ارائه روشی محاسباتی برای تعیین توزیع احتمالاتی پاسخ لرزه ای سیستم‌های دینامیکی

سپیده رحیمی[۱]، مسعود سلطانی محمدی[۲]

۱- دانشجوی دکتری مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

msoltani@modares.ac.ir

خلاصه

با توجه به رفتار غیرخطی سیستم‌های سازه‌ای و تصادفی بودن تحریکات زلزله، عموما برای تعیین پاسخ احتمالاتی سازه‌ها، تحلیل تاریخچه زمانی تحت مجموعه‌ای از رکوردها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما این موضوع مستلزم انجام تعداد زیادی تحلیلهای دینامیکی است که می‌تواند با هزینه محاسباتی زیادی همراه باشد. در این تحقیق به منظور کاهش حجم محاسبات مورد نیاز، ارائه یک روش محاسباتی که می تواند جایگزین روشهای دقیق دینامیکی غیرخطی قرار گیرد، مورد توجه قرار گرفته است. روش پیشنهادی قابلیت تعیین توزیع احتمالاتی پاسخ سیستمهای دینامیکی تحت تحریک‌های گوسی مانا و غیرمانا و با درنظر گرفتن اثر $P\text{-}\Delta$، را داراست. دقت این روش در مقایسه با روش دقیق، توسط تعداد زیادی تحلیل دینامیکی غیرخطی ارزیابی می‌گردد.

کلمات کلیدی: بوک-ون، توزیع احتمالاتی، ارتعاشات تصادفی، $P\text{-}\Delta$.

۱. مقدمه

به طور کلی، دو روش متفاوت برای تعیین نیاز لرزه ای سازه‌ها موجود است. روش اول شامل ارزیابی تعینی پاسخ سازه تحت تعداد محدود رکورد اعمالی می‌باشد و روش دوم بر اساس تئوریهای احتمالاتی است. اما نتایج روش اول با توجه به ماهیت تصادفی زلزله و تعداد محدود رکوردهای اعمال شده به سازه ممکن است بیانگر رفتار دقیق و کاملی از سازه نباشد. تصادفی بودن تحریک منجر به پیچیده شدن بررسی عملکرد سیستم می‌گردد. از اینرو در سال‌های اخیر روش‌های احتمالاتی، جایگزین مناسبی برای روشهای تحلیل تعینی شده‌اند [۱-۳].

با استفاده از روشهای احتمالاتی، خصوصیات آماری پاسخ سیستم، تحت مجموعه‌ای از رکوردهای مناسب ساختگاه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. از جمله این خصوصیات، تغییرمکان با سطح احتمال وقوع مشخص است. با اینکه روش تحلیل دینامیکی غیرخطی جامع‌ترین روشی است که می‌تواند برای تحلیل سازه به کار رود و جوابهای دقیق‌تری نسبت به سایر روشهای موجود به دست دهد، به دلیل حساس بودن پاسخ‌ها به رکورد ورودی و همچنین وجود عوامل متنوع و موثر بر پاسخ سازه نظیر محتوای فرکانسی، پریود خاک، مدت زمان زلزله، رفتارهای کاهنده و ... ، می‌توان گفت که لازمه دستیابی به نتیجه مناسب در این روش، انجام تحلیلهای زیاد، تحت مجموعه مناسبی از رکوردهای زلزله است که البته می تواند زمان محاسباتی زیادی را در بر داشته باشد. با توجه به موارد ذکر شده، توسعه یک روش ساده و نسبتا دقیق که جایگزین روشهای دقیق تحلیل تاریخچه زمانی گردد، هدف این تحقیق قرار گرفته است.

پیش بینی پاسخ لرزه‌ای و عملکرد سازه‌ها با دقت مناسب، زمانی که سیستم وارد ناحیه غیرخطی می‌گردد، بسیار مشکل است. نامشخص بودن مکانیزم غیرخطی سازه و عدم قطعیت‌های موجود در خصوصیات سازه‌ای و تحریک ورودی از عوامل ایجاد این مشکلات است. برای غلبه بر این مشکلات، محققین سعی در استفاده از مبانی تئوری ارتعاشات تصادفی و حل در حوزه فرکانس نموده‌اند. در این زمینه، باربات[1] خصوصیات طیفی پاسخ لرزه‌ای سازه یکدرجه آزاد را تحت تحریک با فرآیند مانا و غیرمانا با استفاده از قوانین ارتعاشات تصادفی تعیین نمود [۲]. کاربرد این مطالعه محدود به

[1] Barbato