

Development of Analytical Seismic Fragility Functions for the Common Buildings in Iran

Mohsen Ghafory-Ashtiany

Professor, Structural Engineering Research Center
ashtiany@iiees.ac.ir

Afshin Kalantari, Zarin Karimzadeh

One of the main components for the development of regional seismic risk models is the fragility functions for common building types. Due to the differences between the national design codes, construction practices, and construction materials, it is necessary to develop specific fragility functions for the common building types which are constructed in each region. One of the existing challenges is the lack of classified, reliable, and cogent local seismic fragility functions for common buildings in Iran. For this reason, the present study is devoted to fill this essential gap. Therefore, at the first step, a comprehensive study was performed on the existing building types in the country. Finally, the Iranian common buildings are classified into 35 categories regarding material, lateral-load-resisting system, age, height, and seismic design level. Also, by conducting comprehensive studies on all previously performed researches in the country, structural and dynamic parameters have been collected for buildings in each class. This information was used to compute a large set of backbone curves for Iranian buildings taxonomy. In the next steps, a large set of ground motion records were selected. Non-linear time-history analyses were performed on the generic backbone curve for each type of buildings, and the structural responses were used to derive fragility functions for building classes. Then, nearly three hundred appropriate fragility functions were generated for Iranian common buildings considering both record-to-record and building-to-building response variability using cloud analysis. Based on the existing empirical data from past earthquakes in the country, the validation of the resulting fragility functions was carried out. The resulted fragility functions can be utilized in seismic risk assessment studies in the country.

Keywords Earthquake, Iran, Iranian buildings, Taxonomy, Fragility functions, Seismic risk

توسعه توابع شکنندگی تحلیلی - قضاوتی برای ساختمانهای متداول در ایران

محسن غفوری آشتیانی

استاد پژوهشکده مهندسی سازه ashtiany@iiees.ac.ir

افشین کلانتری، زارین کریمزاده

امروزه در اکثر کشورهای لرزه خیز مطالعات ریسک لرزه‌ای با هدف تخمین خسارات و تلفات ناشی از زلزله برای کمک به مدیریت بحران و پاسخ سریع به سانحه، انجام می‌شود. توابع شکنندگی ابزار توانمندی برای بررسی احتمال وقوع خسارت در ساختمانها در برابر سطوح مختلف زمین لرزه می‌باشند. استفاده از توابع شکنندگی به پیش‌بینی رفتار لرزه‌ای ساختمانهای موجود یک منطقه هنگام وقوع زلزله‌های مختلف، کمک خواهد نمود. این توابع در واقع احتمال فراگذشت یک شاخص خسارت از یک مقدار حدی را بر اساس شدت‌های مختلف، مشخص می‌سازند. این تابع کاربردهای فراوانی قبل و بعد از وقوع زلزله دارد، به طوری که ضمن ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای در مواردی دیگر از جمله تعیین اولویت‌ها در مقاوم‌سازی و همچنین برنامه‌ریزی مدیریت بحران مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ارزیابی ریسک لرزه‌ای در کشور نخست نیاز است که در کنار تحلیل خطر لرزه‌ای اجزای در معرض زلزله و میزان آسیب‌پذیری آنها را شناخت. می‌توان گفت که ساختمانهای شهری با توجه به فراوانی زیاد آنها و همچنین به علت جمعیت انسانی بسیاری که در آنها سکونت یافته، مهم‌ترین اجزای در معرض زلزله در شهرها به حساب می‌آیند. از این رو، مطالعه گونه‌های مختلف ساختمانی موجود در ایران و ارزیابی آسیب‌پذیری هر کدام از آنها اهمیت بسیار بالایی در فرآیند ارزیابی ریسک لرزه‌ای دارد. لذا در پژوهش حاضر در ابتدا، با نگاهی به مطالعات مرتبط انجام شده در ایران و جهان و بررسی الگوی دسته‌بندی به کار رفته در هر یک از آنها و با توجه به نظر متخصصین همکار در طرح کلان پژوهشگاه با عنوان "پروژه ملی منحنی شکنندگی"، یک گونه‌شناسی جامع برای ساختمانهای شهری و روستایی موجود در ایران ارائه شده است. در گونه‌شناسی ارائه شده ساختمانهای متداول در کشور بر اساس نوع مصالح، سیستم باربر جانبی، ارتفاع و کیفیت ساخت به ۳۵ دسته تقسیم شده‌اند. از طرفی به علت تفاوت بین آیین‌نامه‌های طراحی، شرایط ساخت و ساز محلی و مصالح ساخت، همچنین نداشتن مدل‌ها و توابع شکنندگی و آسیب‌پذیری لرزه‌ای بومی جامع برای همه ساختمانهای متداول در کشور، ضرورت توسعه توابع شکنندگی و آسیب‌پذیری برای ساختمانهای متداول در ایران احساس می‌شود. لذا در این پژوهش، پس از ارائه یک گونه‌شناسی جامع برای ساختمانهای متداول در ایران، به توسعه توابع شکنندگی برای هرگونه ساختمانی پرداخته شده است. در این پژوهش، جهت توسعه توابع شکنندگی از روش ارزیابی خسارت بر مبنای جابه‌جایی (DBELA) استفاده شده است. بنابراین در ابتدا، با انجام مطالعات گسترده بر روی همهی تحقیقات پیشین صورت گرفته در کشور، منحنی‌های پوش‌آور از این مطالعات جمع‌آوری گردیده و مشخصات دینامیکی و سازه‌ای موردنیاز برای هرگونه ساختمانی از آنها اقتباس گردیده است. در ادامه، از این مشخصات دینامیکی و سازه‌ای جهت توسعه

منحنی‌های ظرفیت عمومی برای هر گونه ساختمانی استفاده شده است. در مرحله بعد بانک جامعی از رکوردهای زلزله انتخاب شده است و با استفاده از این بانک جامع رکورد، تحلیل‌های تاریخچه زمانی غیرخطی (NLTHA) بر روی منحنی‌های ظرفیت عمومی برای هر گونه ساختمانی انجام شده و پاسخ‌های سازه‌ای برای هر گونه ساختمانی محاسبه شده‌اند. در نهایت، بیش از ۳۰۰ تابع شکنندگی با استفاده از آنالیز کلود (جلایر و همکاران ۲۰۱۵) برای گونه‌های ساختمانی متداول در ایران توسعه داده شده است. در مرحله آخر نیز با انجام مقایسه‌ای، نشان داده شده است که توابع شکنندگی توسعه داده شده در این پژوهش، با داده‌های خرابی حاصل از وقوع زلزله‌های پیشین در ایران مطابقت خوبی دارند. از توابع شکنندگی توسعه داده شده، می‌توان در مطالعات ارزیابی ریسک لرزه‌ای کشور، استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ریسک لرزه‌ای، گونه‌شناسی، توابع شکنندگی، ارزیابی آسیب‌پذیری