

Risk-Targeted Design Spectrum for Iran

Afshin Kalantari

Associate Professor, Structural Engineering Research Center
a.kalantari@iiees.ac.ir

Amirreza Taherian

Iran is located in a very high seismic zone. The current national code of design of buildings referred as Standard No. 2800 (STD-2800) employs the Design Basis Earthquake (DBE) based on the uniform hazard philosophy. New generations of seismic codes and related researches have used a uniform risk philosophy instead, where the parameters are defined in order to provide a tool for designing the buildings with equal or at least harmonized collapse probability across the country. In this project, a risk targeted seismic design map has been developed for Iran. Seismic hazard model developed by EMME14 project was used for this purpose. A generic collapse fragility function was used, the parameters of which, were selected based on sensitivity analyses. Taking into account the seismic hazard model from EMME 14 project, the risk of collapse of the buildings in Iran were calculated once for DBE values provided by STD-2800 and again with the DBE values resulted from the EMME 14 model. An acceptable risk level of 1% in 50 years were considered then in order to estimate the map of distribution of risk coefficients as well as map of collapse risk for the buildings in the country. The results show a large dispersion in the risk of collapse across the country in both cases. Finally, the risk targeted seismic design map for the country is presented.

Keywords: Building collapse assessment, Risk-targeted design base, Seismic vulnerability, Seismic risk map

توسعه طیف‌های طراحی ریسک محور برای ساختمانها در ایران

افشین کلانتری

دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه a.kalantari@iiees.ac.ir

امیررضا طاهریان

در ویرایش فعلی اکثر آیین‌نامه‌های لرزه‌ای دنیا از جمله آیین‌نامه طراحی ساختمانهای ایران در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) شتاب مبنای طرح با خطر یکنواخت (به عنوان مثال بیشینه شتاب زمین با ۱۰٪ احتمال فراگذشت در ۵۰ سال عمر مفید سازه) در سراسر کشور ارائه شده است. با ارائه چارچوب مهندسی زلزله عملکردی می‌توان احتمال فراگذشت سالانه از یک حالات خرابی مشخص برای سازه را محاسبه کرد که این امر با داشتن منحنی‌های خطر لرزه‌ای و منحنی شکنندگی سازه امکان‌پذیر می‌باشد. در سال‌های اخیر مطالعات متعددی نشان داده است که ارائه شتاب مبنای طرح بر اساس فلسفه خطر یکنواخت لزوماً به طراحی سازه‌هایی با ریسک فروریزش یکنواخت منتهی نمی‌شود. این امر به دو دلیل عدم قطعیت در ظرفیت فروریزش سازه‌ها و تفاوت در شکل منحنی‌های خطر لرزه‌ای در نقاط مختلف قابل توجیه می‌باشد. با توجه به موارد گفته شده، در سال‌های اخیر نسل جدید آیین‌نامه‌های لرزه‌ای دنیا از طراحی سازه‌ها برای خطر لرزه‌ای یکنواخت، به سمت طراحی برای ریسک فروریزش یکنواخت جهت‌گیری کرده‌اند. به عنوان یک نمونه، برای اولین بار در ASCE7-10 طیف‌های شتاب ریسک محور با هدف طراحی ساختمانها با ریسک فروریزش ۱٪ در ۵۰ سال، برای تمام نواحی ایالات متحده آمریکا ارائه شده است. پس از آن پروژه‌های مختلفی در اروپا با هدف ارائه شتاب طرح ریسک محور انجام شدند و تحقیقات برای بکارگیری این روش در ویرایش بعدی Eurocode8 ادامه دارد. در این پژوهش، با استفاده از تعریف یک تابع شکنندگی عمومی برای ساختمانهای طراحی شده با استفاده از استاندارد ۲۸۰۰، توزیع ریسک فروریزش این ساختمانها در کل کشور محاسبه شده است. بدین منظور از منحنی‌های خطر لرزه‌ای حاصل از مدل خطر لرزه‌ای خاورمیانه (EMME14) استفاده شده است.

در مرحله اول با استخراج منحنی‌های خطر EMME14 مقادیر شتاب با احتمال فراگذشت ۱۰٪ در ۵۰ سال در کل کشور بدست آمده و مقایسه آماری این نتایج با مقادیر شتاب مبنای طرح ارائه شده توسط استاندارد ۲۸۰۰ انجام شده که نتایج در شکل (۱) ارائه شده‌اند.

