Journal of Structural and Construction Engineering, 9(8), 2022, pp. 5-19

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Development of a structural model for reducing the risk of seismic damage in urban environments case study: SAMEN area of Mashhad

Ehsan Arkani[1], Hossein Hataminejad[2]*, Soheil Ghareh[3]

1- Ph. D. Scholar, Dep. of Crisis Management, Sheikh Bahaei University, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Dep. of Geography and Urban Planning, Tehran University, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Dep. of Civil Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Today, the vulnerability of cities, especially old and dilapidated structures to earthquakes, is a global issue facing experts in various fields. This situation has become more acute in countries with endangered natural structures, including Iran, in recent decades. Dilapidated urban structures as the main boiling point of a city reflect the identity of that city, are unstable and vulnerable to natural disasters and phenomena, especially earthquakes. The aim of this study was to develop a model for reducing the risk of seismic damage in urban environments by considering the uncertainties. The present research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. The statistical population of the present study consisted of urban specialists and experts. The estimated sample size was 60 people. The results of this study showed that natural factors, housing quality, distance from special uses and demographic and economic factors have a positive and significant effect on reducing the risk of seismic damage in urban environments. Among the mentioned factors, the housing quality factor with an impact factor of 0.458 had the most impact and the demographic and economic factor with an impact factor of 0.131 had the least impact.

ARTICLE INFO

Receive Date: 07 August 2021
Revise Date: 08 November 2021
Accept Date: 02 September 2022

Keywords:
Risk
Seismic damage
Urban environment
Samen area
Mashhad

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: https://doi.org/10.22065/jsce.2021.298812.2522

*Corresponding author: Hossein Hataminejad.
Email address: Hataminejad@ut.ac.ir

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

تدوین مدل ساختاری کاهش ریسک خسارات لرزه‌ای در محیط‌های شهری مطالعه موردی: منطقه ثامن شهر مشهد

احسان ارکانی[۱]، حسین حاتمی‌نژاد[۲*]، سهیل قره[۳]

۱- دانشجوی دکتری مدیریت، مدیریت بحران، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی شیخ بهایی، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- دانشیار بخش فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

امروزه آسیب پذیری شهرها و به خصوص بافت های قدیمی و فرسوده در برابر زلزله، به عنوان مسئله‌ای جهانی پیش روی متخصصان رشته های گوناگون قرار گرفته است. این وضع در کشورهای دارای ساختار طبیعی مخاطره آمیز، از جمله ایران، طی دهه های اخیر به صورتی حادتر نمود یافته است. بافت های فرسوده شهری به عنوان نقطه جوشش اصلی یک شهر نشان دهنده هویت آن شهر می‌باشند، در مقابل سوانح و پدیده‌های طبیعی به خصوص زلزله ناپایدار وآسیب پذیرند. پژوهش حاضر با هدف تدوین الگوی کاهش ریسک خسارات لرزه‌ای در محیط های شهری با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها انجام شد. پژوهش پیش رو از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی- تحلیلی است. جامعه آماری پژوهش حاضر را متخصصین و کارشناسان شهری تشکیل می‌داد. حجم نمونه در نظر گرفته شده ۶۰ نفر بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عوامل طبیعی، کیفیت مسکن، فاصله از کاربری‌های ویژه و عامل جمعیتی و اقتصادی بر کاهش ریسک خسارات لرزه‌ای در محیط های شهری تاثیر مثبت و معناداری دارد. از بین عوامل گفته شده عامل کیفیت مسکن با ضریب تاثیر ۰/۴۵۸ دارای بیشترین تاثیر و عامل جمعیتی و اقتصادی با ضریب تاثیر ۰/۱۳۱ دارای کمترین تاثیر بود.

کلمات کلیدی: ریسک، خسارات لرزه¬ای، محیط شهری، منطقه ثامن شهر مشهد

سابقه مقاله:					
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	شناسه دیجیتال:
۱۴۰۰/۰۵/۱۶	۱۴۰۰/۰۸/۱۷	۱۴۰۱/۰۶/۱۱	۱۴۰۱/۰۶/۱۱	۱۴۰۱/۰۸/۳۱	doi: 10.22065/jsce.2021.298812.2522
					https://doi.org/10.22065/jsce.2021.298812.2522

*نویسنده مسئول: حسین حاتمی‌نژاد

پست الکترونیکی: Hataminejad@ut.ac.ir

۱- مقدمه

وجود گسل‌های فعال در مجاورت شهر مشهد و قرارگیری پهنه تکتونیکی کپه‌داغ و بینالود و همچنین زلزله‌های بزرگ تاریخی همگی گواه بر بالا بودن خطر زلزله در شهر مشهد است. فلات ایران درمحل تلاقی صفحه‌های تکتونیک عربستان (عربستان - آفریقا)، هند (هند- استرالیا) و اوراسیا (اروپا- آسیا) واقع شده است. تلاقی این صفحه‌ها باعث شده است تا پوسته فلات ایران که در کل ضعیف تر از صفحه های یاد شده است، تغییر شکل پیدا کند و توسط چین خوردگیها و رشته کوه‌هایی چون زاگرس در غرب، البرز و کپه داغ در شمال و شمال شرق و کوههای شرق ایران و مکران به ترتیب در شرق و جنوب شرق احاطه شود. کوه‌ها و چین خوردگیهای پوسته فلات ایران هنوز به وضعیت پایدار خود نرسیده اند، بنابراین با تداوم حرکت صفحه‌ها شاهد فعالیتهای لرزه ای در اغلب نقاط ایران بخصوص نواحی کوهستانی هستیم. شهر مشهد در شمال کوه‌های چین خورده-گسلیده بینالود (واقع در شمال ایران مرکزی) قرار گرفته است. کوههای بینالود خود بخشی از استان لرزه زمین ساخت ایران مرکزی است. این شهر در دشتی پوشیده از نهشته‌های آبرفتی کواترنری قرار گرفته است. گسل‌های مهم گستره مورد نظر، اکثراً از نوع فشاری و راندگی بوده و در مقایسه با گسل‌های کششی پرانرژی‌تر و دارای دوره بازگشت طولانی‌تر و با شتاب گرانش بیشتری می‌باشند و در نتیجه می‌توانند زلزله‌های بزرگتری را به وجود آورند. از طرف دیگر وجود گسل در ناحیه جنوبی شهر می‌تواند آثار میدان نزدیک را بر افزایش خطر زلزله ایجاد نماید. بنابراین باید گفت شهر مشهد در منطقه ای با پتانسیل زلزله خیزی بالا قرار دارد. ساختار شهر با توجه به گستردگی بافت فرسوده، مناطق و شهرک های حاشیه ای وسیع با ساخت و سازهای ناایمن و ضعیف و همچنین جمعیت زیاد، دارای آسیب پذیری بالا در برابر زلزله می‌باشد. بطور طبیعی هرچه شهر بزرگتر باشد خطرات ناشی از زلزله در آن بیشتر است و لزوم توجه به این خطرات نیز افزایش خواهد یافت. شهر مشهد در کنار تهران و تبریز، به عنوان یکی از سه کلانشهر مهم کشور در معرض خطر زلزله، مثال کاملی در این زمینه است. این شهر مهم پرجمعیت با ساختار مذهبی، اقتصادی و سیاسی در میان گسلهایی فعال احاطه شده است و همواره احتمال وقوع زلزله ای بزرگ در آن وجود دارد (مهدوی، ۱۳۹۰). محیط های شهری دارای بافت فرسوده بدلیل وجود تعداد بسیار ساختمان کم دوام و ناپایدار، معابرکم عرض، عدم برخورداری از شبکه دسترسی مناسب وکمبود خدمات و زیرساخت های شهری، آسیب پذیری بیشتری در برابر وقوع زلزله دارند و خسارات و تلفات سنگین تری در این مناطق روی می‌دهد. بافت فرسوده در بخشهای مختلفی از شهر مشهد گسترده شده است که در این میان بافت پیرامون حرم مطهر امام رضا (ع) به سبب موقعیت خاص فرهنگی، مذهبی، اجتماعی و اقتصادی، وجود جمعیت بالا، همچنین به دلیل فرسودگی بیش از حد، مورد توجه ویژه قرار دارد. نکته دیگر اینکه شهرستان مشهد با جمعیتی حدود ۳۲۰۰۰۰۰ نفر دومین کلان شهر کشور از لحاظ جمعیتی پس از تهران می‌باشد. از سویی سالانه حدود ۲۵۰۰۰۰۰۰ نفر زائر ایرانی و ۱۵۰۰۰۰۰ زائر خارجی به این شهر مقدس سفر می کنند. نقطه کانونی حضور، تردد و اقامت این جمعیت انبوه حرم مطهر رضوی است که در منطقه ثامن مشهد قرار گرفته است. علاوه بر وجود بافت های فرسوده در این منطقه، استقرار و احداث درصد قابل توجهی از هتل‌ها، مهمانسراها و هتل آپارتمان ها و اقامتگاههای رسمی و غیر رسمی در این منطقه، بررسی ریسک و خطر پذیری منطقه ثامن را در مواجهه با بحران ها از جمله زمین لرزه بسیار حیاتی می سازد. بدیهی است نتایج نهایی این تحقیق که ضمن اولویت بندی راهکارهای کاهش خسارات لرزه ای به تدوین یک الگو برای آن خواهد پرداخت، باعث می شود در طراحی و برنامه ریزی جهت توسعه و نوسازی این منطقه بویژه تبدیل بافت‌های فرسوده به نواحی شهری، خدماتی و اقامتی رویکرد توجه به مقوله مدیریت بحران مد نظر قرار بگیرد. مساله اصلی این تحقیق، تحلیل ریسک خسارت ساختمان‌های وضع موجود این منطقه که تحت عنوان "منطقه ثامن" نام گرفته در برابر زلزله احتمالی و برآورد خسارت مالی و جانی محتمل با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در مشخصه زلزله محتمل و مدل های مرتبط با آن، ساختار خاک در عمق های مختلف و ویژگی آسیب پذیری ساختمانها، می‌باشد. علاوه بر این، مساله اصلی دیگر، انتخاب استراتژی مناسب برای کاهش خطر پذیری لرزه‌ای منطقه مورد مطالعه، با در نظر گرفتن خسارات عدم قطعیت ها است.

