



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



بررسی ضریب رفتار دیوار برشی فولادی دارای بازشو

محمدحسین طالب پور^۱، محمد نیک سرشت^۲، علی نقی زاده^۳

۱- استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه دامغان

۲- کارشناس ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

۳- دانشجوی دکترا، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود

:

M.H.Talebpour@du.ac.ir

خلاصه

دیوارهای برشی فولادی، یکی از سیستم‌هایی است که در دهه اخیر به عنوان سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی مورد توجه قرار گرفته است. این سیستم دارای سختی مناسب، شکل‌پذیری و اتلاف انرژی بالایی می‌باشد. ضریب رفتار دیوار برشی فولادی، از جمله پارامترهایی است که تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تعیین و شیوه محاسبه آن انجام شده است. پارامترهای مختلفی می‌توانند بر روی ضریب رفتار این سیستم اثرگذار باشند. در این تحقیق به بررسی اثر وجود بازشویهای مستطیلی، ضخامت ورق پرکننده و همچنین نسبت ابعاد دهانه بر روی ضریب رفتار دیوار برشی فولادی پرداخته شده است. بدین منظور سه قاب فولادی با دهانه‌های ۳، ۵، ۷ و ارتفاع ثابت ۲/۲۰ متر در دو حالت بدون بازشو و دارای بازشو با ضخامت‌های ۱۵ و ۳۰ میلی‌متر مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. برای هر قاب سه نوع بازشو در نظر گرفته شده است که مساحت آنها ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد مساحت ورق پرکننده را شامل می‌شود. برای مدل‌سازی کامپیوتری از نرم افزار اجزاء محدود ABAQUS و برای محاسبه ضریب رفتار از روش یوانگ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در تمامی حالات با افزایش ابعاد بازشو، ضریب رفتار سیستم کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: دیوارهای برشی فولادی، ضریب رفتار، بازشویهای مستطیلی.

۱. مقدمه

دیوارهای برشی فولادی از دهه ۱۹۷۰ میلادی در ساختمان‌های مختلف به عنوان سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی به خصوص زلزله مورد استفاده قرار گرفته است. به کارگیری این سیستم در مقایسه با قاب‌های فولادی خمشی تا حدود ۵۰ درصد صرفه جویی در مصرف فولاد را در سازه به همراه داشته و از نظر اجرایی نیز سیستمی بسیار ساده و بدون پیچیدگی است [۱]. دقت انجام کار در اجرای آن در حد دقت‌های متعارف در اجرای سازه‌های فولادی بوده و با رعایت الزامات اجرایی، ضریب اطمینان بالاتری نسبت به انواع سیستم‌های دیگر سازه‌ای حاصل می‌گردد. با توجه به سادگی و امکان ساخت دیوار برشی فولادی در کارخانه و نصب در محل، سرعت اجرای این سیستم بالا بوده و از هزینه‌های اجرایی تا حد زیادی کاسته می‌شود [۲-۳]. در بسیاری از موارد به دلیل نیازهای معماری، تاسیساتی و یا حتی سازه‌ای، در دیوارهای برشی فولادی، بازشو تعبیه می‌شود. تحقیقات انجام شده بر روی دیوار برشی فولادی نشان می‌دهد، این سیستم دارای شکل‌پذیری و جذب انرژی بالایی است؛ اما وجود بازشو ممکن است در رفتار ورق‌های فولادی تاثیرگذار باشد و بعضی از ویژگی‌های آن از جمله ضریب رفتار سیستم را دستخوش تغییر نماید [۱-۴]. بنابراین بررسی اثرات بازشو بر رفتار این سیستم از اهمیت بسیاری بالایی برخوردار است.

محققین مختلف درباره پارامترهای گوناگون دیوار برشی فولادی تحقیقاتی انجام داده‌اند. تاکاناشی و همکاران از جمله پیشگامان در این زمینه می‌باشند [۵]. همچنین میمورا و آکیاما در سال ۱۹۷۷، ۱۲ نمونه یک طبقه و ۲ نمونه دو طبقه را آزمایش کردند. در ساخت نمونه‌ها ابعاد قاب یکسان ولی ضخامت ورق پرکننده و همچنین وجود بازشو از متغیرهای تحقیق لحاظ شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که روابط مرسوم تیرورق می‌تواند برای

^۱ M.H.Talebpour@du.ac.ir

^۲ Shervn_nikseresh@yaho.com

^۳ A.naghizadeh.eng@gmail.com

^۱ استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه دامغان، پست الکترونیکی:

^۲ کارشناس ارشد سازه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، پست الکترونیکی:

