

ارزیابی آسیب پذیری بیمارستان های فرامنطقه ای شهر مشهد با استفاده از مدل IHWP*

محسن توسلی^۱، حسن سجاد زاده^۲، مهرداد کریمی مشاور^{۳*}

۱- دانشجوی دکتری شهرسازی، طراحی شهری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- دکتری شهرسازی، عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۳- دکتری معماری، عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

واژگان کلیدی	چکیده
آسیب پذیری زلزله شهر ایمن بیمارستان های فرامنطقه ای مدل IHWP شهر مشهد	حوادث و بلایا همیشه تأثیر چشمگیری بر بهداشت، سلامت عمومی و رفاه جمعیت آسیب دیده به جا می گذارد و با وقوع بحران های طبیعی و بویژه در زمان وقوع زلزله و عدم توجه کافی به نقش بیمارستان ها، برنامه ریزی، مدیریت و کنترل شهرها بیش از پیش با مشکل مواجه می شود. شهر مشهد به عنوان یکی از مراکز جمعیتی، تولیدی، خدماتی، گردشگری و زیارتی در تعامل محیطی، اقتصادی، اجتماعی با شهرهای اطراف و همچنین مراجعات گسترده ای شهرهای استان خراسان رضوی و دیگر شهرهای کشور و حتی کشورهای همسایه در حوزه های تخصصی سلامت به این شهر، نشان دهنده اهمیت بالای این شهر می باشد. هدف اصلی تحقیق، ارزیابی میزان آسیب پذیری بیمارستان های فرامنطقه ای شهر مشهد در برابر زلزله و ارائه راهکارهایی جهت کاهش آسیب پذیری می باشد. در این پژوهش با استفاده از شاخص هایی چون فاصله از غسل ها، مناطق مستعد روانگرایی، خطوط انتقال آب، برق، گاز و تراکم ساخت، تراکم جمعیت و... از طریق مدل IHWP (تحلیل سلسله مراتبی معکوس) ارزیابی شده است. نتایج پژوهش نشان می دهد بیمارستان های ارتش، امام رضا، شریعتی، قائم، کامیاب و فارابی از آسیب پذیری کم، بیمارستان های موسی الجعفر، ابن سینا، هفده شهریور و حجازی از آسیب پذیری متوسط و بیمارستان های رضوی و هاشمی نژاد با آسیب پذیری زیاد مواجه هستند.

اگر جلوگیری از وقوع زلزله امکان پذیر نیست، ولی کاهش آسیب ناشی از آن امکان پذیر است. چیزی که بیش از همه اهمیت دارد، نجات دادن جان انسان ها در برابر این رخداد طبیعی است. رشد شهری باعث تسهیلات زیادی می شود ولی درعین حال عوامل بحران زا هم بیشتر شده و تسهیلات محیطی تبدیل به ضرر می شود (Nakabayashi, 2016). علاوه بر این تخریب بافت، تأخیر در تخلیه جمعیت ساکن، مسدود شدن شبکه های ارتباطی، افزایش خسارات و زنده به گور شدن هزاران نفر از دیگر مسائل خواهد بود.

۱- مقدمه

زلزله یکی از ناملايمات اساسی طبیعی عصر حاضر است که همواره در مدت بسیار کوتاهی که اتفاق می افتد، فجایع بزرگی را رقم زده است. پایداری و ایمنی در مقابل پدیده های طبیعی همیشه فکر بشر را به خود مشغول کرده است. وقوع چنین حادثه ای در بیشتر موارد تأثیرات ویران کننده ای بر سکونتگاه های انسانی برجای گذاشته و تلفات سنگینی بر ساکنان آن ها تحمیل کرده است (Taleai, 2011: 56).

مسئله در کشور ما به مراتب بیشتر است. باینکه جمعیت ایران یک درصد جمعیت دنیا می‌باشد، ولی تلفات ناشی از زلزله در حدود ۶ درصد تلفات دنیاست (Abazarlou, 2014) به طوری که در گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۳، کشور ایران رتبه نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵٫۵ ریشتر در سال و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله به خود اختصاص داده است (UNDP, 2003). تخمین زده می‌شود که حدود ۹۵ درصد کل قربانیان بلایای طبیعی در دنیا از کشورهای در حال توسعه می‌باشد و تلفات ناشی از این گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از حوادث مشابه در کشورهای توسعه‌یافته است (Kreimer et al, 2017:328)

۲- اهمیت ضرورت تحقیق

بر پایه آمارهای رسمی در ۲۵ سال گذشته، ۶ درصد تلفات انسانی کشور ما ناشی از زلزله بوده است. زلزله‌های اخیر شاخصی از میزان آسیب‌پذیر بودن ایران در مناطق شهری است. زلزله‌های بویین‌زهر (۱۳۴۱)، رودبار (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۲) هر کدام هزاران کشته بر جای گذاشتند. تنها زلزله بم بیش از ۳۰۰۰۰ کشته، بیش از ۱۰۰۰۰ زخمی، بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر بی‌خانمان برجای گذاشته و بیش از ۸۰ درصد از شهر را تخریب کرده و تمام زیرساخت‌های شهری را از بین برد که بیش از ۸۰۰ میلیون دلار خسارت برجای گذاشت (National Report of the Islamic Republic of Iran on Disaster Reduction, 2005:158). در حالی که ۴ روز بعد از زلزله بم، زلزله‌ای با مقیاس مشابه در شهر سن رولز ایالت کالیفرنیا در کشور آمریکا اتفاق افتاد که تنها ۲ کشته برجای گذاشت (UN, 2005:79). بهره‌گیری از فن‌آوری‌های نوین همچون GIS امروزه در کشورهای پیشرفته فراگیر شده است و در تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت گرفته که می‌تواند کمک فراوانی در پیش‌بینی مناطق آسیب‌پذیر و همچنین کمک به مجروحین و ساماندهی امور پس از سانحه باشد (Zipf, 2016).

شهر مشهد با جمعیتی بالغ بر ۲ میلیون و ۳۰۰ هزار نفر دومین شهر بزرگ کشور می‌باشد و به واسطه میزبانی از

بسیاری از افراد که در زیر آوار مانده‌اند، اگر امکان دسترسی و کمک‌رسانی به آن‌ها وجود نداشته باشد، آن‌ها نیز جان خود را از دست خواهند داد (Bahrainy, 2000). کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر زلزله زمانی به وقوع خواهد پیوست که ایمنی در برابر زلزله در تمام سطوح برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد که در میان تمامی سطوح سطح میانی برنامه‌ریزی کالبدی یعنی شهرسازی یکی از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌باشد (Habibi et al, 2010).

بر طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی، بیمارستان مؤسسه‌ای است که مراجعه‌کنندگان را برای اقامتی کوتاه تا درازمدت می‌پذیرد و خدمات درمانی پزشکی و مراقبت‌های پرستاری برای افراد بیمار یا صدمه‌دیده یا مظنون به بیماری، زنان آماده به زایمان یا به عنوان مختلف، فراهم می‌کند (Asefzadeh, 2014). حوادث غیرمترقبه، بسته به نوع، شدت، زمان و مکان وقوع، می‌توانند اثرات مختلفی بر مراکز درمانی بجای گذارند که از آن جمله می‌توان به تأخیر و یا عدم اطلاع‌رسانی صحیح و به موقع، سردرگمی کارکنان و بی‌نظمی آنان، کمبود و تکمیل سریع ظرفیت اورژانس، کمبود تجهیزات مواد مصرفی، بروز واکنش‌های روحی - روانی در کارکنان و بیماران، اختلال در عملکرد عادی مرکز درمانی به دلیل خرابی تجهیزات و تأسیسات و نیز ازدحام مردم اشاره نمود (Abazarlou et al, 2017). حوادث ناشی از زلزله که می‌توانند مراکز درمانی را تهدید کنند به چند دسته تقسیم می‌شوند (Amiri et al, 2012):

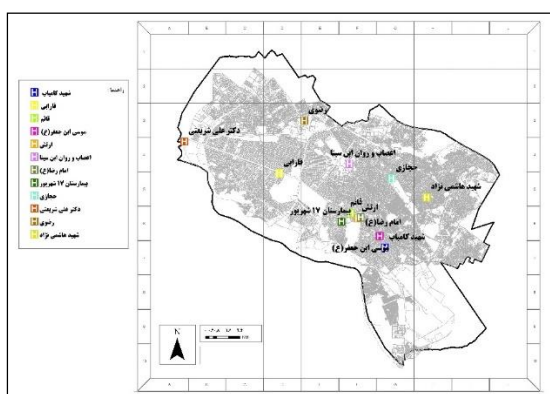
- حوادث داخلی مانند: آتش‌سوزی، انفجار، پخش و انتشار مواد خطرناک
- حوادث خارجی کوچک: وقایعی است که تعداد کمی قربانی به جای می‌گذارد.
- حوادث خارجی بزرگ: وقایعی است که تعداد زیادی قربانی به جای می‌گذارد.

