



NAISL
Quarterly, 2017
Volume 1, Number 1
Pages 19 – 24

Laboratory Safety in Earthquakes

Majid Mohammadi^{1*} and Soheil Rostamkalaee²

Abstract

Iran is located in a very high seismic zone. Behavior of buildings in recent earthquakes demonstrates that the majority of buildings, not designed based on new seismic codes, may be collapsed or highly damaged. Laboratories are samples of high risk buildings, specially those having expensive instruments or wildfire materials, have high or very high importance. Required planning is required for preparedness to mitigate casualties and damages before earthquake occurrences. A general program should be designed by the administration to be implemented to each lab particularly. Improving national cooperation for networking the activities in earthquake science and engineering in Iran, replacing scientific behavior with emotional reaction during a disaster and eventually risk management are necessary to cope with earthquake phenomenon. Before preparing the general program, it is necessary to assess the seismic vulnerability of the laboratory buildings for probable coming earthquakes. Furthermore, developing the labs without paying special attention to seismic effects of these buildings, results in threatening life safety and wasting national wealth as well as country's scientific achievements.

Key Words

Seismic Evaluation,
Seismic Rehabilitation,
Safety,
Laboratory,
Earthquake

(*) Corresponding author.

1- International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Structural Engineering Research Center, Tehran, Iran. E-mail: m.mohammadigh@iiees.ac.ir, Tel: 021 22830830

2- International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Structural Engineering Research Center, Tehran, Iran. E-mail: soheil.rostamkalaee@gmail.com, Tel: 021 22830830



فصلنامه علمی

سال اول، شماره ۱

صفحات ۱۹ - ۲۴، ۱۳۹۶

آزمایشگاه‌ها و ایمنی در برابر زلزله

مجید محمدی^{۱*} و سهیل رستمکلائی^۲

ایران از دیدگاه خطر زلزله همواره به عنوان منطقه‌ای با خطر بالا شناخته شده است. افزایش اطلاعات درباره رفتار ساختمان‌ها در زلزله‌های اخیر باعث نگرانی در مورد وضعیت لرزه‌ای ساختمان‌ها موجود در ایران شده است که بدون توجه به ضوابط و آیین‌نامه‌های مرتبط با زلزله ساخته شده‌اند. در این میان آزمایشگاه‌ها که از منظرهای ارزش مالی و خطرزایی دارای اهمیت خیلی زیاد می‌باشند را می‌توان نمونه‌ای از پرریسک‌ترین ساختمان‌ها دانست. برنامه‌ریزی‌های لازم برای ایجاد آمادگی جهت بالا بردن میزان ایمنی و کاهش تلفات و خسارات باید قبل از رخداد زلزله انجام شده و پیاده‌سازی گردد. این برنامه‌ریزی می‌تواند به صورت کلان توسط مرجع بالادستی آزمایشگاه‌ها انجام شده و به صورت خاص و متناسب برای هر آزمایشگاه اجرا گردد. توسعه همکاری‌های داخلی به منظور شبکه‌سازی فعالیت‌های علمی در زمینه علوم و مهندسی زلزله در ایران و جایگزین نمودن رفتار علمی به جای واکنش احساسی هنگام بروز سانحه، مدیریت اضطرار و سرانجام مدیریت ریسک سانحه از ضرورت‌های برخورد با پدیده زلزله است. به منظور مدیریت ریسک ناشی از خطر زلزله، شناخت و برآورد ریسک موجود ضروری است. پیش از تدوین یک برنامه کلی برای کاهش آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های کشور در برابر زلزله، ارزیابی وضع لرزه‌ای موجود این ساختمان‌ها از گام‌های ابتدایی مهم می‌باشد. ضمناً باید توجه داشت که به دلیل لرزه‌خیزی ایران، توسعه آزمایشگاه‌ها بدون توجه ویژه به پیامدهای لرزه‌ای خاص این ساختمان‌ها، عملاً می‌تواند به ایجاد تلفات انسانی و اتلاف سرمایه ملی و دستاوردهای علمی کشور منجر گردد.

چکیده



مجید محمدی



سهیل رستمکلائی

واژگان کلیدی

ارزیابی لرزه‌ای،
بهسازی لرزه‌ای،
ایمنی،
زلزله آزمایشگاه،

(*مستول مکاتبات.

