

ارزیابی عملکرد لرزه‌ای مهاربندهای همگرا در ساختمان‌های بلند قاب خمشی فولادی

عرفان واصلی^۱، فرزاد وفادار^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران-زلزله، مدرس گروه عمران دانشگاه آزاد سقز

۲- دانشجوی دکتری سازه دانشگاه آزاد واحد زنجان، مدرس گروه عمران دانشگاه آزاد سقز

Erfan.vaseli@gmail.com

خلاصه

یکی از مهمترین مسائل در طراحی سازه‌ها، عملکرد لرزه‌ای آن است که مهندسان را واداشته تا سطوح آسیب سازه ناشی از زلزله را به صورت هدفمند کنترل کنند. این امر مستلزم ارزیابی کمی آسیب‌های لرزه‌ای است. در گذشته نه چندان دور ساختمان‌های بلند محور پژوهش بسیاری از مهندسين قرار داشته و کماکان به دلیل اجرای این دست ساختمان‌ها به ویژه در کشورهای پیشرفته و صنعتی نیز در کانون توجه قرار گرفته است. در این تحقیق دو سازه ۱۸ طبقه با سیستم قاب خمشی ویژه و قاب خمشی ویژه همراه با مهاربندهای هم محور ویژه در نرم افزار Etabs2015 به صورت بهینه طراحی گردید سپس سازه‌های مذکور در نرم افزار OpenSEES به صورت ۳ بعدی مرلسازی شده و با استفاده از تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی و دینامیکی غیرخطی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و اطلاعاتی مانند تغییر مکان جانبی نسبی طبقات و نیروی برش پایه استخراج گردیده و با همدیگر مقایسه شده است. پس از بررسی کردن نتایج تحلیل مشاهده شد که در سیستم دوگانه قاب خمشی ویژه به همراه مهاربند همگرای ویژه عملکرد بهتری داشته و توانسته مقدار بیشتری از نیروها را مستهلک نماید.

کلمات کلیدی: تحلیل استاتیکی غیرخطی، تحلیل تاریخچه زمانی، مهاربند همگرا، سازه‌های فولادی دوگانه، OpenSEES

۱. مقدمه

زلزله یکی از پدیده‌های مخرب طبیعی است که تنها طی نیم قرن اخیر خسارات جانی و مالی زیادی را به جا گذاشته است. کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای لرزه خیز جهان طی این دوره دچار خسارات زیادی شده که ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود و نیز بهسازی آنها را ضروری می‌سازد. زلزله بزرگترین آزمایش بر روی سازه می‌باشد، وقتی سازه‌ای در معرض زلزله قرار می‌گیرد بسته به شدت زلزله ممکن است به کل تخریب و یا کاملاً سالم باقی بماند و یا برخی از اعضای آن از حالت پایداری خود خارج شوند و خساراتی به آنها وارد گردد. خسارات وارده را می‌توان در کمتر شدن میزان سختی یا افزایش نرمی و تغییر مکان نسبی طبقات یا بام مشاهده کرد. شاخص‌های آسیب پارامترهایی هستند که میزان بهره‌برداری موجود از مصالح را به نمایش گذاشته و تعیین می‌کنند که چه میزان از انرژی قابل تحمل توسط مصالح مصرف گردیده و چه مقدار از آن موجود است.

با بررسی اجمالی خسارت‌های وارد بر سازه‌ها در زلزله‌های گذشته مشخص می‌شود که سازه‌های فولادی به جهت شکل‌پذیری و قابلیت جذب انرژی عملکرد بهتر و اقتصادی‌تری نسبت به سایر سازه‌ها دارند. امروزه از سیستم‌های مختلفی برای مقابله با بارهای جانبی وارد بر ساختمان‌های فولادی استفاده می‌شود. استفاده از سیستم مهاربندی در این ساختمان‌ها قدمت بیشتری نسبت به سایر سیستم‌های سازه‌ای دارد. مهاربندهای همگرا معمولاً برای پایداری قاب‌ها در برابر نیروهای جانبی در طراحی لرزه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. طبق فلسفه طراحی لرزه‌ای انتظار می‌رود که سیستم‌های مهاربندی همگرا تحت زلزله‌های شدید بتوانند پاسخ غیرارتجاعی پایدار و مداومی از خود نشان دهند. به طور کلی قاب‌های با مهاربندی همگرا به گونه‌ای طراحی می‌شوند که تحت بارهای لرزه‌ای، انرژی به وسیله کمانش و یا جاری شدن بادنبد مستهلک شود. سایر اعضا و اتصالات برای تحمل سطح باری طراحی می‌شوند که منجر به کمانش و جاری شدن بادنبد شود. این روش طراحی ناشی از دیدگاه طراحی برای ظرفیت است که در دستورالعمل‌های مختلف طراحی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی مطرح است.

قاب‌ها با مهاربند همگرا در برابر زلزله از نظر سختی، مقاومت و کنترل تغییر مکان‌های جانبی در محدوده خطی دارای رفتار بسیار مناسبی اند ولی در محدوده غیرارتجاعی به علت سختی جانبی مهاربندها قابلیت جذب انرژی کمتری دارند و در نتیجه دارای شکل‌پذیری کمتری اند [۱]. بررسی ضریب رفتار سازه‌های متداول فولادی و در نظر گرفتن تاثیر عامل مشخصات هندسی و زمان تناوب سازه‌ها، ۵۴ قاب با سیستم سازه‌ای شامل قاب خمشی، قاب ساده با مهاربند هم مرکز و قاب مهاربندی هم مرکز مرکب با قاب خمشی که رواج آن در ایران بیش از حد مطالعه کردند. در قاب‌های خمشی و مرکب تاثیر اعمال رابطی ستون قوی تیر ضعیف مورد بررسی قرار گرفته است [۲].