

لرزه خیزی ایران و مقاوم سازی مدارس

دکتر سیاوش شایان، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا
غلامرضا زارع، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس
یعقوب حق پناه، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری

چکیده

زمین لرزه به تکان های ناشی از عوامل طبیعی زمین اطلاق می شود. زمین لرزه باعث آزاد شدن انرژی قابل ملاحظه ای می گردد. زمین لرزه از جمله مخاطرات طبیعی است که پیوسته در سراسر کره زمین رخ می دهد. ایران به دلیل واقع شدن در کمربند آلپ - هیمالیا و قرارگیری روی یکی از کمربندهای لرزه خیز دنیا و داشتن گسل های فراوان، کشوری زمین زلزله خیز است که هر از چند گاه شاهد زمین لرزه های بزرگ می باشد. حدود نود درصد از خاک کشور ما کمربند زمین لرزه احاطه کرده به طوری که ایران ششمین کشور دنیا از لحاظ وقوع زمین لرزه است و همه ساله خسارات مالی و جانی فراوان و جبران ناپذیری را متحمل می شود. یکی از مسائلی که همواره ذهن بشر را به خود معطوف ساخته، مسئله ایمن سازی ساختمان ها در برابر زمین لرزه است. در این زمینه بویژه مقاوم سازی مدارس، به دلیل تراکم انسانی موجود در آن ها به هنگام وقوع زمین لرزه از اهمیت خاصی برخوردار است. تاکنون راهکارهای متعددی در این زمینه پیشنهاد شده اما در کشور ما با توجه به عدم رعایت مسائل ایمنی در ساخت و ساز مدارس، مقاوم سازی این ساختمان ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است و به بررسی های موشکافانه نیاز دارد. با توجه به اهمیت ساخت و ساز مدارس مقاوم در برابر نیروهای ناشی از زمین لرزه، همچنین مقاوم سازی ساختمان های مدارس موجود، در این تحقیق سعی شده است که مقاوم سازی مدارس موجود در کشور مورد بررسی قرار گیرد. این تحقیق براساس مطالعه کتابخانه ای و تجزیه و تحلیل یافته ها در زمینه مقاوم سازی است.

کلیدواژه ها: زمین لرزه، لرزه خیزی ایران، مقاوم سازی مدارس

مقدمه

از زمین لرزه بیشترین تأثیر تخریبی بر مناطق را از خود بر جای می گذارند (ثقفی، ۱۳۸۵). زمین لرزه ممکن است انرژی ذخیره شده را در عرض چند ثانیه تخلیه کند (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین این پدیده یکی از مهم ترین تهدیدکنندگان محیط زیست انسانی است (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به موقعیت کشور ایران از نظر طبیعی و با بررسی آمار و ارقام مخاطرات لرزه ای در این زمینه، ایران یکی از پرخطرترین کشورهای جهان به شمار می آید. بررسی ها نشان می دهند که مخاطرات ناشی از زمین لرزه بیشترین خسارت مالی و جانی را به کشور وارد ساخته است به طوری که ایران ششمین کشور دنیا از نظر لرزه خیزی به شمار می آید

به لرزش هایی که بر اثر آزاد شدن انرژی های تمرکز یافته در لایه های زیرین زمین به وجود می آید و ممکن است باعث تغییراتی در سطح زمین و بروز خسارات مالی و جانی شود، زمین لرزه اطلاق می شود (شایان، ۱۳۸۴: ۱۱۵). زمین لرزه یک پدیده طبیعی است و براساس قانونمندی نظام طبیعت به منظور ایجاد نظم و ادامه حیات نمود پیدا می کند. اما آنچه زمین لرزه را از یک پدیده به مخاطره تبدیل می کند، تأثیر مخرب آن بر انسان و اقدامات و فعالیتهای اوست (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۴). در میان مخاطرات طبیعی گوناگونی که در سطح کره خاکی رخ می دهند، بدون تردید حرکت های ناشی

(نگارش، ۱۳۸۴).

ایران از جمله کشورهای است که گسل‌های فعال و خطرناک دارد و بسیاری از شهرها و مراکز جمعیتی، سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی یا روی گسل‌ها یا در مجاورت آن‌ها واقع شده‌اند. گسل‌ها یکی از پدیده‌های مهم ژئومورفولوژیکی هستند که از حرکات تکنونیک ناشی می‌شوند. گسل‌ها با فعالیت و حرکات خود علاوه بر اینکه می‌توانند زمین‌لرزه ایجاد کنند، باعث جابه‌جایی عمودی یا افقی مناطق می‌شوند و اثرات تخریبی زیادی را روی ساختمان‌ها و سایر مستحقات دارند (نگارش، ۱۳۸۲)، وقوع زمین‌لرزه‌های شدیدی همچون بوئین‌زهر (۱۳۴۱)، طبس (۱۳۵۷)، گلبافت (۱۳۶۰)، منجیل رودبار (۱۳۶۹)، قاین و بجنورد (۱۳۷۶)، بم (۱۳۸۲) و ده‌ها زمین‌لرزه دیگر بیانگر میزان اهمیت مسائل فوق است. با توجه به سوابق لرزه‌خیزی کشور و همچنین نحوهٔ احداث بناهای کشور در سال‌های گذشته و داشتن ظرفیت بالا در اکثر شهرهای پرجمعیت برای زمین‌لرزه، ایجاد می‌کند که مسئلهٔ مصون‌سازی جامعه از آثار زمین‌لرزه به طور جدی در دستور کار قرار گیرد. نابودی سرمایه‌های ملی و انسانی بر اثر زمین‌لرزه‌های مخرب، لزوم توجه به مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود و ضرورت وجود مقررات ملی برای ارزیابی ایمنی و مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود در برابر زمین‌لرزه را اجتناب‌ناپذیر می‌کند (میرزاگل تبار روشن و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین یکی از نکات قابل توجه و مهم برای کاهش اثرات ناشی از وقوع زمین‌لرزه در کشورمان ایجاد ساختمان‌های مقاوم، منطبق با وضعیت زمین‌شناسی، جغرافیایی و غیره است.