با وقوع هر زلزله، هزاران نفر قربانی می‌شوند و با توجه به عدم آمادگی کافی در برابر اثرات سوء ناشی از زلزله، این

در اولین همایش علمی تحقیقی مدیریت امداد و نجات، نتایج تحقیق فریبرز ناطق الهی و یاسمین استوار ایزدخواه در مقاله‌ای با عنوان "برنامه کاهش اثرات و ساختار مدیریت بحران زمین‌لرزه در مراکز بهداشتی درمانی" نشان می‌دهد از ۱۱۰ بیمارستان در گستره شهر تهران، بیشتر بیمارستان‌ها از نوع آجری یا فولادی با مصالح زیر بنایی و آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه می‌باشند (Nateghelahi et al, 2003). راضیه عرب چادگانی و همکاران سال ۱۳۹۲ در اولین همایش سراسری دانشجویی حاکمیت بالینی و ارتقا مستمر کیفیت مقاله‌ای با عنوان "ضرورت اجرای مدیریت بحران در مراکز درمانی و بیمارستان‌ها" ارائه دادند در این مقاله اشاره گردیده که برنامه مقابله با بحران برای هر سازمان و با هر نوع فعالیتی امری حیاتی است، مراکز درمانی نیز نه تنها از این امر مستثنی نیستند، بلکه با توجه به نوع کارکرد آن‌ها و قرار گرفتن در زمره اولین جایگاه آسیب دیدگان حوادث، برخورداری از این چنین برنامه‌ای برای آن‌ها حیاتی است (Arabchadegani, 2014).

۴- موقعیت محدوده مورد مطالعه

بنابراین هدف این مقاله کاهش آسیب‌پذیری بیمارستان‌های شهر مشهد در برابر زلزله می‌باشد تا بتوان امکان برنامه‌ریزی درست را فراهم نمود. در شکل شماره (۱) و (۲) موقعیت شهر مشهد و بیمارستان‌های فرامنطقه‌ای در شهر نشان داده شده است.

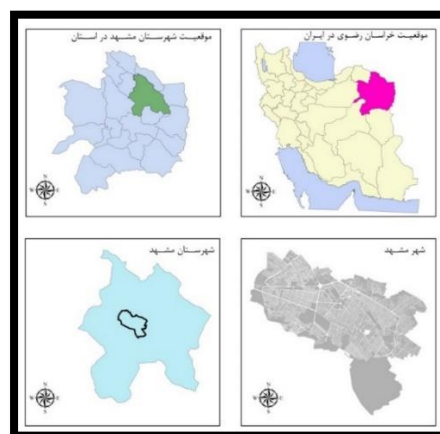


شکل ۲- توزیع فضایی بیمارستان‌های با عملکرد فرامنطقه‌ای در شهر مشهد

مرقد امام رضا و سالانه ۱۲ میلیون نفر از زائران آن حضرت از اهمیت زیادی برخوردار است (Farnahad Consulting Engineers, 2010). طرفی شهر مشهد مشابه بسیاری دیگر از شهرهای ایران در منطقه با خطر بالای زلزله واقع شده است. لذا توجه به پدیده زلزله و اهمیت آن در برنامه‌ریزی شهری ضروری می‌باشد.

۳- پیشینه تحقیق

در دو دهه گذشته چندین مدل برای محاسبه میزان آسیب‌پذیری بافت برای جهت دادن به تصمیمات جوامع به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله ارائه شده است. برای مثال Cova در سال ۲۰۱۲ برای تهیه یک نقشه آسیب‌پذیری از GIS استفاده کرده و در مدل خود از اطلاعاتی مانند توپوگرافی و محل گسل‌های منطقه، محل تأسیسات زیربنایی حساس و پراکنش جمعیت برای مدل‌سازی آسیب‌پذیری به‌کاربرده است (Cova, 2012:768). Rashed در سال ۲۰۱۰ برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله، شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها، حداکثر هزینه بازسازی ساختمان‌ها و... را انتخاب و با روش AHP و نرم‌افزار GIS مدل‌سازی کرده است (Rashed, 2010). Antonioni و همکاران در سال ۲۰۱۰ تأثیرات زلزله بر تأسیسات صنعتی را با استفاده از اطلاعات زلزله‌های پیشین بررسی و الگوریتمی را ارائه کرده‌اند (Antonioni, 2010).



شکل ۱- موقعیت سیاسی شهر مشهد (ترسیم: نگارندگان)

‘Analytic Hierarchy Process

۵- روش تحقیق: الگوریتم محاسبه میزان بیمارستان های با عملکرد فرامنطقه ای

منظور از بیمارستان های فرامنطقه ای، طبق استانداردهای بیمارستان سازی شامل بیمارستان های بیش از ۲۰۰ تخت بوده که قادر به ارائه خدمات درمانی به شهرهای اطراف نیز می باشند. بیمارستان ها با چنین وصفی در شهر مشهد، شامل ۱۲ بیمارستان است که عبارت اند از شریعتی، فارابی، موسی ابن جعفر، هفده شهریور، هاشم نژاد، حجازی، رضوی، کامیاب، ارتش، امام رضا (ع)، ابن سینا، قائم.

تخمین قابلیت آسیب پذیری توسط ابهامات و عدم قطعیت ها احاطه شده است؛ چراکه محاسبه میزان آسیب پذیری در گذشته با استفاده از مدل بولین به معیارهای آسیب پذیری اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را نمی دهد. به همین علت از مدل IHWP استفاده شده است. مدل IHWP روشی فازی است که برای اولین بار دکتر کیومرث حبیبی در پایان نامه دکتری خود در دانشگاه تهران استفاده نموده است (Habibi et al, 2010).

۶- تجزیه و تحلیل داده ها

۶-۱- مرحله اول: ارائه شاخص های انتخابی و مبانی آن

به منظور بررسی میزان آسیب پذیری بیمارستان های محدوده مورد مطالعه در برابر زلزله، ده شاخص انتخاب شده است. نحوه انتخاب شاخص ها از طریق مصاحبه با خبرگان و با توجه به داده های در دسترس شهر مشهد بوده است، که عبارت اند از:

- عرض راه: شاخص بسیار مهمی است. چون عرض راه کمتر (ارتفاع بیشتر ساختمان نسبت به عرض کم معبر) احتمال بسته شدن معابر را افزایش می دهد که باعث می شود با ریخته آوار ساختمان ها بر خیابان ها و بسته شدن آن ها، عملیات امداد و نجات و پناه گیری با مشکل مواجه می شود.

- تراکم جمعیتی: شاخصی که مشخص کننده بار جمعیتی بر معابر در مواقع زلزله می باشد و در نتیجه با بیشتر شدن

تراکم جمعیتی، سرعت پناه گیری و خدمات رسانی و امداد رسانی پایین می آید.

