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 بویین 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 ـ 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 واصول مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله بسیارند و روایاتی که در این گزارش برشمرده می شود نشان می دهد که دربسیاری 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 وکمیابی مواد، مشکل تر و پیچیده تر می شود. ازنظراروپایی ها در کشورهای مناطق زلزله خیز هنگامی که مواد، منابع مالی وانسانی برای بنیاد یک سری برنامه جهت جداسازی ، ارزش گذاری ومقاوم 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 ازمتخصصان خواسته شد کاربرد مفاهیم شناخته شده ی ایمنی در برابر زلزله واصول استراتژی ها وبرنامه های موجود برای ایمنی مدارس را شرح دهند و مؤثرترین راه ها برای تشویق، آسان کردن و ارزیابی پیشرفت هایی را که درجهت اهداف ایمنی در برابر زلزله انجام می شود، مورد توجه و رسیدگی قرار دهند. همچنین ازمتخصصان پرسیدند چگونه می توان به بهترین وجهی کشورها و سران سیاسی را متوجه ساخت که ایجاد برنامه هایی که در طی آن مدارس مقاوم دربرابر زلزله بسازند به نفع آن هاست. افزایش آگاهی ازطریق انتشار اطلاعات مربوط به ایمنی مدارس در برابر زلزله با استفاده از راه های رسمی وغیررسمی در قادرساختن وتشویق 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 درایتالیاست (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

دربرخی ازموارد، به سازی مقاومت مدرسه در برابر زلزله، خصوصاً یک مدرسه ی تازه، می تواند طی یک روند ساده وارزان انجام شود. هرچند برای بسیاری از مدارس موجود، اقدامات مالی وتکنیکی مقاوم سازی دربرابر زلزله ازطریق به حال اول بازگرداندن یا وسایل دیگر- قابل توجه

است وممکن است یک تعهد درازمدت را ایجاب کند. درهمه ی برنامه ها درمورد مناسب ترین و مؤثرترین عمل مقاوم سازی باید تصمیم گرفته شود. برای این که تمام عوامل درنظرگرفته شود Smyth et al. یک تجزیه تحلیل هزینه و صرفه سنجی را درمورد ساختمان یک مدرسه فرضی انجام داد واین کاررا با توجه به هزینه های به حال اول برگرداندن برای هرایالت خسارت دیده، هزینه ی جابجایی ساختمان وارزش جان های ازدست رفته ، انجام داد. به همین نحو Spence کل هزینه ی مقاوم سازی اسکلت ساختمان مدرسه را در۶ کشور اتحادیه اروپا که خطرپذیری زیاد دربرابر زلزله دارند تخمین زد. هردوی این بررسی ها نشان می دهد که مقاوم سازی اسکلت ساختمان مدرسه ها دربرابر زلزله درخیلی ازکشورها از نظر تکنیکی و مالی امکان پذیر است وهمچنین نشان داده شده که برای اطمینان ازانجام اقدامات لازم به کوشش های هم آهنگ وتنظیم شده ازطرف تصمیم گیرندگان نیاز است.

فصل ۱۴

بازنگرشی کوتاه به چهرمان شناسی مدارس درایتالیا:

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 درایتالیا را مختصراً شرح می دهد، این ساختمان ها به طورعمده ای از روی دوره ی ساخته شدنشان مشخص می شوند وعبارتنداز: تک ساختمان های معمارساز، ساختمان های بتنی با اسکلت آهنی، ساختمان های دانشگاهی وساختمان های تاریخی یا یادبود. قابلیت اطمینان هرنوع ساختمان دربرابرزلزله – که اغلب برای همه ساختمان های مدارس درایتالیا پایین است – شرح داده شده وبرخی 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 رومانیی ,Emilia- Romagni Regional Administration بوده که تجزیه و تحلیل آسیب پذیری ۲۷۰۰ ساختمان استراتژیک که شامل مدارس نیز می شود را در بین سال های ۱۹۸۹ و۱۹۹۰ انجام داده است.

چهرمان شناسی مدارس درایتالیا

نوع ساختمان مدرسه ها در ایتالیا به طورعمده از روی دوره ی ساخت وتحول 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 ۱۹۰۰و۱۹۴۰ ساخته شده اند مدارس ابتدایی ومتعلق به اداره ی شهرداری هستند. بلندی اطاق ها تقریباً ۳/۵ متراست که دردو ردیف در طول نمای ساختمان قراردارند و ازطریق یک پاگرد مرکزی به هم مربوط می شوند. پی ها ی ساختمان معمولا ازالوارهای غیر مسلح که در یک ردیف در زیر دیوارهای اصلی قراردارند، ساخته شده است. کف ساختمان ها از همان آغاز بااستفاده ازتیرهای فولادی و آجرهای مجوف یا میان تهی ساخته شده است، ولی به دلیل تعمیرات یا تعریض مدارس امکان پیداکردن ساختارهای گوناگون درهمان ساختمان وجود دارد. به طورکلی سقف ها پوشش های سختی ندارد واز الوار سبک ساخته شده است. معمولاً درساختمان ها ی گوناگونی که از این دست هستند، خواص مکانیکی مصالح گرچه خیلی خوب نیست، مانند هم است.

تصویر ۱/ ۱۴ تک ساختمان معمارساز مدرسه در Ferrara County

تصویر۲ / ۱۴ ساختمان بتونی با اسکلت آهنی ، مدرسه ای در بولونیا

- *ساختمان های بتونی با اسکلت آهنی* (تصویر ۲/ ۱۴) که بعداز ۱۹۵۰ ساخته شده است به عنوان مدرسه متوسطه استفاده می شود ومتعلق به ادارات محلی یا استانی است. این ساختمان ها با دیوارهای معمارساز شفته ریزی شده یا قطعات ازپیش ساخته شده کامل شده است. این نوع ساختمان ها از «معماری عقلانی» تبعیت می کند و ازنظرنقشه وارتفاع نامنظم است ومعمولاً پنجره های باریک دارد. طبقه اول اغلب فضای باز دارد. نظربه این که ازسال ۱۹۵۰ تا به امروز ساختمان سازی بهترشده است، می توان جزئیات متنوع ومواد اولیه با کیفیت های گوناگونی دراین ساختمان ها پیدا کرد. بسیاری ازاوقات این نوع ساختمان ها وحتی ساختمان هایی که اخیراً بنا شده است فاقد مستندات فنی است.

تصویر ۳ / ۱۴ . دانشکده مهندسی دانشگاه بولونیا

- *ساختمان های دانشگاهی* (تصویر۳ / ۱۴) در دوره های زمانی گوناگونی بنا شده اند و با سازمان پیچیده ی فضایشان تعریف می شوند. این ساختارها ازنظر اندازه بسیارگوناگون واغلب متعلق به اداره ی دانشگاه است. به طورکلی این ساختمان ها تکی است اگرچه اغلب چندین بلوک مربوط به هم را دربرمی گیرد.

تصویر۴/ ۱۴ حیاط داخلی سان ژیووانی در ساختمان مونته دانشگاه بولونیا

- *ساختمان های تاریخی یا یادمان ها* (شکل۴/ ۱۴) پیش از سال ۱۹۰۰ ساخته شده است ومی تواند تعدادی از فعالیت های آموزشی از مدرسه مقدماتی تا دانشگاه را و یا به طورکلی 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 طورکلی پایین است. این نه تنها به خاطر فقدان ضوابط آیین نامه ای مربوط به زلزله دراغلب 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 ازعوامل 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(تصویرA ۵ / ۱۴) . عوامل دیگر آسیب پذیری عبارتند از:
  - تزلزل یا سستی خارج ازرویه سطح تراز، به دلیل اطاق های با پهنای وسیع که هیچ دیوار حفاظتی مناسب ندارد.
  - ریزش دیوار محیطی که مربوط به فشارتیرها ی 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*، دقیقا از قواعد ساختمانی که درحال حاضر در قوانین مربوط به زلزله وجود دارد پیروی نمی کند. به علاوه موادی که بین سال های ۱۹۵۰و ۱۹۷۰ به کار رفته است از کیفیت نامطلوب برخوردار بوده و اشکال معماری که بعد از ۱۹۷۰توسعه یافت نا منظم بوده ومنجربه ضعف (مقاومت پایین) در برابر زمین لرزه می شود. ترکیب انعطاف پذیری ستون کوتاه که درنتیجه ی استفاده ی نامناسب از رکاب ها ایجاد شده و زیاد بودن نیروی فشارایجاد شکست که معمولاً بوسیله ی اثرات پیچش پدید می آید، به طور قابل توجهی باعث فرو ریختگی گردیده است. دراین گونه ساختمان، دیوارهای از شفته پرشده نقش مهمی درمقاومت کلی و ناپدید شدن انرژی (زلزله) دارد و اثر ویران گر زلزله به طور چشم گیری به کمک پنجره های باریک درساختمان های مدارس کم می شود.

تصویر ۵ /۱۴ (آ) چهرمانی خسارت وآسیب پذیری دربرابر زلزله (فقدان یک سطح سخت و محکم در سقف) در یک ساختمان معمارساز، 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 ودهنه های گشاد پنجره ها مشخص می شود. دشواری تقسیم فضا آسیب پذیری در برابر زمین لرزه را افزایش می دهد. به علاوه تجهیزات به کاررفته 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 منجربه 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 شرائط 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 طورمناسبی مقاوم کرد، این کاربا استفاده ازدیوارهای 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 رامی توان با افزودن یک لایه بتون روی قطعات کف یا اضافه کردن بست های فولادی در زیر قطعات کف انجام داد. معمولا نظام نامه های ایمنی، مقاوم سازی کامل ساختاری را ملزم می داند. با وجود این یک استراتژی دیگر ممکن است عناصر اضافی وخارجی 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 نیازدارد. 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 ازروش 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 عناصراضافه شده ی سختی ساز/پخش کننده ی فشار نیازمندیم.

- مقررات عمومی که برای مقاوم سازی *ساختمان های دانشگاه* به کارمی 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 کمّی 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. ازاین رو باید رهنمود هایی تهیه شود که حاوی اطلاعاتی راجع به سرمایه گذاری های تجربی وتکینک های ارزش یابی جهت برآورد کمّی اثر کارهای برنامه ریزی شده، باشد.

