

# مقایسه‌ی عملکرد و رفتار غیرخطی ساختمان‌های قاب خمشی فولادی

## طراحی شده با دو روش تغییر مکان و نیرو در حضور پیچش

### چکیده

طراحی بر اساس تغییر مکان یکی از زیرشاخه‌های طراحی عملکردی می‌باشد که در سال‌های اخیر موضوع تحقیقات بسیاری را به خود اختصاص داده است. البته با وجود انتشار بخش قابل توجهی از نتایج این تحقیقات در قالب یک مدل آیین‌نامه‌ای تحت عنوان DBD12 در سال 2012، این رویکرد هنوز به طور گسترده مورد کاربرد قرار نگرفته است. از جمله دلایل این مسأله عدم تعمیم مطالعات به حالت سه‌بعدی و در نتیجه عدم کفایت نتایج در مورد ساختمان‌های پیچشی است. به علاوه تحلیل لرزه‌ای در رویکرد تغییر مکانی با استفاده از یک مدل غیرخطی ساده شده صورت می‌گیرد و استفاده از آن در مقایسه با رویکرد نیرویی مرسوم، نیازمند سطح بیشتری از اطلاعات در رابطه با رفتار غیرخطی سازه‌هاست. در این شرایط مقایسه‌ی سازه‌های طراحی شده با دو روش ضروری به نظر می‌رسد.

هدف از انجام این پژوهش، ابتدا تشریح و کاربرد رویکرد طراحی بر اساس تغییر مکان در ساختمان‌های سه‌بعدی دارای قاب خمشی فولادی و در ادامه انجام یک مقایسه بر اساس عملکرد ساختمان‌های طراحی شده با دو رویکرد تغییر مکانی و نیرویی متداول، در حضور پیچش است. به این منظور ابتدا ساختمان‌های منظم در پلان 4، 8 و 12 طبقه به نمایندگی از ساختمان‌های کوتاه مرتبه، میان مرتبه و نسبتاً بلند مرتبه، در منطقه‌ای با خاک نوع II و خطر پذیری لرزه‌ای بسیار زیاد (بر اساس ضوابط استاندارد 2800) با دو رویکرد مورد اشاره و بر اساس توصیه‌های دو آیین‌نامه‌ی DBD12 و ASCE7-16 مورد طراحی قرار گرفته‌اند. در مرحله‌ی بعد، مدل‌های دو گروه ساختمان طراحی شده، با اعمال خروج از مرکزیت ناشی از جابه‌جایی مرکز جرم در دو راستا، با مقادیر 0، 10، 20 و 30 درصد بعد پلان، تحت اثر 11 زوج شتاب‌نگاشت افقی سازگار با طیف طراحی و با استفاده از نرم‌افزار OpenSees مورد تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی قرار گرفته‌اند. در پایان مقادیر حداکثر پاسخ‌های سازه‌ای، تعداد مفاصل پلاستیک تشکیل شده در هر سطح عملکردی و نیز مقادیر حداکثر مجموع چرخش مفاصل خمیری در طول زلزله، با استفاده از جزئیات FEMA356 در هر تحلیل به دست آمده است. نتایج حاصل بیانگر این است که در هنگام زلزله محدودیت‌های مربوط به دررفت در هر دو گروه سازه‌ی طراحی شده کنترل می‌گردد. همچنین بررسی مفاصل تشکیل شده در سطوح عملکرد گوناگون نشان داد که چرخش مفاصل خمیری در هیچ‌یک از سازه‌های مورد بررسی از محدوده‌ی ایمنی جانی فراتر نرفته و تقریباً در تمام موارد تعداد مفاصل تشکیل شده در سازه‌های روش تغییر مکانی کمتر است که این مسأله به معنای عملکرد بهتر این سازه‌ها می‌باشد. البته اختلاف در تعداد مفاصل و عملکرد در مورد سازه‌های با تعداد طبقات بیشتر قابل توجه‌تر بوده به طوری که در مورد سازه‌ی 12 طبقه‌ی روش تغییر مکانی، تعداد مفاصل تشکیل شده در سطوح IO و LS به ترتیب حدود 80% و 50% تعداد مفاصل در سازه‌های روش نیرویی است. مقایسه‌ی حداکثر مجموع چرخش مفاصل خمیری نیز حکایت از تأمین عملکرد مناسب‌تر توسط روش تغییر مکانی در اغلب طبقات به خصوص در سازه‌های بلندمرتبه‌تر دارد. به علاوه مقایسه‌ی حداکثر مجموع چرخش مفاصل خمیری در طبقه‌ی بحرانی سازه‌های مورد مطالعه نشان داد که در مورد سازه‌های 4 طبقه، در اغلب حالات مقدار چرخش در سازه‌ی روش نیرویی کمتر است. این در حالی است که میزان اختلاف در مورد سازه‌های 8 طبقه زیاد نبوده و در چشمگیرترین حالت چرخش در سازه‌ی روش تغییر مکانی 10% کمتر بوده است. با این همه در رابطه با سازه‌های 12 طبقه اختلاف بسیار زیاد بوده، به طوری که چرخش طبقه‌ی بحرانی سازه‌های روش تغییر مکانی تنها 50% مقدار متناظر در سازه‌های روش نیرویی است.

**کلمات کلیدی:** طراحی لرزه‌ای، طراحی بر اساس تغییر مکان، نامنظمی پیچشی، تحلیل غیرخطی، ارزیابی عملکردی