توسعه مدل ارزیابی خسارات و تلفات ناشی از زلزله با رویکرد کاهش ریسک و ارتقای واکنش اضطراری

کامبد امینی حسینی
دانشیار پژوهشکده مدیریت خطرپذیری و بحران kamini@iiees.ac.ir

بابک منصوری، انوشیروان انصاری، محمد فلاح تفتی

وقوع زلزله به‌عنوان یکی از مخاطرات طبیعی، محیط‌های شهری در کشورهای لرزه‌خیز از جمله ایران را تهدید می‌کند. بروز زلزله باعث ایجاد خرابی‌های گسترده می‌شود و می‌تواند مصدومین و تلفات بسیاری به دنبال داشته باشد. به منظور ارتقای ایمنی شهرها در برابر زلزله، اقدامات مختلفی می‌بایست در ابعاد مختلف کاهش ریسک و مدیریت بحران به انجام برسد. یکی از این اقدامات که در زمان بعد از رخداد زلزله حائز اهمیت زیادی است، نجات آسیب‌دیدگان زلزله و ارائه خدمات امدادی به آنها در سریع‌ترین زمان ممکن می‌باشد. معمولاً خدمات امدادرسانی توسط ارگان‌ها و نیروهای لشگری و کشوری به مانند نیروهای نظامی، ایستگاه‌ها و مراکز امدادرسانی مانند آتش‌نشانی و هلال‌احمر ارائه می‌گردند. البته تجربه زمین‌لرزه‌های مهم به‌وقوع پیوسته در یک یا دو دهه اخیر نشان می‌دهد که با توجه به حجم عظیم خسارات و ویرانی‌های به بار آمده در این رویدادها، دولت مرکزی به‌تنهایی قادر به انجام عملیات نجات و امدادرسانی به کلیه آسیب‌دیدگان نیست. این مثال‌ها نشان می‌دهند که ساکنین محل در پاسخگویی به بحران در ساعات اولیه پس از رویداد زلزله می‌توانند نقش اساسی داشته باشند و بدین ترتیب سازمان‌دهی آنها در جهت مقابله با تبعات بلایا، می‌تواند منجر به کاهش اثرات منفی سوانح گردد. البته ایجاد زمینه‌های مشارکت مردمی با توسعه تشکل‌های محله‌ای و ارائه آموزش‌های مرتبط نتیجه بهتری خواهد داشت.

در این پروژه، تلاش شده است یک مدل جامع جهت ارتقای مدیریت بحران پس از زلزله ارائه گردد. بدین منظور در ابتدا، بیشینه شتاب جنبش زمین در مناطق مختلف کشور با استفاده از روش احتمالاتی مبتنی بر بزرگای زلزله و روابط کاهندگی ارزیابی شده است و نقشه توزیع پارامترهای جنبش نیرومند زمین برای کشور تولید شده است. سپس وضعیت آسیب‌پذیری ساختمانها در کشور مورد مطالعه قرار داده شده است. بدین منظور، در ابتدا با جمع‌آوری منحنی‌های شکنندگی از سراسر دنیا و با استفاده از میانگین‌گیری وزنی براساس نظر خبرگان، اقدام به تولید منحنی‌های شکنندگی برای ۱۹ گروه ساختمانی در ایران شده است تا بتوان بر اساس آن میزان آسیبهای ناشی از زلزله را در سطوح جزئی تا ویرانی کامل ارزیابی نمود. نمونه‌ای از این منحنی‌ها در مقایسه با اطلاعات واقعی در شکل (۱) نشان داده شده است. با داشتن رفتار سازه‌های مختلف در زلزله، نحوه برآورد میزان صدمات و تلفات جانی در لحظه وقوع زلزله قابل محاسبه خواهد بود.

در ادامه این پژوهش با تعیین شاخص‌های مرتبط با خطر، آسیب‌پذیری و ظرفیت‌های موجود و ترکیب وزنی آنها و تعیین شاخص ریسک برای هر یک از زونهای آماری، اقدام به تعیین اقدامات مورد نیاز در مناطق آسیب دیده از منظر واکنش اضطراری (آواربرداری، امدادرسانی، خدمات درمانی اضطراری، مدیریت و پخش منابع غذایی و تجهیزات) شده است. برای این منظور، با

Developing Earthquake Damage and Casualty Assessment Model to Reduce Seismic Risk and Improve Emergency Response

Kambod Amini Hosseini
Associate Professor, Risk Management Research Center
kamini@iiees.ac.ir

Babak Mansouri, Anooshirvan Ansari, Mohammad Fallah Tafti

Iranian plateau is one of the most earthquake-prone areas in the world that has been affected by numerous strong earthquakes. During the last three decades, many destructive earthquakes occurred in Iran which claimed a lot of lives and economic loss. Therefore, implementing earthquake risk mitigation and management measures is a priority in the country. For this purpose, it is necessary to evaluate the seismic risk of the built environment based on hazard and vulnerability, in order to allocate the available (normally limited) resources to the places with higher priorities.