تصویر۶ / ۱۴ (آ)کار مقاوم سازی، محوطه ی دانشگاه برکلی

(ب) بارروس هال، محوطه ی دانشگاه برکلی

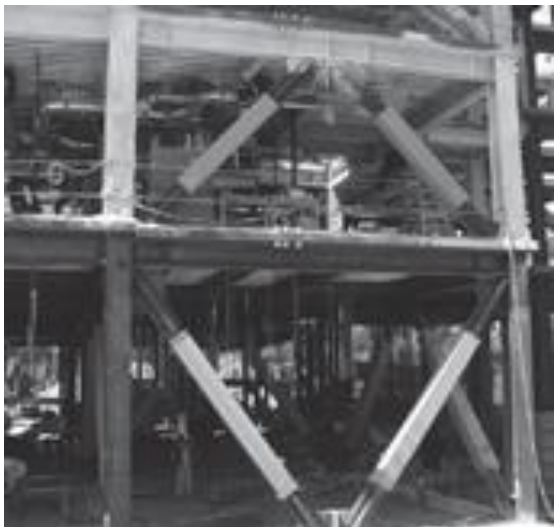
برخی از مقاوم سازی های جالب آزمایشی در برابر زلزله ، با به کاربردن یک سری تکنیک های ممکن قابل انتقال به ساختمان های مدارس، در محوطه ی دانشگاه برکلی(امریکا) به کارگرفته شده است. مثال های زیر از تارنمای www.nisee.berkeley.edu برگرفته شده است.

- تصویر ۱۴/۶(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 دربرابر زلزله نامرغوب برآورد شده بود، یکی ازاولین بناهایی بود که در محوطه ی وسیع جدید باید به عنوان نخستین اقدام، مقاوم سازی می شد. (تصویر۶/ ۱۴(ب). این بازسازی دربرگیرنده ی دیوارهای حائل (سازه ی نگهبان) بتونی جدید و پی ها یی بود که گرد انتهای ساختمان می پیچد و به وسیله شاه تیرهای کولکتور که درطول نمای شمال وجنوب ساختمان دربالای طبقه های بالا امتداد داشت، اتصال می یافت. ساختمان سازی جدید وضع بغرنجی داشت به خاطراین 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 حاضرازنظرمقاومت دربرابر 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 ازنظرمقاومت دربرابر 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 ۱۴/۸(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 ۱۸۷۰و 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 وسقف های تاریخی، توسعه دادند .

تصویر۸ /۱۴(آ) نمای بیرونی ساختمان که پی های موقتی ومقیاس پروژه درمحوطه 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)

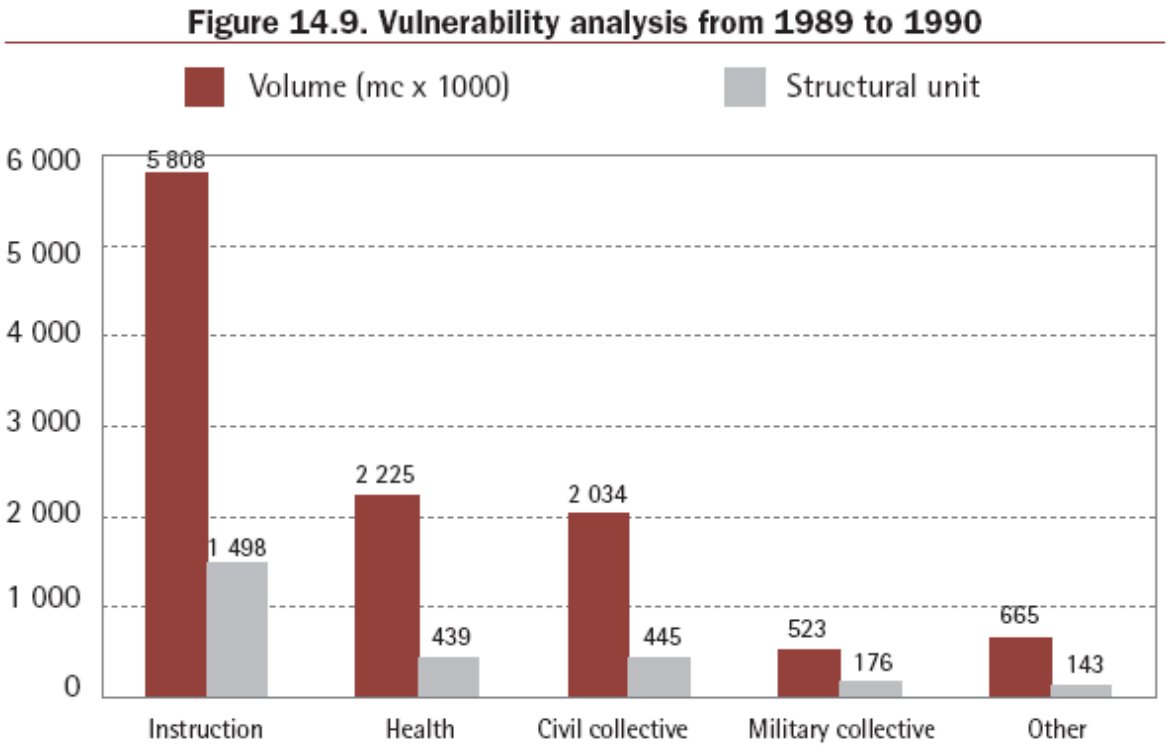
سازمان دولتی معمولاً در ارتباط با زلزله دونوع برخورد می کند: اول با ترتیب دادن یک برنامه ی اضطراری بعد از وقوع زلزله و دوم با کاستن سطح خطرساختمان ها در برابرزلزله به منظور جلوگیری کردن. پایین آوردن سطح خطر زلزله بعد ازاولین فازاضطراری، باید هدف اصلی در دوره ی بازسازی بعد از وقوع زلزله باشد. درهردوحالت اولین کارتهیه ی یک «لیست اولویتی » و یک برنامه ی هزینه ی مقاوم سازی است که بطور مناسبی منابع اقتصادی مورد نیازرا 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 هرحال در یک برنامه ی صرفا 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 درسال ۱۹۸۶در دوازده ناحیه ی شهرداری که در امیلیا اُپنینو قرار داشت، شروع شد.(نگاه کنید به : www.regione.emilia/romagna.it/geologia/Sismic.htm .

این تجربه بین سال های ۱۹۸۹و۱۹۹۰ با یک سرمایه گذاری برای آسیب پذیری قریب به ۲۷۰۰ساختمان سوق الجیشی- ازجمله بیمارستان ها، مدارس و سالن های شهر- در ۷۶ شهرداری ادامه پیدا کرد. این شهرداری ها درسال ۱۹۸۳ازنظر زلزله خیزی، طبقه بندی شده بودند (تصویر ۱۴/۹). سازمان دولتی منطقه ای به طورمرتب این تجزیه و تحلیل را به روز کرده و توسعه می دهد. اخیراً همه ی سازمان های دولتی ایتالیا درمورد 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.

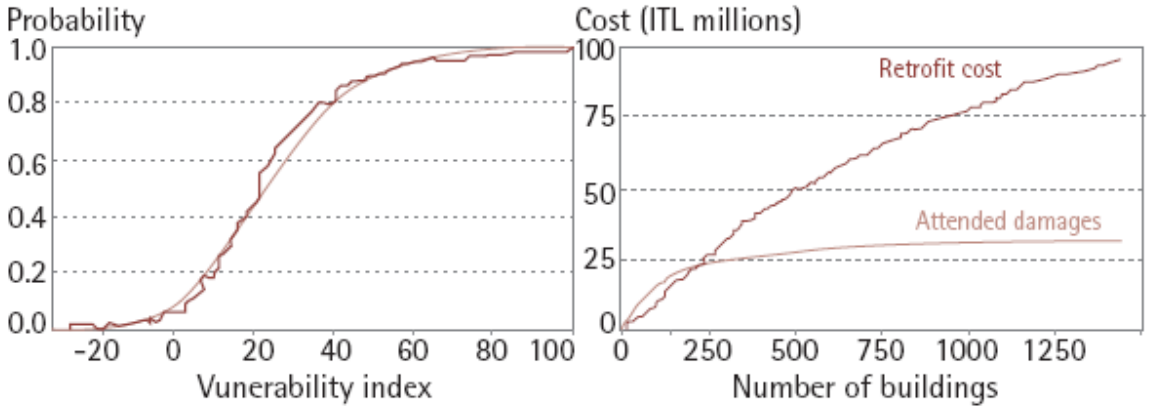
تصویر۹ /۱۴. تجزیه تحلیل آسیب پذیری از سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۰



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

(ب) منحنی های انباشتگی زیان های وارده وهزینه 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

درجریان این سرمایه گذاری ها قابلیت آسیب پذیری بوسیله منحنی های شکنندگی تخمین زده شده است که شاخص زیان وضرر را به شاخص بازسازی V و به حداکثرسرعت یعنی y مربوط می کند.($d(y_1V)$ شاخص ضرر و زیان به عنوان درصدی از ارزش ساختمان به حساب می آید. , y_1 y_c به ترتیب تقدم، اولین زیان ها و سرعت های فروریختن 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 ازسایت زیر به دست آورید:

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

$$d(y,V) = 0 \quad \text{for} \quad y \le y_i$$
$$d(y,V) = (y - y_i) / (y_c - y_i) \quad \text{for} \quad y_i < y < y_c$$
$$d(y,V) = 1 \quad \text{for} \quad y_c \le y$$

اولین نتیجه ی این تجزیه تحلیل منحنی ای است که توزیع انباشتگی ساختمان های امتحان شده را از نظرآسیب پذیری شان، نشان می دهد (شکل۱۰ /۱۴(آ). تخصیص«مدل هزینه» به هرنوع ساختمانی امکان «خسارت پدیدآمده» را در منحنی «هزینه» نشان می دهد. تصویر۱۰/ ۱۴ (ب) نتیجه ی کاربرد این اقدام درباره ی ساختمان های مدارس در امیلیا ـ رومانیا را نشان می دهد. می توان مشاهده کرد که درصد مشخصی از ساختمان ها می توانند در برابر زلزله مقاوم سازی شوند. دراین نمونه، زیان های غیرمستقیم و«خسارات جانی» - که محصول حادثه ی زلزله هستند-

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

برخی ازجنبه ها را می توان با به کار بردن این روش بهبود بخشید. همکاری مشترک بین کشورهایی 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 فروریختن 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 وارزش یابی شود.

