

## ارزیابی ریسک ساختمان های مسکونی در مقابل زلزله

### چکیده

امروزه پروژه های ساختمانی جایگاه ویژه ای در ساخت و سازها دارد و کاربرد روزافزون روش های نوین ساخت در ایران نیز باعث شده است که توجه کارفرمایان و سازندگان به آن بیش از پیش باشد، لذا ارزیابی ریسک ها در این نوع پروژه ها دارای اهمیت بیشتری می باشد. با توجه به اینکه در کشور ما در مواجهه با مسائل مربوط به ارزیابی ریسک در پروژه های ساختمانی کوتاهی شده است، لذا باید سطح آگاهی از اطلاعات فنی و مهندسی در مقابل حوادث گوناگون، در این خصوص افزایش یابد زیرا که پژوهش های انجام شده در رابطه با این زمینه به خوبی انجام نشده است و لزوم انجام ارزیابی ریسک این نوع از ساختمان ها ضروری به نظر می رسد. بسیاری از مشکلات مدیریت در تجزیه و تحلیل کمی و کیفی ریسک است لذا قابلیت ارزیابی ریسک برای یک پروژه ساختمانی به طور قابل توجهی به تحویل موفقیت آمیز پروژه کمک خواهد کرد. با توجه به حجم سرمایه گذاری در پروژه های متفاوت ساختمانی و همچنین منابع متفاوت که در این گونه پروژه ها استفاده می گردد، انجام صحیح ارزیابی ریسک باعث تصمیم گیری های اثربخش و حذف هر نوع تهدید خواهد گردید. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک ساختمان های مسکونی در مقابل حوادث طبیعی چون زلزله می باشد. محقق با استفاده از مطالعات گسترده کتابخانه ای مهم ترین ریسک های مرتبط با این ساختمان ها در برابر زلزله را شناسایی کرده، مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار داده و در نهایت راهکارهایی در جهت پاسخ به آنها ارائه داده است. این تحقیق از لحاظ هدف شناختی کاربردی است و میانی پژوهش کیفی می باشد. ابزار اصلی گردآوری داده ها مطالعات کتابخانه ای می باشد. در همین راستا، به شناسایی ریسک های موجود و همچنین ارزیابی این ریسک ها پرداخته شده است. خروجی این پژوهش نیز زمینه ای لازم جهت اجرای موفقیت آمیز سیستم مدیریت بهینه ریسک در ساختمان های مسکونی در مقابل زلزله را فراهم می سازد.

**واژگان کلیدی:** ارزیابی ریسک، ساختمان های مسکونی، حوادث طبیعی، زلزله.

### مقدمه

مهمترین هدف مدیریت، انجام پروژه با حداقل هزینه و در زمان مقرر با رعایت مسائل کیفی از پیش تعیین شده می باشد. از آنجایی که مدیریت ریسک فرآیندی گروهی و دارای روشی سیستماتیک است که با نگاهی هوشمندانه و بر اساس نظام مندی تجربیات مدیران، کارفرمایان، بیمانکاران، مشاوران، عوامل اجرایی و بطور کلی کلیه عوامل مؤثر در پروژه ها مبنی بر احتمال وقوع هر پیشامد و شناسایی تاثیرات آن پیشامد و تدبیر فعالیت های جایگزین به منظور جلوگیری از انحراف پروژه از اهداف مورد نظر اعمال می گردد. بکارگیری صحیح این تکنیک موجب خواهد شد تا اهداف کلان پروژه قابل حصول و دسترسی باشد (صادقی نیا، 1385:5).

ریسک نیز به معنای امکان وقوع یک تهدید به منظور به کارگیری یک آسیب پذیری که نتیجه آن از دست رفتن منابع است. کاهش ریسک را با نام Mitigation (کاهش خطرات) نیز می شناسند که موجب کاهش شانس وقوع و بکارگیری یک آسیب پذیری می شود. ریسک ها به دودسته ریسک های طبیعی و غیرطبیعی تقسیم می شوند. از ریسک های طبیعی میتوان به ریسک های حوادث طبیعی نظیر زلزله اشاره نمود (هاشمی نژاد، 1391:66).

در ایران زلزله های خفیف ولی با شمار زیادی روی داده است. همه آنها در حالی است که تاکنون اقدامات بنیادی یا کاربردی زیادی در کشور در جهت مقاوم سازی و ارتقاء سطح کیفی پروژه های ساختمانی صورت نگرفته است. یکی از عوامل اصلی در مدیریت ریسک ساختمان ها، تدوین و اجرای سیستم ارزیابی ریسک در این نوع از ساختمان ها می باشد که وضعیت ساختمان ها را به منظور کسب اطمینان از موفقیت آمیز بودن برنامه های مقاوم بودن ساختمان ها آزمون می نماید (رامسی و همکاران<sup>1</sup>، 2006). مدیریت ریسک، ایجاد فرهنگ و زیرساخت به صورت منطقی و سیستماتیک سازمان های مربوطه را قادر به کمینه کردن خسارات می کند (راز و هیلسون<sup>2</sup>، 2005). ارزیابی ریسک بخشی از مدیریت ریسک است که بایستی در شروع آن، نسبت به شناسایی خطرات اقدام نمود (اسکوگالدین و وینیم<sup>3</sup>، 2011). ارزیابی ریسک به طور سیستماتیک تعیین می کند که چه خطرهای وجود دارد و احتمال رخ دادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است به وجود آید (رابسون و همکاران<sup>4</sup>، 2007) که بر اساس نتایج آن می توان راهکار های عملی ارائه نمود.

