



## بررسی ویژگیهای دینامیکی و پاسخهای لرزه‌ای سازه‌های نامنظم دارای پس رفتگی در ارتفاع

زهرة بهلولی<sup>1</sup>، مهدی پورشاء<sup>2</sup>

1- کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه

2- استادیار دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی سهند تبریز

z\_bohloolie8899@yahoo.com

### چکیده

خسارات ناشی از زلزله از نقاط ضعف موجود در قابهای مقاوم بار جانبی آغاز می‌شود. در بعضی موارد، این ضعف ممکن است به دلیل ناپیوستگی در سختی، مقاومت یا جرم بین طبقات مجاور و یا ناپیوستگی بین طبقات به دلیل تغییرناگهانی در هندسه قاب در طول ارتفاع صورت گیرد. موارد زیادی از شکست ساختمانها در زلزله‌های گذشته ناشی از این ناپیوستگی‌های ارتفاعی وجود دارد. فرم رایج ناپیوستگی در ارتفاع، که از کاهش ابعاد جانبی سازه در طول ارتفاع ناشی می‌شود سازه دارای پس رفتگی<sup>1</sup> می‌باشد. در این مطالعه، 28 قاب 3 و 9 طبقه دارای پس رفتگی با پیکربندی‌های هندسی مختلف در نظر گرفته شده است. تحلیل مقدار ویژه به منظور بررسی ویژگیهای دینامیکی این نوع سازه‌ها انجام گرفته است، همچنین به منظور ارزیابی رفتار لرزه‌ای این نوع سازه‌ها، آنالیزهای تاریخچه زمانی غیر خطی که دقیق‌ترین روش برای ارزیابی نیازهای غیرالاستیک سازه است، با استفاده از 7 رکورد زلزله حوزه دور انجام شده است. از جمله نتایج تأثیر مودهای بالاتر در پاسخ این سازه‌هاست، همچنین پاسخهای سازه نشان می‌دهد که در محل پس رفتگی، پاسخهای سازه افزایش می‌یابد و حداکثر پاسخها متأثر از ویژگیهای دینامیکی بالای این سازه‌ها می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل دینامیکی غیر خطی، تحلیل مقدار ویژه، نامنظمی در ارتفاع، پس رفتگی، رفتار لرزه‌ای

### 1. مقدمه

سازه‌های واقعی اغلب نامنظم هستند و فرض منظم بودن آنها یک ایده آل سازی است که به ندرت اتفاق می‌افتد. تجربه زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های نامنظم در ارتفاع با موارد مشابه منظم متفاوت است، بنابراین بعضی روش‌های تحلیل که اغلب برای ساختمان‌های منظم استفاده می‌شود ممکن است برای پیش بینی رفتار لرزه‌ای سازه‌های نامنظم دارای دقت کافی نباشد [1].

نامنظمی در ساختمان‌ها طبق تعاریف آیین‌نامه‌های مختلف به علت توزیع نامتناسب جرم، سختی و مقاومت در سازه رخ می‌دهد و یا به دلیل نامنظمی هندسی در ارتفاع، که ابعاد پلان سازه در ارتفاع تغییر قابل توجهی می‌یابد که ساختمان‌های دارای پس رفتگی یا عقب نشینی در ارتفاع (setback) و ساختمان‌های با شکل هرمی از این نوع هستند [1]. از این رو این نوع نامنظمی، مورد توجه محققین قرار گرفته است. هومر و رایت در سال 1977 پاسخ لرزه‌ای قاب‌های فولادی دارای پس رفتگی را مورد مطالعه قرار دادند و از جمله نتایج آنها نیاز بالای شکل پذیری در مجاورت پس رفتگی بود [2]. شهروز و موهل در سال 1990 با انجام آزمایش بر روی یک ساختمان بتنی شش طبقه دارای پس رفتگی در وسط ارتفاع، ضمن بررسی آیین‌نامه UBC1988 برای این نوع سازه‌ها، یک روش طراحی استاتیکی را برای سازه‌های بتن مسلح دارای پس رفتگی پیشنهاد کردند [3]. وانگ و سو اعتبار ضوابط آیین‌نامه‌های طراحی را برای ساختمان‌های دارای پس رفتگی بررسی کردند که لازم است برش پایه حاصل از تحلیل دینامیکی به برش پایه حاصل از روش بار استاتیکی معادل آیین‌نامه هم پایه شود [4]. پینتو و همکاران سازه‌های دارای پس رفتگی را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که رفتار لرزه‌ای سازه‌های منظم و نامنظم مشابه است. در مطالعه آنها مقدار ناپیوستگی و نسبت ارتفاع پایه به ارتفاع کل سازه کوچک بود [5]. مازولانی و پیلسو بررسی‌های عددی گسترده‌ای با هدف ارزیابی تفاوت در ضریب رفتار قابهای دارای پس رفتگی و منظم متناظر انجام دادند. آنها نتیجه گرفتند که وجود پس رفتگی‌ها پاسخ لرزه‌ای را بدتر نمی‌کند [6]. سو و مقدم یک روش تحلیل استاتیکی غیر خطی را برای ارزیابی لرزه‌ای سازه‌های چند طبقه ارائه کردند. در این روش از یک تحلیل طیف پاسخ برای محاسبه جابجایی هدف و توزیع بار برای تحلیل پوش آور استفاده می‌شود [7].

<sup>1</sup> Setback Building