

نقش مدیریت بحران در کاهش تلفات زلزله

مهدی عبدالملکی^۱، محمد امین بختیاری مجد^۲

^۱ کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

^۲ کارشناسی مهندسی عمران

چکیده

این پژوهش با عنوان « نقش مدیریت بحران در کاهش تلفات زلزله » به تبیین کاهش تلفات زلزله با عنایت به مؤلفه‌های مدیریت بحران می‌پردازد. یکی از موضوع‌هایی که بیشتر شهرهای بزرگ جهان با آن دست به گریبان هستند، موضوع حوادث طبیعی است. با توجه به ماهیت غیرمترقبه بودن غالب حوادث طبیعی و لزوم اتخاذ سریع و صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات، مبانی نظری و بنیادی، دانشی را تحت عنوان مدیریت بحران به وجود آورده است. این دانش به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که قبل، بعد و هنگام وقوع بحران جهت کاهش اثرات این حوادث و کاهش آسیب‌پذیری انجام گیرد. گستره جغرافیایی ایران از نظر احتمال وقوع این حوادث به‌ویژه زلزله، از آسیب‌پذیرترین بخش‌های کره زمین است که هر ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوان می‌شود و گستره‌های شهری نیز همواره تجربه تلخی از بروز این‌گونه بلاها داشته‌اند فلذا انجام برنامه‌ریزی خاص جهت مصون‌سازی هرچه بیشتر فضاهای شهری ضرورت دارد. شهرها به دلیل تمرکز جمعیت و سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی به‌شدت آسیب می‌بینند و این فضاها از آغاز تشکیل خود، فرم و ساختار خاصی جهت رشد انتخاب نموده و در گذر زمان نیز گسترش یافته‌اند. دانش شهرسازی با تکیه بر داده‌های جغرافیایی می‌تواند با تبیین اصول و مفاهیم خود و با استفاده از این داده‌ها، اثرات این‌گونه بلاها را تا حد زیادی تقلیل دهد و مدیریت شرایط بحرانی، می‌تواند با استفاده از این داده‌ها، اصول مدیریتی لازم جهت کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر این حوادث را به اجرا درآورند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد زمان وقوع زلزله را نمی‌توان تشخیص داد و آموزش و آگاهی جهت مواجهه با بحران زلزله کامل نیست و نیاز است سطح آگاهی مردم در خصوص رویارویی با بحران زلزله و خسارات ناشی از آن را بالا برد و همچنین در ساخت سازه‌ها و ساختمان‌ها مطابق اصول فنی و مقررات‌های ملی ساختمان نظارت دقیق و کامل‌تری صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بحران، چالش‌ها، راهکارها، کاهش تلفات زلزله

مقدمه

یکی از موضوع‌هایی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبانند، سوانح طبیعی است. بحران، رویداد یا واقعه ای ناگهانی است که با آسیب‌های جانی و مادی گسترده و یا زمینه بروز این گونه آسیب‌ها همراه بوده، نیازمند انجام اقدامات فوری است. این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حداقل به طور بالقوه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده هستند. (Alexander, 2000: p 38)

بر اساس برنامه راهبردی بین‌المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیه مخاطرات دو منشأ دارند: (۱) مخاطرات طبیعی (۲) مخاطرات ناشی از فناوری (Moe & Patharkul, 2006: p 396) سوانح طبیعی (بویژه زلزله) که اغلب خاموش و در عین حال بالقوه مستعد ایجاد آسیب هستند (شکیبا، ۱۳۸۷: ۱۰۰) به طور متوسط سالانه بیش از 150000 نفر تلفات انسانی و بیش از 140 میلیارد دلار خسارت مالی بر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه، به بار می‌آورد (پیام هلال احمر، ۱۳۸۵: ۱۲) در کنار عوامل طبیعی، عوامل انسانی نیز در تشدید تلفات (جانی و مالی) مؤثرند که یکی از مهم‌ترین این مسائل از بعد کالبدی، آسیب‌پذیری مسکن است؛ مثلاً در زلزله بم (۱۳۸۲) ۴۲۰۰۰ نفر کشته و چندین برابر زخمی در اثر تخریب بالغ بر 80 درصد ساختمان‌ها برجای مانده است (ماهنامه شمس، ۱۳۸۲: ۴۹۵) این آسیب‌پذیری کالبدی در همه شهرهای ایران (به طور کم یا زیاد)، وجود دارد، تاجایی که آمارها نشان می‌دهند، ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵/۵ آسیب‌پذیر هستند (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۸) همچنین وضعیت مالی ساکنان (به عنوان عامل تأثیرگذار بر مقاوم‌سازی مسکن)، تراکم ساختمانی (بافت فشرده و نامنظم)، کمیت و کیفیت معابر، طرح ساختمان (حسین زاده، ۱۳۸۳: ۷۰) جمعیت بالای اقشار آسیب‌پذیر، بعد خانوار و نرخ خانوار در واحد مسکونی (در ارتباط با تراکم جمعیت) و... در کنار آسیب‌پذیری کالبدی در افزایش خسارت‌های جانی مؤثر است.

