کنترل نیمه فعال سازه‌ها بر مبنای روش تغییراتی به وسیله الگوریتم تندترین شیب با استفاده از میراگرهای MR

امیر فایضی، حمید محرمی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی، گروه سازه

۲- دانشیار، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی، گروه سازه

fayezi@modares.ac.ir
hamid@modares.ac.ir

خلاصه

در این مقاله روشی برای بدست آوردن تاریخچه زمانی متغیر کنترل کننده میراگر (برای مثال ولتاژ، جریان و ...) موجود در سازه در جهت بهبود پاسخ‌های سازه در مقابل تحریک زلزله بیان شده است. برای این کار، معادله تعادل دینامیکی سیستم سازه و میراگرها، با در نظر گرفتن مدلی غیرخطی از دینامیک میراگر MR، به عنوان قیدی برای حداقل کردن تابعک هدف پیشنهادی، J، در نظر گرفته شده است. سپس مسئله حداقل سازی مقید با لحاظ کردن تمام قیود در تابعک هدف جدید، به یک مسئله حداقل سازی نامقید تبدیل و شرط لازم برای حداقل شدن تابعک هدف، یعنی $\delta J = 0$، در قالب دستگاه معادلات دیفرانسیل غیرخطی حاصل گشته است. برای حل این دستگاه معادلات از الگوریتم تندترین شیب استفاده و توابع بهینه بدست آمده با چند معیار ارزیابی استاندارد سنجیده شده است. برای پیاده سازی این الگوریتم نیز کد برنامه‌ای در نرم افزار MATLAB نوشته و از روال‌های حل معادلات دیفرانسیل از پیش موجود در آن بهره گرفته شده است. در انتها برای نمونه، یک قاب برشی ۳ طبقه در برابر شتاب نگاشت‌های El-Centro و Kobe کنترل و پاسخ‌های آن ارزیابی گشته است. نتایج حاصل از ارزیابی، کاهش قابل توجهی را در دریفت نسبی، سرعت و شتاب مطلق طبقات و برش پایه در مقایسه با حالت کنترل نشده نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: کنترل نیمه فعال، الگوریتم تندترین شیب، روش تغییراتی، میراگر MR، دستگاه معادلات دیفرانسیل غیرخطی.

۱. مقدمه

یکی از مهمترین مسایل در مهندسی سازه مقابله با بارهای جانبی (از قبیل زلزله، باد و ...) می‌باشد. در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی به منظور افزایش مقاومت جانبی ساختمان در مرحله طراحی و بهسازی لرزه‌ای بعد از ساخت به عمل آمده است. کنترل سازه یکی از موارد یاد شده است که خود به سه دسته کنترل غیر فعال[۱]، کنترل فعال[۲] و کنترل نیمه فعال[۳] تقسیم می‌گردد. کلمه «فعال» در واقع به متغیری در کنترل اشاره دارد که می‌تواند، برای مثال در حین وقوع زلزله، به طور مستقل از حالت[۴] سازه (یعنی جابه‌جایی‌ها، سرعت‌ها، شتاب‌ها و ...) تغییر کند. کنترل غیر فعال به اندازه دو روش کنترلی دیگر دارای انعطاف نبوده و تجهیزات مربوط به آن یکبار برای همیشه هنگام ساخت در سازه تعبیه می‌گردند و کنترل فعال در عمل به منابع انرژی زیادی احتیاج دارد. از این رو دو روش مذکور چندان مورد استقبال قرار ندارند. روش کنترل سوم کنترل نیمه فعال نام دارد که با انعطاف و کارایی بالا، نیاز به منابع انرژی کمتری داشته و به سرعت در حال توسعه می‌باشد. از وسایل مورد استفاده برای کنترل غیر فعال، فعال و نیمه فعال به ترتیب می‌توان میراگرهای با جرم تنظیم شده[۵]، جک‌های هیدرولیکی و میراگرهای MR[۶] را نام برد. میراگرهای MR متشکلند از پیستون، سیلندر حاوی سیال MR، کویل[۷] و انباشتگر[۱]. هنگامی که سیال MR در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، ذرات بسیار ریز قطب پذیر پراکنده داخل سیال در جهت میدان قرار گرفته

[1] Passive
[2] Active
[3] Semiactive
[4] State
[5] Tuned Mass Damper
[6] Magnetorheological
[7] Coil