رفتار و عملکرد لرزه ای سازه های فولادی مجهز به میراگر جاری شونده خمش خالص

علیرضا احمدی، فرهاد بهنام فر، آبان ۱۴۰۰

یکی از روش¬های کاهش خسارت ناشی از زلزله، متمرکز ساختن خرابی¬ها در اعضای از پیش تعیین شده می¬باشد. این اعضا که در حین زلزله با جذب قسمت عمده¬ای از نیروی زلزله آسیب¬های وارده به سازه را به حداقل می¬رسانند با نام فیوز¬های سازه¬ای شناخته می-شوند. فیوزهای سازه¬ای را می¬توان به گونه¬ای طراحی کرد که پس از زلزله قابلیت جایگزینی یا تعمیر را داشته باشند. استفاده از این روش باعث بهینه‌سازی طراحی و صرفه اقتصادی در هزینه ¬های ساخت و بهسازی لرزه ¬ای نیز می¬ شود. در این پژوهش رفتار و عملکرد سازه¬های فولادی با سیستم میراگر جاری شونده خمش خالص مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته و با سیستم سازه¬ای مهاربند همگرای ویژه مقایسه می¬شود. این میراگر از تعدادی ورق¬های فولادی تشکیل شده که با استفاده از مکانیزمی باعث ایجاد لنگر خمشی خالص در بخش عمده¬ای از ورق¬ها می¬گردند. سازه¬های مورد مطالعه در این تحقیق دارای تعداد طبقات ۴، ۸ و ۱۲ بوده که با استفاده از یکی از نرم¬افزارهای رایج طراحی شده¬اند. سیستم سازه¬ای با میراگر مورد نظر در دو حالت نسبت سختی مهاربند به میراگر برابر با ۱/۵ و ۲ طراحی شده و مورد ارزیابی قرار گرفته¬اند. پس از طراحی به منظور انجام تحلیل¬های غیرخطی¬، مدلسازی غیرخطی سازه¬ها در نرم افزار OpenSEES انجام شده و در هر دو نوع سیستم سازه¬ای تیرها و ستون¬ها با استفاده از المان فایبر با فرمول¬بندی نیرویی مدل شده¬اند. برای مدلسازی مهاربندها در سیستم مهاربند همگرای ویژه، از ۸ قطعه المان فایبر با فرمول¬بندی تغییرمکانی که دارای یک نقص اولیه به اندازه ۰/۰۰۱ طول مؤثر مهاربند در وسط آن می¬باشد، استفاده شده است. همچنین به منظور مدلسازی میراگر مورد نظر از یک فنر محوری که رفتار میراگر با استفاده از یک مصالح خاص به آن اختصاص یافته¬¬، استفاده شده¬است. مدل ارائه شده با استفاده از نتایج ۱۶ نمونه آزمایشگاهی صحت سنجی گردید که از روی مقایسه نتایج مشخص شد که مدل مورد نظر دارای دقت بسیار خوبی برای مدلسازی میراگر خمش خالص می¬باشد. پس از مدلسازی سازه¬ها، رفتار و عملکرد آن¬ها با استفاده از دو نوع تحلیل استاتیکی غیرخطی بارافزون و تحلیل دینامیکی غیرخطی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحلیل بارافزون سازه¬ها نشان دادند که سیستم با میراگر خمش خالص دارای ضریب اضافه مقاومت، ضریب کاهش مقاومت و ضریب رفتار بزرگتری نسبت به سیستم مهاربند همگرای ویژه می¬باشد. علاوه بر این مشاهده شد که در سیستم با میراگر مورد نظر با کاهش نسبت سختی مهاربند به میراگر ضریب اضافه مقاومت، ضریب شکل پذیری و ضریب رفتار سازه افزایش می¬یابد. از روی نتایج تحلیل دینامیکی نیز مشخص شد که مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر و پسماند در سازه¬های با میراگر مورد نظر به دلیل رفتار نرم¬تر و شکل¬پذیرتر، بیشتر از سازه¬های با سیستم مهاربند همگرای ویژه می¬باشند. با این حال در سیستم با میراگر مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تقریبا کمتر از ۱٪ بود که نشان دهنده سختی مناسب این نوع سیستم سازه¬ای می¬باشد. به علاوه با کاهش نسبت سختی مهاربند به میراگر مشاهده شد که مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر و پسماند کاهش می¬یابد. همچنین نتایج تحلیل دینامیکی نشان دادند که در سیستم با میراگر مورد نظر کلیه¬ی اعضا شامل تیرها، ستون¬ها و مهاربندها در ناحیه الاستیک باقی مانده و هیچ¬گونه آسیبی به آن¬ها وارد نشده¬است. این موضوع نشان می¬دهد که این میراگر همانند یک فیوز سازه¬ای عمل نموده و از آسیب به سایر المان¬ها جلوگیری می¬کند. این در حالی است که در سیستم مهاربندی، تنها تیرها و ستون¬ها در ناحیه الاستیک باقی مانده اما مهاربندها تغییر شکل¬های پلاستیک قابل توجهی را تجربه نموده-اند.

کلمات کلیدی:

میراگر خمش خالص، مهاربند همگرای ویژه، ضریب اصلاح پاسخ، تحلیل استاتیکی غیرخطی، تحلیل دینامیکی غیرخطی، فیوز سازه-ای، رفتار چرخه¬ای.