از مهم‌ترین وظایف مدیریت بحران، کاهش آثار سوء بحران، آمادگی و بهبود اوضاع پس از وقوع بحران است. (Rattien, 1990: P44) به گونه ای که مدیریت بحران، بر یک مبنای اصولی شامل، تحلیل خطرپذیری پیشگیری از فاجعه، آمادگی در برابر آن (قبل از وقوع بحران) کمک‌های اضطراری (حین وقوع بحران) و بازسازی (پس از وقوع بحران) صورت می‌گیرد. (Rodriguez and et al:2009&Tsai and Chen:2009)

طرح مسأله و اهداف پژوهش

زلزله پدیده ای طبیعی و تنها یک بلا نیست، بلکه وجود آن یکی از اجتناب‌ناپذیرترین وقایع طبیعی است و باعث می‌شود که نیروهای محبوس در پوسته ی زمین آزاد شده و پوسته آرامش و ایستایی خود را باز یابد. آن چه زلزله را تبدیل به یک فاجعه ی مخرب می‌نماید، تقابل پدیده‌های انسانی و عوامل انسان‌ساز با این پدیده ی طبیعی می‌باشد. زلزله در سکونت‌گاه‌های انسانی باعث خسارات زیادی از لحاظ جانی و مالی شده و حاصل سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت را از بین برده و همچنین توسعه و پیشرفت کشور را به خطر می‌اندازد. شهرها نیز به عنوان یک مکان تجمع برای جمعیت انسانی از وقوع این بلایای طبیعی مستثنی نمی‌باشند و لازم است چاره‌اندیشی‌های جدی جهت کاهش آسیب‌پذیری این سکونتگاهها در برابر بلایای طبیعی صورت پذیرد.

اهداف پژوهش

- ۱- برنامه ریزی چه اندازه توانسته است در جهت کاهش زلزله مفید و مؤثر واقع شود؟
- ۲- مدیریت بحران تا چه اندازه توانسته در جهت کاهش خسارت های جانی و مالی مؤثر واقع شود؟

مدیریت بحران

مدیریت بحران ناظر بر پنج مقوله ی "سازماندهی"، "ارتباطات"، "تصمیم گیری"، "شناخت عوامل بحران و "طراحی" است. کنترل بحران در مواقعی که سازمان دهی نیروهای مقابل هکننده با بحران بیشتر باشد آسان تر است. مدیریت بحران فرآیند برنامه ریزی و عملکرد می باشد که با مشاهده ی سیستماتیک بحران ها و تجزیه و تحلیل آن ها در جستجوی یافتن ابزاری است که به وسیله ی آن بتوان از بروز بحران ها پیشگیری نمود و یا در صورت بروز آن در خصوص کاهش آثار، آمادگی لازم، امدادسانی سریع و بهبودی

اوضاع سازمان اقدام کرد. هر اندازه میزان ارتباطات بین ارگان های مقابله کننده با بحران بیشتر باشد، مدیریت بحران از کارایی بیشتری برخوردار خواهد بود.