از جمله مراکز مهم که در برابر زمین‌لرزه و پیامدهای آن بسیار حساس‌اند و از اهمیت زیادی برخوردارند، مدارس و ساختمان‌های آن‌ها هستند. مدارس از مراکز عمومی هستند که در موقع فعالیت، جمعیت زیادی را در خود جای می‌دهند. برای مثال در زمین‌لرزهٔ سال ۱۳۷۶ قائنات در روستای اردکول، بیش از نیمی از دانش‌آموزان و معلمان در سر کلاس‌های درس، جان خود را از دست دادند. بنابراین با توجه به احتمال وقوع زمین‌لرزه در هنگام ترفیک مدارس، مقاوم‌سازی ساختمان‌های مدارس در مقابل زمین‌لرزه‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. هدف از این مقاله بررسی لرزه‌خیزی ایران و مسائل مربوط به آسیب‌پذیری ساختمان مدارس از زمین‌لرزه و راهکارهای مقاوم‌سازی این ساختمان‌ها با توجه به اهمیت آن‌هاست.

روش تحقیق

وقوع زمین‌لرزه‌های ویرانگر در صد سال اخیر بیانگر این است که ایران از نظر لرزه‌خیزی دارای پتانسیل بالایی است و تقریباً می‌توان گفت کمتر نقطه‌ای در ایران وجود دارد که در برابر وقوع زمین‌لرزه و خطرات و پیامدهای ناشی از آن مصون باشد. متأسفانه بسیاری از نقاط و مراکز جمعیتی، بدون توجه و رعایت اصول

ایمنی، بر روی خطوط گسلی یا در نزدیکی آن استقرار یافته‌اند که در صورت وقوع این مخاطره تبعات جبران‌ناپذیری را به بار خواهد آمد. بنابر این کوچک‌ترین مسامحه و اشتباه در شرایط کنونی ممکن است خسارات سنگینی به کشور وارد سازد. از این جهت پرداختن به مسائلی همچون مقاوم‌سازی ساختمان‌ها به‌عنوان مهم‌ترین موضوع حفاظتی در برابر زمین‌لرزه، توجه به معیارها و اصول و ضوابط علمی و پرداختن به آن‌ها امری ضروری است.

جوان بودن جمعیت ایران، خود، سبب شده است که مراکز آموزشی و مدارس مملو از جمعیت باشند. توجه به ایمنی و مصون ماندن این سرمایه‌های ملی در مدارس از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در صورت تخریب مدارس هنگام وقوع زمین‌لرزه، عامل مهم ایجاد خطر تراکم جمعیت دانش‌آموزی است که موجب تشدید حادثه خواهد شد. تجارب به دست آمده نشان داده‌اند که بعد از وقوع هر زمین‌لرزه، چنانچه دانش‌آموزان در مدرسه حضور داشته باشند، بیشتر والدین به خاطر نگرانی و عدم اطمینان از مقاومت مدارس به سرعت به سوی مدارس فرزندانشان حرکت می‌کنند و این موجب می‌شود که مسئلهٔ امداد و نجات دچار مشکلات عدیده شود. بنابراین مسئلهٔ ایمنی و مقاوم‌سازی این مراکز، نقش بسیار مهمی را در کاهش تلفات ایفا می‌کند. با توجه به اهمیت موضوع در این تحقیق در ابتدا با استفاده از روش‌های مطالعهٔ کتابخانه‌ای و اسنادی به گردآوری مطالب و آمارهای مورد نیاز برای انجام تحقیق پرداخته شده است. سپس با توجه به مطالب گردآوری شده اقدام به دسته‌بندی مباحث مورد نظر شده و با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی به بررسی، تجزیه و تحلیل یافته‌ها پرداخته و در پایان، نتیجه‌گیری برای اصلاح نارسایی‌ها به عمل آمده است.

موقعیت زمین‌شناسی ایران

کشور ایران با وسعت ۱,۶۴۸,۱۹۵ کیلومتر مربع، میان ۲۵ تا ۴۰ درجهٔ عرض شمالی، ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی واقع شده است (علائی طالقانی، ۱۳۸۲). کشور ایران در قسمت میانی کمربند کوه‌زایی آلپی است و این حرکات هنوز به اتمام نرسیده و تعادل نهایی برقرار نشده است. لذا با توجه به موقعیت ایران و قرار گرفتن در بین دو قارهٔ قدیمی و مقاوم یعنی اوراسیا در شمال و آفریقا - عربستان در جنوب پلاتفرمی ترد و شکننده است و گسل‌های فعال و فراوان و زمین‌لرزه‌های متعدد و غیره، دلیل این مدعاست. به طور کلی سه منطقهٔ زمین‌لرزه‌خیز در ایران وجود دارد که از آن جمله می‌توان به زاگرس، البرز و ایران مرکزی اشاره کرد. صفحهٔ عربستان از جنوب غربی، هندوستان از شرق و جنوب شرقی، سبیری از شمال شرقی به ایران فشار وارد می‌کنند و مقاومت ایران در مقابل فشارهای وارد شده باعث بروز گسل‌ها و شکستگی‌های متعددی می‌شود. فعالیت این گسل‌ها باعث شده است که ایران مناطق مهم زمین‌لرزه‌خیز دنیا به حساب

ارقامی که از زمین‌لرزه‌های ایران به‌دست آمده، هشتاد درصد از زمین‌لرزه‌ها دارای عمق بین صفر تا پنجاه کیلومتر هستند. عمق بقیه زمین‌لرزه‌ها بیشتر از پنجاه کیلومتر است (نگارش و همکاران، ۱۳۷۷: ۱۳۸). با در نظر گرفتن گسل‌های فعال ایران و منطقه خطر آن‌ها (۲۰ کیلومتر اطراف گسل‌ها)، ۳۵ درصد از مساحت ایران با خطر جدی زمین‌لرزه مواجه است.