In this project, a comprehensive study was carried out in order to address earthquake risk and emergency response in urban fabrics based on hazards, vulnerability and emergency response measures. Accordingly, at first, the earthquake hazard was studied and the suitability of a set of local, regional and global GMPEs based on the three approaches of LH, LLH and EDR for two distinct seismotectonic regions of Iran have been assessed. Analysis shows general compatibility between the order of ranking in both approaches of LH and LLH while the order of ranking in EDR approach shows significant differences. The main reason to this contradiction comes from their conceptual differences, in which the approaches like LH and LLH the overall performance of a model is assessed in an index and the individual effect of other parameters has not been examined.

At the next step, the seismic vulnerability of structures were estimated using damage or vulnerability curves, which were developed based on ground motion parameters, damage level, and types of buildings. Accordingly, different types of residential buildings in Iran were studied and classified into 19 categories in terms of type of structures, construction quality, and height of buildings. Then, available fragility curves presented for Iran and other countries were collected, evaluated and harmonized by using appropriate conversion measures to have identical parameters. At the next stage, the contribution of each collected functions

unesco
Category 2 Centre under the auspices of UNESCO
RCECWA
Regional Education and Research Center on Earthquake Risk Management and Resilience for West and Central Asia
International Institute of Earthquake Engineering and Seismology

in generating appropriate fragility curves for Iran was determined, based on their weights (that were determined by using expert's judgments and AHP method) at four damage levels including slight, moderate, extensive, and collapse. The 19 developed fragility curves were verified by comparing their results with real data of earthquake damage in Iran, which indicates the acceptable and reliable accuracy of the generated curves (Figure 1). In absence of analytical and empirical information, the new developed fragility curves can be used in assessment and estimation of potential damages of earthquakes. Additionally, they can be used as damage estimation tools to provide necessary information for decision makers on rapid response.

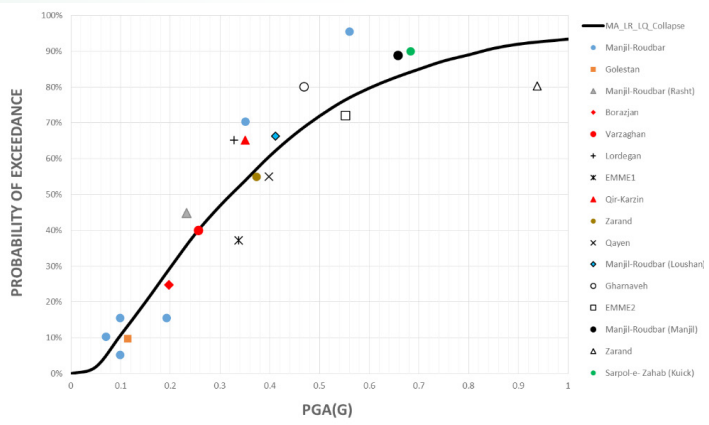
In the next step, a new methodology for improvement the emergency response based on earthquake risk for Iran was formulated, which is crucial to facilitate response measures in the aftermath of a potential earthquake. For this purpose and based on the experiences gained in previous disasters in Iran and other countries, it was assumed that the existing capacities of local governments for providing rescue and relief measures by relevant institutions (such as Firefighting stations and the Red Crescent Society) are insufficient in many cases, specifically when confronting big disasters. Therefore, capacity building in local communities for providing immediate response after an earthquake is essential and should be considered as a priority for improving response capacities at urban fabrics. In this research, a new model to involve local residents in emergency response was presented, using a network of trained volunteers. This model provides an appropriate solution for distributing volunteers, in the aftermath of a disaster based on estimated damages and casualties. In addition, by using this model, the available local resources can be managed properly, focusing on the most affected areas. Moreover, by using this model, the necessary activities for debris removal and supplying medical cares, relief materials (food, water, tents and other resources and equipment) and other emergency response measures can be managed. Finally, this approach has been applied to assess the potential damage and casualties in Tehran by considering the Rey Fault earthquake scenario. In this case, the application of the proposed model for providing necessary measures was also formulated and the results depicted its effectiveness in facilitating emergency response in such circumstances.

Keywords: Risk index, Disaster management, Damage assessment, Loss assessment, Building fragility curve, Peak ground acceleration

استفاده از توان و پتانسیل تشکل‌های محله‌ای و استفاده از نقش مهمی که این تشکل‌ها در عملیات امدادرسانی و نجات پس از زلزله بر عهده دارند، مکانیسمی برای مدیریت نیروهای داوطلب مردمی ساکن در مناطق زلزله‌زده ارائه شده است تا منابع موجود در این مناطق به بهترین نحو ممکن، مدیریت گردند.

در پایان، این مدل برای ارزیابی میزان خسارات و تلفات شهر تهران با درنظرگیری سناریوی زلزله ناشی از جنبش گسل ری و همچنین تعیین اولویت‌های مناطق از منظر واکنش اضطراری مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به نتایج حاصله، به نظر می‌رسد استفاده از این مدل می‌تواند اطلاعات مفیدی را در لحظات اولیه پس از زلزله در اختیار مدیران بحران قرار دهد تا بتوانند به بهترین نحو ممکن به انجام خدمات مورد نیاز مردم بپردازند.

واژه‌های کلیدی: شاخص ریسک، مدیریت بحران، ارزیابی خسارات، ارزیابی تلفات، منحنی شکنندگی ساختمان، شتاب زلزله در سطح زمین



شکل (۱): مقایسه منحنی شکنندگی تهیه شده برای ساختمانهای بنائی با اطلاعات واقعی ثبت شده در برخی زلزله‌های کشور