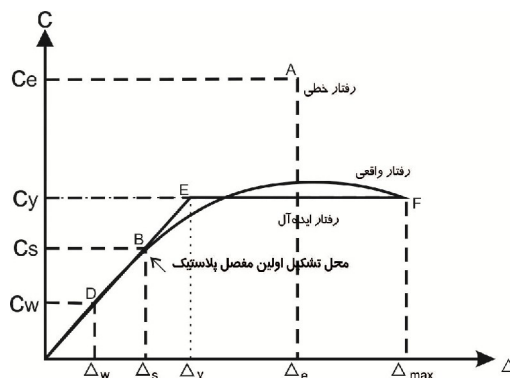
^۳ دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود، پست الکترونیکی:

محاسبه سختی و مقاومت سخت کننده‌ی دیوار برشی استفاده شود [۶]. بررسی دیگری روی دیوار برشی فولادی یک طبقه در سال ۲۰۰۴ به وسیله ویان و برونیو در دانشگاه بوفالو آمریکا انجام شد. در این آزمایش برای ایجاد یک دیوار برشی فولادی ایده آل، عرض دیوار به مراتب بزرگتر از ارتفاع آن در نظر گرفته شد. با توجه به استفاده از فولاد نرم در ورق پانل، منحنی هیستریزس نمونه مذکور، پایدار بوده و در هر چرخه، مقدار جذب انرژی افزایش چشمگیری یافته است [۷]. در سال ۲۰۰۵، دو نمونه قاب دیوار برشی فولادی یک طبقه شکل پذیر به وسیله خرازی در دانشگاه بریتیش کلمبیا کانادا آزمایش شد. در انتهای آزمایش مقدار ضریب رفتار دیوار برشی فولادی در حالت شکل پذیر با ورق نازک بسیار بیشتر از ضریب رفتار قاب خمشی فولادی بدست آمد [۸].

در این تحقیق تاثیر پارامترهایی از جمله نسبت عرض به ارتفاع دیوار، ضخامت ورق پرکننده، وجود یا عدم وجود بازشو و همچنین اندازه بازشو بر روی ضریب رفتار دیوار برشی فولادی بررسی شده است. بدین منظور سه قاب فولادی با دهانه های ۳ متر (دهانه کوچک)، ۵ متر (دهانه متوسط) و ۷ متر (دهانه بزرگ) با ارتفاع یکسان ۳/۲ متر در دو حالت بدون بازشو و دارای بازشو مورد ارزیابی قرار گرفته اند. برای هر قاب سه نوع بازشو در نظر گرفته شده است که مساحت آنها ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد مساحت ورق فولادی را شامل می شود. جهت تعیین اثرات مربوط به ضخامت ورق، تمامی مدل ها با دو ضخامت ۱۵ و ۳۰ میلیمتر مدل سازی و بررسی شده است.

۲. محاسبه ضریب رفتار با استفاده از روش یوانگ

رفتار نیرو - تغییر مکان یک سازه متعارف را همانند آنچه در شکل (۱) نشان داده شده است در نظر بگیرید.



شکل ۱ - نمودار پاسخ واقعی و ایده آل کلی سازه

در نمودار شکل (۱) مقدار مقاومت الاستیک مورد نیاز بر حسب ضریب برش پایه (C_e) تعریف شده که توسط رابطه زیر بیان می شود:

$$C_e = \frac{V_e}{W} \quad (1)$$

در رابطه فوق W وزن مؤثر و V_e حداکثر برش پایه در صورتی است که سازه کلاً در محدوده الاستیک باقی بماند. با توجه به نمودار فوق می توان تعاریف زیر را بیان نمود.

۱. ضریب شکل پذیری کلی سازه (μ_s) شرح زیر تعریف می شود که عبارت است از خارج قسمت تغییر شکل جانبی نسبی حداکثر Δ_{max} به تغییر شکل جانبی نسبی (Δ_y).

$$\mu_s = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \quad (2)$$

۲. ضریب کاهش در اثر شکل پذیری (R_μ) نیز به شرح رابطه (۳) تعریف می شود که عبارت است از خارج قسمت نیروی نهائی وارده به سازه در رفتار الاستیک (C_e) به نیروی متناظر به حد تسلیم عمومی سازه در هنگام تشکیل مکانیزم خرابی (C_y).

$$R_\mu = \frac{C_e}{C_y} \quad (3)$$



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



۳. ضریب اضافه مقاومت (Ω) مدشرح رابطه (۴) تعریف می‌شود که عبارت است از خارج قسمت نیروی متناظر حد تسلیم کلی سازه در هنگام مکانیزم خرابی (C_y) به نیروی متناظر با تشکیل اولین لولای خمیری در سازه (C_s).

