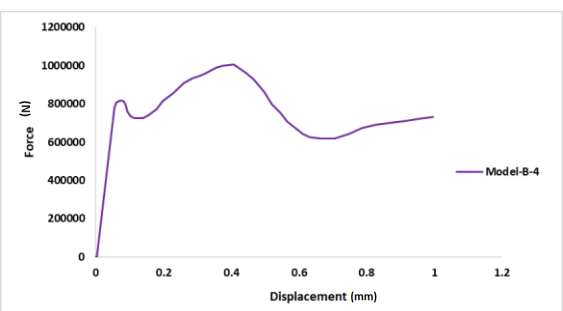
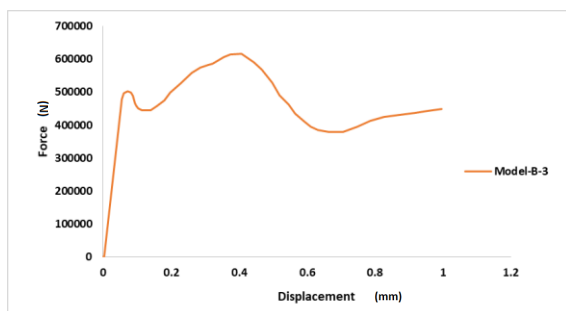
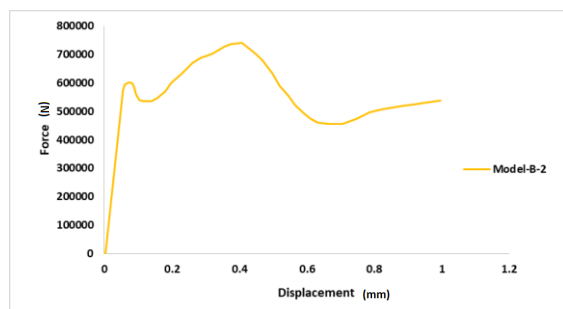
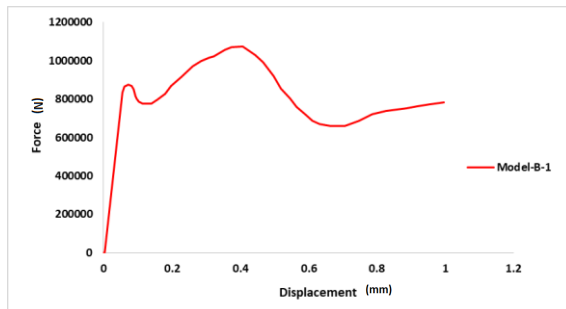
با توجه به این که در این تحقیق برای بررسی محل جانمایی و همچنین تاثیر ابعاد باز شو ها بر روی رفتار و عملکرد دیوارهای برشی از مدل های مطالعاتی که در فصل سوم به معرفی آنها پرداخته شد استفاده گردید ، بعد از انجام تحلیل اجزاء محدود توسط برنامه آباکوس به تشریح خروجی نتایج حاصل از این تحلیل ها پرداخته ایم که در زیر به طور جامع به تشریح آنها می پردازیم. پس از انجام تحلیل مدل های گروه های مطالعاتی A در محیط Visualization می توانیم کنتورهای پارامترهای تحلیلی مختلف را مشاهده نماییم. تمامی واحدها نمودارهای زیر بر حسب (میلیمتر- نیوتن) می باشد.