بر اساس آمارهای تهیه شده، پتانسیل زمین‌لرزه‌خیزی شهرهای ایران با توجه به فاصله آن‌ها از گسل به شرح زیر است: ۱۶/۶ درصد از شهرهای ایران روی خط گسل یا در امتداد آن واقع شده‌اند و به جز یک یا دو مورد، اکثر آن‌ها زمین‌لرزه‌های بیش از ۶ ریشتر را تجربه کرده‌اند. تقریباً ۶۸ درصد از شهرهای کشور در حریم یک تا سی کیلومتری از گسل‌ها قرار گرفته‌اند و این بدان معناست که این گروه از شهرها به علاوه گروه قبلی از نظر پهنه‌بندی خطر نسبی در پهنه با شتاب بالا قرار دارند. ۹/۱ درصد از مراکز جمعیتی در فاصله ۳۰ تا ۵۰ کیلومتری استقرار یافته‌اند. بالاخره ۶/۳ درصد از سکونتگاه‌ها در فواصلی بیش از ۵۰ کیلومتر قرار گرفته‌اند (نگارش، ۱۳۸۴). در نقشه ۱ پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در ایران نشان داده شده است.

زمین‌لرزه و ایمن‌سازی ساختمان‌ها در ایران

بیشتر زمین‌لرزه‌های ایران از نوع سطحی و کم‌عمق‌اند و به

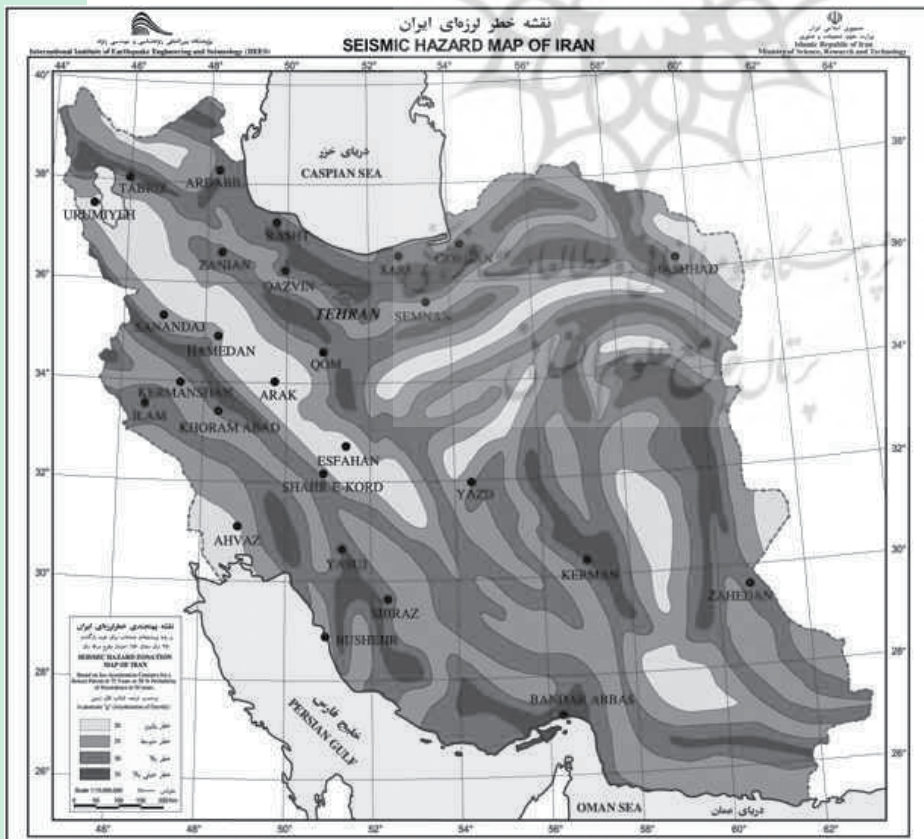
آید. انرژی ناشی از فشارها در مناطق گسلی ذخیره و پس از رهاشدن به صورت امواج مخرب زمین‌لرزه موجبات نابودی و تخریب شهرها را فراهم می‌سازد. زمین‌لرزه‌های ایران بیشتر به خاطر فعالیت همین گسل‌هاست. نتیجه نهایی آنکه ناهمواری‌های ایران جوان هستند و در قلب آثار آخرین کمربند کوه‌زایی سیاره زمین (آلیپی) واقع شده و در بین پلیت‌های تکنوتیکی قرار گرفته‌اند. بنابراین از نظر زمین‌ساختی و در نتیجه حرکات لرزه‌ای آرام نگرفته و برای نیل به تعادل ایزوستازی خود هنوز فعال‌اند (نگارش، ۱۳۸۲).