- به مسأله ی درمعرض خطر زلزله بودن - خصوصاً درمورد منابع انسانی- باید توجه کرد. ازآنجایی 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 خطرانجام می شود، بدیهی است که منافع اقتصادی می تواند به ایجاد برخوردهایی بین ادارات مختلف بیانجامد : دراینجا 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. ازاین 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 ازکشورهند معرفی می کنیم- برنامه ی ملی آموزش مهندسی زمین لرزه و صدور پروانه برای مهندسان- که ممکن است درس هایی باشد درجهت طرح برنامه های ایمنی مدارس دربرابرزلزله درکشورهای درحال 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 درمرحله 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 مؤثر 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 ازساختمان های مدارس درزلزله ی لونگ بیچ کالیفرنیا درسال 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 درهمه 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 ۲۰۰۱در زمین لرزه ی Bhuj درهند (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 انگیزدیگری هم اتفاق افتاد وآن هنگامی بود که ۳۰۰ شاگرد مدرسه ای در روز جمهوری در یک خیابان باریک درشهر *آن یار* رژه می رفتند. ساختمان های دوطرف کوچه برروی آن ها فروریخت و آنان جان خود را از دست دادند (Rai, Prasad and Jain, 2002).

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

- می توان ازساختمان مدارس به عنوان پناهگاه موقتی استفاده کرد.

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

چالش هایی برای کشورهای درحال رشد

کشور درحال توسعه یعنی چه؟ به نظرنویسنده فرق بین یک کشورتوسعه یافته ویک 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 کشورکارآیی 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 بسیارند مدارسی 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) www.nicee.org/npee . دراین پروژه ، هشت انستیتوی تکنولوژی آموزش هایی برای معلمان دانشکده ی مهندسی، معماری و پلی تکنیک تدارک دیدند. مواد پروژه شامل موارد زیربود: برنامه ی آموزش عملی کوتاه مدت (از یک تا چهار هفته) ومتوسط (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 ومنابع آزمایشگاهی؛ وهمچنین سازمان دادن سمینارها ونمایش های عملی. این برنامه ها برای همه ی دانشکده های مهندسی/ پلی تکنیک و مدارس معماری – چه دولتی وچه خصوصی – که مدارک دانشگاهی یا دیپلم می دهند، درنظرگرفته شده است.

برنامه ی نامبرده درآوریل سال ۲۰۰۳ با بودجه ی تقریبی ۶/ ۱۳۷میلیون روپیه ی هند (تقریباً ۳میلیون دلارآمریکایی) شروع شد ودرآغاز دوره اش سه ساله بود. این مقدارشامل هزینه ی ثابت بودجه ی عمومی دولتی؛ حقوق، ساختمان ها یا بودجه های زیربنایی دیگرنمی شود برعکسِ هشت موسسه ی نامبرده در بالا که از بودجه ی دولتی سرمایه گذاری شده است.

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

- یک گروه ازاعضای ۱۷ دانشکده ازسراسر 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. درهمان 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 درجهت بهبود برنامه های درسی برای آن که به طور مناسبی مهندسی زمین لرزه را نیز دربربگیرد، صورت گرفته بود.

این برنامه درطول سال اول، حمایت فراوانی از سوی مدیران اجرایی و دیگران دریافت کرد. جزییات کلید ی موفقیت آن عبارت است از:

- وضعیت کل پروژه ازنظرمالی و وظایف کاملاً واضح و روشن است. طرح انجام برنامه- که جزئیات مربوط به بودجه و ضوابط کارهای مختلف راشرح می دهد- در وب سایت قابل دست رسی است و از طریق ایمیل و پست به معلمان دانشکده ها ودیگران فرستاده شده است.

- تمام دانشکده های مربوطه قطع نظر ازمنبع سرمایه شان دراین برنامه گنجانده شده اند.

- این برنامه ازنظر منابع انسانی و موضوع های اجرایی به گونه ای تهیه شده که انجام شدنی است. برای مثال برنامه برروی 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 درنظرگرفته شده که برنامه درطول ۱۰تا۲۰ سال ازعهده ی مشکل برآید.

- این برنامه توسط یک گروه جوان ازکارکنان که درطول سال ها درک درست وهماهنگی 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. درسال های اخیر متوجه شده اند که بدون یک سیستم مناسب صدورپروانه، 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 صدورمجوز جامع برای انواع گوناگون مهندسی است. بهرحال اقدامات هم زمانی برای صدور پروانه برای همه ی انواع مهندسی (فنی، برق، فضا وغیره) 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 دراختیار 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 صدورمجوز برای مهندسان هست یانه. به علاوه، این کوششی مضاعف است چرا که هم آ ای سی تی ای (AICTE) وهم ای سی آی (ECI) کوشش می کنند به همان هدف برسند.

اقدامات استراتژیکی

با درنظرگرفتن بحث بالا اقدامات سوق الجیشی کلیدی زیر پدید می آید.

داشتن انتظارات واقع بینانه

ایمن ساختن مدارس دربرابر زلزله روندی طولانی را در بردارد، واین مشکل را نمی توان درمدت کوتاهی ازبین برد. دریک کشوردرحال رشد کوشش برای ایجاد ایمنی مدرسه در برابر زلزله باید بیشتر برپایه ی آن چیزی بنا شود که درمدت کوتاه و متوسط بتوان به آن دست یافت تا در درازمدت. فعالیت های کوچک سهامداران مربوطه را قادرمی سازد که اعتماد به نفس پیدا کنند وباد

بگیرند که برای موضوع مشترکی باهم کارکنند واین کارها درراه تدارک برای شرکت دراقدامات 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 مدیراجرایی ، تخصیص یک اعانه ی صد هزار دلاری یا ده میلیون دلاری فرقی ندارد؛ ازاین رو تمایل شدیدی وجود دارد که مجموعه ی گسترده ای را که شامل همه چیزباشد 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 درمورد «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. بیشترسخنرانان درمورد این که چه کارهایی باید کرد تا از ایمنی ساختمان ها اطمینان حاصل کرد و چه چیزهایی باید دراین 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 (NPEEE) امید تازه ای را در شرکت کنندگان ایجاد کرده بود و آنان انتظارداشتند که این پروژه کل مشکل راحل کند. به منظوراطمینان ازاین که این پروژه انتظارات گسترده ی منفی وبیهوده 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 درشهرها، 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 طورمطلوب با در نظرداشتن آن چه که احتمالا به موفقیت خواهد انجامید، طرح ریزی شود. اگرکل برنامه به پنج جزء نیاز داشته باشد وبه نظربرسد که فقط سه تای آنها می تواند به طورمؤثر انجام شود، بهتراست که دوتای دیگرحذف شود، حتا اگر آن ها احتمالا مهم هم باشد. چنانچه دستگاه اجرایی به طور موفقیت آمیز سه جزء انجام پذیر را به کار ببرد یا شروع به انجام آن کند، ظرفیت وانگیزه ی دوعامل باقیمانده را می توان بهبود بخشید وامکان 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 منا بع 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 خطراست بتواند فرصت های بهتری را برای برنامه ی موفقیت آمیزی تدارک ببیند، بهتراست که ارجحیت را به آن ایالت بدهند. ازآنجا که تجربه و کارهای تخصصی نشان می دهد که چه کارهایی عملی است وچه 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 درهند توجه می کنیم؛ هیات مرکزی آموزش و پرورش دبیرستانی سی بی اس ای (CBSE) به تعداد زیادی مدرسه در کشور نظارت می کند. این امکان وجود دارد که روشی را راه بیاندازند که به طورمطمئنی نشان دهد که در مجموعه ی سی بی اس ای (CBSE) هر مدرسه ی تازه ای، استانداردهای ایمنی مربوط به زلزله را در لفظ و معنی رعایت می کند.

نخست تمرکز برروی 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، ابزارموثری باشد، اگرچه هرروزه کشورهای درحال 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 خصوصا برای ایمنی مدارس در کشورهای درحال رشد مهم است. این کشورها به طورمعمول در حال سرمایه گذاری های سنگین درمدارس جدید هستند واین کار جزئی از دستورالعمل توسعه به شمار می آید. برای مثال درآوریل ۱۹۹۹و دسامبر۲۰۰۰ دولت محلی گجرات حدود ۶۰۰۰مدرسه ی جدید درسراسر ایالت با استفاده ازتکنولوژی پری کاست (پیش ساخته) ساخت؛ حدود سه چهارم از آن ها یا ویران شد یا به طور جدی درزلزله ی سال ۲۰۰۱آسیب فراوان دید. (Rai, Prasad and Jain, 2002).

درنظرگرفتن اقدامات آموزشی و ساختمانی

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

ازاین 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 وتخته های مناسب دارند؟ » وهمین 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 موثرارتباطات ضروری است. برنامه باید روشن وشفاف باشد وجزئیات کامل که شامل پیش بینی های مالی باشد باید در اینترنت تدارک دید. هنگامی که در ده سال گذشته درتعدادی ازکشورهای در حال رشد اقدامات ایمنی مدارس صورت گرفت، متاسفانه این اقدامات فقط ازطریق معرفی در نمایش های عملی بین المللی منتشرگردید. بهتر است تمام مواد منابعی که برای چنین اقداماتی توسعه داده می

شوند در یک وب سایت مشترک قرارداده 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 ازاینترنت 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 درسراسردنیا گردآوری می کند. این کار باسرمایه گذاری های تقریبا محدود موفقیت هایی را به دست آورده است. امکان توسعه ی چنین سایتی برای برنامه های ایمنی مدارس وجود دارد.

توسعه ی رهبری محلی

درکشورهای درحال رشد، اشخاص غیرمحلی به ندرت قادرند به تنهایی کمک موثری به برنامه های ایمنی بکنند. پیداکردن اشخاص غیرمحلی متخصص که درک درستی ازشرایط محلی داشته باشند و بتوانند درکشورهای درحال رشد برای مدت طولانی کارکنند، کارآسانی نیست. ازاین رو بهترین نتایج هنگامی به دست می آید که متخصصان محلی کار را به عهده بگیرند. اشخاص غیرمحلی نقش راهنما را می توانند بازی کنند: توسعه ی رهبری محلی کلید موفقیت است.