سرعت تصمیم گیری در مدیریت بحران از اهمیت بسیاری برخوردار است. در واقع بین سرعت تصمیم گیری و سرعت کنترل بحران ارتباط مستقیم وجود دارد به بیان دیگر هر اندازه سرعت تصمیم گیری از سوی مدیریت بحران بیشتر باشد، سرعت کنترل بحران نیز بیشتر خواهد بود. مسأله ی اصلی در مدیریت بحران، چگونگی سنجش فوریت و اولویت تهدید است. در سنجش، طبقه بندی و تشخیص اولویت و فوریت تهدید، عوامل بسیاری تأثیرگذار هستند. زمان تهدید، مکان و شدت تهدید، توان و قدرت تهدید، عامل تهدید، عمق و دامنه ی تهدید، نوع تهدید، هدف مورد آماج تهدید و ابزار تهدید از مهم ترین این عوامل هستند.

نقش مدیریت بحران در کاهش زلزله

۱- مدیریت پیش از بحران

۱-۱- پیش بینی

پیش بینی زمین لرزه (Prediction) و پیش یابی (Forecast) در میان سایر اقدامات کاهش تاثیرات مخرب زمین لرزه نظیر آمادگی، از مدت زمان طولانی در جوامع علمی مورد بحث قرار گرفته است. پیش بینی زمین لرزه تنها زمانی می تواند مفید واقع شود که زمان، بزرگی و محل یک زمین لرزه قریب الوقوع را مشخص سازد، در غیر این صورت فاقد تاثیرات مطلوب اجتماعی و اقتصادی است.

با توجه به اینکه عوامل تولید امواج لرزه در زیر زمین بوده و بعلت عدم دسترسی به منابع زیر زمین، پارامترهای دخیل در رخداد زمین لرزه و عدم امکان اندازه گیری های مستقیم تنش در زیر زمین، اغلب هدف محققین مطالعه رخداد زلزله از طریق پیش نشانگرهای آن می باشد. اندازه گیری و شناسایی برخی از این پیش نشانگرها از جمله پایش جابجایی های سطح، پایش ناهنجاری های حرارتی، پایش لرزه ها، تغییرات محتوای الکترونی یونسفر، پیدایش ابرهای ناگهانی و تغییرات در محتوای گازهای زیر خاک مانند گاز رادون، گاهی اوقات با استفاده از فناوری های سنجش از دور امکان پذیر بوده و گاهی با استفاده از روش های مبتنی بر اندازه گیری های زمینی ژئوماتیکی قابل شناسایی می باشند.

۱-۲- کاهش آسیب پذیری

آسیب پذیری عبارت است از گرایش عناصر گوناگون به تخریب شدن در اثر وقوع سوانح. در تعریفی دیگر مجموعه ای از شرایط غالب و منتج از عوامل مختلف فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی که برخلاف توانایی پاسخگویی به سانحه عمل می کند را آسیب پذیری می نامند. آسیب پذیری، بر اساس مقیاس صفر تا یک بسته به شدت سانحه، به عنوان میزان خسارت مورد انتظار بیان می شود (به عبارتی هزینه تعمیر یا تعویض) آسیب پذیری می تواند فیزیکی، اجتماعی، یا اقتصادی باشد و می تواند به طور ابتدایی یا ثانوی باشد. استراتژی های کاهش آسیب پذیری، خطر را نیز کاهش می دهند. (فلاحی، ۱۳۸۸ : ۸۱)

بر اساس دیدگاه ترکیبی، آسیب پذیری مفهوم و پدیده ای صرفاً «فنی و زیستی-فیزیکی» یا «اجتماعی-اقتصادی» نیست، بلکه بطور همزمان، پدیده ای چندبعدی و فرایندی اجتماعی-اکولوژیک می باشد. لذا تحلیل آسیب پذیری باید جامع باشد و مطابق آن، ملاحظه مجموعه پیچیده ای از عوامل، تعاملات و فرایندهای ریشه دار در «تعامل جامعه و طبیعت» برای مطالعه و تبیین کامل آن و ارائه راه حل هایی همه جانبه و هماهنگ لازم و ضروری است. (قدیری، ۱۳۸۶ : ۴)

آسیب فیزیکی و کالبدی شهر معمولاً در دوره بسیار کوتاه پس از وقوع زلزله نمود می یابد. اما آسیب اجتماعی-اقتصادی در دوره طولانی تری پس از وقوع زلزله نمود می یابد. میزان آسیب فیزیکی و کالبدی شهرها به عوامل کالبدی شهر که به صورت اشکال اندازه ها و الگوهای خاص عناصر و اجزا فرم شهری مانند ساختمانها، قطعات زمین، شبکه راه ها، مراکز، کاربری زمین و زیر ساخت ها متبلور می شود، بستگی دارد.

