



بررسی رفتار یک پل بتن آرمه مقاوم در برابر زلزله تحت بارگذاری انفجاری غیر تماسی

مهنوش بیگلری^۱، ایمان عشایری^۲، محمد بحیرایی^۳

- ۱- عضو هیأت علمی گرایش مهندسی زلزله، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی
- ۲- عضو هیأت علمی گرایش مهندسی زلزله، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی

m.biglari@razi.ac.ir

خلاصه

شبهه‌های حمل و نقل به دلیل اهمیت بالا و گستردگی، بارها هدف حمله قرار گرفته‌اند. طبق آمار منتشر شده از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۷ در سراسر دنیا دستکم ۵۵۰ مورد از این حملات به ثبت رسیده است. در این میان پلها با توجه به نقش مهمی که در راه‌های ارتباطی دارند، در صورت بروز انفجار بسیار آسیب‌پذیر بوده و موجب بروز پیامدهای اجتماعی و اقتصادی فاجعه باری می‌شوند. این آسیب‌پذیری، اهمیت مدلسازی (عددی و آزمایشگاهی) و بررسی آسیب‌پذیری پل‌های موجود در برابر بارگذاری انفجاری را روشن می‌کند. از طرف دیگر خطرپذیری لرزه‌ای بالا در کشور ایران و الزامات موجود در مقاوم‌سازی لرزه‌ای این سازه‌ها این سؤال را مطرح می‌کند که رفتار پل‌های مقاوم در برابر زلزله در برابر بارگذاری انفجاری چگونه خواهد بود؟ در مقاله حاضر یک پل بتن آرمه مقاوم در مقابل زلزله به روش المان محدود مدل و در برابر بارگذاری انفجاری قرارداد شده و نحوه توزیع تنش و الگوی خرابی کلی و موضعی اجزای پل بررسی و نتایج با نتایج آزمایشهای گروه تحقیقاتی پل‌های راه (NCHRP) صحت سنجی و مقایسه شده است. در این نوع بارگذاری بیشترین سطح خسارت در نزدیکی محل بروز انفجار ارزیابی شده است.

کلمات کلیدی: انفجار، زلزله، پل بتن آرمه، مدلسازی عددی، المان محدود

۱. مقدمه

پلها تحت اثر بارهای دینامیکی متعددی از جمله زلزله، انفجار، ضربه، باد قرار می‌گیرند و اگر این بارها از لحاظ مقدر بیشتر و سریعتر از بارهای محتمل و متعارف باشند، به عنوان بارگذاری‌های شدید (severe loading) محسوب خواهند شد. از بین بارهای ذکر شده، بارهای لرزه‌ای و انفجاری اهمیت ویژه‌ای داشته و بنا بر تجربه پلی که مقاوم در برابر بارگذاری لرزه‌ای طراحی می‌شود ممکن است تحت بارگذاری انفجاری عملکرد قابل قبولی نداشته باشد. به عنوان مثال می‌توان به پل تخریب شده در عراق در نتیجه‌ی مقدار نسبتاً کمی ماده منفجره اشاره کرد.

علی‌رغم اهمیت موضوع، تحقیقات انجام شده بر روی مدلسازی پل‌ها تحت بارهای انفجاری نسبت به مطالعات انجام شده بر روی سازه‌ها بسیار اندک می‌باشند و حملات اخیر به پل‌های کالیفرنیا و بروکلین و قبل‌تر از آن حوادث یازدهم سپتامبر در جهت‌دهی بسیاری از این مطالعات نقش مهمی داشته‌اند. با این حال بررسی‌های انجام شده به دو شکل آزمایشگاهی و عددی ارائه شده‌اند. در بین مطالعات آزمایشگاهی کامل‌ترین تحقیق آیین‌نامه ارائه شده توسط گروه تحقیقاتی پل‌های راه [۱] می‌باشد که با بررسی انواع پایه‌های بتن مسلح طراحی شده تحت اثر بارگذاری لرزه‌ای، بارگذاری مرده و زنده و بارگذاری انفجاری، تمهیدات لرزه‌ای محافظه کارانه تری را توصیه نموده و در انفجارهای نزدیک و تماسی ضوابطی برای طرح انفجاری ستون‌های پل ارائه داده‌اند.

در تحقیقی دیگر، فوجیکورا و همکاران [۲] با بررسی ستون‌های فولادی پر شده با بتن (CSFT) و بارگذاری دو گانه انفجار و زلزله رفتار این