پایان سخن

از بیشترمطالبی که در بالا گفته شد نه تنها در برنامه های ایمنی مدارس بلکه درفعالیت های دیگر ایمنی در برابر زلزله هم می توان استفاده کرد. به هرحال 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 وآموزگاران می توانند نفوذ زیادی بر روی ایمنی مدارس خودشان در برابر زلزله داشته باشند. برای مثال، اگرحقایق 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 هیات مرکزی آموزش دبیرستانی درهند 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 درهند (مراجعه کنید به Jain and Murty, 2003) به نویسنده آموخت که برنامه های وسیع اغلب عملی نمی شود، بنابراین بهتراست که دست به کارپروژه ای بشویم که با منابع موجود و قابل دسترس انجام پذیر باشند ودراین 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 :

تجاربی از نپال و هندوستان

Richard Sharpe

Beca Carter Hollings

And Ferner, Ltd.,

زلاند نو

خلاصه: این مقاله توسعه ی تخصص محلی در نپال وهند را مورد بحث قرار می دهد. موانعی که برسرراه رشد کارشناسی محلی نپال وجود داشته معرفی شده، بعلاوه از کارانجمن ملی تکنولوژی در امر زلزله که ازدانش و تجربه ی محلی و بین المللی برای پیشرفت ایمنی زلزله در نپال 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

درهرکشوری افراد کمی هستند که دانش گسترده ای درباره ی احتمال ونتایج زمین لرزه داشته باشند و کوشش کنند تا مردم به آن ها گوش بدهند. پیداکردن این افراد کلید توسعه ی شیوه یا طرزکاربرای تدارک کمک خارجی درجهت ایجاد ایمنی مربوط به زلزله در داخل کشوراست. این نوع افراد اغلب درقسمت های آموزشی یا شرکت های خصوصی کارمی کنند؛ آن ها به ندرت سیاستمدارانی درسطح دولتی یا شهری هستند. آنانی که نامزد انتخاب شدن سیاسی دوباره هستند یا مسئولیت های چندی ومتغیری دارند، ممکن است به پیش بردن ایمنی مربوط به زلزله علاقمند به نظربیایند. اگرچه حقیقت این است که این گونه افراد مقام های دیگری می گیرند که ارجحیت ها و دستورالعمل های دیگری برایشان اهمیت پیدا می کند.

تخصص محلی در نپال

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 نپال، برنامه ی توسعه ی ملل متحد، یو ان

دی پی (UNDP) پروژه ی توسعه ی قوانین ساختمانی دولتی نپال را آغاز کرد. نیرویی که درپشت این پروژه وجود داشت کارمند کشوری ارشدی بود از وزارت مسکن وبرنامه 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 ازموانع توسعه ی کارشناسی محلی در نپال را می توان برشمرد.

- *آموخته های گذشته به دست فراموشی سپرده شده اند*. نپال درسال های ۱۹۳۴و۱۹۸۸دراثر زلزله های مخرب آسیب دید. بدبختانه درسال ۱۹۹۸ درس عبرت زلزله ی ۱۹۳۴را کاملاً فراموش کرده بودند. با پیدایش مواد ساختمانی تازه(مانند بتن مسلح) بسیاری ازتجربه های گذشته بدون این که طراحی مناسب و شیوه های ساختمان سازی را درنظربگیرند، نابودشد. برای مثال در کاتماندو خانه های سنتی نیوآری ساخته شد. دراین ساختمان ها ستون های چوبی عمودی دوقلو درزیر الوارهای حمال سقف به کاررفته بود. چوب های حمال سقف به دیواراصلی حمال تکیه می کرد. این روش و راه حل عملی که بطورگسترده ای متوقف ماند، بارسقف را روی دیوارهای حمال منتقل می کرد که درمقابل زلزله مقاوم بود. ده سال پیش درنپال، فولاد مسلح انعطاف ناپذیر با مقاومت زیاد جای فولاد انعطاف پذیر کم مقاومت را در بازارگرفت زیرا سازندگان فولاد به خاطر منافع مالی خودشان آن را ترویج می کردند. درحقیقت، شبکه ی ایمنی که دراثرانعطاف پذیر بودن درست می شد- حتا درساختمان 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 ازچاپ اولین نقشه ی حادثه ی ناگهانی زلزله در نپال درسال ۱۹۹۴ – برآورد پروژه ی قوانین یو ان دی پی (UNDP)– دومؤسسه 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*. دربسیاری از مواقع، متخصصان دولتی دانش تکنیکی برای به عهده گرفتن کار پروژه را دارند. در زمانی که در نپال بودم (نویسنده) متاسفانه 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 اعتباراینان را در میان سلسله مراتب سیاسی واجتماعی بالا برد، به علاوه بی بها بودن کارشناسان محلی را نشان داد.

- *ارزش ننهادن به راه حل های ساده*. در برخی از موارد راه حل های ساده وارزان می تواند مشکلات عمومی را حل کند. درنپال مانند بسیاری از کشورها، این معمول است که از تسمه ی فولادی برای ستون های با بتن مسلح استفاده کنند، بدون این که لزوماً ازچنگک برای موثرکردن تسمه ها درزمین لرزه های شدید استفاده شود (و این مانند آن است که کمربند 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 ازاعضا ی تیم پروژه دولتی تصمیم گرفت جزوه ها را خود بطورشخصی 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 درسال ۱۹۹۳ تاسیس شد و از دانش وتجربه ی محلی و بین المللی برای پیشبرد ایمنی زلزله در داخل کشور استفاده نمود و انجام یک پروژه ی آزمایشی مقاوم سازی مدارس را دربرمی گرفت. (WWW.NSET.ORG.NP). دانشجویان، آموزگاران، استادان، والدین، معماران محلی ومجامع و گروه های بزرگتر به دنبال سخنرانی ها ونمایشات هیجان انگیز توسط ان اس ای تی (NSET) تشویق شدند که مخارج وسائل پیش ساخته ی پیشرفته برای بهبود مقاوم سازی مدارس در برابر زلزله را بپردازند. گروه ها ازطریق کمک های مالی جواب مثبت دادند وبرخی ازاعضای این گروه ها ازمعماران خواستند تا شگردهای فنی جدید خود را در ساختمان خانه های شخصی خویش به کار گیرند. درحال حاضر ان اس ای تی (NSET) گروه هایی ازمعماران با تجربه درزمینه ی مقاوم سازی ساختمان دربرابر زلزله را برای آموزش استان های دیگرهیمالیا آماده می سازد.

کارشناسی محلی درهندوستان

هندوستان ازنظرمهندسی مربوط به زلزله به چیستانی می ماند. هندوستان که برخی از زیباترین مهندسی های ساختمانی در دنیا را ایجاد کرده هنوزنتوانسته است برخی ازمشکلات 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 ازنظر طراحی های حرفه ای وهم طراحی های خانه سازی یک مشکل کلی دارد. این کشوردارای یک نقشه ی منطقه ای مربوط به زلزله است که براساس احتمالات پایه ریزی نشده است ومتخصصانی دارد که توانسته اند چنین نقشه ی منطقه ای را تهیه کنند. با وجود این به نظرمی آید که معمولاً درمورد انتخاب راه صحیح به توافق نمی رسند.

کارشناسی مهندسی مربوط به زلزله به طورعمده در دانشگاه ها پایه ریزی می شود- سودهیرجین ازانستیتوی تکنولوژی کانپور و گروهش کوشش های فراوانی دربخش های زیادی می کنند تا بتوانند استاندارد مهندسی ساختمانی درهند را بالا ببرند- اما تعدادی ازمشاوران 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 کارمی کنند که درمورد مقاوم سازی در برابر زلزله توصیه های ویژه ای دارند که مایلند فقط به آن ها توجه شود. در مدیریت منطقه ی آسیب دیده، درشمالی ترین ایالت اوتتارانچال یک مهندس برای این که در دهکده های دوردست اهالی را تشویق کند تا معیارهای قابلیت آسیب پذیری دهکده ی خودرا تهیه کنند تقریبا 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 درمنطقه ی کوچ(Kutch) در گوجارات (Gujarat) حدودا در۳۰۰ کیلومتری نقطه ی ظهور وانتشار زمین لرزه یک محله را که اهالی آن از طبقه ی متوسط بودند تحت تاثیر قرار داد. درآنجا در برابر این حادثه عکس العمل جدی وجود داشت، به این ترتیب که برخی ازساکنان در این فکربودند 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 ازبین 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 امورخارجه 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 راتدارک می دیدند، این مقامات رسمی غیرمهندس بودند که درک احتمالی خود از نکات مهم پرسشنامه ی کلی وعمومی را معیار کار می دانستند. از هنگامی که ساختمان شروع شد درمیان تعدادی از مهندسان ساختمانی به طورانکارنا پذیری این نظر وجود داشت که امکان یک راه حل غیرسنتی 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. دراین مطالعه تخمین های حادثه ی زلزله ی احتمالی، تکنیک های پیچیده ی تجزیه تحلیلی ساختمانی واصول اقتصادی صرفه سنجی هزینه با هم ترکیب شده تا یکی ازبهترین موارد سه گزینشی که مقاطعه کاران محلی برای مقاوم سازی پیشنهاد کرده بودند، انتخاب شود. تخمین های جاری قیمت برای معیارهای مقاوم سازی، با درنظرگرفتن ضرر دلاری مستقیم ناشی ازسقوط بالقوه ی دلار، درنظرگرفته شده بود. به علاوه، تبدیل تمام خسارات به یک معیار مشترک، هزینه ی دلاری زندگی ازدست رفته ی انسان ها درحادثه ی ویرانی ساختمانی هم درنظرگرفته شده بود.

در صورتی که این روش برای ساختمان آپارتمان موفقیت آمیز باشد، احتمال اجرای آن برای ساختمان های مدارس هم بیشترمی شود. به طور ساده می توان گفت که این به خاطر آن است که در بسیاری از مناطق، مدارس با به کاربردن متدهای ساختمانی یکسان وقواعد هندسی مشابه طرح ریزی می شود. درچنین حالتی لازم نیست که برای هرساختمان به تنهایی یک تجزیه تحلیل دقیق انجام شود. یک ساختمان فرضی می تواند تا اندازه ای به عنوان نمونه ی یک ساختمان مدرسه در نظرگرفته 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 درنظر 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 درمکزیکو