در ارتباط با موضوع تحقیق، پژوهش‌هایی در داخل و خارج کشور انجام پذیرفته است که در ادامه به پاره‌ای از این تحقیقات اشاره می‌شود:

قائد رحمتی و همکاران پژوهشی با عنوان تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه های شهری استان لرستان از خطر زلزله انجام داده‌اند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که مراکز شهری مهم استان تقریبا به صورت ارگانیک پراکنده شده اند. از طرفی فراوانی منابع آب در حاشیه گسل ها عامل اصلی مکان گزینی شهرها و روستاها در این استان بوده است. بنابراین بسیاری از مناطق مسکونی در حریم گسل‌ها استقرار یافته، در معرض خطر و آسیب پذیری بالایی قرار دارند. نتایج حاصل از نقشه پهنه بندی تهیه شده نشان می دهد حدود ۶ درصد جمعیت استان در پهنه خطر بسیار بالا، ۲۳ درصد جمعیت در پهنه پرخطر و ۵۶ درصد در پهنه متوسط قرار دارند [1].

نتایج تحقیقات عیدوندی و خسروی با عنوان ارزیابی ریسک زلزلهٔ زرین شهر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نشان می دهد عوامل مختلف بر آسیب پذیری و خسارات ناشی از زلزله تأثیرگذاری متفاوتی دارند؛ به طوری که تأثیر عوامل محیطی مانند فاصله از گسل، جنس خاک و درصد شیب بیشتر از سایر عوامل است. عوامل کالبدی فیزیکی نظیر قدمت ساختمان، تراکم جمعیت، تعداد طبقات ساختمان‌ها، جنس مصالح و کاربری اراضی در وقوع زلزله پس از عوامل طبیعی در سطح دوم تأثیرگذاری بیشتری دارند. در این پژوهش از روش توصیفی- تحلیلی استفاده و پس از مشخص کردن معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها در امر آسیب پذیری ناشی از زلزله و استفاده از نظر کارشناسان و اسناد موجود وزن های معیارها در نرم افزار Expert choice محاسبه شد. همچنین نقشه های مربوط با همپوشانی (Weighted sum) در نرم افزار Arc Gis گردآوری و ذخیره و مناطق آسیب پذیر شهر زرین شهر شناسایی و تحلیل شد. پس از تهیهٔ نقشهٔ پهنه بندی خطر و آسیب پذیری منطقه در نرم افزار Arc Gis با استفاده از حاصل ضرب (raster calculator) دو نقشهٔ ایجادشده، نقشهٔ نهایی ریسک شهر ترسیم و ریسک مناطق در پنج طبقه تحلیل شد. نتیجه حاکی است زرین شهر ۴/۳۰ درصد ریسک بسیار کم، ۲۳/۲۷ درصد ریسک متوسط و ۳/۴۷ درصد ریسک بسیار زیاد دارد [2].

نتایج بررسی‌های قدیری با عنوان نقش دانش و نگرش ریسک در تبیین تفاوت های آسیب پذیری اجتماعی شهر تهران در برابر زلزله نشان داد که نه تنها دانش و نگرش ریسک رابطه معکوس و نسبتاً ضعیفی با میزان آسیب پذیری دارند و در تبیین تفاوت های آن، نسبت به متغیرهای پایگاه اقتصادی اجتماعی و محله از نقش بسیار پایین تری برخوردارند، بلکه خود عمدتاً متاثر از پایگاه و شرایط اجتماعی اقتصادی خانوارها هستند. بنابراین ارتقای دانش و نگرش ریسک به تنهایی و بدون توجه به سیاست‌های کاهش فقر و افزایش دسترسی به منابع بخصوص برای طبقه های متوسط و پایین تر نتیجه بخش نخواهد بود [3].

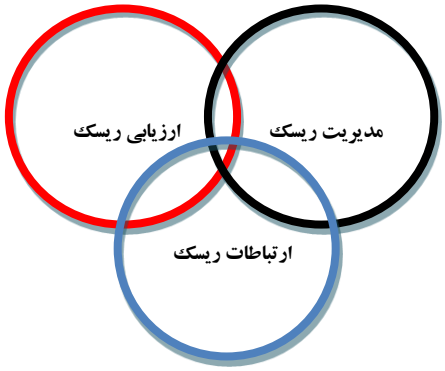
در پژوهش انجام شده توسط پورطاهری و همکاران پژوهشی با عنوان سنجش و ارزیابی مولفه‌های مبنایی مدیریت ریسک زلزله (مطالعه موردی: مناطق روستایی شهرستان قزوین) نتایج حاکی از آن است که تمامی مولفه های اساسی مدیریت ریسک در میان سکونت‌گاه‌های روستایی در سطح پایین بوده اند. لازم به ذکر است که پیامد چنین وضعیتی تداوم روند وضع موجود، یعنی ضعف کالبدی و ساخت و سازهای غیراصولی، عدم قابلیت پاسخگویی مناسب در برابر زلزله، ناهماهنگی و مشارکت کم در مراحل مختلف بحران و افزایش تعداد کشته‌ها و زخمی‌ها در زلزله‌های آتی خواهد بود. بدین ترتیب، به منظور رفع چالش‌های فراروی و کاهش آسیب پذیری، ارتقا و تقویت مولفه ها و معیارهای اساسی مدیریت ریسک ضروری است [4]. از طرفی دیگر تحقیقات انجام شده بر روی خطر زمین لرزه و تحلیل ریسک پذیری مراکز جمعیتی از زلزله (مورد نمونه: شهرستان بستان آباد، آذربایجان شرقی) نشان می دهد که بر اساس نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه در حدود ۸۱,۴۳ درصد از مساحت شهرستان بستان آباد در پهنه های با خطر بسیار زیاد، زیاد و نسبتاً زیاد واقع شده است و همچنین ۶۲ درصد از جمعیت ۱۰۰ هزار نفری شهرستان که در شهر بستان آباد و ۷۸ روستای پیرامون گسل تبریز زندگی می کنند، از خطرپذیری بسیار بالایی در برابر حوادث ناشی از وقوع زمین لرزه برخوردارند [5].