ایران و لرزه‌خیزی

با قرارگیری ایران روی کمربند آلپ - هیمالیا، کشور ایران در قرون گذشته، ۱۳۰ زمین‌لرزه به بزرگی ۷/۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷). چنان‌که پهنه‌بندی نقشه‌های زمین‌لرزه‌خیزی نیز نشان می‌دهند بیش از ۲/۳ وسعت کشور در محور زمین‌لرزه‌خیزی پرخطر قرار گرفته که اکثر شهرهای پرجمعیت نیز در راستای آن استقرار یافته‌اند؛ مناطقی که بیشتر تحت تأثیر فعالیت‌های گسل‌اند و شدت عمق کانون زمین‌لرزه در آن‌ها نیز کم‌عمق و سطحی است (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۴). با نگاهی به آمارهای موجود ملاحظه می‌شود که در صد سال گذشته حدود ۳۵۰۰ زمین‌لرزه در کشور روی داده‌اند که از این تعداد ۵۳۵ مورد با شدت بالاتر از ۴ ریشتر بوده‌اند. همچنین در هر ده سال

یک زمین‌لرزه با مقیاس ۷ درجه ریشتر و بیشتر و در هر سال حدود ۲۰۰ زمین‌لرزه کوچک و بزرگ در کشور اتفاق افتاده‌اند. آمار حکایت از آن دارد که در صد سال گذشته تلفات ناشی از زمین‌لرزه یک درصد جمعیت جهان بوده، ولی در کشور ما در همین مدت شش درصد بوده است (محمدزاده، ۱۳۸۴).

زمین‌لرزه‌هایی که در ایران ثبت شده‌اند نیز به ندرت عمق کانونی بیشتر از ۵۰ کیلومتر داشته‌اند و طبق تقسیمات از نظر مهندسی زمین‌لرزه، زمین‌لرزه با عمق کانونی بیشتر از ۷۰ کیلومتر، زمین‌لرزه نوع عمیق و کمتر از آن زمین‌لرزه نوع سطحی به شمار می‌آیند که زمین‌لرزه نوع سطحی همواره مخرب‌تر بوده است (میرزاگل تبار روشن و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین اکثر زمین‌لرزه‌های ایران دارای کانون سطحی و در عمق بین صفر تا پنجاه کیلومتری رخ داده است. بر اساس



ترکیب عوامل طبیعی و انسانی باعث وارد آمدن خسارات سنگین و شدید جانی و مالی می‌شود که جبران ناپذیرند و تبعات منفی زیادی را به بار می‌آورند. از جمله این اماکن که تاکنون صدمات و خسارات زیادی از زمین‌لرزه که خود ناشی از عدم رعایت قوانین و مقررات است، دیده‌اند، می‌توان به مدارس اشاره کرد که این امر توجه بسیاری از مسئولین و مردم را به خود معطوف کرده است.

اهمیت مدارس

در ایران حدود ۱۱۰ هزار باب مدرسه وجود دارد که ۲۸ هزار باب از آن‌ها در برابر زمین‌لرزه و خطرات ناشی از آن آسیب‌پذیرند. حدود ۱۲ میلیون نفر دانش‌آموز و کادر آموزشی در ساعاتی از روز در این مدارس حضور دارند و این بسیار حائز اهمیت است. علاوه بر این، مدارس ویژگی‌های دیگری نیز دارند که در زیر به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود:

- (۱) محیط عمومی و نسبتاً بزرگی هستند.
- (۲) با تراکم دانش‌آموزی مواجه‌اند.
- (۳) برخلاف بعضی از مکان‌های عمومی مثل ورزشگاه‌ها و مساجد، اتاق‌های مستقل دارند و قابل تبدیل به در مانگه و غیره‌اند.
- (۴) دارای سرویس‌های بهداشتی و وسایلی نظیر آب‌سردکن، یخچال و غیره هستند.
- (۵) دارای کادر مدیریتی ثابت، با قدرت و توان بالای مدیریتی هستند در نتیجه می‌توانند مدارس را به سرعت تبدیل به مراکز مدیریت بحران یا جمع‌آوری و توزیع کمک‌ها و سایر موارد کنند.
- (۶) برخلاف بیشتر اداره‌ها و سازمان‌ها که بلند و چندطبقه هستند، مدارس ساختمان‌های کوتاه و وسیعی دارند و نیازی به بالابر

همین دلیل اغلب حالت تخریبی بیشتری دارند و تلفات زیادی به بار می‌آورند. از این رو رعایت نکردن ضوابط آیین‌نامه‌های مربوط به کنترل و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، استقرار بر روی گسل‌ها یا حواشی آن‌ها، عدم مشارکت نیروهای متعهد و متخصص در برنامه‌ریزی و ساخت‌وساز، به کار بردن مصالح نامناسب و غیره از علل اصلی انسانی هستند که موجب کاهش ضرایب ایمنی و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری لرزه‌ای می‌شوند. در حالت کلی، ایمن‌سازی ساختمان‌ها منوط به شناخت عوامل طبیعی ایجادکننده زمین‌لرزه است که باید قبل از هرگونه ساخت‌وسازی صورت پذیرد.