- تراکم ساختمانی: به دنبال گسترش کالبدی شهرها و مسائل ناشی از آن، پرداختن به پدیده تراکم ساختمانی، به عنوان ابزاری مؤثر در جهت حل مسائل ناشی از رشد و توسعه شهری، مورد توجه برنامه ریزان شهری قرار گرفته است. از جمله این چالش ها می توان به آسیب پذیری بخش های دارای تراکم ساختمانی بالا به هنگام وقوع پدیده های طبیعی مخرب، از جمله زلزله اشاره نمود.
- خطرپذیری کاربری زمین: بسته به نوع کاربری کنار خیابان، احتمال آسیب پذیری بیشتر و یا کمتر می شود. به همین خاطر کاربری های محدوده مورد مطالعه به سه دسته «کاربری های پرخطر، کاربری های متوسط خطر و کاربری های کم خطر» در برابر زلزله تقسیم شده اند.

- ارتفاع ساختمان: شاخص مهمی که با بیشتر شدن آن احتمال تخریب و آسیب پذیری در برابر زلزله بیشتر می شود.

- فاصله از گسل ها: شاخص بسیار مهمی که با نزدیک شدن به گسل احتمال آسیب پذیری بیشتر می شود. لرزش زمین در اثر آزادسازی سریع انرژی که اغلب موارد در اثر لغزش در امتداد یک گسل در پوسته زمین است، اتفاق می افتد.

- فاصله از خطوط انتقال گاز و برق و آب: حریم خطوط مذکور بایستی در جانمایی ها و شرایط موجود رعایت گردد. به عنوان مثال رفتار لوله های انتقال گاز در زلزله های گذشته نشان دهنده آسیب پذیری آن ها در برابر زلزله می باشد و نشت گاز و آتش سوزی های پس از آن می تواند موجب صدمات جانی و خسارت های مالی به بیمارستان هایی که حرایم را رعایت نکرده اند، گردد. همین اصل در مورد خطوط فشار قوی برق و آب نیز بایستی رعایت شود.

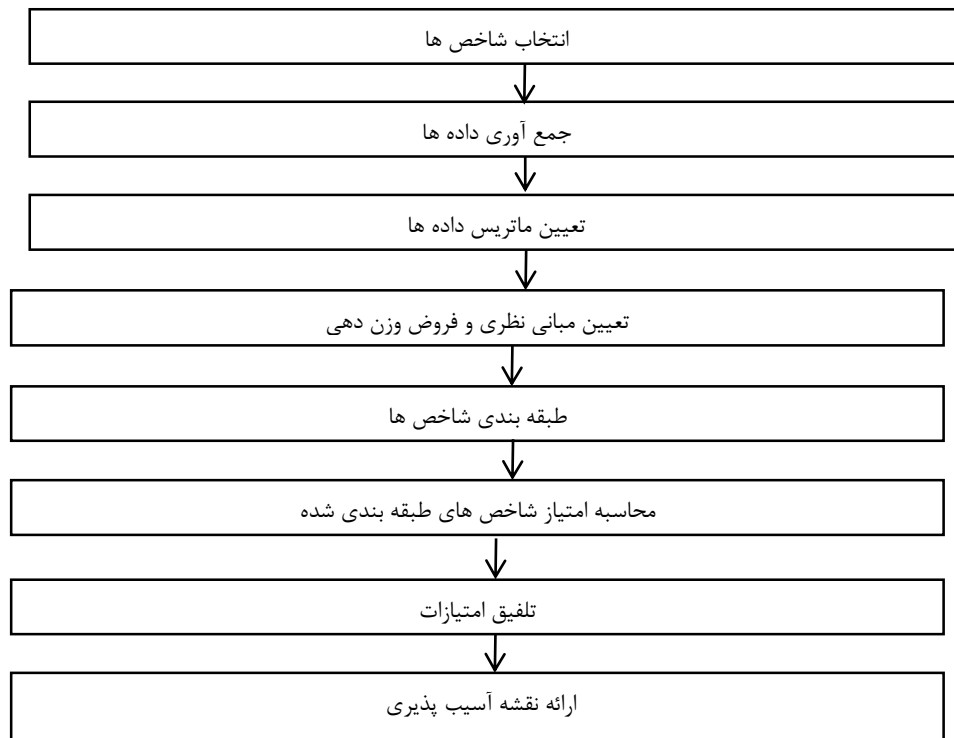
- روانگرایی خاک: یکی از نتایج اصلی زلزله، روانگرایی خاک است که باعث شکستگی و خسارت به جاده ها، خطوط لوله و زیر ساخت ها می شود. قسمت هایی از شهر که نزدیک این مناطق باشند از آسیب پذیری بالایی برخوردارند. یکی از بزرگترین پدیده های ویرانگر و عامل اصلی خسارت به سازه های آبی و ابنیه های فنی در حین

وزن آن لایه در مدل IHWP در نظر گرفته می‌شود. در مدل دلفی با توجه به نظرات کارشناسی افراد متخصص، ۱۰ شاخص ذکر شده در کلاس‌های مختلف با درجات مختلف اهمیت آن رتبه‌بندی می‌شوند. بر این اساس با اهمیت ترین شاخص از نظر اهمیت آسیب‌پذیری در مقابل زلزله عدد ۱۰ و کم اهمیت ترین شاخص عدد ۱ را به خود اختصاص می‌دهد (Mirvakili, 2017).

وقوع زلزله، در مناطقی که بر روی خاک‌های ماسه‌ای بنا شده‌اند، کاهش یا زوال مقاومت خاک بر اثر وقوع روانگرایی می‌باشد (Khakparaghi, 2012).

۲-۶- مرحله دوم: تعیین اهمیت و رتبه داده‌ها

پس از شناسایی لایه‌های مورد بررسی، میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها بر اساس نظرات کارشناسی (پرسشنامه دلفی) رتبه‌بندی می‌شوند. سپس معکوس رتبه هر لایه به‌عنوان



شکل ۳- الگوریتم پیاده‌سازی مدل IHWP

معبر به ۱۳ کلاس تقسیم‌بندی می‌شود، با توجه به کسب امتیاز این دو شاخص در میان سایر شاخص‌ها، ساختمان‌های دارای کم‌ترین درجه محصوریت کم‌ترین امتیاز آسیب‌پذیری و ساختمان‌های دارای بیشترین درجه محصوریت بیشترین امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین این اصل مسلم در هر جامعه برقرار است؛ هرچه تراکم ساختمانی، ارتفاع ساختمان به عرض معبر، عدم رعایت استانداردهای احداث بنا، روانگرایی، عمر و یا قدمت ساختمان، ناسازگاری کاربری‌ها، عدم امکان تخلیه

۳-۶- مرحله سوم: تعیین مبانی نظری و فروض وزن دهی

در این مرحله برای ۱۰ شاخص تحقیق فرضیه‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال در: شاخص ارتفاع و عرض معبر، فرض اصلی بر این است که ساختمان‌های کم ارتفاع با عرض معبر بیشتر (درجه محصوریت کمتر) امکان مانور بیشتر داشته، چون حجم نخاله در معابر کمتر است حال آنکه درجه تخریب و آسیب‌پذیری در ساختمان‌های با ارتفاع بیشتر و عرض معبر کم (درجه محصوریت بالا)، بیشتر است. بنابر این لایه ارتفاع به ۵ کلاس و لایه عرض

کارشناسان می باشد را نشان می‌دهد و اصول مسلمی که در همه شاخص ها بایستی به عنوان پیش فرض رعایت گردد اشاره گردیده است:

کاربری، عدم رعایت حرایم خطوط گاز و نفت، و غیره بیشتر باشد امکان آسیب پذیری بیشتر می‌گردد.

