بررسی عملکرد قاب‌های مهاربندی شده مرکزگرا فولادی تحت بار انفجاری با استفاده از نرم افزار المان محدود(ABAQUS)

علی جعفروند[۱]، حامد عیوضی یدالهی[۲]، مهدی مظاهری[۳]

۱- استادیار دانشگاه زنجان، ali_jafarvand@znu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه دانشگاه زنجان، hamed.eivazi68@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری دانشگاه ارومیه، st_m.mazaheri@urmia.ac.ir

چکیده

امروزه درکشورهای دنیا مطالعات گسترده‌ای در زمینه بارگذاری‌های انفجاری و عکس‌العمل ساختمان‌ها در برابر انفجارهای ناشی از مواد منفجره صورت می‌گیرد و یافتن راهکارهایی برای کاهش خسارت ساختمان‌ها در این گونه رویدادها ضروری می‌باشد. قاب های با مهاربند هم محور، از جمله قاب های باربر لرزه ای می باشند که دارای مزایا و معایبی هستند. سختی و مقاومت جانبی زیاد، مهمترین مزیت قاب های هم محور است. از طرفی پایین بودن شکل پذیری از جمله معایب این قاب ها می باشد. سوال این است که آیا ساختمان‌هایی که برای زلزله طراحی شده اند، در برابر بار انفجاری مقاوم هستند. برای این منظور با استفاده از نرم افزار ABAQUS دو قاب یک و سه طبقه مهاربندی شده فولادی به صورت تک دهانه تحت بار انفجاری تحلیل می گردد. قاب ها در فواصل مختلف با خرج های مختلف بار انفجاری مورد تحلیل دینامیکی غیرخطی قرار گرفته اند. مقادیر برش پایه، کانتورهای تنش قاب ها و استهلاک انرژی قاب ها در این تحلیل بررسی شده اند.

واژگان کلیدی: بارگذاری انفجاری، قاب مهاربندی شده، تحلیل غیرخطی دینامیکی، برش پایه، استهلاک انرژی

۱. مقدمه

از مشخصه‌های اساسی یک انفجار که باعث وارد شدن نیرو بر سازه می‌شود، می‌توان به اتفاقی بودن موقعیت انفجار، دینامیکی و گذرا بودن نیروها و زمان اثر کم (بین چند میلی ثانیه تا چند ثانیه) اشاره کرد. هنگامی که یک انفجار صورت می گیرد، انرژی به صورت ناگهانی آزاد می شود. اثر این آزاد شدن انرژی را می توان به دو بخش تشعشعات حرارتی و انتشار امواج در زمین و هوا تقسیم کرد. امواجی از انفجار که در هوا منتشر می‌شوند، عامل اصلی تخریب سازه هستند. این امواج با سرعتی بیش از سرعت صوت حرکت کرده و به سازه برخورد می کند. در اثر بازتاب این امواج بر روی سطح سازه، فشار حاصل از آنها افزایش می یابد. همچنین بخشی از امواج هوایی از طریق درها، پنجره و بازشوها به داخل سازه نفوذ کرده و اعضای داخلی سازه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حین این جریان، انکسار امواج نیز در گوشه‌های سازه رخ می‌دهد که می تواند سبب کاهش یا افزایش فشار حاصل از موج گردد. این فرآیند تا زمانی ادامه پیدا می کند که همه محیط قابل دسترسی سازه تحت اثر فشار موج قرار گیرد. از طرف دیگر، امواجی که با زمین برخورد می‌کنند، در مسیر حرکت خود، مولکولهای هوا را فشرده کرده و یک فشار کلی محیطی (فشار اتفاقی) ایجاد می‌نماید[۱].

تحلیل بارگذاری بار انفجاری از سال ۱۹۶۰ آغاز شد. دپارتمان ارتش ایالات متحده کتابچه راهنمای فنی به نام سازه‌های مقاوم در برابر انفجار تصادفی را در سال ۱۹۵۹ منتشر کردند. تجدید نظر شده‌ی کتاب فوق، تحت عنوان TM 5-1300[۲] در سال ۱۹۹۰ به طور گسترده توسط سازمان‌های نظامی و غیرنظامی ارائه شد، جهت طراحی سازه‌ها به منظور جلوگیری از انتشار انفجار و تامین حفاظت پرسنل و تجهیزات با ارزش مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعه گسترده ای توسط محققین در زمینه بررسی رفتار سازه ها تحت اثرات مستقیم و غیرمستقیم پدیده انفجار صورت گرفته است.

از جمله آنها می توان به مطالعات میثم خسروی و جواد سلاجقه[۳] پیشنهاد آیین‌نامه زلزله ایران(استاندارد۲۸۰۰-ویرایش ۳) در مورد ضوابط طرح اعضا و اتصالات بادبندهای هم‌محور(CBF) و کنترل شکل‌پذیری و انرژی پذیری سازه را با استفاده از رفتار هیسترتیک بررسی کردند. با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته و نمودارهای برش پایه- تغییر مکان، مشاهده می‌شود که قاب‌های مهاربندی‌شده هم محور از شکل‌پذیری مناسبی