$$\Omega = \frac{C_y}{C_s} \quad (4)$$

۴. ضریب تنش مجاز (Y) نیز عبارت است از نسبت نیرو در حد تشکیل اولین لولای خمیری به نیرو در حد تنش‌های مجاز (C_w).

$$Y = \frac{C_s}{C_w} \quad (5)$$

۵. در نهایت ضریب شکل‌پذیری یوانگ یعنی R براساس تعاریف فوق به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود [۲] و [۹-۱۰].

$$R = R_{II} \cdot \Omega \cdot Y \quad (6)$$

۳. مدل‌ها و مصالح مصرفی

مدل‌های بررسی شده در این تحقیق که در مجموع ۲۴ نمونه دیوار برشی فولادی را شامل می‌شوند، که همگی یک طبقه بوده و ارتفاع آنها یکسان و برابر ۳۲۰ سانتیمتر فرض شده است. سه اندازه ۳، ۵ و ۷ متر برای طول دهانه قاب که به ترتیب معرف دهانه‌های کوچک، متوسط و بزرگ هستند انتخاب شده است. در این تحقیق دو ضخامت ۱۵ و ۳۰ میلیمتر برای ورق فولادی پرکننده مورد بررسی قرار گرفته است. جهت بررسی تأثیر بازشو بر ضریب رفتار دیوار برشی، برای هر قاب از سه اندازه بازشوی مستطیلی که مساحت هر کدام به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد مساحت ورق را شامل می‌شود، استفاده شده است. تمامی بازشوها در وسط ورق پرکننده منظور می‌شوند. جدول (۱) ابعاد بازشوها و مقاطع تیر و ستون را برای هر قاب نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات مدل‌ها

ابعاد قاب (C_m)	مقطع تیرها	مقطع ستون‌ها	ابعاد بازشو (C_m)		
			10%	20%	30%
Frame 300 x 320	IPE 24	2 IPE 18	100 x 100	140 x 130	200 x 140
Frame 500 x 320	IPE 27	2 IPE 18	160 x 100	180 x 180	220 x 210
Frame 700 x 320	IPE 30	BOX 30x30x2	200 x 110	240 x 180	320 x 210

فولاد مصرفی از نوع ST-37 با مدول الاستیسیته $\frac{206000 \text{ N}}{\text{m}^2}$ و تنش تسلیم نیز $\frac{235 \text{ N}}{\text{m}^2}$ و ضریب پواسون برابر

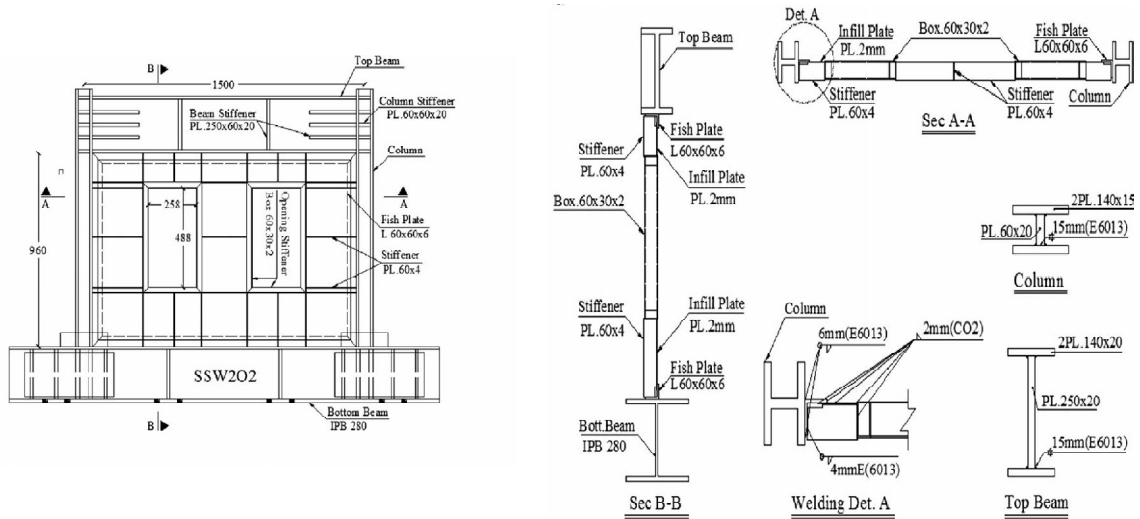
$\frac{0.3}{\text{m}^3}$ می‌باشد. جرم مخصوص فولاد $\frac{7850 \text{ Kg}}{\text{m}^3}$ در نظر گرفته شده است. ساخت مدل‌ها و همچنین نحوه معرفی خصوصیات مصالح به

نرم‌افزار، دقیقاً طبق روشی است که در انجام صحت‌سنجی از آنها بهره گرفته شده است.