جدول شماره ۱، رتبه و معکوس رتبه شاخص‌های انتخاب‌شده بر اساس مدل دلفی که مستخرج از نظرات

جدول ۱- متغیرها و شاخص‌های طبقه بندی شده جهت تعیین آسیب پذیری بیمارستان های فرامنطقه‌ای مشهد

شاخص	معکوس رتبه	فروض وزن دهی
گسل	۱۰	فاصله بیشتر = آسیب‌پذیری کم
مناطق مستعد روانگرایی	۹	فاصله بیشتر = آسیب‌پذیری کم
تراکم ساخت	۴	تراکم ساخت کم = آسیب‌پذیری کم
تراکم جمعیت	۵	تراکم جمعیت کم = آسیب‌پذیری کم
فاصله از خطوط اصلی آب	۳	فاصله بیشتر = آسیب‌پذیری کم
فاصله از خطوط فشار قوی برق	۱	فاصله بیشتر = آسیب‌پذیری کم
فاصله از خطوط اصلی گاز	۳	فاصله بیشتر = آسیب‌پذیری کم
عرض راه	۸	عرض راه کم = آسیب‌پذیری کم
ارتفاع ساختمان	۷	ارتفاع ساختمان کم = آسیب‌پذیری کم
خطرپذیری کاربری زمین	۶	کاربری با درجه آسیب‌پذیری کم = آسیب‌پذیری کم

در جدول شماره (۲) ، شاخص‌های انتخاب‌شده همراه با طبقه‌بندی هر شاخص و امتیاز آسیب پذیری آن‌ها آورده شده است. اعداد داخل پرانتز شاخص‌ها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی (D) و اعداد داخل پرانتز طبقه‌بندی هر شاخص "رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی های مختلف هر شاخص" (i) می‌باشد. در نهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخص‌ها محاسبه شده است. شایان ذکر است روش دسته بندی هر شاخص با استفاده از نظرات جامعه‌ی خبره و در صورت وجود استاندارد با استفاده از آن بوده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد هر چه عدد (i) بیشتر می‌شود امتیاز آسیب پذیری نیز بالاتر می‌رود که ناشی از فروض مسلم وزن دهی می‌باشد. شایان ذکر است در تعداد دسته بندی شاخص‌ها از نظر خبرگان کمک گرفته شده؛ به‌عنوان مثال در شاخصی مانند عرض راه چون هر متر از گشودگی معبر می‌تواند در آسیب پذیری تأثیر داشته باشد، بنابراین به ۱۳ قسمت تقسیم شده است. همچنین در تقسیم بندی درون لایه‌ها تا حد امکان از استانداردهای

۴-۶- مرحله چهارم: محاسبه امتیاز لایه‌های انتخاب‌شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) فرمول‌های مورد استفاده در این پژوهش جهت تحلیل داده‌ها در زیر ارائه شده است:

$$X = \frac{R}{\lambda} \quad (1) \text{ محاسبه آسیب پذیری}$$

امتیاز اولیه هر شاخص = X

امتیاز به دست آمده از مدل دلفی = D

تعداد کلاسهای هر شاخص = N

$$j = D - (N - i)X$$

امتیاز به دست آمده برای طبقه‌بندیهای مختلف j = هر شاخص

رقم اختصاص داده‌شده برای طبقه‌بندیهای مختلف i = هر شاخص

موجود استفاده شده است: مانند ضوابط مربوط به شرکت ملی گاز ایران و حریم خطوط فشار قوی برق (۱۳۷۴)، استاندارد حریم گسلش سطحی سازمان زمین شناسی (۱۳۸۰) و در صورت نبود استاندارد از نظر کارشناسی بهره برده شده است.

جدول ۲- شاخص‌های ده‌گانه و طبقه‌بندی آن‌ها و محاسبه امتیاز آسیب‌پذیری مربوط به هر طبقه با استفاده از روش IHWP

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز (j)	شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز (j)	شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز (j)
فاصله خطوط اصلی انتقال آب (۹)	کمتر از ۲۰۰ متر (۱)	۰.۳	۳	۲.۰۰	فاصله از گسل (۱)	کمتر از ۸ متر (۱)	۰.۶	۲	۸.۰۰	عرض راه (۳)	فاصله از خطوط اصلی انتقال آب (۹)	کمتر از ۲۰۰ متر (۱)	۰.۳	۳
	بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ (۲)	۰.۳	۳	۱.۶۷		۱۰ (۲)	۰.۶	۲	۷.۳۸		امتیاز (j)	بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ (۲)	۰.۳	۳
	بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ (۳)	۰.۳	۳	۱.۳۳		۱۱ (۳)	۰.۶	۱	۶.۷۷		شاخص <td>بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ (۳)</td> <td>۰.۳</td> <td>۳</td>	بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ (۳)	۰.۳	۳
	بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ (۴)	۰.۳	۳	۱.۰۰		۱۲ (۴)	۰.۶	۲	۶.۱۵		شاخص <td>بین ۶۰۰ تا ۷۵۰ (۴)</td> <td>۰.۳</td> <td>۳</td>	بین ۶۰۰ تا ۷۵۰ (۴)	۰.۳	۳
	بین ۶۰۰ تا ۷۵۰ (۵)	۰.۳	۳	۰.۶۷		۱۳-۱۶ (۵)	۰.۶	۲	۵.۵۴		شاخص <td>بالای ۷۵۰ (۵)</td> <td>۰.۳</td> <td>۳</td>	بالای ۷۵۰ (۵)	۰.۳	۳
تراکم جمعیت (۶)	کمتر از ۱۰۰ (۱)	۰.۷	۱	ارتفاع ساختمان‌ها (۴)	۱۷-۱۸ (۶)	۰.۶	۲	۴.۹۲	تراکم ساختمانی (۷)	تراکم جمعیت (۶)	کمتر از ۱۰۰ (۱)	۰.۷	۱	
	۱۰۰ تا ۲۰۰ (۲)	۰.۷	۱		۱۹-۲۰ (۷)	۰.۶	۲	۴.۳۱		امتیاز (j)	۲۰۰ تا ۳۰۰ (۲)	۰.۷	۱	
	۲۰۰ تا ۳۰۰ (۳)	۰.۷	۱		۲۱-۲۲ (۸)	۰.۶	۲	۳.۶۹		شاخص <td>۳۰۰ تا ۴۰۰ (۳)</td> <td>۰.۷</td> <td>۱</td>	۳۰۰ تا ۴۰۰ (۳)	۰.۷	۱	
	۳۰۰ تا ۴۰۰ (۴)	۰.۷	۱		۲۳-۲۵ (۹)	۰.۶	۲	۳.۰۸		شاخص <td>۴۰۰ تا ۵۰۰ (۴)</td> <td>۰.۷</td> <td>۱</td>	۴۰۰ تا ۵۰۰ (۴)	۰.۷	۱	
	۴۰۰ تا ۵۰۰ (۵)	۰.۷	۱		۲۶-۳۰ (۱۰)	۰.۶	۲	۲.۴۶		شاخص <td>بالای ۵۰۰ (۵)</td> <td>۰.۷</td> <td>۱</td>	بالای ۵۰۰ (۵)	۰.۷	۱	
مستعد روانگرایی (۲)	کمتر از ۱۰۰ (۱)	۰.۷	۱	فاصله از خطوط انتقال گاز (۸)	۳۱-۴۰ (۱۱)	۰.۶	۲	۱.۸۵	فاصله از خطوط انتقال (۸)	تراکم ساختمانی (۷)	کمتر از ۱۲۰ (۱)	۰.۵	۲	
	۱۰۰ تا ۲۰۰ (۲)	۰.۷	۱		۴۱-۴۵ (۱۲)	۰.۶	۲	۱.۲۳		امتیاز (j)	۱۲۰ تا ۲۴۰ (۳)	۰.۵	۲	
	۲۰۰ تا ۳۰۰ (۳)	۰.۷	۱		۴۶-۵۰ (۱۳)	۰.۶	۲	۰.۶۲		شاخص <td>۲۴۰ تا ۴۸۰ (۴)</td> <td>۰.۵</td> <td>۲</td>	۲۴۰ تا ۴۸۰ (۴)	۰.۵	۲	
	۳۰۰ تا ۴۰۰ (۴)	۰.۷	۱		فاقد بنا (۱)	۰.۵	۱	۰.۵۰		امتیاز (j)	بیشتر از ۴۸۰ (۵)	۰.۵	۲	
	بالای ۴۰۰ (۵)	۰.۷	۱		۱ تا ۱۲۰ درصد (۲)	۰.۵	۲	۱.۰۰		شاخص <td>بالاترین (۵)</td> <td>۰.۵</td> <td>۲</td>	بالاترین (۵)	۰.۵	۲	
فاصله خطوط انتقال	کمتر از ۵۰ متر (۱)	۰.۲	۵	فاصله از خطوط انتقال (۸)	۲۴۰ تا ۲۶۰ (۳)	۰.۵	۳	۱.۵۰	فاصله خطوط انتقال	مستعد روانگرایی (۲)	کمتر از ۵۰۰ (۱)	۱.۸	۵	
	بین ۵۰ تا ۱۰۰ (۲)	۰.۲	۵		۲۶۰ تا ۴۸۰ (۴)	۰.۵	۳	۲.۰۰		امتیاز (j)	۵۰۰ تا ۷۰۰ (۲)	۱.۸	۵	
	بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ (۳)	۰.۲	۵		بیشتر از ۴۸۰ (۵)	۰.۵	۳	۴.۰۰		شاخص <td>۷۰۰ تا ۹۰۰ (۳)</td> <td>۱.۸</td> <td>۵</td>	۷۰۰ تا ۹۰۰ (۳)	۱.۸	۵	
	بین ۲۵۰ تا ۹۰۰ (۴)	۰.۲	۵		طبقه‌بندی	۰.۵	۳	۳.۶۰		امتیاز (j)	بالای ۹۰۰ (۴)	۱.۸	۵	

