

## مقایسه رفتار لرزه‌ای سازه‌های قاب خمشی بتن مسلح و قاب خمشی به همراه دیوار برشی

حسن مقدم<sup>۱</sup>، مجتبی حراتی<sup>۲</sup>

۱- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران-زلزله

harati@mehr.sharif.ir

### خلاصه

بررسی مشاهدات عملکرد لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای بتن مسلح نشان‌دهنده‌ی این واقعیت است که، سیستم‌های دارای دیوار برشی از پایداری لرزه-ای مناسب‌تری برخوردارند. آیین‌نامه‌ها و دیدگاه‌هایی هنوز وجود دارد که بر این باورند، دیوارهای برشی دارای رفتار ترد هستند. به این خاطر است که تعدادی از آیین‌نامه‌های موجود، برای طراحی سیستم‌های سازه‌ای با دیوار برشی، ضریب شکل‌پذیری کوچک‌تری (برابری) به نسبت سیستم‌های قابی پیشنهاد می‌کنند و در واقع به طور غیرمستقیم عملکرد لرزه‌ای یکسانی را برای هر دو سیستم «سازه‌ی قابی» و «سازه‌ی قاب به علاوه دیوار برشی» در نظر می‌گیرند. هدف این تحقیق مقایسه رفتار این دو نوع سیستم لرزه بر در زلزله‌های شدید واقعی است. در این مقاله نتایج تحلیل رانشی دینامیکی قاب‌های خمشی با و بدون سیستم دیوار برشی ارائه شده است. نتایج تحلیل نشان می‌دهد، وجود دیوار برشی باعث کاهش تقاضای تغییرشکل در کل سازه شده است که بیانگر عملکرد مثبت دیوار است. این کاهش تغییر شکل هم در مقادیر چرخش مفاصل پلاستیک و هم در رانش جانبی سازه دیده می‌شود. با توجه به شواهد، به نظر می‌رسد که سازه‌های دارای دیوار برشی از عملکرد لرزه‌ای بهتری برخوردارند.

کلمات کلیدی: قاب خمشی، دیوار برشی، تحلیل عملکردی، تحلیل رانشی دینامیکی، معیارهای پذیرش.

### ۱. مقدمه

در بررسی گزارش‌های فنی تدوین‌شده‌ی پس از زلزله در ۲۰ سال اخیر، هرچند همه سازه‌های دارای دیوار برشی عملکرد کلی مناسب داشته‌اند، ولی در بعضی موارد به علت به وجود آمدن المان کوتاه در این سازه‌ها و همچنین نداشتن فولادهای عرضی مناسب، دیوارهای برشی و ستون‌ها دچار آسیب شده‌اند. وجود چنین تجربیاتی در زلزله‌های پیشین باعث شده تا دیدگاه‌هایی هنوز وجود داشته باشند که بر این باورند، دیوارهای برشی دارای رفتار ترد هستند. این در حالی است که مطالعات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد که دیوارهای برشی بلند و با رفتار خمشی عملکرد بسیار مطلوبی داشته و دارای قابلیت جذب و اتلاف انرژی بالایی هستند [۱]، [۲]، [۳]. حتی دیوارهایی با عملکرد برشی نیز می‌توانند طوری طراحی شوند که رفتاری نزدیک به رفتار دیوارهای کنترل شده با خمش را داشته باشند [۴]، [۵]. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، امروزه دیوارهای برشی طراحی‌شده با آیین‌های فعلی، ظرفیت برشی بالایی داشته و عملاً با مکانیزم خمشی که با جاری شدن میل‌گردهای طولی در المان‌های مرزی همراه است، موجبات جذب و اتلاف انرژی را به خوبی تأمین می‌کنند [۶]. به خاطر باور عمومی ترد بودن دیوارهای برشی است که تعدادی از آیین‌نامه‌های موجود، برای طراحی سیستم‌های سازه‌ای با دیوار برشی، ضریب شکل‌پذیری کوچک‌تری (برابری) به نسبت سیستم‌های قابی پیشنهاد می‌کنند که این موضوع سبب شده تا مهندسين به استفاده‌ی از سیستم‌های قاب خمشی بتن مسلح راغب تر باشند. در این تحقیق از قاب‌های ۶ طبقه‌ی سه بعدی با و بدون دیوار برشی جهت مطالعه‌ی رفتار سازه‌های رایج میان طبقه‌ی<sup>۱</sup> بتن مسلح استفاده شده است. این سازه‌ها با آیین‌نامه‌های رایج کشور ایران و بر اساس شکل‌پذیری متوسط به صورت خطی طراحی‌شده‌اند. جهت بررسی رفتار غیرخطی این سازه‌ها، مدل‌های طراحی‌شده مجدداً در نرم‌افزار ساینزمواستراکت<sup>۲</sup> تکثیر شده است. برای تحلیل

<sup>۱</sup> Mid-Rise Buildings

<sup>۲</sup> Seismostruct Software