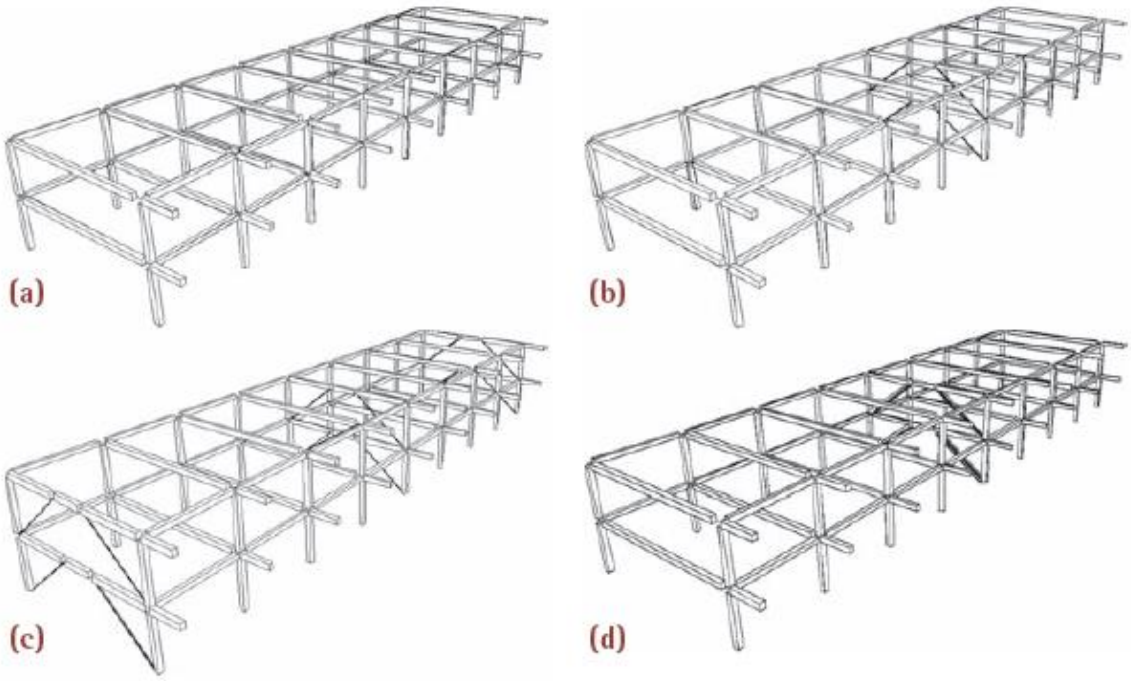
این مدل ساختمانی شامل یک بنای دو طبقه با نقشه ی ده متر درچهل متر ویک انبار با بلندی سه متر است. این ساختمان که اسکلت آن در تصویر(۲ / ۱۷ – آ) نشان داده شده به هشت قسمت (بنای میان دوستون) با عرض پنج متردر بعد بلند ویک قسمت (بنای میان دو ستون) با پهنای ده متر در بعد کوتاه تقسیم شده است. یک ورقه ی سگدست 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 واجزای دائمی ساختمان بود و تقریبا 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 ازاجزای ساختمان درنظرگرفته 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 نظرگرفته 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 وصدمه دیده ی بازسازی شده

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

(a) Original structure (b) First steel bracing option
(c) Second steel bracing option (d) Reinforced-concrete bracing retrofit



هنگامی که این طرح در کلیت اش برای روشن کردن تاثیر مقاوم سازی و روش تجزیه تحلیل اقتصادی مناسب باشد، مطالعه ای ازاین نوع باید برای ساختمان های مدارس موجود تکمیل شود، برای بررسی این ساختمان ها باید طرح ها و مواد به کار رفته درساختمان های موجود با دقت تطبیق داده شود. سه معیار به دست آمده از مطالعات بازسازی درتصاویر 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 درمناطق روستایی کشورهای درحال رشد همیشه به راحتی قابل دست یابی نیست.

توجه داشته باشید که درکشورهای درحال رشد درک این مسئله که تجزیه تحلیل ساختمانی زیر استاندارد مقدم بر ساختمان بنا به حساب بیاید، غیرمعمول نیست، واین 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). ازاین دیدگاه طرحی که در این مقاله به کار برده شده بی عیب است؛ فاصله ی میلگرد یا شمع کمتراز پنج سانتی متر نیست وفضای بین آن ها مطابق ضوابط قانون اروپا ی سال ۱۹۹۹است. این نمونه به کمک یک مجموعه ی نرم افزار (اس آ پ (SAP) ۲۰۰۰، ۰ ۴ / ۷) طرح ریزی شده که یک ابزار استاندارد برای محاسبات ساختمانی است. تجزیه تحلیل دینامیک هم با استفاده ازاین نرم افزارانجام شده است.

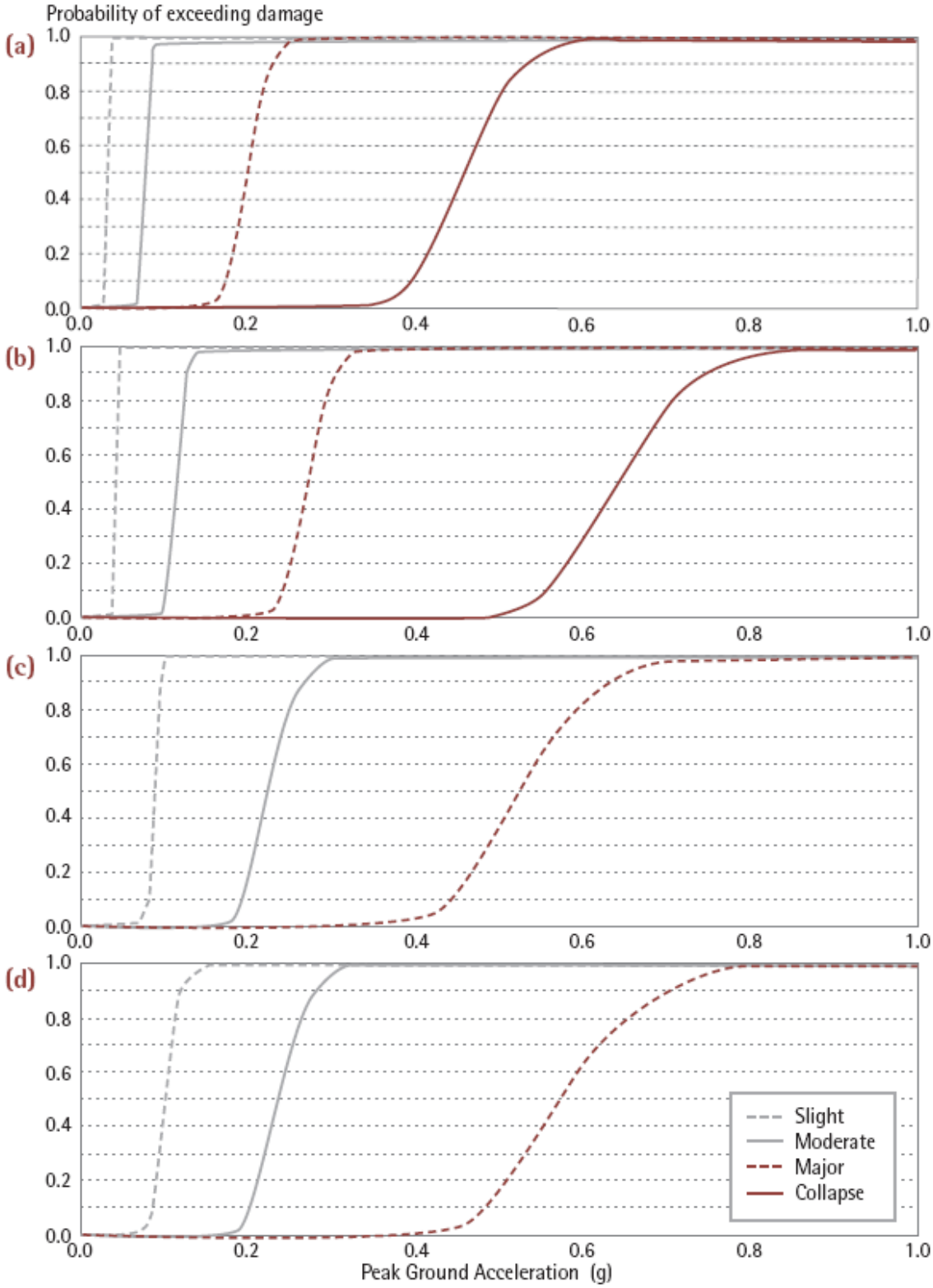
تجزیه تحلیل میزان شکنندگی

شکنندگی یک ساختمان مفروض بر اساس احتمالات تعریف می شود که برای سطح لرزش یک زمین مفروض در نظرگرفته 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 تغییرشکل های بازتاب حرکت ساختاری، به طورکلی با تاریخ های زمانی حرکت مختلف زمین با پی جی ای معین، متفاوت خواهد بود. برای هریک ازترکیب های ساختاری منحنی های شکنندگی درتصویر 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 برطبق 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 کمتراست.

تصویر۳ / ۱۷: منحنی های شکنندگی مشتق شده برای ۴ نوع اشکال ساختاری

Figure 17.3. Derived fragility curves for the four structural configurations

(a) Original structure (b) First steel bracing option
(c) Second steel bracing option (d) Reinforced-concrete bracing retrofit



روش برآورد خسارت

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

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

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

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

مساوی است با (احتمال عبوراز PGA، (یعنی ارزش a درسالT) 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، دراین صورت زمین لرزه ی قابل ملاحظه ای به وقوع نپیوسته است. دراین 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 کاررفته بود. این اطلاعات خاص منطقه است وبه داده های متخصصان زلزله شناس نیاز دارد.

احتمالات اضافی درعبارت ریاضی بالا این چنین است:

P (E_i only| a) =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 قرارمی 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 /۱۷خلاصه 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_1^D)	Comments
E_1	Slight damage	$C_1^D = (s_1 \times S) + (0 \times V)$	$0\% \le s_1 \le s_2 \le 100\%$ (s_1 = 1%)
E_2	Moderate damage	$C_2^D = (s_2 \times S) + (0 \times V)$	$0\% \le s_1 \le s_2 \le 100\%$ (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 هرحالت 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 ۱۶۰۰۰۰ S=USD فرض شده وهزینه های هربازسازی (C_i^M) عبارت است از:

- بازسازی یا مقاوم سازی ۱: بست فولادی در ۱ دهانه C_i^M= ۸۰۰۰ دلار آمریکایی
- مقاوم سازی ۲: بست فولادی در۳ دهانه C_2^M = ۲۰۰۰۰ دلار امریکایی

- مقاوم سازی ۳: بست بتن مسلح C_3^M = ۱۳۰۰۰ دلار امریکایی

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

جدول۲ / ۱۷ نتایج تجزیه تحلیل صرفه سنجی هزینه را برای ارزش فرضی زندگی انسانی نشان می دهد V=USD 400 000 و با فرض این که اگر ویرانی زلزله اتفاق بیفتد و ۱۵نفر زندگی خود را ازدست بدهند. این جدول ارزش های خالص را برای حالت های گوناگون مقاوم سازی نشان می دهد.