سه مولفه اصلی آسیب پذیری عبارت اند از: (آدگر، ۲۰۰۶)

- در معرض بودن (درجه ای که یک گروه انسانی یا اکوسیستمی با تنش ها یا تهدیدهای خاصی روبرو است)
- حساسیت (درجه ای که آن گروه انسانی یا اکوسیستم از تهدیدات پیش رو تاثیر پذیرفته و دچار اختلال یا آسیب می گردد)
- ظرفیت رسیدگی (توانایی و قابلیت آن گروه انسانی یا اکوسیستم برای پیشگیری، رسیدگی، واکنش و بهبود از آسیب احتمالی)

بر این اساس، اولین اقدام برای به کارگیری کاهش کامل خطر از طریق توجه به تمامی جنبه های محیط خطر زا است. این به معنای مطالعه دلیل پدید آمدن زلزله و تبعات طبیعی آن، تأثیر بر خاک، نتایج سازه ای این سانحه، هم از دیدگاه حیات انسانی و هم توسعه اقتصادی می باشد.

۱-۳- بهسازی

بهسازی (Rehabilitation) در معنای کلی لغوی یعنی اصلاح کردن یا بهبود بخشیدن وضعیت موجود سازه، بهسازی ساختمان دو مفهوم را در بر میگیرد که شامل؛ بهسازی لرزه ای به منظور اصلاح ضعف های بوجود آمده در سازه و بازگردانی موقعیت اولیه ی سازه (Retrofitting) و بهسازی لرزه ای به منظور ارتقای کیفیت، تغییر شرایط بهره برداری و افزایش وظایف ساختمان که اصطلاحاً به آن (upgrading) می گویند، است. عدم توانایی سازه در ارائه ی خدمات مورد انتظار که سازه را نیازمند بهسازی می کند دلایل مختلفی دارد که ممکن است ناشی از؛ خطاهای طراحی و اجرایی، بکارگیری مصالح بی کیفیت، بهره برداری بی ضابطه از سازه، فرسایش مصالح به مرور زمان، فروپایگی ساختمان، حوادث طبیعی، افزایش بار بیش از حد مفروض در طراحی سازه و.... باشد.

پیش از اقدام برای بهسازی لرزه ای لازم است مشخصات فنی ساختمان با دقت تحت مطالعه و بررسی مشاوران مقاوم سازی قرار بگیرد. ویژگی های فیزیکی مهم و تاثیرگذار سازه در بهسازی لرزه ای عبارتند از: ویژگی های اجزای سازه ای و غیر سازه ای، بررسی سطح زمین لرزه در منطقه ی جغرافیایی سازه، بررسی اولیه ی میزان مقاومت لرزه ای، کاربری سازه، شرایط بهره برداری جدید ساختمان، نیاز کارفرما، محدودیت های اقتصادی و اجرایی و در نهایت ضوابط و آئین نامه های جدید بهسازی لرزه ای ساختمان. پس از ارزیابی مطاعات مهندسی نیاز به عدم نیاز به بهسازی لرزه ای با توجه به مستندات موجود و بررسی های صورت گرفته مشخص می شود، لازم بذکر است سازه هایی که مطابق وضعیت موجود و با در نظر داشتن سطح اهمیت آنها بر پایه ی آخرین استاندارد ۲۸۰۰ ایران با دقت کافی طراحی، اجرا و نظارت شده باشند نیازی به بهسازی لرزه ای ندارند مگر در صورتیکه سطح اهمیت و بهره برداری سازه ی مورد نظر بیش از حد فرض شده در طراحی اولیه بوده باشد یا میزان خطر زمین لرزه از مقدار در نظر گرفته شده در ابتدا بیشتر باشد.

