

پیش کش به فرزندان سرزمینم ایران

بهبود ایمنی مدارس در برابر زلزله

تجربیات تلخ زمین لرزه های خونین و مرگ باری چون زمین لرزه ی اخیر ایتالیا در ماه اوت ۲۰۱۶، ترکیه در سال ۲۰۰۳، بم در سال ۲۰۰۳ که در آن بیش از ۲۵۰۰۰ نفر جان خود را از دست دادند، زمین لرزه ی رودبار و لوشان که در نتیجه ی آن حدود ۹۰٪ ویرانی ایجاد شد، زلزله ی ۱۹۷۷ که در اثر آن شهر تاریخی طبس نابود شد، زمین لرزه ی بوبین زهرا در سال ۱۹۶۲ که در آن بخشی از استان قزوین با خاک یکسان شد، همه و همه نشان می دهد که پیوسته زمین لرزه هایی در کشور ما و سرزمین های دیگر اتفاق می افتد و باعث فروریختن ساختمان های عمومی، ساختمان های مسکونی و همچنین ساختمان مدارس و مرگ تعداد زیادی بزرگسال و کودک بی گناه می شود.

پژوهش ها نشان می دهد که ایران پس از ایتالیا و ترکیه یکی از سه کشوری است که بالاترین خطر زمین لرزه را دارد. نوشته ای را که در مقابل دیدگان خود دارید ترجمه ی دو قسمت از کتاب "ایمنی مدارس در برابر زلزله"

(Keeping schools safe in earthquakes, OECD 2004)

است. این کتاب مجموعه ای است از پژوهش ها و مقالات در زمینه ی مقاوم سازی اسکلت ساختمان مدارس در برابر زمین لرزه . مطالب کتاب نمایانگر تلاش هایی است در زمینه ی ابتکارات موفقیت آمیز ایمنی در برابر زلزله در کشورهای در حال پیشرفت که می تواند رهنمودهایی باشد در جهت طرح برنامه های ایمنی مدارس و کاهش قابل توجه خطرات هنگام روی دادن زلزله. باشد تا شمار کمتری از هموطنان مان و خصوصا فرزندانمان که قسمت اعظم عمر خود را در مدرسه می گذرانند در امنیت بیشتری به سر برند.

آنچه در اینجا آمده است مربوط به قسمت های چهارم و پنجم این کتاب است که به زبان فارسی برگردانده شده است. این کتاب را چند سال پیش به ایران فرستادیم اما شوربختانه مسئولان در ایران از چاپ آن خوداری کردند. پس از ناامید شدن از چاپ کامل کتاب در میهنم بر آن شدم تا آنچه را که خود به فارسی برگردانده ام برای آگاهی و استفاده ی هم میهنانم بر روی نت بگذارم.

امیدوارم در آینده ی نزدیک دوستان دیگری که دست اندر کار بخش های دیگر کتاب بودند هم بتوانند ترجمه های خود را به همین ترتیب بر روی نت بگذارند تا در دسترس علاقمندان قرارگیرد.

زهرا شمس - نوامبر ۲۰۱۶

قسمت چهارم

شناخت استراتژی ها و برنامه ها به منظور بهبود ایمنی مدارس در برابر زلزله

مقدمه

موانع عملی برای بالابردن درک مفاهیم و اصول مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله بسیارند و روایاتی که در این گزارش برشمرده می شود نشان می دهد که در بسیاری از موارد برای رسیدن به یک فرهنگ ایمنی، موانع بیشتر از انگیزه ها هستند. در کشورهای در حال توسعه، برنامه استراتژیک پیش گیری با توجه به عواملی چون فقدان تخصص محلی، کمبود منابع مالی، عدم توافق بین متخصصان خارجی و کمیابی مواد، مشکل تر و پیچیده تر می شود. از نظر اروپایی ها در کشورهای مناطق زلزله خیز هنگامی که مواد، منابع مالی و انسانی برای بنیاد یک سری برنامه جهت جداسازی، ارزش گذاری و مقاوم سازی ساختمان های موجود وجود دارد، به کوشش های مداوم بیشتری در همه ی کشورها نیاز است تا بتوان به طور قابل توجهی خطرپذیری زیاد ساختمان های عمومی را کاهش داد.

در این قسمت از متخصصان خواسته شد کاربرد مفاهیم شناخته شده ی ایمنی در برابر زلزله و اصول استراتژی ها و برنامه های موجود برای ایمنی مدارس را شرح دهند و مؤثرترین راه ها برای تشویق، آسان کردن و ارزیابی پیشرفت هایی را که در جهت اهداف ایمنی در برابر زلزله انجام می شود، مورد توجه و رسیدگی قرار دهند. همچنین از متخصصان پرسیدند چگونه می توان به بهترین وجهی کشورها و سران سیاسی را متوجه ساخت که ایجاد برنامه هایی که در طی آن مدارس مقاوم در برابر زلزله بسازند به نفع آن هاست. افزایش آگاهی از طریق انتشار اطلاعات مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله با استفاده از راه های رسمی و غیررسمی در قاندر ساختن و تشویق افراد برای تغییر، نقش مهمی ایفا می کند. مثال هایی که از مجاری رسمی در این جا داده شده شامل یک برنامه ملی تعلیمات مهندسی زلزله (نگاه کنید به Jain) در هند و ایجاد ضوابط و طرز عمل برای مقایسه آسیب پذیری چهرمانی ساختمان دولتی در ایتالیا است (نگاه کنید به Cosentino). مجاری غیررسمی شامل سخنرانی در عموم مدارس درباره ی بهبودی مقاومت ساختمان های مدارس در برابر زلزله و پخش جزوه های ساده در مورد تعلیمات عملی به سازی ساختمان به کارگران در محل های ساختمان است.

مقاوم سازی در برابر زلزله

در برخی از موارد، به سازی مقاومت مدرسه در برابر زلزله، خصوصاً یک مدرسه ی تازه، می تواند طی یک روند ساده و ارزان انجام شود. هرچند برای بسیاری از مدارس موجود، اقدامات مالی و تکنیکی مقاوم سازی در برابر زلزله از طریق به حال اول بازگرداندن یا وسایل دیگر - قابل توجه

است و ممکن است یک تعهد درازمدت را ایجاد کند. در همه ی برنامه ها درمورد مناسب ترین و مؤثرترین عمل مقاوم سازی باید تصمیم گرفته شود. برای این که تمام عوامل در نظر گرفته شود Smyth et al. یک تجزیه تحلیل هزینه و صرفه سنجی را درمورد ساختمان یک مدرسه فرضی انجام داد و این کار را با توجه به هزینه های به حال اول برگرداندن برای هریالت خسارت دیده، هزینه ی جابجایی ساختمان و ارزش جان های از دست رفته ، انجام داد. به همین نحو Spence کل هزینه ی مقاوم سازی اسکلت ساختمان مدرسه را در ۶ کشور اتحادیه اروپا که خطرپذیری زیاد در برابر زلزله دارند تخمین زد. هر دوی این بررسی ها نشان می دهد که مقاوم سازی اسکلت ساختمان مدرسه ها در برابر زلزله در خیلی از کشورها از نظر تکنیکی و مالی امکان پذیر است و همچنین نشان داده شده که برای اطمینان از انجام اقدامات لازم به کوشش های هم آهنگ و تنظیم شده از طرف تصمیم گیرندگان نیاز است.

فصل ۱۴

بازنگرشی کوتاه به چهرمان شناسی مدارس در ایتالیا:

آسیب پذیری ویژه و استراتژی های ممکن برای مقاوم سازی در برابر زلزله

Nicola Cosentino

And Giovanni Manieri

Emilia-Romagna

Regional

Administration

Andrea

Benedetti

دیستارت، دانشگاه بولونیا، ایتالیا

خلاصه: این مقاله چهارگونه ی توزیعی اصلی ساختمان مدارس در ایتالیا را مختصراً شرح می دهد، این ساختمان ها به طور عمده ای از روی دوره ی ساخته شدنشان مشخص می شوند و عبارتند از: تک ساختمان های معمارساز، ساختمان های بتنی با اسکلت آهنی، ساختمان های دانشگاهی و ساختمان های تاریخی یا یادبود. قابلیت اطمینان هرنوع ساختمان در برابر زلزله – که اغلب برای همه ساختمان های مدارس در ایتالیا پایین است – شرح داده شده و برخی از خط مشی های مقاوم سازی ممکن در برابر زلزله هم مختصراً

توضیح داده شده است. توضیح مختصری هم درباره ی توازن هزینه و صرفه سنجی داده شده که برپایه ی آزمون اداره محلی امیلیا رومانی، Emilia- Romagna Regional Administration, بوده که تجزیه و تحلیل آسیب پذیری ۲۷۰۰ ساختمان استراتژیک که شامل مدارس نیز می شود را در بین سال های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ انجام داده است.

چهرمان شناسی مدارس درایتالیا

نوع ساختمان مدرسه ها در ایتالیا به طور عمده از روی دوره ی ساخت و تحول سیستم آموزشی مشخص می شود. به طور ویژه چهارنوع توزیعی اصلی تشخیص داده می شود.

- تک ساختمان های معمار ساز (تصویر ۱/ ۱۴) دارای سقف های الوار با دو تا سه طبقه و یک نقشه مستطیل شکل و پنجره هایی با فاصله های منظم هستند. بیشتر این ساختمان ها که در فاصله ی سال های ۱۹۰۰ و ۱۹۴۰ ساخته شده اند مدارس ابتدایی و متعلق به اداره ی شهرداری هستند. بلندی اطاق ها تقریباً ۳/۵ متر است که در دو ردیف در طول نمای ساختمان قرار دارند و از طریق یک پاگرد مرکزی به هم مربوط می شوند. پی ها ی ساختمان معمولاً از الوارهای غیر مسلح که در یک ردیف در زیر دیوارهای اصلی قرار دارند، ساخته شده است. کف ساختمان ها از همان آغاز با استفاده از تیرهای فولادی و آجرهای مجوف یا میان تهی ساخته شده است، ولی به دلیل تعمیرات یا تعریض مدارس امکان پیدا کردن ساختارهای گوناگون در همان ساختمان وجود دارد. به طور کلی سقف ها پوشش های سختی ندارد و از الوار سبک ساخته شده است. معمولاً در ساختمان ها ی گوناگونی که از این دست هستند، خواص مکانیکی مصالح گرچه خیلی خوب نیست، مانند هم است.

تصویر ۱/ ۱۴ تک ساختمان معمار ساز مدرسه در Ferrara County



تصویر ۲/ ۱۴ ساختمان بتونی با اسکلت آهنی ، مدرسه ای در بولونیا



- **ساختمان های بتونی با اسکلت آهنی (تصویر ۱۴ / ۲)** که بعد از ۱۹۵۰ ساخته شده است به عنوان مدرسه متوسطه استفاده می شود و متعلق به ادارات محلی یا استانی است. این ساختمان ها با دیوارهای معمارساز شفته ریزی شده یا قطعات از پیش ساخته شده کامل شده است. این نوع ساختمان ها از «معماری عقلانی» تبعیت می کند و از نظر نقشه و ارتفاع نامنظم است و معمولاً پنجره های باریک دارد. طبقه اول اغلب فضای باز دارد. نظریه این که از سال ۱۹۵۰ تا به امروز ساختمان سازی بهتر شده است، می توان جزئیات متنوع و مواد اولیه با کیفیت های گوناگونی در این ساختمان ها پیدا کرد. بسیاری از اوقات این نوع ساختمان ها حتی ساختمان هایی که اخیراً بنا شده است فاقد مستندات فنی است.

تصویر ۱۴ / ۳ . دانشکده مهندسی دانشگاه بولونیا



- **ساختمان های دانشگاهی (تصویر ۱۴ / ۳)** در دوره های زمانی گوناگونی بنا شده اند و با سازمان پیچیده ی فضایشان تعریف می شوند. این ساختارها از نظر اندازه بسیار گوناگون و اغلب متعلق به اداره ی دانشگاه است. به طور کلی این ساختمان ها تکی است اگرچه اغلب چندین بلوک مربوط به هم را دربرمی گیرد.

تصویر ۴ / ۱۴ حیاط داخلی سان ژووانی در ساختمان مونته دانشگاه بولونیا



- **ساختمان های تاریخی یا یادمان ها** (شکل ۴ / ۱۴) پیش از سال ۱۹۰۰ ساخته شده است و می تواند تعدادی از فعالیت های آموزشی از مدرسه مقدماتی تا دانشگاه را و یا به طور کلی فعالیت های فرهنگی را جوابگو باشد. این ساختمان ها در حالت عادی قسمتی از یک محیط شهری پیچیده تری را تشکیل می دهد و با ساختمان های همسایه ارتباط دارد که اغلب فرار سریع در صورت وقوع زلزله را آسان می کند. چهرمان شناسی این ساختمان ها و مصالح آن ها به طور وسیعی نتیجه ی قرن ها تحول معماری و تعمیرات جدید به شمار می آید. به این معنا که وزارت میراث فرهنگی نقش مهمی در نگهداری شکل اصلی و تاریخی ساختمان ها دارد.

ویژگی آسیب پذیری مدارس در برابر زلزله

قابلیت ایستادگی در برابر زمین لرزه در همه ی این ساختمان ها به طور کلی پایین است. این نه تنها به خاطر فقدان ضوابط آیین نامه ای مربوط به زلزله در اغلب مناطق ایتالیا است، بلکه نتیجه ای از حساسیت پایین نقشه ی این ساختمان ها در برابر تاثیرات زلزله نیز هست. از این گذشته، نقصان های غیرعادی و ویژه ای را می توان در هریک از چهار گونه ی این ساختمان ها ملاحظه کرد.

- **تک ساختمان های معمار ساز با خاصیت نرمش پذیری خیلی پایین، اطاق های بلند با پهنای وسیع که باعث حفظ حساسیت، بالا بودن فشار شکست و انعطاف پذیری قطعات کف و سقف ها می شود.** یکی از عوامل اصلی آسیب پذیری، تعداد زیاد دهنه های پنجره ای متعدد و پهن است که باعث افزایش فشار به عرض کم تخته های مقاوم در مقابل فشار می شود. تجربه ی آشکار خسارت در زلزله های اخیر نشان می دهد که این تخته ها در زیر فشار با یک حرکت تند می شکند (تصویر A ۵ / ۱۴). عوامل دیگر آسیب پذیری عبارتند از:
 - تزلزل یا سستی خارج از رویه سطح تراز، به دلیل اطاق های با پهنای وسیع که هیچ دیوار حفاظتی مناسب ندارد.
 - ریزش دیوار محیطی که مربوط به فشارتیرهای سقف است. (تصویر ۵ / ۱۴ ب)

- شکست اتصال ها در فواصل دیوارهای راست گوشه که اغلب به دلیل توالی دفعات ساختمان سازی ضعیف است.
- ارتباطات ضعیف بین دیوارها و قطعات سقف.
- کیفیت پایین مواد ساختمانی.

● *ساختمان های بتنی با اسکلت آهنی*، دقیقاً از قواعد ساختمانی که در حال حاضر در قوانین مربوط به زلزله وجود دارد پیروی نمی کند. به علاوه موادی که بین سال های ۱۹۵۰ و ۱۹۷۰ به کار رفته است از کیفیت نامطلوب برخوردار بوده و اشکال معماری که بعد از ۱۹۷۰ توسعه یافت نا منظم بوده و منجر به ضعف (مقاومت پایین) در برابر زمین لرزه می شود. ترکیب انعطاف پذیری ستون کوتاه که در نتیجه ی استفاده ی نامناسب از رکاب ها ایجاد شده و زیاد بودن نیروی فشار ایجاد شکست که معمولاً بوسیله ی اثرات پیچش پدید می آید، به طور قابل توجهی باعث فرو ریختگی گردیده است. در این گونه ساختمان، دیوارهای از شفته پر شده نقش مهمی در مقاومت کلی و ناپدید شدن انرژی (زلزله) دارد و اثر ویران گر زلزله به طور چشم گیری به کمک پنجره های باریک در ساختمان های مدارس کم می شود.

تصویر ۵/ ۱۴ (آ) چهرمانی خسارت و آسیب پذیری در برابر زلزله (فقدان یک سطح سخت و محکم در سقف) در یک ساختمان معماری ساز، نشان دهنده ی شکست قطعات، به دلیل فشار با حرکت شکننده، به هنگام ریزش (ب) دیوار محیطی در نتیجه فشار تیرهای سقف



- *ساختمان های دانشگاهی* که به دلیل قدمت ساختمان آسیب پذیری بیشتری دارد، با فضاهای باز و دهنه های گشاد پنجره ها مشخص می شود. دشواری تقسیم فضا آسیب پذیری در برابر زمین لرزه را افزایش می دهد. به علاوه تجهیزات به کار رفته در برخی از آزمایشگاه ها مانند آزمایشگاه های شیمی ممکن است با شکستگی و ایجاد تراوش در ظروف و لوله های آزمایشگاهی در هنگام جابجایی های وسیع منجر به تأثیرات ثانوی خطرناکی به شود (حتی بدون ریزش ساختمانی).

- **ساختمان های تاریخی و یادمانی** اغلب از آسیب پذیری بالایی در برابر زلزله برخوردار است. مقاوم سازی این ساختمان ها به دلیل ارزش تاریخی ساختمان ها و یا شرایط شهرسازی ممکن است مشکلاتی ایجاد کند. بیشترین آسیب پذیری معمول مربوط به شکنندگی چوب و الوار سقف، دیوارهای سنگ و شفته، کیفیت بد مواد ساختمانی، تغییرات شکل ساختاری، سطوح سقف آزاد و مهار نشده و پی های ساختمان است.

روش های مقاوم سازی

استراتژی های ممکن مقاوم سازی، برای چهارنوع ساختمان در زیر آمده است:

- **تک ساختمان های معمار ساز را** می توان به طور مناسبی مقاوم کرد، این کار با استفاده از دیوارهای سگدست خارجی و یا چارچوب تسمه مانند با قیمت نسبتاً نازلی انجام می شود. ضروری است که از امکان معماری اضافه کردن ساختارهای خارجی البته با انتخاب مناسب ترین شکل استفاده شود. به طور کلی استحکام قطعات کف ضروری است و معمولاً این کار رami توان با افزودن یک لایه بتون روی قطعات کف یا اضافه کردن بست های فولادی در زیر قطعات کف انجام داد. معمولاً نظام نامه های ایمنی، مقاوم سازی کامل ساختاری را ملزم می داند. با وجود این یک استراتژی دیگر ممکن است عناصر اضافی و خارجی بسیار محکمی را متداول سازد که همه ی فشارهای زلزله ای را تحمل کند.

- **ساختمان های بتونی** با اسکلت آهنی هم به کاهش کارهای بی رویه و هم به بهبود مواد ساختمانی و شرح و تفصیل مشکلات نیاز دارد. یکی از استراتژی هایی که خیلی امیدبخش است استفاده از مواد بافت مسلح مرکب اف آر پی است که هم استحکام و هم نرمش پذیری چارچوب ها را بهبود می بخشد. به علاوه با استفاده از روش های مقاومت در مقابل فشار که احتمالاً با تدبیر های پخش کننده ی فشار همراه می شود، سخت سازی و انعطاف پذیری در برابر شکستن ممکن است اضافه شود. معمولاً به یک سیستم پی ریزی اضافی برای این عناصر اضافه شده ی سختی ساز/پخش کننده ی فشار نیازمندیم.

- **مقررات عمومی** که برای مقاوم سازی ساختمان های دانشگاه به کار می روند شبیه آن قواعدی هستند که برای دوچهرمان پیشین گفتیم، گرچه این ساختمان ها از فشار زیاد ناشی از دهانه های وسیع ساختاری صدمه می بینند. برای کاستن آسیب پذیری آزمایشگاه ها یک استراتژی ضد زلزله ی خمش پذیر یا ناشکننده لازم است تا به توان از جا به جا سازی وسیع که در اثر طرح نرمش پذیری ایجاد می شود، جلوگیری کرد.

- **ساختمان های تاریخی یا یادمانی** تعریف یک استراتژی کلی را نمی پذیرد، شاید لازم باشد برای این نوع ساختمان ها سطح پایین تری از محافظت در برابر زلزله را بپذیریم. در گذشته، حداقل در ایتالیا، هنگامی که راه کار ساختاری هنوز تغییر زیادی نکرده بود، قوانین هیچ نوع ارزش یابی کمی برای بهبودی در برابر زمین لرزه را که توسط عمل مقاوم سازی انجام شده

بود لازم نمی دانستند. معذالک تجربه نشان داده است که چنین مقاوم سازی هایی همیشه موفقیت آمیز نیست. از این رو باید رهنمود هایی تهیه شود که حاوی اطلاعاتی راجع به سرمایه گذاری های تجربی و تکنیک های ارزش یابی جهت برآورد کمی اثر کارهای برنامه ریزی شده، باشد.

تصویر ۶ / ۱۴ (آ) کار مقاوم سازی، محوطه ی دانشگاه برکلی

(ب) بارروس هال، محوطه ی دانشگاه برکلی



برخی از مقاوم سازی های جالب آزمایشی در برابر زلزله ، با به کار بردن یک سری تکنیک های ممکن قابل انتقال به ساختمان های مدارس، در محوطه ی دانشگاه برکلی (امریکا) به کار گرفته شده است. مثال های زیر از تارنمای www.nisee.berkeley.edu برگرفته شده است.

- تصویر ۶/۱۴ (آ) ساختمان پی های بتونی جدید و دیوارهای برشی (مهاربندی شده) خارجی را که به دیوارهای موجود وصل شده اند در یک پایگاه جدید در محوطه ی دانشگاه برکلی نشان می دهد.

- بارروس هال، یک ساختمان ۸ طبقه با بتون مسلح و دیوار که از نظر مقاومت در برابر زلزله نامرغوب برآورد شده بود، یکی از اولین بناهایی بود که در محوطه ی وسیع جدید باید به عنوان نخستین اقدام، مقاوم سازی می شد. (تصویر ۶/۱۴ (ب). این بازسازی دربرگیرنده ی دیوارهای حائل (سازه ی نگهبان) بتونی جدید و پی های بود که گرد انتهای ساختمان می پیچد و به وسیله شاه تیرهای کولکتور که در طول نمای شمال و جنوب ساختمان در بالای طبقه های بالا امتداد داشت، اتصال می یافت. ساختمان سازی جدید وضع بغرنجی داشت به خاطر این که در طول کار باید از آن استفاده کامل می شد و پنجره ها نیز باید به همان شکل در جای خود باقی می ماند.

