



استفاده از آمار بیزین در تحلیل احتمالاتی تقاضای لرزه‌ای برای قابهای خمشی فولادی

مهدی مهدوی عادل^۱، مهدی بنازاده^۲

۱- کارشناس ارشد زلزله، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

۲- دکتری سازه، عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

mehmahad@yahoo.com

خلاصه

هدف از تحلیل احتمالاتی تقاضای لرزه‌ای، محاسبه احتمال تجاوز سالیانه تقاضای لرزه‌ای یک سازه از مقداری مشخص در ساختگاه مورد نظر است. بواسطه تضادها و عدم قطعیت‌های فراوانی که در زلزله و پاسخ لرزه‌ای سازه وجود دارد، استفاده از یک چارچوب احتمالاتی در این تحلیل الزامی است. در این تحقیق تلاش شده است که بجای استفاده از آمار کلاسیک، از آمار بیزین در ایجاد این چارچوب استفاده شود و دو بخش بنیادی این تحلیل، یعنی مدل احتمالاتی تقاضای لرزه‌ای و نیز مدل آسیب پذیری فروریزش سازه برای قابهای خمشی فولادی ارائه گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بهترین فرم برای تعریف مدل، یک رابطه خطی بین لگاریتم طبیعی شاخص شدت و لگاریتم طبیعی پارامتر تقاضای لرزه‌ای است. همچنین نتایج حاصل نشان دادند که شتاب طیفی مود اول بهترین پارامتر شاخص شدت برای تخمین تقاضای لرزه‌ای در قابهای صلب و کوتاه مرتبه است اما برای قابهای نرم و شکل پذیر میان مرتبه و بلندمرتبه این پارامتر دقت خود را از دست می‌دهد و در مورد این قابها استفاده از ترکیب شتاب طیفی مود اول و دوم بصورت میانگین یا برآیند می‌تواند یک شاخص شدت بسیار مناسب باشد. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که برای تعریف مدل آسیب‌پذیری فروریزش قابهای خمشی فولادی، یک مدل توزیع نرمال می‌تواند ایده‌آل باشد.

کلمات کلیدی: تحلیل احتمالاتی تقاضای لرزه‌ای، تحلیل غیر خطی دینامیکی، قاب خمشی فولادی، فروریزش، آمار بیزین

۱. مقدمه

در روش نوین طراحی بر اساس عملکرد، تخمین تقاضای لرزه‌ای از اجزای مهم توصیف عملکرد سازه محسوب می‌گردد. بزرگترین چالش در این تخمین، تضادها و عدم قطعیت‌های فراوانی است که پدیده زلزله و پاسخ لرزه‌ای سازه وجود دارد. بدلیل همین مساله، استفاده از یک چارچوب احتمالاتی در این تخمین الزامی است. به این روش تحلیل احتمالاتی تقاضای لرزه‌ای (Probabilistic Seismic Demand Analysis) یا PSDA بصورت خلاصه اطلاق می‌گردد. در واقع PSDA رهیافتی جهت محاسبه احتمال وقوع سالیانه تجاوز پارامتر تقاضای لرزه‌ای یک سازه در یک ساختگاه مشخص از مقداری مشخص می‌باشد [۱]. مبنای اصلی در این روش جهت تخمین تقاضای لرزه‌ای یک سازه در ساختگاهی مشخص بدین صورت است که منحنی خطر پارامتر شاخص شدت حرکت زمین (Intensity Measure یا بطور خلاصه IM) برای ساختگاه مذکور با نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی غیر خطی آن سازه تحت مجموعه‌ای از شتابنگاشت‌ها با استفاده از تئوری کلی احتمالات ترکیب می‌گردد تا نتایج مطلوب حاصل شود [۲].

برای توضیح این مطلب به زبان ریاضی، اگر پارامتر تقاضای لرزه‌ای حداکثر تغییر مکان نسبی بین طبقات (که پارامتری بسیار مناسب جهت توصیف رفتار غیر خطی خصوصاً فروریزش کلی قابهای خمشی فولادی می‌باشد) انتخاب شود و با DR نمایش داده شود و همچنین پارامتر شاخص شدت با IM نشان داده شود، مساله تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای یعنی احتمال وقوع سالیانه تجاوز پارامتر تقاضای لرزه‌ای (DR) از مقداری مشخص x یا به زبان ریاضی $P[DR > x]$ بصورت زیر قابل بیان است:

$$P[DR > x] = \int P[DR > x | IM = y] \cdot dH_{IM}(y) \quad (1)$$

در این عبارت، $H_{IM}(y)$ به معنای احتمال وقوع سالیانه تجاوز پارامتر IM از مقدار مشخص y و یا به عبارت دیگر منحنی خطر پارامتر شاخص شدت می‌باشد که دینامیک آن در نقطه y مورد استفاده قرار گرفته است. این جزء عموماً توسط روشهای تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای مورد محاسبه قرار می‌گیرد که در این مقاله مورد توجه نیست و در خصوص آن مراجع مختلفی وجود دارد [۳]. مهمترین جزء در این رابطه، ترم $P[DR > x | IM = y]$ می‌باشد که به معنای احتمال تجاوز پارامتر تقاضای لرزه‌ای از مقدار مشخص x به شرط وقوع پارامتر شاخص شدت برابر y تفسیر می‌گردد.