جهت ارائه ی راه های مناسب بهسازی سازه در ابتدا باید ساختمان مورد نظر توسط کارشناسان و مشاوران بهسازی با دقت تحلیل و مطالعه شود. جهت انجام مطالعات بهسازی لرزه ای سازو ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای آن باید اطلاعات مربوط به خصوصیات لرزه ای سازه (زمان تناوب و نسبت میرایی) و اطلاعات مربوط به مشخصات مصالح بکار رفته در سازه را بدست بیاوریم. در مراحل بعدی مطالعات بهسازی لرزه ای سازه جهت ارائه ی راهکار بهسازی مناسب نیازمند جمع آوری اطلاعات در حیطه ی پیکربندی و سیستم سازه هستیم. این اطلاعات شامل: نوع سازه، اندازه های مقاطع، نحوه ی قرارگیری میلگرد ها در بتن، نحوه ی اتصال اجزای سازه به یکدیگر، اعضای موثر در مقاومت نهایی سازه، باربری ساختمان و... می باشد. ضمناً جهت تحلیل سازه ای لازم است اطلاعات اجزای اصلی و غیر اصلی ساختمان و جزئیات آنها به دقت تعیین و مدلسازی گردد. یکی دیگر از پارامترهای مهم در ارائه ی راهکارهای بهسازی لرزه ای سازه ارزیابی کیفی پی و شالوده ی سازه می باشد که شامل: ویژگی های خاک محل احداث ساختمان، مشخصات ژئوتکنیکی خام، موقعیت قرارگیری سازه و هندسه ی آن و مشخصات فنی میلگردهای بکار رفته در بتن می باشد. جمع آوری اطلاعات برای ارائه ی یک راهکار مناسب بهسازی لرزه ای سازه از طریق؛ بازدید مجلی، نمونه گیری، حفاری و بررسی نتایج مربوط به آن، آزمایش ها و... قابل دست یابی است. یکی از پارامترهای بسیار مهم که طی مطالعات پیش از بهسازی لرزه ای ضرورت دارد، بررسی تفاوت های احتمالی مندرجات نقشه های سازه با آنچه اجرا شده است می باشد که با بازدید از سازه قابل درک است. بازدید از سازه علاوه بر موارد ذکر شده امکان تشخیص آسیب های ظاهری سازه نظیر؛ نشست پی که باعث افزایش آسیب پذیری ساختمان در هنگام وقوع زمین لرزه می شود را نیز فراهم می کند.

۲-مدیریت آغاز بحران

۲-۱-هشدار

با توجه به لرزه خیزی بالای محدوده تهران، نیاز به انجام اقداماتی در جهت کاهش خطرپذیری این شهر می باشد در این ارتباط، یکی از راهکارهای مهم کاهش خطرپذیری در کشور های پیشرو در حوزه مدیریت بحران، راه اندازی سامانه های هشدار سریع و انجام اقدامات مرتبط از جمله اتصال سامانه ها و قطع جریان سوخت، توقف قطارهای سریع و مترو و... می باشد که با توجه به تاثیر آن در کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله و حوادث ثانویه در مقایسه با هزینه و زمان اجرا بسیار حائز اهمیت می باشد؛ در این راستا با توجه به نحوه توزیع گسل های لرزه زا و تاثیر گذار در اطراف شهر تهران از جمله گسل مشاء که

مسبب زمین لرزه های ویرانگر در گذشته بوده و همچنین احتمال فعالیت لرزه ای مجدد در آینده (با توجه به شواهد لرزه ای تاریخی و دستگاهی)، راه اندازی سیستم آزمایشی هشدار سریع زلزله به عنوان یکی از راهکارهای کاهش خطرپذیری لرزه ای کلان شهر تهران نیز مطرح گردید. در قوانین و اسناد بالادستی ملی و بین المللی نیز این اقدام مورد تاکید قرار گرفته است از جمله در سطح بین المللی ایجاد سیستم های هشدار سریع مخاطرات، یکی از اولویت سیاست های پیشگیرانه کشورها در مواجهه با مخاطرات پیشنهاد گردیده است که نمونه آن در سند اجلاس کاهش بلایای سازمان ملل (هیوگو) آمده و مورد پذیرش کشور ایران نیز قرار گرفته است. لذا در این حوزه نیز سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به عنوان بازوی اجرایی شورای هماهنگی مدیریت بحران شهر تهران و سیاست گذاری جهت پیاده سازی سامانه های هشدار سریع مخاطرات در دستور کار خو قرار داده است. در این راستا با توجه به اینکه زمین لرزه مهمترین و تاثیرگذارترین مخاطره تهدید کننده تهران محسوب میشود، در فاز اول ایجاد سامانه هشدار سریع زلزله در اولویت مدیریت بحران شهر تهران قرار گرفته است که مقدمات انجام فاز آزمایشی (پایلوت) آن از سال ۱۳۹۱ در دستور کار سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران قرار گرفته است.