۱. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران.
ایمیل: soheil.rostamkhalae@gmail.com، تلفن: ۰۲۱ ۲۲۸۳۰۸۳۰

۲. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران.
ایمیل: m.mohammadigh@iices.ac.ir، تلفن: ۰۲۱ ۲۲۸۳۰۸۳۰



به طور کلی فرایند آمادگی در برابر زلزله شامل اقدامات پیش از رخداد زلزله، اقدامات حین رخداد زلزله و اقدامات پس از رخداد زلزله است که در این قسمت به برخی از آن‌ها با تمرکز روی اقدامات پیش از زلزله اشاره می‌گردد. چرا که این مرحله به عنوان اولین، جامع‌ترین و مؤثرترین گام، بیشترین سهم برنامه آمادگی و ایمنی در برابر زلزله را به خود اختصاص می‌دهد که در مورد آزمایشگاه‌ها باید از چند منظر مورد توجه قرار گیرد.

۳ سازه

منظور از سازه اعضا و سیستمی است که باید بارهای ثقلی و جانبی را به درستی تحمل کنند و انتقال دهند. بدیهی است در صورت آسیب‌پذیری سازه آزمایشگاه، ایمنی سایر قسمت‌ها نیز حاصل نمی‌گردد. با توجه به اینکه بسیاری از ساختمان‌ها بدون رعایت ضوابط لرزه‌ای جدید طراحی و ساخته شده‌اند و بسیاری نیز دارای ضعف‌های اجرایی می‌باشند، ارزیابی سازه و شناخت میزان آسیب‌پذیری و موردهای خرابی آن و در صورت لزوم اقدام به بهسازی لرزه‌ای اولین قدم دستیابی به ساختمانی امن خواهد بود. از سوی دیگر برای احداث آزمایشگاه‌های جدید، رعایت آیین‌نامه‌ها و ضوابط لرزه‌ای به‌روز و اجرای درست آن ضروری است.

ایران از دیدگاه خطر زلزله همواره به عنوان منطقه‌ای با خطر بالا شناخته شده و تاریخچه رخداد زلزله‌های تاریخی در این پهنه و همچنین اهمیت زلزله‌های اخیر رخ داده در پیرامون آن همگی نمایانگر ویژگی این ناحیه از نظر لرزه‌خیزی است. با توجه به رخداد زلزله‌های قبلی و قضاوت زلزله‌شناسان می‌توان گفت که تقریباً در هر دهه، ۲۰ رخداد زلزله با بزرگای ۶ تا ۶٫۶، ۲ رخداد زلزله با بزرگای ۷ تا ۷٫۹، و ۰٫۲ رخداد زلزله (تقریباً هر قرن حدود ۲ مورد) با بزرگای بیش از ۸ در مقیاس ریشتر را می‌توان در ایران انتظار داشت. افزایش اطلاعات درباره رفتار ساختمان‌ها در زلزله‌های اخیر باعث نگرانی در مورد وضعیت لرزه‌ای بخش وسیعی از ساختمان‌های موجود در ایران شده است که بدون توجه به ضوابط جدید ساخته شده‌اند. با پیشرفت مهندسی زلزله و فراگیرتر شدن آن در جوامع در معرض خطرات لرزه‌ای، نیاز به ضوابط خاص برای ساختمان‌های مختلف بیش از پیش نمایان شده است. در این میان آزمایشگاه‌ها که از منظرهای ارزش مالی و خطرزایی دارای اهمیت با درجه زیاد و خیلی زیاد می‌باشند را می‌توان نمونه‌ای از پرریسک‌ترین ساختمان‌ها دانست. نکته‌ای که نگرانی از آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌ها را دوجندان می‌سازد وجود همزمان سیستم‌های آبرسانی، برق، گاز، مواد اشتعال‌زا و مواد سمی در کنار تجهیزات گران‌قیمت و نیروی انسانی است. در این دسته از ساختمان‌ها علاوه بر حفظ امنیت جانی انسان‌ها، کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله به منظور به حداقل رساندن خسارت‌های مالی و جلوگیری از ایجاد اختلال در عملکرد سایر قسمت‌های یک مرکز آموزشی و پژوهشی حائز اهمیت است.

