

ارزیابی قابلیت اطمینان سازه‌های کنترل شده فعال با استفاده از روش شبیه‌سازی زیر مجموعه‌ای

هاشم شریعتمدار^۱، گلسا بهنام راد^۲

1- دانشیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

2- دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

:

1- shariatmadar@um.ac.ir

2- golsa_behnamrad@yahoo.com

خلاصه

به دلیل عدم قطعیت ذاتی سازه‌های مهندسی، آنالیز قابلیت اطمینان سیستم‌های سازه‌ای، برای ارزیابی دقیق و مقایسه قدرتمند سیستم‌های کنترل شده فعال ضروری می‌باشد. چندین روش و الگوریتم ارزیابی قابلیت اطمینان، با توانایی، دقت و بازدهی گوناگون در گذشته مطرح شده است. یک مقایسه کمی از این روش‌ها می‌تواند برای جامعه مهندسی بسیار مفید و قابل استفاده باشد. در این مقاله، از یک روش شبیه‌سازی به نام شبیه‌سازی زیرمجموعه‌ای، برای محاسبه احتمالات گسیختگی، به منظور آنالیز قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی استفاده شده است. در این پژوهش، چند نمونه از ارزیابی قابلیت اطمینان سازه‌هایی که تحت تحریک لرزه‌ای قرار گرفته و از سیستم‌های کنترل فعال استفاده می‌کنند، ارائه شده است. نتایج مورد بررسی نشان می‌دهد که روش شبیه‌سازی زیرمجموعه‌ای در ارزیابی احتمال گسیختگی سیستم‌های سازه‌ای با نواحی گسیختگی پیچیده، تعداد متغیرهای تصادفی زیاد و احتمالات گسیختگی کوچک، قدرتمند و کارآمد می‌باشد.

کلمات کلیدی: قابلیت اطمینان سازه، احتمال گسیختگی، شبیه‌سازی زیرمجموعه‌ای، کنترل فعال سازه.

1. مقدمه

عدم قطعیت در کنترل همه سازه‌های مهندسی ذاتی می‌باشد و می‌تواند در نتیجه بدعمل کردن سخت‌افزارهای کنترلی، صرف نظر کردن از حالات دینامیکی سیستم‌ها، نامناسب بودن مدل‌های ریاضی، خطا در تشخیص پارامترها، ساده‌سازی مدل‌ها و ... باشد. اگر عدم قطعیت‌ها در طراحی یک استراتژی کنترل به درستی مورد استفاده قرار نگیرند، ممکن است که عملکرد سازه کنترل شده به شکل جدی تنزل پیدا کند و حتی ممکن است سازه‌ای که از نظر ظاهری پایدار به نظر می‌رسد، به دلیل اعمال نیروهای کنترلی محرک‌ها ناپایدار شود.

در حالی که طی سال‌ها بررسی، فرضیات مدل‌سازی دقیق‌تر و با جزئیات بیشتری ارائه شده‌اند، آنالیز قابلیت اطمینان سیستم‌های سازه‌ای تصادفی، هنوز به صورت یک چالش باقی مانده است. بنابراین، آنالیز قابلیت اطمینان سیستم‌های سازه‌ای غیرقطعی که در معرض بارهای تصادفی قرار گرفته‌اند و بدست آوردن احتمال گسیختگی آن‌ها، یکی از موارد مورد علاقه علم مهندسی به شمار می‌رود.

در سه دهه گذشته، تعداد زیادی از روش‌های آنالیز قابلیت اطمینان گسترش پیدا کرده‌اند. رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده شامل روش قابلیت اطمینان مرتبه اول (FORM)، روش قابلیت اطمینان مرتبه دوم (SORM) و همچنین روش‌های شبیه‌سازی مانند روش شبیه‌سازی مونت کارلو می‌باشند. روش‌های ذکر شده دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. برای مثال، اگرچه روش‌های فوق اغلب بسیار کارآمدند، اما هر دوی آنها به یک فرمول صریح و روشن از تابع گسیختگی نیازمندند. و طراحی شده‌اند تا محتمل‌ترین نقطه طرح را تعیین نمایند، بنابراین، الزاما ارزیابی بسیار دقیقی از احتمال گسیختگی را ارائه نمی‌دهند. همچنین هیچ یک از این دو روش هنگام حل معادلات حالت حدی پیچیده، مانند معادلات گسیختگی غیرخطی مرتبه بالا و یا ترکیبی از توابع گسیختگی، قدرتمند نمی‌باشند [1 و 2]. ضرورتاً، پیدا کردن احتمالات گسیختگی کوچک نیازمند اطلاعاتی از نمونه‌های نادری

¹دانشیار

²دانشجوی دکتری سازه