۴. صحت‌سنجی مدل کامپیوتری

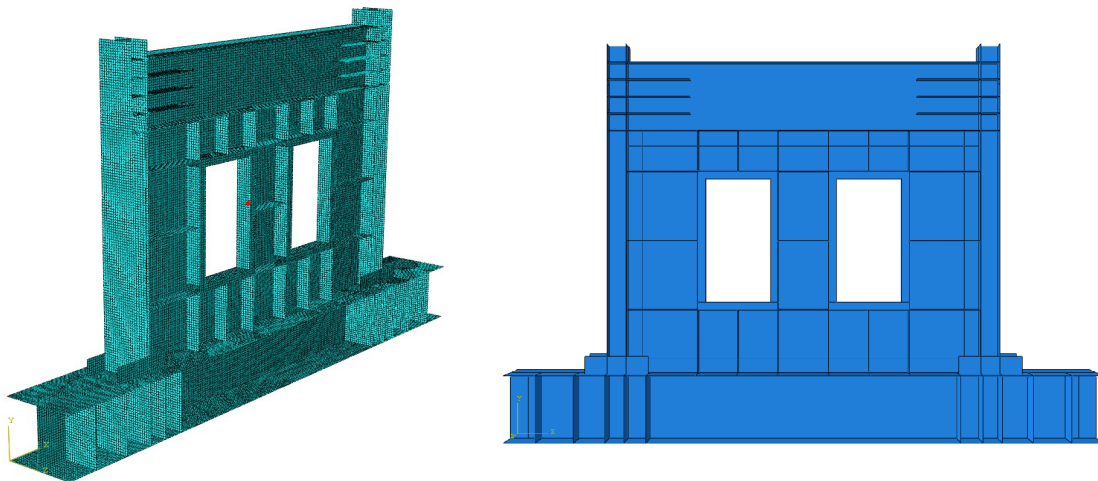
در مدل‌سازی کامپیوتری، می‌بایست پارامترها، مشخصات مصالح و المان‌ها به صورت صحیح وارد شوند تا واقعی‌ترین نتایج حاصل شود. آنچه در مدل‌سازی از اهمیت بالایی برخوردار است، یافتن مقادیر غیر خطی مصالح می‌باشد؛ تهیه داده‌های دقیق مصالح، به ویژه در مورد مدل‌هایی که در آن‌ها از مصالحی با رفتار پیچیده استفاده می‌شود، بسیار سخت بوده و اعتبار نتایج نرم‌افزاری به دقت و در دسترس بودن این داده‌ها وابسته است. برای دستیابی به این مهم و اطمینان از نحوه صحیح مدل‌سازی کامپیوتری و انتخاب صحیح مشخصات مصالح خصوصاً مشخصات غیرخطی، می‌توان تحقیقات آزمایشگاهی معتبر را در نرم‌افزار مدل کرده و با توجه به نتایج بدست آمده در دو حالت نسبت به درستی مدل‌سازی کامپیوتری اطمینان حاصل نمود. بدین منظور نمونه آزمایشگاهی استفاده شده در تحقیقات مرجع [۱۱] در نرم‌افزار مدل‌سازی و آنالیز شده است. در مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته

توسط محققین مرجع فوق، رفتار دیوار برشی با دو بازشوی مستطیلی مورد بررسی قرار گرفته است. شکل (۲)، مشخصات نمونه آزمایشگاهی SSW202 را که برای مدل‌سازی کامپیوتری از آن بهره گرفته شده است نشان می‌دهد [۱۱].



