

مقایسه‌ی عملکرد و رفتار غیرخطی ساختمان‌های قاب خمشی فولادی طراحی‌شده با دو روش تغییرمکان و نیرو در حضور پیچش

امیرحسین شمس کههریزسنگی، فرهاد بهنام‌فر، تیر ۱۳۹۸

طراحی بر اساس تغییرمکان 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 ۲۰۱۲، 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 تغییرمکانی با استفاده از یک مدل غیرخطی ساده‌شده 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 طراحی‌شده با دو روش ضروری به نظر می‌رسد.

هدف از انجام این پژوهش، ابتدا تشریح و کاربرد رویکرد طراحی بر اساس تغییرمکان در ساختمان‌های سه‌بعدی دارای قاب خمشی فولادی و در ادامه انجام یک مقایسه بر اساس عملکرد ساختمان‌های طراحی‌شده با دو رویکرد تغییرمکانی و نیرویی متداول، در حضور پیچش است. به این منظور ابتدا ساختمان‌های منظم در پلان ۴، ۸ و ۱۲ طبقه به نمایندگی از ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه، میان‌مرتبه و نسبتاً بلندمرتبه، در منطقه‌ای با خاک نوع II و خطرپذیری لرزه‌ای بسیار زیاد (بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰) 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 طراحی‌شده، با اعمال خروج از مرکزیت ناشی از جابه‌جایی مرکز جرم در دو راستا، با مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد بعد پلان، تحت اثر ۱۱ زوج شتاب‌نگاشت افقی سازگار با طیف طراحی و با استفاده از نرم‌افزار OpenSees مورد تحلیل تاریخیچه زمانی غیرخطی قرار گرفته‌اند. در پایان مقادیر حداکثر پاسخ‌های سازه‌ای، تعداد مفاصل پلاستیک تشکیل‌شده 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 طراحی‌شده کنترل می‌گردد. همچنین بررسی مفاصل تشکیل‌شده در سطوح عملکردی 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 تشکیل‌شده در سازه‌های روش تغییرمکانی 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 ۱۲ طبقه‌ی روش تغییرمکانی، تعداد مفاصل تشکیل‌شده در سطوح IO و LS به ترتیب حدود ۸۰٪ و ۵۰٪ تعداد مفاصل در سازه‌های روش نیرویی است. مقایسه‌ی حداکثر مجموع چرخش مفاصل خمیری نیز حکایت از تأمین عملکرد مناسب‌تر توسط روش تغییرمکانی 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 ۴ طبقه، در اغلب حالات مقدار چرخش در سازه‌ی روش نیرویی کمتر است. این در حالی است که میزان اختلاف در مورد سازه‌های ۸ طبقه زیاد نبوده و در چشمگیرترین حالت چرخش در سازه‌ی روش تغییرمکانی ۱۰٪ کمتر بوده است. با این همه در رابطه با سازه‌های ۱۲ طبقه اختلاف بسیار زیاد بوده، به طوری‌که چرخش طبقه‌ی بحرانی سازه‌های روش تغییرمکانی تنها ۵۰٪ مقدار متناظر در سازه‌های روش نیرویی است.

کلمات کلیدی: طراحی لرزه‌ای، طراحی بر اساس تغییرمکان، نامنظمی پیچشی، تحلیل غیرخطی، ارزیابی عملکردی.