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مبانی نظری

تحلیل ریسک عبارتست از استفاده سیستماتیک از اطلاعات در دسترس به منظور شناسایی مخاطرات و تخمین ریسک به افراد یا اجتماع، اموال یا محیط زیست. اطلاعات و دانش بدست آمده از تحلیل ریسک پیش نیازی برای سنجش ریسک و گزینه های ممکن کاهش

ریسک است: براساس تعریف ریسک ارائه شده توسط کاپلان و جریک (۱۹۸۱) هدف از تحلیل ریسک فراهم کردن اطلاعات در مورد سناریوها، احتمالات و پیامدهاست. یک تحلیل ریسک بر طبق هدف آن می تواند هم کمی و هم کیفی باشد. همچنین این تحلیل می تواند ترکیبی از تحلیل کمی و کیفی باشد و ممکن است تحلیل نیمه کمی نامیده شود. تحلیل ریسک می باید به طور پیوسته باشد و به محض اینکه اطلاعات جدیدی در دسترس باشد به روز رسانی شود. یک بخش مهم تحلیل ریسک انتخاب این است که چه نوع پیامدهایی در نظر گرفته شوند و تصمیم گیری در مورد اینکه چه معیارهایی استفاده شوند. به عقیده اسلو، انتخاب معیار ریسک می تواند تاثیر بسزایی روی میزان ریسک دار ظاهر شدن یک تکنولوژی خاص داشته باشد. تحلیل ریسک و بخصوص ارزیابی ریسک احتمالاتی (ارزیابی ریسک: فرآیند کلی تحلیل ریسک و سنجش ریسک) قادر به ایفای نقش های محوری در تصمیم گیری، ساخت، عملکرد ، سیاست و تصمیمات کنترلی می باشد. پیشرفتهای موجود در زمینه تحلیل ریسک و بخصوص ارزیابی ریسک احتمالاتی، در دهه اخیر بسیار گسترده بوده است به طوریکه آمادگی های بالایی در زمینه تشخیص و کنترل ریسک به وجود آمده است. شورای تحقیقات ملی ایالات متحده تحلیل ریسک را به عنوان فرایندی متشکل از ۳ عنصر هسته ای ارزیابی ریسک ،مدیریت ریسک،ارتباطات ریسک تعریف می نماید .اندرکنش و همپوشانی این ۳ عنصر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: عناصر تحلیل ریسک.

اولین عنصر هسته ای تحلیل ریسک، ارزیابی ریسک است. ارزیابی ریسک فرایندی است که از طریق آن احتمال یا فرکانس خسارت ایجاده شده توسط یک سیستم مهندسی یا خسارت وارده به آن سیستم، تخمین زده شده و بزرگی این خسارت (پیامد) نیز اندازه گیری یا تخمین زده می شود. مدیریت ریسک فرایندی است که از طریق آن پتانسیل بزرگا و مشارکت کننده های ریسک تخمین زده می شوند، سنجیده می شوند، حداقل می شوند و کنترل می گردند. درنهایت، ارتباطات ریسک فرایندی است که از طریق آن اطلاعات راجع به ماهیت ریسک (تلفات مورد انتظار) و پیامدهای آن رویکرد ارزیابی ریسک و گزینه های مدیریت ریسک، در میان تصمیم گیرندگان و دیگر سهامداران ذینفع، تبادل، تسهیم و بحث میشوند. تحلیل ریسک مربوط به تخمین پتانسیل و بزرگای هر خسارت و روش های کنترل آن می شود. در صورت وجود داده های تاریخی کافی در مورد تلفات، ریسک را می توان بطور مستقیم از طریق آمارهای مربوط به تلفات واقعی تخمین زد. این رویکرد اغلب برای مواردی استفاده می شود که از قبل داده هایی در مورد چنین تلفاتی در دسترس باشند. مانند تصادفات رانندگی، ریسک های مربوط به سرطان و فرکانس رویدادهای طبیعی خاص مانند طوفان ها و سیل ها. رویکرد دوم برای مواردی است که داده کافی در مورد تلفات واقعی وجود ندارد. در این گونه موارد تلفات در تحلیل ریسک مدل می شوند در نتیجه می توان تلفات پتانسیل (یعنی همان ریسک)را تخمین زد. در اکثر موارد بخصوص برای سیستم های پیچیده مهندسی، داده های راجع به تلفات اندک بوده و یا حتی موجود نمی باشد. بنابراین تحلیلگر می بایست ریسک را مدل کرده و پیش بینی نماید. هدف از انجام تحلیل ریسک، اندازه گیری بزرگای خسارت بالقوه (پیامد) مربوط به سیستم های پیچیده مهندسی است و شامل سنجش، کاهش ریسک و سیاست های کنترلی می باشد. بطور کلی سه نوع تحلیل ریسک وجود دارد: کمی، کیفی و ترکیبی از این دو. تمامی این روش ها هر کدام با نقاط قوت و ضعف خود، به طور گسترده ای در حال استفاده می باشند..منظور از تحلیل ریسک کمی، تخمین ریسک یک خسارت به شکل احتمال یا فرکانس و

سنجش چنین احتمالاتی جهت اتخاذ تصمیمات و انتقال نتایج می باشد. در این زمینه "عدم قطعیت" مربوط به تخمین فرکانس (یا احتمال) وقوع رویداد های نامطلوب و بزرگای این تلفات (پیامدها) با استفاده از مفاهیم احتمالاتی مشخص می شوند. هنگامیکه شواهد و داده ها کمیاب باشند، عدم قطعیت های مرتبط با نتایج کمی، نقش پررنگ تری در استفاده از نتایج خواهند داشت (یعنی عدم قطعیت های راجع به تلفات مورد انتظار).در سالهای اخیر، استفاده از تحلیل ریسک کمی به طور پیوسته افزایش داشته است چرا که اولا تکنیک ها و ابزار کمی بسیاری در دسترس می باشند و ثانیا توانایی ها برای ایجاد تخمین کمی رویدادهای نامطلوب و سناریوها در سیستم های پیچیده از طریق داده های محدود افزایش یافته است. با این وجود محدودیت هایی نیز در استفاده از تحلیل ریسک کمی برای سیستم های با دامنه وسیع وجود دارد چرا که تحلیل ریسک کمی پیچیده، وقت گیر و هزینه بر می باشد. تحلیل ریسک کیفی: این نوع تحلیل ریسک شاید متداول ترین نوع آن باشد چرا که ساده بوده و سریع انجام می گیرد. در این نوع تحلیل، تلفات پتانسیل با استفاده از مقیاس های زبانی مانند پایین، متوسط و بالا به طور کیفی تخمین زده می شوند، بدین منظور ماتریسی تشکیل می شود که ریسک را به شکل فرکانس تلفات در مقابل بزرگی (مقدار) پتانسیل تلفات در مقیاس های کیفی، نمایش می دهد. بنابراین از این ماتریس می توان به منظور اتخاذ تصمیمات استراتژیک و مدیریت ریسک استفاده نمود چرا که این نوع تحلیل بر داده های واقعی و انجام عملیات احتمالاتی برروی این داده ها تکیه ندارد. با وجود اینکه این نوع تحلیل برای استفاده و فهمیدن، ساده تر و آسان تر است، بشدت سلیقه ای نیز می باشد. تحلیل ریسک کیفی برای سیستم های بسیار ساده بهترین گزینه است. تحلیل ریسک کمی – کیفی: در تحلیل ریسک می توان از ترکیب تحلیل کمی و کیفی استفاده نمود. این ترکیب به دو صورت است: فرکانس یا پتانسیل تلفات بصورت کیفی اندازه گیری شود اما بزرگی تلفات یا همان پیامد بصورت کمی اندازه گیری شده باشد و یا برعکس این حالت [6].