تصویر ۷ / ۱۴ (آ) نهارخوری مرکزی جدید و دفتر کار در خیابان باودیچ، محوطه ی دانشگاه برکلی

(ب) خوابگاه های دانشجویی، کمپ دانشگاه برکلی



- تصویر ۷ / ۱۴ (آ) یک ساختمان چهار طبقه جدید شامل نهارخوری مرکزی ودفترکار را در خیابان باودیچ نشان می دهد. در این ساختمان با اسکلت فولادی چارچوب تسمه ای آزاد یا چارچوب سگکی کمر بندی به کاررفته بود(بی آر بی اف).

- خوابگاه های دانشجویی که درتصویر ۷ / ۱۴ (ب) نشان داده شده شامل مقاوم سازی نمای خارجی، چارچوب فولادی تسمه ای هم مرکز و دیوار برشی است. ساختمان قدیمی تر که اسکلت بتون مسلح دارد درحال حاضر از نظر مقاومت در برابر زلزله، به عنوان «خوب» درجه بندی شده است.

- ساختمانی که در تصویر ۸ / ۱۴ (آ) نشان داده شده نزدیک سطح تراز های وارد فالت Hayward Fault قراردارد. این ساختمان از نظر مقاومت در برابر زلزله پیش از بازسازی «خیلی بد» درجه بندی شده بود. دردوباره سازی، عایق کاری پی با لایه ی ضرب گیر لاستیکی قوی به کار برده شده بود و قسمت اعظم جزییات اصلی ساختمان حفظ شده بود.

- ساوت هال (درتصویر ۸ / ۱۴(ب) که توسط David Farqu-harson طراحی شده است یک نمونه ی زیبا از بناسازی اواخر دوره ی معماری ویکتوریایی است. ساوت هال بین سال های ۱۸۷۰ و ۱۸۷۳ با استفاده از آجر پخته که از گل خلیج محلی ساخته شده، بنا شده

بود. طرح اصلی، از یک اسکلت نوار- آهنی با پی های سنگی و مقداری تسمه که از قطرمی گذرد برای مقاومت در برابر زلزله تشکیل شده بود. دیوارهای داخلی شامل مصالح ساختمانی غیرمسلح بود. در سال های ۱۹۸۰ این ساختمان مخاطره آمیز اعلام شد و یک برنامه ی بازسازی " هسته ی مرکزی " را برای حفظ سطح دیوارها و سقف های تاریخی، توسعه دادند .

تصویر ۸ / ۱۴ (آ) نمای بیرونی ساختمان که پی های موقتی و مقیاس پروژه در محوطه ی دانشگاه برکلی را نشان می دهد. تصویر ب، سوت هال، قدیمی ترین ساختمانی که هنوز در محوطه ی دانشگاه برکلی است.



چشم انداز یک سازمان دولتی در تجربه ی امیلیا رومانیا (Emilia-Romagna)

سازمان دولتی معمولاً در ارتباط با زلزله دونوع برخورد می کند: اول با ترتیب دادن یک برنامه ی اضطراری بعد از وقوع زلزله و دوم با کاستن سطح خطر ساختمان ها در برابر زلزله به منظور جلوگیری کردن. پایین آوردن سطح خطر زلزله بعد از اولین فاز اضطراری، باید هدف اصلی در دوره ی بازسازی بعد از وقوع زلزله باشد. در هر دو حالت اولین کار تهیه ی یک «لیست اولویتی» و یک برنامه ی هزینه ی مقاوم سازی است که بطور مناسبی منابع اقتصادی مورد نیاز را تعیین کند.

درمورد مرحله ی پس از زمین لرزه، مشکل تا اندازه ای ساده است. تجزیه و تحلیل خسارت بعد از زمین لرزه ممکن است اطلاعات بیشتری به دست دهد که با آن می توان آسیب پذیری ساختمان ها در برابر زلزله را سنجید. به هر حال در یک برنامه ی صرفاً پیشگیرانه، تجزیه تحلیل آسیب پذیری معمولاً مشکل تراست، زیرا باید خطر مربوط به استفاده از ساختمان را در نظر گرفت.

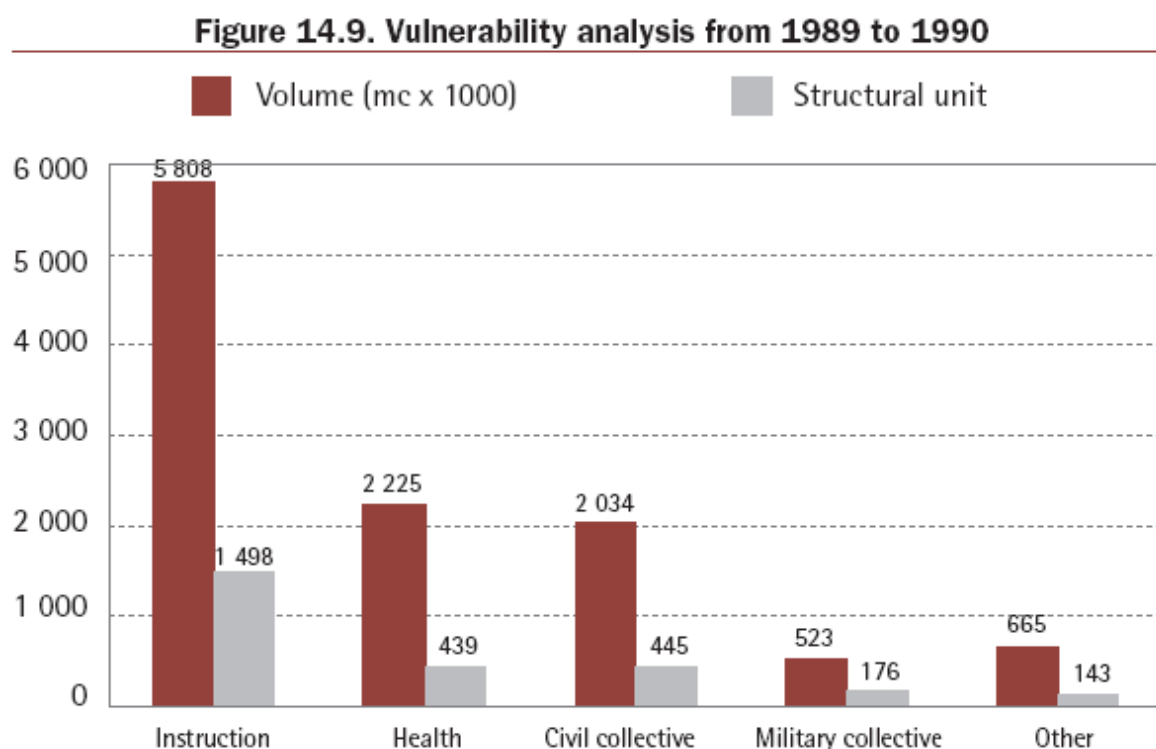
تجربه ی سازمان دولتی منطقه ای امیلیا رومانیا در سال ۱۹۸۶ در دوازده ناحیه ی شهرداری که در

امیلیا اَپنینو قرار داشت، شروع شد. (نگاه کنید به :

www.regione.emilia/romagna.it/geologia/Sismic.htm .

این تجربه بین سال های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ با یک سرمایه گذاری برای آسیب پذیری قریب به ۲۷۰۰ ساختمان سوق الجیشی- از جمله بیمارستان ها، مدارس و سالن های شهر- در ۷۶ شهرداری ادامه پیدا کرد. این شهرداری ها در سال ۱۹۸۳ از نظر زلزله خیزی، طبقه بندی شده بودند (تصویر ۱۴/۹). سازمان دولتی منطقه ای به طور مرتب این تجزیه و تحلیل را به روز کرده و توسعه می دهد. اخیراً همه ی سازمان های دولتی ایتالیا در مورد لزوم داشتن یک روش ساده ی مشترک ولی معتبر جهت انتخاب ساختمان ها و تهیه ی یک لیست اولویتی برای مقاوم سازی در برابر زلزله به توافق رسیده اند.

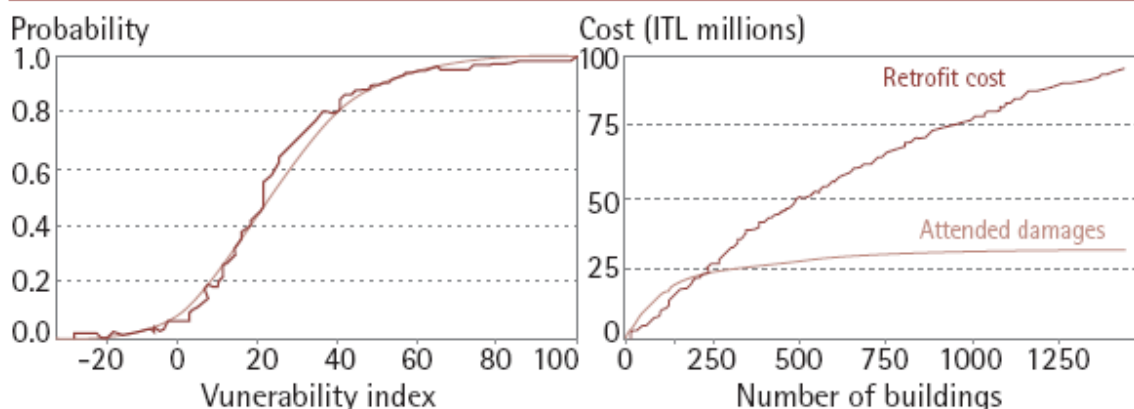
تصویر ۹ / ۱۴. تجزیه تحلیل آسیب پذیری از سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۰



تصویر ۱۰ / ۱۴ (آ) توزیع شاخص آسیب پذیری ساختمان ها

(ب) منحنی های انباشتگی زیان های وارده و هزینه های مقاوم سازی مربوط به پیشگیری زلزله

Figure 14.10. (a) Distribution of the buildings' vulnerability index
(b) Cumulative curves of attended damages and preventive seismic retrofit costs



فهرست آسیب پذیری

شمار ساختمان ها

در جریان این سرمایه گذاری ها قابلیت آسیب پذیری بوسیله منحنی های شکنندگی تخمین زده شده است که شاخص زیان و ضرر را به شاخص بازسازی V و به حداکثر سرعت یعنی y مربوط می کند. $d(y, V)$ شاخص ضرر و زیان به عنوان درصدی از ارزش ساختمان به حساب می آید. y_1 به ترتیب تقدم، اولین زیان ها و سرعت های فرو ریختن هستند. جزییات مربوط به طرز عمل و پارامترهای به کاررفته در مدل های عددی را می توان در سایت زیر پیدا کرد: www.gndt.ingv.it → Strumenti → Schede di Rilevamento

مطالب استفاده شده را می توانید از سایت زیر به دست آورید:

www.regione.mardhe.it/terremoto/VulnEntry.htm

$$\begin{aligned}
 &= 0 && \text{for } y \leq y_i \\
 d(y, V) &= (y - y_i) / (y_c - y_i) && \text{for } y_i < y < y_c \\
 &= 1 && \text{for } y_c \leq y
 \end{aligned}$$

اولین نتیجه ی این تجزیه تحلیل منحنی ای است که توزیع انباشتگی ساختمان های امتحان شده را از نظر آسیب پذیری شان، نشان می دهد (شکل ۱۰ / ۱۴). تخصیص «مدل هزینه» به هر نوع ساختمانی امکان «خسارت پدیدآمده» را در منحنی «هزینه» نشان می دهد. تصویر ۱۴ / (ب) نتیجه ی کاربرد این اقدام درباره ی ساختمان های مدارس در امیلیا - رومانی را نشان می دهد. می توان مشاهده کرد که درصد مشخصی از ساختمان ها می توانند در برابر زلزله مقاوم سازی شوند. در این نمونه، زیان های غیرمستقیم و «خسارات جانی» - که محصول حادثه ی زلزله هستند -

در نظر گرفته نشده اند : از این عوامل می توان منحنی دقیق خسارت را به دست آورد و در این صورت، نقطه تعادل بالا خواهد رفت.

برخی از جنبه ها را می توان با به کار بردن این روش بهبود بخشید. همکاری مشترک بین کشورهای که به این موضوع علاقمند هستند- مانند کشورهای در حال توسعه ی اروپایی/طبق دستورالعمل راهنما/- ممکن است مفید واقع شود. نکات زیر به طور ویژه ای از تجربه ی ما به دست می آید:

- در ارزش یابی آسیب پذیری، آن جزییات ساختمانی ای که اغلب سرچشمه ی فرو ریختن و ویرانی می شود، باید در نظر گرفته شود.

- ضوابط و روند به کاررفته برای مقایسه ی قابلیت آسیب پذیری انواع ساختمان های مختلف باید بهتر روشن شود.

- خسارات غیرمستقیم باید مشخص و ارزش یابی شود.

- به مسأله ی در معرض خطر زلزله بودن - خصوصاً در مورد منابع انسانی- باید توجه کرد. از آنجایی که این مسأله یک امر «سیاسی» است، نقش تکنیکی به آن معنا است که ردیفی از ضوابط برای تسهیل تصمیم های سیاسی مشخص شود.

هنگامی که یک برنامه ی ارزش یابی خطر انجام می شود، بدیهی است که منافع اقتصادی می تواند به ایجاد برخوردهایی بین ادارات مختلف بیانجامد : در اینجا نقش یک قدرت کنترل کننده مهم است.

بالاخره واضح است مخارج اقتصادی که در مقاوم سازی در برابر زمین لرزه پیش می آید کلان است. از این گذشته پس از یک تجزیه و تحلیل دقیق قابلیت اطمینان، ارزش یابی هزینه و صرفه سنجی می تواند راه های دیگری غیر از مقاوم سازی را پیشنهاد نماید. ممکن است تصمیمی اساسی تخریب بخش هائی از ساختمان و یا کف ها باشد- کم کردن بار ساختمان و/یا دستیابی به نظم بیشتر- و یا، یک راه حل افراطی که محدود کردن فعالیت های مدرسه ای باشد.

فصل ۱۵

انجام برنامه های ایمنی مدارس در برابر زلزله در کشورهای در حال رشد

Sudhir K. Jain

انستیتوی تکنولوژی هند، هندوستان

خلاصه: این مقاله برخی از تلاش هایی را مورد بحث قرار می دهد که درباره ی ابتکارات موفقیت آمیز ایمنی در برابر زلزله در کشورهای در حال توسعه است. دو ابتکار از کشور هند معرفی می کنیم- برنامه ی ملی آموزش مهندسی زمین لرزه و صدور پروانه برای مهندسان- که ممکن است درس هایی باشد در جهت طرح برنامه های ایمنی مدارس در برابر زلزله در کشورهای در حال پیشرفت. درپرتو این برنامه ها تعدادی از راه های استراتژیک مورد بحث قرار گرفت که تمرکز آن بر نیازهایی بر پایه ی انتظارات واقعی قرار داشت. از آن جمله اولویت دادن به مناطق و ترکیب راه حل هایی که احتمال موفقیت شان وجود دارد و همچنین در مرحله نخست، تمرکز بر روی ساختمان های جدید و سپس مقاوم سازی. در این کار باید به تدارک آموزش گسترده تر و زیر ساختی و نیز به پیشبرد ارتباط موثر و توسعه ی رهبری محلی، توجه داشت.

مقدمه

مدت زیادی است مشخص شده که مدارس درخصوص ایمنی در برابر زمین لرزه نیازمند توجه ویژه است. فروریختن های وحشتناک تعدادی از ساختمان های مدارس در زلزله ی لونگ بیچ کالیفرنیا در سال ۱۹۳۳ (M6,3 با یک MMI-IX حداکثر) منتج به انجام عملیات اجرایی Field Act توسط ایالت کالیفرنیا شد که تدارکات خاص ایمنی در برابر زلزله را در همه ی مدرسه های جدید دولتی ایجاب می کرد. این قانون نه تنها ویژگی های خوب طراحی زلزله ای را ضروری می دانست بلکه نظارت عالی ساختمانی را هم ایجاب می کرد (Steinbrugger, ۱۹۷۰).

در سال ۲۰۰۱ در زمین لرزه ی Bhuj در هند (ام ۷٫۷ با حداکثر ام ام ای ایکس) ۹۷۱ دانش آموز و ۳۱ آموزگار جان خود را از دست دادند و ۱۰۵۱ شاگرد و ۹۵ آموزگار دیگر زخمی شدند. خوشبختانه این زمین لرزه در روز تعطیل که کلاس ها به مناسبت روز جمهوری خالی بود اتفاق افتاد. حادثه ی غم انگیز دیگری هم اتفاق افتاد و آن هنگامی بود که ۳۰۰ شاگرد مدرسه ای در روز جمهوری در یک خیابان باریک در شهر آن یار رژه می رفتند. ساختمان های دوطرف کوچه بر روی آن ها فروریخت و آنان جان خود را از دست دادند (Rai, Prasad and Jain, 2002).

ایمنی مدارس در برابر زلزله در زمین لرزه هایی که آسیب رسان هستند علاوه بر حفظ جان انسان ها، دو پیامد مهم پس از زلزله دارد:

- می توان از ساختمان مدارس به عنوان پناهگاه موقتی استفاده کرد.

- برای بازگرداندن زندگی مردم آسیب دیده از حادثه ی زلزله به وضع طبیعی، مدارس باید هرچه زودتر پس از حادثه ی زلزله باز شوند.

چالش هایی برای کشورهای درحال رشد

کشور درحال توسعه یعنی چه؟ به نظرنویسنده فرق بین یک کشورتوسعه یافته و یک کشوردرحال توسعه، داشتن منابع طبیعی نیست، تفاوت در کیفیت مدیریت دولتی واستفاده ازمنابع قابل دسترس است. بنابراین هرنوع اقدام ایمنی مربوط به زلزله باید در رده ی کارهای مدیریت دولتی به حساب آید. بهترین طرح ریخته شده هم بدون درنظرگرفتن زمینه ی اجتماعی- سیاسی کشورکاری نخواهد داشت.

کشورهای درحال رشد علاوه بر راه کارهای مدیریت دولتی، تعهدات مهمی را در هربرنامه ای که هدفش ایمنی مدرسه باشد به عهده می گیرند. برخی از کشورها هنوز با مشکل فرستادن کودکان به مدرسه دست به گریبان هستند. برای مثال، هند آموزش پایه را حق هرکودک می داند، ولی این هدف هنوز تا به انجام رسیدن فاصله دارد؛ بسیاری ازمدارس آموزگار کم دارند، زیربنای بسیاری از مدارس دولتی هنوز از آنچه مطلوب نامیده می شود فاصله دارد و بسیاری مدارس که در زیر سرپناه های موقتی به کارمشغولند. درچنین حالتی که مدیران اداری ازتهیه ی سرپناهی در زیر باران برای کودکان ناتوان هستند، چگونه می توان در باره ی مقاوم سازی مدارس در برابر زلزله از مدیریت اداری، به معنی درست کلمه صحبت به میان آورد؟

کشورهای درحال توسعه فاقد مکانیسم هایی هستند که به طورموثر مراقب رعایت آیین نامه های ایمنی در مورد ساختمان های جدید باشند، چه برسد به ایمنی هایی که مربوط به زمین لرزه هستند. هندوستان از یک طرف شرکت های طراحی وساختمانی ای دارد که می توانند درسطح بین المللی رقابت کنند و از طرف دیگراین کشورهیچ نظامی ندارد که بتواند کیفیت بد و نامطلوب طرح و ساختمان سازی را در ساختمان های معمولی کنترل کند.

درهندوستان — حتا درمناطق زلزله خیز فعال- هشداردادن راجع به احتمال وقوع زلزله ضعیف است. چند ماه پیش دریک نمایش عملی دراحمدآباد، ماموران شهری در دو شهر که در منطقه ی زلزله خیز ۴ و ۵ (بالاترین منطقه از نظر خطر وقوع زلزله منطقه ی ۵ است) قرار دارد در برابرچشم همگان پذیرفتند که پیش ازنمایش عملی از احتمال وقوع زلزله درشهرهای خودشان بی اطلاع بودند. دست آخر باید بگوئیم که حرفه ای هایی که در ارتباط با صنعت ساختمان (مهندسان ساختاری، آرشیتکت ها، مهندسان ساختمان وغیره) هستند عموما در مورد جنبه های ایمنی مربوط به زلزله در حرفه های خودشان فاقد صلاحیت لازم هستند.

دو تجربه از هندوستان

در این قسمت دو تجربه ازهندوستان شرح داده می شود که ممکن است رهنمودهایی درباره ی برنامه ریزی ایمنی مدارس در برابر زلزله در کشورهای در حال رشد، به شمار آید.

برنامه ی دولتی آموزش مهندسی زمین لرزه

پس از زلزله ی سال ۲۰۰۱ وزارت توسعه ی منابع انسانی هند یک برنامه ی دولتی فراگیر درباره ی آموزش مهندسی زمین لرزه ارائه داد (ان پی ای ای ای) www.nicee.org/npee . در این پروژه ، هشت انستیتوی تکنولوژی آموزش هایی برای معلمان دانشکده ی مهندسی، معماری و پلی تکنیک تدارک دیدند. مواد پروژه شامل موارد زیر بود: برنامه ی آموزش عملی کوتاه مدت (از یک تا چهار هفته) و متوسط (یک ترم) برای اعضای دانشکده؛ نمایش بین المللی برای اعضای دانشکده؛ توسعه ی منابع مورد لزوم و توسعه ی کمک های آموزشی؛ توسعه ی کتابخانه و منابع آزمایشگاهی؛ همچنین سازمان دادن سمینارها و نمایش های عملی. این برنامه ها برای همه ی دانشکده های مهندسی/ پلی تکنیک و مدارس معماری – چه دولتی و چه خصوصی – که مدارک دانشگاهی یا دیپلم می دهند، در نظر گرفته شده است.