امروزه اکثر مراکز جمعیتی و سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی کشور بدون توجه و شناخت کافی از مسائل طبیعی در مکان‌های مخاطره‌آمیز از نظر تکنیکی واقع شده‌اند. در حال حاضر اکثر ساختمان‌ها که در وضعیت فوق ایجاد شده‌اند، در مقابل زمین‌لرزه‌ها (حتی زمین‌لرزه‌های ۴ ریشتری) آسیب‌پذیرند. برای مثال در پاییز ۱۳۸۶ زمین‌لرزه‌ای در تبریز رخ داد که بزرگی آن اگرچه بیشتر از حدود ۴ ریشتر نبود، اما به سکونتگاه‌های شهرک باغمیشه در شمال تبریز آسیب جدی رسید و از جمله طبقه بالای یکی از ساختمان‌های خوابگاه دانشجویان در منطقه ولیعصر این شهر دچار ترک‌خوردگی شدید شد. ساختمان‌های روستایی به لحاظ داشتن بافتی فرسوده و سست بودن مقاومتی در برابر زمین‌لرزه ندارند. پایین بودن کیفیت مصالح، نوع سکونتگاه‌ها، پیروی نکردن از شیوه و روش متناسب با وضعیت طبیعی برای ایجاد ساختمان‌های مقاوم و دلایل دیگر نیز مشکلات بسیار پدید می‌آورند. ورود پیمانکارانی که صلاحیت کافی برای ساخت‌وساز ندارند و عدم نظارت کافی از سوی دستگاه‌های مسئول نیز از جمله مشکلات دیگر به شمار می‌روند. بنابراین در ایران،



ندارند و در نتیجه از ازدحام جمعیت جلوگیری می‌شود.

۷) در سطح شهر پراکنده‌اند.

۸) مکان‌هایی هستند که در شرایط بحرانی تعطیل می‌شوند و بهترین مکان برای اسکان آوارگان هستند.

ایمن‌سازی مدارس

برای ایمن‌سازی مدارس موارد زیر پیشنهاد می‌شوند:

۱) تهیه نقشه از نقاط مختلف مدرسه؛ در این نقشه باید محل دقیق کلاس‌ها، راهروها، محل قرارگیری وسایل آتش‌نشانی، کمک‌های اولیه، راه‌ها و مسیرهای خروجی و غیره به طور دقیق مشخص شوند.

۲) شناسایی و مشخص کردن مکان‌های امن و ناامن مدرسه؛ مکان امن به نقاط و جاهایی اطلاق می‌شود که در هنگام رخداد زمین‌لرزه، بتوان در آنجا پناه گرفت و در نتیجه خطرات ناشی از زمین‌لرزه در آنجا کاهش یابد، مانند چهارچوب درها، کناره دیوارها و غیره. مکان ناامن به جاهایی گفته می‌شود که در حین زمین‌لرزه احتمال بروز خطر در آنجا افزایش می‌یابد، مثل اجسام سقوط‌کننده و غیره.

۳) رعایت اصول ایمنی؛ این مورد از اهمیت شایانی برخوردار است. در این باره مواردی همچون محکم کردن چراغ‌های آویز، تابلوها، رایانه‌ها، مواد سمی و شیمیایی داخل آزمایشگاه، بررسی سیم‌های برق، لوله‌های گاز و آب و رفع نواقص آن‌ها، خالی کردن راهروهای خروجی و غیره باید رعایت شوند.

۴) اقداماتی برای تهیه لوازم مورد نیاز امدادی هنگام زمین‌لرزه و بعد از آن؛ به منظور دسترسی بهتر و سریع‌تر به وسایل مورد نیاز در زمان وقوع زمین‌لرزه، در ابتدا، این وسایل پیش‌بینی شوند و در نقاط امنی که قبلاً مشخص شده‌اند، استقرار یابند. این وسایل اسباب مکانیکی مانند بیل و کلنگ، چراغ‌قوه و غیره، وسایل بهداشتی مانند برانکاردهای تاشدنی، آب بهداشتی، الکل ضدعفونی‌کننده، دستگاه‌های تنفس مصنوعی و غیره، وسایل آتش‌نشانی مانند کپسول‌های ضدحریق، کلاه ایمنی و غیره هستند.

۵) برگزاری دوره‌ها و کلاس‌های آموزشی برای مدیران، معلمان و دانش‌آموزان؛ این آموزش‌ها برای افراد مرتبط بسیار ضروری هستند و آموزش‌های پزشکی، آتش‌نشانی، تجسس افراد زیر آوار و غیره را شامل می‌شوند. لازم است از مربیان ماهر در زمینه‌های آموزشی استفاده شود.

۶) در محوطه مدرسه، فضایی به دور از دیوارها و ساختمان‌ها برای دانش‌آموزان در نظر گرفته شود.

مقاوم‌سازی ساختمان‌های مدارس

۲۸ هزار مدرسه از مجموع ۱۱۰ هزار مدرسه موجود در ایران در

برابر زمین‌لرزه آسیب‌پذیرند. حدود ۸۰ درصد از مدارس که به روش سنتی ساخته شدند، در دوره بازگشت زمین‌لرزه که مبنای طرح ساختمان‌ها در زمین‌لرزه‌شناسی است در حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد تخریب می‌شوند. این تخریب خطرات جانی قابل توجهی را برای دانش‌آموزان در پی خواهد داشت. در یکی بررسی کلی، ساختمان‌های وابسته به وزارت آموزش و پرورش را که صرفاً جهت موارد آموزشی استفاده می‌شوند، می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف) مدارس بسیار قدیمی، که عمر آن‌ها بیش از سی سال است و دیوار باربر یا نیمه اسکلت فلزی دارند. این نوع ساختمان‌ها عمدتاً فاقد عناصر مقاوم در مقابل زمین‌لرزه مثل بادبند و قاب خمشی‌گیر هستند و هیچ‌گونه مقاومتی حتی در مقابل زمین‌لرزه‌های کم‌شدت نیز نخواهند داشت.

ب) مدارس نسبتاً جدیدتر، که عمر آن‌ها بین پانزده تا سی سال است و عمدتاً به صورت اسکلت فلزی اجرا شده‌اند، اما نه دارای محاسبات و نقشه‌های مناسب‌اند و نه در اجرای آن‌ها اصول و استانداردهای لازم رعایت شده است. مقاومت این مدارس در مقابل زمین‌لرزه با شباهت زیادی همراه است.