۲-۲- روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی تحلیلی است. در این پژوهش به منظور گردآوری داده‌ها و اطلاعات از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شد. جامعه آماری اول پژوهش را متخصصین و کارشناسان می‌دهند و حجم نمونه در نظر گرفته شده ۳۰ نفر بود. برای اطمینان از روایی پرسشنامه استخراج شده، توسط اساتید راهنما و مشاور همچنین خیرگان مورد باز بینی قرار گرفته و مقرر شد با تغییراتی مورد استفاده قرار گیرد که در نهایت با اعمال تغییرات مورد نظر روایی آن مورد تأیید قرار گرفت. برای بررسی، پایایی پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ مورد بررسی گردید که میزان آلفای کرونباخ بدست آمده از برای متغیرهای پژوهش بیشتر از ۰/۷ بود و با توجه به اینکه این مقدار از ۰/۷ بیشتر است، پایایی پرسشنامه تأیید گردید. تجزیه و تحلیل های آماری در این پژوهش به دو صورت تحلیل توصیفی و تحلیل استنباطی با استفاده مدل‌سازی با رویکرد حداقل مربعات جزئی بوده و برای تجزیه و تحلیل داددها نرم افزار SPSS و PLS به کاربرده شد. روش مدل‌سازی با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) توسط وُلد (۱۹۷۴) ابداع گردیده است و در ادامه نسخه پیشرفته‌تر توسط لُمولر (۱۹۸۹) ارائه گشت. PLS-SEM یکی از رویکردهای نسل دوم معادلات ساختاری است و در مقایسه با روش‌های نسل اول که کواریانس محور بودند، مزیت‌هایی را دارا می‌باشد. مدل یابی معادلات ساختاری یک تکنیک تحلیل چند متغیری بسیار کلی و نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری است و به بیان دقیق‌تر بسط مدل خطی کلی است که به محققین این امکان را می‌دهد که مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به‌گونه هم زمان مورد آزمون قرار دهند. اصطلاح غالب در این روزها، مدل یابی معادلات ساختاری یا به گونه خلاصه (SEM) بیان می‌کنند. علت نام‌گذاری این روش به SEM به دو دلیل است، اول روابط میان متغیرها در این روش با استفاده از یک سری معادلات ساختاریافته تجزیه و تحلیل می‌شوند، دوم این معادلات ساختار یافته در قالب مدل‌هایی ترسیم می‌شوند که به محقق امکان مفهوم‌سازی تئوری‌های پژوهش را با استفاده از داده‌ها را می‌دهد [7]. معادله‌یابی معادلات ساختاری یا تحلیل ساختاری یکی از ابزارهای نیرومند و قدرتمند آماری برای انجام تحقیقات اجتماعی، پزشکی، اقتصادی، جامعه شناستی، زیست شناسی و غیره است، که با عناوین مختلفی نظیر تحلیل لیزرلی، تحلیل ساختاری- رگرسیونی، تحلیل معادله یابی معادلات ساختاری و غیره شناخته شده می‌باشد. به طور کلی نیز روابط موجود در یک ساختار را می‌توان به دو طبقه معادلات اندازه‌گیری و معادلات ساختاری تقسیم‌بندی نمود. منظور از ((معادلات اندازه‌گیری)) معادلات و روابط ریاضی می‌باشد که چگونگی اندازه‌گیری متغیرهای پنهان را نشان می‌دهند و منظور از ((معادلات ساختاری)) معادلاتی می‌باشد که چگونگی ارتباط میان متغیرهای (معمولا متغیرهای پنهان) موجود در ساختار را نشان

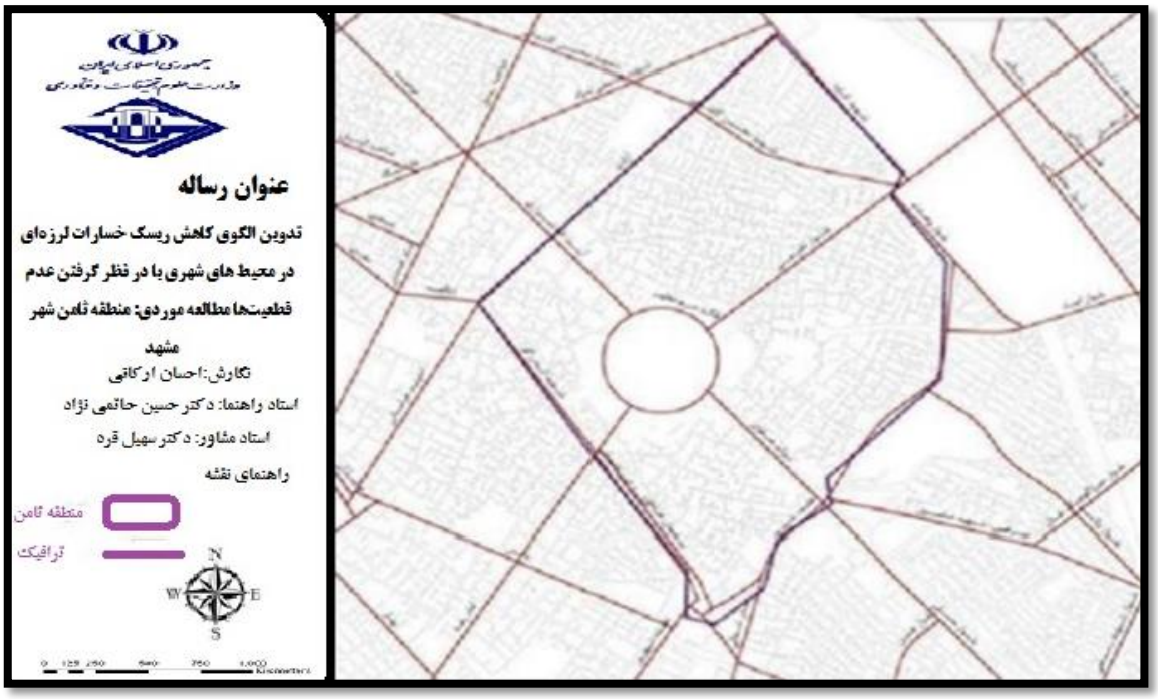
می‌دهند. ضرایب متغیرهای پنهان یا آشکار در یک تحلیل ساختاری، عوامل سربار، ضرایب رگرسیونی و یا ضرایب مسیر عنوان می‌شود [8]. مدل‌سازی معادلات ساختاری، با دو نسل روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها معرفی شده‌اند. نسل اول روش‌های مدل سازی معادلات ساختاری روش‌های کواریانس محور هستند که هدف اصلی این روش‌ها تأیید مدل می‌باشد و برای این کار به نمونه‌هایی با حجم بالا نیاز دارند. نرم افزارای لیزرل، آموس، ای کیواس و امپلاس چهار نرم‌افزار از پرکاربردترین نرم‌افزارهای این نسل محسوب می‌شوند. چند سال پس از معرفی روش کواریانس محور، به دلیل نقاط ضعفی که در این روش وجود داشت (از قبیل احتیاج به تعداد زیاد نمونه، نرمال بودن توزیع داده ها، وجود حداقل سه شاخص برای هر سازه و ...)، نسل دوم روش‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری که مؤلفه محور بودند، معرفی گردید. روش‌های مؤلفه محور که بعدها به روش حداقل مربعات جزئی تغییر نام دادند، برای تحلیل داده‌ها فرآیند متفاوتی از روش های نسل اول به کار برده می‌شدند که شامل دو مرحله اصلی بودند، اول بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی، دوم آزمودن روابط میان‌سازه‌ها. PLS مزایای مهمی نسبت به روش نسل اول داشت که مهم‌ترین آن را می‌توان عدم نیاز به حجم بالای نمونه و نرمال بودن توزیع داده‌ها دانست. همچنین سازه‌ها حتی با یک شاخص نیز می‌توانستند در مدل ترسیم شوند [9-13].