برنامه ی نامبرده در آوریل سال ۲۰۰۳ با بودجه ی تقریبی ۱۳۷ / ۶ میلیون روپیه ی هند (تقریباً ۳ میلیون دلار آمریکایی) شروع شد و در آغاز دوره اش سه ساله بود. این مقدار شامل هزینه ی ثابت بودجه ی عمومی دولتی؛ حقوق، ساختمان ها یا بودجه های زیربنایی دیگر نمی شود برعکس هشت موسسه ی نامبرده در بالا که از بودجه ی دولتی سرمایه گذاری شده است.

- تقریباً ۱۳ کلاس کوتاه مدت یک یا دو هفته ای برای اعضای دانشکده تنظیم شده بود.

- یک گروه از اعضای ۱۷ دانشکده از سراسر کشور برنامه ای یک ترمی در زمینه ی مهندسی زلزله در ای ای تی کانپور (IIT Kanpur in Earthquake Engineering) گذراندند و گواهی نامه گرفتند. در همان حال گروه دیگری متشکل از اعضای ۲۲ دانشکده برنامه ی مشابهی را در ای ای تی رورکی (IIT ROORKEE) می گذراندند.

- چندین نمایش عملی به منظور توسعه ی برنامه ی درسی انجام شد.

- پیشرفت هایی در جهت بهبود برنامه های درسی برای آن که به طور مناسبی مهندسی زمین لرزه را نیز دربرگیرد، صورت گرفته بود.

این برنامه در طول سال اول، حمایت فراوانی از سوی مدیران اجرایی و دیگران دریافت کرد. جزییات کلیدی موفقیت آن عبارت است از:

- وضعیت کل پروژه از نظر مالی و وظایف کاملاً واضح و روشن است. طرح انجام برنامه- که جزییات مربوط به بودجه و ضوابط کارهای مختلف را شرح می دهد- در وب سایت قابل دست رسی است و از طریق ایمیل و پست به معلمان دانشکده ها و دیگران فرستاده شده است.

- تمام دانشکده های مربوطه قطع نظر از منبع سرمایه شان در این برنامه گنجانده شده اند.

- این برنامه از نظر منابع انسانی و موضوع های اجرایی به گونه ای تهیه شده که انجام شدنی است. برای مثال برنامه بر روی آموزش تکنیکی متمرکز می شود که فاقد جنبه ی پژوهشی یا آموزش عملی برای مهندسان حرفه ای است. دوره ی کوتاه سه ساله برای حل کل مشکل نیست؛ بلکه چنین در نظر گرفته شده که برنامه در طول ۱۰ تا ۲۰ سال از عهده ی مشکل برآید.

- این برنامه توسط یک گروه جوان از کارکنان که در طول سال ها درک درست و هماهنگی خوبی را توسعه داده اند ، به موقع اجرا درآمد.

صدور پروانه ی مهندسی برای مهندسان

هندوستان در گذشته سیستمی برای صدور پروانه مبتنی بر صلاحیت برای مهندسان ساختمانی و دیگر مهندسان نداشته است. در سال های اخیر متوجه شده اند که بدون یک سیستم مناسب صدور پروانه، خسارت های مهمی به بار خواهد آمد. پس از زلزله ی گجرات شورای مهندسان مشاور هندوستان ای سی آی (ECI) به عنوان یک سازمان چترمانند از شماری از افراد حرفه ای شکل گرفت. هدف این شورا توسعه ی یک سیستم صدور مجوز جامع برای انواع گوناگون مهندسی است. بهر حال اقدامات هم زمانی برای صدور پروانه برای همه ی انواع مهندسی (فنی، برق، فضا و غیره) انجام شده، اگرچه واضح است که به صدور پروانه برای مهندسی فنی یا مهندسی ساختمانی نیاز بیشتری وجود دارد (صنایع فضایی و صنایع اتومبیل ضوابط و وسایل سنجش کافی برای اطمینان از صلاحیت مهندسانشان در اختیار دارند).

چند وقت پیش، شورای آموزشی فنی سراسری هند آ ای سی تی ای (AICTE) اعلام کرد که قصد دارد برای مهندسان پروانه صادر کند. وظیفه ی شورای آموزشی فنی سراسری هند آ ای سی تی ای (AICTE) در مرحله ی نخست تنظیم بخش آموزش فنی است، ولی معلوم نیست که آیا این هیات شایسته ی صدور مجوز برای مهندسان هست یا نه. به علاوه، این کوششی مضاعف است چرا که هم آ ای سی تی ای (AICTE) و هم ای سی آی (ECI) کوشش می کنند به همان هدف برسند.

اقدامات استراتژیکی

با در نظر گرفتن بحث بالا اقدامات سوق الجیشی کلیدی زیر پدید می آید.

داشتن انتظارات واقع بینانه

ایمن ساختن مدارس در برابر زلزله روندی طولانی را در بردارد، و این مشکل را نمی توان در مدت کوتاهی از بین برد. در یک کشور در حال رشد کوشش برای ایجاد ایمنی مدرسه در برابر زلزله باید بیشتر برپایه ی آن چیزی بنا شود که در مدت کوتاه و متوسط بتوان به آن دست یافت تا در دراز مدت. فعالیت های کوچک سهامداران مربوطه را قادر می سازد که اعتماد به نفس پیدا کنند و یاد

بگیرند که برای موضوع مشترکی باهم کارکنند و این کارها در راه تدارک برای شرکت در اقدامات گسترده تر است. هنگامی که درباره ی یک ابتکار یا راه حل جدید بحث می شود، یک مدیر اجرایی تمایل دارد که ترجیحاً کل مشکل یک جا مورد اقدام قرار گیرد. برای یک مدیر اجرایی، تخصیص یک اعانه ی صد هزار دلاری یا ده میلیون دلاری فرقی ندارد؛ از این رو تمایل شدیدی وجود دارد که مجموعه ی گسترده ای را که شامل همه چیز باشد توسعه دهند، بدون توجه به این که نتایج غیرواقعی به بار می آورد. ان پی ای ای (NPEEE) یک نمایش عملی یک روزه در آوریل سال ۲۰۰۳ در مورد «دوره ی تحصیلات مهندسی زلزله» عرضه کرد. طیف گسترده ای از شرکت کنندگان که شامل اعضای بیش از ۱۰۰ دانشکده و مهندسان حرفه ای بود، حضور داشتند. بیشتر سخنرانان در مورد این که چه کارهایی باید کرد تا از ایمنی ساختمان ها اطمینان حاصل کرد و چه چیزهایی باید در این برنامه گنجانده می شد، که نشده بود، سخنرانی کردند. واضح است در فضایی که درباره ی مشکل فراوان صحبت شده بود ولی هیچ کاری انجام نشده بود، این برنامه ی ان پی ای ای ای (NPEEE) امید تازه ای را در شرکت کنندگان ایجاد کرده بود و آنان انتظار داشتند که این پروژه کل مشکل را حل کند. به منظور اطمینان از این که این پروژه انتظارات گسترده ی منفی و بیهوده ایجاد نکند، اهداف پروژه می بایست متناسب با مدیریت در دسترس و توانایی های فنی نیروی انسانی می بود.

اولویت دادن به مناطق واجزایی که احتمال موفقیت شان وجود دارد

هنگامی که صحبت از مسئولیت فردی یا جمعی برای اجرای پروژه ی ایمنی مربوط به زلزله می شود، می بینیم که افکار و رفتارهای بسیار گونه گونی در شهرها، مناطق، ایالات یا کشورها وجود دارد. به همین طریق نیروی انسانی موجود و قابل دسترس برای انجام آن ممکن است بسیار متفاوت باشد. این وضعیت دو پیامد دارد.

- یک برنامه برای شهر، منطقه ها، ایالت یا کشور باید به طور مطلوب با در نظر داشتن آن چه که احتمالاً به موفقیت خواهد انجامید، طرح ریزی شود. اگر کل برنامه به پنج جزء نیاز داشته باشد و به نظر برسد که فقط سه تای آنها می تواند به طور مؤثر انجام شود، بهتر است که دوتای دیگر حذف شود، حتی اگر آن ها احتمالاً مهم هم باشند. چنانچه دستگاه اجرایی به طور موفقیت آمیز سه جزء انجام پذیر را به کار ببرد یا شروع به انجام آن کند، ظرفیت و انگیزه ی دوعامل باقیمانده را می توان بهبود بخشید و امکان دارد که آن ها را در مرحله ی بعدی به کار گرفت.

- انتخاب یک شهر، منطقه، ایالت یا کشوری که در آن یک برنامه ی ایمنی برای مدرسه بتواند پیاده شود، بیشتر به مدیریت و قابل دسترس بودن منابع نیروی انسانی بستگی دارد تا خطر زلزله. برای مثال ایالات واقع در شمال شرقی هند از دیگر قسمت های کشور خیلی بیشتر مستعد زلزله است. معذالک اگر ایالتی که کمتر در معرض خطر است بتواند فرصت های بهتری را برای برنامه ی موفقیت آمیزی تدارک ببیند، بهتر است که ارجحیت را به آن ایالت بدهند. از آنجا که تجربه و کارهای تخصصی نشان می دهد که چه کارهایی عملی است و چه کارهایی عملی نیست، شاید راحت تر باشد که در آینده برنامه ای را در یک یا

چند ایالت شمال شرقی شروع کنند. به نمونه ی دیگری در هند توجه می کنیم؛ هیات مرکزی آموزش و پرورش دبیرستانی سی بی ای (CBSE) به تعداد زیادی مدرسه در کشور نظارت می کند. این امکان وجود دارد که روشی را راه بیاندازند که به طور مطمئنی نشان دهد که در مجموعه ی سی بی ای (CBSE) هر مدرسه ی تازه ای، استانداردهای ایمنی مربوط به زلزله را در لفظ و معنی رعایت می کند.

نخست تمرکز بر روی ساختمان های جدید، سپس مقاوم سازی

پروژه های مقاوم سازی ممکن است برای جلب توجه به ایمنی در برابر زلزله، هم برای مردم و هم برای تصمیم گیرنده ها، ابزار موثری باشد، اگرچه هرروزه کشورهای در حال رشد ساختمان های جدید ولی ناامنی را می سازند که موضوع کار برای بازسازی آینده خواهد بود. منابع قابل دسترس از نظر نیروی انسانی، پول و مهارت های اجرایی محدود هستند ولی بهتراست اول آن ها را در سیستم هایی متمرکز کنند که اطمینان می دهد همه ی ساختمان های جدید، ایمنی مربوط به زلزله را دارند. اگر درمورد ساختمان های جدید تا اندازه ای اطمینان به ایمنی وجود داشته باشد، می توان کوشش هایی را برای برنامه های مقاوم سازی در برابر زمین لرزه جهت داد. این خصوصاً برای ایمنی مدارس در کشورهای در حال رشد مهم است. این کشورها به طور معمول در حال سرمایه گذاری های سنگین در مدارس جدید هستند و این کار جزئی از دستورالعمل توسعه به شمار می آید. برای مثال در آوریل ۱۹۹۹ و دسامبر ۲۰۰۰ دولت محلی گجرات حدود ۶۰۰۰ مدرسه ی جدید در سراسر ایالت با استفاده از تکنولوژی پری کاست (پیش ساخته) ساخت؛ حدود سه چهارم از آن ها یا ویران شد یا به طور جدی در زلزله ی سال ۲۰۰۱ آسیب فراوان دید. (Rai, Prasad and Jain, 2002).

در نظر گرفتن اقدامات آموزشی و ساختمانی

برنامه ی ایمنی مدرسه در برابر زمین لرزه باید کل آموزش محیط زیست مدرسه و برنامه ی رویدادهای ساختمانی منطقه را در نظر بگیرد.

از این رو اهمیت دارد که به مسائل مربوط به آموزش و پرورش خوب و شایسته، توجه کرد (برای مثال « آیا آموزگار وجود دارد؟»، « آیا مدارس کلاس ها و تخته های مناسب دارند؟ » و همین طور به کل صنعت ساختمانی هم باید توجه داشت (برای مثال مکانیسم های نظارتی، ظرفیت سازی/سازندگی برای مهندسان حرفه ای که با مدارس همکاری می کنند، آموزش با کیفیت برای معماران).

بهبود ارتباطات

برای حصول اطمینان از موفقیت برنامه ی ایمنی مدارس در برابر زلزله یک سیستم موثر ارتباطات ضروری است. برنامه باید روشن و شفاف باشد و جزئیات کامل که شامل پیش بینی های مالی باشد باید در اینترنت تدارک دید. هنگامی که در ده سال گذشته در تعدادی از کشورهای در حال رشد اقدامات ایمنی مدارس صورت گرفت، متأسفانه این اقدامات فقط از طریق معرفی در نمایش های عملی بین المللی منتشر گردید. بهتر است تمام مواد منابعی که برای چنین اقداماتی توسعه داده می

شوند در یک وب سایت مشترک قرار داده شود و زمینه ی پخش عمومی اطلاعات باید یکی از شرط های بنگاه های سرمایه گذاری باشد.

یک نمونه ی خوب از استفاده ی موثر از اینترنت انجام پروژه ی دائرة المعارف خانه سازی جهانی توسط انستیتوی پژوهش مهندسی زلزله (EERI) در امریکا و همچنین انجمن بین المللی مهندسی زمین لرزه (IAEE) است. (www.world.housing.net). این وب سایت اطلاعاتی درباره ی انواع مختلف خانه سازی در سراسر دنیا گردآوری می کند. این کار با سرمایه گذاری های تقریباً محدود موفقیت هایی را به دست آورده است. امکان توسعه ی چنین سایتی برای برنامه های ایمنی مدارس وجود دارد.

توسعه ی رهبری محلی

در کشورهای در حال رشد، اشخاص غیر محلی به ندرت قادرند به تنهایی کمک موثری به برنامه های ایمنی بکنند. پیدا کردن اشخاص غیر محلی متخصص که درک درستی از شرایط محلی داشته باشند و بتوانند در کشورهای در حال رشد برای مدت طولانی کار کنند، کار آسانی نیست. از این رو بهترین نتایج هنگامی به دست می آید که متخصصان محلی کار را به عهده بگیرند. اشخاص غیر محلی نقش راهنما را می توانند بازی کنند: توسعه ی رهبری محلی کلید موفقیت است.

پایان سخن

از بیشتر مطالبی که در بالا گفته شد نه تنها در برنامه های ایمنی مدارس بلکه در فعالیت های دیگر ایمنی در برابر زلزله هم می توان استفاده کرد. به هر حال از آنجا که مدارس از وجود بچه ها شکل می گیرد، به معنای یک مجتمع پر امید و آرزو، خوش بینانه و مشتاق، این اشتیاق و امید به آموزگاران هم منتقل می شود دانش آموزان و آموزگاران می توانند نفوذ زیادی بر روی ایمنی مدارس خودشان در برابر زلزله داشته باشند. برای مثال، اگر حقایق لازم در باره ی خطر زلزله و ایمنی در برابر آن در برنامه ی درسی مدارس گنجانده شود، سؤالات بیشتری درباره ی ایمنی مدارس مطرح خواهد شد و می توان به مدیریت مدرسه در این مورد فشار وارد آورد. در این جهت کوشش هایی صورت گرفته است: اخیراً هیأت مرکزی آموزش دبیرستانی در هند مسئله ی حوادث طبیعی را در کلاس هشتم مطرح کرد و یک کتاب درسی هم چاپ کرد.

کار بر روی پروژه های حداکثر ظرفیت ساختمان در ۲۰ سال اخیر در هند (مراجعه کنید به Jain and Murty, 2003) به نویسنده آموخت که برنامه های وسیع اغلب عملی نمی شود، بنابراین بهتر است که دست به کار پروژه ای بشویم که با منابع موجود و قابل دسترس انجام پذیر باشند و در این صورت تنها بعد از این که پروژه اعتبار و اعتماد لازم در مرحله ی اولیه را کسب کرد، امکان افزایش حجم و وسعت عملیات وجود خواهد داشت.

منابع

Jain, S.K. and C.V.R. Murty (2003), "Some Innovative Education and Outreach Projects in India for Earthquake Risk Reduction", *Seismological Research Letters*, Vol. 74, No. 5, pp. 545-551.

Rai, D.C., A.M. Prasad and S.K. Jain (2002), "Hospitals and Schools", in S.K. Jain, W.R. Lettis, C.V.R. Murty and J.P. Bardet (eds.), *2001 Bhuj, India Earthquake Reconnaissance Report, Earthquake Spectra*, Supplement A to Volume 18, Earthquake Engineering Research Institute, pp. 265-277.

Steinbrugge, K.V. (1970), "Earthquake Damage and Structural Performance in the United States", in R.L. Wiegel (ed.), *Earthquake Engineering*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.

فصل ۱۶

حمایت از کارشناسان محلی در امر زلزله :

تجاریبی از نیپال و هندوستان

Richard Sharpe

Beca Carter Hollings

And Ferner, Ltd.,

زلاند نو

خلاصه: این مقاله توسعه ی تخصص محلی در نیپال و هند را مورد بحث قرار می دهد. موانعی که برسر راه رشد کارشناسی محلی نیپال وجود داشته معرفی شده، بعلاوه از کارانجمن ملی تکنولوژی در امر زلزله که از دانش و تجربه ی محلی و بین المللی برای پیشرفت ایمنی زلزله در نیپال استفاده کرده، سخن به میان آمده است. درخصوص هندوستان که دارای شبکه های حرفه ای خوب رشد کرده ی محلی در دانشگاه ها و بخش خصوصی است، نمونه ی مربوط به بیمارستان بهوج در گجرات شرح داده شده است.

مقدمه

در هر کشوری افراد کمی هستند که دانش گسترده ای درباره ی احتمال و نتایج زمین لرزه داشته باشند و کوشش کنند تا مردم به آن ها گوش بدهند. پیدا کردن این افراد کلید توسعه ی شیوه یا طرز کار برای تدارک کمک خارجی در جهت ایجاد ایمنی مربوط به زلزله در داخل کشور است. این نوع افراد اغلب در قسمت های آموزشی یا شرکت های خصوصی کار می کنند؛ آن ها به ندرت سیاستمدارانی در سطح دولتی یا شهری هستند. آنانی که نامزد انتخاب شدن سیاسی دوباره هستند یا مسئولیت های چندی و متغیری دارند، ممکن است به پیش بردن ایمنی مربوط به زلزله علاقمند به نظر بیایند. اگرچه حقیقت این است که این گونه افراد مقام های دیگری می گیرند که ارجحیت ها و دستور العمل های دیگری برایشان اهمیت پیدا می کند.

تخصص محلی در نیپال

برای توانمند سازی جوامع در زمینه ی بهبود ایمنی زلزله کارشناسان محلی و بین المللی نیاز به همکاری با یکریگر دارند. به دنبال زلزله ی سال ۱۹۸۸ نیپال، برنامه ی توسعه ی ملل متحد، یو ان دی پی (UNDP) پروژه ی توسعه ی قوانین ساختمانی دولتی نیپال را آغاز کرد. نیرویی که در پشت

این پروژه وجود داشت کارمند کشوری ارشدی بود از وزارت مسکن و برنامه ریزی شهری که دانش و صلاحیت این را داشت که در درون حکومت قوانین را پیش ببرد و حمایت بین المللی را کسب کند. هدف این پروژه ارزیابی ساختمان در برابر خطر و احتمال زلزله در نپال بود که شامل توسعه ی استراتژی طرح های مربوط به زلزله بود.

موانع رشد و توسعه ی کارشناسی محلی

تعدادی از موانع توسعه ی کارشناسی محلی در نپال را می توان برشمرد.

- *آموخته های گذشته به دست فراموشی سپرده شده اند.* نپال در سال های ۱۹۳۴ و ۱۹۸۸ در اثر زلزله های مخرب آسیب دید. بدبختانه در سال ۱۹۹۸ درس عبرت زلزله ی ۱۹۳۴ را کاملاً فراموش کرده بودند. با پیدایش مواد ساختمانی تازه (مانند بتن مسلح) بسیاری از تجربه های گذشته بدون این که طراحی مناسب و شیوه های ساختمان سازی را در نظر بگیرند، نابود شد. برای مثال در کاتماندو خانه های سنتی نیوآری ساخته شد. در این ساختمان ها ستون های چوبی عمودی دوقلو در زیر الوارهای حمال سقف به کار رفته بود. چوب های حمال سقف به دیوار اصلی حمال تکیه می کرد. این روش و راه حل عملی که بطور گسترده ای متوقف ماند، بار سقف را روی دیوارهای حمال منتقل می کرد که در مقابل زلزله مقاوم بود. ده سال پیش در نپال، فولاد مسلح انعطاف ناپذیر با مقاومت زیاد جای فولاد انعطاف پذیر کم مقاومت را در بازار گرفت زیرا سازندگان فولاد به خاطر منافع مالی خودشان آن را ترویج می کردند. در حقیقت، شبکه ی ایمنی که در اثر انعطاف پذیر بودن درست می شد- حتی در ساختمان هایی که طرح رسمی نداشتند - حذف شد.
- *عدم توافق کارشناسان.* هنگامی که متخصصان نتوانند با یکدیگر کنار بیایند مشکلاتی ایجاد می شود که اغلب بهانه ای برای انجام نشدن کار می شود. برای مثال مدت کوتاهی بعد از چاپ اولین نقشه ی حادثه ی ناگهانی زلزله در نپال در سال ۱۹۹۴ - برآورد پروژه ی قوانین یو ان دی پی (UNDP)- دوماً سه طرح هایی برای مقاطعه کاری در برابر زلزله ی مناطق کوچک دره ی کاتماندو ارائه دادند، بدون این که مشورتی با توسعه دهندگان اصلی نقشه ی حوادث ناگهانی زلزله انجام داده باشند. این موسسات معیارهای متفاوتی را برای خطر و احتمال زلزله از طرف مسئولان اصلی دریافت کردند.
- *فقدان اختیارات کارشناسان محلی.* در بسیاری از مواقع، متخصصان دولتی دانش تکنیکی برای به عهده گرفتن کار پروژه را دارند. در زمانی که در نپال بودم (نویسنده) متأسفانه به این حقیقت توجهی نمی شد، به خاطر این که حضور یک «متخصص» خارجی برای نفوذ به سطوح بالای دولتی ضروری به نظر می آمد، وگرنه بدون آن رسیدن به آن سطوح مشکل می نمود. تایید کارشناس خارجی درباره ی دانش تکنیکی متخصصان محلی اعتبار اینان را در میان سلسله مراتب سیاسی و اجتماعی بالا برد، به علاوه بی بها بودن کارشناسان محلی را نشان داد.