پ) مدارس جدید، که عمدتاً بعد از سال ۶۷ و ۶۸ ساخته شده‌اند به علت وجود و اعمال آیین‌نامه‌های محاسباتی و اجرایی، از طرف سازمان‌های ذی‌ربط از وضعیت مناسب‌تری برخوردارند، اما به علت عدم کنترل دقیق اجرایی که ناشی از موارد مختلف است هنوز اطمینان کافی، حداقل نسبت به بعضی از آن‌ها وجود دارد.

ت) ساختمان مدارس غیردولتی و غیرانتفاعی و آموزشگاه‌های خصوصی که مجوز آن‌ها آموزشی نبوده است و در انتخاب ساختمان این مؤسسات صرفاً کمیت و مقدار فضاهای مورد نیاز بررسی شده و هیچ‌گونه کنترل کیفیت و استحکام سازه در مورد آن‌ها اصلاً و اساساً مطرح نبوده است. بنابراین ساختمانی که چه بسا برای استفاده مسکونی یا اداری (با بار زنده ۲۰۰ یا ۲۵۰ کیلوگرم در مترمربع طبق آیین‌نامه) نیز فاقد استحکام مورد نیاز است. بعد از بازسازی مورد بهره‌برداری آموزشی (با بار زنده ۳۵۰ کیلوگرم برای کلاس‌ها و ۵۰۰ کیلوگرم برای راهروها و ۱۰۰۰ کیلوگرم در مترمربع برای مخازن کتاب) قرار گرفته است.

از دیدگاه علمی اصطلاح مقاوم‌سازی به طور قطع بالا بردن مقاومت در برابر زمین‌لرزه نیست، بلکه منظور بهبود عملکرد اجزای سازه (ساختمان) در برابر زمین‌لرزه است. در سال‌های اخیر با توجه به وضعیت ساختمان‌های موجود، سعی بر این بوده است که پایداری ساختمان‌ها از دید حداقل‌های لازم مورد بررسی قرار گیرد و در همین رابطه دستورالعمل‌های مقاوم‌سازی تدوین شده‌اند.

با توجه به فلسفه این دستورالعمل‌ها، ضرایب ایمنی در نظر گرفته‌شده در آیین‌نامه‌های طراحی باید قاعدتاً از ضرایب ایمنی این دستورالعمل‌ها بزرگ‌تر باشند. با توجه به بحث فوق انتظار می‌رود

که سازه‌های طراحی شده مطابق آیین‌نامه‌های طراحی معمول، از نظر دستورالعمل مقاوم‌سازی هم تأیید شوند. در واقع روش‌های مقاوم‌سازی سازه‌ها را که در دستورالعمل‌هایی نظیر FEMA ۳۵۶ یا دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای کشورمان به تفصیل بیان شده‌اند می‌توان روش‌هایی دقیق و منطبق بر طراحی سازه‌های موجود دانست (FEMA - ۳۵۶, ۲۰۰۰).

با این حال به دلیل جدید بودن موضوع و اینکه هنوز دستورالعمل مقاوم‌سازی کامل و به صورت آیین‌نامه ارائه نشده است، مواردی را می‌توان یافت که متناقض با اصل فوق هستند و به همین دلیل مقایسه دستورالعمل مقاوم‌سازی با ضوابط آیین‌نامه طراحی ضروری به نظر می‌رسد. به هر حال مسئله مقاوم‌سازی مدارس در هر دو زمینه (چه ساختمان‌های قدیم و دارای بافت فرسوده و چه ساختمان‌های نوساز) مطرح است. مطالعات بهسازی لرزه‌ای مدارس شامل دو مرحله است: ۱. مطالعات مرحله اول: در این مرحله میزان آسیب‌پذیری ساختمان در برابر بارهای لرزه‌ای تعیین می‌شود. مطالعات مرحله اول شامل دو بخش است: مطالعات کیفی آسیب‌پذیری و مطالعات کمی آسیب‌پذیری. در مطالعات کیفی آسیب‌پذیری با بازدید عینی از ساختمان به بررسی سیستم ساختمان پرداخته می‌شود. در پایان این مرحله باید نقشه‌های معماری ساختمان و نیز برنامه آزمایش‌ها و سونداژها ارائه شود. برنامه آزمایش‌ها و سونداژها باید به گونه‌ای تعیین شود که مشخصات ساختمان و نحوه اجرای آن قابل دسترسی باشد. در مطالعات کمی آسیب‌پذیری ابتدا باید بر اساس سونداژهای صورت گرفته و نیز آزمایش‌های انجام شده ویژگی‌های مصالح و همچنین نقشه‌هایی چون ساخت^۱ ساختمان استحصال شود. براساس نقشه‌هایی چون ساخت و ویژگی مصالح و با استفاده از نشریه ۳۶۰ (بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود) به بررسی آسیب‌پذیری ساختمان پرداخته می‌شود. در پایان این مرحله باید میزان آسیب‌پذیری ساختمان، نقاط ضعف آن به طور تحلیلی نشان داده شود. سپس باید نیاز ساختمان به بهسازی از طرف مشاور اعلام شود. در صورتی که ساختمان در مرحله اول آسیب‌پذیر شناخته شود مطالعات بهسازی وارد فاز دوم می‌شود. مرحله دوم مطالعات، شامل دو بخش است: بخش اول ارائه طرح مقدماتی و بخش دوم ارائه طرح تفصیلی است. در طرح مقدماتی سه گزینه بهسازی به عنوان سه واریانت ارائه می‌شود. این سه گزینه باید ضعف‌های ساختمان را که در مرحله اول تعیین شده‌اند، برطرف کنند. سپس این سه گزینه از نظر فنی و نیز اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرند. با مقایسه فنی و نیز هزینه طرح، یک طرح باید به عنوان طرح برتر شناخته شود. در طرح تفصیلی به بررسی کامل طرح برتر معرفی شده پرداخته می‌شود. ساختمان بهسازی شده باید بر اساس نشریه ۳۶۰ مورد بررسی قرار گیرد و کنترل‌های آن انجام شود. در پایان این مرحله، نقشه‌های بهسازی سازه به همراه جزئیات اجرایی ارائه می‌شوند.

