



## تحلیل دینامیکی سازه‌ها با رویکرد احتمال اندیشانه

مهدی میمری<sup>۱</sup>، فرزاد شهبان مقدم<sup>۲</sup>  
دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد

mehdimemari@gmail.com

### خلاصه

به دلیل وجود عدم قطعیت‌های فراوان در سازه‌ها، استفاده از روش‌های مبتنی بر دانش آمار و احتمالات کاربرد گسترده‌ای در فرآیندهای تحلیل و طراحی و تعیین احتمال خرابی سازه‌ها پیدا کرده است. تحلیل احتمال اندیشانه سازه‌ها راه را برای شناخت اثر متغیرهای تصادفی موجود در بارها (استاتیکی و دینامیکی)، ویژگی‌های مواد، هندسه‌ی سازه، ابعاد و اندازه‌های مقطع و الگوهای تحلیل و طراحی هموار می‌سازد. در سال‌های اخیر، مطالعه‌ی سازه‌ها در فضای عدم قطعیت مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. هدف این پژوهش بررسی عدم قطعیت‌های مواد در تحلیل دینامیکی سازه‌ها می‌باشد. به‌سختن دیگر، ویژگی‌های مواد دارای عدم قطعیت پنداشته می‌شوند. با شبیه‌سازی این کمیت‌ها توسط روش مونت کارلو، اثر آنها در تحلیل دینامیکی سازه‌ها بررسی می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل دینامیکی سازه‌ها، عدم قطعیت، تحلیل احتمال اندیشانه، روش مونت کارلو.

### ۱. مقدمه

تحلیل استاتیکی و دینامیکی سازه‌ها به طور معمول با فرض قطعی بودن پارامترهای موثر بر پاسخ سازه انجام می‌شود (تحلیل یقین اندیشانه). اگر چه فرض مدل‌های قطعی منجر به تحلیل‌های ساده‌تر و سریع‌تر می‌شود اما به دلیل وجود عدم قطعیت در بارها، هندسه و مشخصات مواد، لزوم انجام تحلیل سازه در فضای عدم قطعیت را ایجاب می‌کند. در مقابل تحلیل یقین اندیشانه، تحلیل احتمال اندیشانه سازه‌ها علمی است که براساس آمار و احتمالات بنا شده است و با تصادفی فرض کردن متغیرهای مؤثر در هر مسأله، احتمال ایمنی یا خرابی سامانه را به صورت کمی بیان می‌کند.

کارهای انجام شده در این زمینه بسیار گسترده است. پائولا و همکاران [۱] روش کارآیی را در تحلیل احتمال اندیشانه دینامیکی سازه‌های خرپاگونه که دارای مشخصات تصادفی بودند، پیشنهاد کردند. ارگونال [۲] مدلی را برای کاهش خسارات ناشی از زمین لرزه ارائه کرد که در آن ماهیت متغیرهای تاثیرگذار به صورت غیر قطعی در نظر گرفته شدند. چو و همکاران [۳] با انجام تحلیل احتمال اندیشانه، تغییر مکان جانبی قابهای بتنی تحت اثر بارهای لرزه‌ای را که در معرض خوردگی قرار داشتند، محاسبه کردند. وایسمن و همکاران [۴] اثر عدم قطعیت را در سازه‌های دریایی تحت اثر نیروهای دینامیکی ناشی از امواج بررسی نمودند.

با توجه به تنوع کارهای انجام شده در زمینه تحلیل دینامیکی سازه‌ها در فضای عدم قطعیت، داشتن یک ایده کلی از رفتار دینامیکی سازه‌ها با غیر قطعی انگاشتن مشخصات اصلی تاثیرگذار نظیر جرم، سختی و تنش تسلیم لازم به نظر می‌رسد. از این رو در این مقاله به بررسی اثر عدم قطعیت عامل‌های ذکر شده در پاسخ دینامیکی سازه‌های یک و چند درجه آزادی دارای رفتار کشسان و کشسان-مومسان پرداخته می‌شود. در تحلیل احتمال اندیشانه، ویژگی‌های آماری پاسخ از فرآیندهای شبیه‌سازی به‌دست می‌آیند. متداول‌ترین این نوع روش‌ها، فرآیند شبیه‌سازی مونت کارلو می‌باشد [۵] و [۶] که در این مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرد.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده مهندسی