- ارزش نهادن به راه حل های ساده. در برخی از موارد راه حل های ساده و ارزان می تواند مشکلات عمومی را حل کند. در نپال مانند بسیاری از کشورها، این معمول است که از تسمه ی فولادی برای ستون های با بتن مسلح استفاده کنند، بدون این که لزوماً از چنگک برای موثرکردن تسمه ها در زمین لرزه های شدید استفاده شود (و این مانند آن است که کمر بند شلوارکسی همیشه باز باشد). هنگامی که متقاعد کردن مقامات دولتی در جهت بسیج عملی و ساده ی پخش جزوه های اطلاعاتی برای منطقه با شکست روبرو شد، یکی از اعضا ی تیم پروژه دولتی تصمیم گرفت جزوه ها را خود بطور شخصی تهیه کند و در خورجین موتورسیکلتش بگذارد و پخش کند.

انجمن ملی تکنولوژی زمین لرزه

انجمن ملی تکنولوژی نپال ان اس ای تی (NSET) یک سازمان غیردولتی است که در سال ۱۹۹۳ تاسیس شد و از دانش و تجربه ی محلی و بین المللی برای پیشبرد ایمنی زلزله در داخل کشور استفاده نمود و انجام یک پروژه ی آزمایشی مقاوم سازی مدارس را در برمی گرفت. (WWW.NSET.ORG.NP). دانشجویان، آموزگاران، استادان، والدین، معماران محلی و مجامع و گروه های بزرگتر به دنبال سخنرانی ها و نمایشات هیجان انگیز توسط ان اس ای تی (NSET) تشویق شدند که مخارج و سائل پیش ساخته ی پیشرفته برای بهبود مقاوم سازی مدارس در برابر زلزله را بپردازند. گروه ها از طریق کمک های مالی جواب مثبت دادند و برخی از اعضای این گروه ها از معماران خواستند تا شگردهای فنی جدید خود را در ساختمان خانه های شخصی خویش به کار گیرند. در حال حاضر ان اس ای تی (NSET) گروه هایی از معماران با تجربه در زمینه ی مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله را برای آموزش استان های دیگر هیمالیا آماده می سازد.

کارشناسی محلی در هندوستان

هندوستان از نظر مهندسی مربوط به زلزله به چپستانی می ماند. هندوستان که برخی از زیباترین مهندسی های ساختمانی در دنیا را ایجاد کرده هنوز نتوانسته است برخی از مشکلات اساسی مشترک با کشورهای دیگر در منطقه را حل کند. کشور هند دارای قوانین ساختمانی منطقی خوبی است ولی برای رعایت و انجام آن هم از نظر طراحی های حرفه ای و هم طراحی های خانه سازی یک مشکل کلی دارد. این کشور دارای یک نقشه ی منطقه ای مربوط به زلزله است که براساس احتمالات پایه ریزی نشده است و متخصصانی دارد که توانسته اند چنین نقشه ی منطقه ای را تهیه کنند. با وجود این به نظرمی آید که معمولاً در مورد انتخاب راه صحیح به توافق نمی رسند.

کارشناسی مهندسی مربوط به زلزله به طور عمده در دانشگاه ها پایه ریزی می شود- سودهیرجین از انستیتوی تکنولوژی کانپور و گروهش کوشش های فراوانی در بخش های زیادی می کنند تا بتوانند استاندارد مهندسی ساختمانی در هند را بالا ببرند- اما تعدادی از مشاوران خصوصی با انگیزه ی فوق برای بنگاه طرح های هنری دولتی کار می کنند. این عده که تعدادشان نیز در حال افزایش است برای مشتریانی کار می کنند که در مورد مقاوم سازی در برابر زلزله توصیه های ویژه ای دارند که مایلند فقط به آن ها توجه شود. در مدیریت منطقه ی آسیب دیده، در شمالی ترین ایالت اوتتارانچال یک مهندس برای این که در دهکده های دوردست اهالی را تشویق کند تا معیارهای قابلیت آسیب پذیری دهکده ی خود را تهیه کنند تقریباً دست تنهاست. او جزئی از یک شبکه ی

ارتباطی بین المللی است و باید اعتبارهای خارجی را منطبق با نیازهای خاص منطقه تخصیص دهد.

زلزله ی ژانویه ۲۰۰۱ در منطقه ی کوچ (Kutch) در گوجارات (Gujarat) حدوداً در ۳۰۰ کیلومتری نقطه ی ظهور وانتشار زمین لرزه یک محله را که اهالی آن از طبقه ی متوسط بودند تحت تاثیر قرار داد. در آنجا در برابر این حادثه عکس العمل جدی وجود داشت، به این ترتیب که برخی از ساکنان در این فکر بودند که سرمایه گذاری های خود را بر روی خانه هایی که مقاومت بهتری در برابر زلزله دارند انجام دهند.

تاثیر ایزولاسیون پی ساختمان در بیمارستان جدید بهوج (Bhuj) در گوجارات (Gujarat) که به جای بیمارستانی که در زمین لرزه کوچ از بین رفت، ساخته شد، برای مطالعه مورد بسیار جالبی است. معمار هندی، مقامات رسمی نخست وزیری را که خرج ساختمان بیمارستان را داده بودند متقاعد کرد که کمک وزارت امور خارجه ی زلاند نو برای ایزولاسیون پایه ی بیمارستان جدید در بهوج را بپذیرند تا نویسنده ترتیب این کار را بدهد. در زمانی که مهندسان اجرایی زمین لرزه ضروریات فنی را تدارک می دیدند، این مقامات رسمی غیرمهندس بودند که درک احتمالی خود از نکات مهم پرسشنامه ی کلی و عمومی را معیار کار می دانستند. از هنگامی که ساختمان شروع شد در میان تعدادی از مهندسان ساختمانی به طور انکارنا پذیری این نظر وجود داشت که امکان یک راه حل غیر سنتی هم وجود دارد.

فصل ۱۷

ارزیابی معیارهای مقاوم سازی مدارس در برابر زلزله:

تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه

A.W. Smyth,

G.Deodatis,

G. Franco,

Y. He and

T.Gurvich

بخش مهندسی سیویل و مهندسی مکانیک دانشگاه کلمبیا

ایالات متحده

خلاصه: این مقاله مطالعه ی نمونه ای فرضی از یک ساختمان مدرسه ی آسیب پذیر است و بر پایه ی یک بررسی صرفه سنجی هزینه برای ارزیابی گزینش های کاهش زیان زلزله در ساختن آپارتمان ها دراستانبول، ترکیه انجام شده است. تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه ی احتمالی، چارچوب مفیدی برای ارزیابی معیار های کاهش زیان زلزله فراهم می کند، البته با توجه به منابع محدود و هزینه های اجتماعی. مدرسه ی فرضی درمقاطع زمانی گوناگون تجزیه تحلیل شده است تا نقطه ی تعادل هزینه و بازده را در سرمایه گذاری ها ی چند مورد مختلف مقاوم سازی در برابر زلزله نشان دهد.

مقدمه

در سال ۲۰۰۴ در مقاله ی اسمیت و آل. (Smyth et al.) یک تجزیه تحلیل ساده ی صرفه سنجی هزینه انجام شد تا معیارهای مقاوم سازی در برابر زلزله را برای ساختمان یک آپارتمان دراستانبول ترکیه ارزیابی کند. در این مطالعه تخمین های حادثه ی زلزله ی احتمالی، تکنیک های پیچیده ی تجزیه تحلیلی ساختمانی و اصول اقتصادی صرفه سنجی هزینه با هم ترکیب شده تا یکی از بهترین موارد سه گزینشی که مقاطعه کاران محلی برای مقاوم سازی پیشنهاد کرده بودند، انتخاب شود. تخمین های جاری قیمت برای معیارهای مقاوم سازی، با در نظر گرفتن ضرر دلاری مستقیم ناشی از سقوط بالقوه ی دلار، در نظر گرفته شده بود. به علاوه، تبدیل تمام خسارات به یک معیار مشترک، هزینه ی دلاری زندگی از دست رفته ی انسان ها در حادثه ی ویرانی ساختمانی هم در نظر گرفته شده بود.

در صورتی که این روش برای ساختمان آپارتمان موفقیت آمیز باشد، احتمال اجرای آن برای ساختمان های مدارس هم بیشتر می شود. به طور ساده می توان گفت که این به خاطر آن است که در بسیاری از مناطق، مدارس با به کار بردن متدهای ساختمانی یکسان وقواعد هندسی مشابه طرح ریزی می شود. در چنین حالتی لازم نیست که برای هر ساختمان به تنهایی یک تجزیه تحلیل دقیق انجام شود. یک ساختمان فرضی می تواند تا اندازه ای به عنوان نمونه ی یک ساختمان مدرسه در نظر گرفته شود. با توجه به این که طبیعت این مطالعه نشان دادن یک نمونه ی نمایشی است، شکل فرضی و قطعی یک ساختمان مدرسه از آن مستفاد می شود. نتایج این تجزیه تحلیل را در عمل نمی توان برای نتیجه گیری های مهم به کار برد؛ هدف این مقاله معرفی روش شناسی درمورد مدارس می باشد.

ساختمانی که باید در نظر گرفته شود

یک نمونه ی آزمایشی مدرسه که برپایه ی توضیحات، عکس ها و اطلاعات کیفی دیگر تهیه شده بود، توسعه داده شد. (تصویر ۱ / ۱۷)

تصویر ۱ / ۱۷ ساختمان های مدارس در مرکزیکو

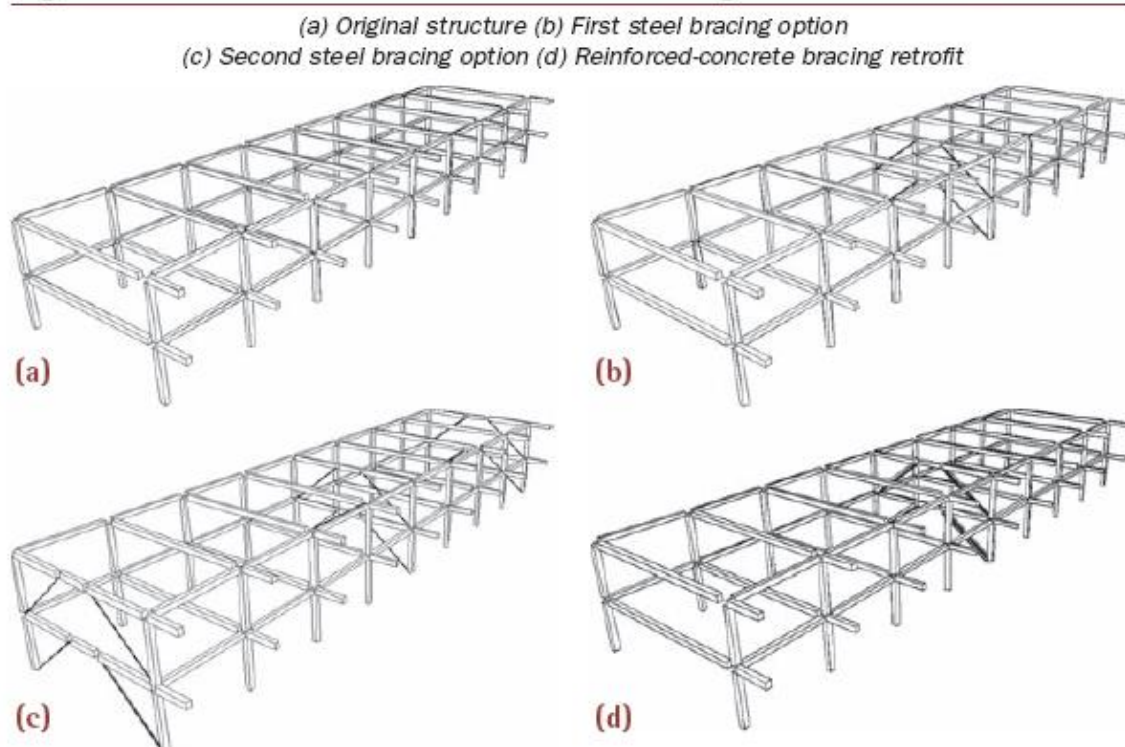


این مدل ساختمانی شامل یک بنای دو طبقه با نقشه ی ده متر درچهل متر و یک انبار با بلندی سه متر است. این ساختمان که اسکلت آن در تصویر (۲ / ۱۷ - آ) نشان داده شده به هشت قسمت (بنای میان دو ستون) با عرض پنج متر در بعد بلند و یک قسمت (بنای میان دو ستون) با پهنای ده متر در بعد کوتاه تقسیم شده است. یک ورقه ی سگدست دو متری درهرتخته ی کف به عنوان کریدور(راهرو) قابل دسترس برای کلاس های مختلف در نظر گرفته شده است.

طراحی حداقل ممکن که درکشورهای درحال رشد عمل می شود و نیز نبودن فشار جانبی یعنی فشار زلزله ای، دراین طرح تقلید شده بود. در این ساختمان فشار بار جاذبه ی زمین طراحی شده بود، که شامل وزن اجزای ساختمانی (پی ها و ستون ها)، وزن تخته ی کف و اجزای دائمی ساختمان بود و تقریباً ۲/۵۰ کیلو نیوتن (KN) در متر مربع تخمین زده شده بود. یک فشار بار بالفعل تقریبی ۱/۹۱ کیلو نیوتن (KN) در متر مربع هم در نظر گرفته شده بود. به طور سنتی و عملی هنگام اضافه کردن طبقات، برای هر طبقه، باری در نظر گرفته می شود، این فشار بارها در این ساختمان برای هر دو طبقه در نظر گرفته شده که ساختمان طبقات اضافی را ممکن می سازد. مواد ساختمانی چنین فرض شده است که بتن مسلح با کیفیت متوسط و یک شفته ی فشرده دارای مقاومتی برابر با ۲۰۶۸۴ کیلو نیوتن (KN) در متر مربع باشد و یک فشار منتج از فولاد ۴۱۳۶۸۶ کیلو نیوتن (KN) در متر مربع مقاومت داشته باشد. توده ی هریک از اجزای ساختمان در نظر گرفته شده و توده های اضافه شده در هر طبقه نیز در نظر گرفته شده است تا (فشار بر) تخته های کف را شبیه هم یا یکسان کند. ضوابط قانون اروپا (اورو کد) ۱۹۹۹ برای اندازه گیری استحکام فولاد با فاکتورهای ایمنی مناسب برای فشار بارها و مواد، در نظر گرفته شده است. آنچنان که طراحی نشان داده است، ساختمان خطر پذیراست؛ این ساختمان قابلیت فشار بارهای استاندارد مناسب را دارد ولی طاقت فشار بارهای اضافی فراوان، غیرازفشار ثقل زمین را ندارد.

تصویر ۲ / ۱۷: مدل اسکلت ساختمانی برای ساختمان های اصلی بازسازی نشده و صدمه دیده ی بازسازی شده

Figure 17.2. Model of the structural frame for the original and retrofitted structures



هنگامی که این طرح در کلیت اش برای روشن کردن تاثیر مقاوم سازی و روش تجزیه تحلیل اقتصادی مناسب باشد، مطالعه ای از این نوع باید برای ساختمان های مدارس موجود تکمیل شود، برای بررسی این ساختمان ها باید طرح ها و مواد به کار رفته در ساختمان های موجود با دقت تطبیق داده شود. سه معیار به دست آمده از مطالعات بازسازی در تصاویر ۲ / ۱۷ (ب) تا ۲ / ۱۷ (د) نشان داده شده است. اولی شامل الحاق بست فولادی سبک در دهانه ی مرکزی برای مقاوم کردن محور ضعیف ساختمان است. دومی یک بست فولادی قوی تر برای مقاوم سازی است که دیوارهای انتهایی را هم قفل می کند. بالاخره یک بست بتون مسلح محکم تر باید مورد استفاده قرار گیرد. به نظر می آید که این نوع بتون مسلح- که نیروی کارگری بیشتری لازم دارد- ارزان تر از نوع دومی است فقط به این دلیل که قالب ها ی فولادی در مناطق روستایی کشورهای درحال رشد همیشه به راحتی قابل دست یابی نیست.

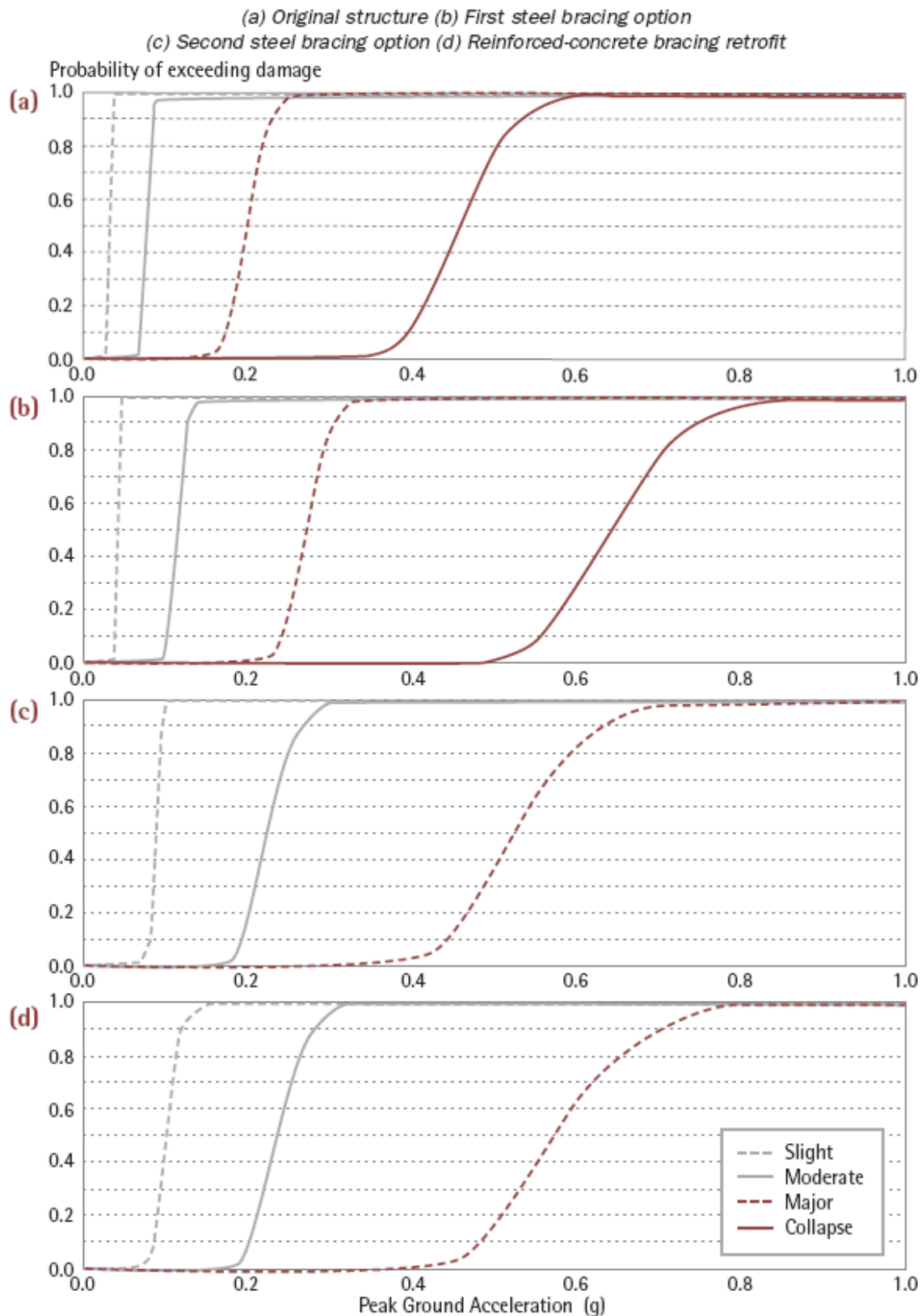
توجه داشته باشید که در کشورهای درحال رشد درک این مسئله که تجزیه تحلیل ساختمانی زیر استاندارد مقدم بر ساختمان بنا به حساب بیاید، غیرمعمول نیست، و این که برای مواد ساخته شده ی صنعتی اگر کنترل کیفی هم صورت می گیرد، بسیار ناچیز است. همچنین این ویژگی همیشگی نیز وجود دارد که شواهدی درباره ی نامناسب بودن مواد ساختمانی به کار رفته در ساختمان های ویران شده پس از زمین لرزه پیدا شود- برای مثال حمایت ناکافی برای تقویت (شمع زدن) یا فضای نامناسب بین میله های استحکامی فولادی- (ای ای آر آی، EERI) (۲۰۰۰). از این دیدگاه طرحی که در این مقاله به کار برده شده بی عیب است؛ فاصله ی میلگرد یا شمع کمتر از پنج سانتی متر نیست و فضای بین آن ها مطابق ضوابط قانون اروپا ی سال ۱۹۹۹ است. این نمونه به کمک یک مجموعه ی نرم افزار (اس آ پ (SAP) ۲۰۰۰، ۴۰ / ۷) طرح ریزی شده که یک ابزار استاندارد برای محاسبات ساختمانی است. تجزیه تحلیل دینامیک هم با استفاده از این نرم افزار انجام شده است.

تجزیه تحلیل میزان شکنندگی

شکنندگی یک ساختمان مفروض بر اساس احتمالات تعریف می شود که برای سطح لرزش یک زمین مفروض در نظر گرفته شده است (نقطه ی اوج منحنی سرعت زمین)، بازتاب حرکت ساختاری بستگی به میزان خسارت دارد که از آستانه ی مفروض تجاوز خواهد کرد. بازتاب حرکت ساختاری در حداکثر سرعت زمین احتمالی است (پی جی ای، PGA) برای این که تغییر شکل های بازتاب حرکت ساختاری، به طور کلی با تاریخ های زمانی حرکت مختلف زمین با پی جی ای معین، متفاوت خواهد بود. برای هریک از ترکیب های ساختاری منحنی های شکنندگی در تصویر ۳ / ۱۷ نشان داده شده است. چهار نوع سطح خسارت در نظر گرفته شده است: خفیف، متوسط، زیاد و ویرانی کامل. این سطوح خسارت با نسبت (خارج قسمت) فشار بین طبقات بر طبق اچ ای زد یو اس ۹۹- اس آر ۲ (HAZUS99-SR2) دستورالعمل تکنیکی تعریف شده است. توجه داشته باشید که بازسازی و تقویت مقاوم سازی این اثر را دارد که منحنی های شکنندگی رابه طرف راست می راند، برای مثال برای ارزش پی جی ای (PGA) معین، احتمال افزایش خسارت فرضی کمتر است.