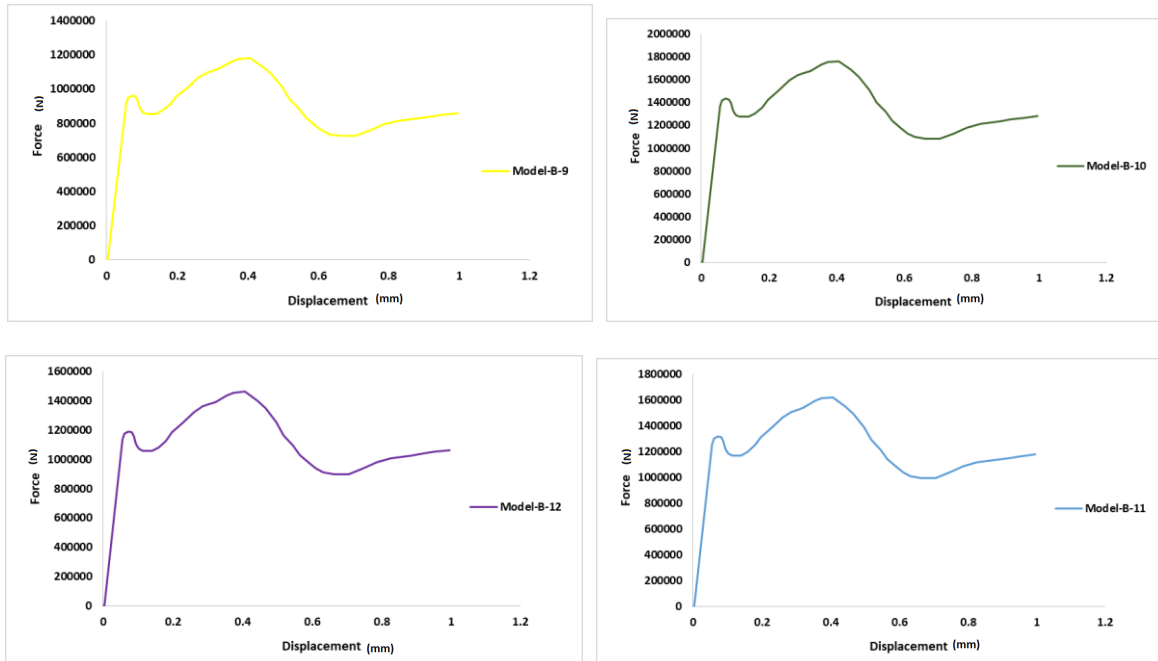


شکل ۱۰- نمودار نیرو- تغییر مکان نمونه های گروه A

۲-۶ بررسی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی B

پس از انجام تحلیل مدل های گروه مطالعاتی B در محیط Visualization می توانیم کنتورهای پارامترهای تحلیلی مختلف را مشاهده نماییم ، در شکل زیر نمودار نیرو- تغییر مکان نمونه مدل نمونه مطالعاتی B-1 را مشاهده کنیم.