جهت ایجاد سامانه آزمایشی با استفاده از پتانسیل و ظرفیت کارشناسان و متخصص داخلی و همکاری مشاور فنی از مراکز معتبر علمی کشور نسبت به بررسی تجارب کشورهای پیشرو و مشخصات سیستم های موجود در دنیا اقدام گردید؛ لیکن با توجه به جدید بودن موضوع و مسایل و چالش های فنی مربوطه در روند پیاده سازی سامانه مقرر گردید از ظرفیت های همکاری بین المللی از جمله کشور ژاپن که در ایجاد و بهره برداری این سیستم ها در جهان پیشرو می باشند با هدف انتقال تکنولوژی و تجربیات استفاده گردد که این همکاری در ذیل پروژه ظرفیت سازی در کاهش خطرپذیری و مدیریت بحران شهر تهران بین سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به نمایندگی از دولت جمهوری اسلامی ایران و آژانس همکاری های بین المللی ژاپن (جایکا) به نمایندگی از دولت ژاپن انجام شد.

جهت راه اندازی سامانه کاربردی هشدار سریع زلزله، ابتدا برنامه مربوطه در تمامی ابعاد بر اساس تجارب کشور ژاپن تهیه گردید و در آن زمان بندی های مربوطه (کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت) تعیین گردید، سپس در فاز کوتاه مدت برنامه (۳ سال)، اجزاء و مشخصات مورد نیاز سامانه آزمایشی (بر روی یکی از گسل های لرزه زای اطراف تهران (گسل مشاء)) شناسایی و برنامه ریزی به منظور اجرا و عملیاتی شدن هر جزء در دستور کار قرار گرفت. هر سامانه هشدار سریع از جمله سامانه هشدار سریع زلزله شهر تهران شامل ۴ جزء اصلی می باشد که شامل ایستگاههای پایشی، سیستم ارتباطی، نرم افزار تشخیص و هشدار زلزله و در نهایت ابزار خروجی و استفاده کننده از هشدار می باشد. که در ذیل به آنها اشاره می شود:



۲-۱-۱- ایستگاههای پایشی سامانه

با توجه به فقدان شبکه پایشی مناسب جهت اجرای سامانه و همچنین نیاز به تجهیزات و نرم افزار های اختصاصی، جانمایی تعداد ۴ ایستگاه پایشی در فاز آزمایشی اجرای سامانه توسط متخصصین داخلی و خارجی در دستور کار قرار گرفت و اقدامات بشرح زیر صورت پذیرفت:

- طی انجام مطالعات دفتری، با توجه به نحوه توزیع گسل‌های لرزه زا و تاثیر گذار و مراکز پرجمعیت شهری؛ بهترین نوع سامانه هشدار سریع زمین لرزه بر اساس بیشترین زمان هشدار طراحی گردید در این راستا با توجه به مطالعات و جلسات کارشناسی برگزار شده و اهداف کارکردی سامانه، مقرر گردید این سیستم یک سامانه هشدار سریع ناحیه‌ای با قابلیت ایجاد هشدار محلی و منطقه‌ای باشد که محل پیشنهادی برای نصب ایستگاه‌های شتابنگاری برخط نیز متناسب با نوع سامانه هشدار سریع زمینلرزه شهر تهران تعیین گردید.
- با انجام مطالعات زمین شناسی و سائزموکتونیک و با استناد به گذشته لرزه خیزی و فعالیت امروزی گسل ها (لرزه شناسی دستگاهی)، بهترین محدوده پیشنهادی در اطراف گسل مشاء در بخش شرق این گسل تعیین گردید
- با توجه به محدودیت تعداد ایستگاههای پایشی، تعیین بهترین آرایش ایستگاهی نیز در دستور کار متخصصین و اساتید دانشگاهی قرار گرفت. براین اساس، قرارگیری ۴ ایستگاه EEWS در فاز آزمایشی به صورت ۳ ایستگاه در شعاع ۱۰ کیلومتری از ۱ ایستگاه مرکزی واقع در بالای کوه امامزاده هاشم پیشنهاد گردید. طراحی شبکه و تعیین محدوده های مناسب جهت نصب ایستگاههای پایشی به نحوی انجام گردید تا از ایستگاههای لرزه نگاری سایر مراکز فاصله داشته باشد (شکل ۲)
- طی انجام بازدید های میدانی از محدوده نهایتاً ۴ ایستگاه در فاز آزمایشی در فاصله ۴۰ تا ۷۰ کیلومتری شرق و شمال شرق تهران انتخاب گردید. نمونه ای از ایستگاههای شتابنگاری سازمان در شکل ۲ نمایش داده شده است.
- به موازات طراحی و ساخت سازه ایستگاه شتابنگاری، عملیات تکمیلی مانند انتقال و اتصال برق شهری، نصب سیستم برق پشتیبان خورشیدی و... نیز صورت پذیرفت.