ارزیابی آسیب پذیری کالبدی بیمارستان های فرامنطقه ای شهر مشهد با استفاده از مدل IHWP

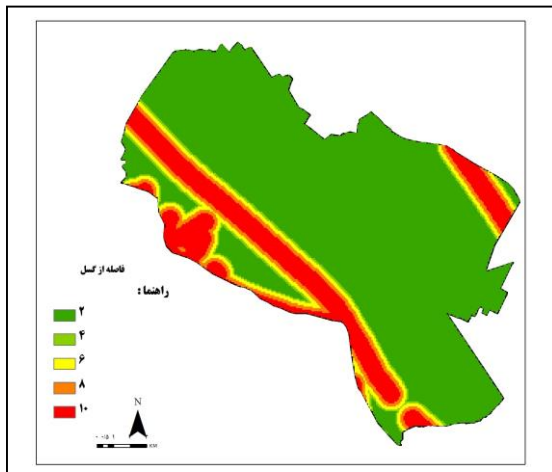
۰,۲۵	۱	۰,۲ ۵	بالای ۲۵۰ (۴)	۲,۰۰	۱	۲,۰۰	کم (۱)	۱,۸۰	۱	۱,۸۰	بالای ۱۰۰۰ (۵)
				۴,۰۰	۲	۲,۰۰	متوسط (۲)				
				۶,۰۰	۳	۲,۰۰	زیاد (۳)				

خط‌پذیری کاربری‌ها (۵)

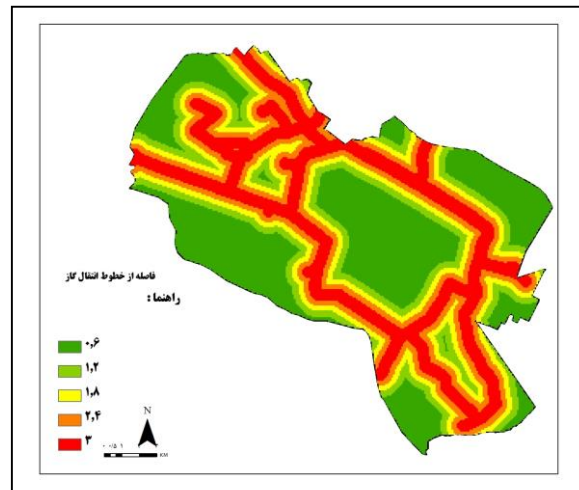
به این ترتیب مجموع ۱۰ ستون مربوط به ۱۰ لایه اطلاعاتی در مورد هریک از قطعات امتیاز هر واحد ساختمانی را از نظر آسیب‌پذیری و یا پایداری نسبت به سایر واحدها مشخص می‌کند. لازم به ذکر است که عملیات جبری داده‌ها در یک مرحله صورت می‌گیرد.

۵-۶- مرحله پنجم: تلفیق نقشه‌ها

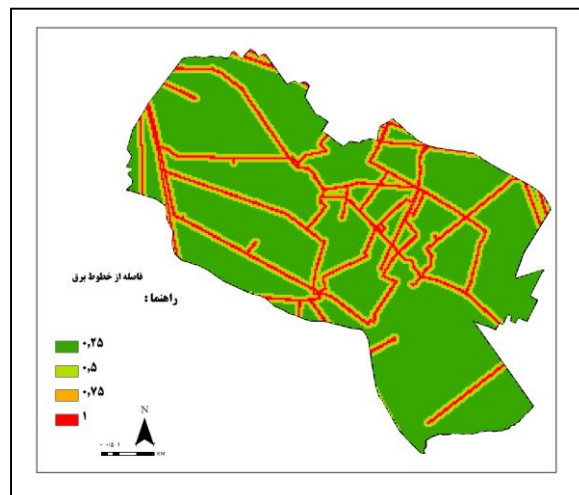
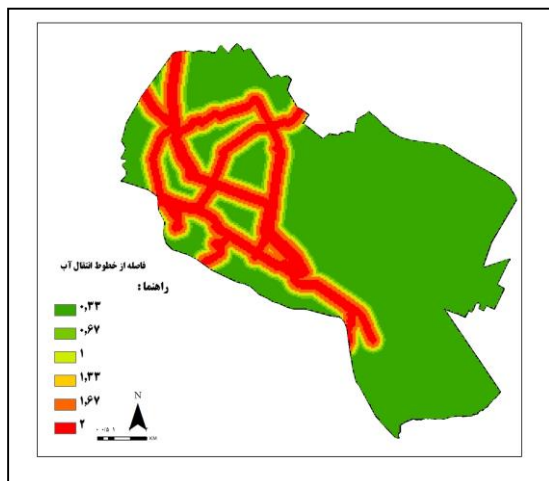
در این مرحله متناسب با معکوس رتبه کسب‌شده، وزن دهی به کلاس‌های هر لایه صورت گرفت و با استفاده از ابزار Raster Calculator ستون‌های امتیازات مربوط به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی ایجادشده با یکدیگر جمع می‌شود.



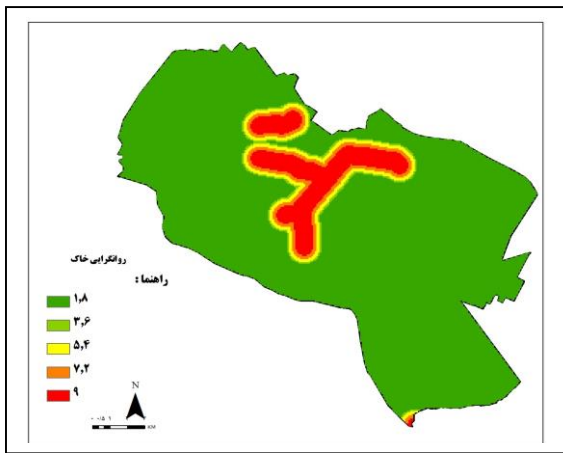
شکل ۵- وزن دار شده فاصله از گسل



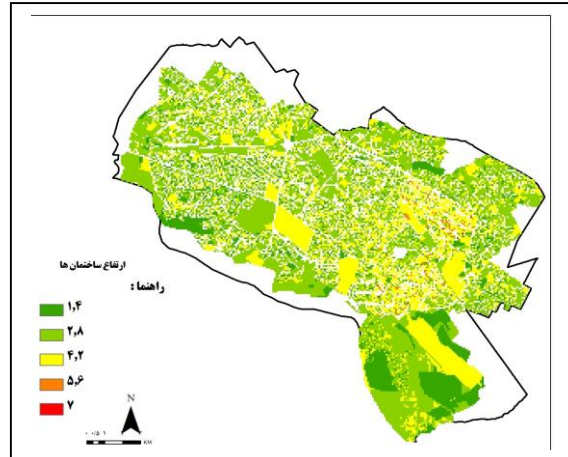
شکل ۴- وزن دار شده فاصله از خطوط انتقال گاز



