ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌ای مراکز آموزشی در برابر زلزله و شناسایی اماکن امن جهت سرپناه اضطراری پس از زلزله

(مطالعهٔ موردی)

کتایون جهانگیری، مهناز خردمند

۱. دانشیار گروه سلامت خانواده، مرکز تحقیقات سنجش سلامت، پژوهشکدهٔ علوم بهداشتی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران.

۲. نویسندهٔ مسئول: کارشناس ارشد شهرسازی، تهران، ایران.

Email:Kheradmand.Mahnaz@yahoo.com

دریافت: ۹۲/۱۰/۳ پذیرش: ۹۳/۶/۵

چکیده

مقدمه: در هنگام زلزله مراکز آموزشی به دلیل حضور شمار قابل توجهی از دانش‌آموزان، معلمان و کارکنان در زمرهٔ مکان‌های با آسیب‌پذیری بالا طبقه‌بندی می‌شوند و پس از رخداد زلزله نیز می‌توانند به عنوان سرپناه اضطراری استفاده شوند. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌ای مراکز آموزشی یکی از محله‌های غرب تهران و تعیین سازه‌های ایمن در زمان وقوع زلزله صورت پذیرفته است.

روش: پژوهش کاربردی حاضر، به صورت موردی و در ۴ مرحله انجام شد. برای ارزیابی مقاومت سازه‌ای مراکز آموزشی از تکنیک ارزیابی بصری سریع RVS و برای ارزیابی وضعیت توزیع مراکز آموزشی امن جهت سرپناه اضطراری در زمان بحران از نرم‌افزار GIS استفاده شد. مجموعهٔ یافته‌ها با تکنیک SWOT تحلیل شد.

یافته‌ها: علی‌رغم قرارگیری این محله در منطقه با خطرپذیری نسبتاً پایین شهر تهران، مقاومت سازه‌ای پایین بسیاری از مراکز آموزشی همراه با عدم رعایت ضوابط طراحی، موجب آسیب‌پذیری بالای این مراکز در زمان بحران خواهد شد که لازم است برای آن تدابیری اندیشیده شود. ضمن آنکه توزیع مراکز آموزشی امن محله به عنوان سرپناه اضطراری مناسب است. تحلیل SWOT نشان داد که وضعیت استراتژی این محدوده در موقعیت اقتضایی است.

نتیجه‌گیری: با توجه به حساسیت مراکز آموزشی، بررسی آسیب‌پذیری و تحلیل عملکرد آن‌ها در زمان قبل از وقوع زلزله ضروری است. راهبردهای پیشنهادی به منظور کاهش آسیب‌پذیری در دو گروه ایستا و پویا طبقه‌بندی و در مقاله ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: آسیب‌پذیری سازه‌ای، مراکز آموزشی، سرپناه اضطراری، زلزله.

مقدمه

در بحث کاربری‌های خاص، ساختمان مدارس به عنوان مکانی ویژه که نسل آینده در آنجا تحت آموزش قرار می‌گیرند، مطرح هستند (۱). مدارس مکان‌هایی هستند که دانش‌آموزان بخش مهمی از وقت خود را در آنجا سپری می‌کنند (۲) و در بیشتر روزهای ماه و سال فعال هستند (۳). نه فقط ایمنی ساختمان مدارس حائز اهمیت است، بلکه قرارگیری آنها در محل‌های امن و با آسیب‌پذیری کمتر نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. از این رو احداث مدارس جدید در مناطق ایمن و نیز انتقال تدریجی مدارس واقع در نواحی آسیب‌پذیر به نواحی امن و مقاوم‌سازی ساختمان مدارس در برابر زلزله از راهکارهایی هستند که به کمک آنها می‌توان سطح ایمنی مدارس و در نتیجه دانش‌آموزان را ارتقا بخشید (۱).

علت این امر آن است که تخریب ساختمان‌های مدارس موجب مرگ شمار بسیاری از افراد می‌شود(۴). چنان که در زلزلهٔ ۱۹۹۹ چی‌چی تایوان، ۴۳ مدرسه در نانتو و تایچونگ به طور کامل تخریب شدند. به گزارش بانک جهانی در زلزلهٔ ۲۰۰۱ گجرات هند، ۱۱۶۰۰ مدرسه تخریب گردید. در زلزلهٔ اسپیتاک در شمال امریکا در ۱۹۹۸ بسیاری از کودکان به دلیل تخریب ساختمان مدرسه جانشان را از دست دادند (۵). در زلزلهٔ سیچوان چین به بزرگای ۸ ریشتر در ۲۰۰۸، بیش از ۴۰ مدرسه به طور کامل تخریب و صدها ساختمان به طور غیرقابل مرمت تخریب و بیش از ۱۴۰۰۰ دانش آموز و معلم کشته شدند. در زلزلهٔ کشمیر پاکستان در ۲۰۰۵ حدود ۱۷۰۰۰ دانش‌آموز در اثر تخریب سازه‌ای مدارس جان خود را از دست دادند (۴). در زلزلهٔ بم در ۱۳۸۲، که موجب ویرانی شدید در بم و بروات شد، ۱۰۰ مدرسه تخریب گردید که خوشبختانه به دلیل وقوع زلزله در شب این مدارس خالی از دانش آموز و معلمان بود (۱).

از دلایل دیگر اهمیت مراکز آموزشی نقشی است که می‌توانند پس از زلزله به منظور اسکان اضطراری ایفا نمایند. در نواحی لرزه‌خیز، استفاده از مدارس به عنوان مراکزی برای تأمین سرپناه فوری ارجحیت دارد، زیرا مکان‌های مناسبی با دسترسی آسان برای مردم محلی محسوب شده و قادر به خدمات‌دهی به جامعه محلی هستند. وجود اتاق‌های متعدد و فضاهای ورزشی، مدارس را به محل مناسبی برای اسکان تبدیل می‌کند، ضمن آنکه می‌توان از مدارس برای ارائه خدمات تهیه و توزیع غذا، کالا و تأمین سایر نیازهای آسیب‌دیدگان استفاده کرد(۶).