۳-۲- معرفی محدوده مورد مطالعه

وجه خاص مردم به زیارت بارگاه امام هشتم (علیه السلام) و حضور گسترده‌تر آنان در شهر مقدس مشهد نسبت به قبل از انقلاب اسلامی رویکرد عظیمی بود که تحولی در بافت پیرامون حرم مطهر امام رضا (علیه السلام) ایجاد نمود و ضرورت رسیدگی به این محدوده را چندین برابر ساخت. در سال ۱۳۷۱ و به استناد تبصره ۵ ماده ۱۱ قانون زمین شهری و طبق اساسنامه نمونه‌ای مصوب هیئت وزیران، مقرر گردید شرکت‌های پیمانکاری، عمرانی و ساختمانی مسکن سازان در تمام استان‌های کشور تأسیس گردد. پس از آن با توجه به ضرورت‌هایی که در خصوص اجرای طرح بافت پیرامون حرم مطهر امام رضا (علیه السلام) احساس می‌گردید، مقرر شد اقدامی بین بخشی با مشارکت وزارت مسکن و شهرسازی، آستان قدس رضوی و شهرداری مشهد صورت پذیرد. (شرکت عمران و مسکن سازان ثامن، ۱۳۸۵). پس از این تصمیم بود که وزیر وقت مسکن و شهرسازی مرحوم کازرونی با ارسال نامه‌ای در این خصوص تصمیم وزارت مسکن و شهرسازی، آستان قدس رضوی و شهرداری مشهد برای تأسیس شرکتی به منظور نوسازی و بازسازی بافت پیرامون حرم مطهر امام رضا (علیه السلام) به استحضار مقام معظم رهبری رساند و از محضر معظم له کسب تکلیف نمود که ایشان با این اقدام موافقت فرموده و آن را بجا و موجب ثواب و اجر الهی برای اقدام موافقت فرموده و آن را به موجب ثواب و اجر الهی برای اقدام کننده آن دانستند. تصویب طرح بهسازی و نوسازی بافت مرکزی مشهد در سال ۱۳۷۴ گام مهمی بود که در راستای بهبود وضعیت نابسامان بافت فرسوده برداشته شد. همچنین در سال ۱۳۷۸ مدیریت واحد بین شرکت عمران و مسکن سازان ثامن و شهرداری ثامن در راستای تسریع در اجرای این طرح عظیم ایجاد گردید که سازمان مجری طرح نوسازی و بهسازی بافت پیرامون حرم مطهر رضوی را ایجاد نمود. شرکت عمران و مسکن سازان ثامن به کارگزاری از سوی شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی شهری وابسته به وزارت مسکن و شهرسازی مدیریت اجرایی این طرح را به عهده دارد. (شرکت عمران و مسکن سازان ثامن، ۱۳۸۵). مساحت کل اراضی محدوده منطقه ثامن ۳۶۰ هکتار است که در مرکز شهر مشهد و در پیرامون حرم مطهر امام رضا (علیه السلام) قرار گرفته است. منطقه مذکور که در حوزه مرکزی واقع شده است که از شمال با مناطق ۲ و ۳ از غرب با مناطق ۴ و ۶، از جنوب با مناطق ۷ و ۸ و نیز از شرق با منطقه ۱ همجوار می‌باشد (www.maskansamen.ir-1391/05/08).

جدول ۱: محدود قانونی منطقه ثامن (شهرداری منطقه ثامن)

شمال	محله نوغان (قطاع ۲)– حدفاصل حرم مطهر، خیابان شیرازی، چهارراه شهدا، خیابان آیت‌الله بهجت، میدان راه آهن، بولوار شهید کامیاب، چهارراه مقدم طبرسی، خیابان طبرسی
جنوب	محله عیدگاه (قطاع ۴) – حد فاصل حرم مطهر، خیابان نواب صفوی، میدان پنج راه، حیابان ۱۷شهریور، میدان ۱۷شهریور، بازار رضا و میدان بیت‌المقدس
شرق	محله میر (قطاع ۳)–حدفاصل حرم مطهر، خیابان طبرسی، چهارراه مقثم طبرسی، بولوار وحدت، میدان پنج راه، خیابان نواب صفوی
غرب	محله چهارباغ(قطاع ۱)–حد فاصل حرم مطهر، میدان بیت المقدس، خیابان شهید اندرزگو، چهارراه خسروی، خیابان آزادی، چهارراه شهدا، خیابان شیرازی



شکل ۱: موقعیت منطقه ثامن شهر مشهد منبع: شهرداری منطقه ثامن.

۳- بحث و یافته‌ها

در ادامه به منظور تایید تاثیر عوامل شناسایی شده بر میزان خسارت پس از زلزله از مدلسازی معادلات ساختاری در محیط نرم افزار PLS استفاده شد. ابتدا برازش مدل بررسی شود برازش مدل در سه بخش برازش مدل‌های اندازه گیری، برازش مدل‌های ساختاری و برازش مدل کلی انجام می‌شود.

۳-۱- برازش مدل اندازه گیری

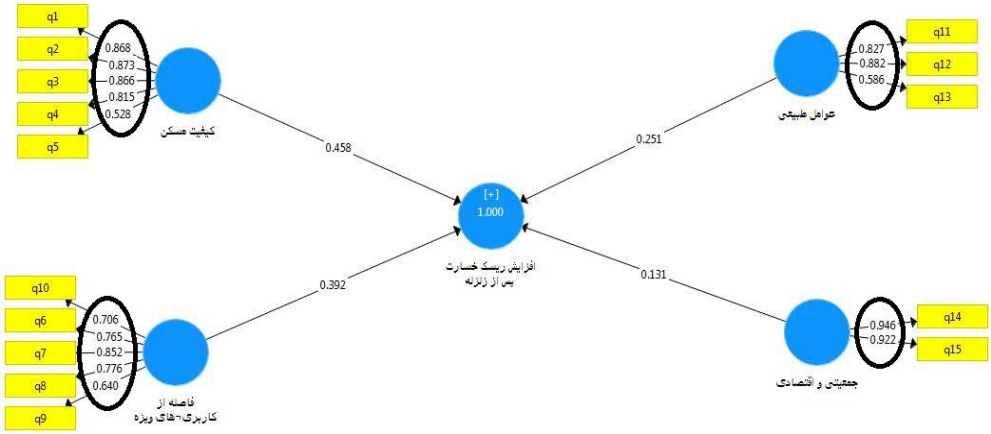
مدل اندازه گیری، مربوط به بخشی از مدل کلی می شود که در بر گیرنده یک متغیر به همراه سوالات مربوط به آن است. برای بررسی برازش مدل های اندازه گیری، سه معیار پایایی، روایی همگرا و روایی واگرا استفاده می شود.

۱-۱-۳- پایایی و روایی همگرا

پایایی شاخص، توسط سه معیار ضرایب بار عاملی، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) مورد سنجش قرار می گیرد.

- **ضرایب بارعاملی**

بارهای عاملی از طریق محاسبه مقدار همبستگی شاخص های یک سازه با آن سازه محاسبه می شوند که اگر این مقدار برابر و یا بیشتر از مقدار۰/۴ شود، مؤید این مطلب است که واریانس بین سازه و شاخص های آن، از واریانس خطای اندازه گیری آن سازه بیشتر بوده و پایایی در مورد آن مدل اندازه گیری قابل قبول است. بنابراین، مقدار ملاک برای مناسب بودن ضرایب بارهای عاملی ۰/۴ می باشد؛ چنانچه پس از اجرای مدل، بار عاملی سوالاتی کمتر از ۰/۴شد، آن سوال حذف می شود تا بررسی سایر معیارها تحت تاثیر آن قرار نگیرد. مطابق شکل۲، تمامی بارعاملی سوالات بیشتر از ۰/۴ است از این رو حذف هیچکدام لازم نیست و می‌توان نتیجه گرفت که مدل،پایایی مناسبی دارد.



شکل۲: مقادیر بار عاملی سوالات مربوط به متغیرهای پژوهش.

- **آلفای کرونباخ، روایی همگرا و پایایی ترکیبی**

پایایی ترکیبی بیانگر میزان همبستگی سوالات یک بعد به یکدیگر برای برازش کافی مدل‌های اندازه گیری را مشخص می‌کند [14].