در مرحله بعدی با استفاده از انجام تحلیل‌های حساسیت، یک تابع شکنندگی عمومی برای ساختمانهای ایران مطابق رابطه (۱) تعریف شده است.

$$P(C|im) = \Phi \left[\frac{\ln im - (\ln DBE + 2.325\beta)}{\beta} \right] \quad (1)$$

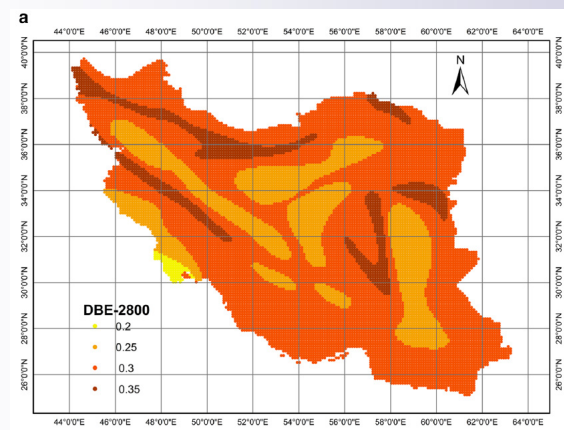
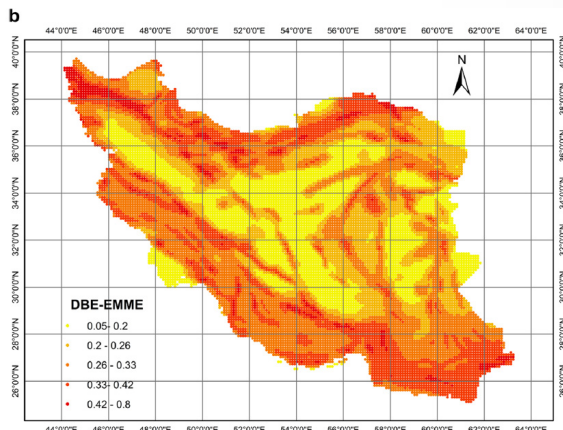
در ادامه، توزیع ریسک فروریزش ساختمانها در سراسر کشور در دو حالت، یک بار با فرض طراحی ساختمانهای ایران با استفاده از شتاب طرح استاندارد ۲۸۰۰ و بار دیگر با فرض طراحی ساختمانها با استفاده از مقادیر شتاب بدست آمده از منحنی خطرهای EMME14، محاسبه شده و نتایج

دو حالت در شکل (۲) مقایسه شده است.

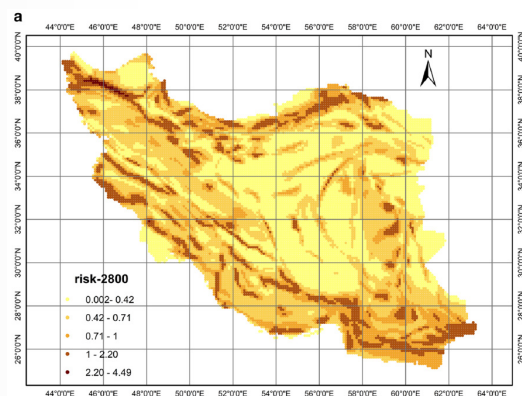
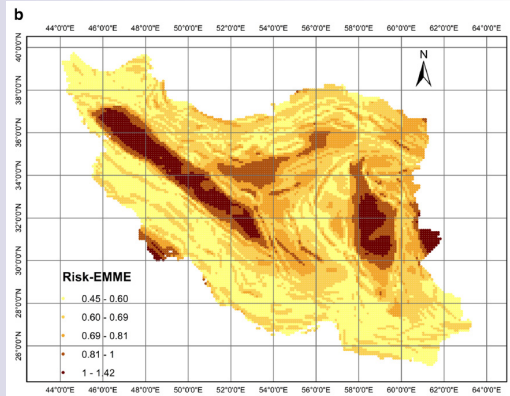
نتایج بیانگر پراکندگی بسیار زیاد (ضریب پراکندگی ۵۷٪) ریسک فروریزش ساختمانهای طراحی شده با استفاده از آیین نامه ۲۸۰۰ می باشد، اما در حالت دوم در صورت طراحی ساختمانها با استفاده از شتاب طرح EMME14 پراکندگی ریسک فروریزش بسیار کمتر است (ضریب پراکندگی ۲۲٪).