در زلزلهٔ ۱۹۹۵ کوبهٔ ژاپن، مدارسی که در برابر زلزله مقاوم شده بودند مرکز اسکان اضطراری بیش از ۱۸۰۰۰ شهروند ژاپنی شدند(۵). همچنین به دنبال زلزلهٔ ۱۹۸۳ کالیفرنیا، از ورزشگاه دبیرستان‌ها به عنوان سرپناه موقت برای مردم سانحه‌دیده استفاده شد(۶). اهمیت توجه به مراکز آموزشی به حدی است که دبیرخانهٔ ملّی کاهش بلایای طبیعی برای کاهش اثرات بلایا (۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹)، به منظور افزایش آگاهی جوامع در زمینهٔ توجه به خطر و پیامدهای بلایای طبیعی، توجه خود را به جای تمرکز بر سامان‌دهی و بازیابی پس از سانحه به تقویت سیاست‌های پیشگیرانه در زمینهٔ تخفیف خطر

معطوف کرده است. تقویت ساختمان‌های مدارس و تأکید بر آموزش برای تأمین و مقاوم‌سازی مدارس، در جوامعی که در معرض خطر زلزله هستند، بخشی از این سیاست کاهش خطر محسوب می‌شود(۷).

با توجه به اینکه کشور ایران به عنوان کشوری لرزه‌خیز در معرض وقوع زلزله‌های مخرب قرار دارد و از لحاظ تعداد کشته‌شدگان در اثر زلزله ردیف دوم جهان را به خود اختصاص داده است (۸) و نیز از آنجا که ۹۰ درصد شهرهای ایران در برابر زلزله‌های با بزرگای ۵/۵ ریشتر و بیشتر آسیب‌پذیرند (۹)، اهمیت پرداختن به این مسئله بیش از پیش روشن می‌شود. در این میان، کلان‌شهر تهران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است؛ چون خطر زمین لرزه در شهر تهران به واسطه موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی، وجود گسل‌های فعال متعدد در اطراف و درون آن، وقوع زلزله‌های مخرب تاریخی متعدد و سایر شواهد تکتونیکی و زمین‌شناختی، بسیار بالا ارزیابی شده است (۱۰).

ازاین‌رو، در تهران نیز همچون دیگر مناطق مستعد زلزله، نیاز است مقاومت ساختمان‌های مدارس ارزیابی شود. این ارزیابی به منظور برنامه‌ریزی کارآمد برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود در مرحلهٔ قبل از رخداد زلزله ضروری است (۱۱). پژوهش حاضر با هدف ارزیابی مقاومت سازه‌ای مدارس و تعیین اماکن ایمن برای اسکان اضطراری پس از زلزله در یکی از محله‌های غرب تهران انجام شده است.

روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش به لحاظ ماهیت مطالعه از نوع موردی و به لحاظ هدف از انواع پژوهش‌های کاربردی است. گروه هدف مطالعه، مراکز آموزشی موجود در یکی از محله‌های غرب تهران می‌باشند[1]. معیارهای انتخاب این محله شامل امکان دسترسی به اطلاعات محدوده، آشنایی محققان با محدودهٔ مطالعه به واسطه انجام پروژه‌های شهری در این محله و نیز استقرار محله در منطقه با خطر لرزه‌پذیری نسبتاً پایین بوده است[2].

این تحقیق در چهار مرحله به شرح زیر صورت پذیرفت:

مرحلهٔ اول: انتخاب محدودهٔ مطالعه بر مبنای معیارهای انتخابی؛

مرحلهٔ دوم: بررسی متون و مستندات موجود در شهرداری منطقه شامل طرح تفصیلی پایه، سند توسعهٔ راهبردی توسعهٔ محله، الگوی توسعهٔ راهبردی منطقه، مطالعات کاربری زمین؛

مرحلهٔ سوم: تحلیل وضع موجود می‌باشد که خود از دو زیرمرحله تشکیل شده است:

الف- ارزیابی عمومی شامل ویژگی‌های محیط طبیعی، ویژگی‌های کالبدی، کاربری اراضی، ارتفاع از سطح دریا و تیپ خاک؛

ب- ارزیابی موردی شامل بررسی سازه‌های مراکز آموزشی با استفاده از فرم ارزیابی سریع مربوط به دستورالعمل FEMA154، ضوابط طراحی مراکز آموزشی و تعیین مدارس مناسب برای اسکان اضطراری پس از وقوع زلزله در محدوده؛

۱. به لحاظ رعایت اخلاق پژوهش نام محلهٔ مورد مطالعه و اسامی مراکز آموزشی نزد نویسندگان محفوظ است.

۲. محدودهٔ مورد مطالعه بر اساس مطالعات انجام شده توسط کارشناسان ایرانی و ژاپنی "جایکا"، در گروه مناطق با خطرپذیری نسبتاً پایین طبقه‌بندی شده است. علت قرارگیری این منطقه در این رده‌بندی، کیفیت ساخت و سازها، برخورداری از شبکهٔ حرکتی مناسب و وجود فضاهای باز وسیع در سطح منطقه می‌باشد.

مرحلهٔ چهارم: در نهایت نتایج حاصل از مراحل اول تا سوم مطالعه در قالب ماتریس نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌های مراکز آموزشی محله جمع‌بندی و با تکنیک SWOT[3] تحلیل شد.

لازم به توضیح است که در این پژوهش برای ارزیابی مقاومت سازه‌های مراکز آموزشی از تکنیک ارزیابی بصری سریع (RVS)[4] استفاده شده است. این روش از گروه روش‌های ارزیابی کیفی است که به شیوهٔ "امتیازبندی" و با هدف تشخیص و ارزیابی وضعیت ساختمان‌های قدیمی که به طور مناسب در برابر نیروی زلزله ایستادگی ندارند، ساختمان‌هایی که در زمین‌های ضعیف با خاک سست بنا شده‌اند و نیز ساختمان‌هایی که ویژگی اجرایی آنها به گونه‌ای است که به طور مناسب در برابر زلزله واکنش نخواهند داشت به کار می‌رود (۱۲).