تصمیم گیری متخصصان و دانشمندان و مقایسه و ارزیابی خطرات بالقوه، اولویت بندی خطر برای دانستن این موضوع است که چه نوع از کاهش دادن امکان پذیر است. ایجاد آگاهی در مورد خطر اولین گام در فرایند تعدیل ریسک خطر است (نورالهی، 1394، 50). جهت پذیرش تعدیل آگاهی از توزیع ریسک خطر، مردم باید در مورد ریسک خطرات و آسیب پذیری ها، آگاهی داشته باشند. فضایی در معرض قرار گرفتن برای کاهش ریسک مخاطره و شناسایی نوع خطر و آسیب پذیری به تغییرات آن خطر ضروری به نظر می آید که کاهش ریسک حوادث طبیعی مفهوم و عملکردی است که از طریق تلاش های سیستماتیک برای تجزیه و تحلیل و به حداقل رساندن عوامل خطر می باشد (حسینی، 1387).

اجرا و مدیریت و ارزیابی پروژه های مختلف از جمله پروژه های ساختمانی، دارای موارد مبهم و ناشناخته فراوانی است. این گونه موارد که به نام عدم قطعیت نامیده می شوند، نتیجه کار را گاهی به بهتر و گاهی به بدتر از آنچه پیش بینی شده است، تغییر می دهند. در پروژه های ساختمانی که تعامل های متفاوتی در بین ارکان و فعالیت های داخل و خارج آن در جریان است، پیچیدگی، چالش و عدم قطعیت بیشتر است. لذا به منظور تحقق اهداف کمی و کیفی این دسته از پروژه ها با توجه به فعالیت ها و پیچیدگی ارتباطات آنها، عدم اطمینان های متعدد و پتانسیل های شدید ریسک، سیستمی جهت شناسایی منشاء ریسک ها، نظارت و کنترل آنها ضروری می شود (هاشمی نژاد، 1390).

ارزیابی ریسک عرصه های متفاوتی از امور مالی، سیاسی و حقوقی تا امور فنی را که مرتبط به پروژه های ساختمانی و مسکونی می باشند را در بر می گیرد. همچنین مطالعاتی وجود دارند که بر مدیریت ریسک ساختمان سازی از دیدگاه مشتری و پیمانکار تمرکز داشته اما از روش های قیاس استفاده می کنند (خاکسار، 1387). یکی از مسائل مهم در مدیریت پروژه های مسکونی تجزیه و تحلیل کمی و کیفی ریسک است. پیچیدگی و پویایی در پروژه های ساخت و ساز باعث افزایش عدم قطعیت در روند تجزیه و تحلیل ریسک گردیده است. قابلیت ارزیابی ریسک برای یک پروژه به طور قابل توجهی به تحویل موفقیت آمیز پروژه کمک خواهد کرد (حمزه ای، 1390).

کاهش در معرض قرارگیری در برابر زلزله، به حداقل رساندن آسیب پذیری افراد و اموالشان، مدیریت عاقلانه از زمین و محیط زیست، تقویت و آمادگی و هشدارهای زودهنگام، همه نمونه هایی برای تلاش در جهت کاهش در حرکت به سمت کاهش ریسک حوادث طبیعی چون زلزله در ساختمان های مسکونی است. اندازه و درجه مخاطره، ریسک حوادث و سوانح می باشند در طراحی کاهش ریسک خطر اهمیت بسیار دارد (زارع، 1393).

1. Ramsay et al

2. Raz, T., & Hillson

3. Skogdalen, J. E., & Vinnem

4. Robson et al

لذا هدف اصلی این پژوهش شناسایی و ارزیابی ابعاد مختلف ریسک های مرتبط با ساختمان های مسکونی در مقابل حوادث طبیعی همچون زلزله می باشد. در همین راستا این پژوهش به معرفی و تحلیل مفاهیم مدیریت ریسک، شناسایی و ارزیابی و درجه بندی ریسک های بالقوه و بالفعل و اثراتی که ممکن است زلزله بر روی این ساختمان ها بگذارد میپردازد. همچنین ارائه راهکارهایی برای پاسخ به آنها در پروژه های سازمان هدف از اهداف اصلی این پژوهش به شمار می آید. لذا از اهداف مهم این پژوهش می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- 1- شناسایی و ارزیابی ریسک های ساختمان های مسکونی در برابر زلزله
- 2- در اختیار قرار دادن اطلاعات کافی در خصوص اجرایی کردن مدیریت ریسک در پروژه برای تیم اجرا و مدیران پروژه ها
- 3- کاهش دوباره کاری ها و افزایش موفقیت پروژه
- 4- درجه اهمیت ریسک ها

### مدیریت ریسک

مدیریت ریسک تلاشی برای اداره کردن ساختارمند تغییرات در پروژه و مدیریت آن ها در محیط در حال دگرگونی است. هدف مدیریت ریسک این است که خود به عنوان عامل تغییر عمل نموده، موقعیت مبهم فعلی را اداره کرده و روشی کنترل شده و مدیریت پذیر را برای این مسأله در اختیار تیم مدیریت بگذارد. مدیریت ریسک در بخش های متنوع و مختلفی کاربرد دارد. از امور مالی و اعتباری تا سایر فعالیت های تجاری ردیابی از مدیریت ریسک به چشم می خورد. در پروژه ها، این مدیریت باید از سوی تمامی نهاد های حاضر (کارفرما، مشاور و پیمانکار) اعمال شود (عسگری پور، 1394).

