بررسی اثرات مودهای بالاتر در توانایی روشهای تحلیل استاتیکی غیرخطی جهت ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها

محمدصادق روحانی منش[۱]، عبدالرضا سروقد مقدم[۲]، حمیدرضا مرادنژاد[۳]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد تهران مرکزی

۲- دانشیار و رئیس پژوهشکده سازه ، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

۳- کارشناس ارشد سازه ، شرکت مهندسی و ساخت اسکان طرح پایدار

hrmn2005@yahoo.com

خلاصه

علیرغم پیشرفتهای قابل توجه در زمینه روشهای تحلیلی و گسترش نرم‌افزارهای مهندسی، با این وجود به جهت نامشخص بودن حرکات زمین در آینده و رفتارهای پیچیده سازه، امکان استفاده از تحلیل‌های تاریخچه زمانی غیرخطی برای مهندسان و طراحان بسیار دشوار می‌باشد. این موضوع سبب گشته است تا روشهای جایگزینی بر اساس تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی ارائه گردد. روش ضرائب ارائه شده توسط FEMA۳۵۶ و روش طیف ظرفیت، ارائه شده توسط ATC۴۰ ، از جمله این روشهاست که در سالهای اخیر مورد استفاده قرارگرفته و در ضوابط جدیدتر نظیر FEMA۴۴۰ و FEMA۴۵۱ مورد تجدیدنظر نیز قرارگرفته است. با وجود نتایج نسبتا قابل قبول روشهای مذکور، عدم وارد نمودن موارد تاثیرگذاری نظیر اثرات مودهای بالاتر، که در سازه‌های بلند مرتبه و خاص می‌تواند تعیین‌کننده باشد، سبب شده است تا روشهای دیگری نظیر تحلیل پوش‌اور مودال[۱]، ارائه گردد. در این مطالعه، میزان توانایی عملکرد روشهای استاتیکی غیرخطی جهت برآورد پاسخ دینامیکی سازه، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بررسی شاخصهای مختلف رفتاری آنها نشان می‌دهد که به جهت تاثیر مودهای بالاتر، روشهای متداول تحلیل استاتیکی غیرخطی توانایی تخمین صحیح نیازهای تغییرشکلی سازه‌های بلندمرتبه را خصوصا در طبقات فوقانی نداشته و اگرچه روش MPA نتایج را تا حدودی بهبود بخشیده است، ولی خصوصا در برابر نگاشتهای نزدیک گسل، از دقت بالایی برخوردار نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: تحلیل استاتیکی غیرخطی ، مودهای بالا ، عملکرد لرزه‌ای ، نگاشتهای دور از گسل ، نگاشتهای نزدیک گسل

۱. تاریخچه مطالعات گذشته

با توسعه روزافزون نرم‌افزارهای تحلیل سازه‌ها، کاربرد روش‌های تحلیل‌های پیشرفته استاتیکی و دینامیکی در طراحی و ارزیابی سازه‌ها، گسترش یافته است .تمرکز اصلی در روش تحلیل استاتیکی غیرخطی متداول، استفاده از مود اول به عنوان نماینده رفتار سازه است، به گونه‌ای که فرض می‌شود پاسخ غیرخطی سازه تابعی از مود اول بوده و به صورت یکنواخت در ارتفاع سازه توزیع شده است . در حالیکه این فرض در مواردی از جمله در ارتباط با سازه‌های بلندمرتبه که تاثیر مودهای بالا قابل توجه می‌باشد، نادرست بوده و سبب شده است تا روش تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال (MPA) ارائه گردد [۱]. در این روش، تحلیل استاتیکی غیرخطی در هر مود بصورت جداگانه انجام شده و سپس انواع مختلف پاسخ سازه در مودهای مختلف به روشهای مناسب آماری با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در مطالعه‌ای بر روی سازه‌های SAC نشان داده شد که پاسخ بدست‌آمده از این روش نسبت به آنچه که توسط الگوی بار پیشنهادی FEMA۳۵۶ بدست می‌آید، از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد. مطالعات بعدی نشان داد به سبب آنکه پاسخ خطی سازه در مودهای بالا، می‌توان از ترکیب نتایج غیرخطی پاسخ مود اول و پاسخ خطی مودهای بالاتر، نیازهای لرزه‌ای ایجاد شده در سازه را تعیین نمود. این موضوع سبب ارائه روش اصلاح شده تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال[۲] گردید [۲].

---

[۱] Modal Pushover Analysis (MPA)

[۲] Modified Modal Pushover Analysis (MMPA)