طراحی بهینه مشاهده‌گر با استفاده از روش متاهیوریستیک در کنترل فعال سازه‌ها

جواد کاتبی[۱*]، شیوا خامودچیان[۲]

۱- استادیار دانشکده‌ی مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشکده‌ی مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

[*] jkatebi@tabrizu.ac.ir

خلاصه

در کنترل فعال سازه ها یافتن نیروی کنترلی وارد بر سازه یکی از موضوعات مهم در طول اعمال بار دینامیکی است. الگوریتم‌های متنوعی در این راستا پیشنهاد شده‌است. متداول‌ترین روش، روش حلقه بسته مبتنی بر بردار حالت کامل[۳] می‌باشد که می‌تواند میرایی را در هر درجه آزادی سازه افزایش دهد. از طرفی استفاده از این روش مستلزم آن است که بردار کامل متغیرهای حالت با نصب حسگرهای سرعت و جابه‌جایی اندازه گیری شوند. با افزایش درجات آزادی در سازه‌ها تعداد حسگرهای مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد. این مساله مشکلاتی از قبیل پیچیدگی تجهیزات، افزایش قابل توجه هزینه‌ها و همچنین افزایش خطا را به دنبال دارد. ایده استفاده از مشاهده‌گر می‌تواند راه‌گشای این مساله باشد. مبنای طراحی مشاهده‌گر به حداقل رساندن اختلاف بین پاسخ تخمین زده شده و پاسخ واقعی سازه است. در این پژوهش به طراحی مشاهده‌گر با استفاده از الگوریتم تکاملی تفاضلی[۴] که یک روش متاهیوریستیک(شهودی) است، پرداخته شده است. مشاهده‌گر با یک حسگر جابه‌جایی نصب شده در سازه طراحی شد. سپس کنترل کننده نیز با روش تکاملی تفاضلی طراحی شد و نتایج حاکی از کاهش قابل توجه پاسخ سازه است.

کلمات کلیدی: کنترل سازه، حس‌گر، مشاهده‌گر، الگوریتم تکاملی تفاضلی

۱. مقدمه

استفاده از سیستم‌های مدرن کنترلی جهت کاهش آسیب های وارد بر سازه در برابر بارهای دینامیکی نظیر زلزله و باد، بسیار موثر و مورد توجه است. در بین انواع روش‌های کنترل مدرن، روش کنترل فعال از جمله روش‌های پرکاربد است. یکی از موضوعات مهم در این زمینه تعیین نیروی کنترلی است. در این راستا روش‌های متنوعی از جمله روش‌های بازخورد حلقه بسته، حلقه باز و حلقه باز_ بسته پیشنهاد شده است. متداولترین روش، روش حلقه بسته می‌باشد که با اعمال یک بازخورد، قادر است معادلات لازم جهت تعیین نیروی کنترلی را فراهم سازد. این بازخورد می‌تواند بازخورد متغیر حالت یا خروجی به شکل دینامیکی یا استاتیکی باشد. از جمله این روش‌ها، روش بازخورد حلقه بسته مبتنی بر بردار حالت کامل است که می‌تواند میرایی را در هر یک از درجات آزادی سازه افزایش دهد. در نتیجه ارتعاشات سازه در برابر زلزله به صورت موثر کاهش می‌یابد. از طرفی استفاده از این روش مستلزم آن است که بردار کامل متغیرهای حالت سازه در دسترس باشند. در بیشتر مطالعات انجام گرفته فرض بر این است که تمام متغیرهای حالت در دسترس است. در حالی که اندازه‌گیری این متغیرها یک چالش بزرگ در طراحی سیستم های کنترلی از جمله سازه‌های بلند است.

در روش بازخورد حلقه بسته مبتنی بر بردار کامل جهت اندازه‌گیری مستقیم متغیرها، حسگرهای سرعت و جابه‌جایی در هر یک از درجات آزادی سازه نصب می‌شوند. با افزایش درجات آزادی در سازه‌ها تعداد حسگرهای مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد. این مساله مشکلاتی از قبیل پیچیدگی تجهیزات، افزایش قابل توجه هزینه‌ها و همچنین افزایش خطا را به دنبال دارد. ایده استفاده از مشاهده‌گر می‌تواند راه‌گشای این مساله باشد. با استفاده از مشاهده‌گر تعدادی حسگر در نقاط استراتژیک سازه نصب می‌شوند. مشاهده‌گر مانند یک سیستم حسگر کامل عمل کرده و تمام متغیرهای یک پس‌خوراند را تخمین می‌زند. مطالعات نشان می‌دهد که طراحی یک مشاهده‌گر مشابه طراحی کنترل‌گر است. تعداد حسگر نصب شده باید به گونه‌ای

---

[۲] استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله دانشگاه تبریز

[3] Full state

[4] Diffrential evolution