در حقیقت، مدیریت ریسک در سازمان ها شبیه به رانندگی با یک ماشین است که نیازمند "ابزار" هایی هستند که نگاه رو به جلو داشته و آینده مبهم و غبارآلود را بررسی و جستجو نموده تا بتوانند موانع محتمل (تهدیدها) و میان بر ها (فرصت ها) را شناسایی کنند (پرچی جلال، 1390). به این ترتیب، منظور از "فرایند مدیریت ریسک"، ارائه ضوابطی است که به شکل راهنما، چارچوب های ساختارمند رفتار و مواجهه با مسأله ریسک را در هر دو بعد فرصت و تهدید در پروژه ها ارائه کرده و منجر به کسب موفقیت بیشتر در پروژه ها گردد (انجمن مدیریت پروژه امریکا، 1387).

با توجه به افزایش هزینه و پیچیدگی های موجود در پروژه ها از یکسو و افزایش عدم قطعیت و ریسک های موجود از سوی دیگر باعث شده است که مدیران پروژه بهم نظر کاهش خطرپذیری و انحراف پروژه از اهداف تعیین شده، استفاده از مدیریت ریسک را در برنامه ریزی و کنترل پروژه ها، سر لوحه فعالیت های خود قرار دهند.

امروزه شرکت های مختلف مواجه با افزایش پیچیدگی و عدم قطعیت در پروژه های عمرانی و ساختمانی هستند که مدیریت ریسک ها را مشکل تر می نماید. شکست در مدیریت این ریسک ها می تواند مهلک باشد؛ حفظ یکپارچگی و کنترل روز به روز بحرانی تر می گردد. ارزیابی ریسک این اجازه را می دهد تا ریسک ها را درجه بندی کرده تا راه حل های ممکن برای رفع آن صورت گیرد (بهریر، 1392:4).

یکی از مراحل مهم در مدیریت ریسک، ارزیابی ریسک است. فرآیند Risk Assessment یا ارزیابی ریسک اولین فاز از مجموعه فعالیتهای مدیریت ریسک است. این فرآیند حیاتی جایگاه ویژه ای در سیستم مدیریت امنیت اطلاعات (ISMS) دارد. در واقع تست نفوذ پذیری (Penetration Testing) که از فعالیت های مهم نفوذ گران است، جزیی از فرآیند ارزیابی ریسک به شمار می آید (ابدالی، 1385). یکی از مهمترین دستاوردهای ارزیابی صحیح ریسک، کمک به تصمیم گیری درست برای انتخاب راه حلهای منطقی در مواجهه با بحران است. طبعاً مدیران وقت و حوصله ورود به جزئیات فوق را ندارند، لذا خروجی ارائه شده به آنها توسط ما که معمولاً مسئول انجام ارزیابی هستیم اعداد و ارقام و نمودارهاییست که به تصمیم گیری آنها کمک می کند. ارزیابی ریسک می تواند نتایج ارزیابی ریسک به جهت گیری صحیح در انتخاب راه حلها (که همانا دفع تهدیدهای اصلی است) کمک می کند، همچنین می تواند در تولید و اصلاح خط مشی های سازمان (Security Policy) استفاده شود (نورالهی، 1394، 49).

## ارزیابی ریسک

به فرایند کلی برآورد نمودن میزان ریسک و تصمیم گیری در خصوص قابل تحمل بودن ریسک، ارزیابی ریسک گفته می شود. به ریسک که میزان آن تا حد قابل تحمل توسط سازمان، با در نظر گرفتن الزامات قانونی و خط مشی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای کاهش یافته باشد، ریسک قابل تحمل گویند. ارزیابی ریسک بطور سیستماتیک تعیین می‌کند چه خطراتی در محیط کار هستند و احتمال رخدادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است، بوجود آید، که خودباعث می‌شود راه حل های کنترلی شناسایی می‌شوند و در نتیجه باعث کاهش ریسک و اثراتش می‌شود. لذا ارزیابی ریسک، اطلاعاتی را جهت ایجاد یک سیستم ایمن کار فراهم می‌کند. همچنین در فرایند ارزیابی ریسک، سیستمی به صورت جامع وجود ندارد و این موضوع سبب ایجاد مشکلات بسیاری در پروژه های مختلف شده است. ارزیابی ریسک، مرکز ثقل اهداف مدیریت و کاهش خطرات احتمالی است که بر روی حذف و حداقل رسانیدن ریسک تمرکز دارد (نظری، 1392). ریسک در واقع تهدیدی است که نقاط آسیب پذیر را مورد بهره برداری قرار داده و می تواند موجب وارد شدن آسیب و خسارت به یک دارایی شود. الگوریتم ریسک، ریسک را بعنوان تابعی از دارایی ها، تهدیدات و آسیب پذیری‌ها محاسبه می کند.

روش های ارزیابی ریسک به دو گروه عمده شامل ارزیابی کیفی و کمی تقسیم می شوند. در ارزیابی کیفی، ریسک ها با استفاده از عبارت ها و جمله های توصیفی تشریح می شوند و تلاش می شود با ارایه جزئیات کافی از ریسک، راه های مناسب پاسخ به آن جستجو شود. در عین حال، در فرایند ارزیابی کیفی سعی می شود با نگرش مفهومی - توصیفی در اولویت بندی ریسک ها، احتمال بروز ریسک و تأثیر آن در بخش های مختلف پروژه مورد بررسی قرار گیرد (حیاتی، 1392). این در حالی است که در ارزیابی کمی از مقادیر عددی برای تبیین ابعاد و اهمیت و تأثیرهای ریسک بر اهداف پروژه به صورت مجزا یا گروهی بهره گرفته می شود.