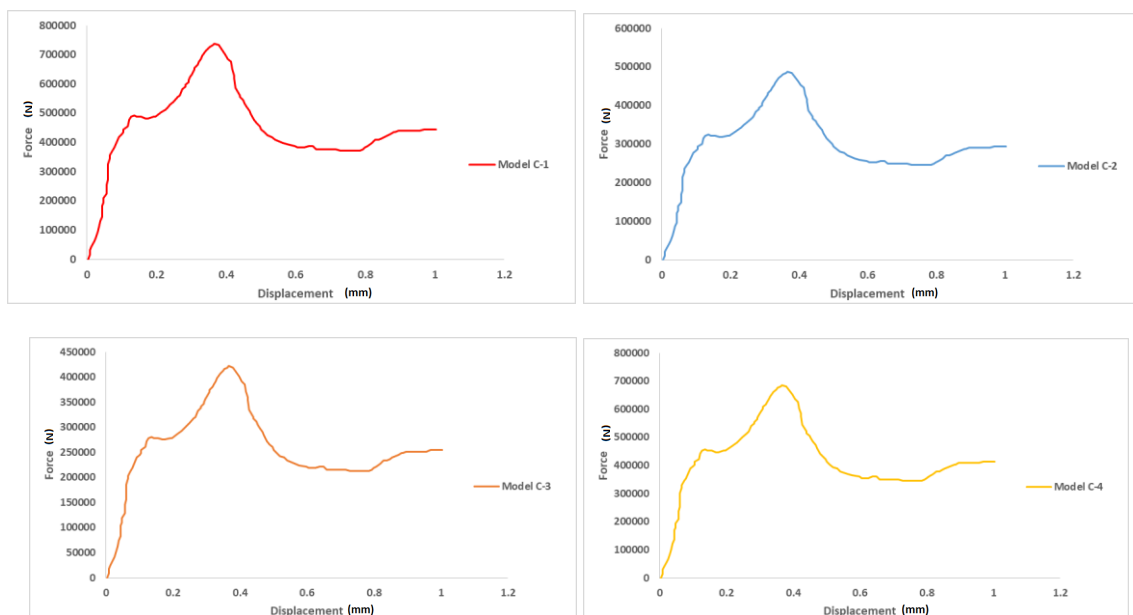


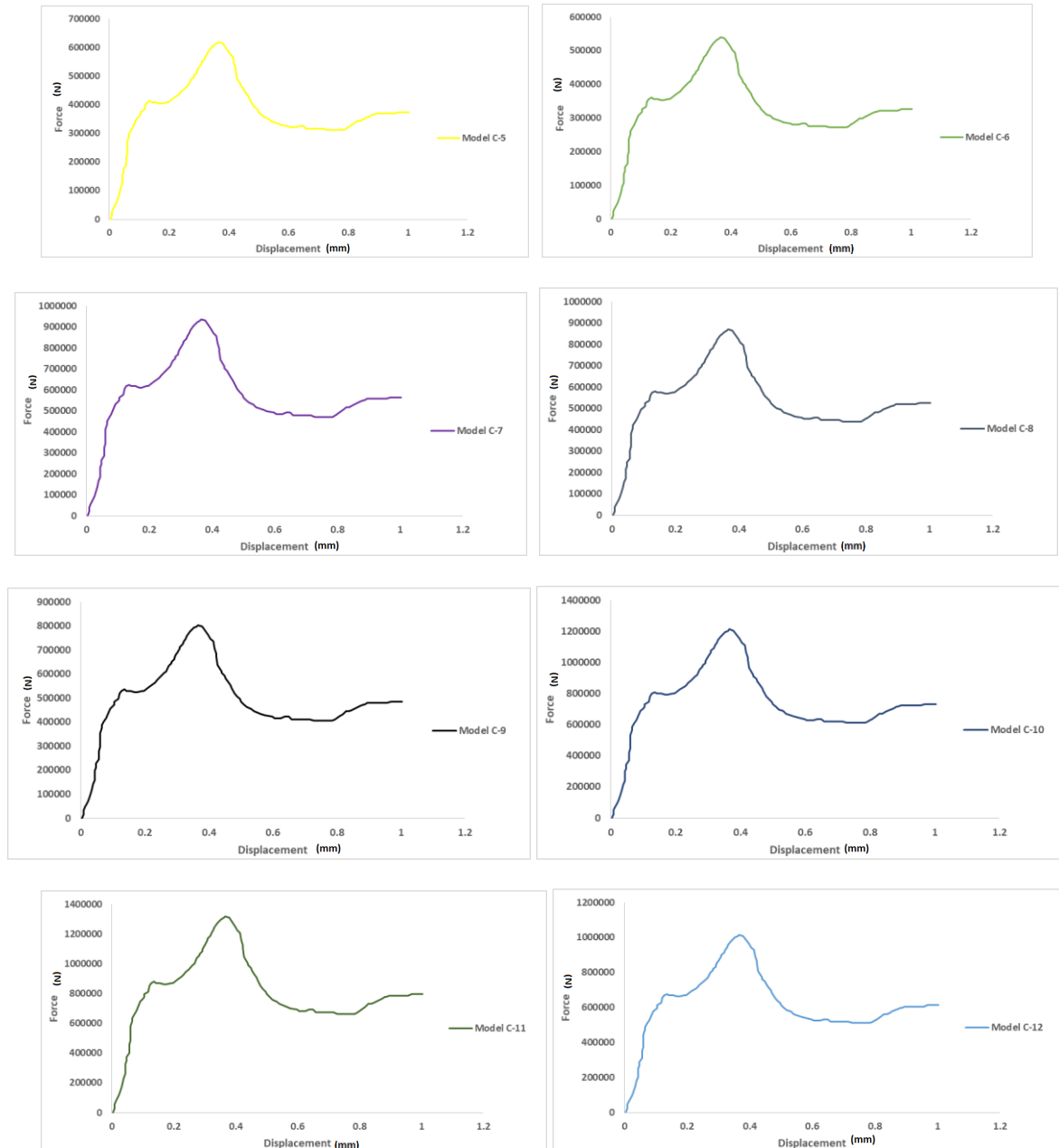


شکل ۱۱- نمودار نیرو- تغییر مکان نمونه های گروه B

۳-۶ بررسی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی C

پس از انجام تحلیل مدل های گروه مطالعاتی C در محیط Visualization می توانیم کنتورهای پارامترهای تحلیلی مختلف را مشاهده نماییم، در شکل زیر نمودار نیرو- تغییر مکان نمونه مدل نمونه مطالعاتی C-1 را مشاهده کنیم.