با توجه به خطرپذیری بالای تهران در برابر زلزله از فرم RVS مربوط به خطر لرزه‌ای بالا استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق برای به دست آوردن امتیاز نهایی شامل نوع سازه (برای محاسبه امتیاز پایه)، تعداد طبقات ساختمان، بی‌نظمی در ارتفاع و پلان ساختمان، سال ساخت، اجرای سازه با به‌کارگیری و یا عدم به‌کارگیری آیین‌نامهٔ ساختمانی و نوع خاک است. امتیاز نهایی مجموع امتیازات به دست آمده در هر مرحله می‌باشد که حد نصاب قابل قبول برای مقاومت سازه S= ۲ بوده است. امتیاز کمتر از آن به این معناست که احتمالاً سازهٔ پایداری لازم را در برابر زلزله نخواهد داشت و باید هر چه سریع‌تر با متخصصان امر مشورت شود و در صورت نیاز مقاوم‌سازی صورت بگیرد.

برای تعیین نوع سازه، در مواردی که اطلاعاتی موجود نبود، با استفاده از مشاهده، پرسش از مسئولان مراکز آموزشی و در مواردی مشورت با متخصصان سازه تکمیل اطلاعات انجام گرفت. برای بررسی نحوه توزیع مراکز آموزشی در سطح محله، برای بهره‌برداری از آنها در زمان بحران از نرم‌افزار GIS استفاده شد. لازم به ذکر است مراکزی که به منظور این امر در نظر گرفته شد شامل آن دسته از ساختمان‌هایی است که سازهٔ مقاوم و فضای باز کافی نیز داشته باشند. همچنین نقشهٔ کاربری اراضی، نقشهٔ پایه طرح تفصیلی (۱۳۸۷)، با مقیاس ۱:۳۰۰۰۰ از شرکت «مهندسین مشاور شارمند» تهیه و پس از به‌روز کردن اطلاعات کالبدی، با استفاده از برداشت میدانی و داده‌ها برای ورود به محیط ARC GIS آماده شد.

برای تحلیل نهایی و تعیین وضعیت استراتژی از تکنیک SWOT استفاده شد. این تکنیک ابزاری برای تحلیل وضعیت و تدوین راهبرد است که در چهار مرحله انجام می‌گیرد: بازشناسی و طبقه‌بندی قوت‌ها و ضعف‌های درونی سیستم، بازشناسی و طبقه‌بندی فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در محیط خارج سیستم، تکمیل ماتریس SWOT و تدوین راهبردهای گوناگون برای هدایت سیستم در آینده. این راهبردها در ۴ گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱. **راهبرد دفاعی (حداقل- حداقل)**: هدف کلی آن کاهش ضعف‌های سیستم برای کاستن و خنثی‌سازی تهدیدهاست.

[3]. S: Strength, W: Weakness, O: Opportunity, T: Threat

[4]. Rapid Visual Screening

۲. راهبرد انطباقی (حداقل- حداکثر): این راهبرد تلاش بر آن دارد تا با کاستن از ضعف‌ها بتواند از فرصت‌های موجود حداکثر استفاده را ببرد.

۳. راهبرد اقتضایی (حداکثر- حداقل): بر پایهٔ بهره گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌شود.

۴. راهبرد تهاجمی (حداکثر- حداکثر): تمام سیستم‌ها خواهان این هستند که در چنین موقعیتی قرار داشته باشند تا همزمان قوت و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند (۱۳).

در این مرحله از پژوهش، مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مراکز آموزشی محدودهٔ مورد مطالعه که توسط مصاحبه با کارشناسان اخذ گردیده فهرست شد و ضرایبی به هر یک از عوامل اختصاص یافت، امتیاز نهایی محاسبه و در نهایت استراتژی پیشنهادی با توجه به آن تعیین شد.

یافته‌ها

الف- ویژگی‌های محدودهٔ مورد مطالعه

محلهٔ مورد مطالعه واقع در غرب تهران، در منطقه‌ای واقع شده است که از نظر لرزه‌خیزی در محدودهٔ با شدت تخریب نسبتاً بالا قرار دارد و گسل اصلی شمال تهران نیز از منتهی‌الیه شمالی منطقه گذر می‌کند (۱۴). این محله با مساحت ۳۱۷ هکتار و جمعیت ۶۸۲۰۰ نفر از شمال به یک بزرگراه، از جنوب به آزادراه و از شرق و غرب به بزرگراه محدود می‌شود. میانگین ارتفاع محدوده از سطح دریا حدود ۱۲۷۰ متر است (۱۵). این محله دارای ۳۵ مرکز آموزشی شامل پیش‌دبستانی، دبستان، مدرسهٔ راهنمایی و دبیرستان است که در بین آنها ۱۵ مرکز آموزشی دولتی شامل ۶ دبستان و ۲ پیش‌دبستان، ۴ مدرسهٔ راهنمایی و ۳ دبیرستان و پیش‌دانشگاهی بوده و ۱۸ مرکز آموزشی غیردولتی شامل ۷ دبستان و پیش‌دبستان، ۱ مدرسهٔ راهنمایی، ۹ دبیرستان و پیش‌دانشگاهی و ۱ هنرستان می‌باشد. شکل شمارهٔ ۱ مربوط به تصویر هوایی محلهٔ مورد مطالعه است.

ب- معیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری مراکز آموزشی محدودهٔ مورد مطالعه در برابر زلزله

ارزیابی مراکز آموزشی محله در سه بخش سازه‌ای، ضوابط طراحی و تعیین ساختمان‌های مقاوم برای سرپناه اضطراری پس از وقوع زلزله انجام شد که نتایج آن به این شرح می‌باشد:

ب-۱. ارزیابی سازه‌های مراکز آموزشی

برای بررسی شرایط کالبدی مراکز آموزشی محله با استفاده از فرم ارزیابی سریع مربوط به دستورالعمل FEMA,154 استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز برای تعیین امتیاز نهایی شامل نوع سازه، تعداد طبقات، نظم پلان و بی‌نظمی در ارتفاع، سال ساخت و نوع خاک می‌باشد. سازه‌های آموزشی این محله، فلزی تیپ ۲، فلزی تیپ ۵ و بتنی تیپ ۱ هستند. نوع خاک محدوده طبق مطالعات جایکا از نوع متراکم است (۱۶). همچنین بی‌نظمی در پلان و ارتفاع در هیچ یک از سازه‌ها وجود نداشت.