به طور معمولی، روش های ارزیابی کیفی نیازمند تلاش کمتری است و به سادگی قابل اجراست. برخلاف روش کیفی، روش ارزیابی کمی تلاش بیشتری را در قبال خروجی های دقیق تر می طلبد. این روش می تواند با ارایه نتایج ملموس عددی به طور مستقیم در برنامه ریزی های زمانی یا بوده ای پروژه به کار گرفته شود. ارزیابی کمی ریسک فرایندی است که در برخی پروژه های خاص و در شرایط ویژه کارایی دارد. در حقیقت نوع، اندازه و میزان دقت مورد نیاز در ارزیابی ها وابسته به نوع پروژه و سایر عوامل مدیریتی است و باید در برنامه مدیریت ریسک گنجانده شده و مشخص گردد (ستاره، 1389).

روش های ارزیابی ریسک به دو گروه عمده شامل ارزیابی کیفی و کمی تقسیم می شوند. در ارزیابی کیفی، ریسک ها با استفاده از عبارت ها و جمله های توصیفی تشریح می شوند و تلاش می شود با ارایه جزئیات کافی از ریسک، راه های مناسب پاسخ به آن جستجو شود. در عین حال، در فرایند ارزیابی کیفی سعی می شود با نگرش مفهومی - توصیفی در اولویت بندی ریسک ها، احتمال بروز ریسک و تأثیر آن در بخش های مختلف پروژه مورد بررسی قرار گیرد. این در حالی است که در ارزیابی کمی از مقادیر عددی برای تبیین ابعاد و اهمیت و تأثیرهای ریسک بر اهداف پروژه به صورت مجزا یا گروهی بهره گرفته می شود.

به طور معمولی، روش های ارزیابی کیفی نیازمند تلاش کمتری است و به سادگی قابل اجراست. اساس کار در این روش ها، بر تخمین ها و برآوردهای فردی یا جمعی استوار است. کاربرد این روش معمولاً در رتبه بندی و تعیین اولویت نسبی ریسک ها برای اقدام های بعدی، از جمله ارزیابی کمی یا برنامه ریزی پاسخ گویی به ریسک است. برخلاف روش کیفی، روش ارزیابی کمی تلاش بی شتری را در قبال خروجی های دقیق تر می طلبد. این روش می تواند با ارایه نتایج ملموس عددی به طور مستقیم در برنامه ریزی های زمانی یا بوده ای پروژه به کار گرفته شود. بیشتر متخصصان ریسک عقیده دارند، انجام ارزیابی کیفی در پروژه ها الزامی است، زیرا به درک مؤثرتر ریسک ها و انجام مطلوب مدیریت ریسک کمک شایان توجهی می نماید (تقی زاده، 1388). لیکن ارزیابی کمی ریسک فرایندی است که در برخی پروژه های خاص و در شرایط ویژه کارایی دارد.

### ضرورت و اهمیت ارزیابی ریسک حاصل از زلزله بر ساختمان های مسکونی

اجرای سیستم ارزیابی ریسک در شرایط عدم قطعیت در ساختمان مسکونی منجر به تولید اطلاعات مفیدی در خصوص طبقه بندی و اولویت بندی ریسک های آن، اتخاذ به موقع تصمیمات و همچنین انجام اقدامات ضروری جهت جلوگیری

از رخدادهای نامطلوب و در نتیجه صرفه جویی در زمان و هزینه می شود. به عبارتی می توان ارزیابی ریسک و برنامه ریزی پروژه های ساختمانی را اساساً به عنوان یک فرایند مهم تصمیم گیری در نظر گرفت که پس از بررسی، جمع آوری، طبقه بندی اطلاعات و تعیین شاخص های اساسی با بکارگیری تکنیک های تصمیم گیری ریسک های پروژه را شناسایی کرده و اثرات ناشی از آنها را به حداقل می رساند. با پیشرفت علم و ضرورت لحاظ کردن عدم قطعیت موجود در پروژه های مسکونی و وجود ترجیحات ذهنی تصمیم گیرندگان و سطح ریسک پذیری آن ها استفاده از نوعی تحلیل ریسک در شرایط عدم قطعیت در اجتناب ناپذیر به نظر می رسد (حمزه ای، 1390).

از طرف دیگر در عرصه بین المللی افزایش وقوع بلایای مختلف طبیعی در دهه های اخیر و گسترش خسارات مالی و جانی ناشی از آنها باعث شده است که با نگاه آینده نگری بیشتری مورد توجه قرار گیرد. به همین دلیل است که ارزیابی ریسک های پروژه های ساختمانی تا این اندازه اهمیت یافته است.

از آنجا که در حوزه پیشگیری، اتخاذ تدابیر و برنامه ریزی شهری مستلزم داشتن اطلاعات صحیح از مناطق و شناخت وضعیت موجود می باشد و با توجه به اهمیت ساختمان های مسکونی و ضرورت مدیریت کارآمد این پروژه ها در مواقع بحران، لذا انجام پژوهشی در زمینه ارزیابی ریسک و شناخت تهدیدات موجود و اولویت بندی ترسیم استراتژی موثری جهت برخورد با آنها ضروری به نظر می رسد.

هدف ارزیابی ریسک به طور اعم و ارزیابی ریسک حوادث طبیعی همچون زلزله به طور اخص، طراحی و ایجاد بستری برای کاهش تلفات انسانی و محافظت از دارایی ها در برابر خطرهای آن است. عملی شدن اهداف ارزیابی ریسک زلزله مستلزم داشتن چارچوبی مناسب است. یکی از مشخصه های چارچوب ارزیابی ریسک حوادث طبیعی، تدوین برنامه ای کارآمد برای دستیابی به ابزارهای کاهش ریسک در موقعیت های مختلف از قبیل، حین و بعد از حادثه می دانند که بدون آن مشکلات متعددی در فرایند ارزیابی ریسک به وجود می آید. ارزیابی ساختمان های مسکونی در برابر حوادث طبیعی چون زلزله اهمیت بسیار زیادی دارد. لذا با توجه به اینکه هر پروژه نیازهای خاص مربوط به خود را در رابطه با این موضوع دارد، انجام این پژوهش ضروری به نظر می رسد.