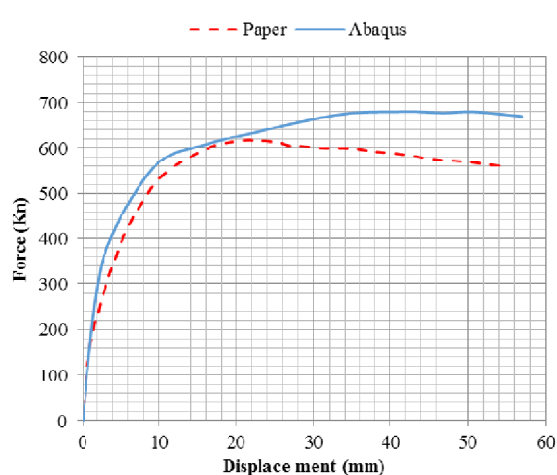
شکل ۲ - مشخصات نمونه آزمایشگاهی SSW202

شکل (۳) تصویری از مدل SSW202 را که در نرم افزار آباکوس ساخته و نحوه مش‌بندی را نشان می‌دهد. کلیه المان‌ها از نوع مستطیلی بوده که برای تحلیل‌های خطی و غیرخطی با تغییر شکل‌های بزرگ مناسب می‌باشند. برای ساخت مدل از المان‌های Shell با نام S8R در کتابخانه المان‌های نرم‌افزار استفاده شده است. اتصال ورق پرکننده به اعضای مرزی و سخت‌کننده‌ها و همچنین اتصال تیر به ستون بصورت صلب در نظر گرفته شده است. مشخصات ورق فولادی استفاده شده در کار آزمایشگاهی منطبق بر فولاد ASTM A36 می‌باشد.



شکل ۳ - مدل SSW202 و نحوه مش‌بندی آن در نرم‌افزار ABAQUS

شکل (۴) نمودار نیرو تغییر مکان دیوار برشی SSW202 تحت بارگذاری جانبی در کنار نمونه شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود نتایج تحلیل همگرایی خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارد. بنابراین می‌توان مدل‌سازی انجام شده و خصوصیات در نظر گرفته شده برای مصالح مصرفی را قابل اعتماد دانست. سایر مدل‌های بررسی شده در این تحقیق با خصوصیات مشابه با نمونه صحت‌سنجی شده، مدل‌سازی و آنالیز شده‌اند.



شکل ۴ - مقایسه نمودار نیرو - تغییر مکان مدل سازی کامپیوتری و مدل آزمایشگاهی

۵. بررسی نتایج

در این بخش به بررسی نتایج بدست آمده از آنالیز مدل‌های دیوار برشی فولادی پرداخته می‌شود. نتایج حاصل از آنالیز تمامی قاب‌های با طول دهانه ۳، ۵ و ۷ متری به ترتیب در جداول (۲) تا (۴) قابل مشاهده است. در این جداول نتایج بدست آمده از آنالیز مدل‌ها با دو ضخامت ورق ۱۵ و ۳۰ میلیمتر و سه نوع بازشوی مستطیلی ارائه گردیده است. در ستون انتهایی این جدول درصد کاهش ضریب رفتار دیوار برشی دارای بازشو به نسبت دیوار برشی بدون بازشو و با همان ضخامت ورق پرکننده بیان شده است. در ابتدا اثر اندازه بازشو و سپس تأثیر ضخامت ورق و ابعاد قاب بر روی ضریب رفتار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

جدول ۲ - ضریب رفتار دیوار برشی با دهانه ۳۰۰ سانتیمتری

مشخصات قاب	درصد مساحت بازشو	ضخامت ورق (mm)	μ	$R\mu$	Ω	R	درصد کاهش ضریب رفتار
Frame 500 x 320	--	15	18.88	6.06	1.43	12.47	--
	10%		15.26	5.43	1.42	11.1	11%
	20%		12.33	4.86	1.43	10	20%
	30%		8.76	4.06	1.4	8.18	34%
	--	30	20.89	6.39	1.41	12.97	--
	10%		18.9	6.07	1.43	12.5	4%
	20%		15.65	5.5	1.41	11.16	14%
	30%		7.28	3.68	1.38	7.31	44%

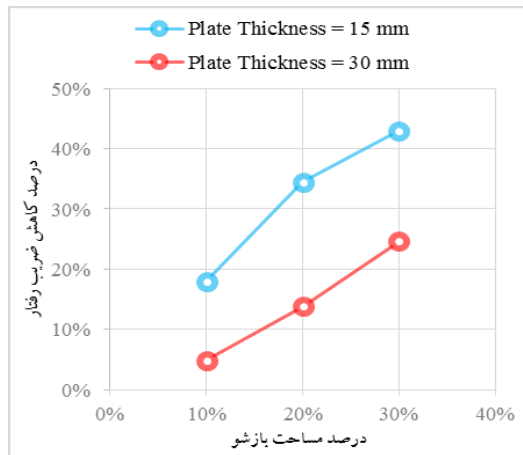
جدول ۳ - ضریب رفتار دیوار برشی با دهانه ۵۰۰ سانتیمتری

مشخصات قاب	درصد مساحت بازشو	ضخامت ورق (mm)	μ	$R\mu$	Ω	R	درصد کاهش ضریب رفتار
Frame 500 x 320	--	15	13.59	5.12	1.47	10.84	--
	10%		11.14	4.61	1.34	8.89	18%
	20%		9.42	4.22	1.17	7.1	35%
	30%		7.22	3.67	1.17	6.18	43%
	--	30	15.35	5.45	1.47	11.54	--
	10%		13.98	5.19	1.47	10.98	5%
	20%		11.55	4.7	1.47	9.95	14%
	30%		8.94	4.11	1.47	8.7	25%