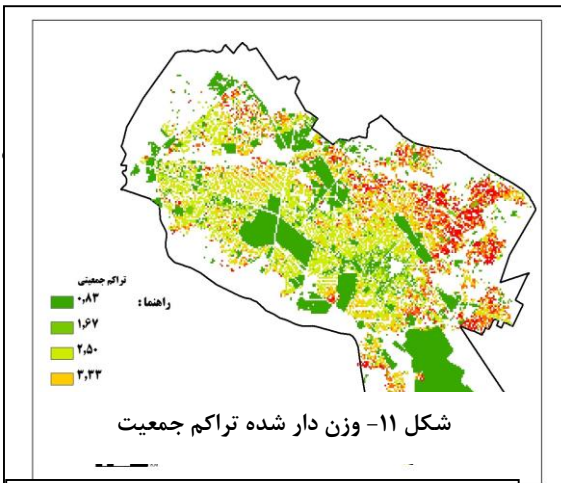
شکل ۷- وزن دار شده فاصله از خطوط انتقال آب



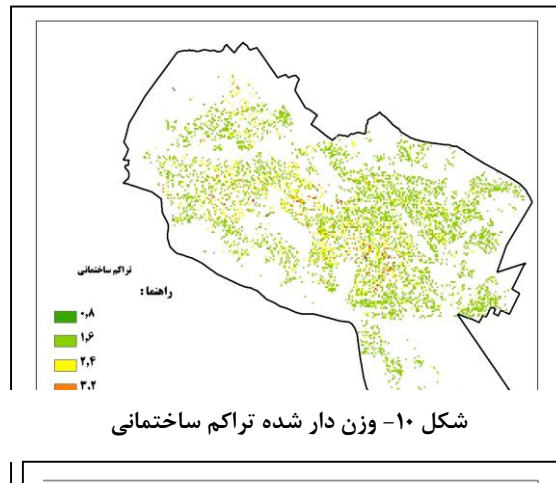
شکل ۶- وزن دار شده فاصله از خطوط فشار قوی برق



شکل ۹- وزن دار شده روانگرایی خاک

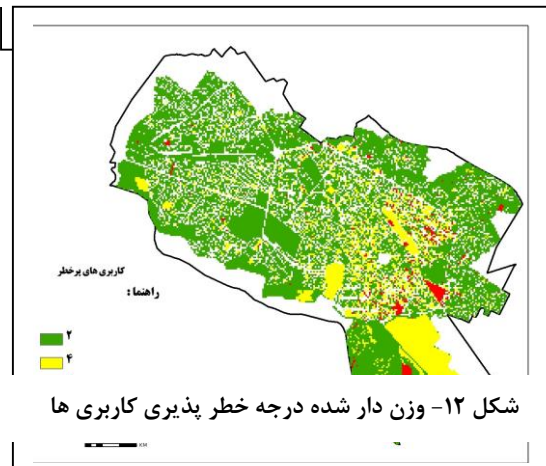
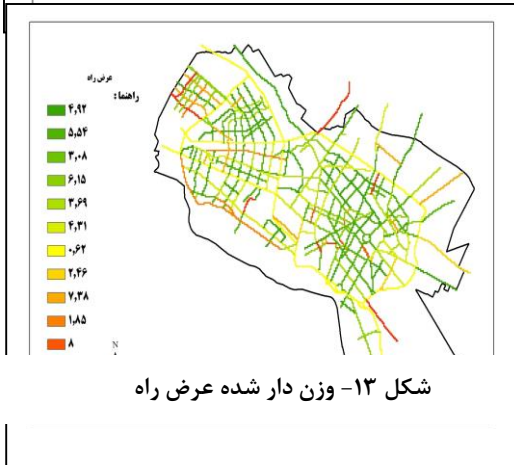


شکل ۸- وزن دار شده ارتفاع ساختمانها



شکل ۱۱- وزن دار شده تراکم جمعیتی

شکل ۱۰- وزن دار شده تراکم ساختمانی



شکل ۱۳- وزن دار شده عرض راه

شکل ۱۲- وزن دار شده درجه خطر پذیری کاربری ها

۶-۶- مرحله ششم: تهیه نقشه آسیب پذیری نهایی منطقه

در این مرحله نقشه نهایی با کلاس بندی داده‌ها در ۵ طبقه متمایز شامل (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) از نظر آسیب پذیری در مقابل زلزله فراهم می‌گردد. به عبارت دیگر امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۱۰ شاخص و کلاس‌های طبقه بندی آنها جمع و نقشه آسیب پذیری منطقه در مقابل زلزله تولید و در تصاویر شماره ۴ تا ۱۳ مراحل مدل سازی جهت محاسبه میزان آسیب پذیری شهر مشهد در برابر زلزله نشان داده شده و در تصویر شماره ۱۴، آسیب پذیری نهایی شهر مشهد در برابر زلزله ارائه گردیده است.

۷- تحلیل کلی از نقشه آسیب پذیری شهر مشهد در برابر زلزله

در نهایت امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۱۰ شاخص، جمع و پس از تحلیل متغیرها در روش IHWP، نقشه آسیب پذیری منطقه در مقابل زلزله تولید شده است. نقشه آسیب پذیری منطقه در مقابل زلزله به ۵ کلاس «خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد» تقسیم شده که میزان

آسیب پذیری در هر قطعه زمین نمایش داده شده است. در شهر مشهد ۱۰۹۴۲۰ قطعه وجود دارد.

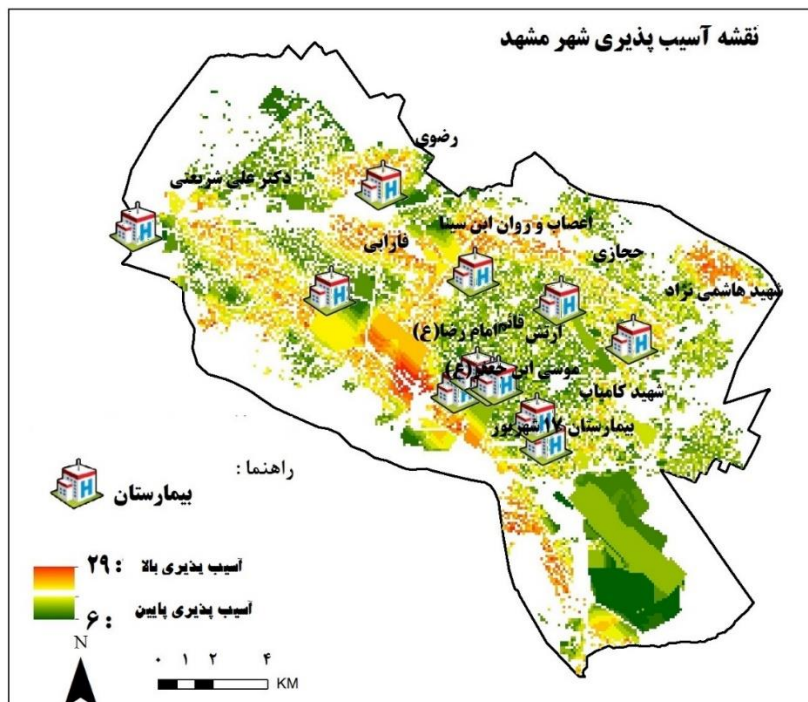
۱۸۸۲۴ قطعه معادل ۱۷,۲ درصد قطعه‌ها امتیاز خیلی کم، ۱۴۰۶۸ قطعه معادل ۱۲,۸ درصد امتیاز کم، ۵۲۹۳۲ قطعه معادل ۴۸,۳۷ درصد امتیاز متوسط، ۲۲۵۶۲ قطعه معادل ۲۰,۶۱ درصد امتیاز زیاد و ۱۰۳۴ قطعه معادل ۰,۹۴ درصد امتیاز خیلی زیاد از نظر آسیب پذیری گرفته‌اند. شایان ذکر است خروجی آسیب پذیری که بصورت طیف عددی بود با استفاده از روش انحراف استاندارد در نرم افزار GIS به ۵ طبقه تقسیم و بصورت کیفی دسته بندی گردید. هر چه عدد آسیب پذیری بالاتر باشد به معنی میزان آسیب پذیری بیشتر است.