## روش تحقیق

ماهیت این پژوهش از نوع کیفی بوده است. پژوهش کیفی عبارت است از هر نوع تحقیقی که یافته هایی را به دست می دهد که با شیوه هایی غیر از روش های کمی کسب شده اند. بعضی داده ها ممکن است به شیوه آماری کمی شده باشند، اما تجزیه و تحلیل به شکل کیفی باشد. همچنین این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از روش های تحلیل محتوایی و پیمایشی استفاده شده است. پژوهش کیفی، پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن روش ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می شود. هدف تحقیق کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. روش تحلیل محتوایی نیز به اندازه گیری متغیرهایی معطوف بوده است که بدون این روش، اندازه گیری آنها امکان پذیر نبوده است. در این روش به جای مشاهده مستقیم رفتار افراد یا درخواست از آنان برای پاسخ دادن به مقیاس ها یا مصاحبه با آنان، پژوهشگر ارتباط هایی را که افراد ایجاد کرده اند؛ انتخاب و سؤال هایش را در آنها جستجو می کند.

پژوهش حاضر به دنبال شناسایی و ارزیابی ریسک های محتمل ناشی از زلزله بر ساختمان های مسکونی می باشد. با توجه به سوال اساسی و اهداف پژوهش به پیمایش (Survey) به عنوان روش اصلی تحقیق انتخاب گردیده است. ابزار جمع آوری داده ها نیز مطالعات کتابخانه ای در نظر گرفته شده است. روش کیفی مورد استفاده در این پژوهش جهت تحلیل و دسته بندی اطلاعات گرد آوری شده از مطالعات کتابخانه ای است.

شناسایی و دسته بندی ریسک های ناشی از زلزله در ساختمان های مسکونی

این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه ای گسترده اقدام به شناسایی و معرفی ریسک های اثر گذار بر پروژه های ساختمانی با تمرکز بر ساختمان های مسکونی در برابر زلزله نموده است. این ریسک ها در مرحله بعد توسط اندیشمندان مختلف پایش شده و با توجه به اهداف پژوهش 22 ریسک اصلی مطابق جدول ذیل شناسایی گردیده است. شاخص های معرفی شده در جدول ذیل می توانند پایه تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش های آتی باشند.

جدول شماره 1: ریسک های ناشی از حوادث طبیعی زلزله

ابعاد	ریسک	منبع
کالبدی	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ همجواری ساختمان های مسکونی</li> <li>✓ عمر نسبتاً زیاد بناها</li> <li>✓ کیفیت ابنیه</li> </ul>	حاتمی نژاد و گیوه چی (1385) صحت (1389) Slovic, Paul (2000)
دسترسی و خدماتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ خسارت به شبکه راه های بافت های مسکونی</li> <li>✓ اختلال در حمل و نقل</li> <li>✓ زمان بر بودن پاکسازی راه های ارتباطی بافت های مسکونی و احداث راه های موقت و دسترسی ها به خارج از حوزه</li> <li>✓ تخریب سیستم های خدماتی مانند آب و برق، گاز و تلفن</li> <li>✓ عدم توانایی در ایجاد ارتباط با خارج از حوزه مسکونی</li> </ul>	نوری (1387) حاتمی نژاد و گیوه چی (1385) نورالهی (1394) R Wilson EA Crouch (2009) Réjean Couture (2005)
اقتصادی و امنیتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ هزینه های بالای ایجاد ساختمان های موقت امن</li> <li>✓ عدم تامین بودجه زیرساخت های آسیب دیده</li> <li>✓ از بین رفتن منازل مسکونی</li> <li>✓ آسیب دیدن یا از بین رفتن اموال و دارایی مردم</li> <li>✓ عدم توانایی در سازماندهی درست و به موقع ساختمان های آسیب پذیر</li> </ul>	عباسپور (1388) رضی (1382) نظری (1391) F. Nadim (2012) R. McInnes (2006)
اجتماعی و نیروی انسانی	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ فوت افراد بلافاصله پس از حادثه و امکان از بین رفتن افراد مجروح به دلیل ضعف در سیستم دسترسی</li> <li>✓ ناآرامی و بی قراری شهروندان</li> <li>✓ عدم تصمیم گیری درست مسئولین</li> <li>✓ احساس عدم امنیت برای شهروندان</li> </ul>	مهدی پور (1391) محمدفام (1386) Erik Eberhardt (2011) F. Oboni (2008)
محیطی	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ضایعات زیست محیطی</li> <li>✓ اختلال در دفع آب های سطحی</li> <li>✓ زلزله خیز بودن بیشتر شهرهای ایران</li> <li>✓ در معرض مخاطره ثانویه قرار گرفتن</li> <li>✓ تولید نخاله های ساختمانی</li> </ul>	نوری (1387) Robin Fell (2003) Oldrich Hungr (2005)

(منبع: یافته های پژوهش گر)

مدل ارائه شده، بر مبنای مدل ارزیابی ریسک ساختمان های یک مدل بومی و تلفیقی است که توسط خبرگان قرارگاه مورد تایید واقع شد.

