

بررسی و مقایسه ساختمان‌های بتن آرمه دارای قاب خمشی با طبقه نرم و بدون طبقه نرم در برابر بارهای ناشی از انفجار

وحید ایمانی گرمه چشمه^{۱*}، هوشیار ایمانی کله سر^۲، میثم شیرزاده گرمی^۳، پروین نونهال گیلانده^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، گروه عمران، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی شهریار آستارا
Email; vahidimani13630901@gmail.com

۲- دکتری عمران (دانشیار)، گروه عمران، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشجوی دکتری عمران، گروه عمران، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- کارشناس حسابداری، دانشگاه آزاد واحد اردبیل

چکیده:

با توجه به حوادثی که در گوشه و کنار دنیا به وقوع پیوسته، مشخص شده رفتار ساختمان‌ها تحت اثر بارهای انفجار به دلیل خصوصیات متفاوت این بارگذاری با بارهای دیگر یکسان نیست و با توجه به جایگاه ویژه سازه‌های بتن مسلح در صنعت ساختمان کشور و گستردگی استفاده از سیستم‌های ساختمان‌های بتن آرمه دارای قاب خمشی، در ساختمان‌های طراحی شده و آسیب‌پذیری این نوع سیستم‌های ساختمانی در برابر بارهای ناشی از انفجار، باعث شده تا ساختمان‌های بتن آرمه بیشتر در برابر بارگذاری انفجار مورد بررسی قرار گیرند. در اکثر رویدادهای لرزه‌ای و انفجاری، بیشتر تلفات جانی و مالی به واسطه انهدام ساختمان‌ها در قیاس با هر اثر مستقیم دیگری صورت پذیرفته است. بنابراین اطمینان از پایداری و عدم انهدام ساختمان در درجه اول اهمیت بوده که مستلزم افزایش قابل ملاحظه‌ای شکل‌پذیری ساختمان است. با این وجود در صورت وجود مشخصه‌های نامطلوب خاص، حتی ساختمان‌های شکل‌پذیری که به درستی طراحی شده‌اند نیز دچار خسارت گسترده می‌شوند. از این رو لازم است که اصول طراحی مقاوم در برابر زلزله و انفجار در سه سطح مختلف اشکال سازه‌ای، پلان ساختمانی و شکل‌پذیری برای کلیه ساختمان‌ها خصوصاً ساختمان‌های دولتی اعم از ادارات، مدارس و بیمارستان‌ها و ساختمان‌های عمومی، مراکز فروش، بانک‌ها و... در نظر گرفته شود. هدف از این پژوهش بررسی دقیق پاسخ ساختمان‌های بتن آرمه شش، هشت و ده طبقه دارای قاب خمشی متوسط با طبقه نرم و بدون طبقه نرم، مقاوم در برابر زلزله تحت اثر بارگذاری انفجار می‌باشد. از آنجایی که در این تحقیق فرض می‌گردد سازه‌های مذکور در ناحیه با لرزه‌خیزی زیاد و در زمین نوع دو قرار دارد با سیستم قاب خمشی بتن مسلح با تعداد طبقات ۶، ۸ و ۱۰ طبقه، بدون طبقه نرم و ضعیف و دارای طبقه نرم و ضعیف (ایجاد شده در اثر افزایش ارتفاع) هستند، جمعاً ۳۶ مورد، مدلسازی و مورد تحلیل و طراحی قرار گرفتند. این سازه‌ها برای نیروهای لرزه‌ای طراحی شده و قاب بحرانی سازه برای شبیه سازی انفجار انتخاب شده و تحت اثر بارهای ناشی از انفجار TNT با وزن‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم و فاصله‌های محل انفجار از سازه، ۵، ۱۰ و ۲۰ متری در نرم‌افزار المان محدود Abaqus مورد شبیه قرار گرفته‌اند. نتایج تحلیل و طراحی سازه‌ها نشان می‌دهد دررفت سازه‌های دارای طبقه نرم و ضعیف نسبت به سازه‌های بدون طبقه نرم و ضعیف در سازه‌های ۶، ۸ و ۱۰ طبقه در نقاط بحرانی سازه، ۴۳ درصد بیشتر شده و جابجایی سازه‌های دارای طبقه نرم و ضعیف در نقاط بحرانی نسبت به سازه بدون طبقه نرم ۶۵ درصد و سختی جانبی سازه دارای طبقه نرم و ضعیف نسبت به سازه بدون طبقه نرم و ضعیف در نقاط بحرانی ۷۰ درصد کمتر مشاهده می‌گردد و همچنین جابجایی قاب‌های ۶، ۸ و ۱۰ طبقه با انفجار TNT ۲ تن با فاصله‌های نقطه انفجار ۵، ۱۰ و ۲۰ متری از قاب، نسبت به انفجار TNT ۱ تن، ۴۵ درصد، تنش کل وارد به قاب‌های ۶ طبقه در فاصله‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ متری با انفجار TNT ۲ تن نسبت به انفجار ۱ تن به ترتیب ۹، ۱۸، و ۱۱ درصد، در قاب‌های ۸ طبقه ۱۴، ۱۷، و ۱۸ درصد، در قاب‌های ۱۰ طبقه ۱۵، ۱۸، و ۱۰ درصد و تنش وارد به تکیه‌گاه در قاب‌های ۶ طبقه در فاصله‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ متری با انفجار TNT ۲ تن نسبت به انفجار ۱ تن به ترتیب ۴۰، ۳۵، و ۲۵ درصد در قاب‌های ۸ طبقه ۴۰، ۴۲، و ۳۲ درصد در قاب‌های ۱۰ طبقه نیز به ترتیب ۲۹، ۴۳، و ۳۲ درصد بیشتر مشاهده

