

تحلیل قابلیت اعتماد قاب‌های فولادی بر اساس روش‌های پیشرفته‌ی مونت کارلو

محمد مهدی مجاهد^۱، بهروز احمدی ندوشن^۲

۱- یزد، صفائیه، دانشگاه یزد، دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

۲- یزد، صفائیه، دانشگاه یزد، دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

Mahdimojahed@gmail.com

خلاصه

واریانس میزان احتمال خرابی با واریانس متغیرها رابطه‌ی مستقیم و با تعداد نمونه‌های تولید شده رابطه عکس دارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که انحراف معیار مقدار احتمال خرابی و در نتیجه حاصل تخمین مونت کارلو با نسبت $N^{(1/2)}$ کاهش می‌یابد و این حاکی از همگرایی کند روش شبیه سازی مونت کارلو معمولی دارد. به همین دلیل در این نوشتار به بررسی روش‌هایی تحت عنوان روش‌های پیشرفته‌ی مونت کارلو جهت تحلیل قاب‌های فولادی پرداخته شده است. این روش‌ها قادرند با استفاده از اطلاعات اضافی مسئله و به منظور محدود نمودن ناحیه انتخاب نمونه‌ها در قسمت‌های مهم و موثر فضای متغیرها، خطای روش مونت کارلو را کاهش دهند. نتایج به دست آمده از قاب‌های ارائه شده نشان می‌دهد که روش‌های نمونه برداری پیشنهادی می‌توانند در زمان بسیار کم علاوه بر کاهش تعداد نمونه‌ها، با دقت خوبی به جواب برسند.

کلمات کلیدی: تحلیل قابلیت اعتماد، شبیه سازی مونت کارلو، روش‌های کاهش واریانس، احتمال خرابی

۱. مقدمه

توانایی‌های فراوان روش‌های شبیه سازی به ویژه روش شبیه سازی مونت کارلو (MCS)^۳ سبب شده که این روش‌ها به صورت گسترده، نه فقط در زمینه‌ی ریاضیات کاربردی بلکه در مهندسی قابلیت اعتماد، نیز مورد استفاده قرار بگیرند. این روش‌ها که اساس روش‌های کلاسیک قابلیت اعتماد سازه‌ها را بنا می‌کنند، تلاش برای به دست آوردن بهترین تخمین و تقریب احتمال خرابی سازه‌ها را میسر می‌سازند. روش شبیه سازی مونت کارلو، یک الگوریتم محاسباتی است که از نمونه گیری تصادفی برای محاسبه نتایج استفاده می‌کند. اما در مسائل سازه ای از جمله قاب‌های فولادی، استفاده از روش تحلیل مونت کارلو به دلیل پیچیدگی‌های تابع حالت حدی از یک سو و از سوی دیگر نیاز به محاسبه تابع حالت حدی، موجب ایجاد هزینه‌ی زمانی زیاد می‌شود. استفاده از این روش، در تحلیل قابلیت اعتماد قاب‌های فولادی، جهت دستیابی به یک دقت از پیش تعیین شده مستلزم تعداد مشخصی عملیات شبیه سازی شده می‌باشد و با توجه به اینکه، این تعداد با میزان احتمال خرابی نسبت عکس دارد، به کارگیری این روش، به هزینه زیادی نیاز دارد، لذا اتخاذ استراتژی‌هایی که بتواند حجم محاسبات را به گونه ای کاهش دهند از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. بنابراین استفاده از روش MCS معمولی، تنها برای کنترل نتیجه و میزان دقت سایر روش‌ها به کار می‌رود [۱-۳].

با توجه به اینکه در اغلب مسائل سازه‌ای، قاب‌های فولادی با چند درجه آزادی و توابع حالت حدی با متغیرهای زیاد وجود دارند، تحلیل این سازه‌ها بر اساس روش مونت کارلوی معمولی، نیاز به زمان بسیار زیادی خواهد داشت. در نتیجه با استفاده از روش‌هایی تحت عنوان روش‌های پیشرفته‌ی مونت کارلو و با در نظر گرفتن میانگین توابع اصلی و واریانس‌های مختلف، نتایج قابل قبولی را در زمان بسیار کمتری ارائه می‌شود. با توجه به اینکه این روش‌ها دارای واریانس‌های مختلفی می‌باشند، می‌توان گفت تا زمانی این واریانس‌ها قابل کاهش هستند که خطای محاسباتی به دست آمده در بازه‌ی مناسبی باشد. خطای به دست آمده در این روش‌ها متناظر با $\frac{1}{\sigma N^{1/2}}$ می‌باشد که در آن σ ، جذر واریانس است. مقدار پارامتر σ به عنوان تنها مقداری

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه یزد

^۲ استاد یار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یزد

^۳ Monte Carlo Simulation