جدول۲/۱۷. ارزش خالص احتمالی برای ۱۵ مرگ غیرطبیعی و*(NPV(5))V=USD 400 000

Table 17.2. Expected net present value with 15 fatalities and V = USD 400 000 (NPV(5))*

Alternative (A_i) 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 رانشان 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 رانشان 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 موثراست که گران ترین بست فولادی سه دهانه، به طور طبیعی به نقطه ی شکست کامل زودتر می رسد. درهمه 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 وغیره، 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 وکارهای بعدی

همان گونه که درآغاز گفتیم برای این که این شیوه ی بررسی در مورد یک گروه مشخص ازبنا های مدارس پیاده شود، طرح ریزی بسیار دقیق تری از نوع ویژه ای از ساختمان مورد نیازاست. به منظور به کاربردن این شیوه ی بررسی در مورد مجموعه ای ازساختمان های گوناگون از یک نوع، لازم است که در مدل ساختاری برحسب انتخاب تصادفی آماری عمل کنیم. تاثیرآن 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 درمورد مواد ساختمانی ومهندسی اهل تخصص فائق آمد، تلاش مستمری می کنند تا چارچوبی بر اساس انتخاب تصادفی آماری به وجود بیاورند.

اشکال یا محدودیت دیگراین بررسی نمایشی آن است که فقط خسارات مستقیم درنظرگرفته شده است. درمورد ساختمان یک مدرسه، ویرانی مهمی که در اثر زلزله ایجاد شده و زمانی که برای دوباره سازی آن لازم است، باید درنظرگرفته شود. این چارچوب نمایشی که دراینجا 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 Benefi t-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 ومقاوم سازی ساختمان های آسیب پذیرموجود درمناطق پرخطراروپا را مورد بررسی قرارمی دهد. این برنامه مدارس را هم دربر می گیرد. برای اطمینان ازتعهد 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 درسال ۲۰۰۲ و زلزله ی ترکیه درسال۲۰۰۳- موثرترین انگیزه برای این عمل است، ولی بررسی های محاسباتی هم ممکن است کمک موثری باشد. اطلاعات موجود در حوزه ای وسیع وممکن از یک برنامه ی بازسازی و مقاوم سازی ساختمان های مدارس در شش کشور از پر خطرترین کشورها دراتحادیه 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 عضوپارلمان اروپایی یونان در ۱۵ ژانویه ۲۰۰۳ به پارلمان اروپا ارائه داده شد:

در۳۱ اکتبر۲۰۰۲ در سان گیلیانو دی پوژیلا در ایتالیا، ساختمان یک مدرسه که اخیراً تغییریافته بود درنتیجه ی یک زمین لرزه ی متوسط ویران شد ومنجربه 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 دربسیاری از کشورهای اروپایی ممکن است اتفاق بیفتد؛ به هرحال این مشکل قابل جلوگیری است و خطر را می توان با یک برنامه درمورد ارزیابی متخصصانه ساختمان های موجود که بیشتر آسیب پذیر هستند ویک برنامه درزمینه ی اقدامات مقاوم سازی در پرخطرترین مناطق، کاهش داد. مقررات مربوط به ارزیابی ومقاوم سازی ساختمان ها را می توان در استاندارد اروپایی، قسمت ۴ - ۱ قانون اروپا ۸ پی آر ای ان (prEN) ۳ – ۱۹۹۸پیدا کرد. برای جلوگیری ازخسارات جانی بیشترو با توجه به این که درچندین کشور عضو، زمین لرزه فعالیت قابل توجهی دارد این سئوال مطرح می شود که آیا کمیسیون می تواند خط مشی ای که مطابق آن دولت های عضو وادار شوند برنامه های ارزیابی (مطابق استاندارد اروپایی در بالا ذکرشده) درمورد همه ی ساختمان ها وبناهایی که در مناطق مستعد خسارت زمین لرزه ها قراردارند وهمچنین رهنمودی برای مقاوم سازی ساختمان هایی که نامناسب تشخیص داده شده اند، تنظیم کند؟

چند هفته ی بعد در۲۴ فوریه ۲۰۰۳ پاسخ نماینده ی محیط زیست اتحادیه ی اروپا مارگوت والستروم ازطرف کمیسیون در وب سایت (www.europarl.eu.int) پارلمان اروپا به این شرح داده شد:

کمیسیون عمیقاً ازخسارت جانی وزیان هایی که به مردم سن گیلیلیانو دی پایگلیا واردآمده متاسف است. دراین مرحله کمیسیون پیشنهاد خاصی برای قانونگذاری درمورد کاهش خسارت زمین لرزه در نظر ندارد.

دراین پاسخ همچنین از ابتکارهای دیگری که کمیسیون دارد و با آن ها می خواهد خطرخسارت در برابر حوادث طبیعی را کاهش دهد، مطالبی گفته شده است. ضرورت سئوال مطرح شده، دراول ماه مه ۲۰۰۳ با ویرانی مدرسه ی دیگری به طور دلخراش و اسف باری تایید شد. دراین زمین لرزه که شدت آن ۶/۴ ام (ریشتر) بود در بینگل(Bingöl) ترکیه بیش از ۱۰۰دانش 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 دراین زمینه کمیسیون اروپایی توانایی هایی دارد. تا کنون درزمینه ی سلامت و ایمنی عمومی مقررات بسیاری درسطح 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 وانفعالات شغلی آنان در سراسر اروپا است. مقررات درشرایطی که تصمیمات مربوط به تامین زندگی وسلامت 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 حتا بین المللی گرفته شود. همه ی این شرایط مربوط به خطرزلزله است و این البته درقانون هایی که طرح ساختمان های جدید را دربرمی گیرد، درنظرگرفته شده است و این مسئله ازطریق پذیرفتن قوانین اروپا هم اکنون درجریان یک دست شدن درسطح اتحادیه ی اروپا است. در قانون همچنین اعتبار ویژه ای که می تواند به طور وسیعی مورد تایید 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 آورنیست که کمیسیون اروپا به فکرتنظیم قانون ویژه ای دراین مورد درسطح اروپا نباشد. درمیان ابزارهای ممکنی که دولت ها برای این کاردارند، طرفداری از قانون گذاری درحا ل ازدست دادن محبوبیت خود دراتحادیه اروپا – همگام با دیگراقتصادهای پیشرفته ی دنیا- است، زیرا انگیزه های گوناگون دیگری برای رسیدن به هدف های اجتماعی ومحیط 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 حتا تدارک انگیزه های مالیاتی، به قانون گذاری ترجیح داده می شوند واین به خاطر این است که قوانین جدید اغلب هزینه هایی را به اقتصاد تحمیل می کند ومشکلات مضاعفی در مجبورکردن مردم به وجود می آورد. درهرصورت درهرعملی 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 واین 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 واز مصالح ساختمانی ارزان قیمت در انبارها بکاهد؛ این مسئله مطمئنا ازطرف برخی از صاحبان املاک و شاید به طورکلی ازطرف جامعه ی شرکت های تجارتی مورد مخالفت قرارمی 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 کارمی 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- ترجیحاٌ مربوط به مقاوم سازی، تخریب وبازسازی ساختمان های پرخطرموجود- مخالفت زیاد خواهد بود وپیشرفت 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 ازکشورهای انجمن اروپایی مهندسی زمین لرزه (EAEE) است تا این نوع کاهش خطر را نشان دهد. سپس هزینه ها ومنفعت های مربوط به مقاوم سازی ساختمان های پرخطر موجود را مورد توجه قرارمی 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 خاطراین که این مسئله بیشتر بستگی به تراکم جمعیت و آسیب پذیری مربوط به اسکلت ساختمان دارد که هردوی این ها درطی زمان تغییرمی یابد. یکی از راه ها برای مطالعه ی خطرات مربوطه ازطریق بررسی تعداد تلفات زلزله در یک دوره ی طولانی درهر کشور است. چنین مطالعه ای

(سپنسر؛ Spence، ۲۰۰۳) درمورد ۲۹کشور عضو (EAEE) نشان می دهد که سه کشوری که بالاترین خطر زمین لرزه را دارند- ایران، ایتالیا و ترکیه هستند- دراین کشورها درقرن بیستم نرخ مرگ و میرغیر طبیعی سالانه در سال ۲۰۰۱بالغ بر ۱۵نفر در هر میلیون بوده است؛ درحالی که چندین کشوردیگر مثل الجزایر، قبرس، یونان و رومانی، برخی از کشورهای اتحاد شوروی سابق و یوگسلاوی (ولی دراینجا تغییرات درجغرافیای سیاسی مقایسه های دقیق را پیچیده ترمی کند) در سال ۲۰۰۱ نرخ مرگ و میرغیرطبیعی سالانه شان بین ۱ و۶ نفر درمیلیون بوده است. باقی کشورها، که شامل اغلب ۲۳ کشور موجود در اتحادیه ی اروپا ویا کشورهایی که منتظر عضویت در اتحادیه ی اروپا هستند، در دراز مدت از نرخ خطر پایین تری برخوردارند. آنچنان که انتظارمی رود کشورهایی که بالاترین نرخ خطررا دارند- با توجه به زمین لرزه های پرضرر اخیر- معمولا فعال ترین درامرکاهش خطرهستند وهمچنین این کشورها هستند که بیشترین نیاز به کمک را دارند. فعالیت های تعدادی ازکشورها به طورخلاصه 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 تسالونیکی (Thessaloniki)۱۹۷۸، کورنیت (Corinth)۱۹۸۱، کالاماتا (Kalamata۱۹۸۶) ، آنگیون(Aegion)۱۹۹۵، کوزانی(Kozani)۱۹۹۵ و آتن (Athens۱۹۹۹) ، 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 درزمین 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 اززمین لرزه ی ساختمان های عمومی توسعه پیدا کرد وتوسط 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 وساختمان های ادارات عمومی است- به یک استاندارد رضایت بخش مقاوم سازی دربرابر زلزله، بسیار بالا خواهد بود. تخمین زده اند که هزینه ی آن تنها برای مدارس تسالونیکی (Thessaloniki) برابر با بودجه ی کل منطقه برای ساختن مدارس جدید در شش سال آینده خواهد بود. بنابراین یک برنامه ی دراز مدت، مثلا شاید پانزده ساله، برای کار در نظر گرفته شده است.