در جدول شمارهٔ ۱ نتایج ارزیابی سازه‌های مراکز آموزشی دولتی، در جدول شمارهٔ ۲ نتایج ارزیابی سازه‌های مراکز آموزشی غیردولتی محله، و شکل شمارهٔ ۲ دیاگرام آسیب‌پذیری آنها به تفکیک جنس و مقطع تحصیلی دانش‌آموزان می‌باشد. از بین مراکز آموزشی دولتی ۶ سازه امتیاز بیشتر از ۲ و ۹ سازه امتیاز کمتر از ۲ دارند. از بین مراکز آموزشی غیردولتی ۲ سازه امتیاز بالای ۲ و ۱۶ سازه امتیاز زیر ۲ دارند.

شکل شمارهٔ ۱: تصویر هوایی محلهٔ مورد مطالعه

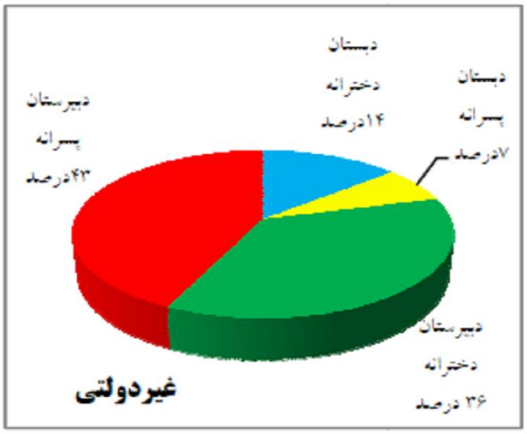
جدول شمارهٔ ۱: نتایج بررسی سازه‌ای مراکز آموزشی دولتی محلهٔ مورد مطالعه با استفاده از فرم ارزیابی سریع

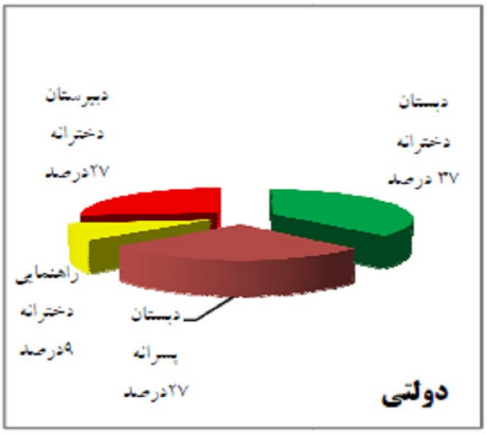
نام	نوع سازه	نوع پلان	بی‌نظمی در ارتفاع	نوع خاک	امتیاز نهایی
دبستان دولتی ۱	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
دبستان دولتی ۲	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان دولتی ۳	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مدرسهٔ راهنمایی دولتی ۴	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مدرسهٔ دولتی ۵	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مدرسهٔ دولتی ۶	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مدرسهٔ دولتی ۷	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
پیش‌دبستانی و دبستان دولتی ۸	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
دبیرستان دولتی ۹	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان دولتی ۱۰	قاب خمشی بتنی	متقارن	–	متراکم	S>2
مجتمع آموزشی دولتی ۱۱	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
دبستان دولتی ۱۲	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مجتمع آموزشی نابینایان ۱۲	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S>2
مهدکودک و پیش‌دبستانی ۱۳	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
مهدکودک و پیش‌دبستانی ۱۴	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2

جدول شمارهٔ ۲: نتایج بررسی سازه‌ای مراکز آموزشی غیردولتی محله با استفاده از فرم ارزیابی سریع

نام	نوع سازه	نوع پلان	بی‌نظمی در ارتفاع	نوع خاک	امتیاز نهایی
دبستان و پیش دبستانی غیردولتی ۱	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبیرستان غیردولتی ۲	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
هنرستان غیردولتی ۳	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
پیش دانشگاهی غیردولتی ۴	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبیرستان غیردولتی ۵	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
پیش دانشگاهی غیردولتی ۶	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان غیردولتی ۷	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبیرستان غیردولتی ۸	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان غیردولتی ۹	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
راهنمایی غیردولتی ۱۰	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان غیردولتی ۱۱	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبستان غیردولتی ۱۲	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
دبستان غیردولتی ۱۳	قاب مهاربندی فولادی	متقارن	–	متراکم	S>2
دبستان غیردولتی ۱۴	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
پیش‌دانشگاهی و دبیرستان غیردولتی۱۵	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
پیش‌دانشگاهی و دبیرستان غیردولتی۱۶	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
پیش‌دانشگاهی و دبیرستان غیردولتی۱۷	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2
دبیرستان غیردولتی ۱۸	قاب فولادی با میان قاب غیرمسلح	متقارن	–	متراکم	S<2