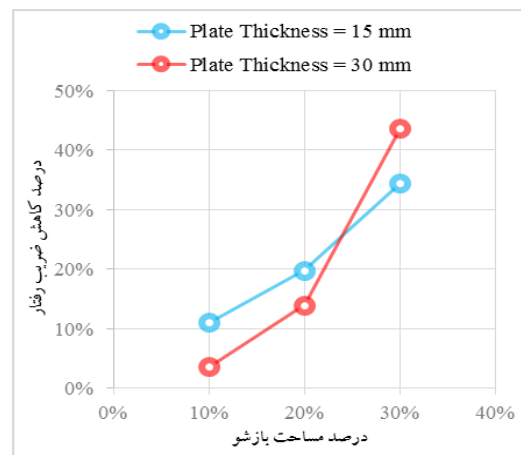
مشخصات قاب	درصد مساحت بازشو	ضخامت ورق (mm)	μ	R_{μ}	Ω	R	درصد کاهش ضریب رفتار
Frame 700 x 320	--	15	14.02	5.2	1.76	13.17	--
	10%		5.16	3.05	2.94	12.91	2%
	20%		5.2	3.07	2	8.84	33%
	30%		9.81	4.31	1.3	8.06	39%
	--	30	12.68	4.94	1.87	13.3	--
	10%		14.78	5.34	1.58	12.14	9%
	20%		7.05	3.62	1.96	10.21	23%
	30%		5.09	3.03	1.63	7.11	47%

۵-۱. بررسی اندازه بازشو بر روی ضریب رفتار دیوار

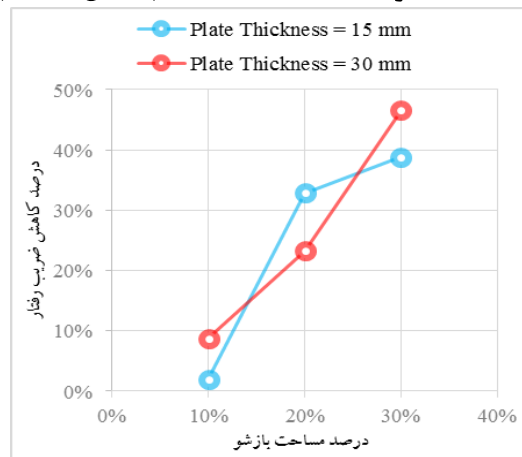
با مشاهده نتایج ارائه شده در جداول (۲) تا (۴) می‌توان دریافت که در تمامی حالات با افزایش ابعاد بازشو، همواره ضریب رفتار سیستم کاهش یافته است. این کاهش در مقدار ضریب رفتار در نمودارهای شکل (۵) به وضوح قابل مشاهده می‌باشد.



(ب) مدل‌های قاب دهانه ۵۰۰ سانتیمتری



(الف) مدل‌های قاب دهانه ۳۰۰ سانتیمتری



(ج) مدل‌های قاب دهانه ۷۰۰ سانتیمتری

شکل ۵ - درصد کاهش ضریب رفتار با تغییر در مساحت بازشو

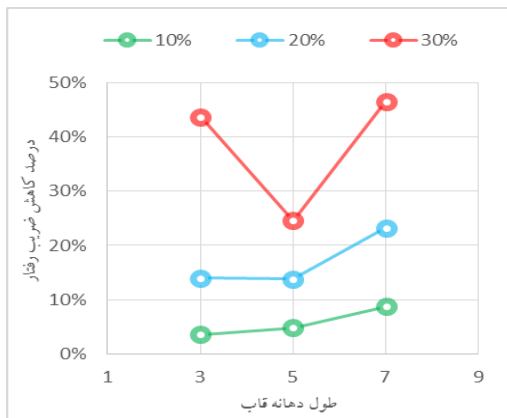
۵-۲. بررسی ضخامت ورق پرکننده بر روی ضریب رفتار دیوار