در ادامه با فرض ریسک فروریزش ۱٪ در ۵۰ سال به عنوان ریسک فروریزش قابل قبول (ریسک هدف) برای ساختمانهای ایران، با استفاده از محاسبات تکرار شونده مقادیر شتاب طرح ریسک محور برای کل کشور محاسبه شده شکل (۳) و در نهایت نقشه شتاب طرح ریسک محور مطابق شکل (۴) برای ایران ارائه شده است. طراحی ساختمانها با استفاده از این نقشه می تواند به توزیع منظم ریسک فروریزش در کشور منجر شود.

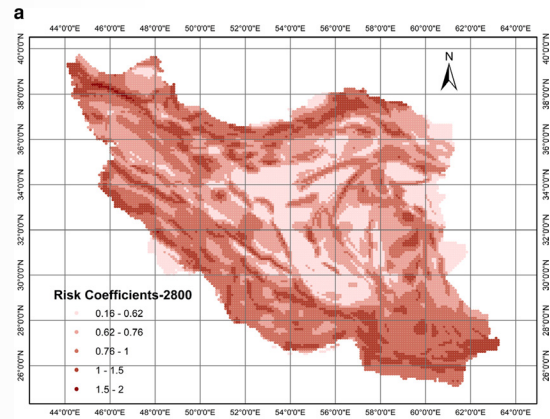
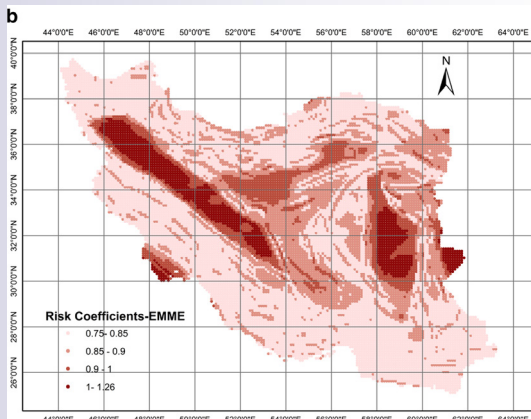
واژه های کلیدی: شتاب ریسک محور، منحنی شکنندگی، ریسک فروریزش، تحلیل خطر لرزه ای، شتاب طرح



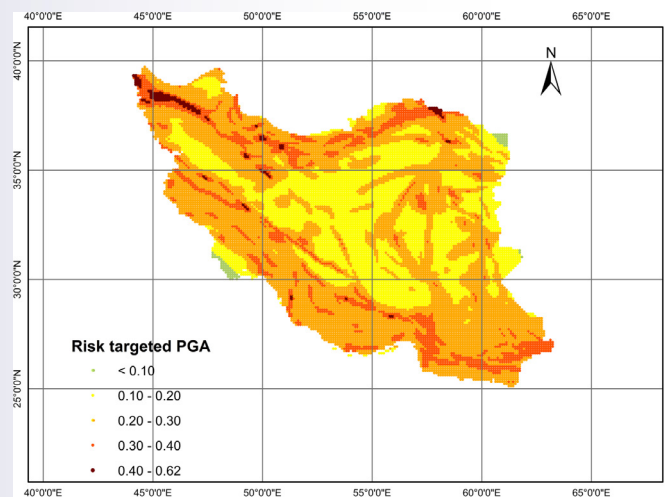
شکل (۱): نقشه خطر لرزه ای ایران با نمایش مقدار بیشینه شتاب برآورد شده بر روی سنگ بستر برای رویدادی با دوره بازگشت ۴۷۵ سال، (الف) بر مبنای استاندارد ۲۸۰۰ ایران، (ب) بر مبنای مطالعه صورت گرفته در پروژه EMME14



شکل (۲): توزیع ریسک فروریزش (٪) در طول ۵۰ سال
الف) بر مبنای استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ب) بر مبنای مطالعه صورت گرفته در پروژه EMME14



شکل (۳): توزیع ضریب ریسک
الف) بر مبنای استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ب) بر مبنای مطالعه صورت گرفته در پروژه EMME14



شکل (۴): نقشه طراحی لرزهای بر مبنای ریسک در ایران