تصویر ۳ / ۱۷: منحنی های شکنندگی مشتق شده برای ۴ نوع اشکال ساختاری

Figure 17.3. Derived fragility curves for the four structural configurations



روش برآورد خسارت

به منظور انجام یک تجزیه تحلیل اساسی صرفه سنجی هزینه، خسارت های احتمالی که انتظار وقوعشان برای افق های زمانی دل خواهی یا فرضی می رود، باید محاسبه شود. معادله ی اساسی برای محاسبه ی ارزش کنونی خسارات با به کار بردن یک نرخ کاهش اجتماعی واقعی، (d)، عبارت است از:

کل خسارت در ارزش کنونی برای افق زمانی فرضی (T^*) (درسال) مساوی است با :

$$\sum_{T=1}^T \sum_{i=1}^4 \int_{a_{\min}}^{a_{\max}} [\hat{R}(a+da, T) - \hat{R}(a, T)] P(E_i \text{ only} | a) \frac{C_i^D}{(1+d)^{T-1}} da$$

درجایی که $\hat{R}(a, T)$ مساوی است با احتمال عبور از (PGA)، (ارزش a) با فرض این که هیچ زمین لرزه ای در سال های قبل رخ نداده باشد،

مساوی است با (احتمال عبور از PGA، (یعنی ارزش a در سال T) ضرب در (احتمال این که در سال های قبل هیچ زمین لرزه ای اتفاق نیفتاده است) ($T-1$)

$$= R(a) \times e^{-R(a_{\min})(T-1)}$$

$$e^{-R(a_{\min})(T-1)}$$

احتمال این است که هیچ زمین لرزه ای در سال های گذشته ($T-1$) صورت نگرفته باشد، با فرض توزیع وقوع زلزله ی فرمول پویسن Poisson. متغیر ($a_{\min}$) حد پایین PGA_s ملاحظه شده را نشان می دهد، به شرط این که از این حد تجاوز ننماید، در این صورت زمین لرزه ی قابل ملاحظه ای به وقوع نپیوسته است. در این مطالعه حد پایین ($a_{\min}$) برابر با ۱ درصد g گذاشته می شود. منحنی وقوع حادثه ی سالانه ($R(a)$) همان بود که در سمیت و آل (۲۰۰۴) به کار رفته بود. این اطلاعات خاص منطقه است و به داده های متخصصان زلزله شناس نیاز دارد.

احتمالات اضافی در عبارت ریاضی بالا این چنین است:

(E_i only | a) = P احتمال وقوع فقط حادثه ی E_i ، که برای PGA ارزش a اتفاق می افتد.

به این میزان احتمالات نیاز است به طوری که خسارات کمتر از خسارات جدی (یا آن خساراتی که بین این دو میزان قرار می گیرد)، دو بار محاسبه نشود. روشن است که این عبارت ریاضی به منحنی های شکنندگی مربوط می شود.

C_i^D = زیان های در ارتباط با وضعیت خسارت (i) در جدول ۱ / ۱۷ خلاصه شده است.

جدول ۱ / ۱۷- زیان های در ارتباط با وضعیت خسارت (i)

Table 17.1. Losses associated with damage state i

Damage level	Cost (C_i^D)	Comments
E_1 Slight damage	$C_1^D = (s_1 \times S) + (0 \times V)$	$0\% \leq s_1 \leq s_2 \leq 100\%$ ($s_1 = 1\%$)
E_2 Moderate damage	$C_2^D = (s_2 \times S) + (0 \times V)$	$0\% \leq s_1 \leq s_2 \leq 100\%$ ($s_2 = 10\%$)
E_3 Major damage	$C_3^D = (s_3 \times S) + (0 \times V)$	$s_3 = 100\%$
E_4 Total collapse	$C_4^D = (s_4 \times S) + (N_L \times V)$	$s_4 = 100\%$

نتایج تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه ی اقتصادی

برای انجام تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه، تخمین های واقع گرایانه ی هزینه ی معیارهای مقاوم سازی و همچنین خسارات C_i^D برای هر حالت زیان باید انجام شود. از آن جا که این یک ساختمان واقعی نیست، ارزش های تخمینی بدون مشورت که معمولاً بامتخصصان محلی انجام می شود، انتخاب شده اند. ارزش هزینه ی جانشین شده برای کل بنا $S = \text{USD } 160000$ فرض شده و هزینه های هربازسازی (C_i^M) عبارت است از:

• بازسازی یا مقاوم سازی ۱: بست فولادی در ۱ دهانه $C_1^M = 8000$ دلار آمریکایی

• مقاوم سازی ۲: بست فولادی در ۳ دهانه $C_2^M = 20000$ دلار آمریکایی

• مقاوم سازی ۳: بست بتن مسلح $C_3^M = 13000$ دلار امریکایی

نرخ کاهش (خدمات) اجتماعی ۳٪ در نظر گرفته شده است (Weinstein et al., 1996). این واقعیت هم که بچه ها به طور معمول فقط یک سوم روز را در مدرسه هستند (۸ ساعت) در محاسبات در نظر گرفته شده است. بنابراین در محاسبات خسارات در بالا، تعداد فرضی کشته شدگان N_L عملاً یک سوم تعداد زندگی از دست رفته ی واقعی در واقعه ی زلزله است. این ارزش خالص مساوی منفعت منهای هزینه ی مخصوص بازسازی است. منفعت به طور ساده عبارت است از تفاوت خسارات احتمالی با و بدون تعدیل انجام شده.

جدول ۲ / ۱۷ نتایج تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه را برای ارزش فرضی زندگی انسانی نشان می دهد $V = \text{USD } 400\,000$ و با فرض این که اگر ویرانی زلزله اتفاق بیفتد و ۱۵ نفر زندگی خود را از دست بدهند. این جدول ارزش های خالص را برای حالت های گوناگون مقاوم سازی نشان می دهد.

جدول ۲/۱۷. ارزش خالص احتمالی برای ۱۵ مرگ غیرطبیعی و $V = \text{USD } 400\,000 (NPV(5))^*$

Table 17.2. Expected net present value with 15 fatalities and $V = \text{USD } 400\,000 (NPV(5))^*$

Alternative (A) Time horizon	$i=1$ Steel bracing 1 (USD)	$i=2$ Steel bracing 2 (USD)	$i=3$ Reinforced-concrete bracing (USD)
1	-3 110	-11 899	-4 794
2	1 366	-4 480	2 719
3	5 466	2 313	9 600
4	9 221	8 535	15 903
5	12 661	14 234	21 674
6	15 810	19 452	26 959
7	18 694	24 231	31 799
8	21 335	28 607	36 232
9	23 754	32 615	40 291
10	25 969	36 285	44 009
25	43 620	65 531	73 632
50	49 344	75 016	83 238

* ارزش های منفی (قسمت های روشن/بی سایه) نشان دهنده ی حالت های نامطلوب اقتصادی برای افق زمانی فرضی است درحالی که ارزش های مثبت (سایه دار) حالت های مطلوب اقتصادی را نشان می دهد.

ارزش های منفی نشان دهنده ی حالت های نامطلوب اقتصادی برای افق زمانی فرضی است درحالی که ارزش های مثبت، حالت مطلوب اقتصادی را نشان می دهد. توجه داشته باشید که مقاوم

سازی بست فولادی دوم تنها بعد از سه سال در معرض حادثه بودن به « شکست کامل » منتج می شود. بست بتن مسلح فولادی که تقریباً همان قدر موثر است که گران ترین بست فولادی سه دهانه، به طور طبیعی به نقطه ی شکست کامل زودتر می رسد. در همه ی حالات نقطه ی شکست کامل به طور ساده تا اندازه ای سریع اتفاق می افتد چون انواع مقاوم سازی در مقایسه با عامل بالقوه ی خسارت زندگی که در نتیجه ی ویرانی ایجاد می شود، ارزان تر است.

از این نمونه ی فرضی و ساده شده که صرفه سنجی هزینه به دست می دهد، می توان برای انواع اطلاعات مربوط به تصمیم گیری استقبال کرد. برای دیگر ترکیبات متغیرها مثل هزینه ها و غیره، نتایج تغییر خواهد کرد. این نمونه اجازه می دهد که تجزیه تحلیل کنندگان، تجزیه تحلیل های دقیقی را برای استحکام تصمیم های خود بیازمایند.

نتیجه گیری ها و کارهای بعدی

همان گونه که در آغاز گفتیم برای این که این شیوه ی بررسی در مورد یک گروه مشخص از بنا های مدارس پیاده شود، طرح ریزی بسیار دقیق تری از نوع ویژه ای از ساختمان مورد نیاز است. به منظور به کار بردن این شیوه ی بررسی در مورد مجموعه ای از ساختمان های گوناگون از یک نوع، لازم است که در مدل ساختاری برحسب انتخاب تصادفی آماری عمل کنیم. تاثیر آن این است که به علت افزایش عدم اطمینان، صعود منحنی های شکست تدریجی تر می شود. نویسندگان مقاله برای این که بتوان بر این عدم اطمینان در مورد مواد ساختمانی و مهندسی اهل تخصص فائق آمد، تلاش مستمری می کنند تا چارچوبی بر اساس انتخاب تصادفی آماری به وجود بیاورند.

اشکال یا محدودیت دیگر این بررسی نمایشی آن است که فقط خسارات مستقیم در نظر گرفته شده است. در مورد ساختمان یک مدرسه، ویرانی مهمی که در اثر زلزله ایجاد شده و زمانی که برای دوباره سازی آن لازم است، باید در نظر گرفته شود. این چارچوب نمایشی که در اینجا معرفی شد به راحتی ممکن است جوابگوی تخمین خسارات غیرمستقیم باشد.

منابع

Earthquake Engineering Research Institute (EERI) (2000), "1999 Kocaeli, Turkey Earthquake Reconnaissance Report", *Earthquake Spectra*, Supplement to Volume 16.

SAP2000 (2000), *Integrated Finite Element and Design of Structures, Analysis Reference Manual*, Computers and Structures, Inc., Berkeley.

Smyth, A.W., et. al. (2004), "Probabilistic Benefit-Cost Analysis for Earthquake Damage Mitigation: Evaluating Measures for Apartment Houses in Turkey", *Earthquake Spectra*, Vol. 20, No. 1, pp. 171-203.

Weinstein, M., et al. (1996), "Recommendations of the Panel on Cost-Effectiveness in Health and Medicine: Consensus Statement", *Journal of the American Medical Association*, Vol. 276, pp. 1253-1258.

سپاسگزاری

قسمتی از این کار با کمک مالی بنیاد Columbia University Academic Quality Fund انجام گرفته است. انستیتوی زمین کلمبیا (Columbia Earth Institute) نیز بخشی از کمک ها را به عهده داشته است.

فصل ۱۸

تقویت ساختمان مدارس برای مقاومت در برابر زمین لرزه:

پیشرفت در کشورهای اروپایی

Robin Spence

دانشگاه کمبریج و سازمان اروپایی مهندسی زمین لرزه

انگلستان

خلاصه: این مقاله پیشرفت برنامه های مربوط به حفظ، ارزیابی و مقاوم سازی ساختمان های آسیب پذیر موجود در مناطق پرخطر اروپا را مورد بررسی قرار می دهد. این برنامه مدارس را هم دربر می گیرد. برای اطمینان از تعهد مالی درازمدت برای برنامه های مقاوم سازی، ثابت شده است که به قانون گذاری و حمایت قانون نیاز است. تجربه ی یک زمین لرزه ی خونین و مرگ آور- مانند زمین لرزه ی ایتالیا در سال ۲۰۰۲ و زلزله ی ترکیه در سال ۲۰۰۳- موثرترین انگیزه برای این عمل است، ولی بررسی های محاسباتی هم ممکن است کمک موثری باشد. اطلاعات موجود در حوزه ای وسیع و ممکن از یک برنامه ی بازسازی و مقاوم سازی ساختمان های مدارس در شش کشور از پر خطرترین کشورها در اتحادیه ی اروپا، مورد بررسی قرار گرفته است. در صورتی که در یک دوره ی چند ساله ترتیب تقدم مخارج را رعایت کنیم، این هزینه ها واقعی و معقول خواهند بود.

مقدمه

پرسشی که با مشورت کمیته ی اجرایی انجمن اروپایی مهندسی زمین لرزه مطرح شده بود توسط میکائیل پاپاگیاناکیس عضو پارلمان اروپایی یونان در ۱۵ ژانویه ۲۰۰۳ به پارلمان اروپا ارائه داده شد:

در ۳۱ اکتبر ۲۰۰۲ در سان گیلانو دی پوژیلا در ایتالیا، ساختمان یک مدرسه که اخیراً تغییر یافته بود در نتیجه ی یک زمین لرزه ی متوسط ویران شد و منجر به مرگ ۲۷ تن از ساکنان (که ۲۵ تای آن ها بچه های مدرسه ای بودند) شد. بنا به گفته ی انجمن اروپایی مهندسی زمین لرزه تنها این حادثه نیست. حوادث مشابهی در بسیاری از کشورهای اروپایی ممکن است اتفاق بیفتد؛ به هر حال این مشکل قابل جلوگیری است و خطر را می توان با یک برنامه درمورد ارزیابی متخصصانه ساختمان های موجود که بیشتر آسیب پذیر هستند و یک برنامه در زمینه ی اقدامات مقاوم سازی در پرخطرترین مناطق، کاهش داد. مقررات مربوط به ارزیابی و مقاوم سازی ساختمان ها را می توان در استاندارد اروپایی، قسمت ۴ - ۱ قانون اروپا ۸ پی آر ای ان (prEN) ۳ - ۱۹۹۸ پیدا کرد. برای جلوگیری از خسارات جانی بیشتر و با توجه به این که در چندین کشور عضو، زمین لرزه فعالیت قابل توجهی دارد این سؤال مطرح می شود که آیا کمیسیون می تواند خط مشی ای که مطابق آن دولت های عضو و ادار شوند برنامه های ارزیابی (مطابق استاندارد اروپایی در بالا ذکر شده) درمورد همه ی ساختمان ها و بناهایی که در مناطق مستعد خسارت زمین لرزه ها قرار دارند و همچنین رهنمودی برای مقاوم سازی ساختمان هایی که نامناسب تشخیص داده شده اند، تنظیم کند؟

چند هفته ی بعد در ۲۴ فوریه ۲۰۰۳ پاسخ نماینده ی محیط زیست اتحادیه ی اروپا مارگوت والستروم از طرف کمیسیون در وب سایت (www.europarl.eu.int) پارلمان اروپا به این شرح داده شد:

کمیسیون عمیقاً از خسارت جانی و زیان هایی که به مردم سن گیلیلیانو دی پایگلیا وارد آمده متأسف است. در این مرحله کمیسیون پیشنهاد خاصی برای قانونگذاری در مورد کاهش خسارت زمین لرزه در نظر ندارد.

در این پاسخ همچنین از ابتکارهای دیگری که کمیسیون دارد و با آن ها می خواهد خطر خسارت در برابر حوادث طبیعی را کاهش دهد، مطالبی گفته شده است. ضرورت سؤال مطرح شده، در اول ماه مه ۲۰۰۳ با ویرانی مدرسه ی دیگری به طور دلخراش و اسف باری تأیید شد. در این زمین لرزه که شدت آن ۶/۴ ام (ریشتر) بود در بینگل (Bingöl) ترکیه بیش از ۱۰۰ دانش آموز به دام مرگ افتادند.

این که قانونی برای ایمنی ساختمان های مدارس و درحقیقت دیگر ساختمان های عمومی، در برابر زلزله، تنظیم شود در حیطه ی مسئولیت چه کسی است؟ مطمئناً در این زمینه کمیسیون اروپایی توانایی هایی دارد. تا کنون در زمینه ی سلامت و ایمنی عمومی مقررات بسیاری در سطح اروپا تنظیم شده است و به ویژه قوانینی در زمینه ی ایمنی نیروی کار وجود دارد و این ها وسیله ی لازمی برای یک دست نمودن سطح حمایت شهروندان و تامین سطحی برای فعل و انفعالات شغلی آنان در سراسر اروپا است. مقررات در شرایطی که تصمیمات مربوط به تامین زندگی و سلامت افراد توسط دیگران (برای مثال کارفرمایان) گرفته می شود، ارزش ویژه ای دارد؛ یعنی جایی که افراد از خطراتی که با کار آنها ارتباط پیدا می کند، بی خبرند؛ و جایی که تصمیم مربوط به عمل کاهش خطرات باید در یک هیات در سطح منطقه ای یا حتی بین المللی گرفته شود. همه ی این شرایط مربوط به خطر زلزله است و این البته در قانون هایی که طرح ساختمان های جدید را در بر می گیرد، در نظر گرفته شده است و این مسئله از طریق پذیرفتن قوانین اروپا هم اکنون در جریان یک دست شدن در سطح اتحادیه ی اروپا است. در قانون همچنین اعتبار ویژه ای که می تواند به طور وسیعی مورد تأیید قرار گیرد، به حفظ جان کودکان مدرسه ای داده شده است. کودکانی که هیچ حق انتخابی در مورد ساختمان هایی که استفاده می کنند، ندارند و آگاهی مختصری از خطراتی که قابل وقوع است دارند.

بنابراین تعجب آور نیست که کمیسیون اروپا به فکر تنظیم قانون ویژه ای در این مورد در سطح اروپا نباشد. در میان ابزارهای ممکن که دولت ها برای این کار دارند، طرفداری از قانون گذاری در حال از دست دادن محبوبیت خود در اتحادیه اروپا – همگام با دیگر اقتصادهای پیشرفته ی دنیا- است، زیرا انگیزه های گوناگون دیگری برای رسیدن به هدف های اجتماعی و محیط زیستی مطلوب در برابر آن پیشرفت می کند. امروزه حمایت از پژوهش های اساسی، به نمایش گذاشتن بهترین نمونه های عملی، پیشنهاد قوانین به طور داوطلبانه و حتی تدارک انگیزه های مالیاتی، به قانون گذاری ترجیح داده می شوند و این به خاطر این است که قوانین جدید اغلب هزینه هایی را به اقتصاد تحمیل می کند و مشکلات مضاعفی در مجبور کردن مردم به وجود می آورد. در هر صورت در هر عملی که کشورهای عضو به طور انفرادی می توانند اقدام موثر بکنند کمیسیون اروپا میلی به گرفتن ابتکار

عمل ندارد چون این کار با اصل کمک اقتصادی گرفتن (سوبسید گرفتن) همراه است و این مسئله کمیسیون اروپا را از اقدام باز می دارد.

اقدام لازم برای حمایت در برابر زلزله ممکن است به سادگی قربانی چنین تفکری بشود. قانون ممکن است درمورد مصالح ساختمانی به طور کلی اجبارهایی را در زمینه ی مقاوم سازی ساختمان ها به صاحبان ملک تحمیل کند، بنابراین باید اجاره ها را افزایش بدهد و از مصالح ساختمانی ارزان قیمت در انبارها بکاهد؛ این مسئله مطمئناً ازطرف برخی از صاحبان املاک و شاید به طور کلی ازطرف جامعه ی شرکت های تجارتی مورد مخالفت قرار می گیرد. درمورد ساختمان های عمومی پیشنهاد چنین قانون هایی ممکن است هزینه های اضافی به بودجه ی ملی تحمیل کند که با مخالفت شدید مالیات دهندگان روبرو خواهد شد. همچنین این بحث هم مطرح خواهد شد که هرکشوری- وهرشهری- خطرات و شرایط اجتماعی خاص خود را دارد به این معنا که وضع قانون یکسان برای همه ی اتحادیه ی اروپا نا مناسب خواهد بود.

هدف این مقاله بحث درباره ی برهان خلف است، یعنی منطقی که برای حفظ زندگی ازطریق طرح ساختمان های جدید به کار می رود، باید همچنین برای انجام کار بسیارمشکل تر یعنی حفظ زندگی انسان ها درساختمان های قدیمی موجود هم به کار رود. برای حمایت از این مسئله به هرنوع فعالیتی ازجمله پژوهش، افزایش دانش و آگاهی مردم و تهیه ی پیش نویس سندهای نمونه درسطح اتحادیه ی اروپا وسطح ملی نیاز است. ولی تجربه ی کشورهای دیگر نشان می دهد که بجز این فعالیت ها که توسط قانون گذاری پی ریزی می شوند- ترجیحاً مربوط به مقاوم سازی، تخریب و بازسازی ساختمان های پرخطر موجود- مخالفت زیاد خواهد بود و پیشرفت کمی حاصل خواهد شد (Spence, 2003). بدون قانون گذاری اساسی عملیات پشتیبانی دیگر برای پایین آوردن خطرات جدی آشکارا ناموثر به نظر می آید. این که در یک کشور اتحادیه ی اروپا یا در یک کشورمنفرد دیگر قانون گذاری باید انجام به گیرد یا نه بحثی است که همچنان ادامه دارد، اما حمایت ای سی (EC) ممکن است راه حل عملی مهمی برای این کار باشد. این مقاله، برای حمایت از این استدلال، در مرحله ی اول کارهایی را در نظر می گیرد که انجام شده است یا درحال توسعه دربرخی از کشورهای انجمن اروپایی مهندسی زمین لرزه (EAEE) است تا این نوع کاهش خطر را نشان دهد. سپس هزینه ها و منفعت های مربوط به مقاوم سازی ساختمان های پرخطر موجود را مورد توجه قرار می دهد و درباره ی درجه ی عملی بودن برنامه ی کاری که نیاز است تا ساختمان های مدارس اروپا را به یک استاندارد ایمنی قابل قبول در برابر زمین لرزه بالا ببرد، به بررسی می پردازد.