با توجه به نقشه آسیب پذیری شهر متوجه می‌شویم که پهنه زیاد و خیلی زیاد آسیب پذیری در شمال غربی شهر است که ناشی از تراکم زیاد جمعیتی و ساختمانی، عرض کم معابر و وجود گسل می‌باشد.

جدول ۳- تحلیل آسیب پذیری شهر مشهد در برابر زلزله

شدت آسیب پذیری	تعداد قطعات	درصد آسیب پذیری
خیلی کم	۱۸۸۲۴	۱۷,۲۰
کم	۱۴۰۶۸	۱۲,۸۵
متوسط	۵۲۹۳۲	۴۸,۳۷
زیاد	۲۲۵۶۲	۲۰,۶۱
خیلی زیاد	۱۰۳۴	۰,۹۴

مأخذ: نگارندگان



شکل ۱۴- آسب پذیری شهر مشهد و توزیع فضایی بیمارستان های فرامنطقه ای

ساخته شده و در سطح بیمارستان های آموزشی و پژوهشی هستند که حداقل ۲۰۰ تخت دارند (The Ministry of Health, Medical and Medical Education, 2011). از بین ۳۱ بیمارستان مربوطه با توجه به تعریف فوق ۱۲ بیمارستان انتخاب گردیده است. که عبارت اند از بیمارستان های شریعتی، فازابی، رضوی، ابن سینا، حجاز، هفده شهریور، قائم، ارتش، امام رضا (ع)، کامیاب، هاشمی نژاد، موسی ابن جعفر. همان گونه که در تصویر شماره ۱۴ مشاهده می شود، از نظر توزیع فضایی بیمارستان های منطقه ای بیشترین تمرکز امکانات درمانی و بیمارستانی و خدمات جنبی آن و همچنین بالاترین درصد تخت های بیمارستانی شهر مشهد در محدوده بخش های مرکزی شهر واقع شده است؛ این در حالی است که سایر مناطق شهر درصد ناچیزی از آن را به خود اختصاص می دهند. برابر نقشه مذکور، حوزه میانی غربی و مرکزی بیشترین فراوانی تخت بیمارستانی را به خود اختصاص داده اند. از نظر تعادل یابی در تخصیص تخت بیمارستانی به نسبت جمعیت، برابر استانداردهای جهانی ۴ تخت برای

۸- میزان آسب پذیری بیمارستان های فرامنطقه ای در شهر مشهد

بررسی موقعیت نسبی شهر مشهد از مهم ترین مطالعات مربوط به تکوین شهر است، چراکه با توجه به موقعیت جغرافیایی آن در طول تاریخ تا به امروز این شهر در جایگاه برتر ارتباطی قرار داشته و با تاریخ کهن خود همواره مورد توجه گردشگران و جهانگردان بوده است. ۹۰ درصد جمعیت مجموعه شهری مشهد در شهرستان مشهد ساکن هستند (Farhadi, 2000). نقش بیمارستان ها در رویداد های غیرمترقبه، کاهش تعداد مرگومیر، افزایش تعداد نجات یافتگان و نیز تقلیل عوارض معلولیت ها و تسکین دردهای جسمانی و روانی حادثه دیدگان است. در شرایط موجود در شهر مشهد ۳۱ بیمارستان وجود دارد که مساحتی در حدود ۹۷۷۱۸۴ مترمربع را دربرمی گیرد. سرانه بیمارستان ها بر اساس جمعیت سال ۱۳۹۰ برابر ۱،۱۴ مترمربع است. بر طبق تعریف سطح نهایی شبکه درمانی، بیمارستان های منطقه ای و بیمارستان های دانشگاهی می باشند که عمدتاً در مراکز استان ها و مراکز دانشگاهی

مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که بیمارستان های ارتش، امام رضا، شریعتی، قائم، کامیاب و فارابی آسیب پذیری کم در برابر زلزله دارند، بیمارستان های موسی الجعفر، ابن سینا، هفده شهریور و حجازی آسیب پذیری متوسط و بیمارستان های رضوی و هاشمی نژاد آسیب پذیری زیاد در برابر خطر زلزله دارند. از بین شاخص های موردبررسی، تراکم جمعیت، فاصله از خطوط گاز، عرض راه و ارتفاع ساختمان ها بیشتر از سایر شاخص ها در آسیب پذیری بیمارستان ها مؤثر بوده است، با این وجود ولی عدد تأثیر گذاری هر یک از شاخص ها را می توان در مقابل هر یک از بیمارستان ها در جدول شماره ۴ مشاهده نمود.

هزار نفر در نظر گرفته شده است (Poormohammadi & Taghipoor, 2017). که در منطقه ۱۱ و ۱۲ و ۶ شهر مشهد هیچ گونه بیمارستان منطقه ای وجود ندارد. می توان گفت در شهر مشهد برای هر هزار نفر ۴,۲۳ تخت بیمارستانی وجود دارد. البته این تعداد به صورت ناهمگن و نامتعادل در مناطق شهر توزیع شده اند. البته اهالی دیگر شهرهای مجموعه شهری مشهد نیز از خدمات بهداشتی و درمانی فرمانطقه ای محروم هستند و برای درمان به شهر مشهد مراجعه می کنند.

در جدول شماره ۴، دوازده بیمارستان مورد مطالعه با توجه به همه شاخص های تحقیق، موردبررسی قرار گرفته و عدد آسیب پذیری هر یک از بیمارستان ها استخراج و عدد آسیب پذیری هر یک از شاخص ها در ارتباط با بیمارستان ها

جدول ۴- درجه آسیب پذیری بیمارستان های فرمانطقه ای در شهر مشهد با توجه به شاخص های تحقیق

مجموع آسیب پذیری با روش IHWP	کاربری زمین	ارتفاع ساختمان	عرض راه	گاز	برق	آب	تراکم جمعیت	تراکم ساخت	مناطق مستعد روانگرایی	گسل	معیار بیمارستان
۲۰,۸۱	۲	۲,۸	۵,۵۴	۳,۶۹	۰,۲	۰,۵۷	۰,۷۱	۱,۵	۱,۸	۲	ارتش
۲۰,۸۱	۲	۲,۸	۵,۵۴	۳,۶۹	۰,۲	۰,۵۷	۰,۷۱	۱,۵	۱,۸	۲	امام رضا
۲۱,۷۸	۲	۴,۲	۲,۴۶	۴,۳۱	۰,۲	۲	۰,۷۱	۱,۵	۱,۸	۲	شریعتی
۲۱,۹۸	۲	۴,۲	۴,۳۱	۳,۶۹	۰,۲	۰,۵۷	۰,۷۱	۱,۵	۱,۸	۲	قائم
۲۴,۲۱	۴	۴,۲	۵,۵۴	۳,۶۹	۰,۲	۰,۵۷	۰,۷۱	۱,۵	۱,۸	۲	کامیاب
۲۴,۴۸	۲	۴,۲	۲,۴۶	۴,۹۲	۰,۶	۰,۸۶	۲,۱۴	۱,۵	۱,۸	۴	فارابی
۲۵,۸۱	۴	۵,۶	۴,۹۲	۳,۰۸	۰,۲	۰,۵۷	۲,۱۴	۱,۵	۱,۸	۲	موسی ابن جعفر
۲۷,۲۳	۴	۴,۲	۴,۹۲	۳,۶۹	۰,۶	۰,۵۷	۰,۷۱	۱	۵,۵۴	۲	ابن سینا
۲۷,۳۹	۶	۵,۶	۱,۸۵	۳,۰۸	۰,۲	۰,۵۷	۴,۲۹	۲	۱,۸	۲	هفده شهریور
۲۷,۸۴	۴	۴,۲	۴,۹۲	۳,۰۸	۰,۲	۰,۵۷	۳,۵۷	۳,۵	۱,۸	۲	حجازی
۲۸,۱۴	۲	۴,۲	۰,۶۲	۶,۷۷	۰,۲	۱,۱۴	۰,۷۱	۱,۵	۹	۲	رضوی
۳۴,۹۷	۶	۵,۶	۶,۱۵	۶,۱۵	۰,۲	۰,۵۷	۵	۱,۵	۱,۸	۲	هاشم نژاد