روندی سه مرحله ای در نظرگرفته 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 ازهزینه را دارند، دنبال خواهد شد. درمورد ساختمان هایی که در این ارزیابی جا نمی گیرند یک ارزیابی سومی با جزئیات بیشتر به اجرا درخواهد آمد که به توصیه هایی برای مقاوم سازی ختم می گردد. کوششی شد تا RVSPرا در شمار وسیعی ازساختمان ها درتسالونیکی تعمیم دهند واین کوشش با مقایسه ی درجه بندی هزینه ی زلزله با اسناد اجرایی زلزله ی سال ۱۹۷۸انجام 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 ازمیانگین 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)۱۹۹۷آمبریا (Umbria)- مارچ و ۱۹۹۸ پولینو(P0llino) در ایتالیا یک برنامه ی اساسی برای تعمیر ومقاوم 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 درسال ۲۰۰۱ برای مالکان خصوصی به منظور مقاوم تر کردن ساختمان های آن ها پیشنهاد شد، به انجام رسید. اخیرا زلزله ی ۳۱ اکتبر۲۰۰۲مولیز (Molise) که در آن تعدادی از کودکان مدرسه ای جان خود را از دست دادند، درسراسر ایتالیا انگیزه ی عظیمی شد برای هشیاری در مورد کاهش خطر زلزله با توجه مخصوص به اسکلت ساختمان های قدیمی. درطی ماه ها، پیش نویس یک قانون مربوط به زمین لرزه تهیه شد وهم اکنون درجریان 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 قبلا به عنوان مناطق زلزله خیز به حساب نمی آمدند- و درنظر دارد برای ارزشیابی و مقاوم سازی ساختمان های موجود مراحلی 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، واین 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 مدارسی که درمعرض خطرهستند، می شد . به علاوه برای اجرای این برنامه ی وسیع مقاوم سازی، محدودیت زمانی چند ساله قائل می گردد. (دولس Dolce ۲۰۰۳، زوککاروZuccaro ۲۰۰۳).

پرتقال

با وجود آن که درسال های اخیر درسرزمین اصلی پرتقال هیچ زمین لرزه ای اتفاق نیافتاده بود، جزایر آزورس Azores، ترسه ایرا Terceira و فا ای آل Faial به طورشدیدی در زلزله های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۷ آسیب دیدند و ۷۰نفر جان خود را ازدست دادند. خاطره ی زمین لرزه های قرن بیستم درسال 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. درسطح 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، درمرحله ی نسبتاً پیشرفته ای است هدف این کار به وجود آوردن سیاست اعتبار ی (شامل بیمه ی زمین لرزه) برای مقاوم سازی ساختمان های قدیمی تر، با حفظ خصوصیات معماری وپیشنهاد اقدامات خاص برای حفظ جان مردم درمناطق پرخطراست. برای خانه هایی که درزمین لرزه ی ۱۹۹۸ خسارت دیدند نیز کمک های نقدی در نظرگرفته شده است. درسطح 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 واجرای 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 دراین 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 کارپژوهشی تصویب شده، به صورت پیشنهاد باقی مانده و فاقد موافقت دولت برای به ثمررساندن آن است.

ترکیه

درترکیه زمین لرزه های غم انگیز ۱۹۹۹ در کوکائلی Kocaeli و دوزسه Düzce که درنتیجه ی آن ۱۸۰۰نفرکشته شدند در وحله ی اول درنتیجه ی ویرانی ساختمان های نسبتاً جدید که بدون طرح مناسب یا کنترل ساختمان ساخته شده بودند، به وقوع پیوست. بیشترین کاری که درسال 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 درترکیه ساخته شده اند. پژوهشی درباره ی دلایل کیفیت بد ساختمان سازی در ترکیه (گولخان و آل .Gülkan et al ۱۹۹۹) نشان می دهد که نقصان هایی درطبیعت 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 درجریان اجرا ی نظارت هم اشاره کرده و یک رشته عملیات توسط دولت را توصیه کرده که برخی ازآن ها انجام شده بود.

تازه ترین بررسی ها برای کاهش خسارت زلزله در ترکیه پیش بینی کرده که در آناتولی شمالی نزیک استانبول، زمین لرزه ی شدیدی با شدت کمتر از۵ / ۷ ریشتربا احتمال شصت درصد در سی سال آینده ممکن است به وقوع بپیوندد (پارسونز و آل .Parspns et al ۲۰۰۰). 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 طورشدیدی خسارت خواهند دید وتعداد 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 ازمردم (۷۳ درصد) دربلوک های آپارتمانی زندگی می کنند که درزلزله ی کوکائلی صدمه ی شدیدی دید. دراین جا تعداد اندکی ازاین آپارتمان ها با استاندارد رضایت بخش مقاوم سازی دربرابر 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 درتعداد وسیعی از ساختمان های زیراستاندارد عملیات در سه مرحله انجام شود. درمرحله ی اول نقشه برداری خیابانی، ساختمان هایی را که بیشتر در معرض خطرهستند مشخص می کند؛ درمرحله ی دوم این ساختمان ها با بررسی ابعاد ساختمان درسطح زمین نقشه برداری می شود تا مشخص شود چه کاری درمرحله 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 درمعرض خطرجدی 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 درمعرض ویرانی باشد، بازسازی کلی همه ی ساختمان های موجود و یا مکان های نو در دست اقدام قرار می گیرد.

کشورهای دیگر

کشورفرانسه و رومانی هم برنامه هایی برای ارزیابی و مقاوم سازی ساختمان های مهمی که در معرض خطر جدی هستند، تهیه کرده اند. درفرانسه این برنامه مربوط می شود به حفظ ساختمان های عمومی- مدارس وبیمارستان ها- درجزایر آنتیل گوادولوپ و مارتینیک که درمعرض خطر جدی تری هستند(دولت فرانسه French Government ۲۰۰۱). در رومانی این چشم انداز محدود می شود به تعداد کمی ازساختمان های چند طبقه ی با بتن مسلح در پایتخت، بخارست، که درزمین لرزه ی ۱۹۷۷ نشان داده شد که از خطرپذیری بالایی برخوردارند ودربرخی از موارد پس از زمین لرزه به طور نا مناسبی تعمیرشده بودند (لونگوLungu۲۰۰۳).

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 *et al.*, unpublished
Eastern Turkey	Houses	Rubble masonry	Adding ties	27%	Coburn and Spence, 2002
California, United States	Apartments	Unreinforced masonry	Wall anchors, etc.	25%	Alesch *et al.*, 1986
Missouri, United States	Houses	Masonry Reinforced concrete		25% 30%	Cóias e Silva, 2001

جدول ۱/ ۱۸ درباره ی بهبود مقاومت ساختمان ها دربرابر زلزله تهیه شده وآخرین بررسی هزینه های بازسازی و مقاوم سازی ساختمان ها را نشان می دهد. بهترین راه برای نشان دادن این مخارج، محاسبه ی درصد کل هزینه ی نو سازی همان ساختمان ها است. درصورتی 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 ۱/ ۱۸ طیف وسیعی از هزینه های مقاوم سازی را نشا ن می دهد: ازپنج درصد تا پنجاه درصد. درصد هزینه بستگی به عوامل مختلفی دارد، ازجمله :

- نوع ساختمان درنظرگرفته شده و مقاومت فعلی آن.
- سطح مقاوم سازی مورد نظر.
- هزینه ی طرح ومطالعات مقدماتی.
- فقط هزینه های ساختمان سازی یا سایرهزینه های مربوط به مرمّت.
- هزینه ی استفاده نکردن ازساختمان در مدت انجام کار تعمیر.

دربسیاری ازموارد برای آن که کارساختمان سازی حد قابل قبولی از تامین جانی را فراهم کند، درصد هزینه ی مقاوم سازی بالغ بربیست 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 هرحال 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 درجدول ۱/ ۱۸ آمده است. در زیر هزینه های اجرای روش سه مرحله ای درمورد پانصد مدرسه درمنطقه ی نامبرده با پول رایج تخمین زده شده است. درجدول ۱۸/۲ ارقام به یورو نشان داده شده است. مرحله ی مقدماتی که بالغ بر چهار دهم درصد هزینه های دوباره سازی می شود درمورد همه ی پانصد مدرسه به اجرا درخواهد آمد. ازاین 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 ازهزینه را دربرمی گیرد وصد 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 ۲/ ۱۸. برنامه ی مقاوم سازی پیشنهادی برای ساختمان ۵۰۰ مدرسه در منطقه ی تسالونیکی

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 خطرجدی دربرابر زلزله هستند، انجام شد(جدول۱۸/۳) وآن برپایه ی مفروضات زیر است:

- هریک از شش کشور به چهار منطقه ی زلزله خیز تقسیم شدند. این تقسیم بندی با استفاده ازنقشه 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 g) متوسط درصد هزینه ی مقاوم سازی ده درصد تخمین زده شده است(همچنان که برای تسالونیکی)؛ برای منطقه ی دوم (0.24 g > PGA > 0.16 g) متوسط درصد هزینه ی مقاوم سازی پنج درصد تخمین زده شده است، وبرای منطقه ی سوم (o.16 g > PGA > 0.06 g) هزینه ای برابر یک درصد تخمین زده

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

جدول۱۸/۳. 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 ازمنابع 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 درنظرگرفته 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)[2] و به دنبال آن یونان می آید (۴۶/۵درصد)، پرتقال(۲ / ۲۱درصد) و اطریش(۱۳/۶ درصد). به نظرنمی رسد که این هزینه ها کاملاً قابل اجرا نباشند، با فرض این که مدت تخمینی برنامه بیست سال است وهمچنین با توجه به این که این هزینه ها درنتیجه ی کاهش خسارت، نا بسامانی و تلفات انسانی، جبران خواهد شد.

درعمل یک برنامه ی ۲۰ ساله به طریقی می تواند طراحی شود که کار بازسازی درکنارتعمیرات لازم یا دوباره نو کردن انجام شود، و جریان طبیعی جانشین ساختن مدارس جدید به جای قدیمی ترها، که پیش ازاین 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 غیرضروری 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 دربرابر زلزله انجام شود، به قانونگذاری نیاز است. مقاله همچنین احتیاج به یک مجموعه برنامه ی کاری را مورد تایید قرارمی دهد، برنامه ای که ایمنی قابل قبول برای ساختمان مدارس درشش کشورزلزله خیز اتحادیه ی اروپا که بالاترین میزان وقوع زلزله را دارند، فراهم می آورد. چنین برنامه ای مطمئناً برای کشورهای اتحادیه ی اروپا دریک دوره ی بیش از بیست سال مقرون به صرفه است، اگرچه این برنامه برخی تجدید نظرها را در اولویت ها ی هزینه ی بودجه ی ملی درطول این زمان ایجاب می کند.