عمل کاهش خطر در منطقه ی اروپایی

ESC-SESAME نقشه ی وقوع حادثه ی زمین لرزه نشان می دهد که اروپا از نظر وقوع زمین لرزه منطقه ی گوناگونی است (ژیاردینی، ژیمنز و گرونتال ؛ Giardini, Jiménez and Grünthal ۲۰۰۳). تبدیل نقشه ی وقوع حادثه به نقشه ی خطرات مربوطه، کار مشکلی است به خاطر این که این مسئله بیشتر بستگی به تراکم جمعیت و آسیب پذیری مربوط به اسکلت ساختمان دارد که هر دوی این ها در طی زمان تغییر می یابد. یکی از راه ها برای مطالعه ی خطرات مربوطه ازطریق بررسی تعداد تلفات زلزله در یک دوره ی طولانی در هر کشور است. چنین مطالعه ای

(سپنسر؛ Spence، ۲۰۰۳) درمورد ۲۹ کشور عضو (EAEU) نشان می دهد که سه کشوری که بالاترین خطر زمین لرزه را دارند- ایران، ایتالیا و ترکیه هستند- در این کشورها در قرن بیستم نرخ مرگ و میر غیر طبیعی سالانه در سال ۲۰۰۱ بالغ بر ۱۵ نفر در هر میلیون بوده است؛ در حالی که چندین کشور دیگر مثل الجزایر، قبرس، یونان و رومانی، برخی از کشورهای اتحاد شوروی سابق و یوگسلاوی (ولی در اینجا تغییرات در جغرافیای سیاسی مقایسه های دقیق را پیچیده ترمی کند) در سال ۲۰۰۱ نرخ مرگ و میر غیر طبیعی سالانه شان بین ۱ و ۶ نفر در میلیون بوده است. باقی کشورها، که شامل اغلب ۲۳ کشور موجود در اتحادیه ی اروپا و یا کشورهایی که منتظر عضویت در اتحادیه ی اروپا هستند، در دراز مدت از نرخ خطر پایین تری برخوردارند. آنچنان که انتظار می رود کشورهایی که بالاترین نرخ خطر را دارند- با توجه به زمین لرزه های پر ضرر اخیر- معمولاً فعال ترین درام کاهش خطر هستند و همچنین این کشورها هستند که بیشترین نیاز به کمک را دارند. فعالیت های تعدادی از کشورها به طور خلاصه در اینجا آورده می شود.

یونان

در ۲۵ سال اخیر در یونان زمین لرزه های پر زیان مکرری اتفاق افتاده است مانند زمین لرزه های تسالونیک (Thessaloniki) ۱۹۷۸، کورنیت (Corinth) ۱۹۸۱، کالاماتا (Kalamata) ۱۹۸۶، آنگیون (Aegion) ۱۹۹۵، کوزانی (Kozani) ۱۹۹۵ و آتن (Athens) ۱۹۹۹، که هشیاری بالایی را درباره ی مشکل زمین لرزه در سطح ملی گسترش داده است. اصلاح وضعیت اقتصادی هم منجر به بالا رفتن کلی استاندارد ساختمان ها شد. بیشتر ساختمان هایی که در زمین لرزه های اخیر ویران شدند ساختمان های قدیمی تر بودند که پیش از قانون ساختمانی کنونی ساخته شده بودند. ولی تعدادی از چنین ساختمان هایی باقی مانده اند و در این دو سال اخیر چارچوبی برای ارزیابی پیش از زمین لرزه ی ساختمان های عمومی توسعه پیدا کرد و توسط اداره ملی کاهش زمین لرزه (OASP) (پنلیس (Penelis) ۲۰۰۱) به تایید رسید. مشخص شده است که هزینه ی تبدیل این ساختمان ها- که شامل مدارس عمومی، بیمارستان ها و ساختمان های ادارات عمومی است- به یک استاندارد رضایت بخش مقاوم سازی در برابر زلزله، بسیار بالا خواهد بود. تخمین زده اند که هزینه ی آن تنها برای مدارس تسالونیک (Thessaloniki) برابر با بودجه ی کل منطقه برای ساختن مدارس جدید در شش سال آینده خواهد بود. بنابراین یک برنامه ی دراز مدت، مثلاً شاید پانزده ساله، برای کار در نظر گرفته شده است.

روندی سه مرحله ای در نظر گرفته شده که با یک روش سریع نمایش فیلم شروع می شود (RVSP) و با محاسبه ی درجه بندی هزینه ی زلزله دنبال می شود. این کار با یک ارزیابی تقریبی مربوط به زلزله ی آن ساختمان هایی که اقلام کمتری از هزینه را دارند، دنبال خواهد شد. درمورد ساختمان هایی که در این ارزیابی جا نمی گیرند یک ارزیابی عمومی با جزئیات بیشتر به اجرا در خواهد آمد که به توصیه هایی برای مقاوم سازی ختم می گردد. کوششی شد تا RVSP را در شمار وسیعی از ساختمان ها در تسالونیک تعمیم دهند و این کوشش با مقایسه ی درجه بندی هزینه ی زلزله با اسناد اجرایی زلزله ی سال ۱۹۷۸ انجام گرفت و نشان داد که رابطه ی مختصری بین هر ساختمان با ساختمان دیگر وجود دارد. با وجود این در فهرست افزایش یابنده ی درجه بندی زیان

زلزله، روند روشنی از میانگین رو به کاهش هزینه های بازسازی برای ساختمان های بتنی مسلح به وجود آمد.

ایتالیا

به دنبال زلزله های ۱۹۷۶ فریولی (Friuli)، ۱۹۸۰ ایرپی نیا (Irpinia) (۱۹۹۷ آمبریا (Umbria)- مارچ و ۱۹۹۸ پولینو (Pollino) در ایتالیا یک برنامه ی اساسی برای تعمیر و مقاوم سازی ساختمان های قدیمی تر به اجرا در آمد و برای مقابله با مشکل اسکلت ساختمان های موجود که در معرض خطر بودند تعدادی پروژه های دیگر مربوط به بعد از زلزله آغاز به کار کردند. درکل ایتالیا پیشرفت هایی در زمینه ی کم کردن خطرات انجام گرفت و این کار با حمایت یک سیستم جدید مالیاتی که در سال ۲۰۰۱ برای مالکان خصوصی به منظور مقاوم تر کردن ساختمان های آن ها پیشنهاد شد، به انجام رسید. اخیراً زلزله ی ۳۱ اکتبر ۲۰۰۲ مولیز (Molise) که در آن تعدادی از کودکان مدرسه ای جان خود را از دست دادند، در سراسر ایتالیا انگیزه ی عظیمی شد برای هشجاری در مورد کاهش خطر زلزله با توجه مخصوص به اسکلت ساختمان های قدیمی. در طی ماه ها، پیش نویس یک قانون مربوط به زمین لرزه تهیه شد و هم اکنون در جریان تصویب شدن است. این قانون علاوه بر تغییراتی، یک منطقه بندی جدید برای زلزله مطرح می کند- که برای اولین بار همه ی ایتالیا را در بر می گیرد، بسیاری از قسمت ها قبلاً به عنوان مناطق زلزله خیز به حساب نمی آمدند- و در نظر دارد برای ارزشیابی و مقاوم سازی ساختمان های موجود مراحل را به طور جزء به جزء به موقع اجرا بگذارد. موازی با این ابتکار و بدون این که سابقه ای داشته باشد، در بودجه ی سال ۲۰۰۳ وجوهی برای ارزشیابی ساختمان های عمومی از صندوق حکومت مرکزی برای مناطق تخصیص داده شد، و این کار سبب شد که برای اولویت ها ی مربوط به مقاوم سازی، فهرستی تهیه شود و در این اولویت ها تاکید و تکیه بر ساختمان های مدارس که در معرض خطر هستند، می شد. به علاوه برای اجرای این برنامه ی وسیع مقاوم سازی، محدودیت زمانی چند ساله قائل می گردد. (دولس Dolce ۲۰۰۳، زوکارو Zuccaro ۲۰۰۳).

پرتقال

با وجود آن که در سال های اخیر در سرزمین اصلی پرتقال هیچ زمین لرزه ای اتفاق نیافتاده بود، جزایر آزورس Azores، ترسه ایرا Terceira و فا ای آل Faial به طور شدیدی در زلزله های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۷ آسیب دیدند و ۷۰ نفر جان خود را از دست دادند. خاطره ی زمین لرزه های قرن بیستم در سال های ۱۹۰۹، ۱۹۴۱ و ۱۹۶۹، به علاوه ی خاطره ی تاریخی ویرانی زلزله ۱۷۵۵ لیسبون، انگیزه ای برای فعالیت مربوط به کاهش خطر ایجاد می کند. در سطح اقدامات دولتی، حکومت منطقه ای آزورس از نظر سیاست افزایش فعالیت ها برای ترمیم و به حالت اول برگرداندن و حفظ اسکلت ساختمان های موجود، در مرحله ی نسبتاً پیشرفته ای است هدف این کار به وجود آوردن سیاست اعتباری (شامل بیمه ی زمین لرزه) برای مقاوم سازی ساختمان های قدیمی تر، با حفظ خصوصیات معماری و پیشنهاد اقدامات خاص برای حفظ جان مردم در مناطق پرخطر است. برای خانه هایی که در زمین لرزه ی ۱۹۹۸ خسارت دیدند نیز کمک های نقدی در نظر گرفته شده است. در سطح اقدامات ملی، انجمن مهندسی زمین لرزه ی پرتقال (SPES, 2001) یک برنامه ی سراسری ملی برای کاهش آسیب پذیری ساختمان ها در برابر زمین لرزه تدارک

دیده است که از برنامه ی ملی کاهش حوادث زلزله در ایالات متحده ی آمریکا (NEHRP) تقلید کرده است. این برنامه یک سری فعالیت را دربر می گیرد که عبارتند از انجام بازرسی اسکلت ساختمان ها به منظور تشخیص خطر، تعیین وتوسعه ی استراتژی های دخالت برای حمایت، ایجاد قوانین حمایتی، آموزش دادن، آماده کردن برنامه های کلی و اجرای عمل ترمیم و به حالت اول بازگرداندن. این یک برنامه ی بیست و پنج ساله است که هزینه ی آن کم و بیش برابر یک درصد تولید ناخالص ملی در این دوره است. قانونگذاری ابعاد گوناگونی دارد مانند تصویب کار طراحان، انجام کنترل ساختمان، تعیین ضوابط ضروری ساختمان هایی که لازم است پس از زلزله ترمیم و به حال اول برگردانده شوند و تعیین ضوابط مالیاتی. با این حال تا کنون این برنامه که به عنوان کار پژوهشی تصویب شده، به صورت پیشنهاد باقی مانده و فاقد موافقت دولت برای به ثمر رساندن آن است.

ترکیه

در ترکیه زمین لرزه های غم انگیز ۱۹۹۹ در کواکلی Kocaeli و دوزسه Düzce که در نتیجه ی آن ۱۸۰۰ نفر کشته شدند در حله ی اول در نتیجه ی ویرانی ساختمان های نسبتاً جدید که بدون طرح مناسب یا کنترل ساختمان ساخته شده بودند، به وقوع پیوست. بیشترین کاری که در سال های اخیر انجام شده با هدف انجام کنترل ساختمان های جدید بوده که شامل ساختمان هایی هم می شود که در مرحله ی دوباره سازی در ترکیه ساخته شده اند. پژوهشی درباره ی دلایل کیفیت بد ساختمان سازی در ترکیه (گولخان و آل ۱۹۹۹ Gülkan et al.) نشان می دهد که نقصان هایی در طبیعت انجام قوانین و نیز آیین نامه های مربوط به سیستم برنامه ریزی وجود دارد. به علاوه این پژوهش به پروژه ی نظارت در مرحله ی برنامه ریزی و در جریان اجرا ی نظارت هم اشاره کرده و یک رشته عملیات توسط دولت را توصیه کرده که برخی از آن ها انجام شده بود.

تازه ترین بررسی ها برای کاهش خسارت زلزله در ترکیه پیش بینی کرده که در آناتولی شمالی نزدیک استانبول، زمین لرزه ی شدیدی با شدت کمتر از ۵ / ۷ ریشتر با احتمال شصت درصد در سی سال آینده ممکن است به وقوع بپیوندد (پارسونز و آل ۲۰۰۰ Parspns et al.). با مطالعه ی اثرات این واقعه که توسط (JICA-IMM, 2002) انجام شد، تخمین زده شد که در استانبول ۷/۱ درصد (۵۱۰۰۰) ساختمان ها به طور شدیدی خسارت خواهند دید و تعداد قربانیان به ۰/۸ درصد (۷۳۰۰۰) خواهد رسید. با این همه زلزله شناسان فرضیه های این پیشگویی را قبول نکردند. این مطالعه توجه را به مشکل خاص خطر استانبول جلب کرد، جایی که تعداد زیادی از مردم (۷۳ درصد) در بلوک های آپارتمانی زندگی می کنند که در زلزله ی کواکلی صدمه ی شدیدی دید. در این جا تعداد اندکی از این آپارتمان ها با استاندارد رضایت بخش مقاوم سازی در برابر زلزله ساخته شده است.

پروژه ای ترمیمی برای استانبول پیشنهاد شده بود تا شهرداری استانبول آن را به مرحله ی اجرا در آورد (سوکوگلو Sucuoglu ۲۰۰۳) به این ترتیب که در تعداد وسیعی از ساختمان های زیر استاندارد عملیات در سه مرحله انجام شود. در مرحله ی اول نقشه برداری خیابانی، ساختمان هایی را که بیشتر در معرض خطر هستند مشخص می کند؛ در مرحله ی دوم این ساختمان ها با بررسی ابعاد ساختمان در سطح زمین نقشه برداری می شود تا مشخص شود چه کاری در مرحله ی

سوم باید انجام شود. مرحله ی سوم ترمیم ساختمان هائی است که در معرض خطرات جدی تری در برابر زلزله هستند. دربرخی از موارد هنگامی که ساختمان های در معرض خطر جدی تر، پراکنده هستند، کار، شکل عملیات مقاوم سازی ساده را به خود می گیرد ولی در موارد دیگر وقتی که وضعیت کل ساختمان های مسکونی در معرض ویرانی باشد، بازسازی کلی همه ی ساختمان های موجود و یا مکان های نو در دست اقدام قرار می گیرد.

کشورهای دیگر

کشور فرانسه و رومانی هم برنامه هایی برای ارزیابی و مقاوم سازی ساختمان های مهمی که در معرض خطر جدی هستند، تهیه کرده اند. در فرانسه این برنامه مربوط می شود به حفظ ساختمان های عمومی- مدارس و بیمارستان ها- در جزایر آنتیل گوادولوپ و مارتینیک که در معرض خطر جدی تری هستند (دولت فرانسه French Government ۲۰۰۱). در رومانی این چشم انداز محدود می شود به تعداد کمی از ساختمان های چند طبقه ی با بتن مسلح در پایتخت، بخارست، که در زمین لرزه ی ۱۹۷۷ نشان داده شد که از خطر پذیری بالایی برخوردارند و در برخی از موارد پس از زمین لرزه به طور نا مناسبی تعمیر شده بودند (لونگو Lungu ۲۰۰۳).

هزینه های مقاوم سازی

Table 18.1. Typical reconstruction cost ratios for strengthening interventions

Country	Building type	Construction type	Technique	Strengthening-cost ratio	Source
French Antilles	Public buildings	Masonry and reinforced concrete		up to 50%	French Government
Greece	Schools	Masonry and reinforced concrete	Varies	10-20%	Penelis, 2001
Portugal	Apartments	Rubble masonry	Wall ties	5%	Cóias e Silva, 2001
Turkey	Apartments	Reinforced concrete	X-bracing Part shear wall Full shear wall	16% 20% 34%-40%	Altay <i>et al.</i> , unpublished
Eastern Turkey	Houses	Rubble masonry	Adding ties	27%	Coburn and Spence, 2002
California, United States	Apartments	Unreinforced masonry	Wall anchors, etc.	25%	Alesch <i>et al.</i> , 1986
Missouri, United States	Houses	Masonry Reinforced concrete		25% 30%	Cóias e Silva, 2001

جدول ۱۸ / ۱ درباره ی بهبود مقاومت ساختمان ها در برابر زلزله تهیه شده و آخرین بررسی هزینه های بازسازی و مقاوم سازی ساختمان ها را نشان می دهد. بهترین راه برای نشان دادن این مخرج، محاسبه ی درصد کل هزینه ی نو سازی همان ساختمان ها است. در صورتی که قیمت ها ی مربوط به ساختمان سازی برای مقاوم سازی و نوسازی افزایش پیدا کند نسبت درصد آن ها همیشه ثابت خواهد بود. جدول ۱۸ / ۱ طیف وسیعی از هزینه های مقاوم سازی را نشان می دهد: از پنج درصد تا پنجاه درصد. درصد هزینه بستگی به عوامل مختلفی دارد، از جمله :

- نوع ساختمان در نظر گرفته شده و مقاومت فعلی آن.
 - سطح مقاوم سازی مورد نظر.
 - هزینه ی طرح و مطالعات مقدماتی.
 - فقط هزینه های ساختمان سازی یا سایر هزینه های مربوط به مرمت.
 - هزینه ی استفاده نکردن از ساختمان در مدت انجام کار تعمیر.
- در بسیاری از موارد برای آن که کار ساختمان سازی حد قابل قبولی از تامین جانی را فراهم کند، درصد هزینه ی مقاوم سازی بالغ بر بیست تا سی درصد می شود. این کار را می توان نقطه ی شروعی برای تخمین هزینه های یک برنامه ی مقاوم سازی کلی به حساب آورد. به هر حال همه ی ساختمان ها نیاز به مقاوم سازی ندارند.

تنها پژوهشی که به طور ویژه مربوط به مدارس است توسط پنلیس و آل (Penelis et al. ۲۰۰۱) برای شهر تسالونیکی انجام شده که در جدول ۱۸ / ۱ آمده است. در زیر هزینه های اجرای روش سه مرحله ای در مورد پانصد مدرسه در منطقه ی نامبرده با پول رایج تخمین زده شده است. در جدول ۱۸ / ۲ ارقام به یورو نشان داده شده است. مرحله ی مقدماتی که بالغ بر چهار دهم درصد هزینه های دوباره سازی می شود در مورد همه ی پانصد مدرسه به اجرا در خواهد آمد. از این تعداد

چهارصد مدرسه نیاز به ارزشیابی مرحله ی دوم دارند که هزینه اش چهار دهم درصد می شود. شاید یک ارزیابی مفصل با تمام جزئیات در مورد تقریباً سیصد مدرسه لازم باشد که بالغ بر دو درصد از هزینه ی دوباره سازی می شود. سپس کارمقاوم سازی باید انجام شود بدین معنا که صد و پنجاه ساختمان نیاز به کاری دارند که ده درصد از هزینه را دربرمی گیرد و صد و پنجاه ساختمان دیگر که کار مقاوم سازی لازم دارند بیست درصد هزینه برمی دارد. بنابراین هزینه ی کل برنامه ده و نیم درصد کل هزینه ی دوباره سازی خواهد بود.

جدول ۱۸ / ۲. برنامه ی مقاوم سازی پیشنهادی برای ساختمان ۵۰۰ مدرسه در منطقه ی تسالونیک

Table 18.2. Proposed strengthening programme for 500 school buildings in the Thessaloniki region

(after Penelis, 2001)

	Number of schools	Unit cost (euros)	Cost ratio	Total cost (million euros)
Preliminary rapid visual screening procedure	500	587	0.04%	0.3
Approximate evaluation	400	5 869	0.40%	2.4
Detailed assessment	300	29 347	2.00%	8.8
Strengthening work, 1	150	293 470	20.00%	44.0
Strengthening work, 2	150	146 735	10.00%	22.0
Total cost				77.0
Value of existing building stock	500	1 467 351	100.00%	733.0
Percentage of reconstruction cost				10.5%

برپایه ی این مطالعه، تخمین مقدماتی خامی درباره ی هزینه های ممکن یک برنامه ی مقاوم سازی برای ساختمان همه ی مدارس ابتدایی و دبیرستان درشش کشور اتحادیه ی اروپا که در معرض خطر جدی در برابر زلزله هستند، انجام شد (جدول ۱۸/۳) و آن برپایه ی مفروضات زیر است:

- هریک از شش کشور به چهار منطقه ی زلزله خیز تقسیم شدند. این تقسیم بندی با استفاده از نقشه ی ESC-SESAME با فرض چهارصد و هفتاد و پنج پی جی ای درسال (حداکثر سرعت پایه ای درسال) انجام شد و فرض براین بوده که پراکندگی جمعیت یکدست بوده است.^۱
- برای منطقه ی با حد اکثر خطر ($PGA > 0.24\text{ g}$) متوسط درصد هزینه ی مقاوم سازی ده درصد تخمین زده شده است (همچنان که برای تسالونیک)؛ برای منطقه ی دوم ($0.24\text{ g} > PGA > 0.16\text{ g}$) متوسط درصد هزینه ی مقاوم سازی پنج درصد تخمین زده شده است، و برای منطقه ی سوم ($0.16\text{ g} > PGA > 0.06\text{ g}$) هزینه ای برابر یک درصد تخمین زده

شده است. جمعیت مدرسه برای یازده سال آموزش اجباری که در کشورهای اتحادیه ی اروپا استاندارد است، تخمین زده شده است.

