



مقایسه روش نمونه برداری ابر مکعب لاتینی با دیگر روشهای کاهش واریانس جهت تخمین قابلیت اعتماد سازه ها

بهروز احمدی ندوشن^۱، محمد مهدی مجاهد^۲

۱- استاد یار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه یزد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه یزد

آدرس پست الکترونیکی: Mahdimojahed@gmail.com

خلاصه

قابلیت اعتماد باید به عنوان یکی از معیارهای مهم، جهت تحلیل و طراحی سازه ها مورد استفاده قرار بگیرد. بنابراین برای به دست آوردن پارامتری جهت طراحی سازه ها نیاز به ارزیابی کمی قابلیت اعتماد سازه ها خواهیم داشت. هدف از ارزیابی قابلیت اعتماد، تخمین احتمال خرابی هر یک از اعضای سازه می باشد. در این راستا روشهای مختلفی از قبیل روشهای کاهش واریانس مونت کارلو جهت تخمین قابلیت اعتماد به کار گرفته شده است. در برخی از این روشها از قبیل روشهای نمونه برداری با اهمیت و جهت دار، در صورتی که تابع چگالی اولیه را اشتباه در نظر بگیریم، ممکن است در مسائل سازه ای با خطاهای زیادی روبرو شویم. در این مقاله برای رفع این مشکل به بررسی روش نمونه برداری ابر مکعب لاتینی پرداخته و در نهایت با ارائه مثالهایی کارایی این روش را با دیگر روشهای کاهش واریانس مقایسه نموده ایم. در پایان این مقاله به این نتیجه رسیدیم که روش ابر مکعب لاتینی با کاهش بیشتر داده ها می تواند علاوه بر ایجاد خطای کمتر، زمان تحلیل را نیز کاهش دهد.

کلمات کلیدی: قابلیت اعتماد، شبیه سازی مونت کارلو، نمونه برداری با اهمیت و جهتی، نمونه برداری ابر مکعب لاتینی

۱. مقدمه

تحلیل و طراحی سازه ها مبتنی بر نظریه قابلیت اعتماد، موضوعی است که اخیراً به طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. علت این توجه وجود طبیعت غیر قطعی (تصادفی) پارامترهای سازه ای از قبیل خواص مصالح، بارهای خارجی، ابعاد هندسی و غیره می باشد. در سالهای اخیر روشهای مختلفی جهت ارزیابی کمی قابلیت اعتماد سازه ها به کار گرفته شده است. در این راستا برای اولین بار کرنل [۱] در سال ۱۹۶۹، با بررسی روشهای گشتاور دوم و تقسیم فضای متغیرهای اصلی به دو بخش ایمن S و گسیختگی F، شاخصی به نام شاخص قابلیت اعتماد کرنل را بر اساس میانگین حاشیه ایمنی به کوواریانس حاشیه ایمنی، ارائه داد. این شاخص قابلیت اعتماد، به نوعی فاصله میانگین حاشیه ایمنی تا سطح گسیختگی می باشد. در سال ۱۹۷۴، لیند و هاسوفر، با تبدیل متغیرهای اصلی به متغیرهای نرمال استاندارد، شاخصی به نام شاخص قابلیت اعتماد لیند و هاسوفر را ارائه دادند [۲]. اما نیاز به فرم ریاضی تابع حالت حدی بزرگترین عیب، در به دست آوردن این شاخصها می باشد. برای رفع مشکلات روشهای نام برده، در اواسط دهه ۸۰، روشهای شبیه سازی از قبیل روش شبیه سازی مونت کارلو (MCS^1) [۳]، که کاربرد وسیعی در ارزیابی قابلیت اعتماد دارد، جایگزین روشهای تحلیلی شد. این روش برای تعیین نمونه های تصادفی گسترده، از متغیرهای ورودی و برای تخمین احتمال خرابی بعد از تکرارهای زیاد، مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از روش MCS و دستیابی به یک دقت از پیش تعیین شده مستلزم تعداد مشخصی عملیات شبیه سازی شده می باشد و این تعداد با مقدار احتمال خرابی نسبت عکس دارد. استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو در مسائل واقعی سازه، هزینه زیادی جهت به دست آوردن نتایج دقیق مصرف می نماید، بنابراین از این روش تنها برای کنترل نتیجه و میزان دقت سایر روشها در مواردی که نتایج دقیق در اختیار نیست، استفاده می شود [۴]. در تحلیل مونت کارلو ابتدا n عدد تصادفی برای هر یک از پارامترهای تصادفی موجود در معادله پاسخ ایجاد می شود و سپس معادله پاسخ به ازای تک تک اعداد تصادفی تولید شده حل می شود. نهایتاً n مقدار برای معادله پاسخ سازه به دست می آید که می توان اطلاعات آماری و هیستوگرام را برای آن به دست آورده و تابع احتمال چگالی مناسبی بر هیستوگرام رسم نموده و از تابع چگالی به دست آمده عباراتی احتمال اندیشانه نتیجه گرفت. در حالت کلی احتمال خرابی سازه در تحلیل قابلیت اعتماد را در ناحیه D ، می توان به صورت رابطه ی ۱، بیان نمود.

^۱ Mont – Corlo simulation