

## تحلیل فروریزش سازه‌های پیچشی قاب خمشی در برابر زلزله

### چکیده

در تحقیق حاضر تاثیر پیچش بر رفتار فروریزش ساختمان‌های فولادی قاب خمشی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور ابتدا ساختمان‌های فولادی ۷، ۴ و ۱۰ طبقه روی دو نوع خاک ساختگاه C و D که در پلان نامنظم هستند توسط نرم افزارهای رایج طراحی شده و مشاهده شد که مقادیر خروج از مرکزیت در مطالعات پیشین بیش تر از مقادیر ممکن در واقعیت در نظر گرفته شده است و حداکثر خروج از مرکزیت در سیستم‌های قاب خمشی تنها، در صورت طراحی بهینه اعضا با احتساب پیچش، معمولاً کمتر از ۱۰٪ می‌باشد. سپس سازه‌های طراحی شده با مقادیر خروج از مرکزیت منطقی به صورت غیرخطی مدل شده و رفتار فروریزش آن‌ها تحت ۱۱ رکورد زلزله مناسب توسط تحلیل دینامیکی افزایشی (IDA) ارزیابی گردید و منحنی‌های شتاب طیفی در مقابل دریفت حداکثر طبقات در هر زلزله محاسبه شد. مدل‌سازی غیرخطی اعضا در نرم افزار OpenSees انجام شده و بدین منظور تیرها با المان مفصل غیرخطی متمرکز در دو انتها و الاستیک در میان دو مفصل و ستون‌ها با المان فایبر BWH مدل شده‌اند. مزیت این نوع مدل‌سازی، وارد کردن پدیده زوال در تیرها و اندرکنش خمش دو محوره و نیروی محوری در ستون‌ها در تحلیل می‌باشد. در نهایت و با فرض توزیع لوگ-نرمال، منحنی شکنندگی هر یک از سازه‌ها در برون محوری‌های مختلف ترسیم گردید. با استفاده از نتایج تحلیل‌ها، تاثیر نامنظمی پیچشی بر حاشیه ایمنی فروریزش و منحنی شکنندگی سازه‌ها مطالعه شده و مشاهده شد که این پدیده می‌تواند باعث کاهش ایمنی در عملکرد فروریزش سازه‌ها شود. با افزایش پیچش در ساختمان‌ها، منحنی شکنندگی فروریزش عقب‌تر رفته و به تبع آن، شتاب فروریزش نظیر احتمال ۵۰٪ کاهش می‌یابد. به علاوه، معمولاً با افزایش پیچش سازه، حاشیه ایمنی فروریزش آن نیز کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که بیشترین تغییرات در خروج از مرکزیت ۱۵٪ رخ داده و در خروج از مرکزیت‌های کمتر تغییرات شدید نیست، به طوری که بیشترین کاهش حاشیه ایمنی نسبت به حالت بدون پیچش، به ازای خروج از مرکزیت‌های ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ به ترتیب ۱۱٪، ۲۲٪/۸ و ۴۵٪/۶ می‌باشد که همگی در سازه ۱۰ طبقه روی خاک C رخ می‌دهد. این شیب کاهش حاشیه ایمنی فروریزش در سازه‌های بلندتر شدیدتر بوده و بیشترین کاهش در سازه ۷ و ۱۰ طبقه به ترتیب ۸٪/۸، ۲۳٪/۷ و ۴۵٪/۶ می‌باشد. نتایج بدست آمده در هر دو نوع سازه روی خاک C و D برقرار بوده و در حداکثر خروج از مرکزیت و سازه ۱۰ طبقه، همواره بحرانی‌ترین حالت رفتاری رخ می‌دهد. با این تفاوت که با سست‌تر شدن خاک ساختگاه سازه، مقاطع اعضا سنگین‌تر شده و منحنی‌های شکنندگی جلوتر قرار می‌گیرند. به علاوه به نظر می‌رسد هرچه سختی سازه کم‌تر باشد اثر پیچش نیز بیشتر خواهد بود. به طوری که در بدترین حالت، حاشیه ایمنی سازه ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۵٪ روی خاک سفت‌تر (C) تا ۴۵٪/۶ نسبت به حالت بدون پیچش کاهش یافته، این در حالی است که کاهش حاشیه ایمنی سازه مشابه روی خاک D، ۲۵٪/۱ می‌باشد. توجه شود که مقدار خروج از مرکزیت تمامی طبقات هر سازه یکسان فرض شدند. بنابراین تاثیر قابل توجه پیچش بر سازه‌های ۷ و ۱۰ طبقه تا حدودی اغراق آمیز است چون احتمال وقوع همزمان خروج از مرکزیت یکسان در تمام طبقات اندک می‌باشد. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر از اثر اندرکنش خاک-سازه صرف نظر شده است.

### کلمات کلیدی

تحلیل فروریزش، سازه پیچشی، تحلیل دینامیکی افزایشی، منحنی شکنندگی، قاب خمشی فولاد