کنترل مدارک بر اساس هدف از هر مرحله انجام می‌شود. در کنترل مدارک مشاور باید مدارک را به مدیر طرح که از سوی کارفرما تعیین شده است ارسال کند. با بررسی گزارش‌های کیفی، کمی، طرح مقدماتی و طرح تفصیلی، مدیر طرح بر اساس کیفیت گزارش، چهار گزینه را برای گزارش در نظر می‌گیرد: گزینه یک (گزارش قابل قبول است. گزینه دو) گزارش پس از انجام اصلاحات نسبتاً جزئی که می‌تواند هم‌زمان با پیشرفت به مرحله بعد صورت گیرد قابل قبول است. گزینه سه) گزارش باید پس از انجام اصلاحات دوباره بررسی شود و احتمالاً قابل قبول خواهد بود. گزینه چهار) با توجه به ضعف‌ها و کاستی زیاد، مطالعات باید به دست مشاور تجدید و دوباره گزارش شود. در پایان گزارش، یک چک‌لیست حاوی نقطه‌نظرات داور به مشاور ارسال می‌شود.

راهکارهای اجرایی شدن اهداف فوق

مهم‌ترین مسئله، همکاری فنی و حقوقی مطلوب وزارت آموزش و پرورش با وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی، شهرداری و دیگر سازمان‌های ذی‌ربط در این زمینه است. همچنین می‌توان به راهکارهای زیر توجه کرد:

۱) بررسی و تدوین چهارچوب و ضوابط و آیین‌نامه‌هایی بر طبق استانداردهای بین‌المللی و لزوم اجرایی شدن آن‌ها توسط دستگاه‌های ذی‌ربط.

۲) بهره‌گیری از علم و توانمندی‌ها و تجارب متخصصان و مهندسان رشته‌های مختلف از جمله عمران، شهرسازی، معماری، جغرافیا و غیره، که آنان پس از تهیه گزارش از وضعیت موجود، طرح و نقشه‌های اجرایی مقاوم‌سازی را ارائه دهند. حق الزحمه این موضوع می‌تواند به صورت ارائه سهمیه مترژ اضافی تشویقی (محاسباتی) مهندسان محاسبه و به آنان پرداخت شود.

۳) بررسی و نظارت کارشناسانه بر طرح‌ها و ساخت مدارس.

۴) استفاده و به کارگیری از مصالح مرغوب، با وجود هزینه‌بر بودن آن‌ها.

۵) تخلیه و تخریب مدارس که هیئت نظارت آن‌ها را خارج از رده تشخیص داده‌اند.

۶) در نظر گرفتن فضای باز در اطراف کلاس‌های درس.

۷) تعبیه خروجی‌های اضطراری در اطراف هر کلاس.

۸) حمایت از طرح‌های تحقیقاتی در این زمینه.

۹) کم کردن ظرفیت نفری هر کلاس و اجرای آن در زمان تعطیلی مدارس به خصوص در تابستان توسط گروه‌های اجرایی مجرب.

هزینه‌های مربوط به عملیات اجرایی شامل دستمزدها و مصالح مصرفی است. هزینه مصالح مصرفی در چنین مواردی به نسبت کل هزینه ناچیز به نظر می‌رسد (برای مثال با نصب و جوشکاری یک

لچکی به صورت ورق مثلثی کوچک به وزن تقریبی یک کیلوگرم، مقاومت برشی تکیه‌گاهی یک تیر اصلی را می‌توان بسیار افزایش داد. ولی دستمزدها مقدار بیشتری نسبت به مصالح را در بر می‌گیرند و در کل با هزینه‌های نسبتاً متوسط و معقول، می‌توان عمل مقاوم‌سازی مناسبی را در چنین ساختمان‌هایی انجام داد. در مراحل بعدی، این روش را می‌توان برای مجتمع‌های بیمارستانی و اداری یا عمومی که با ارباب رجوع بیشتری درگیرند انجام داد.

نتیجه‌گیری

کشور ایران در منطقه‌ای زمین‌لرزه‌خیز واقع شده است. وقوع یک زمین‌لرزه با شدت ۴ ریشتر و بزرگ‌تر در هر چهار سال، نشان‌دهنده وجود یک خطر دائمی است. هر ساله بر اثر وقوع این زمین‌لرزه‌ها، خسارت‌ها و آسیب‌های جدی مالی و جانی بسیاری بر کشورمان وارد می‌شود. یکی از مشکلات ناشی از وقوع رخداد زمین‌لرزه، آسیب و تخریب ساختمان‌های مدارس است. در واقع مدارس در سطح جهانی از جمله مکان‌های بااهمیتی هستند که به دلایلی همچون فضای عمومی و آموزشی بودن، داشتن محیط وسیع از ارزش‌های زیادی برخوردارند. داشتن مزیت‌های فراوان مدارس در برابر زمین‌لرزه برای کشور زمین‌لرزه‌خیز ایران توجه به این مسئله مقاوم‌سازی را بیش از پیش بااهمیت‌تر می‌سازد. ساختمان‌های قدیمی مدارس و آن‌هایی که در آینده ایجاد می‌شوند جزء سرمایه‌های ملی هستند. بنابراین جلوگیری یا کاهش تبعات ناشی از مسئله زمین‌لرزه امری ضروری است. با توجه به وضعیت ساختمان‌های مدارس کشور و عدم رعایت مقررات از سوی سازندگان آن‌ها به نظر می‌رسد که زمین‌لرزه در این بخش آسیب‌های زیادی را وارد خواهد کرد. هدف از مقاوم‌سازی ساختمان‌های مدارس در ایران، این است که اعضای سازه‌ای و ملحقات غیرسازه‌ای به گونه‌ای تقویت شوند که در صورت وقوع زمین‌لرزه آسیب‌های کمتری به این اجزا وارد شود.