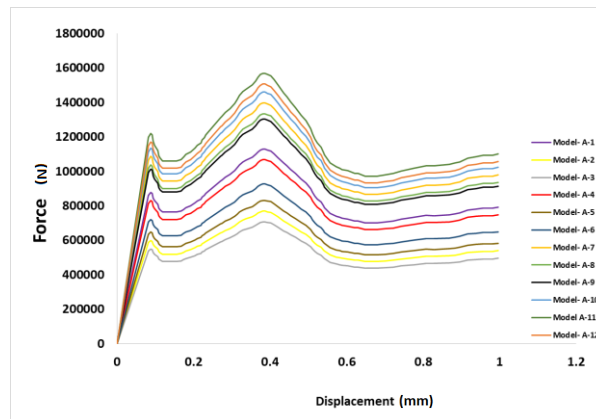


شکل ۱۲- نمودار نیرو- تغییر مکان مدل نمونه های مطالعاتی گروه C

۷. مقایسه کلی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت)

۷-۱ مقایسه کلی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی A

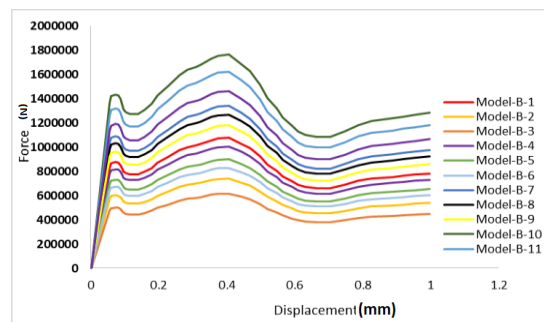
در شکل زیر مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان گروه مطالعاتی A که شامل ۱۲ نمونه مطالعاتی می باشد را مشاهده می کنیم.



شکل ۱۳- نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه گروه مطالعاتی A

۲-۷ مقایسه کلی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی B

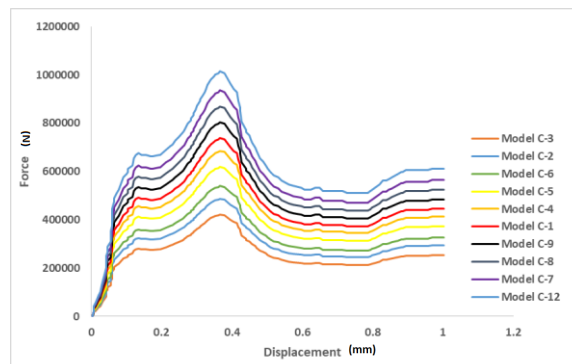
در شکل زیر مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان گروه مطالعاتی B که شامل ۱۲ نمونه مطالعاتی می باشد را مشاهده می کنیم.



شکل ۱۴- نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه گروه مطالعاتی B

۳-۷ مقایسه کلی نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه های گروه مطالعاتی C

در شکل زیر مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان گروه مطالعاتی C که شامل ۱۲ نمونه مطالعاتی می باشد را مشاهده می کنیم.



شکل ۱۵- نمودار نیرو- تغییر مکان (منحنی ظرفیت) سازه گروه مطالعاتی C

۸. نحوه محاسبه ضریب رفتار

۸-۱ پارامترهای مؤثر بر مقدار ضریب رفتار

تحقیقات محققین دانشگاه برکلی^۱ نشان داد که اجزا تشکیل دهنده ضریب رفتار از چهار ضریب تشکیل می‌شوند که در رابطه (۱) ذکر شده است. [۲]

$$R = R_S R_\mu R_R R_\xi \quad (1)$$

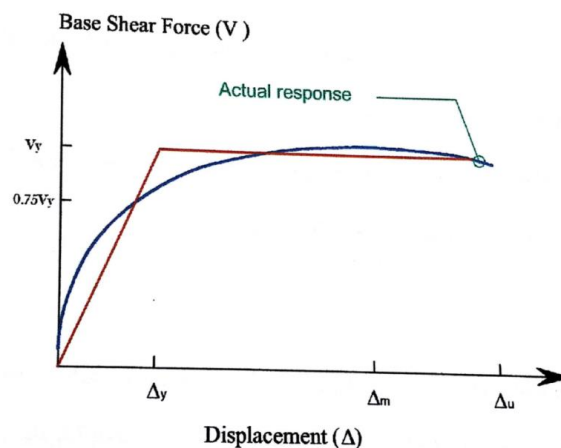
در رابطه فوق R_S ضریب اضافه مقاومت، R_μ ضریب ناشی از شکل‌پذیری، R_R ضریب نامعینی و R_ξ ضریب میرایی می‌باشد.

