

## کنترل فعال بهینه سازه‌های غیر خطی با مدل رفتاری Bouc-Wen

جلال اکبری<sup>1</sup>، مصطفی فتحی سپهوند<sup>2</sup>

1- استادیار، مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه ملایر

[akbari@malayeru.ac.ir](mailto:akbari@malayeru.ac.ir)

2- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

[mostafa\\_fathi\\_s@yahoo.com](mailto:mostafa_fathi_s@yahoo.com)

### چکیده

در این مقاله کنترل فعال بهینه برای سازه‌های فولادی با در نظر گرفتن رفتار غیرارتجاعی و غیر خطی به روش LQR بررسی شده است. برای در نظر گرفتن رفتار غیر خطی سازه تحت بارهای چرخه ای از مدل Bouc-Wen استفاده شده است. بمنظور حل معادله دیفرانسیل غیر خطی Bouc-Wen و همچنین معادله دیفرانسیل حاکم بر رفتار دینامیکی سازه از روش عددی رانج-کوتای مرتبه چهارم که دارای دقت مناسبی است استفاده شده است. برای مطالعه عددی، یک قاب برشی دو بعدی 6 طبقه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که با آنکه سازه کنترل نشده تغییر شکلهای غیر ارتجاعی را تجربه می‌کند، لیکن در حالت کنترل شده در حالت الاستیک باقی مانده و الگوریتم کنترلی باعث کاهش چشم گیر پاسخ های سازه‌ای شده است.

واژه های کلیدی: کنترل فعال، رفتار غیرخطی، LQR، هیستریزیس، مدل Bouc-Wen

### 1. مقدمه

از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، استراتژی‌های مختلف کنترل برای کاهش ارتعاشات سازه‌ها و افزایش ایمنی ساختمانها در برابر نیروهای باد و زلزله مورد استفاده قرار گرفته‌اند [1]. سیستم های کنترل فعال، برخلاف سیستمهای غیرفعال، نیازمند انرژی خارجی برای بهره برداری می باشند. سیستمهای کنترل فعال را می‌توان به صورت عمده به دو بخش تعیین مکانیزم اعمال نیرو بر سازه و نیز الگوریتم های محاسبه نیروی کنترل تقسیم نمود. در این گونه سیستم ها ضمن تعیین پاسخ سازه که می تواند شامل شتاب، سرعت و یا تغییر مکان باشد در هر لحظه و با استفاده از یک الگوریتم نیروی کنترل، نسبت به تعیین مقدار نیروی مورد نیاز اقدام می گردد. سپس با استفاده از یک منبع انرژی خارجی نسبت به اعمال نیروهای محاسبه شده کنترلی بر سازه اقدام شده و این کار تا زمان کاهش پاسخ سازه به حد مورد نظر ادامه می یابد. از مهمترین دستاوردها و خصوصیات سیستمهای کنترل فعال می توان به عملکرد عالی آن در کنترل رفتار سازه و توانایی به کار گیری آن در اکثر سازه‌ها اشاره نمود. از مشکلات عمده این گونه سیستم‌ها هزینه زیاد اولیه مورد نیاز آنها، پیچیدگی های الگوریتم کنترلی از یک سو و نیز