جدول ۱۸/۳. هزینه ی احتمالی برنامه های مقاوم سازی مدارس در کشورهای پرخطر اتحادیه ی اروپا

Table 18.3. Likely cost of school strengthening programmes in high-risk countries in the European Union							
	Strengthening-cost ratio unit	Austria	France	Greece	Italy	Portugal	Spain
% of population in Zone 3 (0.16 g > PGA > 0.06 g)	0.01	1.0	0.3	0	0.4	0.8	0.5
% of population in Zone 2 (0.24 g > PGA > 0.16 g)	0.05	0.05	0.05	0.25	0.49	0.20	0.05
% of population in Zone 1 (PGA > 0.24 g)	0.1	0	0	0.75	0.16	0	0
Estimated number of schoolchildren	million	0.94	7.97	1.11	5.84	1.23	4.31
Space requirements at 6 m ² per child	million m ²	5.65	47.83	6.66	35.03	7.39	25.86
Cost of building schools per m ²		1235	942	600	1 100	598	903
Total rebuilding cost	million euros	7 000	45 000	4 000	38 000	4 400	23 000
% expected strengthening costs		0.012	0.0055	0.0875	0.044	0.018	0.0055
Total strengthening costs	million euros	84	250	350	1670	80	130
% of GDP spent on education		5.9	5.9	3.6	4.5	5.7	7.5
Education capital expenditure (ECE)	million euros	614	6 297	751	3 513	376	3 725
Strengthening costs as % ECE...		13.6%	3.9%	46.5%	47.6%	21.2%	3.5%
...or annually as a 20-year programme		0.7%	0.2%	2.3%	2.4%	1.1%	0.2%

- اطلاعات مربوط به سن شاگردان مدرسه، دفتر ثبت نام مدرسه، فضای مورد نیاز برای هردانش آموز، هزینه های دوباره سازی و بودجه های دولتی که در ساختمان مدرسه خرج

شده از منابع آماری مختلف استخراج شده است (DfEE, 1996; Eurostat, 2003; UNDP, 2001; Langdon et al., 2000).

تخمین های به دست آمده، هزینه های مقاوم سازی هریک از شش کشور را به میلیون یورو نشان داده و در این جا درصد هزینه ی بودجه ی سالانه ی آموزشی و درصد سالانه ی یک برنامه ی بیست ساله در نظر گرفته شده است. اطلاعات جمع آوری شده نشان می دهد که ایتالیا کشوری است که بالا ترین هزینه ی مربوطه را دارد (۶ / ۴۷ درصد بودجه ی سالانه ی آموزشی جاری)^۲ و به دنبال آن یونان می آید (۵ / ۴۶ درصد)، پرتغال (۲ / ۲۱ درصد) و اطریش (۶ / ۱۳ درصد). به نظر نمی رسد که این هزینه ها کاملاً قابل اجرا نباشند، با فرض این که مدت تخمینی برنامه بیست سال است و همچنین با توجه به این که این هزینه ها در نتیجه ی کاهش خسارت، نا بسامانی و تلفات انسانی، جبران خواهد شد.

در عمل یک برنامه ی ۲۰ ساله به طریقی می تواند طراحی شود که کار بازسازی در کنار تعمیرات لازم یا دوباره نو کردن انجام شود، و جریان طبیعی جانشین ساختن مدارس جدید به جای قدیمی ترها، که پیش از این طرح ریخته شده و بودجه برای آن تعیین شده بود، نیاز به تقویت برخی از قدیمی ترین و آسیب پذیر ترین ساختمان های مدارس را غیر ضروری می سازد. بنابراین هزینه های اضافی واقعی به طور قابل توجهی کم خواهد شد.

نتیجه

این مقاله این مطلب را مورد بحث قرار داد که برای تضمین این که کار مورد نیاز برای ایمنی ساختمان های عمومی در برابر زلزله انجام شود، به قانونگذاری نیاز است. مقاله همچنین احتیاج به یک مجموعه برنامه ی کاری را مورد تایید قرار می دهد، برنامه ای که ایمنی قابل قبول برای ساختمان مدارس در شش کشور زلزله خیز اتحادیه ی اروپا که بالاترین میزان وقوع زلزله را دارند، فراهم می آورد. چنین برنامه ای مطمئناً برای کشورهای اتحادیه ی اروپا در یک دوره ی بیش از بیست سال مقرون به صرفه است، اگرچه این برنامه برخی تجدید نظر ها را در اولویت ها ی هزینه ی بودجه ی ملی در طول این زمان ایجاب می کند.

ترویج این شیوه ی مقاوم سازی در کشورهای فقیرتر احتمالاً با مشکلات بیشتری مواجه می شود، هم به خاطر محدودیت منابع قابل دسترس برای هزینه های عمومی و هم به خاطر این که مقاوم سازی در بسیاری از ساختمان های مدارس موجود ممکن است از نظر تکنیکی عملی نباشد. در اغلب کشورهای زلزله خیز، حداکثر کوشش برای تضمین تامین استاندارد مناسب برای ساختمان مدارس جدید باید صورت گیرد و نیز باید کوشش گردد تا ساختمان های غیر امن جایشان را به ساختمان های جدید با استاندارد های بالا بدهند. ال سالوادر که در زلزله ی سال ۲۰۰۱ بیش از شصت درصد ساختمان های مدارس اش در کل کشور خسارت دید، چنین شیوه ای را اتخاذ کرد.

وظیفه ی فوری و مقدماتی تعیین یک رشته استانداردهای ایمنی زندگی است که امکان پذیرفته شدن در همه ی جهان را داشته باشد. پس از تعیین چنین استانداردهایی، مهندسان ساختمان وظیفه ای ساده، اگرچه پر زحمت، در پیش دارند تا با دقت بیشتری مجموعه ی برنامه ی ساختمانی مورد

نیاز برای هر کشور یا منطقه را مشخص کنند. بایستی اتحادیه ی اروپا و کشورهای جهان را مجبور کرد تا آیین نامه هایی را پیاده کنند و برنامه های ضروری را برای حفظ زندگی نسل های آینده ی کودکان مدرسه ای سراسر دنیا طرح ریزی کنند. یک سری راهنمایی های روشن و واضح که نشان دهد به چه چیزهایی میتوان دست یافت، ممکن است به ایجاد یک موقعیت کمک کند، موقعیتی که در آن دولت ها و وزیرانشان توسط رای دهندگان حوزه ی انتخابیه ی خود مجبور خواهند شد مسئولیت نتایج سستی و کم کاری خود را به عهده بگیرند.

یادداشت ها

- (۱) از آنجایی که مناطق زلزله خیز معمولاً کوهستانی و نسبتاً کم جمعیت هستند، چنین فرضی موجب می شود که احتمال زلزله خیز بودن مناطق کوهستانی را بیشتر بدانند و بر بها دهند.
- (۲) یک برآورد انجام شده توسط دولت ایتالیا فرض را بر این گذاشته که تمام مدرسی که قبل از ۱۹۷۹ در سه منطقه ی پرخطر زلزله خیز ساخته شده اند، بنا بر قانون ایتالیا دو سوم آن ها به مقاوم سازی احتیاج دارند که به طور قابل توجهی منجر به هزینه های تخمین زده شده ی کلی بالاتری می شود. معذالک این تخمین برپایه ی برآورد آسیب پذیری دقیق و با جزئیات کامل انجام نشده بلکه اطلاعات مربوط به هزینه ی اجرایی را از دستورالعمل موقعیت پس از زلزله؛ (گورتی ۲۰۰۴) استخراج کرده و مورد استفاده قرار داده است. این تخمین دانش آموزان بین سه و هجده سال در مدارس عمومی را مورد محاسبه قرار می دهد.

منابع

- Alesh, D.J. and W.J. Petak (1986), *The Politics and Economics of Earthquake Hazard Mitigation*, Institute of Behavioural Science, University of Colorado.
- Altay, G., et al. (unpublished), "Benefit Cost Analysis for Earthquake Mitigation: Evaluating Measures for Apartment Houses in Turkey".
- Coburn, A.W. and R.J.S. Spence (2002), *Earthquake Protection*, John Wiley and Sons, Hoboken.
- Cóias e Silva, V. (2001), "Technical Feasibility of the National Programme for Reducing the Seismic Vulnerability of the Building Stock", *Conference on Reducing the Seismic Vulnerability of Constructions*, National Laboratory of Civil Engineering (LNEC), Lisbon, Portugal, 2001.
- Department for Education and Employment (DfEE) (1996), *Area Guidelines for Schools, Building Bulletin 82*, Architects and Building Branch Department for Education and Employment, London.
- Dolce, M. (2003), Personal communication.
- Eurostat (2003), "Public Expenditure on Education in the EU in 1999", *Statistics in Focus, Theme 3 – 22/2003*, Eurostat, Quebec.
- French Government (2001), Personal communication from Pierre Mouroux, Office of Geological and Mining Research, France (BRGM).
- Giardini, M., J. Jiménez and G. Grünthal (2003), *European-Mediterranean Seismic Hazard Map*, European Seismological Commission, International Geological Correlation Programme, Project No. ۳82, SESAME, http://wija.ija.csic.es/gt/earthquakes/imatges/ESC-SESAME_poster_A4_75q.jpg.
- Goretti, A. (2004), Personal communication.

Gülkan, P., et al. (1999), *Revision of the Turkish Development Law No. 3194 and its Attendant Regulations with the Objective of Establishing a New Building Construction Supervision System Inclusive of Incorporating Technical Disaster Resistance-Enhancing Measures* (3 Volumes), Turkish Ministry of Public Works and Settlement, Istanbul.

Japan International Co-operation Agency and Istanbul Metropolitan Municipality (JICA/IMM) (2002), *The Study on a Disaster Prevention/Mitigation Basic Plan in Istanbul Including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey*, IMM, Istanbul.

Langdon, D., et al. (2000), *Spon's European Construction Costs Handbook*, Routledge mot E F and N Spon.

Lungu, D. (2003), Personal communication.

Parsons, T., et al. (2000), "Heightened Odds of Large Earthquakes Near Istanbul: An Interaction-Based Probability Calculation", *Science*, Vol. 268, pp. 661-665.

Penelis, G. (2001), "Pre-Earthquake Assessment of Public Buildings in Greece", *International Workshop on Seismic Assessment and Rehabilitation of Structures*, Athens, Greece, January 2001.

Portuguese Association of Earthquake Engineering (SPES) (2001), "Contributing to a National Programme for Reducing Seismic Vulnerability of Constructions", *Conference on Reducing the Seismic Vulnerability of Constructions*, National Laboratory of Civil Engineering (LNEC), Lisbon, 2001.

Spence, R. (2003), "Earthquake Risk Mitigation in Europe: Progress towards Upgrading the Existing Building Stock", Keynote paper for 5th Turkish National Conference on Earthquake Engineering, July 2003.

Sucuoglu, H. (2003), Personal communication.

United National Development Programme (UNDP) (2001), *Human Development Report 2001*, UNDP, New York, <http://hdr.undp.org/reports/global/2001/en/>.

Zuccaro, G. (2003), Personal communication.

سپاسگزاری

در نوشتن این مقاله از نظرات بسیاری از افراد که در زمینه ی مسائل مربوط به محافظت در برابر زمین لرزه در اروپا فعال هستند، استفاده شده است. قدردانی ویژه از میکائیل پاپاگیاناکیس Papagiannakis ام یی پی MEP، پولات گولکان Polat Gülkan، پانایوتیس کاریدیس Panayotis Carydis، آندریو کوبورن Andrew Coburn، گیولیو زوکارو Giulio Zuccaro، آنتونیوس پومونیس Antonius Pomonis، جولین بومر Julian Bommer، ماری کومریو Mary Comrio، کارلوس اولیوایرا Carlos Oliveira، آرتور پینتو Artur Pinto، هالوک سوکواوگلو Haluk Sucuoglu، پیر مورو Pierre Mouroux، دان لونگو Dan Lungu، آگوستینو گورتتی Agostino Goretti و مارو دولس Mauro Dolce به خاطر بحث های سودمند و تفسیرهای با ارزش که در پیش نویس های مقدماتی انجام شده، سپاسگزاری می کنم.

قسمت پنجم

برداشتن قدمی ابتکاری به سوی بهبود ایمنی مدارس در برابر زمین لرزه: گزارش گروه متخصصان آد هاك AD HOC درباره ی ایمنی مدارس در برابر زلزله

گروه متخصصان ایمنی مدارس در برابر زلزله ؛ آد هاك (ad hoc) به اتفاق آرا توصیه می کنند که سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، فوراً برنامه هایی به سرپرستی دولت ها برای ایمنی مدارس در برابر زلزله و سیستم های آموزشی تنظیم کنند.

منطقی برای توصیه

مکرراً زمین لرزه های شدیدی در کشورهای عضو OECD اتفاق می افتد و باعث فروریختن ساختمان مدارس و مرگ بچه های بی گناه می شود. اگرچه زمین لرزه ها حوادث طبیعی و غیرقابل اجتنابی هستند ولی این بدان معنا نیست که در نتیجه ی زمین لرزه ساختمان مدارس فروریزد. در حال حاضر اطلاعاتی وجود دارد که به طور قابل توجهی خطرات مربوط به زلزله در مدارس را کاهش می دهد و کمک می کند که هرچه بیشتر از زخمی شدن و مرگ افراد در مدارس که دچار حادثه ی زلزله می شوند جلوگیری کند.

کارشناسان چهارده کشور و پنج قاره به نمایندگی از طرف سازمان های بین المللی، دولت، موعسسات دانشگاهی، تجارتي وموعسسات غيردولتي به مدت دو روز ونيم درباره ی معيارهای ممکن برای اطمینان یافتن از ایمنی مدارس در برابر زلزله و سیستم های آموزشی به گفتگو نشستند. در طی این روزها سیاست های علمی، تکنیکی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی وهمگانی درارتباط با ایمنی مدارس درهنگام وقوع زلزله مورد بررسی قرارگرفت. توصیه هایی که دراین سند وجود دارد نظرقطعی وبه اتفاق آرا گروه کارشناسان آد هاك (ad hoc) است.

گروه کارشناسان آد هاك (ad hoc) این مسئله را که مدارس ساخته شده درسراسردنیا به طورمرتب درجریان زلزله فرومی ریزند غير معقول می داند، به ویژه آن که این امر ناشی از کمبود های طرح وساختمان سازی است و موجب ازدست رفتن غم انگیز زندگی هایی می شود که امری قابل پیشگیری واجتناب پذیر است. تنها درچند دهه ی اخیر، هزاران دانش آموز به خاطراین که دانش موجود مربوط به ایمن سازی مدارس دربرابر زمین لرزه به کاربرده نشده بود، جان خود را از دست دادند. این که زمین لرزه هایی در خارج ازساعات مدرسه اتفاق افتاده ودراین صورت خسارات جانی خیلی بیشتری وارد نیامده است، تنها ممکن است یک خوشبختی تلقی شود. اگر به طورعاجلانه درمورد این موضوع دست به کارنشوند خسارات جانی بیشتری به دانش آموزان وآموزگاران وارد خواهد آمد. امروزه تکنولوژی موجود می تواند این مشکل را باهزینه ی عاقلانه و در زمانی عاقلانه حل کند.

انگیزه ی ایمنی مدارس در برابر زلزله بسیار دامنہ دارتر ازغریزه ی جهانی انسان در مورد حمایت وعشق به کودک است. آموزش کودکان برای دوام جوامع آزاد، پیشرفت اجتماعی واقتصادی ملت ها و رفاه افراد و خانواده هایشان ضروری است. درنتیجه ، بیشتر ممالک آموزش را اجباری می کنند. اگر استفاده ی مداوم ازساختمان های غیرایمن در برابر زلزله اجازه داده شود، آموزش اجباری ازطرف یک دولت، امری متناقض وغيرقابل قبول است. انگیزه ی ایمنی مدارس دربرابر زلزله که دراینجا توصیه شده است، برپایه ی این موضوع است که آینده ی واقعی جامعه بستگی به ایمنی کودکان دنیا دارد.

گروه کارشناسان آد هاك (ad hoc) براین باورند که هرکوشش با ارزشی برای انجام ایمنی مدارس در برابر زلزله وسیستم های آموزشی باید دربرگیرنده ی برنامه های ملی با سرپرستی دولت باشد.

نقش OECD در دست یافتن به ایمنی مدارس در برابر زلزله

ایمنی مدارس در برابر زلزله تنها از طریق کوشش های دراز مدت که از پشتیبانی دولت های شرکت کننده برخوردار باشد و با قبول وحمايت همه ی دست اندرکاران وسرمایه گذاران(معتمدان) می تواند موفق شود. OECD دربهترین حالت، مناسب ایفای نقش رهبری درچنین عملیاتی است. گروه کارشناسان آد هاك (ad hoc) قویاً توصیه می کند که OECD درکشورهای عضو و کشورهایی که با آن ها همکاری دارند قدم هایی درجهت تشویق برنامه های سرپرستی دولتی در زمینه ی ایمنی مدارس در برابر زلزله، بردارد.

OECD باید برای موزون ساختن و ازپیش بردن این کوشش به تاسیس یک واحد سازمانی مسئول بیندیشد. این واحد باید منطبق با برنامه ی آموزشی OECD (PEB) باشد و باید یک کمیته ی

مشاورداشته باشد مرکب از: کارشناسان ایمنی در برابر زلزله، کارکنان اجرایی قانون و مدیران تجهیزات مدارس از سوی کشورهای شرکت کننده و کمیته های مشورتی دولتی.

OECD باید با کشورهای عضو و کشورهای شرکت کننده کار کند و در توسعه و تایید برنامه های موثر ایمنی مدارس در برابر زلزله، به آن ها کمک کند. واحد سازمانی OECD باید عهده دار تاسیس یک جریان برای بودجه بندی و اعتبار برنامه های دولتی ایمنی مدارس در برابر زلزله باشد و وسیله ای باشد برای تشخیص و ارزیابی وضعیت، پیشرفت و موثر بودن این برنامه ها. کشورهای شرکت کننده باید به طور مرتب برنامه های به روز شده ای انجام ایمنی مدارس در برابر زلزله را ارائه دهند و همچنین گزارش های پیشرفت را برای بازبینی و تایید توسط واحد سازمانی OECD فراهم کنند. این واحد باید در فاصله های معین، برنامه های کشوری را از طریق کنترل باز خوانی گزارش ها و بازرسی عملیات در داخل کشورها ارزیابی کند. OECD باید نتایج ارزش یابی هایش را منتشر کند و شاید گواهی نامه های انجام صادر کند و به طور علنی دولت هایی را که به خواسته های تعیین شده برای پذیرش برنامه های دولتی نائل می شوند و یا فراتر از آن ها می گذارند برسمیت بشناسد. واحد سازمانی OECD باید برنامه هایی بریزد برای این که نشان دهد چگونه برنامه های نمونه را پاداش دهند و چگونه برنامه هایی را که کمبود دارند، بهبود بخشند.

کشورهای شرکت کننده نیازهای مشترکی در زمینه ی وسایل مدیریت برای تقلیل خطر مدارس و مواد برنامه ای دارند تا بتوانند برنامه های کاهش خطر مدرسه را به طور موثری افزایش دهند. واحد OECD باید اطلاعات تهیه کند، پخش اطلاعات بین المللی را تسهیل کند، مواد اطلاعاتی و ابزار را توسعه دهد و پخش کند، در مورد کارآیی استراتژی ها به کشورهای شرکت کننده توصیه کند که چگونه حمایت از برنامه ها را توسعه دهند. واحد ممکن است که برخی از ابزار و مواد را که در منابع خودش استفاده می کند، توسعه دهد، ولی باید همچنین بهترین روش های عملی را که کشورهای عضو برگزیده اند، نیز اشاعه دهد. نمونه ی تولیدات مورد نیاز عبارتند از ابزارهای ارزیابی آسیب پذیری، اولویت به کارگرفتن آن ابزارها، ابزارهای ارزش یابی هزینه ، سال های دوره ی تحصیلات مدرسه ، اطلاعات مربوط به تدارک آمادگی و اعلام خطر. دولت هایی که برنامه های پیشرفته تری برای ایمنی مدارس در برابر زلزله دارند، ممکن است برخی از این ابزار را توسعه دهند. این کار ممکن است توسط این گروه ها انجام شود: کارشناسانی که از گروه کشورهای شرکت کننده انتخاب می شوند و یا مستقیماً از کارمندان یا مقاطعه کاران خود واحد سازمانی OECD انتخاب می شوند.

OECD همچنین باید در راستای اهداف دیگر سازمان های بین المللی هم سو، راه هایی را برای افزایش حمایت کشورهای غیر عضو جستجو کند تا رسیدن به اهدافی که در این گزارش به طور مفصل شرح دادیم، تسهیل گردد.

اصول راهنمای برنامه های اجباری دولتی جهت ایمنی مدارس در برابر زمین لرزه

برنامه های ایمنی مدارس در برابر زلزله باید ایمنی دانش آموزان در مدارس را به عنوان یک حق انسانی اساسی بشناسد و این را رسماً به عنوان یک خط مشی دولتی به تصویب برساند. برای این

که چنین برنامه هایی به طور فوری انجام شوند تا بتوانند ایمنی مدارس جدید و موجود را در برابر زلزله تضمین نمایند، این برنامه ها باید براساس اصول راهنمای زیر باشد:

۱- پدید آوردن اهداف روشن و قابل اندازه گیری برای ایمنی مدارس در برابر زلزله برپایه و اساس میزان خطری که بتواند در سطح حکومت های محلی بوسیله ی ساکنان ذیربط جوامع ونهادهای محلی اجرا وپشتیبانی بشود، و تهیه منابع مناسب و جدول زمان بندی واقع گرایانه برای رسیدن به اهداف نامبرده.

۲- تعیین تعداد دفعات وقوع زمین لرزه ی کشور به خاطر تسهیل توسعه و اجرای قوانین و استانداردهای ساختمانی. تا یک حدی مناطق حوادث طبیعی باید مشخص شود و تا آن جایی که امکان داشته باشد نقشه های وقوع زلزله باید براساس تجزیه تحلیل های علم احتمالات باشد.

۳- تنظیم پیش برد برآوردن انتظارات یا اهدافی که معیارها و توقعات مربوط به قابلیت لازم ساختمان های مدارس برای مقاومت در برابر زمین لرزه را معین می کند. همه ی ساختمان های مدارس باید آنچنان طراحی و ساخته شود و یا بازسازی شود که از ویرانی کلی، ویرانی جزئی یا نقص های دیگری که زندگی انسان را به مخاطره می اندازد، جلوگیری کند هنگامی که انسان در معرض میزان معینی از لرزش زمین و یا اتفاقات زمین لرزه ای عرضی مانند شکست وگسل سطح زمین، ریزش زمین یا هجوم امواج ناشی از سونامی یا شکستگی سد قرار می گیرد. معذالک برخی ازکشورها ممکن است بخواهند ساختمان مدارس مقاومت اضافی درمقابل زلزله داشته باشند تا حدی که خسارت محدود شود و ساختمان ها قابلیت استفاده ی بلا فاصله پس از زمین لرزه را داشته باشند و به عنوان پناهگاه یا برای عملیات اضطراری از آن ها استفاده شود.