هرگاه یک یا چند خصیصه از طریق دو یا چند روش اندازه گیری شوند همبستگی بین این اندازه گیری ها دو شاخص مهم اعتبار را فراهم می‌سازد. اگر همبستگی بین نمرات آزمون هایی که خصیصه‌ی واحدی را اندازه گیری می‌کند بالا باشد، پرسشنامه دارای اعتبار همگرا می باشد. وجود این همبستگی برای اطمینان از این که آزمون آنچه را که باید سنجیده شود می‌سنجد، ضروری است، برای روایی همگرا میانگین واریانس استخراج (AVE) و پایایی مرکب (CR) محاسبه می‌شود. باید روابط ۱ و ۲ بر قرار باشد:

- $CR > 0.7$ (۱)
- $AVE > 0.5$ (۲)

جدول ۲: نتایج روایی همگرا ، پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ

متغیرهای پژوهش	میانگین واریانس (AVE)	پایایی ترکیبی (CR)	آلفای کرونباخ
افزایش ریسک پس از زلزله	۰/۷۱۵	۰/۸۷۵	۰/۸۴۰
جمعیتی و اقتصادی	۰/۷۱۵	۰/۹۰۰	۰/۸۸۲
عوامل طبیعی	۰/۶۲۹	۰/۹۱۶	۰/۹۰۱
فاصله از کاربری های ویژه	۰/۷۶۱	۰/۹۳۷	۰/۹۳۱
کیفیت مسکن	۰/۶۴۲	۰/۸۹۷	۰/۸۵۰

با توجه به جدول فوق:

- مقدار میانگین واریانس استخراج شده (AVE) بزرگتر از ۰/۵ است، بنابراین روایی همگرا تایید می‌شود.
- مقدار پایایی مرکب (CR) در تمامی موارد از آستانه ۰/۷ بزرگتر است، بنابراین پایایی مرکب تایید می‌شود.
- مقدار آلفای کرونباخ در تمامی موارد از آستانه ۰/۷ بزرگتر است، بنابراین پایایی پرسشنامه تایید می‌شود.

➢ روایی واگرا

برای بررسی روایی واگرا، از مقایسه میزان همبستگی یک سازه با شاخص هایش در مقابل همبستگی آن سازه با سایر سازه ها با استفاده از روش فورنل و لاکر بهره گرفته شد. روایی واگرا وقتی در سطح قابل قبول است که میزان AVE برای هر سازه بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سازه های دیگر (یعنی مربع مقدار ضرایب همبستگی بین سازه ها) در مدل باشد. همانگونه که در جدول شماره ۳، برگرفته از روش فورنل ولاکر (۱۹۸۱)، مشخص می باشد، مقدار جذر AVE متغیرهای مکنون در پژوهش حاضر، از مقدار همبستگی میان آنها ، بیشتر است. از این رو، می توان اظهار داشت که در پژوهش حاضر، سازه ها (متغیرهای مکنون) در مدل، تعامل بیشتری با شاخص های خود دارند تا با سازه های دیگر. به بیان دیگر، روایی واگرای مدل در حد مناسبی است.

جدول ۳: نتایج روایی واگرا

	افزایش ریسک پس از زلزله	جمعیتی و اقتصادی	عوامل طبیعی	فاصله از کاربری های ویژه	کیفیت مسکن
افزایش ریسک پس از زلزله	۰/۸۴۵				
جمعیتی و اقتصادی	۰/۵۸۴	۰/۸۴۵			
عوامل طبیعی	۰/۸۴۱	۰/۷۳۹	۰/۷۹۳		
فاصله از کاربری های ویژه	۰/۶۷۵	۰/۶۹۲	۰/۶۶۲	۰/۸۷۳	
کیفیت مسکن	۰/۵۶۲	۰/۳۲۱	۰/۱۹۸	۰/۶۷۱	۰/۸۰۱

۲-۳- برازش مدل ساختاری

مطابق با الگوریتم داده ها در PLS بعد از برازش مدل‌های اندازه گیری نوبت به برازش مدل ساختاری می‌رسد. مدل ساختاری برخلاف مدل اندازه گیری به سوالات (متغیرهای آشکار) کاری ندارد و تنها متغیرهای پنهان و همراه با روابط میان آنها بررسی می‌گردد.

- **معیار R^2**

R^2 معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه گیری و بخش ساختاری مدل سازی معادلات ساختاری به کار می‌رود و نشان از تاثیری دارد که یک متغیر برون زا بر یک متغیر درون زا می‌گذارد. هرچه مقدار R^2 مربوط به سازه‌های درون‌زای مدل بیشتر باشد، نشان از برازش بهتر مدل است. چین (۱۹۹۸) سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ را به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای برازش مدل معرفی کرده است. مطابق با جدول ۴، مقدار R^2 با توجه به سه مقدار ملاک، می‌توان مناسب بودن برازش مدل ساختاری را تأیید ساخت.

جدول ۴: مقادیر ضریب تعیین

متغیرهای پژوهش	مقادیر R^2
افزایش ریسک پس از زلزله	۰/۹۸۷

- **شاخص افزونگی (CV red) یا آزمون ارتباط پیش‌بین یا Q^2**

دومین شاخص برازش مدل ساختاری، شاخص Q^2 است. این معیار که توسط استون گیسر[1] (۱۹۷۵) معرفی شد، قدرت پیش‌بینی مدل در سازه‌های درون‌زا را مشخص می‌کند. به اعتقاد آن ها مدل‌هایی که دارای برازش ساختاری قابل قبول هستند، باید قابلیت پیش‌بینی متغیرهای درون‌زای مدل را داشته باشند. به این معنی است که اگر در یک مدل، روابط بین سازه‌ها به درستی تعریف شده باشند، سازه‌ها تاثیر کافی بر یکدیگر گذاشته و از این راه فرضیه‌ها به درستی تأیید شوند. هنسلر و همکاران[2] (۲۰۰۹) سه مقدار ۰/۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ را به عنوان قدرت پیش بینی کم، متوسط و قوی تعیین نموده اند. مقادیر مربوط به شاخص Q^2 متغیرها در جدول ۵ نمایش داده شده است. با عنایت به مقدار منعکس شده دارای قدرت پیش بینی قوی می‌باشند و می توان عنوان نمود که نتایج نشان دهنده برازش قوی مدل ساختاری پژوهش است.

جدول ۵: مقادیر Q^2

متغیرهای پژوهش	مقادیر Q^2
افزایش ریسک پس از زلزله	۰/۳۷۱

۳-۳- برازش مدل کلی

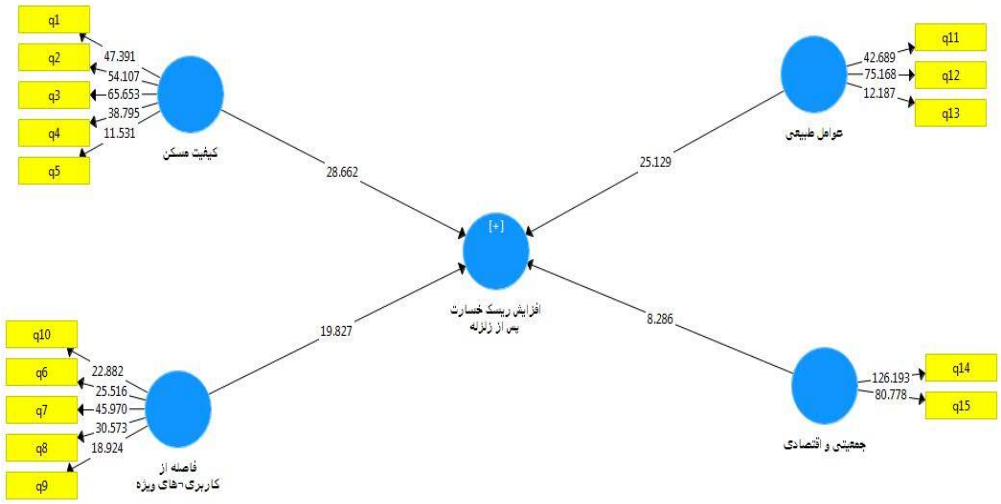
1. Auston Gieser
2. Henseler et al

برای بررسی برازش مدل کلی که هر دو بخش مدل اندازه گیری و ساختاری را کنترل می‌کند تنها یک معیار به نام GOF استفاده می‌شود و این معیار از طریق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

