

## آنالیز دینامیکی طیفی در سازه‌های بتن مسلح میان‌مرتبه دارای طبقه نرم

افروز کتیرا

کارشناس ارشد مهندسی عمران-زلزله، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
afroozkatira@yahoo.com

نعمت حسنی

دانشیار دانشکده مهندسی آب و محیط زیست پردیس فنی و مهندسی عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
n\_hassani@sbu.ac.ir

کلید واژه‌ها: طبقه نرم، آنالیز دینامیکی طیفی، قاب خمشی بتن مسلح، زلزله، جابجایی و دررفت تحمیلی

### چکیده

وجود طبقه نرم گرچه به لحاظ توزیع و استفاده از فضاهای طبقه مناسب می‌باشد، ولی از دیدگاه لرزه‌ای، آسیب‌پذیری ساختمان و میزان خسارت وارده را بسیار افزایش می‌دهد. بگونه‌ای که شکست طبقه نرم را به رایج‌ترین نوع خرابی در زلزله تبدیل می‌کند. الگوهای بدست آمده از خرابی‌های زلزله‌های مخرب جهان سبب شده تا محققان متوجه بروز پدیده طبقه نرم در برخی از سازه‌ها شوند و تلاش کنند با بررسی اثر طبقه نرم بر رفتار سازه، نواقص آیین‌نامه‌ها را در این زمینه رفع و سازه‌ها را در برابر این پدیده مقاوم‌سازی کنند. در این مطالعه، برای بررسی اثر طبقه نرم بر رفتار سازه‌ها استفاده از نرم‌افزار ایتبس، دو قاب خمشی بتن مسلح تک دهنه با تعداد طبقات ۷ و ۹ که دارای طبقه نرم (ایجاد شده در اثر افزایش ارتفاع) هستند، مدل‌سازی و اثر طبقه نرم و مکان طبقه نرم بر جابجایی و دررفت سازه مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت این نتیجه حاصل شد که قرارگیری طبقه نرم در ارتفاع میانی سازه و در طبقه دوم باعث می‌شود بیشترین میزان جابجایی و دررفت به این طبقات تحمیل شود و احتمال شکست طبقه نرم را بسیار بالا می‌برد. بنابراین باید از قرار دادن طبقه نرم در این دو طبقه خودداری کرد. همچنین بهترین مکان برای قرارگیری طبقه نرم، دو طبقه آخر سازه می‌باشد.

### مقدمه

شناخت و درک رفتار سازه‌های مختلف تحت اثر بارگذاری‌های مختلف به منظور کاهش خطر آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در مقابل نیروی زلزله، اخیراً موردتوجه بسیاری از محققان و پژوهشگران قرار گرفته است. در این میان بررسی رفتار سازه‌های یک‌دارای طبقات با سختی‌های متفاوت بوده، کمتر موردتوجه واقع شده است. ملاحظات و نگرش خوش بینانه معماری اغلب منجر به ساختن ساختمان‌هایی می‌شود که در آنها طبقه همکف و یا سایر طبقه‌ها، به لحاظ سختی، تفاوت فراوانی با سایر طبقه‌های سازه داشته و سازه را در زمان وقوع زلزله در برابر پدیده طبقه نرم، آسیب‌پذیر می‌کند. ساختمان‌های دارای طبقه همکف باز از عملکرد ضعیفی در هنگام و بعد از وقوع زلزله‌ها برخوردار هستند و توجه به تأثیر آن بر رفتار سازه، توسط آیین‌نامه‌های مختلف به مهندسين تأکید شده است. این پیکره‌بندی گرچه به لحاظ توزیع و استفاده فضاهای طبقه مناسب می‌باشد، ولی از دیدگاه لرزه‌ای، آسیب‌پذیری ساختمان را در برابر پدیده‌ی طبقه نرم، بسیار بالا می‌برد. طبقه نرم سبب ایجاد خرابی در بیش از دو-سوم از ۴۶۰۰۰ ساختمانی است که در زلزله نورتریج<sup>۱</sup> تخریب شدند و اثرات زیان‌بار آن بارها در زلزله‌های مختلف نظیر ژاپن ۱۹۹۵، ترکیه ۱۹۹۹، تایوان ۱۹۹۹، هندوستان ۲۰۰۱ و الجزایر ۲۰۰۳ دیده شده است. در حال حاضر در کلان شهرهای ایران، تقریباً تمامی ساختمان‌ها به علت ضوابط شهرداری برای تامین پارکینگ، بگونه‌ای ساخته می‌شوند که طبقه‌ی همکف و یا حتی طبقه‌ی منهای یک، فاقد هر گونه میان‌قاب بوده که این امر احتمال ایجاد طبقه نرم در سازه را بالا می‌برد. همچنین در بعضی موارد با سازه‌هایی روبرو هستیم که طبقه همکف آنها به علت ایجاد فضای تجاری، علاوه بر حذف میان‌قاب‌ها (البته در بعضی موارد)، دارای ارتفاع بیشتر نیز نسبت به سایر طبقات می‌باشد. بنابراین باز هم احتمال ایجاد طبقه نرم در سازه وجود دارد. از طرف دیگر، امروزه، قرار دادن یک طبقه به عنوان سالن اجتماعات در بعضی از ساختمان‌های اداری در طبقات میانی سازه، امری بسیار رایج است. به هر حال اجتناب از ملاحظات معماری غیر ممکن است، بنابراین در اکثر سازه‌ها به احتمال زیاد با پدیده طبقه نرم روبرو خواهیم بود. لذا توجه به رفتار این سازه‌ها در مواجهه با زلزله، برای حفظ ایمنی جانی ساکنان ساختمان و تجهیزات درون آن (مثل بیمارستان‌ها) امری ضروری است.