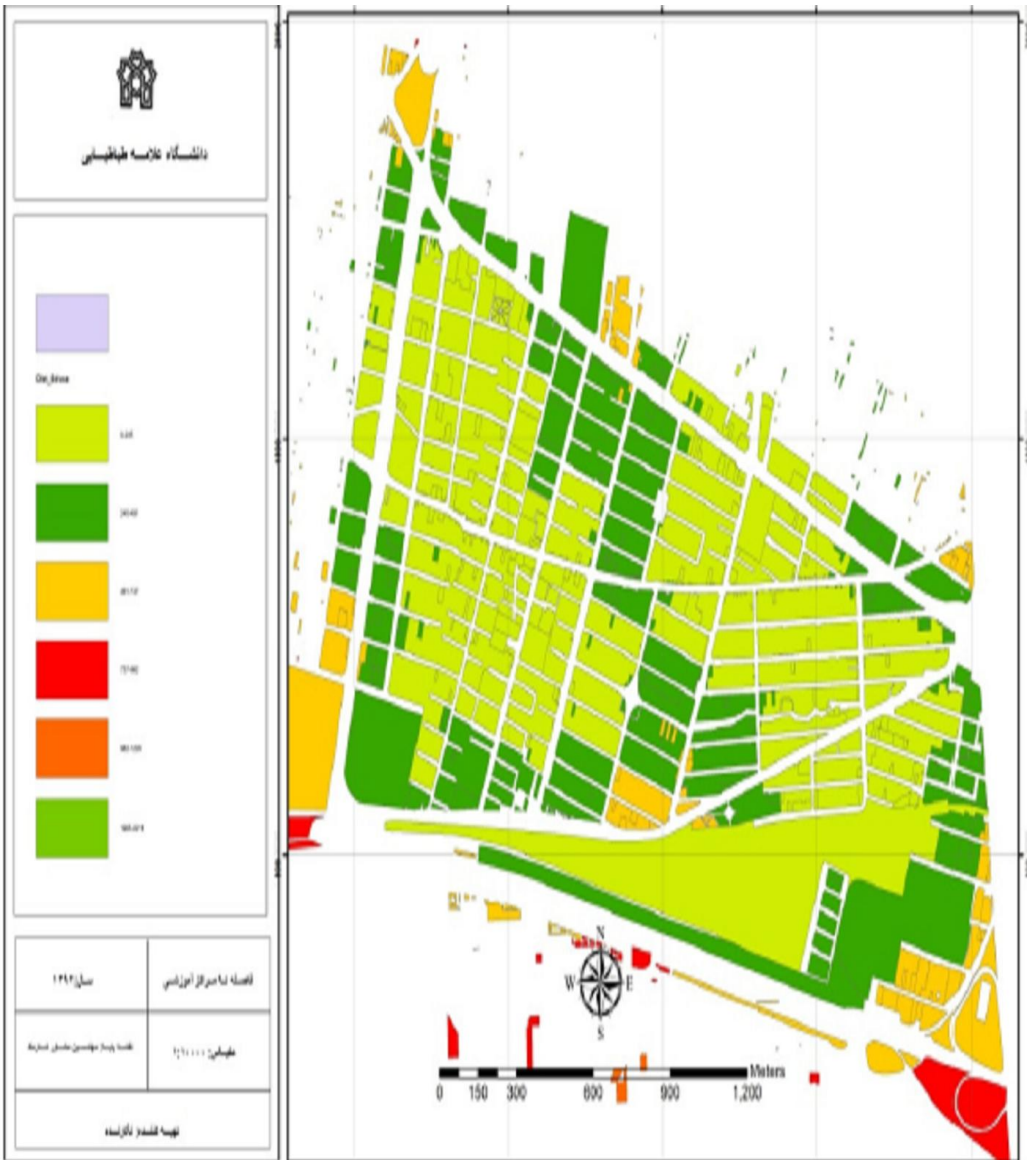
شکل شمارهٔ ۲: مراکز آموزشی آسیب‌پذیر به تفکیک جنس و مقطع تحصیلی





ب-۲. ضوابط طراحی

در ضوابط طراحی برای مراکز آموزشی ابتدایی سطح کل زیربنا از ۴۰ درصد سطح کل زمین نباید تجاوز کند و حداقل سطح آزاد ۶۰ درصد سطح زمین باشد. در مدارس راهنمایی حداکثر سطح کل زیربنا در طبقات از ۵۰ درصد تجاوز نکند و در دبیرستان‌ها زیر بنا نباید از ۴۰ درصد سطح کل زمین تجاوز کند (۱۷). در محدودهٔ مورد مطالعه ۳۰ درصد مراکز آموزشی دارای فضای باز کافی و ۹ درصد آنها دارای فضای باز با مساحت کم می‌باشند. سایر مراکز فاقد فضای باز هستند.



شکل شمارهٔ ۳: توزیع مراکز آموزشی امن محله برای اسکان اضطراری پس از زلزله (ماخذ: نگارندگان)

جدول شمارهٔ ۳: نتایج تجزیه و تحلیل عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها)

ردیف	نقاط قوت	ضریب عامل	رتبه	امتیاز نهایی
۱	وجود تعدادی مراکز آموزشی با سازهٔ مقاوم در برابر زلزله و فضای باز	۰/۳	۳	۰/۹
۲	برخورداری از سازهٔ مقاوم با فضای باز مناسب در یکی از مراکز آموزشی دولتی	۰/۰۸	۴	۰/۳۲
۳	مجاورت مجتمع آموزشی فوق در مجاورت راه ارتباطی با آسیب‌پذیری پایین	۰/۰۸	۳	۰/۲۴
٤	عدم همجواری مراکز آموزشی محله با کاربری‌های ناسازگار و خطرآفرین	۰/۲	۳	۰/۶
	مجموع	۰/۶۶		۲/۰۶
ردیف	**نقاط ضعف**	**ضریب عامل**	**رتبه**	**امتیاز نهایی**
۱	وجود تعداد زیاد مراکز آموزشی با سازهٔ آسیب‌پذیر در برابر زلزله	۰/۳	۱	۰/۳
۲	نبود ایمنی غیرسازه‌ای در مدارس	۰/۲	۲	۰/۴
۳	رعایت نکردن ضوابط طراحی به منظور وجود فضای باز کافی در بسیاری از مدارس با سازهٔ آسیب‌پذیر	۰/۰۵	۱	۰/۰۵
	مجموع	۰/۵۵		۰/۷۵

جدول شمارهٔ ۴: نتایج تجزیه و تحلیل عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها)