۲ آمادگی در برابر زلزله

زلزله پدیده‌ای است که بدون هشدار قبلی رخ می‌دهد. از این رو باید قبل از رخداد آن برنامه‌ریزی‌های لازم برای ایجاد آمادگی جهت بالا بردن میزان ایمنی و کاهش تلفات و خسارات انجام شده و پیاده‌سازی گردد. این برنامه‌ریزی می‌تواند به صورت کلان توسط مرجع بالاسری آزمایشگاه‌ها انجام شده و به صورت خاص و متناسب برای هر آزمایشگاه اجرا گردد.



۴ اعضای غیرسازه‌ای

کامپیوتری نمونه‌هایی از این موارد هستند. شکل ۲ شکستگی لوله متصل به دیگ بخار در یک بیمارستان حین زلزله ۲۰۱۰ شیلی با بزرگای ۸/۸ را نشان می‌دهد.



خرابی در اعضای غیرسازه‌ای در زلزله‌های گذشته از دو لحاظ منشأ جدی تلفات و خسارت بوده است. این اعضا باید به گونه‌ای طراحی و اجرا گردند که نه تنها ممانعتی برای عملکرد سازه در زلزله ایجاد نکنند بلکه روی انسان‌ها، تجهیزات و محتویات آزمایشگاه آوار نشوند. به عنوان مثال در پی زلزله ۱۹۹۴ کالیفرنیا، نورث‌ریج با بزرگای ۶/۷ بیش از ۱۷۰ مدرسه در لس‌آنجلس دچار آسیب‌های غیرسازه‌ای شدند. در شکل ۱ یک کلاس درس دبیرستان در این منطقه نشان داده شده است که پانل‌های سقفی مربعی با ابعاد حدود ۳۰ سانتی‌متر همراه با اتصالات فلزی و ادوات روشنایی آن فرو ریخته‌اند.



شکل ۱: گسیختگی و فروریزش پانل‌های سقفی و روشنایی، دبیرستان رزدا، زلزله ۱۹۹۴ نورث‌ریج، کالیفرنیا



شکل ۲: شکستگی لوله متصل به دیگ بخار، بیمارستان سن‌کارلوس، زلزله ۲۰۱۰ شیلی

۵ محتویات

در آزمایشگاه‌ها معمولا تجهیزات حساس و خطرناکی وجود دارند که آسیب‌دیدگی آن‌ها می‌تواند از منظر مالی، زیست‌محیطی، ارزش داده و غیره بسیار با اهمیت باشند. اینگونه وسایل باید به نحو مناسب و مورد به مورد مطابق جزئیات‌بندی‌های تأیید شده مهار شوند تا در اثر زلزله واژگون نگردند. مواد سمی، مواد آتش‌زا، مخازن سوخت و اکسیژن، واکنش‌گرها، کشت‌های شیمیایی و بیولوژیکی، حیوانات آزمایشگاهی، رادیوسکوپ‌ها و کلیه تجهیزات پرتوزا و اطلاعات مهم

از آنجا که مدارک فنی موجود جنبه عمومی داشته به گونه‌ای تهیه شده‌اند تا نیاز کلی ساختمان‌های متعارف را پاسخگو باشند. با وجود مسائل، شرایط و تجهیزات خاص، آزمایشگاه‌ها از بسیاری جهات در محدوده کاربرد ضوابط موجود نیستند و استفاده از ضوابط موجود لرزه‌ای به منظور بکارگیری در آزمایشگاه‌ها ممکن است به نتایج نادرست بیانجامد. با توجه به فقدان دستورالعملی مختص آزمایشگاه‌ها در ادبیات فنی لرزه‌ای ایران، شایسته است با بهره‌گیری از متخصصان بومی، نشریات داخلی و همچنین مستندات و آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی در حوزه‌های طراحی لرزه‌ای، ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، اقدام به تدوین، بومی‌سازی، به‌روزرسانی ضوابط موجود و ارتقای فنی مسائل طراحی و اجرایی لرزه‌ای با نگرشی متمرکز بر آزمایشگاه‌ها نمود.