ترویج این شیوه ی مقاوم سازی در کشورهای فقیرتر احتمالن با مشکلات بیشتری مواجه می شود، هم به خاطر محدودیت منابع قابل دسترس برای هزینه های عمومی وهم به خاطر این که مقاوم سازی دربسیاری ازساختمان های مدارس موجود ممکن است ازنظرتکنیکی عملی نباشد. دراغلب 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 درکل کشور خسارت دید، چنین شیوه ای را اتخاذ کرد.

وظیفه ی فوری ومقدماتی 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، درپیش دارند تا با دقت بیشتری مجموعه ی برنامه ی ساختمانی مورد

نیاز برای هرکشور یا منطقه را مشخص کنند. بایستی اتحادیه ی اروپا و کشورهای جهان را مجبور کرد تا آیین نامه هایی را پیاده کنند وبرنامه 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 درآن دولت ها و وزیرانشان توسط رای دهندگان حوزه ی انتخابیه ی خود مجبورخواهند شد مسئولیت نتایج سستی و کم کاری خود را به عهده بگیرند.

یادداشت ها

1) ازآنجایی که مناطق زلزله خیز معمولاً کوهستانی ونسبتاً کم جمعیت هستند، چنین فرضی موجب می شود که احتمال زلزله خیز بودن مناطق کوهستانی رابیشتر بدانند وپر بها دهند.
2) یک برآورد انجام شده توسط دولت ایتالیا فرض را براین گذاشته که تمام مدارسی که قبل از ۱۹۷۹ درسه منطقه ی پرخطرزلزله خیزساخته شده اند، بنا بر قانون ایتالیا دو سوم آن ها به مقاوم سازی احتیاج دارند که به طورقابل 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 ازدستورالعمل موقعیت پس از زلزله ؛(گورتی Goretti ۲۰۰۴) استخراج کرده و مورد استفاده قرارداده است. این تخمین دانش آموزان بین سه و هجده سال در مدارس عمومی را مورد محاسبه قرارمی 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), “Benefi t 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. 382, 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 (JICAIMM) (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 Guilio 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 موروPierre Mouroux، دان لونگو Dan Lungu، آگوستینو گورتتی

Agostino Gorettiو مارو دولسMauro 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 هاک AD HOC درباره ی ایمنی مدارس در برابر زلزله

گروه متخصصان ایمنی مدارس دربرابر زلزله ؛ آد هاک (ad hoc)به اتفاق آرا توصیه می کنند که سازمان همکاری اقتصادی وتوسعه، فورا برنامه هایی به سرپرستی دولت ها برای ایمنی مدارس دربرابر زلزله وسیستم های آموزشی تنظیم کنند.

منطقی برای توصیه

مکرراً زمین لرزه های شدیدی درکشورهای عضو OECD اتفاق می افتد وباعث فروریختن ساختمان مدارس ومرگ بچه های بی گناه می شود. اگرچه زمین لرزه ها حوادث طبیعی وغیرقابل اجتنابی هستند ولی این بدان معنا نیست که در نتیجه ی زمین لرزه ساختمان مدارس فروبریزد. درحال حاضر اطلاعاتی وجود دارد که به طورقابل توجهی خطرات مربوط به زلزله در مدارس را

کاهش می دهد و کمک می کند که هرچه بیشتراز زخمی شدن و مرگ افراد در مدارسی که دچار حادثه ی زلزله می شوند جلوگیری کند.

کارشناسان چهارده کشور و پنج قاره به نمایندگی ازطرف سازمان های بین المللی، دولت، موءسسات دانشگاهی، تجارتی وموءسسات غیردولتی به مدت دو روز ونیم درباره ی معیارهای ممکن برای اطمینان یافتن از ایمنی مدارس در برابر زلزله و سیستم های آموزشی به گفتگو نشستند. درطی 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 هاک (ad hoc)است.

گروه کارشناسان آد هاک (ad hoc) این مسئله را که مدارس ساخته شده درسراسردنیا به طورمرتب درجریان زلزله فرومی ریزند غیر 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 دامنه 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 وغیرقابل 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 هاک (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 وحمایت همه ی دست اندرکاران وسرمایه گذاران(معتمدان) می تواند موفق شود. OECD دربهترین حالت، مناسب ایفای نقش رهبری درچنین عملیاتی است. گروه کارشناسان آد هاک (ad hoc) قویاً توصیه می کند که OECDدرکشورهای 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 وکشورهای شرکت کننده کار کند و در توسعه وتایید 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 واعتباربرنامه های دولتی ایمنی مدارس در برابر زلزله باشد و وسیله ای باشد برای تشخیص وارزیابی وضعیت، پیشرفت وموثربودن این برنامه ها. کشورهای شرکت کننده باید به طور مرتب برنامه ها ی به روز شده ی انجام ایمنی مدارس دربرابر زلزله را ارائه دهند و همچنین گزارش های پیشرفت را برای بازبینی و تایید توسط واحد سازمانی OECD فراهم کنند. این واحد باید درفاصله های معین، برنامه های کشوری را از طریق کنترل باز خوانی گزارش ها وبازرسی عملیات درداخل کشورها ارزیابی کند. OECD باید نتایج ارزش یابی هایش را منتشرکند و شاید گواهی نامه های انجام صادرکند و به طورعلنی دولت هایی را که به خواسته های تعیین شده برای پذیرش برنامه های دولتی نائل می شوند ویا پا فراترازآن ها می گذارند برسمیت بشناسد. واحد سازمانی OECD باید برنامه هایی بریزد برای این که نشان دهد چگونه برنامه های نمونه را پاداش دهند وچگونه 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 طورموثری 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، درمورد کارآیی استراتژی ها به کشورهای شرکت کننده توصیه کند که چگونه حمایت ازبرنامه ها را توسعه دهند. واحد ممکن است که برخی ازابزار و مواد را که درمنابع خودش استفاده می کند، توسعه دهد، ولی باید همچنین بهترین روش های عملی را که کشورهای عضو برگزیده اند، نیزاشاعه 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 مستقیما 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 غیرعضو 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 رسما 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:

1- 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.

2- تعیین تعداد دفعات وقوع زمین لرزه ی کشور به خاطر تسهیل توسعه و اجرای قوانین واستانداردهای 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.

3- 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 جزیی یا نقص های دیگری که زندگی انسان را به مخاطره می اندازد، جلوگیری کند هنگامی که انسان درمعرض 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 قرارمی 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.

4- ازآنجایی 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 قرارمی دهیم و در نظر داریم.
5- 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.
6- 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.
7- اتخاذ اقدام در برابر حوادث چندگانه برای ایمنی مدارس با کمک استراتژی های کاهش خطر زمین لرزه که حوادث اضافی را ابزاری می کند برای دیگر حوادث.

8- درصورت نیاز کمیته های مشورتی استخدام کنند تا اطمینان حاصل شود که خط مشی وتصمیم 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 موءثر 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 اززندگی 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 اعضاء که قادر شوند به طور موثر ی به اهداف تعیین شده نائل آیند.
- برنامه هایی برای کاهش خطرساختمان 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 موثربودن، 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 نظرگرفته 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 واجرای تصمیمات.

- داشتن کیفیت لازم درمورد افراد حرفه ای که درطرح تسهیلات مدرسه درگیرهستند.
- یک نهاد اجرایی مسئول که مستقل از سازمان های مسئول طراحی، ساختمانی وتسهیلات مالی مدرسه باشد، عهده دار نظارت وتصویب 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 وتصویب ساختمان.
- صلاحیت دارکردن(آموزش و گواهی نامه دادن به) کارمندان برای طرح، تجدید نظرطرح وبازرسی، 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 وعامل 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 وعوامل مناسب دیگراست، تعیین کند.

یک قانون خوب و موءثر برای بنای مدرسه و عامل اجرایی مربوط به آن باید ازموارد 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 ومقررات 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 وگواهی 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. اگرقوانین ومقررات 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 طورمستمر انجام واجرا 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 وتکنسین های درگیر در مراحل مختلف طرح و ساختمان دارد. برنامه های ایمنی کارورزی ساختمانی هرکشور باید متناسب با وضعیت آن کشور باشد. برنامه های کارورزی باید با ساختار دولتی و تقسیم مسئولیت ها، میزان درک خطر برای نهادها ومعتمدانش ، 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 وشایستگی 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* ازطریق 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 ا ی به طور جداگانه اقداماتی برای کاهش خطرها انجام دهند و کارمندان و دانش آموزان را آماده کنند تا در زمان وقوع رویداد های ناگهانی ازراه های درست و ایمن عکس العمل کنند. ارکان ایمنی مدارس باید شامل نکات زیر باشد:

- *آموزش و تعلیم وتربیت.* توسعه و آموزش در دوره ی مقدماتی و دبیرستان در زمینه ی زلزله، اقدامات اجتماعی در ارتباط با زلزله ها وعملیات 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*. ازطریق 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 وپس از آن احتیاج هست، تعریف و مشخص کند؛ سازمان ها ومسئولانی باید این برنامه ها را به طوری اجرا کنند که شامل تصمیم گیری درمورد پناه دادن یا مرخص کردن دانش آموزان یا به کاربردن 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 واقدامات مربوط به بازگشت دوباره.
- *کارورزی*. تدارک کارورزی و لوازم و مواد آن برای کارمندان و دانش آموزان درهنگام وقوع زلزله و اقدام به عملیاتی برای تامین ایمنی کارکنان.
- *کارآموزی فشرده*. وادارکردن به تمرین های دوره ای فشرده با به نمایش گذاشتن فرضی شرایط واقعی زمین لرزه جهت انجام کارورزی وآزمودن چگونگی مناسب بودن برنامه ها وارزیابی 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 واقعه ی زمین لرزه ی منطقه، آسیب پذیری ساختمان های مدارس موجود، عواقب ساختن نا درست ونامناسب ساختمان های جدید مدارس یا عواقب عدم توجه به بهبود بخشیدن مقاوم سازی ساختمان های موجود و امکان بهبودبخشیدن ایمنی مربوط به زلزله درمدارس. خصوصاً آن دسته از افراد جامعه که در کارساختمان مدارس شرکت دارند، باید درک کنند که چرا از آن ها خواسته شده که عملیات مقررشده 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 انتشاردانش 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 دربرابر زلزله شریک باشد ودرانجام آن کمک کند.
- استفاده از دوره ی تحصیلات مدرسه برای بالا بردن فرهنگ جلوگیری ازخطرات در نسل های آینده ی افراد جامعه.

عامل کاهش خطر در بناهای جدید

به طورمعمول 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 پذیراست. 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 وآموزش 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، امرمهمی 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 نظرگرفتن 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.

کمک 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 Offi cer, 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 PROÊNÇA

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)