ردیف	فرصت	ضریب عامل	رتبه	امتیاز نهایی
۱	برگزاری برنامه‌های آموزشی در مدارس به منظور آگاه‌سازی و آمادگی دانش‌آموزان برای مواجهه با زلزله	۰/۰۳	۴	۰/۱۲
۲	وجود ۷ مرکز آموزشی دارای فضای باز کافی با سازهٔ مقاوم	۰/۰۹	۴	۰/۳۶
۳	توزیع مناسب مراکز آموزشی امن برای اسکان اضطراری در سطح محله	۰/۱	۳	۰/۳
۴	وجود فضاهای سبز و باز کافی در محله برای تخلیهٔ اضطراری	۰/۲	۳	۰/۶
	مجموع	۰/۴۲		۱/۳۸
ردیف	**تهدید**	**ضریب عامل**	**رتبه**	**امتیاز نهایی**
۱	نبود ایستگاه آتش‌نشانی در محله یا در فاصلهٔ مناسب از آن	۰/۰۳	۱	۰/۰۳
۲	نامناسب بودن مسیرهای فرار و تخلیهٔ اضطراری	۰/۱	۲	۰/۲
۳	کافی و مستمر نبودن آموزش‌های تخلیهٔ اضطراری و عملکرد در برابر زلزله	۰/۱	۱	۰/۱
۴	وجود تعداد زیادی از مراکز آموزشی با سازهٔ آسیب‌پذیر در مجاورت راه‌های آسیب‌پذیر (به دلیل وجود عناصر مصنوع ناپایدار در مسیر شبکهٔ ارتباطی)	۰/۲	۱	۰/۲
۵	عدم برخورداری از سازهٔ مقاوم در مدرسهٔ مخصوص کودکان استثنایی	۰/۰۵	۲	۰/۱
	مجموع	۰/۴۸		۰/۶۳

ب-۳. تعیین اماکن آموزشی امن برای ایجاد فضاهای سرپناه اضطراری پس از زلزله

در برنامه‌ریزی کاربری زمین شعاع دسترسی مدارس ابتدایی در مقیاس محله حداقل ۴۰۰ متر و حداکثر ۸۰۰ متر، مدارس راهنمایی حداقل ۸۰۰ متر و حداکثر ۱۲۰۰ متر(معادل ۱۵ دقیقه پیاده‌روی) و دبیرستان‌ها حداقل ۱۶۰۰ متر می‌باشد (۱۷). اما در زمان بحران فضاهایی که به عنوان فضاهای اسکان محلی ساکنان در شرایط تخلیه اضطراری شناخته می‌شوند باید فاصلهٔ کمی (حداکثر حدود ۵۰۰ متر) از محل زندگی افراد داشته و دارای حداقل امکانات بهداشتی، تجهیزاتی و رفاهی باشند (۱۸).

برای تعیین مراکز امن به منظور سرپناه اضطراری، آن دسته از ساختمان‌های آموزشی انتخاب شد که سازهٔ مقاوم و فضای باز کافی داشته باشند. برای بررسی نحوهٔ توزیع آنها در سطح محله از نرم‌افزار GIS استفاده شد. به لحاظ نحوهٔ توزیع مراکز آموزشی امن در سطح محله برای اسکان اضطراری محلی (همسایگی)، می‌توان گفت بخش‌های زیادی از محله در فاصلهٔ ۳۵۰ متری و بخش‌هایی در فاصله ۴۵۰ متری و بخش کوچکی در فاصلهٔ حداکثر ۵۰۰ متری این مراکز قرار دارند که در تصویر شمارهٔ ۳ مشاهده می‌شوند.

ج-یافته‌های تحلیل SWOT

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه می‌توان مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف (عوامل داخلی)، و فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل خارجی) را به این شرح ارائه کرد:

ج-۱. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی

مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف مراکز آموزشی توسط مصاحبه با کارشناسان اخذ گردید. ضرایب و رتبه‌های هر یک مشخص و امتیاز نهایی محاسبه شد که نتایج آن در جدول شمارهٔ ۳ فهرست شده است.

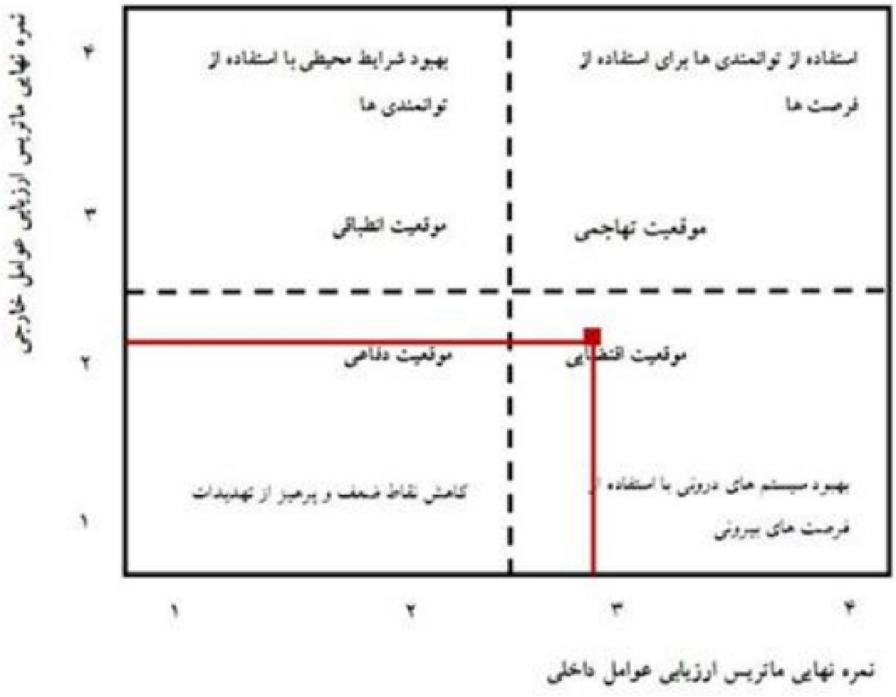
ج-۲. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی

در این مرحله نیز مهم‌ترین نقاط فرصت و تهدیدهای مراکز آموزشی محلهٔ مورد مطالعه فهرست شد. رتبه‌ها و ضرایب مشخص و امتیاز نهایی محاسبه شد که نتایج آن در جدول شمارهٔ ۴ آمده است.

ب-۳. ۴. ماتریس داخلی- خارجی

در این مرحله بر حسب نمرات نهایی حاصل از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی وضعیت مراکز آموزشی محلهٔ مورد مطالعه از میان موقعیت‌های چهارگانه (تهاجمی، اقتضایی، انطباقی و دفاعی) مشخص شد. بنابر نتایج به دست آمده از ارزیابی ماتریس عوامل داخلی، نمرهٔ کل به دست آمده برابر با ۲/۸۱ و نمره وزن کل ماتریس خارجی برابر با ۲/۰۱ است. سپس در محور y و x رسم و موقعیت مراکز آموزشی مشخص شد که در شکل شمارهٔ ۴ قابل مشاهده است.