۸-۲ نحوه دو خطی کردن منحنی پوش آور

معمولاً نمودار پوش آور به یکی از روش‌های زیر دو خطی می‌شود:

۸-۲-۱ روش پریستلی و پاولی

در این روش که توسط پریستلی و پاولی [۲] بیان شد یک مقدار برای V_y (مقاومت تسلیم سازه) فرض شده، سپس از مبدأ به نقطه $0.75V_y$ روی منحنی تغییرمکان-نیروی برش پایه (شکل ۲) وصل نموده و تا خط V_y ادامه داده می‌شود. از محل تقاطع این دو خط منحنی مذکور افقی فرض می‌شود.



شکل ۱۶- روش Priestley & Paulay [۲]

در شکل (۳) که مربوط روش پریستلی و پاولی می‌باشد یک نمودار دو خطی برش پایه-جابه‌جایی نشان داده شده است که K_0 (K) سختی الاستیک نمودار دو خطی است که شیب قسمت خطی منحنی نیرو-تغییرمکان است و K_1 سختی سازه بعد از تسلیم می‌باشد که به صورت ضریبی از K_0 خواهد بود: [۲]

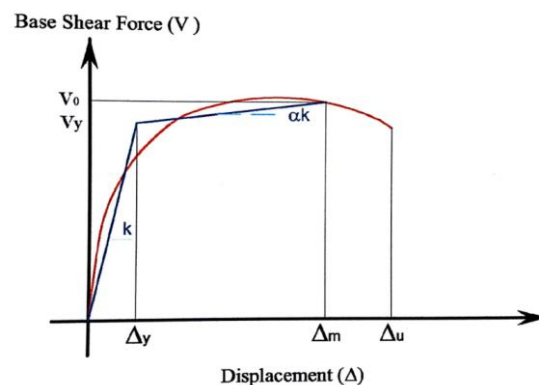
$$K_1 = \alpha K_0 = \frac{V_0 - V_y}{\Delta_m - \Delta_y} \quad (1)$$

^۱ Berkley

در رابطه فوق نیروی برش تسلیم، V_0 نیروی برشی ماکزیمم (بر روی منحنی دو خطی)، Δ_m تغییر مکان متناظر با V_0 ، Δ_y تغییر مکان متناظر با V_y و Δ_u تغییر مکان در آستانه شکست سازه می‌باشد.

قابلیت یک سازه در داشتن تغییر مکان بالاتر از حد خطی و جذب انرژی در تغییر شکل‌های بزرگ به وسیله رفتار غیر خطی را شکل‌پذیری می‌گویند. معمولاً نسبت شکل‌پذیری به صورت زیر تعریف می‌شود: [۱] و [۲]

$$\mu = \frac{\Delta_m}{\Delta_y}, \mu_{max} = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (2)$$



شکل ۱۷- نمودار دو خطی برش پایه-جابه‌جایی [۲]

با استفاده از روابط فوق برای تمامی نمونه های مورد مطالعه، مقدار ضریب رفتار آن محاسبه گردید. که در ادامه در قسمت نتیجه گیری مقادیر محاسباتی ضریب رفتار برای تمامی نمونه های فوق الذکر نشان داده شده است.

