



## ارزیابی مقاومت افزون و شکل‌پذیری قاب‌های خمشی فولادی بر اساس دو نرم‌افزار SAP2000 و OpenSees

فرشاد طیاری<sup>۱</sup>، سامان باقری<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

farshad.tayyari@yahoo.com

### خلاصه

هدف از این تحقیق، بررسی مقاومت افزون و شکل‌پذیری قاب‌های خمشی فولادی است که در ضریب رفتار سازه موثرند. برای این منظور قاب‌های خمشی با شکل‌پذیری متوسط، در تعداد طبقات ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ طراحی و مدل‌سازی شدند. برای تعیین ضریب کاهش نیرو ناشی از مقاومت افزون و شکل‌پذیری، از تحلیل استاتیکی غیرخطی در دو نرم‌افزار SAP2000 و OpenSees استفاده شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که سهم مقاومت افزون در ضریب رفتار حاصل برای قاب‌های خمشی مورد مطالعه بسیار بیشتر از شکل‌پذیری است؛ بطوریکه میانگین ضریب کاهش نیرو ناشی از شکل‌پذیری طبق رابطه نیومارک و هال براساس نرم‌افزارهای OpenSees و SAP2000 به ترتیب ۱/۳۹ و ۱/۱۹ می‌باشد، در حالیکه میانگین ضریب کاهش نیرو ناشی از مقاومت افزون براساس دو نرم‌افزار ذکر شده به ترتیب ۳/۹۶ و ۴/۴۵ است.

**کلمات کلیدی:** قاب خمشی، ضریب رفتار، مقاومت افزون، شکل‌پذیری.

### ۱. مقدمه

هدف اصلی در طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها این است که رفتار ساختمان در مقابل نیروهای ناشی از زلزله‌های کوچک، بدون خسارت و در محدوده رفتار خطی بوده و در مقابل نیروهای ناشی از زلزله‌های شدید، ضمن حفظ پایداری کلی خود، خسارت‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای را تحمل کند. در زلزله‌های شدید تنها عامل مقاومت مطرح نیست و بخشی از انرژی ورودی زلزله با رفتار غیرارتجاعی و با کمک شکل‌پذیری سازه مستهلک می‌شود. با توجه به اینکه طراحی سازه‌ها، صرفاً براساس رفتار ارتجاعی اعضا و عدم توجه به رفتار خمیری و ظرفیت جذب انرژی آنها، به هنگام تحمل نیروهای بزرگی مانند زلزله منجر به طرح غیراقتصادی و رسیدن به سازه‌ای با اعضای بسیار سنگین خواهد شد، لذا برای منظور نمودن اثرات مثبت رفتار خمیری سازه در تحمل نیروهای جانبی، تقریباً تمامی آیین‌نامه‌های معتبر دنیا یک ضریب ویژه موسوم به ضریب رفتار را معرفی کرده‌اند. این ضریب تابع عوامل گوناگونی است. در سال ۱۹۹۵، پژوهش‌های ATC-19 [۱] و ATC-34 [۲] که به صورت همزمان پیگیری می‌شد، ضریب رفتار را با سه عامل عمده شکل‌پذیری، مقاومت افزون و نامعینی مرتبط کرد. عامل نامعینی به تعداد خطوط لرزه‌بر که در برابر نیروی زلزله مقاومت می‌کند بستگی دارد. برای تعداد خطوط لرزه‌بر چهار و بالاتر، این ضریب برابر یک خواهد بود. با توجه به اینکه در ساختمان‌های قاب خمشی هر قاب به عنوان یک خط لرزه‌بر محسوب می‌شود، ضریب کاهش ناشی از نامعینی برای ساختمان‌های دارای چهار یا بیشتر قاب خمشی یک می‌باشد. در ادامه ضرایب کاهش ناشی از مقاومت افزون و شکل‌پذیری شرح داده می‌شود. سپس به منظور ارزیابی مقاومت افزون و شکل‌پذیری ساختمان‌های قاب خمشی فولادی، مدل‌های ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ طبقه تحت تحلیل استاتیکی غیرخطی در دو نرم‌افزار SAP2000 و OpenSees قرار می‌گیرند.

### ۲. شکل‌پذیری

سازه بر اثر وجود شکل‌پذیری می‌تواند مقدار قابل توجهی از انرژی زلزله را با رفتار هیستریزس مستهلک کند. در صورت وجود ظرفیت شکل‌پذیری کافی در سازه، می‌توان مقاومت مورد نیاز سازه را کمتر از مقاومت ارتجاعی لازم در نظر گرفت. البته این کاهش مقاومت نباید به گونه‌ای باشد که