شکل شمارهٔ ۴: وضعیت استراتژی مراکز آموزشی محلهٔ مورد مطالعه در ماتریس داخلی- خارجی



تعداد کل مراکز آموزشی دولتی	مقاوم	آسیب پذیر	درصد مراکز آسیب پذیر
۱۵	۷	۸	۵۳ درصد
تعداد کل مراکز آموزشی غیر دولتی	**مقاوم**	**آسیب پذیر**	**درصد مراکز آسیب پذیر**
۱۸	۲	۱۶	۸۸ درصد

جدول شمارهٔ ۵: فراوانی کل مراکز آموزشی مقاوم و غیرمقاوم محله به تفکیک دولتی و غیردولتی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی سازه‌ای مراکز آموزشی محلهٔ مورد مطالعه حاکی از این است که حدود ۵۳ درصد از مراکز دولتی و ۸۸ درصد مراکز آموزشی غیردولتی احتمالاً پایداری لازم در برابر زلزله با شدت بالا را نداشته باشند. جدول شمارهٔ ۳ درصد مراکز آموزشی مقاوم و آسیب‌پذیر محله را به تفکیک دولتی و غیردولتی نشان می‌دهد.

در این محله، یک مهدکودک و پیش‌دبستانی، ۴ دبستان دخترانه، ۳ دبستان پسرانه و یک مدرسهٔ راهنمایی و دو دبیرستان دخترانه مربوط به مراکز آموزشی دولتی و یک مهدکودک، یک دبستان دخترانه، یک دبستان پسرانه، ۵ دبیرستان دخترانه و ۶ دبیرستان پسرانه مربوط به مراکز آموزشی غیردولتی به لحاظ سازه‌ای آسیب‌پذیر شناخته شدند. به نظر می‌رسد علت آسیب‌پذیری بسیاری از سازه‌های مراکز آموزشی محله به دلیل تغییر کاربری آنها از مسکونی به آموزشی بوده است.

همچنین در این محدوده مجتمع آموزشی نابینایان و یک مدرسهٔ دخترانه که مخصوص کودکان استثنایی

است نیز وجود دارند. نتایج ارزیابی حاکی از آن بود که مجتمع آموزشی نابینایان دارای ساختمان مقاوم و فضای باز مناسب است که موجب کاهش آسیب‌پذیری می‌شود، در حالی که مدرسهٔ دخترانه کودکان استثنایی هر چند دارای فضای باز کافی می‌باشد اما احتمالاً سازه آن فاقد پایداری لازم در برابر زلزلهٔ شدید است. از جمله عوامل آسیب‌پذیری در زلزله، سن، جنس و وجود ناتوانی جسمی در افراد است (۱۹). این مورد از شاخص‌های دیگر آسیب‌پذیری است که به تمرکز ساکنان با ناتوانی‌های خاص، یعنی افرادی که از لحاظ جسمی یا روانی قادر نیستند مانند یک فرد سالم در صورت بروز فاجعه عکس العمل نشان دهند و در حالت عادی به سرپرستی و مراقبت نیازمندند، اشاره دارد. در برآورد میزان آسیب‌پذیری از این نظر نه فقط صورت‌برداری از این افراد باید صورت بگیرد، بلکه شناسایی اماکنی که این افراد در آنجا ساکنند نیز اهمیت دارد (۱). از این رو لازم است در اسرع وقت برای مقاوم‌سازی آن تدابیری اندیشیده شود.

از جنبه ضوابط طراحی باید گفت از جمله مواردی که موجب افزایش آسیب‌پذیری می‌شود، نبود فضای باز لازم در مدارس است. از مهم‌ترین دلایل اهمیت فضای باز به دلیل نقش آن در تخلیهٔ اضطراری در زمان بحران است. از میان مدارس مورد بررسی ۱۰ مدرسه دارای فضای باز کافی هستند که از بین آنها ۴ مدرسه دارای سازهٔ آسیب‌پذیر هستند. دو مدرسه دارای فضای باز با مساحت کم و سایر مراکز آموزشی فاقد فضای باز هستند.

معمولاً پس از وقوع بحران یا در صورت جدّی بودن احتمال وقوع آن (به عنوان مثال پس از وقوع چند پیش‌لرزه)، لازم است ساکنان، سریعاً منازل خود را ترک کنند و به‌طور موقت در مکان‌هایی اسکان داده شوند تا نسبت به اسکان طولانی آنها در مکان‌های امن از پیش تعیین شده یا بازگشت آنها به منازل شخصی تصمیم‌گیری شود. این زمان معمولاً چند روز یا حداکثر چند هفته به طول می‌انجامد. از آنجا که مدارس در زمرهٔ این فضاهای مورد بهره‌برداری در زمان بحران طبقه‌بندی می‌شوند، توزیع مناسب آنها در محله حائز اهمیت است (۱۸). نتایج مطالعهٔ حاضر حاکی از آن بود که ۷ مدرسه به دلیل برخورداری از سازهٔ مقاوم و داشتن فضای باز برای اسکان در شرایط بحران مناسب هستند. ضمن آنکه توزیع آنها در سطح محله مناسب است، به گونه‌ای که تمام قسمت‌های محله را تا فاصله ۵۰۰ متری پوشش می‌دهند.

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق و تحلیل جدول SWOT، وضعیت مدیریت بحران مراکز آموزشی در محلهٔ مورد مطالعه در موقعیت اقتضایی قرار دارد. با توجه به اهمیت و حساسیت مراکز آموزشی در زمان بحران، برای کاهش آسیب‌پذیری این مراکز در زمان وقوع زلزله راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود. این راهکارها در دو گروه راهبردهای ایستا و راهبردهای پویا طبقه‌بندی شده‌اند:

الف- راهبردهای ایستا

- هدایت مراکز آموزشی محله به منظور طراحی و تدوین برنامه‌های آموزشی مستمر برای

ارتقای سطح آگاهی دانش‌آموزان، معلمان و کارکنان مدارس در ارتباط با خطر زلزله؛

- تدوین دستورالعمل‌هایی برای مدارس با دانش‌آموزان ناتوان و یا کم‌توان؛
- ایمن‌سازی سازه‌ای مراکز آسیب‌پذیر محله یا تغییر مکان هر چه سریع‌تر آنها؛
- تهیهٔ نقشهٔ تخلیهٔ اضطراری برای محله و توزیع وسیع آن در سطح مراکز آموزشی محله.

