

بررسی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های حیاتی تحت اثر زلزله‌های متوالی

سیدامین حسینی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
s.amin90@yahoo.com

علی معصومی

دانشیار مهندسی سازه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
massumi@khu.ac.ir

کلید واژه‌ها: سازه‌های حیاتی، زلزله‌های متوالی، قاب بتن مسلح، جابه‌جایی ماندگار بام، شاخص خسارت پارک-انگ

چکیده

پس از وقوع یک زلزله اصلی معمولاً پس‌لرزه‌هایی با فاصله‌های زمانی مختلف اتفاق می‌افتد. سازه‌های حیاتی، مانند مراکز درمانی و امدادی، پس از وقوع زلزله اصلی باید در برابر پس‌لرزه‌های احتمالی عملکرد مناسب را داشته باشند و بتوانند به سرویس‌دهی بی‌وقفه خود ادامه دهند. با این وجود با توجه به عدم در نظر گرفتن اثر پس‌لرزه‌ها در آیین‌نامه‌های طراحی سازه‌ها در برابر زلزله، باید عملکرد سازه‌های حیاتی به صورت خاص تحت اثر زلزله‌های متوالی مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور عملکرد دو قاب بتن مسلح مربوط به بیمارستان تحت اثر زلزله‌های متوالی مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق به منظور بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌ها، پاسخ‌های غیرالاستیک قاب، مانند جابه‌جایی ماندگار بام و شاخص خسارت پارک-انگ، تحت اثر زلزله‌های متوالی در مقایسه با زلزله اصلی، با استفاده از نرم‌افزار تحلیل دینامیکی غیرخطی IDARC، مورد مطالعه قرار گرفته است. این پژوهش نشان داد که عملکرد لرزه‌ای قاب‌های مورد مطالعه تحت اثر زلزله‌های متوالی با پس‌لرزه‌های شدید می‌تواند تفاوت زیادی با حالت زلزله اصلی، به تنهایی، داشته باشد.

مقدمه

پس از وقوع زلزله‌ها رفتارهای متفاوتی از سازه‌ها مشاهده می‌شود. بعضی از سازه‌ها به طور کامل تخریب می‌شوند و بعضی نیز عملکرد خود را حفظ می‌کنند ولی اکثر سازه‌ها رفتاری بینابینی دارند و متحمل خسارت‌هایی می‌شوند. در مناطق زلزله‌خیز اغلب علاوه بر زلزله اصلی (بیش‌ترین شدت) پس‌لرزه‌هایی با شدت‌های مختلف رخ می‌دهد. برای همه سازه‌ها، به‌ویژه سازه‌هایی که باید بعد از زلزله عملکرد خود را حفظ کنند (مانند ساختمان‌های بیمارستان، آتش‌نشانی و ...)، این پس‌لرزه‌ها می‌توانند با شدت‌های مختلف و با فاصله زمانی کم به سازه وارد شده و خسارت‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای را تشدید نمایند. در حال حاضر بین شدت، زمان وقوع و مرکز زلزله اصلی و پس‌لرزه‌ها رابطه دقیق و قابل اعتمادی وجود ندارد، از این رو اطلاع از وضعیت و رفتار سازه‌ای که یک زلزله را تجربه کرده و ممکن است در معرض رخداد پس‌لرزه یا زلزله بعدی قرار گیرد بسیار حائز اهمیت است.

در این نوع رخدادها سازه‌هایی که تحت اثر زمین‌لرزه‌های اصلی خسارت دیده‌اند، در صورتی که پس‌لرزه‌ها با فاصله زمانی کوتاه به سازه اعمال شوند به دلیل وجود این فاصله زمانی کوتاه بین زلزله اصلی و پس‌لرزه‌های متوسط و قوی و همچنین با توجه به این که سازه‌های آسیب دیده تحت اثر زلزله اصلی هنوز تقویت و مقاوم‌سازی نشده‌اند امکان پیشرفت ناحیه خسارت دیده در سازه تحت اثر پس‌لرزه افزایش می‌یابد (رویزگارسیا و همکاران، ۲۰۱۴) و (ژی و همکاران، ۲۰۱۴). حتی سازه‌ها تحت اثر پس‌لرزه‌ها می‌توانند بدون افزایش خسارت و فقط با افزایش جابه‌جایی دائمی تا حد تخریب پیش روند (رویزگارسیا و همکاران، ۲۰۱۴). این پدیده به صورت خسارت تجمعی در نتیجه زلزله‌های متوالی بوجود می‌آید که در بررسی‌های محلی زلزله‌های متوالی گذشته تایید شده است. در یک زلزله متوالی طبیعی تعداد زیادی پس‌لرزه بعد از وقوع زلزله اصلی رخ می‌دهد که تحلیل سازه با در نظر گرفتن تمام پس‌لرزه‌ها زمان‌بر بوده و در نتیجه تنها تعدادی پس‌لرزه با شرایط مشخص و یا فقط بزرگترین پس‌لرزه در نظر گرفته می‌شود (ژی و همکاران، ۲۰۱۳).

در این پژوهش به منظور ارزیابی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح تحت اثر زلزله‌ای متوالی، دو قاب بتن مسلح ۶ و ۹ طبقه مربوط به بیمارستان تحت اثر سه زلزله متوالی شامل زلزله اصلی و بزرگترین پس‌لرزه و با شدت‌های مختلف پس‌لرزه به زلزله اصلی مورد ارزیابی قرار گرفته