۹. نتیجه گیری

همانطوری که می دانیم در این پژوهش از سه گروه مطالعاتی A, B, C استفاده کرده ایم، که هر گروه دارای ۱۲ نمونه مورد مطالعه می باشد. که در مجموع ۳۶ نمونه مطالعاتی را تشکیل می داد و مورد بررسی قرار دادیم، لازم به ذکر است جهت مدلسازی نمونه های طراحی شده، از نرم افزار اجزاء محدود، آباکوس استفاده شد. بعد از مدلسازی و انجام تحلیل های اجزاء محدود که در فصل چهارم نشان داده شده است، با توجه به معرفی هندسه حالت های مختلف بارشو از لحاظ ابعاد و موقعیت مکانی تاثیر مقدار این تغییرات موقعیت مکانی بارشوها و اثر ابعاد هریک از این حالت های مختلف بارشو را می توانیم با مقایسه مقادیر نیرو- تغییر مکان مشاهده کنیم که می توانیم بیان کنیم :

- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-12 و مدل A-7 شاهد کاهش ۲۳،۱۶٪ مقاومت نمونه A-7 نسبت به مقاومت نمونه A-12 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-7 و مدل A-8 شاهد کاهش ۱۴،۳۲٪ مقاومت نمونه A-8 نسبت به مقاومت نمونه A-7 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-8 و مدل A-9 شاهد کاهش ۱۵،۶۵٪ مقاومت نمونه A-9 نسبت به مقاومت نمونه A-8 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-9 و مدل A-1 شاهد کاهش ۱۸،۵۶٪ مقاومت نمونه A-1 نسبت به مقاومت نمونه A-9 بوده ایم.

- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-1 و مدل A-4 شاهد کاهش ۲۱,۵۲٪ مقاومت نمونه A-4 نسبت به مقاومت نمونه A-1 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-5 و مدل A-6 شاهد کاهش ۲۱,۴۲٪ مقاومت نمونه A-6 نسبت به مقاومت نمونه A-5 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-2 و مدل A-6 شاهد کاهش ۱۲,۴۵٪ مقاومت نمونه A-6 نسبت به مقاومت نمونه A-2 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل A-2 و مدل A-3 شاهد کاهش ۲۳,۱۲٪ مقاومت نمونه A-3 نسبت به مقاومت نمونه A-2 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-12 و مدل B-7 شاهد کاهش ۱۴,۴۳٪ مقاومت نمونه B-7 نسبت به مقاومت نمونه B-12 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-7 و مدل B-8 شاهد کاهش ۱۳,۵۶٪ مقاومت نمونه B-8 نسبت به مقاومت نمونه B-7 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-8 و مدل B-9 شاهد کاهش ۱۰,۳۶٪ مقاومت نمونه B-9 نسبت به مقاومت نمونه B-8 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-9 و مدل B-1 شاهد کاهش ۹,۹۸٪ مقاومت نمونه B-1 نسبت به مقاومت نمونه B-9 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-1 و مدل B-4 شاهد کاهش ۱۷,۴۲٪ مقاومت نمونه B-4 نسبت به مقاومت نمونه B-1 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-5 و مدل B-6 شاهد کاهش ۲۱,۱۸٪ مقاومت نمونه B-6 نسبت به مقاومت نمونه B-5 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-2 و مدل B-6 شاهد کاهش ۱۶,۱۹٪ مقاومت نمونه B-6 نسبت به مقاومت نمونه B-2 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل B-2 و مدل B-3 شاهد کاهش ۱۴,۳۴٪ مقاومت نمونه B-3 نسبت به مقاومت نمونه B-2 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-12 و مدل C-7 شاهد کاهش ۱۳,۸۶٪ نمودار نیرو تغییر مکان نمونه C-7 نسبت به مقاومت نمونه C-12 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-7 و مدل C-8 شاهد کاهش ۱۱,۶۹٪ مقاومت نمونه C-8 نسبت به مقاومت نمونه C-7 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-8 و مدل C-9 شاهد کاهش ۸,۳۲٪ مقاومت نمونه C-9 نسبت به مقاومت نمونه C-8 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-9 و مدل C-1 شاهد کاهش ۱۴,۵۴٪ مقاومت نمونه C-1 نسبت به مقاومت نمونه C-9 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-1 و مدل C-4 شاهد کاهش ۲۶,۶۵٪ مقاومت نمونه C-4 نسبت به مقاومت نمونه C-1 بوده ایم.
- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-5 و مدل C-6 شاهد کاهش ۱۷,۹۷٪ مقاومت نمونه C-6 نسبت به مقاومت نمونه C-5 بوده ایم.

- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-2 و مدل C-6 شاهد کاهش ۱۹,۴۷٪ مقاومت نمونه C-6 نسبت به مقاومت نمونه C-2 بوده ایم.

