



تأثیر یکنواخت‌سازی گریز طبقات بر اندیس خرابی ساختمان‌های دارای میراگر فلزی جاری‌شونده

سامان باقری^{۱*}، علی حدیدی^۱، علیرضا علیلو^۲

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه تبریز

* s_bagheri@tabrizu.ac.ir

خلاصه

میراگرهای فلزی جاری‌شونده از جمله ابزار معمول برای کنترل غیرفعال سازه‌ها بخصوص ساختمان‌های فولادی می‌باشند. در این میراگرها نظیر المان‌های افزاینده سختی و میرایی (ADAS) از خاصیت تسلیم و جاری‌شوندگی فلزاتی مثل فولاد نرمه به منظور جذب و استهلاک انرژی زلزله استفاده می‌شود. انتخاب مناسب مشخصات میراگر در طبقات مختلف سازه ساختمانی می‌تواند باعث عملکرد بهتر ساختمان در هنگام زلزله شود. در این مقاله بر اساس مفهوم توزیع یکنواخت تغییرشکل‌های نسبی طبقات و با استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی سعی بر آن است که به انتخاب مناسبی برای سختی و مقاومت میراگرها در طبقات مختلف ساختمان برسیم. برای این منظور از مدل‌های ۵ و ۱۰ طبقه ساختمان با قاب ساده فولادی دارای بادبندی هشت و میراگرهای ADAS تحت سه رکورد مختلف زلزله استفاده شده است. نتایج تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی نشان می‌دهد در حالتی که مشخصات میراگرها طی فرایند بهینه‌سازی و با هدف یکنواخت کردن گریز (جابجایی نسبی) طبقات بدست آمده‌اند، اندیس خرابی سازه کاهش قابل ملاحظه‌ای نسبت به ساختمان هم‌وزن غیر بهینه دارد و لذا انتظار می‌رود در زلزله رفتار مناسب‌تری داشته باشد. بر این اساس الگویی برای انتخاب سختی میراگرهای طبقات مختلف ساختمان پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: میراگر، بهینه‌سازی، طراحی لرزه‌ای، سختی، اندیس خرابی

۱. مقدمه

میراگرهای جاری‌شونده از جمله سیستم‌های کنترل غیرفعال هستند که از خاصیت جاری شدن فلزات به طرق مختلف استفاده کرده و باعث اتلاف انرژی زلزله می‌شوند. از انواع بسیار متداول و رایج این میراگرها می‌توان به المانهای افزاینده سختی و میرایی (ADAS) اشاره کرد. این میراگرها از ورق‌های فولادی X شکل که به صورت موازی در کنار هم قرار می‌گیرند، ساخته می‌شوند (شکل ۱). هر قاب با المان ADAS، از یک میراگر ADAS و دو عضو مهاربند که از دستگاه نگهداری می‌کنند، تشکیل می‌یابد (شکل ۲). تغییر مکان جانبی بین طبقه‌ای، سبب ایجاد تغییر مکان نسبی در بالا و پایین میراگر شده و نهایتاً منجر به تسلیم برشی میراگر می‌شود.

در سال ۱۹۸۷ اولین آزمایشات سیکلی بر روی این المان‌ها توسط برگمن و گوال در دانشگاه میشیگان انجام گرفت [۱]. این آزمایشات، نشان داد که المان‌های ADAS مقاومت خستگی خوبی در برابر بارهای سیکلی داشته و تا رسیدن به نقطه شکست، چرخه‌های پایداری از خود نشان می‌دهند. در سال ۱۹۸۹ گروهی به رهبری ویتاکر [۲]، تحقیقات وسیعی را بر روی رفتار دینامیکی المان‌های ADAS آغاز کردند. در این تحقیقات مشخص شد که این المان‌ها قادر به تحمل بیش از ۱۰۰ سیکل بارگذاری در دامنه تغییر مکان $3\Delta_y$ با چرخه‌های کاملاً پایدار و بدون زوال بوده و گسیختگی در ۱۵ سیکل با دامنه تغییر مکان $14\Delta_y$ اتفاق می‌افتد (Δ_y تغییر مکان تسلیم میراگر می‌باشد). بر اساس این تحقیقات، جابجایی مناسب برای طراحی این المان‌ها $10\Delta_y$ پیشنهاد شد [۲]. در سال ۱۹۹۱ ویتاکر و گروهش در یک برنامه تحقیقی جامع‌تر رفتار لرزه‌ای المان‌های ADAS را با شبیه‌سازی لرزه‌ای مورد آزمایش قرار دادند [۳]. در سال ۱۹۹۳ آیکن و همکاران نتایج تحقیقات آزمایشگاهی را در یک مقاله جامع منتشر کردند [۴]. همچنین تأثیر پارامترهای مختلف المان ADAS نیز بر روی پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها توسط ژیا و هانسون مورد مطالعه قرار گرفته است [۵]. انتخاب مناسب پارامترهای المان ADAS همواره در چگونگی رفتار غیرخطی میراگرها نقش بسیار مهمی دارد. یکی از مهمترین این پارامترها نسبت سختی بادبند به میراگر است (نسبت B/D). مقدار مناسب این نسبت در کلیه طبقات ساختمان به دلایل اقتصادی و برای جلوگیری از تسلیم کششی و کماتش فشاری مهاربندها عدد ۲ پیشنهاد داده شده است ($B/D=2$) [۵و۲]. در این مقاله این نسبت به عنوان یک متغیر در طبقات مختلف ساختمان، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.