تفاوت این مدل با سایر مدل ها این است که هر مدلی که در زمینه ریسک ارائه شده، در این است که مدل ها بومی آن مجموعه نمی باشد و با توجه به اینکه در بافت های مسکونی مدلی ارائه نشده بود، در این پژوهش بر مبنای مدل عمومی ارائه شده برای ساختمان های مسکونی ارائه گردیده است.

در تمام پروژه های مسکونی با ریسک های مربوط به اهداف پروژه رو بر رو هستیم ، بنابر این پیش نیاز ضروری جهت شناسایی ریسک های پروژه، درك روشن اهداف پروژه می باشد که می بایست در بخش برنامه ریزی مدیریت ریسک بر اساس منشور پروژه (هزینه-زمان-کیفیت) انجام پذیرد . منشاء ریسک عامل و علتی است که در صورت بوجود آمدن، باعث ریسک پذیری می گردد. در شناسایی ریسک های مذکور افراد مختلف دور یکدیگر جمع شده، ریسک های احتمالی را شناسایی کرده اند و آنها را در لیست ریسک های پروژه، ثبت کرده اند. همچنین این ریسک ها از تجربه و درس های گرفته شده از پروژه های گذشته ناشی شده اند.

هدف از شناسایی این ریسک ها، نمایان ساختن و ثبت کردن جزئیات مربوط به بیشترین تعداد اتفاق نامعین ساختمان های مسکونی در برابر زلزله، پیش از اتفاق افتادن آن هاست. این امر موجب می گردد تا بتوان فضایی مدیریتی لازم

برای برخورد با ریسک‌ها پیش از وقوع احتمالی آن‌ها ایجاد کرد. البته باید این نکته را نیز گفت که هیچ‌گاه امکان شناسایی تمامی ریسک‌هایی که پروژه ممکن است با آن‌ها مواجه شود وجود ندارد (فراهی، 1393:15).

با توجه به خواستگاه پژوهش ریسک‌های ساختمان‌های مسکونی در برابر زلزله شناسایی شدند و در ابعاد مختلف کالبدی، دسترسی خدماتی، اقتصادی امنیتی، اجتماعی و نیروی انسانی و محیطی بررسی شدند. حاتمی نژاد و گیوه چی (1385) به کیفیت این نوع از ابنیه تمرکز داشته‌اند و بر این موضوع تاکید داشته‌اند که عمر نسبتاً زیاد ابنیه در بافت‌های مختلف شهری از جمله بافت‌های فرسوده شهری می‌تواند احتمال آسیب پذیری ساختمان‌های مسکونی را در برابر حوادث طبیعی چون زلزله افزایش دهد. همچنین نورالهی در سال 1394، ایجاد مشکلات چس از وقوع حادثه را مورد بررسی قرار داده است. از نظر وی وقوع زلزله باعث ایجاد اختلال در شبکه حمل و نقل می‌شود و باعث عدم توانایی مردم در ایجاد ارتباط بین حوزه آسیب دیده با خارج از حوزه می‌شود همچنین نوری در سال 1387 نیز تخریب سیستم‌های خدماتی (اب و برق و گاز و تلفن) را در از جمله این ریسک‌ها معرفی نموده است. این آسیب‌ها بر اساس ریزش ساختمان‌های مسکونی به وجود می‌آید.

R. McInnes در سال 2006 به احتمال آسیب پذیری در بعد اقتصادی اشاره نموده است. به گفته وی احتمال ایجاد آسیب پذیری بر اساس حوادث طبیعی تنها در بعد کالبدی و دسترسی نیست. از بین رفتن منازل مسکونی و هزینه‌های هنگفتی که برای بازسازی دوباره این ساختمان صورت خواهد گرفت بیشتر از هر چیزی مورد توجه است. آسیب دیدن یا از بین رفتن اموال و دارایی مردم نیز موضوع مهمی در این رابطه می‌باشد (عباسپور، 1388).

مهدی پور در سال 1391، فوت افراد بلافاصله پس از حادثه و امکان از بین رفتن افراد مجروح به دلیل ضعف در سیستم دسترسی را یکی از ریسک‌های مهم در بعد اجتماعی معرفی نموده است. ناآرامی و بی‌قراری مردم نیز از جمله ریسک‌هایی است که Erik Eberhardt در سال 2011 یکی از ریسک‌های مهم در این زمینه معرفی نموده است. زلزله خیز بودن بیشتر شهرهای ایران از نظر نوری (1387) نیز خود یکی از ریسک‌های مهم در بعد محیطی است.

با توجه به موارد ذکر شده می‌توان این‌گونه گفت که پایداری و ایمنی در برابر بلایای طبیعی از اساسی‌ترین مؤلفه‌های برنامه ریزی فضایی است. زلزله یکی از این پدیده‌های طبیعی است که همواره جان انسان‌ها و سکونتگاه‌های بشری را تهدید کرده است به طوری که می‌تواند در طی مدت زمان کوتاهی به خصوص زلزله خسارات زیادی را بر جای گذارد. در واقع آنچه که زلزله را به عنوان یک تهدید مطرح می‌کند، عدم آمادگی بشر در مقابله با آن است. وقوع چنین حادثه‌ای در بیشتر موارد تأثیرات ویران‌کننده‌ای بر سکونتگاه‌های انسانی و ساختمان‌های مسکونی بر جای گذاشته و تلفات سنگینی بر ساکنان آن‌ها تحمیل نموده است.

