

# ارزیابی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های خمشی بتن مسلح نامنظم دارای پس‌رفتگی در ارتفاع، طراحی شده بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران

علیرضاحی<sup>۱</sup>، کیوان اسدی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه عمران، دانشگاه کردستان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه کردستان

keivan.asadi@uok.ac.ir

## خلاصه

یک نوع خاص نامنظمی در سازه، پس‌رفتگی<sup>۱</sup> در ارتفاع آن می‌باشد که تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد لرزه‌ای سازه دارد. در این تحقیق چندین نوع قاب بتنی خمشی با الگوی پس‌رفتگی متفاوت، بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان طراحی شده و پس از تحلیل دینامیکی غیرخطی با نرم افزار IDARC، پاسخهای غیرخطی آنها شامل تغییر شکل نسبی طبقات و چرخش‌های پلاستیک المانها محاسبه و ارزیابی می‌شوند. جهت بررسی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها، از ضوابط آیین‌نامه‌ی FEMA356 استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با ایجاد پس‌رفتگی در ارتفاع، سطح عملکرد قاب‌ها از سطح ایمنی جانی تجاوز می‌نماید اما در هر حال، با آستانه فرو ریزش فاصله زیادی دارد. همچنین نشان داده می‌شود که اعضای که در محل وقوع نامنظمی قرار دارند، بیشترین خسارت را تجربه کرده و برای اینکه عملکرد آنها در سطح ایمنی جانی باقی بماند باید به شیوه مناسبی تقویت شوند.

کلمات کلیدی: آیین‌نامه ۲۸۰۰، عملکرد لرزه‌ای، نامنظمی، پس‌رفتگی در ارتفاع، تحلیل غیر خطی

## ۱. مقدمه

امروزه به علت افزایش استفاده از انواع نامنظمی در سازه‌ها که ناشی از ملاحظات معماری و نوع خاص کاربری سازه می‌باشد، آیین‌نامه‌های لرزه‌ای کشورهای مختلف، همواره در حال ارزیابی و بازنگری ضوابط مربوط به سازه‌های نامنظم می‌باشند. انواع نامنظمی‌ها همواره در سازه باعث ایجاد اثرات نامطلوب و اخلال در عملکرد سازه در هنگام وقوع زلزله می‌شوند. یک نوع خاص نامنظمی در سازه، پس‌رفتگی در ارتفاع آن می‌باشد که ممکن است نامنظمی از نوع سختی، جرم و یا مقاومت در ارتفاع را به طور جداگانه و یا توأمان در سازه ایجاد کند. از این رو این نوع نامنظمی در سازه، از سال ۱۹۶۵ مورد توجه محققین قرار گرفته است. از جمله این تحقیقات می‌توان به مطالعات پتزین و چوپرا در سال ۱۹۶۵، بلوم و جاوری در سال ۱۹۶۹، پکاو و گرین در سال ۱۹۷۴ اشاره کرد که بیشتر به مطالعات میدانی و بررسی عملکرد این نوع از سازه‌ها در زلزله‌های گذشته پرداختند [1]. هومر و رایت در سال ۱۹۷۷ پاسخ لرزه‌ای قاب‌های فلزی دارای پس‌رفتگی را مورد مطالعه قرار داده و از نکات قابل توجه در تحقیقات آنها نیاز بالای شکل‌پذیری در مجاورت محل پس‌رفتگی سازه بود [2]. آراندا در سال ۱۹۸۴ مقایسه‌ای بین نیاز شکل‌پذیری قاب‌های دارای پس‌رفتگی و قاب‌های منظم در زلزله انجام داده و نیاز شکل‌پذیری بیشتر برای سازه‌های دارای پس‌رفتگی در ارتفاع را نسبت به سازه منظم مشاهده کرد [3]. شهرز و موهل در سال ۱۹۹۰ با انجام آزمایش بر روی یک ساختمان بتنی شش طبقه دارای پس‌رفتگی در وسط ارتفاع، ضمن بررسی آیین‌نامه UBC1988 برای این نوع سازه‌ها، یک روش طراحی استاتیکی خاص را برای سازه‌های بتن مسلح دارای پس‌رفتگی پیشنهاد کردند [4]. وود در سال ۱۹۹۲ بر روی سازه‌های بتن مسلح طراحی شده بر اساس ضوابط ویرایش جدید آیین‌نامه BOCA، آزمایشاتی انجام داده و بر پایه نتایج حاصل از آزمایشات ادعا کرد که رفتار لرزه‌ای قاب‌های دارای پس‌رفتگی و قاب‌های دارای هندسه یکنواخت طراحی شده بر اساس آیین‌نامه مذکور، متفاوت نمی‌باشد [5]. وانگ و تسو در سال ۱۹۹۴ بر روی پاسخ لرزه‌ای سازه‌های پس‌رفته، مطالعه‌ای انجام داده و مشاهده کردند که جرمهای مودی مودهای بالاتر، در این نوع از سازه‌ها، از سازه‌های منظم متناظر، بزرگتر می‌باشد [6]. رومو و همکاران در سال ۲۰۰۴ عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح دارای پس‌رفتگی در ارتفاع را بررسی و با مقایسه سازه‌های

<sup>1</sup>.Setback