۱۰ نتیجه‌گیری

توسعه همکاری‌های داخلی به منظور شبکه‌سازی فعالیت‌های علمی در زمینه علوم و مهندسی زلزله در ایران و جایگزین نمودن رفتار علمی به جای واکنش احساسی هنگام بروز سانحه، مدیریت اضطرار و سرانجام مدیریت ریسک سانحه از ضرورت‌های برخورد با پدیده زلزله است. مدیریت ریسک سانحه یعنی در مناطقی که احتمال سانحه بزرگ وجود دارد پیش از بروز آن، در هنگام و پس از رخداد نیز با روش‌های علمی، هماهنگی و هدایت درست اطلاعات و نیروها، از پیامدهای خسارت بارکاست. به منظور مدیریت ریسک ناشی از خطر زلزله، شناخت و برآورد ریسک موجود ضروری است. در واقع پیش از تدوین یک برنامه کلی برای کاهش آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های کشور در برابر زلزله، ارزیابی وضع لرزه‌ای موجود این ساختمان‌ها با گستره‌ای از میزان خطرهای لرزه‌ای، تنوع سیستم‌های باربر جانبی، معیار و میزان حساسیت تجهیزات و غیره نخستین گام می‌باشد. همچنین توسعه آزمایشگاه‌ها بدون توجه ویژه به پیامدهای لرزه‌ای خاص این ساختمان‌ها با توجه به لرزه‌خیزی ایران، موجب تهدید امنیت جانی انسان‌ها و اتلاف سرمایه ملی و دستاوردهای علمی کشور می‌گردد.

معماری لرزه‌ای شامل نحوه چیدمان وسایل، تقسیم فضاها، مسیرهای دسترسی و ارتباط فضاهای داخلی ساختمان آزمایشگاه، طرح‌بندی و جانمایی وسایل برای بهره‌برداری مناسب در شرایط عادی و پس از زلزله برای کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله می‌باشد؛ چیدمان وسایل باید به گونه‌ای باشد که مسیرهای فرار و خروج استفاده‌کنندگان از آزمایشگاه را نه تنها مسدود ننماید بلکه اجسام برنده و تیز (مانند شیشه یا وسایل آزمایشگاهی دیگر آسیب دیده) باعث جراحت افراد در حین خروج از آزمایشگاه نگردد. نکته قابل توجه در این بخش، بررسی اندرکنش سازه، اعضای غیرسازه‌ای و محتویات، و در نتیجه اثرات لرزه‌ای متقابل آن‌ها است که باید به دقت و با شناخت درست رفتار لرزه‌ای کلیه موارد انجام گیرد.

۷ جعبه کمک‌های اولیه

جعبه کمک‌های اولیه قسمت اساسی و ضروری هر جعبه شرایط اضطراری به ویژه در هنگام زلزله است که نیازمند پایش و بازسازی دوره‌ای است. این جعبه نقشی حیاتی و تعیین‌کننده در حفظ جان افراد حاضر در آزمایشگاه هنگام رخداد زلزله دارد و باید شامل این موارد باشد: تجهیزات اولیه پزشکی، مواد خوراکی و آب، ابزار اولیه نجات، اطلاعات ایمنی

۸ آموزش

چرخه مدیریت بحران زلزله، بدون آموزش افراد ناقص است. برگزاری کلاس‌های تخصصی دوره‌ای جهت آموزش پیامدهای زلزله، اهمیت و چگونگی آمادگی در برابر آن نقشی پررنگ به ویژه در آمادگی حین و پس از رخداد زلزله دارد. برگزاری مانورهای دوره‌ای برای تمرین شرایط اضطرار، تدابیر و دستورالعمل‌های حین زلزله شامل پناه‌گیری و محافظت از خود و دیگران، تمرین سیستم‌های ارتباطی و مخابراتی، هماهنگی با مراکز امداد رسانی، تدابیر تخلیه و خروج، تعیین مسئولیت افراد، محل اجتماع، شمارش افراد، عملیات تجسس و نجات، روش‌ها و فنون کمک‌های اولیه توسط کارکنان آزمایشگاه روشی کارآمد برای این منظور است.



موجود (۱۳۹۲).

- [3] ASCE standard ASCE/SEI 41-13: American Society of Civil Engineers: Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. (2014).
- [4] FEMA E-74: Federal Emergency Management Agency: Reducing the risk of nonstructural earthquake damage. (2012).

- [۱] زارع، مهدی، جدول آماری زلزله‌های بالای ۴ ریشتر دنیا/ وقوع سالانه ۲۵۰ زلزله نسبتاً بزرگ در ایران، خبرگزاری مهر، شناسه: ۲۱۷۱۹۵۸ - ۱۹ آبان ۱۳۹۲.
- [۲] نشریه شماره ۳۶۰ (تجدید نظر اول): معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های