جمع بندی و نتیجه گیری

این پژوهش، به منظور ارزیابی ریسک ساختمان‌های مسکونی در برابر زلزله انجام گرفته است که با توجه به اینکه مدلی در زمینه ارزیابی ریسک ساختمان‌ها چه در پژوهش‌های داخلی و چه در پژوهش‌های خارجی صورت نگرفته بود، هدف اولیه این پژوهش ابتدا شناسایی ریسک‌های موجود در صورت بروز حوادث طبیعی بوده که با استفاده از روش کیفی، ابتدا بر اساس عوامل استخراج شده از ادبیات مدلی ارائه شد.

ارزیابی ریسک به معنی اندازه‌گیری ریسک‌ها بر اساس شاخص‌های معین است با توجه به محدودیت سازمانها در دستیابی به منابع کافی، ارائه راهکارها و تخصیص منابع لازم برای مقابله با عوامل ریسک ساختمان‌های مسکونی در برابر زلزله بر اساس اولویت ریسک‌ها انجام خواهد گرفت. از این رو، رتبه بندی این عوامل از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. لذا در این رابطه می‌توان برنامه ریزی برای مطالعه وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های مسکونی و بهسازی آن‌ها پیشنهاد نمود. همچنین احداث راه‌های موقت و دسترسی‌ها به خارج از محدوده آسیب پذیر و زمینه سازی در خصوص توانایی در ایجاد ارتباط با خارج از محدوده می‌تواند ریسک‌های مربوط به بعد خدماتی را کاهش داد. همچنین تدوین طرح‌های کاهش خطر بلایای طبیعی بر اساس توزیع خدمات ایمنی نظیر: ایجاد واحد آتش نشانی، ایجاد تخلیه امن، راه‌های امداد و نجات و... و ایجاد مدیریت و واحد بحران، برای آمادگی و اقدام مؤثر جهت مقابله و کاهش خطرات ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیر مترقبه از جمله راهکارهای مدیریتی در این زمینه می‌باشد.

حفظ و احیاء موقعیت فضاها و بناها و تدوین ضوابط و مقررات ساخت طراحی ویژه و استفاده از مصالح بومی در ساخت و ساز، و انطباق ساخت و سازها با اقلیم منطقه نیز می‌تواند ریسک‌های مربوط به بعد کالبدی را کاهش دهد.

بهسازی، نوسازی و مقاوم سازی ساختمان های مسکونی با توجه به نقش و اهمیت هریک از آنها نیز میتواند عامل مهمی در جهت کاهش آسیب پذیری این نوع از ساختمان ها شود. تاکید بر نقش و اهمیت مدیریت زمان در امر مقاوم سازی و مدیریت ریسک، پایدار ساختن محیط در مقابل عوامل مخرب و سوانح محیطی و یکی کردن قطعات، ایجاد تعادل بین توده و فضا، حفظ انسجام و پیوستگی بافت نیز از راهکارهای قابل توجه در این زمینه هستند. لذا پیشنهاد می گردد ارزیابی ریسک های شناسایی شده در این پژوهش، در فضای فازی اجرا شود همچنین تحقیقی در خصوص راهکارهای کاهش ریسک های ارزیابی شده در آینده انجام گردد. در این رابطه نیز پیشنهاد می گردد ریسک های موجود در برابر حوادث دیگر نیز انجام گردد.

## منابع فارسی

- 1- رهایی، علیرضا. نعمتی، سعید (1383) ارزیابی عملکرد و روش های مقاوم سازی سازه های بتنی «، چاپ اول، انتشارات فدک ایستاتیس.
- 2- حسنی، تهرانی زاده، محمدی تهرانی(1376)، "سیستم پی لغزشی برای محافظت ساختمان های در برابر زلزله"، چاپ دوم، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره 238، تهران.
- 3- ویسه، یداله، 1377: نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه ریزی در مناطق زلزله خیز، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- 4- امینی حسینی، کامبد، حسینی، مازیار، جعفری، محمد کاظم، 1385: چالشها و راهبردهای مدیریت بحران در شهر تهران، دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، تهران.
- 5- زنگی آبادی، علی، تبریزی، نازنین، 1385: زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری، پژوهش های جغرافیایی، شماره 56، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران
- 6- ناطقی الهی، فریبرز، 1381: مدیریت بحران زمین لرزه ابرشهرها، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- 7- بحرینی، سید حسین، 1385: ساخت و ساز پایدار در شهرها، دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، تهران.
- 8- قیطانچی، محمد رضا، خان پور، حسین، 1381: شناخت علمی زمین لرزه، انتشارات عادل سنجش، تهران.
- 9- شهرداری تهران و سازمان جمعیت هلال احمر ایران، 1384: مجموعه گزارش های مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و جمعیت هلال احمر ایران، تهران
- 10- مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، 1382: طرح تخلیه اضطراری و اسکان موقت مناطق شهر تهران، گزارش فاز یک، شماره 77، تهران.
- 11- ایری، عبدالجلال، 1378: برنامه ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری نمونه موردی: منطقه 20 تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- 12- جعفری، محمد کاظم، توکلی، بهروز، توکلی، شهاب، 1381: مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- 13- غفوری آشتیانی، محسن، ناطقی الهی، فریبرز، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، 1382: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.