- با توجه به مقایسه نمودار نیرو- تغییر مکان مدل C-2 و مدل C-3 شاهد کاهش ۱۸,۶۳٪ مقاومت نمونه C-3 نسبت به مقاومت نمونه C-2 بوده ایم.

بعد از انجام تحلیل استاتیکی غیر خطی پوش اور نمونه های مطالعاتی این سه گروه مقدار ضریب رفتار سازه های مطالعاتی به عبارت ذیل هستند :

جدول-۴ مقادیر ضریب رفتار کلی نمونه های مورد تحلیل

نام گروه	نام نمونه	تعداد طبقات	موقعیت مکانی بارشو	مقدار ضریب رفتار
GROUP A	A-1	۳ طبقه	حالت باز شو ۱	3.43
	A-2		حالت باز شو ۲	4.16
	A-3		حالت باز شو ۳	4.36
	A-4		حالت باز شو ۴	3.53
	A-5		حالت باز شو ۵	4.35
	A-6		حالت باز شو ۶	3.8
	A-7		حالت باز شو ۷	3.08
	A-8		حالت باز شو ۸	3.17
	A-9		حالت باز شو ۹	3.20
	A-10		حالت باز شو ۱۰	3.03
	A-11		حالت باز شو ۱۱	2.91
	A-12		حالت باز شو ۱۲	2.99
GROUP B	B-1	۵ طبقه	حالت باز شو ۱	3.44
	B-2		حالت باز شو ۲	4.15
	B-3		حالت باز شو ۳	4.54
	B-4		حالت باز شو ۴	3.56
	B-5		حالت باز شو ۵	3.76
	B-6		حالت باز شو ۶	3.92
	B-7		حالت باز شو ۷	3.08
	B-8		حالت باز شو ۸	3.17
	B-9		حالت باز شو ۹	3.28
	B-10		حالت باز شو ۱۰	2.69
	B-11		حالت باز شو ۱۱	2.80
	B-12		حالت باز شو ۱۲	2.95
	C-1		حالت باز شو ۱	3.33
	C-2		حالت باز شو ۲	4.02
	C-3		حالت باز شو ۳	4.43
	C-4		حالت باز شو ۴	3.43

3.63	حالت باز شو ۵	۹ طبقه	C-5	GROUP C
3.71	حالت باز شو ۶		C-6	
3.98	حالت باز شو ۷		C-7	
3.04	حالت باز شو ۸		C-8	
3.17	حالت باز شو ۹		C-9	
2.57	حالت باز شو ۱۰		C-10	
2.71	حالت باز شو ۱۱		C-11	
2.83	حالت باز شو ۱۲		C-12	

۱۰. مراجع

- [۱]. دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود، نشریه ۳۶۰ سال ۱۳۹۲
- [۲]. آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، سال ۱۳۹۳.
- [۳]. بررسی اثر مقاومت سازی دیوار برشی فولادی بازشودار با الیاف frp به روش عددی محمدمهدی چمن آرا، کارشناس ارشد سازه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات بروجرد، بروجرد
- [۴]. مقایسه رفتار غیرخطی دیوارهای برشی فولادی با ورق های صاف و موج دار سیروس یوسفی خاتونی مجله علمی-پژوهشی
- [۵]. مطالعه و بررسی تحلیل استاتیکی غیر خطی پوش اور ، سید علی موسوی داودی، هفتمین کنفرانس ملی بتن ایران، ۱۳۹۵
- [6]. Salam, S.A., 1977, Beams with openings under different stress conditions , proceedings of rd conference on our world in concrete & structures , CI-premier, singapore ,25-26 aug, pp 259-267.
- [7]. Camanho,P.P.,etal, Increasing the efficiency of composite single shear lap joints using bonded inserts Composites Part B, No., pp372-383, 2005.
- [8]. Hashin, Z., Rotem, A., A Fatigue Criterion for Fibel Reinforced Materials, Journal of Composite Materials, vol, pp.448-464, 1973.
- [9]. Camanho, P. P., and C. G. Davila,Mixed Mode Decohesion Finite Elements for the Simulation of Delamination in Composite Materials, NASA/TM-2002-311737, pp.1-37, 2002.
- [10]. Lubliner, J.,Oliver, J.,Oller, S.,Oñate, E.,A Plastic-Damage Model for Concrete,International Journal of Solids and Structures, vol.25, pp.299-329, 1989.