ب- راهبردهای پویا

- ایجاد تعامل بین بخشی بین آموزش و پرورش و شهرداری برای طراحی برنامه‌های مقابله و پاسخگویی به بحران؛
- ایمن‌سازی غیرسازه‌ای تمامی مراکز آموزشی محله؛
- توزیع کتابچه‌های راهنمای مواجهه و ایمنی در برابر زلزله در مدارس محله برای افزایش سطح آگاهی دانش‌آموزان، معلمان و کارکنان؛
- برگزاری مانورهای لازم به صورت مستمر برای ارتقای توانمندی دانش‌آموزان، معلمان و کارکنان مدارس در بهبود و تسریع عملکرد آنان در زمان بحران؛
- شناسایی مکان‌های امن برای تخلیه اضطراری؛
- استفاده از ظرفیت مدارس برای آموزش‌های محله‌ای؛
- استفاده از ظرفیت مدارس به عنوان انبار نگهداری کالاها و تجهیزات مورد نیاز به عنوان پایگاه پشتیبانی مدیریت بحران.

References

1. Habib F. *The role of urban form in earthquake vulnerability reduction*, First edition. Tehran: Science and research branch Islamic Azad University. 2011. [In Persian]
2. *Guideline for promotion of earthquake resistance school building*. Department of facilities planning and administration ministry of education, culture, sports, science & technology, Japan, 2003
3. Dynes R, Quarantelly EL. *Schools and disaster planning.* Department of sociology the Ohio State University, 1976
4. Xiong, Z. H. *lessons learned from Wenchuan earthquake*: *To improvement the seismic design of school buildings.* The 14th world conference on earthquake engineering. Beijing, China, 2008.
5. Fujieda A. Pandey B. H, Ando S. *Safe School to reduce vulnerability of children to earthquakes. The 14th world conference on earthquake engineering. Beijing, China*, 2008.
6. ACT (424). *Designing guide for improving school safety in earthquake, floods and high winds. Risk management series publication*. FEMA P-424, 2010
7. Show R, Kobayashi M. *Role of school in creating earthquake safer environmen*t. 2001.
8. Nekoei Moghamam M. Sheikhoeslami S, Rahimi S, Rohani K. *Iranian nursery school teachers' knowledge about safety measures in earthquakes*. A US national library of medicine enlisted journal, 2012; 15:1-63
9. Pour Ahmad A, Lotfi S, Faraji A, et al. *The study of preventive dimension of earthquake: Babol case study,* Journal of urban and regional study & research. 2009 [In Persian]
10. Amini Hosseini K, Hosseini M, Jaffari M. *The challenges and strategies of disaster management in Tehran.* Second seminar for capital construction. The campus of engineering faculties of Tehran University. 2006. [In Persian]
11. Ahmed M. Khaleduzzaman K. M. Siddigque, et al. *Earthquake vulnerability assessment of schools and colleges of Sylhet, a northeastern city of Bangladesh*. Journal of science & technology, 2012; 19:5-27
12. ACT (154). *Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook*, 2nd ed. Prepared by the applied technology council for the Federal Emergency Management Agency. FEMA 154. Washington, DC, 2002.
13. Golkar K. *Tailoring SWOT analytical technique to urban design practice*. Journal of architectural science & research, 2005; 41-65
14. *Development paradigm of 5th Region of Tehran*. The document of development strategy. 2004. [In Persian]
15. The development strategy document of Neighborhood. 5th Region of Tehran Municipality, 2009. [In Persian]
16. JICA & CEST. *The study on seismic micro zoning of the greater Tehran area in the Islamic republic of Iran*. Tehran municipality. 2000.
17. Ziari K. *Urban land use planning*. University of Tehran press: third edition, 2011. [In Persian]
18. Hosseini M. Disaster management. Tehran: Nashr Shar press. 2008. [In Persian]
19. OECD. *Studies in risk management Japan earthquake*, organization for economic cooperation & development, 2006

Evaluation of schools structural seismic vulnerability and choosing of safe buildings for emergency shelter (a case study)

***Katayoun Jahangiri**, Associate Professor, Family Health Department, Health Metric Research Center, Iranian Institute for Health Sciences Research (IHSR), Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Tehran, Iran*
***Corresponding author: Mahnaz Kheradmand**, MS in urban planning Department, Allameh Tabatabaie University, Tehran, Iran*

***Received:** December 24, 2013 **Accepted:** August 27, 2014*

Abstract
***Background**: In the case of occurring earthquake, education centers are classified into high vulnerable places because of existing high number of students, teachers and workers. These centers can be used as an emergency shelter after earthquake too. This study has been performed in one of neighborhoods in west of Tehran in order to evaluating the seismic structural vulnerability of education centers and choosing safe buildings for emergency shelters in earthquake.*
***Methods**: In this applied research study, RVS and GIS were used in four steps in order to evaluate the structural resistance of educational centers and distribution of secure training centers for emergency shelter in times of crisis respectively. Data was collected and analyzed by using SWOT.*
***Findings:** Despite being this neighborhood in the low-risk area of Tehran, low structural resistance of many educational centers, lack of design regulars and criteria make these centers vulnerable to disasters; therefore, some solutions must be found. Moreover, distribution of safe educational centers is necessary as the emergency shelters. SWOT analysis shows that the strategy situation is contingency.*
***Conclusion:** With regard to the importance of educational centers, the vulnerability and functional assessment before earthquake are necessary. Recommended strategies for reducing vulnerability have been classified into two static and dynamic groups.*

***Keywords:** structural vulnerability, educational center, emergency shelter, earthquake*