در تقویت ساختمان‌های مدارس اغلب سه هدف عمده به شرح زیر وجود دارند: افزایش مقاومت ساختمان مدارس در برابر بارها و فشارهای جانبی، افزایش شکل‌پذیری ساختمان و افزایش مقاومت به همراه افزایش شکل‌پذیری ساختمان‌های مدارس. ساختمان‌های موجود مدارس در ایران را می‌توان به دو گروه ساختمان‌های فرسوده و نوساز تقسیم کرد. در ساختمان‌های قدیمی به دلیل اینکه مصالح به کار رفته فرسوده‌اند، تقریباً می‌توان گفت که مقاوم‌سازی این نوع ساختمان خیلی مشکل است. با رعایت قوانین و استانداردهای علمی و فنی مربوط در این زمینه، وجود نظارت کافی از سوی دستگاه‌های مرتبط، به کار بردن مصالح مرغوب، اصلاح روش‌های ساخت‌وساز، جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیرمجاز و غیره می‌توان ساختمان‌های مدارس را در برابر زمین‌لرزه مقاوم ساخت، به این شرط که زمین‌لرزه و گسل‌های مناطق مختلف در کشور را بشناسیم. این کار زمانی

عملی خواهد شد که قبل از ساخت‌وساز به آن‌ها توجه کنیم. پس مکان‌گزینی مدارس امری بسیار مهم است. لذا مسئولان امر با اجرای قوانین و مقررات می‌توانند گام بلندی را در این زمینه بردارند.

پی‌نوشت

1. As- Built

منابع

۱. پورمحمدی، محمدرضا و همکاران (۱۳۸۴)؛ «مشارکت و خودامدادی محله‌ای و نقش آن در کنترل بحران زمین‌لرزه»؛ کنفرانس بین‌المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آن‌ها، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی.
 ۲. پورمحمدی، محمدرضا و همکاران (۱۳۸۷)؛ «آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زمین‌لرزه و نقش مشارکت محله‌ای در امدادسانی آن‌ها»؛ جغرافیا و توسعه.
 ۳. تقی‌نژاد، رامین (۱۳۸۸)؛ «طراحی و بهسازی لرزه‌ای بر اساس سطح عملکرد با استفاده از تحلیل پوش‌آور ETABAS و SAP۲۰۰۰»؛ نشر کتاب دانشگاهی.
 ۴. تقی، محمدجواد (۱۳۸۳)؛ «آسیب‌شناسی ساختمان، (آسیب ناشی از مراحل اجرا و نظارت در ساختمان‌های خسارت‌دیده از زمین‌لرزه دی‌ماه ۱۳۸۲ بم)»؛ نشریه هنرهای زیبا.
 ۵. تقی، محمدجواد (۱۳۸۵)؛ «آسیب‌شناسی ساختمان. (بررسی نقش مراحل اجرا و نظارت در بروز خسارت ناشی از زمین‌لرزه در گونه‌های ساختمانی منطقه زرنند کرمان)»؛ نشریه هنرهای زیبا.
 ۶. زنگی‌آبادی، علی و همکاران (۱۳۸۷)؛ «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر خطر زمین‌لرزه (مطالعه موردی: مسکن شهر اصفهان)»؛ جغرافیا و توسعه.
 ۷. شایان، سیاوش (۱۳۸۴)؛ فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی؛ انتشارات مدرسه، چاپ چهارم.
 ۸. علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۲)؛ ژئومورفولوژی ایران؛ انتشارات قومس.
 ۹. نگارش، حسین و خسروی، محمود (۱۳۷۷)؛ واحدهای ژئومورفولوژی ایران؛ انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.
 ۱۰. نگارش، حسین (۱۳۸۲)؛ «کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن»؛ جغرافیا و توسعه.
 ۱۱. نگارش، حسین (۱۳۸۴)؛ «زمین‌لرزه، شهرها و گسل‌ها»؛ پژوهش‌های جغرافیایی.
 ۱۲. میرزا گل تبار روشن، علی‌رضا و همکاران (۱۳۸۴)؛ «مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر زمین‌لرزه»؛ کنفرانس بین‌المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آن‌ها، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی.
 ۱۳. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن؛ «آیین‌نامه ۲۸۰۰»؛ ویرایش سوم، تهران، ۱۳۸۴.
 ۱۴. محمدزاده، رحمت (۱۳۸۴)؛ «نقش برنامه‌ریزی شهری در کاهش اثرات ناشی از زمین‌لرزه»؛ کنفرانس بین‌المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آن‌ها، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی.
15. Fema ۳۵۶, ۲۰۰۰, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
16. <http://njavan.com>
17. www.armaghankooshan.com
18. www.zanjansadra.com
19. www.chtn.ir
20. www.irpds.com