۲-۱-۲- سیستم ارتباطی سامانه:

با توجه به بررسی های صورت گرفته توسط متخصصین ارتباطی، موقعیت ایستگاهها، لزوم توجه به امنیت و ارتباط پایدار با ایستگاهها و اطمینان از ارسال برخط اطلاعات حتی در شرایط زلزله، طی جلسات کارشناسی با سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی و همچنین برخی از شرکت های ارتباطی دارای صلاحیت، از بین سیستم های ارتباطی موجود در کشور در نهایت سیستم ارتباط رادیویی با فرکانس اختصاصی (۴۰۰ مگاهرتز) انتخاب گردید. با توجه به اینکه فرکانس مذکور در محدوده فرکانس های تخصیصی از سوی سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی کشور می باشد به منظور امنیت بیشتر سیستم و عدم تداخلات احتمالی، نسبت به اخذ فرکانس اختصاصی و مجوزهای مربوطه اقدام گردید. علاوه بر این با کمک متخصصین و کارشناسان، طرح سیستم ارتباطی رادیویی ایستگاههای پایشی هشدار نیز تهیه گردید. عملیات اجرایی شامل نصب دکل، خرید و راه اندازی تجهیزات ارتباطی مربوطه نیز در دستور قرار گرفته و عملیاتی گردید.

۲-۱-۳- نرم افزار سامانه هشدار سریع زلزله

مغز متفکر سامانه هشدار سریع زلزله، نرم افزار تشخیص زلزله و هشدار سریع مربوطه می باشد. با توجه به موقعیت زمین ساختی هر محدوده بایستی الگوریتم ها و پارامترهای مناسب هر محدوده در طراحی نرم افزار لحاظ شود. مهمترین اقدامات صورت گرفته شامل موارد ذیل می باشد:

- با کمک دانش فنی اساتید و متخصصین داخلی مناسبترین الگوریتم ها احصاء و توسط کارشناسان یا مراکز علمی معتبر ارزیابی اولیه گردید و پس از تأیید چارچوب، مشخصات فنی و خروجی های نرم افزار توسط کمیته فنی، تهیه نرم افزار و برنامه نویسی مربوطه در دستور کار قرار گرفت.
- با توجه به جدید بودن موضوع و فقدان تجربه مشابه در کشور، مقرر گردید از تجربیات کشور ژاپن استفاده شده و نسبت به انتقال تکنولوژی تشخیص زود هنگام زلزله به متخصصین داخلی اقدام شود که انطباق سیستم هشدار سریع زلزله کشور ژاپن با سامانه مدنظر شهر تهران انجام و در نهایت مقرر گردید جهت افزایش دقت خروجی های سیستم و جلوگیری از ارسال هشدارهای خطا (False Alarm) سامانه از دو بخش نرم افزار مستقر در ایستگاه و نرم افزار مرکزی جهت تحلیل اطلاعات ارسالی از ایستگاهها تشکیل گردد.
- عملیات برنامه نویسی زیر نظر متخصصین داخلی و کارشناسان مشاور ژاپنی در دستور کار قرار گرفته و انجام گردید.

