

## بررسی اثرات مودهای بالاتر در توانایی روش های تحلیل استاتیکی غیر خطی جهت ارزیابی عملکرد لرزه ای سازه ها

سعید مزرعه<sup>۱</sup>

۱- کارشناس ارشد عمران

[saeid\\_mazraeh@yahoo.com](mailto:saeid_mazraeh@yahoo.com)

### خلاصه

علیرغم پیشرفت های قابل توجه در زمینه روش های تحلیلی و گسترش نرم افزارهای مهندسی، با این وجود به جهت نامشخص بودن حرکات زمین در آینده و رفتارهای پیچیده سازه، امکان استفاده از تحلیل های تاریخیچه زمانی غیر خطی برای مهندسان و طراحان بسیار دشوار می باشد. این موضوع سبب گشته است تا روش های جایگزینی بر اساس تحلیل های استاتیکی غیر خطی ارائه گردد. روش ضرائب ارائه شده توسط FEMA356 و روش طیف ظرفیت، ارائه شده توسط ATC 40، از جمله این روش هاست که در سال های اخیر مورد استفاده قرار گرفته و در ضوابط جدیدتر نظیر FEMA 440 و FEMA451 مورد تجدید نظر نیز قرار گرفته است. با وجود نتایج نسبتاً قابل قبول روش های مذکور، عدم وارد نمودن موارد تاثیر گذاری نظیر اثرات مودهای بالاتر، که در سازمان های بلندمرتبه و خاص می تواند تعیین کننده باشد، سبب شده است تا روش های دیگری نظیر تحلیل پوش اور مردال<sup>۱</sup>، ارائه گردد. در این مطالعه، میزان توانایی عملکرد روش های استاتیکی غیر خطی جهت برآورد پاسخ دینامیکی سازه، مورد بررسی قرار می گیرد. بررسی شاخص های مختلف رفتاری آن ها نشان می دهد که به جهت تاثیر مودهای بالاتر، روش های متداول تحلیل استاتیکی غیر خطی توانایی تخمین صحیح نیازهای تغییر شکلی سازه های بلند مرتبه را خصوصاً در طبقات فوقانی نداشته و اگر چه روش MPA نتایج را تا حدود بهبود بخشیده است، ولی خصوصاً در برابر نگاشت های نزدیک گسل، از دقت بالایی برخوردار نمی باشد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل استاتیکی غیر خطی، مودهای بالا، عملکرد لرزه ای، نگاشت های دور از گسل، نگاشت های نزدیک گسل

### ۱- تاریخچه مطالعات گذشته

با توسعه روز افزون نرم افزارهای تحلیل سازه ها، کاربرد روش های تحلیل های پیشرفته استاتیکی و دینامیکی در طراحی و ارزیابی سازه ها، گسترش یافته است. تمرکز اصلی در روش تحلیل استاتیکی غیر خطی متداول، استفاده از مود اول به عنوان نماینده رفتار سازه است، به گونه ای که فرض می شود پاسخ غیر خطی سازه تابعی از مود اول بوده و به صورت یکنواخت در ارتفاع سازه توزیع شده است. در حالی که این فرض در مواردی از جمله در ارتباط با سازه های بلند مرتبه که تاثیر مودهای بالا قابل توجه می باشد، نادرست بوده و سبب شده است تا روش تحلیل استاتیکی غیر خطی مودال (MPA) ارائه گردد [1]. در این روش، تحلیل استاتیکی غیر خطی در هر مود به صورت جداگانه انجام شده و سپس انواع مختلف پاسخ سازه در مودهای مختلف به روش های مناسب آماری با یکدیگر ترکیب می شوند. در مطالعه ای بر روی سازه های SAC نشان داده شد که پاسخ به دست آمده از این روش نسبت به آنچه که توسط الگوی بار پیشنهادی FEMA356 به دست می آید، از دقت بالاتری برخوردار می باشد. مطالعات بعدی نشان داد به سبب آنکه پاسخ خطی سازه در مودهای بالا، می توان از ترکیب نتایج غیر خطی پاسخ مود اول و پاسخ خطی مودهای بالاتر، نیازهای لرزه ای ایجاد شده در سازه را تعیین نمود. این موضوع سبب ارائه روش اصلاح شده تحلیل استاتیکی غیر خطی مودال<sup>۲</sup> گردید [2].

در این مقاله سعی می گردد تا پس از بررسی روش های متداول تحلیل استاتیکی غیر خطی که در ضوابط FEMA356 و ATC 40 استفاده می گردد، میزان دقت روش MPA در تخمین نیازهای لرزه ای سازه های بلند مورد ارزیابی قرار گیرد. هم چنین به سبب اهمیت نگاشت های نزدیک گسل، توانایی روش های استاتیکی با مد نظر قرار دادن این نوع از تحریکات لرزه ای مورد ارزیابی قرار می گیرد. در ادامه ابتدا نحوه مدل سازی سازه های مورد مطالعه بیان شده و سپس نگاشت های مورد استفاده معرفی می گردند. سپس نتایج به دست آمده از تحلیل استاتیکی غیر خطی بر اساس

1

2