می‌گردد. و در ادامه نتایج قاب‌های بدون طبقه نرم با قاب‌های دارای طبقه نرم و ضعیف که تمامی انفجارها در ارتفاع یک متری از سطح زمین به وسط قاب اعمال گردیده است و این قاب‌ها که در برابر بارهای ناشی از بار انفجار شبیه سازی شده‌اند با یکدیگر مقایسه گردیدند، که نتایج نشان می‌دهد، جابجایی، تنش کل وارد به قاب و تنش وارد به تکیه‌گاه در قاب‌های بدون طبقه نرم نسبت به قاب‌های دارای طبقه نرم بیشتر است، و همچنین تحلیل و طراحی اجزاء محدود غیر خطی نشان می‌دهد که محل اتصالات (چشمه اتصالات) و وسط قاب رو به انفجار در فاصله‌های نزدیک به حادثه در حالت بحرانی قرار دارد و با افزایش خرج انفجار، و کاهش فاصله محل انفجار از قاب، جابجایی، تنش کل وارد به قاب، تنش وارد به تکیه‌گاه و خرابی بتن بیشتر شده و با کاهش خرج مواد منفجره، و افزایش فاصله محل انفجار از قاب، جابجایی، تنش کل وارد به قاب، تنش وارد به تکیه‌گاه و خرابی بتن در قاب‌های بتن آرمه کمتر شده است. با توجه به نتایج به دست آمده قاب‌های بتن آرمه باید برای شکل پذیری بیشتر در برابر بارهای ناشی از ضربه و نیروهای انفجار بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته و با روش‌های مختلف قاب‌های بتن آرمه را برای چنین حوادثی مقاوم سازی و آماده کرد تا میزان خسارت به حداقل برسد.

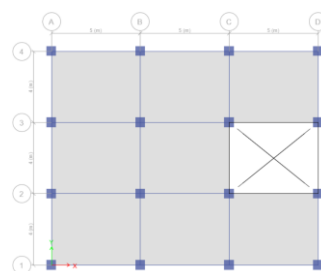
واژه‌های کلیدی: ساختمان‌های بتن آرمه، طبقه نرم، طبقه ضعیف، انفجار، قاب‌خمش

۱- مقدمه

با توجه به حوادثی که در گوشه و کنار دنیا به وقوع پیوسته، مشخص شده رفتار ساختمان‌ها تحت اثر بارهای انفجار به دلیل خصوصیات متفاوت این بارگذاری با بارهای دیگر یکسان نیست. از آنجایی که بیشتر شهرهای ایران به دلیل موقعیت ممتاز استراتژیکی و برخورداری از منابع خدادادی سرشار، همواره در معرض تهدیدهای خارجی قرار دارند. لزوم شناخت تهدیدات و نحوه مقابله با آنها چون حملات تروریستی، انتحاری و بمب بر مهندسان سازه الزامی است و ساختمان‌ها باید برای چنین خطراتی محاسبه شوند. با توجه به جایگاه ویژه سازه‌های بتن مسلح در صنعت ساختمان کشور و گستردگی استفاده از سیستم‌های ساختمان‌های بتن آرمه دارای قاب خمشی در ساختمان‌های طراحی شده و آسیب‌پذیری این نوع سیستم‌های ساختمانی در برابر بارهای ناشی از انفجار، باعث شده تا ساختمان‌های بتن آرمه بیشتر در برابر بارگذاری انفجار مورد بررسی قرار گیرند.

۲- صورت مسئله

در این پژوهش، ساختمان مورد بررسی ۱۸ سازه بتن آرمه دارای قاب خمشی متوسط با طبقه نرم و بدون طبقه نرم که در شهر اردبیل و بر روی خاک نوع ۲ قرار دارد با تعداد طبقات ۶، ۸ و ۱۰ طبقه با مقاوم فشاری‌های بتن ۲۵، ۳۰ و ۳۵ مگاپاسگال در نرم افزار رایج طراحی ساختمان‌ها، ETABS مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و تحت اثر بارهای مرده، زنده و زلزله که بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان محاسبه شده‌اند، که در شکل (۱، ۲، ۳ و ۴) ارائه گردیده است، قاب بحرانی از بین این سازه‌ها برداشت شده و تحت بارگذاری و فاصله‌های مختلف انفجار (TNT) در نرم افزار المان محدود آباکوس مورد شبیه سازی قرار گرفته است. اتصال تیرها و ستون‌ها به صورت صلب و اتصال پای ستون‌ها گیردار می‌باشد. در طراحی قاب از بتن با مقاومت فشاری ۳۰۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع و از فولاد A3 استفاده شده است. ارتفاع طبقه اول (نرم) ۶ متر، ارتفاع تیپ طبقات ۳ متر، فاصله بین ستون‌ها ۵ متر، خرج‌ها ۱ و ۲ تن، فاصله انفجارها ۵، ۱۰ و ۲۰ متر لحاظ گردیده است. در شکل ۱ پلان قاب‌های ۶، ۸ و ۱۰ طبقه نشان داده شده است. ضمناً مشخصات تیرها و ستون‌ها برای قاب‌ها در جدول ۱، ۲ و ۳ به تفکیک ارائه شده‌اند.



شکل (۱) پلان ساختمان مورد بررسی