



## ارزیابی عملکردی تقاضای لرزه‌ای ساختمان‌های نامتقارن بتن آرمه

امید احمدی، امیر مهدی حلییان

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان  
استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

o.ahmadi@cv.iut.ac.ir  
mahdi@cc.iut.ac.ir

### خلاصه

مشاهدات به عمل آمده پس از وقوع زلزله‌های شدید نشان می‌دهد که آسیب‌های شدید سازه‌ای اغلب به علت عدم تقارن در سازه‌ها اتفاق افتاده است. در این مقاله، به ارزیابی عملکردی تقاضای لرزه‌ای ساختمان‌های نامتقارن بتن آرمه با استفاده از روش تحلیل پوش آور استاتیکی غیرخطی مودی ( $MPA^1$ ) که بر مبنای تئوری دینامیک سازه‌ها بسط یافته، پرداخته شده است. مدل‌های دوگانه قاب خمشی-دیوار برشی با استفاده از مفهوم سازه‌های ژنریک بسط داده شده، و برای مدل سازی غیرخطی دیوارهای برشی و ستون‌ها از المان‌های الیافی و برای مدل سازی غیرخطی تیرها از تئوری لنگر انحنای استفاده گردیده است. همچنین چهار خروجی از مرکزیت جرم مختلف مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، نتایج با مقادیر بدست آمده از روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی مقایسه شده و بر روی توزیع تقاضای عملکردی در پلان و ارتفاع و با توجه به وجود لبه‌های نرم و سخت بحث گردیده و نقش مودهای بالاتر ارتعاشی در تعیین کمیت‌های پاسخ تحت دینامیک زلزله نزدیک به گسل و دور از گسل مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: تقاضای لرزه‌ای، ساختمان‌های نامتقارن، تحلیل پوش آور، دیوار برشی

### 1. مقدمه

با عمیق‌تر شدن دانش مهندسی زلزله، طراحی‌های امروزی به سمتی جهت گرفته است که سازه قادر به کنترل خسارت و پارامترهای تقاضای لرزه‌ای ساختمان‌ها در راستای هدف طراحی و عملکرد مورد انتظار سازه باشد و بر همین مبنای روش‌های تحلیل و طراحی عملکردی مورد توجه محققان قرار گرفته است. از طرف دیگر مشاهدات به عمل آمده پس از وقوع زلزله‌های شدید نشان می‌دهد که آسیب‌های شدید سازه‌ای اغلب به علت عدم تقارن در سازه‌ها اتفاق افتاده است [1]. در سازه‌های ساختمانی به دلایل برون مرکزی جرم یا سختی، تسلیم نامتقارن عناصر باربر جانبی و بسیاری از عوامل دیگر، تقارن در پلان وجود نخواهد داشت، که این در استفاده از روش‌های تحلیل پوش آور استاتیکی غیرخطی که به طور گسترده‌ای در تخمین تقاضای لرزه‌ای سازه‌ها و به ویژه در ارزیابی عملکرد سازه‌ها به کار می‌روند، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. امروزه روش‌های تحلیل پوش آور استاتیکی غیرخطی به طور گسترده‌ای در تخمین تقاضای لرزه‌ای سازه‌ها و به ویژه در ارزیابی عملکرد سازه‌ها به کار می‌رود. اگرچه تخمین دقیق‌تر تقاضای لرزه‌ای سازه‌ها از طریق روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی نیز میسر است لیکن استفاده از روش‌های پوش آور استاتیکی غیرخطی، در کاربردهای معمولی مهندسی به جهت حل منطبق بر عملکرد سازه، متداول‌تر می‌باشد. به همین منظور روش‌های کاربردی و ساده‌سازی شده‌ای در ATC 40 و FEMA 356 توصیه شده است که هم اکنون کاربردی عام و جامع دارند [2 و 3]. البته این روش‌ها مبتنی بر افزایش تدریجی الگوی بار ثابت از پیش تعیین شده، تا نیل به یک تغییر مکان هدف می‌باشند. به هر حال، با وجود شهرت و مقبولیت این روش‌ها که مبتنی بر الگوی بار ثابت است به دلیل مشارکت مودهای بالاتر ارتعاشی و نیز تأثیر رفتار غیرخطی بر توزیع نیروهای اینرسی در ارتفاع ساختمان، فرض الگوی ثابت بار در پیش بینی تقاضای لرزه‌ای غیرخطی قابل اصلاح می‌باشد. بدین منظور، روش‌هایی مبتنی بر بردارهای نیرویی مختلف (که از مود شکل‌ها استخراج شده‌اند) پیشنهاد گردیده‌اند [4]. در این روش‌ها آثار مودهای بالاتر نیز در نظر گرفته می‌شود ولی هم‌چنان الگوی بار استفاده شده در مود مورد بررسی ثابت در نظر گرفته شده و سپس از قوانین ترکیب آثار مودی استفاده می‌گردد.

<sup>1</sup> Modal Pushover Analysis