- 14- ادیب رضانی، محمد رضا، اکبرپور، عباس، 1385: بررسی و شناخت پارامترهای موثر بر مدیریت بحران، فصلنامه بنا، شماره 27، انجمن مهندسان راه و ساختمان، تهران.
- 15- تکبیری، سهراب، 1383: زلزله، مدیریت بحران، طراحی محیط، فصلنامه عمران و بهسازی شهری هفت شهر، سال پنجم، شماره 18 و 19، سازمان عمران و بهسازی شهری، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.
- 16- ناطقی الهی، فریبرز، معماری، علی، 1377: زمین لرزه و آسیب پذیری شهری، نشر ابرار، تهران.
- 17- ناطقی الهی، فریبرز، 1381: مدیریت بحران زمین لرزه ابرشهرها، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- 18- نظری، احد. جابری، مجید. صادق عمل نیک، محسن (1392). طراحی مدل مدیریت ریسک در یک سازمان پروژه محور. نشریه مهندسی صنایع. دوره 47، شماره 1
- 19- رشیدی، رضا. دیمه کار، علی (1392). اوپرایش شده اصل عدم قطعیت تعمیم یافته و بررسی آمار فرمیونی و بوزونی. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- 20- منظور، داوود و نیاکان، لیلی (1391). «مدیریت ریسک در صنعت نفت و گاز کشور؛ ضرورت ها و ابزارها». نشریه انرژی ایران. شماره 1. ص 1-18.
- 21- انجمن مدیریت پروژه امریکا. (1387). راهنمای گسترده دانش مدیریت پروژه، ویرایش چهارم، ترجمه محسن ذکایی آشتیانی. تهران: 1387 انتشارات آدینه.
- 22- محتشمی، ساغر و حمدسعید جبل عاملی، 1384، جایگاه مدیریت ریسک در چرخه حیات پروژه، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی آریانا.
- 23- ابدالی علی و علیمراد نصری (1382)، بسط فرآیند ریسک برای اداره فرصتها، مجله تدبیر، شماره 136
- 24- سرمد، زهره، بازرگان، عباس، حجازی، الهه، (1380)، «روش های تحقیق در علوم رفتاری»، چاپ پنجم تهران: انتشارات آگاه.
- 25- حاجی آقایی، بهشاد (1387)؛ "انواع ریسک و پوشش آن"، فصلنامه تازه های اقتصاد، شماره 122، اسفند 87، ص 65-58
- 26- کدخدایی، حسین (1378)؛ "چالش عدم اطمینان ریسک های طبیعی در ایران"، فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهشنامه بیمه، شماره 55، پاییز 78، ص 103-88
- 27- فتحی، سعید (1385)؛ "ریسک مالی، شاخص سازی و اندازه گیری"، ماهنامه علمی-آموزشی تخصصی مدیریت تدبیر، شماره 168، اردیبهشت 85، ص 58-54.
- 28- آرین، مهران (1382)، ایران و دلایل زمین شناختی زمین لرزه، ماهنامه شهرداری ها، ویژه نامه شمار 12.
- 29- آشتیانی و دیگران (1373)، زمین لغزه در ایران گستردگی و اهمیت اقتصادی، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

- 1- Findley, M., Smith, S., Kress, T., Petty, G., & Enoch, K. (2004). Safety Program Elements in Construction: Which Ones Best Prevent Injuries, Control Costs?. *Professional Safety*, 49(2), .14-21
- 2- Raz, T., & Hillson, D. (2005). A comparative review of risk management standards. *Risk Management*, 7(4), .53-66
- 3- Skogdalen, J. E., & Vinnem, J. E. (2011). Quantitative risk analysis offshore—human and organizational factors. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(4), .468-479
- 4- Asgari, Ali. (1994) Limitation of planning for Reduction of earthquake Hazard, London, Mcgraw Hill.
- 5- Hwang, C., & Yoon, k. (1995). Multiple Attribute Decision Making an introduction . London, sage publications
- 6- Hwang, c. Y., & Kwang, s. (1981). Multiple Attribute Decision Making. . Springer Verlag, Berlin
- 7- Greener, S. (2008). *Business Research Methods*. Frederiksberg, Denmark: Ventus Publishing ApS. Retrieved from <http://www.bookboon.com>
- 8- Linstone, H. A. & Turoff, M. & O., Helmer .(2002). *The Delphi Method Techniques and Applications*, Addison-Wesley Pub co, US.
- 9- V. Cavalli-Sforza and L. Ortolano, Delphi forecasts of land use-transportation interactions, *Journal of Transportation Engineering*, 110 (3), May (1984).
- 10- Mullen, Penelope M. (2003). Delphi: myths and reality, *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 37-52.
- 11- Yousuf, M.I. .(2007). Using Experts' Opinions Through Delphi Technique, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol 12, No 4.
- 12- Thangaratnam, Sh. & Redman, Ch. WE. (2005). The Delphi technique, *The Obstetrician & Gynaecologist*, 7:120–125
- 13- Linstone, H. A. & Turoff, M. & O., Helmer .(2002). *The Delphi Method Techniques and Applications*, Addison-Wesley Pub co, US.
- 14- Hanafin, S. (2004). Review of literature on the Delphi Technique. [http://www.childrensdatabase.ie/documents/publications/Delphi\\_Technique\\_A\\_Literature\\_Review.pdf](http://www.childrensdatabase.ie/documents/publications/Delphi_Technique_A_Literature_Review.pdf)
- 15- Hsu, Ch.Ch & Sandford, B. A. (2007). The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol 12, No 10.
- 16- Levine, J. H. (1996). *Introduction to Data analysis: The Rules of Evidence*. Macintosh HD:DA:DA IX:Volume I:006 Intro.
- 17- Whitman, R. V., Anagnos, T., Kircher, C. A., Lagorio, H. J., Lawson, R. S., & Schneider, P. (1997). Development of a national earthquake loss estimation methodology. *Earthquake Spectra*, 13(4), .643-661
- 18- Hair Shanker, Gupta, 2010: *Spatial Urban Model For Environmental Planning*, Department of Geography, University College, M.D. University. Rohtak, India.
- 19- Pelling, M. (2003). *Natural disaster and development in a globalizing world*. Routledge.