۴- از آنجایی که حفظ سیستم آموزشی برای تداوم جامعه حیاتی است و از آن جا که نقش مدارس به عنوان پناهگاه های اضطراری و مراکز فرهنگی، کانون تجمع مهمی در جامعه به شمار می آید، همه ی مدارس صرفنظر از نوع مالکیت(خصوصی یا عمومی) را مخاطب قرار می دهیم و در نظر داریم.

۵- اولویت نخستین را به ساختن مدارس امن جدید بدهیم. تلاش برای شناسایی مدارس آسیب پذیر موجود، استقرار استانداردهایی برای مقاوم سازی یا جانشینی ساختمان های خطرناک و توسعه دادن یک لیست از اقدامات اولویتی ممکن است درمدت کوتاهی انجام شود. به نظر می آید که برای اصلاح ضعف و نقص در برابر زلزله در ساختمان مدارس موجود، به فرجه ی طولانی تری نیاز است.

۶- تهیه ی برنامه های اجرایی بلند مدت برطبق توافق نامه های جدی با تاکید بر این نکته که حتما بیش از یک بار اجرا گردد.

۷- اتخاذ اقدام در برابر حوادث چندگانه برای ایمنی مدارس با کمک استراتژی های کاهش خطر زمین لرزه که حوادث اضافی را ایزاری می کند برای دیگر حوادث.

۸- در صورت نیاز کمیته های مشورتی استخدام کنند تا اطمینان حاصل شود که خط مشی و تصمیم های تکنیکی معتبر هستند و حمایت و ارزش یابی مستقل دراز مدت برای اقدام ایمنی در برابر زلزله تدارک ببینند.

عوامل اصلی برنامه های دولتی موثر مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله

برای این که برنامه ی دولتی مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله موثر باشد، عوامل اصلی زیر را باید در نظر گرفت :

عامل خط مشی ایمنی در برابر زلزله

خط مشی دولتی باید بوسیله ی قانون با اهدافی که به روشنی تعریف شده و قابل اندازه گیری هستند، تهیه شود. برای رسیدن به اهداف باید اولویت ها و استراتژی ها توسط مقامات شایسته تعیین شود. خط مشی باید روشن و واضح باشد و مقامات دولتی مناسب چشم اندازها و اهداف آن را اجرا نمایند و برنامه ی کار را باید در طی سال های معینی به انجام رسانند. خط مشی باید:

- ایمنی دانش آموزان را به عنوان یک حق انسانی اساسی در نظر داشته باشد.
- نیاز به ایمنی ساختمان مدارس را مورد توجه قرار دهد.
- حداقل استانداردها را برای حمایت از زندگی انسان ها تامین کند.
- استانداردهای قابل تایید برای هدایت طرح زیربنایی مدرسه ی جدید و موجود را براساس موارد زیر پیاده کند: براساس اهداف مقرر، براساس آگاهی مربوط به شدت حرکت زمین در مناطق گوناگون، براساس میزان کیفیت ویژه ی زمین لرزه ی مکان مربوطه و براساس قابلیت و امکانات جامعه برای آموزش دادن، تمرین دادن و گواهی نامه دادن به اعضا که قادر شوند به طور موثر ی به اهداف تعیین شده نائل آیند.
- برنامه هایی برای کاهش خطر ساختمان های مدارس در برابر زلزله و مصالح و لوازم آن ساختمان ها تنظیم شود.
- تدارک منابع مالی و انسانی مناسب برای ادامه ی مستمر برنامه.
- خط مشی باید برای اطمینان از موثر بودن، قابلیت تایید و استمرار برنامه ها، توسط رهبران حمایت شود. رهبرانی که قابل و متعهد هستند و قدرت روحی، اخلاقی و قانونی کافی دارند.

عامل حسابرسی

برای کار اعضا ی مختلف جامعه که مسئولیت اجرای برنامه های ایمنی در برابر زلزله به آن ها داده شده باید یک پایه ی قانونی با خطوط روشن حسابرسی وجود داشته باشد. برای رسیدن به اهداف این برنامه ها، نکات زیر باید در نظر گرفته شود:

- دادن تعریف روشنی از نقش و مسئولیت افراد گوناگون، بنگاه ها و سازمان های درگیر در ایمنی مدارس در برابر زلزله.
- دادن ترتیبی برای واضح و شفاف ساختن برنامه ریزی، طرح، آیین نامه و اجرای تصمیمات.
- داشتن کیفیت لازم درمورد افراد حرفه ای که در طرح تسهیلات مدرسه درگیر هستند.
- یک نهاد اجرایی مسئول که مستقل از سازمان های مسئول طراحی، ساختمانی و تسهیلات مالی مدرسه باشد، عهده دار نظارت و تصویب طرح ویژه، ساختمان سازی و مرمت و نگهداری تجهیزات مدرسه است که وظائف زیر را به عهده دارد:

- اجرای برنامه ی ارزیابی تجهیزات مدارس موجود.
- تجدید نظر و تصویب اسناد ساختمانی که برای بنا های جدید و مقاوم سازی و بازسازی بنا های موجود تهیه شده اند.
- بازرسی و تصویب ساختمان.
- صلاحیت دارکردن (آموزش و گواهی نامه دادن به) کارمندان برای طرح، تجدید نظر طرح و بازرسی، آزمایش مواد و کارهای حمایتی.
- تعیین حیطه یا قلمرو قانونی به طور روشن برحسب منطقه و نوع سیستم های مدرسه و ساختمان های مورد نظر.

قوانین ساختمانی و عامل اجرایی قانون

هدف مقدماتی قوانین و مقررات ساختمانی مدارس باید حمایت از زندگی ساکنان مدرسه باشد. اهداف دیگر می تواند شامل کم کردن خسارت باشد از طریق پناه دادن سریع مردم در مدارس پس از زلزله. قوانین ساختمانی باید حاکم بر طرح ساختمان مدارس جدید و مدارس مقاوم سازی شده باشد. طرح حرکت های زمین در زلزله ممکن است برپایه ی بررسی علم احتمالات، بررسی قطعیت حوادث و یا برپایه ی نقشه ی زلزله خیزی منطقه باشد. هرملتی باید مناسب ترین ضوابط طرح را که برپایه ی بازبینی وقوع زلزله در کشورش و عوامل مناسب دیگر است، تعیین کند.

یک قانون خوب و موثر برای بنای مدرسه و عامل اجرایی مربوط به آن باید از موارد زیر تشکیل شود:

- اهداف روشن دستورالعمل ساختمان که ممکن است براین پایه ها باشد:
 - ویژگیهای حرکت زمین و زمین شناسی منطقه.
 - جلوگیری از ویرانی و ضوابط کنترل خسارت ساختمانی
 - اثرات ثانوی مانند سونامی، فروریزی و گسستگی سطح زمین.
 - تماس های اجتماعی - اقتصادی با جامعه .
 - افراد کاردانی باید به کمک یک روند بازبینی و رسیدگی دوره ای و زمان بندی شده ی قوانین و رهنمودها، درامر درک عملی مهندسی زمین لرزه تامل کنند.
 - روش های اجرای قانون ساختمانی مدارس و مقررات ساختمانی که نیازهای جامعه را درنظرمی گیرد ولی پیش بینی روشنی را تدارک می بیند برای :
 - بازرسی طرح های بنای ساختمان های مدارس توسط ناظران کارشناس و کاردان.
 - بازبینی کردن و گواهی کردن تجهیزات مدارس ساخته شده.
 - برای اطمینان از این که در فعالیت های اجرایی به خاطر فشارهای آشکار و زیرکانه ی ناشی از هزینه ی خاص پروژه، سررسید زمان پایان کار یا مسائل مالی دیگر، تبانی به وجود نیاید، به یک هیات نظارت و مامور مسئولی که مستقل از کسانی است که هزینه ی ساختمان ها، طراحی و بنا کردن را به عهده دارند، نیازاست
- وجود صرف یک قانون ساختمانی در یک جامعه ممکن است این احساس اشتباه را به وجود آورد که ساختمان ها به شکل مطمئنی ساخته شده اند و این که صورت وضعیت پس از وقوع زلزله ی

آن ها رضایت بخش است. اگر قوانین و مقررات در هر مرحله ی طراحی و ساختمان درست اجرا نشود نوشتن و تطبیق قوانین و مقررات ساختمانی ممکن است یک خط مشی ناقص تلقی شود. این مراحل باید این اطمینان را ایجاد کند که مقررات قانون به طور مستمر انجام و اجرا می شود و ارزشی برابر با قوانین توسعه دارد.

عامل کارورزی، کارشناسی و کاردانی

ایمنی ساختمان بر پایه ی مقررات و قوانینی است که نیاز به کارورزی خاص و کارشناسی افراد حرفه ای، کارکنان ساختمانی و تکنسین های درگیر در مراحل مختلف طرح و ساختمان دارد. برنامه های ایمنی کارورزی ساختمانی هر کشور باید متناسب با وضعیت آن کشور باشد. برنامه های کارورزی باید با ساختار دولتی و تقسیم مسئولیت ها، میزان درک خطر برای نهادها و معتمدانش، ارزش های جامعه و شرایط اقتصادی تطبیق کند. برای طراحان حرفه ای، ماموران اجرای قوانین، ناظران طرح، بازرسان و مقاطعه کاران باید کارورزی تدارک دیده و پروانه ی مجاز صادر شود.

- **مهندسان و معماران** باید به طور شایسته ای درمورد اقدامات عملی مربوط به طرح های پس از زلزله تعلیم ببینند و برای کسب پروانه ی مجاز طرح و آماده کردن اسناد ساختمانی، آزمون های دقیقی را بگذرانند.
- به هنگام اعطاء پروژه های ساختمانی باید **کارشناسی های فنی** مقاطعه کاران در نظر گرفته شود. برای نمونه جهت اطمینان از حداقل سطح صلاحیت و شایستگی مقاطعه کاران می توان آن ها را مورد آزمایش قرارداد و پروانه برای آن ها صادر کرد. این کار نیاز به تنظیم برنامه های کارورزی در زمینه ی مناسب ترین عملیات ساختمان سازی برای مقاطعه کاران و انجام معاملات آنان دارد.
- به **کارمندان ساختمانی، کنترل کنندگان حرفه ای و بازرسان** از طریق یک جریان کارورزی و آزمون مناسب، گواهی داده شود.

عامل آمادگی و برنامه ریزی

برنامه های دولتی کارآ و قابل اجرا ایجاب می کند که هریک از بخش های آموزش و پرورش و مدرسه ای و هر مدرسه ای به طور جداگانه اقداماتی برای کاهش خطر ها انجام دهند و کارمندان و دانش آموزان را آماده کنند تا در زمان وقوع رویداد های ناگهانی از راه های درست و ایمن عکس العمل کنند. ارکان ایمنی مدارس باید شامل نکات زیر باشد:

- **آموزش و تعلیم و تربیت.** توسعه و آموزش در دوره ی مقدماتی و دبیرستان در زمینه ی زلزله، اقدامات اجتماعی در ارتباط با زلزله ها و عملیات آمادگی. برای بالابردن فرهنگ پیشگیری در نسل های آینده ی جامعه از دوره ی آموزش مدرسه ای باید استفاده کرد. فرهنگ پیشگیری را در میان نسل های آینده ی جامعه در مدارس باید بالا برد.
- **راه های کاهش خطر.** از طریق بستن و ثابت نگهداشتن اثاثیه و لوازم، قفسه ی کتاب ها، اثاثیه و تجهیزات و وسایل دیگر در ساختمان مانند چراغ ها، بخاری ها و آب گرم کن ها، راه هایی را برای بهبود ایمنی محیط (مادی) اتخاذ کنید.

- **برنامه ی اضطراری.** برنامه هایی را تهیه و تدارک ببینید که اقدامات، تصمیمات و مسئولیت هایی را که قبل از زمین لرزه، در دوره ی وقوع زمین لرزه و پس از آن احتیاج هست، تعریف و مشخص کند؛ سازمان ها و مسئولانی باید این برنامه ها را به طوری اجرا کنند که شامل تصمیم گیری درمورد پناه دادن یا مرخص کردن دانش آموزان یا به کار بردن امکانات و تجهیزات مدرسه به عنوان پناهگاه های جامعه و تجهیزات و لوازمی که برای اجرای این تصمیمات لازم است، باشد.
- **ارزیابی های ایمنی.** تنظیم استانداردها، حدود و نحوه ی ارتباط مسئولان و اقداماتی جهت انجام ایمنی ساختمان ها پس از زمین لرزه ها، تصمیم مربوط به تخلیه، تعمیر و اقدامات مربوط به بازگشت دوباره.
- **کارورزی.** تدارک کارورزی و لوازم و مواد آن برای کارمندان و دانش آموزان در هنگام وقوع زلزله و اقدام به عملیاتی برای تامین ایمنی کارکنان.
- **کارآموزی فشرده.** وادار کردن به تمرین های دوره ای فشرده با به نمایش گذاشتن فرضی شرایط واقعی زمین لرزه جهت انجام کارورزی و آزمودن چگونگی مناسب بودن برنامه ها و ارزیابی های مربوط به ایمنی.

آگاه شدن جامعه و عامل شرکت

درک و همکاری جامعه، برتر از موفقیت یک برنامه ی بهبود ایمنی مدارس پس از زلزله، است. تمام افراد جامعه باید به نکات زیر توجه کرده و آن ها را خوب درک کنند: خطر واقعی زمین لرزه ی منطقه، آسیب پذیری ساختمان های مدارس موجود، عواقب ساختن نا درست و نامناسب ساختمان های جدید مدارس یا عواقب عدم توجه به بهبود بخشیدن مقاوم سازی ساختمان های موجود و امکان بهبودبخشیدن ایمنی مربوط به زلزله در مدارس. خصوصاً آن دسته از افراد جامعه که در کار ساختمان مدارس شرکت دارند، باید درک کنند که چرا از آن ها خواسته شده که عملیات مقرر شده را دنبال کنند و همچنین عواقب کوتاهی آن ها در صورت انجام ندادن این کار را باید درک کنند. اقدام موثر در تلاش برای آگاهی جامعه باید شامل این نکات باشد:

- برنامه هایی برای بالابردن آگاهی و دانش مردم در مورد خطرات ناشی از زمین لرزه ها و حوادث طبیعی دیگر.
- برنامه های آموزشی جهت انتقال و انتشار دانش تکنیکی و توضیح خطر به طوری که برای معتمدان جامعه قابل فهم باشد.
- فعالیت هایی برای این که به جامعه اجازه و اختیار داده شود که در برنامه ی کاهش خطر مدارس در برابر زلزله شریک باشد و در انجام آن کمک کند.
- استفاده از دوره ی تحصیلات مدرسه برای بالا بردن فرهنگ جلوگیری از خطرات در نسل های آینده ی افراد جامعه.

عامل کاهش خطر در بناهای جدید

به طور معمول روش های تایید شده ای برای اطمینان از این که ساختمان مدارس و وسایل موجود در آن ها در برابر زلزله خوب عمل می کنند، وجود دارد و انجام چنین روش هایی امکان پذیر است. عوامل زیر در کاهش خطر برای بناهای جدید ضروری به شمار می آیند:

- تعیین میزان بروز زلزله در منطقه و توسعه ی نقشه های بروز زلزله.
- توسعه ی دستورالعمل ها و قانون های مناسب با فرهنگ و شرایط اقتصادی منطقه از طریق پذیرش اهمیت اساسی اجتماعی مدارس و نقش پناهگاه بودن ساختمان مدارس در مواقع بعد از وقوع بلاهای ناگهانی.
- توسعه ی آیین نامه های ساده یا بهترین شیوه ی عملی ساختمان سازی برای مناطقی که چنین راه حل هایی در آن ها ممکن است بازده فوری در ایمنی مربوط به زلزله در بر داشته باشد) مثل آموزش های ساده ی ارزان قیمت در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه)
- کارورزی و آموزش اهل فن، تکنسین ها و نیروهای کار ساختمان سازی
- تعیین تاریخ سررسید برای انجام استانداردهای ساختمان سازی با توجه به سطوح مختلف کارهای جاری در کشورهای گوناگون.
- قوانین و آیین نامه های موثر برای ساختمان سازی و اجرای جدی این قوانین.

عامل کاهش خطر در بناهای موجود

در مورد کاهش خطر زلزله در ساختمان ها ی موجود مدارس درک این نکته که چرا این خطر وجود دارد و چه اقداماتی توسط جامعه ممکن است انجام شود که احتمالاً خطر را کاهش دهد، امر مهمی است. ارزش های جامعه، شرایط اقتصادی، امکانات مالی و نوع مواد ساختمانی قابل دسترس در منطقه باید هنگام توسعه و انجام طرح کاهش خطر مورد توجه قرار گیرد.

عوامل کلیدی برای کاهش موثر خطر در بناهای موجود در این جا بر شمرده می شود:

- تعیین میزان بروز زلزله و آماده کردن نقشه های بروز زلزله.
- ارزیابی خطر در مدارس موجود و در تجهیزات آن ها.
- ارزش یابی عواقب درست انجام ندادن کار.
- توسعه و اجرای خطوط راهنمای فنی برای بهبود صورت وضعیت بناهای موجود به هنگام وقوع زلزله (مثال: روش ها و اقدامات برای تخمین نیروها و جا به جا سازی های ساختاری و پیش بینی خسارت، حدود اطمینان ایمنی و اعتماد قابل قبول، استفاده ی درست از مواد و مصالح ساختمانی و نظارت و بازبینی جریان ساختمان سازی).
- تنظیم یک برنامه ی کاری برپایه ی فراهم بودن سرمایه، نیروی انسانی و توانایی های آن، زیربنای موجود و ساختار اجرایی جامعه.
- اولویت و اجرای طرح کاهش خطر، با در نظر گرفتن منابع مالی و انسانی و نقش ساختمان های مدارس در نحوه ی مدیریت رویداد ناگهانی پس از زلزله.
- نظارت و بازبینی کارآیی انجام طرح.

با مسلم فرض کردن اهمیت کار مقاوم سازی در بسیاری از کشورها، کارمندان مسئول باید برنامه های زمان بندی و اولویت هایی را برای مقاوم سازی حداقل آن دسته از بناهایی که پنداشته می شود در معرض بالاترین خطر هستند، تهیه کنند. هنگامی که برای اجرای کامل برنامه ی مقاوم سازی مدارس در برابر زلزله به چندین دهه نیاز هست، کار بر روی بناهایی که بالاترین درجه ی خطرپذیری را دارند ممکن است برپایه ی اولویت ها در کوتاه ترین دوره انجام شود.

کمی کنندگان به این کتاب

***ad hoc* Experts' Group on Earthquake Safety in Schools**

Alejandro AURRECOECHEA

Deputy Manager, Institutional Co-ordination

and Communications

CAPFCE

Mexico

Emmanuel BALTAS

Managing Director, School Building

Organisation S.A.

Greece

Dennis BELLET

Chief Structural Engineer, Department of

General Services

Division of the State Architect, California

United States

Fouad BENDIMERAD

Technical Director, Risk Management

Solutions

United States

Sálvano BRICEÑO

Director, UN Secretariat for the International

Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR)

Arietta CHAKOS

Chief of Staff, City of Berkeley, California

United States

Nicola COSENTINO

Consultant, Emilia-Romagna Regional

Administration

Italy

Mauro DOLCE

Director, Laboratory for Material and

Structural Testing

Department of Structural, Geotechnical and

Applied Geological Engineering

University of Basilicata

Italy

Polat GÜLKAN

Director, Disaster Management Research Centre

Middle East Technical University

Turkey

John HARDING

Associate Officer, UN Secretariat for

the International Strategy for Disaster

Reduction (UN/ISDR)

Wilfred IWAN

Director, Earthquake Engineering Research
Laboratory
California Institute of Technology
United States

Sudhir JAIN

Head, Department of Civil Engineering
Indian Institute of Technology
India

Oscar A. LÓPEZ

Director, Institute of Materials and
Structural Models
Faculty of Engineering
Central University of Venezuela
Venezuela

Jean-Pierre MASSUÉ

Executive Secretary of the EUR-OPA Major
Hazards Partial Agreement
Council of Europe

Jorge MENESES

Assistant Scientist, Department of Structural
Engineering
University of California
United States

Zoran MILUTINOVIC

Director, Institute of Earthquake Engineering
and Engineering Seismology
University St. Cyril and Methodius
FYROM

Marcos MIRANDA

Co-ordinator, School Infrastructure
Ministry of Education
Chile

Brian MITCHELL

Implementation Manager, Property
Management Group
Ministry of Education
New Zealand

Fausto PEDRAZZINI

Programme Director, NATO
Cooperative Programmes Section
Public Diplomacy Division

Jorge Miguel PROENÇA

Professor, Seismic Engineering and Structures
Institute of Structures, Territory and
Construction Engineering

Higher Technical Institute (ICIST/IST)

Portugal

Christopher ROJAHN

Executive Director, Applied Technology

Council

United States

Badaoui ROUHBAN

Chief, Section for Engineering and

Technology

UNESCO

Haresh C. SHAH

Director, Risk Management Solutions Inc.

United States

Richard SHARPE

Director, Earthquake Engineering

Beca Carter Hollings & Ferner, Ltd.

New Zealand

Anselm SMOLKA

Head, Geological Risk Research

Munich Reinsurance Co.

Germany

Andrew SMYTH

Assistant Professor, Columbia University

Civil Engineering and Engineering

Mechanics Department

United States

Robin SPENCE

Professor, Architectural Engineering

Cambridge University

President of the European Association for

Earthquake Engineering

United Kingdom

L. Thomas TOBIN

Manager, Tobin and Associates

United States

Brian E. TUCKER

President, GeoHazards International

United States

Carlos VENTURA

Professor and Director, Earthquake

Engineering Research Facility

Department of Civil Engineering

University of British Columbia

Canada

Friedemann WENZEL

Professor, Geophysical Institute

University of Karlsruhe

Germany

Özal YÜZÜGÜLLÜ

Professor, Department of Earthquake Engineering

Bogaziçi University

Kandilli Observatory and Earthquake

Research Institute

Turkey

Other contributors to this publication

Nicola BONUCCI (OECD)

Bureau Paris (layout)

Lucie BUXTORF (OECD)