۲-۱-۴- خروجی سامانه هشدار سریع زلزله:

کارایی سیستم هشدار سریع زلزله در صورتی تکمیل می گردد که سیگنالهای هشدار زلزله به سرعت (قبل از رسیدن امواج مخرب) به بهره برداران اعلام و تبدیل به اقدام عملیاتی گردد. جهت انجام این مهم بایستی ابتدا سیگنالهای تولید شده از طریق ابزارهای ارتباطی مانند پیامک، Email، سیگنالهای صوتی به مخاطبین برسد که در این راستا اقدامات زیر در دستور کار قرار دارد:

- بررسی زیرساخت های موجود شهر تهران که می تواند در ارسال خروجی های سامانه کمک نماید و احصاء زیرساخت های مناسب.
- انجام بررسی ها و تست کارکردی زیرساخت های موجود
- ایجاد و انطباق زیرساخت های مناسب
- تهیه نمونه اولیه خروجی سامانه (پیامک و بسته های اطلاعاتی در بستر TCP/IP)

نتیجه

به نظر می رسد ضوابط و شاخص های طراحی و ساماندهی محیط جهت مقابله با سوانح طبیعی از قبیل زلزله، با توجه به شرایط فرهنگی، اقلیمی و بومی، مناطق مختلف ایران نیازمند مطالعه و برنامه ریزی جامع مدیریت بحران می باشد که با هدف کاهش شدت بحران در مراحل زمانی مختلف از طریق بسیج امکانات و توانمندی های نرم افزاری و سخت افزاری موجود و با هدف عبور از سناریوی وقوع بحران و نیل به سناریوی غلبه بر بحران از مقیاس کلان ملی تا مقیاس یک واحد مسکونی صورت می پذیرد، و به ارائه کدها و الگوهای فیزیکی و غیر فیزیکی ساماندهی فعالیت ها، نهادها و محیط فیزیکی منجر می گردد. گونه ای که در هر منطقه با شدت مشخصی از بحران بتوان سرانه ها، شاخص های مکان یابی و استقرار و الگوهای شکل گیری عناصر و اجزای متشکله محیط اعم از نقاط زیستی، کاربری، شبکه ارتباطی، تراکم ساختمان و حوزه های مختلف منطقه ای، شهر و مسکن را مورد استفاده قرار داد.

منابع

الف. فارسی:

۱. پیام هلال احمر، (۱۳۸۵)؛ جمعیت هلال احمر جمهوری اسلامی ایران، بلائیای طبیعی، شماره ۱۲۱
۲. پورمحمدی، محمدرضا و علی مصیب زاده، (۱۳۸۷)، آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش
۳. مشارکت محله ای در امداد رسانی آنها، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۱۱۷-۱۴۴
۴. حسین زاده، سیدرضا، (۱۳۸۳)، برنامه ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای. شماره سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. شکیبیا، علیرضا، (۱۳۸۷)، بحران، دانشنامه مدیریت شهری و روستایی، انتشارات سازمان شهرداریها و دهیاری های کشور، تهران، صص ۱۰۲-۱۰۰
۶. فلاحی، علیرضا؛ (۱۳۸۸)، ارزیابی سانحه، خطرپذیری، آسیب پذیری و خسارت، مرکز انتشارات مؤسسه آموزش عالی هلال احمر ایران، تهران، ایران.
۷. قدیری، محمود؛ (۱۳۸۸)، کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله؛ ضرورت نگرش همه جانبه در برنامه های توسعه پنج ساله ایران، سومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه، تهران، شرکت کیفیت ترویج، بازیابی از:
https://www.civilica.com/Paper-INDM03-INDM03_142.html
۸. ماهنامه شمس، (۱۳۸۲)، بیانیه شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی کشور به مناسبت زلزله بم، تهران، سازمان نظام مهندسی ساختمان، سال اول، شماره سوم.

ب. انگلیسی

10. Adger, W. N. (2006), Vulnerability, *Global Environmental Change*. 16: 268- 281, retrieved from: http://coastalcluster.curtin.edu.au/local/docs/Resilience/Adger%202006_CS.pdf
11. Alexander, David (2002). "Principles of Emergency and Managements" Oxford University Press.
12. Moe, Tun Lin and pathranakul, Pairote (2006). *An Integrated Approach to Natural Disaster Prevention and Management*, Vol 15 No.3, Emerald Group Publishing Limited.
13. Rattien, Stephen (1990). *The Role of Media in Hazard Mitigation & Disaster Management*, Disaster Press, vol. 1