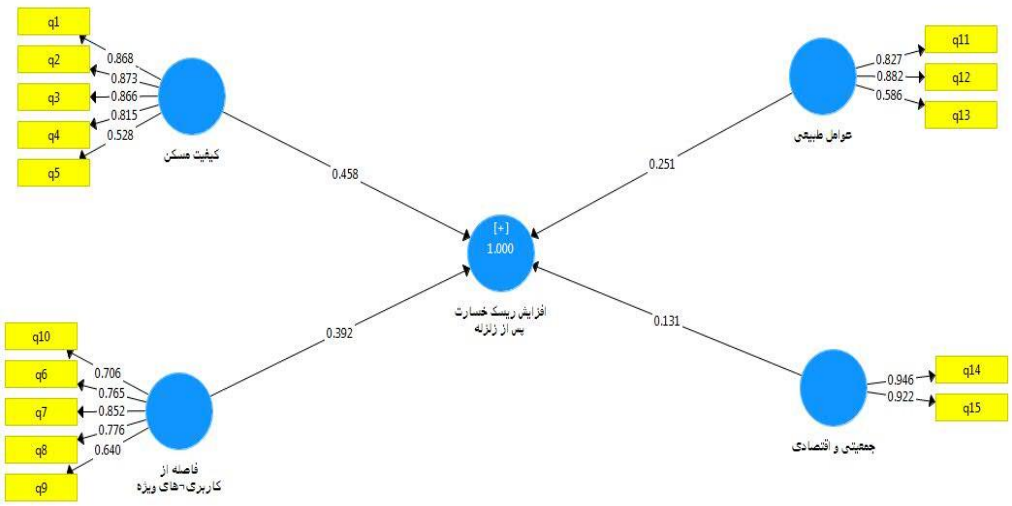
$$GOF=\sqrt{communalities \times R^2} = \sqrt{0.534 \times 0.987} = 0.725 \quad (۳)$$

Communalities نشانهٔ میانگین مقادیر اشتراکی هر سازه است و R2 نیز مقدار میانگین مقادیر سازه‌های درون زای مدل است. وتلز و همکاران، سه مقدار ۰/۲۵/۰۱ و ۰/۳۶ را به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی معرفی نموده‌اند. با توجه به مقدار محاسبه شده برابر با ۰/۷۲۵ است و نشان دهنده برازش قوی مدل کلی پژوهش است.

پس از بررسی برازش مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی، نوبت به بررسی مدل کلی تحقیق می‌رسد. مدل اجرا شده در محیط نرم افزار PLS برای بررسی سوال پژوهش در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است.



شکل ۳: مدل ساختاری پژوهش در حالت معناداری.



شکل ٤: مدل ساختاری در حالت ضریب استاندارد.

با توجه به نتایج آورده شده در شکل ۳ مقدار آماره T بدست آمده برای تمامی معیارهای شناسایی شده بیشتر از ۱/۹۶ می باشد، از این رو تاثیر معیارهای شناسایی شده مورد تایید قرار می‌گیرد و همچنین با توجه به شکل ۴ مقدار ضریب مسیر بدست آمده برای تمامی معیارها مثبت است از این رو تاثیر این معیارها بر افزایش ریسک خسارت پس از زلزله مثبت می‌باشد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تدوین مدل ساختاری کاهش ریسک خسارات لرزه‌ای در محیط های شهری مطالعه موردی منطقه ثامن شهر مشهد تدوین شد. مطابق با الگوریتم داده ها در PLS بعد از برازش مدل‌های اندازه‌گیری نوبت به برازش مدل ساختاری می‌رسد. مدل ساختاری برخلاف مدل اندازه‌گیری به سوالات (متغیرهای آشکار) کاری ندارد و تنها متغیرهای پنهان و همراه با روابط میان آنها بررسی می‌گردد، R^2 معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه گیری و بخش ساختاری مدل سازی معادلات ساختاری به کار می‌رود و نشان از تاثیری دارد که یک متغیر برون زا بر یک متغیر درون زا می‌گذارد. مطابق با مقدار ۰/۹۸۷ برای R^2 با توجه به سه مقدار ملاک، می‌توان مناسب بودن برازش مدل ساختاری را تأیید ساخت. دومین شاخص برازش مدل ساختاری، شاخص Q^2 است. این معیار که توسط استون گیسر (۱۹۷۵) معرفی شد، قدرت پیش‌بینی مدل در سازه‌های درون‌زا را مشخص می‌کند. به اعتقاد آن‌ها مدل‌هایی که دارای برازش ساختاری قابل قبول هستند، باید قابلیت پیش‌بینی متغیرهای درون‌زای مدل را داشته باشند. به این معنی است که اگر در یک مدل، روابط بین سازه‌ها به درستی تعریف شده باشند، سازه‌ها تاثیر کافی بر یکدیگر گذاشته و از این راه فرضیه‌ها به درستی تأیید شوند. هنسلر و همکاران (۲۰۰۹) سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ را به عنوان قدرت پیش بینی کم، متوسط و قوی تعیین نموده اند. مقادیر مربوط به شاخص Q^2 متغیرها ۳۷۱ بدست آمد. با عنایت به مقدار منعکس شده دارای قدرت پیش بینی قوی می‌باشند و می توان عنوان نمود که نتایج نشان دهنده برازش قوی مدل ساختاری پژوهش است. مقدار برازش کلی مدل برابر با ۰/۷۲۵ بدست آمد با توجه به مقدار محاسبه شده برابر با ۰/۷۲۵ است و نشان دهنده برازش قوی مدل کلی پژوهش است.

پس از بررسی برازش مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی، نوبت به بررسی مدل کلی تحقیق رسید، نتایج حاصل از مدل کلی نشان داد که مقدار آماره T بدست آمده برای تمامی معیارهای شناسایی شده بیشتر از ۱/۹۶ می‌باشد، از این رو تاثیر معیارهای شناسایی شده مورد تایید قرار می‌گیرد و همچنین مقدار ضریب مسیر بدست آمده برای تمامی معیارها مثبت است، از این رو تاثیر این معیارها بر افزایش ریسک خسارت پس از زلزله مثبت می‌باشد. از بین عوامل شناسایی شده عامل کیفیت مسکن با ضریب مسیر ۰/۴۵۸ در رتبه اول، عامل فاصله از کاربری‌های ویژه با ضریب مسیر ۰/۳۹۲ در رتبه دوم، عامل عوامل طبیعی با ضریب مسیر ۰/۲۵۲ در رتبه سوم و عامل جمیعتی و اقتصادی با ضریب مسیر ۰/۱۳۱ در رتبه چهارم قرار گرفته است.

با عنایت به نتایج بدست آمده درادامه پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌شود:

۴-۱- آگاهی و آموزش افراد نسبت به خطرپذیری منطقه و استفاده از مشارکت‌های مردمی جهت کاهش خسارت‌ها

از مهمترین شاخص‌های توسعه یافتگی هر کشوری، میزان مشارکت مردم در مسائل اجتماع بالاخص شرایط بحرانی و میزان آگاهی بالاخص سطح آگاهی‌های عمومی یک جامعه است. مشارکت مردم ضامن اجرایی مناسبی جهت اجرای برنامه‌های آمادگی و کاهش خطر اثر زلزله می‌باشد و این مهم جز با ارتقاء و افزایش آگاهی‌های عمومی با ایجاد بستر مناسب و انجام آموزش‌های لازم در زمینه زلزله بعنوان شاخص توسعه یافتگی میسر نمی‌گردد. وجود آموزش همگانی باعث می‌گردد که مردم به عنوان بازوان اجرایی مدیران بحران در جامعه بازگشت‌پذیر در مقابل زلزله عمل نمایند. آموزش‌های همگانی می‌تواند در تمامی سطوح جامعه و نیز در تمامی مراحل مدیریت بحران شامل آمادگی، کاهش خطر، مقابله و بازسازی مدنظر قرار گیرد. بنابراین برای مقابله با خطر زلزله و کاهش خسارات ناخوشایند آن، می‌توان به گام‌هایی نظیر ارتقای سطح آمادگی، شناخت و ادراک صحیح مردم از حادثه زلزله، آموزش راهکارها و روش‌های ایمنی در مقابل خطر زلزله به افراد جامعه، اشاره کرد. در این خصوص شهرداری مشهد و شهرداری منطقه ثامن می‌بایست با همکاری هلال احمر و

سازمان‌ها و نهادهای مربوطه اقدامات مربوط به برگزاری دوره‌های آموزشی پیشگیری و مقابله با بحران زلزله را برای مدیران مدارس، دانشگاه‌ها و مدیران سازمان‌های دیگر جهت اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی عمومی انجام دهد. همچنین با تهیه کتابچه‌های راهنما و قرار دادن آن در وسایل نقلیه عمومی و تاکسی‌ها شهروندان را از خطر زلزله در منطقه آگاه نمایند، نیز می‌توان با همکاری شهرداری مشهد با سازمان مخابرات و مدیریت بحران و سازمان لرزه نگاری پیامک‌های انبوه مربوط به اطلاعات لرزه‌ای را به آگاهی عموم شهروندان رساند، همچنین اطلاعات لازم در خصوص اقدامات ضروری جهت پیشگیری از آسیب‌های بیشتر را ارسال کرد.