در بررسی مدل‌های دیواربرشی با دهانه ۳ متر مشخص شد که با کاهش لاغری و یا به بیان دیگر افزایش ضخامت ورق پرکننده، به جز نمونه‌ای که در آن از بازشوی ۳۰٪ استفاده شده است؛ در سایر نمونه‌ها ضریب رفتار سیستم به مقدار اندکی افزایش می‌یابد. عدم تبعیت دیوار دارای بازشوی ۳۰٪ از این نتیجه، حاکی از وجود یک بی‌نظمی در تغییرات ضریب رفتار، با افزایش ضخامت ورق پرکننده (در مدل‌های این گروه) دارد. این بی‌نظمی با مراجعه به شکل (۵-الف) قابل تشخیص است. نکته قابل توجه در اشکال (۵)، مقدار کمترین و بیشترین اختلاف برای ضریب رفتار دیوارهای برشی با ضخامت‌های ورق ۳۰ و ۱۵ میلیمتر می‌باشد که بترتیب برابر با ۱٪ و ۳٪ می‌باشد. اختلاف اندک مقادیر حاصل دلالت بر عدم تأثیر چشمگیر ضخامت ورق پرکننده در مقدار ضریب رفتار دیوار برشی دارد. در بررسی مدل‌های دیوار برشی با دهانه ۵ متر مشخص شد که با افزایش ضخامت ورق پرکننده، در تمامی مدل‌ها، ضریب رفتار سیستم به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این حالت کمترین اختلاف نتایج حاصل برای ضریب رفتار دیوارهای برشی با ضخامت ورق ۳۰ میلیمتر نسبت به ضخامت ورق ۱۵ میلیمتر، برابر ۲۴٪ و بیشترین مقدار برابر ۴۱٪ است که مقدار قابل توجهی می‌باشد.

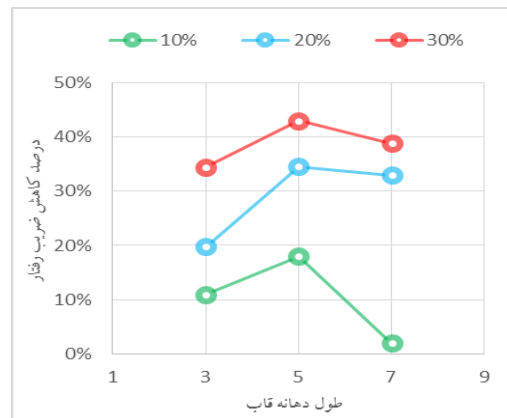
برای مدل‌های با دهانه ۷ متر، با افزایش ضخامت ورق پرکننده یک روند افزایشی و یا کاهشی منظمی دیده نمی‌شود. به بیان دیگر با افزایش ضخامت ورق پرکننده از ۱۵ به ۳۰ میلیمتر، در مدل دارای ۱۰٪ بازشو مقدار ضریب رفتار ۶٪ کاهش، در مدل دارای ۲۰٪ بازشو مقدار ضریب رفتار ۱۵٪ افزایش و در مدل دارای ۳۰٪ بازشو مقدار ضریب رفتار ۲٪ کاهش می‌یابد. اگرچه تغییرات ضریب رفتار با تغییر در ضخامت ورق در مدل‌های دارای دهانه ۷ متر، بسیار نامنظم است؛ ولی بیشترین اختلاف بین نتایج ۱۵٪ حاصل شده است که مقدار قابل توجهی نمی‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مدل‌های این گروه نیز همانند مدل‌های دهانه ۳ متر، با افزایش ضخامت ورق پرکننده، ضریب رفتار دیوار برشی تغییر چشمگیری ندارد.

۵-۳. بررسی نسبت ابعاد دهانه قاب بر روی ضریب رفتار دیوار

در آخرین قسمت از بررسی ضریب رفتار در دیوار برشی فولادی، به بررسی تغییرات در نسبت ابعاد دهانه قاب پرداخته شده است. با توجه به مقدار ثابت ارتفاع قاب در تمامی نمونه‌ها (۳۲۰ سانتیمتر)، فرآیند بررسی تغییرات نسبت ابعاد دهانه قاب بر اساس تغییرات طول دهانه تیر صورت گرفته است. نمودارهای شکل (۶) تغییرات ضریب رفتار در دیوار برشی فولادی را با تغییر در طول دهانه قاب برای دو ضخامت ورق ۱۵ و ۳۰ میلیمتر نشان می‌دهد.



ب) مدل‌های دارای ضخامت ورق ۳۰ میلیمتر



الف) مدل‌های دارای ضخامت ورق ۱۵ میلیمتر

شکل ۶ - درصد کاهش ضریب رفتار با تغییر در طول دهانه

از اشکال فوق می‌توان دریافت که با افزایش دهانه قاب در مدل‌های دارای ضخامت ورق ۱۵ میلیمتر، ضریب رفتار دیوار برشی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد؛ در حالی که در مدل‌های دارای ضخامت ورق ۳۰ میلیمتر، این روند تقریباً معکوس شده است. در مدل‌های دارای ضخامت ورق ۱۵ میلیمتر، با افزایش مساحت بازشو، تغییرات ضریب رفتار با تغییر در طول دهانه قاب کمتر شده است. از سوی دیگر در مدل‌های دارای ضخامت ورق ۳۰ میلیمتر، این روند دقیقاً معکوس بوده و با افزایش مساحت بازشو، تغییرات ضریب رفتار با تغییر در طول دهانه قاب بیشتر می‌شود.

