بررسی رفتار لرزه‌ای قاب‌های بتنی با بکارگیری میراگر جرمی تنظیم‌شده همراه با آلیاژ حافظه‌دار شکلی

احسان نعیمی حامی صفار[۱]، احمد شوشتری[۲]

۱- دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Ehsan_hami۱۳۶۸@yahoo.com

خلاصه

میراگر جرمی تنظیم شده (Tuned Mass Damper) از طریق نوسان در حین اعمال بار دینامیکی بخشی از انرژی وارده را تلف می‌کند و ارتعاش سازه اصلی را محدود می‌نماید. آلیاژهای حافظه‌دار شکلی (Shape Memory Alloy) فلزاتی‌اند که با تغییر دما و یا اعمال نیرو بین دو فاز کریستالی تغییر حالت می‌دهند. این آلیاژها قادرند تحت بار مکانیکی چرخه‌ای با تحمل تغییر شکل‌های هیسترزیس برگشت‌پذیر انرژی مکانیکی را جذب و آن را تلف کنند. این خواص منحصر به فرد، SMA را برای استفاده در سیستم‌های میراکننده‌ی ارتعاشات بسیار مناسب کرده‌اند. در این پژوهش SMA در ساختار میراگر جرمی به کار گرفته می‌شود تا اثر آن بر رفتار لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح سنجیده شود. برای انجام این پژوهش از نرم‌افزار Seismostruct استفاده می‌شود. ساختمان نمونه‌ی چهار طبقه بتن‌آرمه با رفتار غیرخطی با و بدون استفاده از TMD به صورت سه‌بعدی مدل‌سازی شده و تحت زلزله‌های طبس و ناغان با شدت‌های مختلف قرار می‌گیرد. برای مقایسه‌ی عملکرد میراگرها با نسبت‌های جرمی مختلف، پاسخ‌های سازه شامل بیشینه جابجایی بام، بیشینه برش پایه و جابجایی نسبی طبقات با استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند استفاده از میراگر جرمی SMA به طور میانگین تغییر مکان بیشینه‌ی بام تحت زلزله‌ی طبس و ناغان را به ترتیب ۲۲/۹ و ۵/۴ درصد کاهش داده است. برش پایه‌ی بیشینه نیز به طور میانگین برای زلزله‌های طبس و ناغان ۹/۷ و ۳/۳ درصد کاهش یافته‌اند. ضمن آنکه جابجایی نسبی طبقات تحت زلزله‌های فوق در حدود ۲۲ و ۵ درصد کاهش یافته‌اند.

واژه‌های کلیدی: میراگر جرمی تنظیم شده، آلیاژ حافظه‌دار شکلی، قاب بتن مسلح، جابجایی بیشینه‌ی بام، تحلیل تاریخچه زمانی

۱. مقدمه

یکی از چالش‌های همیشگی در مهندسی عمران یافتن ابزاری نوین و کارآمد برای حفاظت سازه‌ها و تجهیزات درون آن‌ها در برابر نیروهای طبیعی می‌باشد. در این میان زلزله یکی از رخدادهایی است که با وجود آن که تحقیقات فراوانی روی آن صورت گرفته، هنوز امکان پیش‌بینی دقیق زمان و مکان وقوع آن وجود ندارد. بنابراین به نظر می‌رسد تنها روش مقابله با آن ایمن‌سازی سازه‌هاست. با توجه به قرارگرفتن کشورمان ایران، در منطقه‌ای با لرزه‌خیزی بالا و وقوع حداقل یک زلزله‌ی مهیب در یک دوره‌ی ده ساله و گستره‌ی وسیع آسیب‌های جانی و مالی ناشی از آن، مقاوم‌سازی ساختمان‌ها برای مقابله با زلزله به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در جامعه‌ی مهندسی کشور مبدل گشته است. در چند دهه گذشته محققین بسیاری در سراسر دنیا برای ارائه روش‌های مناسب به منظور حفاظت از سازه‌ها در مقابل بارهای جانبی تلاش کرده‌اند. یکی از روش‌های مرسوم، بکارگیری ادوات میراکننده‌ی ارتعاشات بوده است که با تلاش محققین و مهندسین به یک فناوری قابل اجرا در صنعت ساختمان تبدیل گشته است. از جمله این ادوات می‌توان به میراگر جرمی اشاره کرد که در این مقاله مورد تحقیق و بررسی قرار می‌گیرد.

استفاده از میراگر جرمی تنظیم‌شونده یکی از راه‌های متداول در کاهش ارتعاشات و در نتیجه کاهش خسارت وارده به سازه‌ها در هنگام اعمال بارهای دینامیکی مثل زلزله و باد است. میراگر جرمی از سه بخش اصلی یعنی جرم، فنر و میراگر تشکیل شده و از طریق نوسان در حین اعمال بار دینامیکی بخشی از انرژی وارده را تلف می‌کند و به این ترتیب نوسانات و تغییرشکل‌های سازه اصلی را کاهش می‌دهد. مبنای کار این میراگر استهلاک انرژی