۴-۲- برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری با هدف کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله

اصولاً برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری با هدف کاستن از آسیب‌پذیری شهر در مقابل زلزله دو هدف عمده و کلی را دنبال می‌کند که عبارتند از بالا بردن ضریب ایمنی فضاهای مورد استفاده شهروندان در مقابل زلزله و ایجاد سهولت و دسترسی مناسب جهت امداد و نجات در زمان بحرانی که در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری بایستی لحاظ گردد. بعضی از کاربری‌ها در شهر وجود دارند که نقش بسیار حساسی در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارند، این کاربری‌ها به «کاربری‌های ویژه» معروفند و شامل مدرسه‌ها، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز امداد رسانی، مراکز مدیریت شهری، کارخانه، ، مخازن سوخت و... می‌باشد. بدیهی است آسیب دیدن مراکزی نظیر مدرسه و دانشگاه‌ها به علت انبوهی جمعیت و مدیریت شهری بدلیل عملکرد حساسی که به هنگام وقوع زلزله دارا می‌باشند از حساسیت فوق العاده‌ای برخوردارند و ضروریست در مکان‌یابی اینگونه کاربری‌ها دقت فراوانی صورت گیرد تا حداقل به این مرکزها آسیبی وارد نشود، در رابطه با حوادث طبیعی مهمترین شرط مقابله با این حوادث پراکندگی جمعیت، سیستم‌ها و موقعیت استقرار جمعیت و ساختمان و عوامل فنی مرتبط بر آنهاست.

۴-۳- انطباق مدیریت بحران‌های شهری با برنامه‌های توسعه شهری

این مرحله یک راه مؤثر در کاهش خسارات بشمار می‌رود و لازم است در بسیاری از پروژه‌های توسعه شهری، کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی و فیزیکی خانواده‌ها و اجتماعات پیش‌بینی شود. به عنوان مثال برنامه‌های مسکن می‌توانند با هزینه مناسب با برنامه‌های شهری هماهنگ شده و ساختمان‌ها در برابر خطرات مقاوم شوند. اما متأسفانه برنامه‌ریزان شهری بدلیل عدم آگاهی از انجام اینگونه اقدامات چشم پوشی می‌کنند. بنابراین یکی از عملکردهای مهم مدیریت بحران مطابقت برنامه‌های توسعه شهری مانند برنامه‌های مسکن، تأسیس سکونتگاه‌های جدید، مدیریت زمین و ... با برنامه‌های مقابله با خطرات بگونه‌ای که به کاهش و یا پیش‌گیری از خطر کمک کند، می‌باشد. به عبارت دیگر کاهش آسیب‌پذیری نواحی شهری هنگامی تحقق می‌یابد که ایمنی شهر در برابر بلایای طبیعی به عنوان یک هدف اساسی در تمامی سطوح برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد.در فرآیند مدیریت بحران در ایران در زمان‌ها و سطوح مختلف نهادها و سازمان‌های متعددی، بر اساس ساختارهای موجود در این زمینه ایفای نقش می‌نمایند. شهرداری‌ها و مجموعه آن از جمله نهادهایی است که در مقیاس شهری چه در مراحل قبل از واقعه و چه در مراحل وقوع و پس از وقوع حادثه وظایف مهمی بر عهده دارد.براساس طرح جامع امداد و نجات کشور، وظایف متعددی بر عهده مجموعه شهرداری، شهرداران و اعضای شورای شهر گذاشته شده است و این نهادها در اغلب ستادها و کارگروهای پیش‌بینی شده این طرح در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و محلی حضور فعال دارند. از اینرو لازم است شهرداری‌های کشور با آموختن تجربه‌هایی در مدیریت بحران خود را برای ایفای نقش مؤثر و همه جانبه در مدیریت بحران شهری آماده کنند.

مراجع

[1] Qaed Rahmati, S., Khadem Al-Husseini, A., Siavashi, T. (2013). Analysis of the risk of earthquake risk in urban settlements of Lorestan province. Geography and urban-regional planning, Vol. 3, No. 9, Pages 1-14. (In Persian)
[2] Eidivandi, A., Khosravi, Q. (2019). Zarrinshahr earthquake risk assessment using Geographic Information System (GIS). Geography and Environmental Planning, Vol. 30, No. 73, Pages 55-73. (In Persian)
[3] Ghadiri, M. (2013). The role of knowledge and risk attitude in explaining the differences of social vulnerability in Tehran against earthquakes. Geography and urban-regional planning, Vol.3, No. 6, Pages 1-16. (In Persian)
[4] Portaheri, M., Parishan, M., Roknudin Eftekhari, A., Asgari, A. (2011). Assessment and evaluation of basic components of earthquake risk management (Case study: rural areas of Qazvin city), Rural Research, Vol. 2, No. 5, Pages 115-150. (In Persian)

[5] Karami, F., Bayati, M., Mokhtari Kashki, D. (2008). Earthquake risk and earthquake risk analysis of population centers (sample case: Bostan Abad city, East Azerbaijan). Geographical research, Vol. 23, No. 91, Pages 77-96. (In Persian)
[6] A. Ebert, N., Kerle. (2008). "Urban Social Vulnerability Assessment Using Object-oriented Analysis of Remot Sensing and GIS Data", A Case Study for Tegucigalpa, Honduras, Remote, Sensing and Spatial Information Sciences, Part B7, Beijing, Pages 1307-1311.
[7] Bilham, R. (2009). The seismic future of cities. Bulletin of Earthquake Engineering.
[8] Strasser, F. O., Bommer, J. J., Sesetyan, K., Erdik, M., Cagnan, Z., Irizarry, J., Goula, X., Lucantoni, A., Sabetta, F., Bal, I. E., Crowley, H. and Lindholm, C. (2008). A Comparative Study of European Earthquake Loss Estimation Tools for a Scenario in Istanbul. *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 12, Pages 246-256.
[9] Nefeslioglu, H. A., Tun, M., and Ayday, C. (2002). "Change Detection of Structures in the Earthquake Hazard Zoning Map of Eskisehir City, Turkey, by Using Satellite Images", *2nd GRSS/ISPRS Joint Workshop on Data Fusion and Remote Sensing over Urban Areas*, Pages 177-181.
[10] Hsu, Y. L., Lee, C. H., Kreng, V. B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications*, 37, 419-425.
[11] Johnson, J. Dayton. (2004). *Natural Disasters and Adaptive Capacity, Oecd DEVELOPMENT CENTRE.* Working Paper. No. 237.
[12] Nath, S. K., Adhikari, M. D., Maiti, S. K., and Ghatak, C. (2019). Earthquake hazard potential of Indo-Gangetic Foredeep: its seismotectonism, hazard, and damage modeling for the cities of Patna, Lucknow, and Varanasi. *Journal of Seismology*, 23(4), 725-769.
[13] UNDP. (2004). The Links between Disaster and Development Are Elaborated in Detail, in the UNDP's 2004 report Reducing Disaster Risk: A challenge for development, New York.
[14] Weng Chan. N., Roy, R., Hui Lai, CH. and Tan, M. L. (2018). Social capital as a vital resource in flood disaster recovery in Malaysia, *International Journal of Water Resources Development*, No. 23, Pages 23-56.