

## ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های بلند نامنظم در پلان با نامنظمی سختی و مقاومت

اسمعیل طالبی ثمرین<sup>۱</sup>، مهدی پورشاء<sup>۲</sup>

۱ و ۲- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز، تبریز

e\_samarin@sut.ac.ir

### خلاصه

ساختمان‌های بلند نامتقارن در پلان به علت اثرات پیچش و مودهای ارتعاشی بالاتر، سازه‌های پیچیده‌ای می‌باشند. در این مطالعه، اثر خروج از مرکزیت‌های سختی و مقاومت بر روی پاسخ‌های لرزه‌ای غیرالاستیک ساختمان‌های نامتقارن در پلان به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. بدین منظور از دو ساختمان ۹ و ۱۸ طبقه به عنوان ساختمان‌های مرجع استفاده شده است. ساختمان‌های نامتقارن با خروج از مرکزیت‌های مذکور با تغییر مشخصات سختی و مقاومت اعضای ساختمان‌های متقارن مرجع به وجود می‌آیند. به منظور برآورد دقت تحلیل‌های بارافزون توسعه یافته شامل تحلیل بارافزون مودال (MPA)، تحلیل بارافزون مودال متوالی (CMP)، تحلیل بارافزون N2 توسعه یافته (EN2) و تحلیل بارافزون کران بالای توسعه یافته (EUB) پاسخ‌های لرزه‌ای حاصل از این روش‌ها با تحلیل تاریخیچه زمانی غیرخطی مقایسه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که اثرات پیچشی ایجاد شده در ساختمان‌های با خروج از مرکزیت سختی شدید می‌باشد، درحالی‌که این اثرات در ساختمان‌های با خروج از مرکزیت مقاومت محسوس نمی‌باشند. لازم به ذکر است که خروج از مرکزیت مقاومت اثر شدیدی بر روی دوران‌های پلاستیک مفاصل می‌گذارند، اما بر روی پاسخ‌های لرزه‌ای تغییر مکان کف طبقات و جابجایی نسبی بین طبقه‌ای اثر چندانی ندارد.

کلمات کلیدی: خروج از مرکزیت‌های سختی و مقاومت، ساختمان‌های نامتقارن در پلان، آنالیزهای بارافزون توسعه یافته، تحلیل تاریخیچه زمانی غیرخطی

### ۱. مقدمه

نامتقارنی در پلان سبب ایجاد پیچش در پلان ساختمان می‌شود. اثرات پیچشی ایجاد شده باعث می‌شوند که مقادیر نیازهای لرزه‌ای در بخش‌های مختلف هر طبقه باهم متفاوت باشند. در این صورت امکان دارد قاب موجود در کناره راست ساختمان تحت اثر زلزله وارد مرحله غیرالاستیک شود، درحالی‌که قاب موجود در کناره چپ ساختمان هنوز در مرحله الاستیک باقی بماند. بنابراین اثرات پیچشی ایجاد شده توسط نامتقارنی در پلان نقش مهمی در رفتار سازه تحت زلزله اعمالی ایفا می‌کند. اثرات پیچشی را می‌توان با استفاده از تغییر مکان‌های نرمالیزه شده نشان داد که به صورت نسبت بین جابجایی در هر موقعیت دلخواه بر روی کف و جابجایی مرکز جرم در همان کف ( $u/u_{cm}$ ) تعریف می‌شود. نامتقارنی در پلان امکان دارد به اشکال مختلف از جمله خروج از مرکزیت‌های جرم، سختی و مقاومت به وجود آید. مطالعات قبلی بیشتر ساختمان‌های نامتقارن در پلان با خروج از مرکزیت جرم را مورد بررسی قرار داده‌اند که می‌توان به تحقیقات Goel و Chopra در سال ۲۰۰۴ [۱] و پورشاء و همکاران در سال ۲۰۱۱ [۲] اشاره کرد. البته در مواردی نیز تحقیقاتی بر روی خروج از مرکزیت‌های سختی و مقاومت در ساختمان‌های کوتاه مرتبه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به Tso و Sadek در سال ۱۹۸۹ [۳] و Fajfar و Perus در سال ۲۰۰۵ [۴] اشاره کرد. در این مقاله پاسخ‌های لرزه‌ای غیرالاستیک ساختمان‌های بلند نامتقارن در پلان با خروج از مرکزیت‌های سختی و مقاومت به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. به دلیل اینکه مهندسان هنگام ارزیابی نیازهای لرزه‌ای ساختمان‌ها، تمایل بیشتری برای انتخاب فرآیندهای تحلیل استاتیکی غیرخطی به جای تحلیل‌های پیچیده‌تر دارند. بنابراین در مطالعه حاضر دقت روش‌های بارافزون ارتقاء یافته از جمله آنالیز بارافزون مودال (MPA) [۱]، آنالیز بارافزون مودال متوالی (CMP) [۲]، آنالیز بارافزون N2 توسعه یافته

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز