

تحلیل قابلیت اعتماد سازه های اسکلتی فولادی

جلال اکبری¹، مصطفی فتحی سپهوند²

1- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه ملایر

2- دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه ملایر

Jalal.akbari@gmail.com , akbari@malayeru.ac.ir
mostafa_fathi_s@yahoo.com

خلاصه

تحلیلهای تمام احتمالاتی در آیین نامه های ساختمانی بتدریج جایگزین تحلیلهای طراحی های متعین سازه ها شده اند. به دلیل طبیعت تصادفی بارگذاریها، مشخصات مصالح و مسائل اجرا تحلیل های احتمالاتی واقع بینانه می نمایند. در این مقاله با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو، تحلیل قابلیت اطمینان سازه های فولادی انجام شده است. شبیه سازی مونت کارلو روشی عددی است که برخلاف روشهای تحلیلی قابلیت اطمینان نیازی به محاسبه گرادیان تابع حالت حدی نداشته و با انجام محاسبات ساده ای می تواند احتمال شکست سازه را با دقت مناسبی تعیین نماید. در این مقاله با مطالعه یک تیر فولادی و یک قاب فولادی، که هر یک با دو نوع تابع حالات حدی و 5 نوع توزیع تابع چگالی احتمال است، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته اند. نتایج نشان می دهد که در نظر گرفتن نوع توزیع مناسب برای متغیرهای تصادفی در نتایج تحلیل قابلیت اطمینان موثر می باشد. شبیه سازی مونت کارلو با حدود 00000 سیکل دقت بسیار مناسبی از احتمال شکست سازه را ارائه می دهد. همچنین، با محاسبه عددی شاخص حساسیت شناسایی متغیرهایی که بیشترین تاثیر را در تحلیل قابلیت اطمینان دارند، انجام شده است.

کلمات کلیدی: قابلیت اطمینان سازه، احتمال شکست، شبیه سازی مونت کارلو، روش المان محدود

1. مقدمه

تخمین احتمال شکست سیستم های سازه ای با شکلهای مختلف تحت انواع بارگذاریها اخیرا مورد مطالعه بسیاری از تحقیقات در زمینه تحلیل قابلیت اعتماد سازه ها بوده است [1]. برای تحلیل قابلیت اطمینان سازه ها دو روش کلی وجود دارد: محاسبه و تحلیل تئوریک قابلیت اطمینان سازه که منجر به ابداع روشهایی مانند FORM³ و SORM⁴ و غیره شده و روشهای مبتنی بر شبیه سازی. در روشهای تحلیل تئوریک قابلیت اطمینان سازه ها نیاز به محاسبه گرادیان تابع حالات حدی⁵ می باشد در حالی که در روشهای مبتنی بر شبیه سازی معمولا نیازی به محاسبه این گرادیان نبوده و با انجام محاسبات ساده ای می توان احتمال شکست یک سازه را تعیین کرد [2]. روش شبیه سازی مونت کارلو⁶ روشی پر کاربرد مبتنی بر شبیه سازی برای محاسبه قابلیت اطمینان سازه می باشد که در عین سادگی تقریب نسبتا دقیقی از احتمال شکست یک سیستم سازه ای را ارائه می دهد. این روش بخصوص در مسائل پیچیده با متغیرهای تصادفی⁷ زیاد بسیار مناسب بوده [3] و با انتخاب تعداد سیکلهای زیادتر شبیه سازی می توان دقت نتایج را افزایش داد [4]. از این رو در این تحقیق از روش شبیه سازی مونت کارلو استفاده شده است.

در این مقاله ابتدا روش شبیه سازی مونت کارلو بیان شده و در ادامه دو مثال عددی شامل یک تیر فولادی و یک قاب فولادی خمشی آورده شده است. هر یک از این دو مثال با دو نوع تابع حالات حدی و 5 نوع توزیع تابع چگالی احتمال⁸ مورد تحلیل قابلیت اطمینان قرار گرفت و نشان داده شد که اولاً در نظر گرفتن صحیح نوع توزیع متغیرهای تصادفی در نتایج تحلیل قابلیت اطمینان موثر بوده و ثانیاً شبیه سازی مونت کارلو با حدود 50000 سیکل دقت بسیار مناسبی از احتمال شکست سازه ارائه می دهد.

¹عضو هیئت علمی گروه عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ملایر

²گروه عمران، دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر، ملایر

³FORM = First-order Reliability Method

⁴SORM = Second-order Reliability Method

⁵Limit states function

⁶Monte Carlo simulation (MCS)

⁷Random variables (RVs)

⁸Probability density function (PDF)