۶. نتیجه‌گیری



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



در بررسی بعمل آمده بر روی تغییرات ضریب رفتار دیوار برشی فولادی با تغییر در ابعاد بازشو، ضخامت ورق و همچنین ابعاد دهانه قاب، می توان به نتایج زیر اشاره کرد:

۱. در تمامی حالات با افزایش ابعاد بازشو، همواره ضریب رفتار سیستم کاهش یافته است.
۲. تنها در مدل های دارای دهانه ۵ متر، با افزایش ضخامت ورق پرکننده، مقدار ضریب رفتار افزایش قابل توجهی داشته و در سایر مدل ها تغییرات ضریب رفتار با تغییر در ضخامت ورق، بسیار اندک بوده و از یک نظم خاصی نیز پیروی نمی نماید.
۳. در مدل های دارای ضخامت ورق ۱۵ میلیمتر، با افزایش مساحت بازشو، تغییرات ضریب رفتار با تغییر در طول دهانه قاب کمتر شده است. از سوی دیگر در مدل های دارای ضخامت ورق ۳۰ میلیمتر، این روند دقیقاً معکوس شده و با افزایش مساحت بازشو، تغییرات ضریب رفتار با تغییر در طول دهانه قاب بیشتر می شود.

۷. مراجع

۱. چمن آرا، م. و نیکخواه، ع. (۱۳۹۲)، "بررسی اثر مقاوم سازی دیوار برشی فولادی بازشودار با الیاف FRP به روش عددی"، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال شانزدهم، شماره دو، صفحات ۴۵-۵۹.
۲. رهگذر، م. ع. (۱۳۹۱)، "برآورد ضریب مقاومت افزون سازه های مسلح به دیوارهای برشی فولادی"، مجله علمی - پژوهشی عمران مدرس، دوره دوازدهم، شماره ۴، صفحات ۶۳-۷۸.
۳. قلهکی، م.، گرامی، م. و اصغری تکدام، ه. (۱۳۹۲)، "بررسی رفتار دیوار برشی فولادی ورق نازک با اتصالات صلب تحت طیف های دور و نزدیک گسل و مقایسه با طیف آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران"، نشریه علمی پژوهشی امیرکبیر (مهندسی عمران و محیط زیست)، سال ۴۵، شماره ۱، صفحات ۵۳-۶۷.
۴. قلهکی، م. و صبوری، س. (۱۳۸۸)، "تأثیر ضریب شکل پذیری بر ضریب رفتار دیوارهای برشی فولادی با ورق نازک"، انجمن سازه های فولادی ایران، سال ۵، شماره ۵، صفحات ۵۲-۶۳.
5. Takahashi, Y., Takeda, T., Takemoto, Y., Takagi, M., "Experimental Study on Thin Steel Shear Walls and Particular Steel Bracings under Alternative Horizontal Load", Preliminary Report, IABSE Symposium on Resistance and Ultimate Deformability of Structures Acted on by Well Defined Repeated loads, Lisbon.
6. Mimura, H., and Akiyama, H. (1977). "Load-deflection relationship of earthquake resistant steel shear walls with a developed diagonal tension field", Transactions of AIJ, 260, (in Japanese).
7. Vian, D., and Bruneau, M., "Testing of Special LYS Steel Plate Shear Walls", The 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 978, Vancouver, British Columbia, Canada, 2004.
8. Kharrazi, M. H. K., "Rational Method for Analysis and Design of Steel Plate Shear Walls", PhD Dissertation, UBC, Canada, 2005.
۹. قلهکی، م. و قدکساز، م. ب. (۱۳۹۴)، "اثر بازشوی متمرکز و گسترده بر پارامترهای رفتاری پانل های برشی فولادی تقویت شده"، نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، جلد ۴۵، شماره ۳، صفحات ۹۷-۱۰۵.
10. Divan, M. and Madhkhan, M. (2011), "Determination of behavior coefficient of prefabricated concrete frame with prefabricated shear walls", the twelfth East Asia-pacific conference on structural engineering and construction, Procedia Engineering, **14**, pp 3229-3236.
11. Sabouri-Ghomi, S. and Mamazizi, S. (2015), "Experimental investigation on stiffened steel plate shear walls with two rectangular openings", Thin-Walled Structures, **86** (January), pp 56-66.