(مأخذ: نگارندگان)

۹- نتیجه گیری

بررسی نحوه پراکنش خدمات بهداشتی درمانی در مجموعه شهری مشهد نشان دهنده آن است که شهر مشهد مهم ترین مرکز خدمات رسانی از نظر ارائه خدمات سطح برتر می باشد و از این رو بررسی میزان آسیب پذیری بیمارستان های فرمانطقه ای این شهر در برابر زلزله ضرورت این تحقیق را می رساند.

در این پژوهش از توانایی های تحلیلی سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فازی IHWP در نرم افزار GIS استفاده گردید. نتیجه این بررسی ها بیانگر آن است که در شهر مشهد میزان آسیب پذیری بیمارستان ها در برابر زلزله در شرایط مناسبی است. با بررسی نقشه های توزیع مکانی جمعیت، توزیع و پراکنش خدمات بهداشتی و درمانی در شهر مشهد، سرانه و جمعیت تحت پوشش هر بیمارستان ملاحظه می گردد که قسمت های شمال غرب، شمال شرق، جنوب شرق و جنوب غرب شهر، که جمعیت بالایی دارند، فاقد امکانات و خدمات مورد نظر هستند. این در حالی است که ساکنان نواحی مرکزی و میانی شرقی و میانی غربی شهر از این گونه خدمات بهره مناسب تری می برند.

بیمارستان های ارتش، امام رضا، شریعتی، قائم، کامیاب و فارابی آسیب پذیری خیلی کم و کم در برابر زلزله دارند. بیمارستان های موسی الجعفر، ابن سینا، هفده شهریور و حجازی آسیب پذیری متوسط و بیمارستان های رضوی و هاشمی نژاد آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد در برابر خطر زلزله دارند. از بین شاخص های مورد بررسی تراکم جمعیت، فاصله از خطوط گاز، عرض راه و ارتفاع ساختمان ها بیشتر از سایر شاخص ها در آسیب پذیری بیمارستان ها مؤثر بوده است. از نظر سازگاری کاربری ها نیز اغلب بیمارستان ها با کاربری های اطراف خود سازگاری بالایی دارند ولی در اطراف برخی بیمارستان ها کاربری های تأسیساتی و صنعتی وجود دارد که در صورت وقوع زلزله بیمارستان های اطراف آن ها تحت تأثیر قرار می گیرد. در ادامه وضعیت آسیب پذیری بیمارستان های فرمانطقه ای شهر مشهد جمع بندی شده است:

- در بدنه هایی که امتیازهای تراکم ساختمانی و جمعیتی و شریان های حیاتی تقریباً برابر بوده است، عرض خیابان ها و ارتفاع ابنیه مجاور خیابان ها باعث افزایش و

با توجه به نتایج حاصل می توان وضعیت بیمارستان های فرمانطقه ای شهر مشهد را در یکی حالت های زیر تعریف نمود:

سطح اول: بیمارستان می تواند از جان افرادی که در درون آن هستند حفاظت کرده قادر به ادامه عملکرد خود در شرایط حوادث و بلایا باشد. که با توجه به امتیاز آسیب پذیری که در جدول ۴ آمده بیمارستان های ارتش، امام رضا، شریعتی، قائم، کامیاب و فارابی با توجه به شاخص های مورد بررسی از شرایط مناسبی برخوردارند.

سطح دوم: بیمارستان قادر به مقاومت در مقابل حوادث و بلایا می باشد، ولی تجهیزات و خدمات حیاتی آن در معرض خطر قرار دارند. با توجه به امتیاز آسیب پذیری که در جدول شماره ۴ آمده بیمارستان های موسی الجعفر، ابن سینا، هفده شهریور و حجازی با توجه به شاخص های مورد بررسی از وضعیت متوسطی در هنگام بروز بحران برخوردار هستند.

سطح سوم: در زمان حادثه، بیمارستان و تمامی افراد موجود در آن در معرض خطر قرار دارند. که با توجه به امتیاز آسیب پذیری که در جدول ۴ آمده است بیمارستان های رضوی و هاشمی نژاد به همراه کارکنان و بیماران در داخل این دو بیمارستان با توجه به شاخص های مورد بررسی از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند. شهر مشهد به عنوان مرکز استان خراسان رضوی و به واسطه عواملی از قبیل مهاجرت های روستا شهری، رشد فزاینده طبیعی جمعیت و نظایر این ها، با افزایش بیش از حد جمعیت و در نتیجه رشد فیزیکی بی برنامه در برخی از مناطق شهری مواجه بوده است. در حالی که از نظر توزیع فضایی بهینه و مکان گزینی عادلانه برای کاربری های خدمات عمومی مخصوصاً خدمات بهداشتی و درمانی که دسترسی سریع و به موقع و آسان به آن ها دارای اهمیت است، فضای متناسبی در نظر گرفته نشده است.

- دسترسی بیمارستان‌های قائم، امام رضا و ارتش به فضاهای باز و سبز در حد پایین می‌باشد.
- بیمارستان‌های قائم، امام رضا، ارتش و ابن‌سینا از سازگاری کاربری بالایی در سطح شهر برخوردار هستند.
- وجود معابر با طول زیاد، تعدد تقاطع‌های چهارراهی و بعضاً عرض کم معابر مانند خیابان‌های امام رضا^(۴)، امام‌خمينی^(۵) و توحید به علت احتمال مسدود شدن در نتیجه حجم رفت‌وآمد باعث افزایش زمان سفر و کندی عملیات امداد و نجات می‌شود.
- علاوه بر شاخص‌های انتخاب‌شده، بیشتر بودن فضاهای باز در بخش‌های شمالی شهر و کمتر بودن آن در محدوده مرکزی، کاهش آسیب‌پذیری کالبدی در شمال و افزایش آسیب‌پذیری در محدوده مرکزی شهر را سبب می‌شود.
- فشردگی بافت، کمبود فضاهای باز و بالا بودن تراکم ساختمانی در ناحیه مرکزی شهر آسیب‌پذیری آن را تشدید می‌کند.

کاهش آسیب‌پذیری شده است. به عنوان مثال خیابان‌های منتهی به بیمارستان‌های رضوی و هاشمی نژاد از عرض خیابان مناسبی برخوردار نیستند و این بیمارستان‌ها در مجاورت راه شریانی درجه دو می‌باشند.

- شدت رفت‌وآمد و ترافیک در مسیرهای منتهی به حرم مطهر بالا بوده و این امر عملیات امداد رسانی را در مواقع زلزله سخت‌تر می‌کند که این امر در مورد بیمارستان‌های اطراف حرم مانند امام رضا(ع)، ارتش و شهید کامیاب محسوس‌تر خواهد بود.
- قرار نگرفتن اکثر بیمارستان‌ها در کنار معابر اصلی، دسترسی به این مراکز را در مواقع پس از زلزله سخت کرده است به عنوان مثال در مورد بیمارستان هفده شهریور و حجازی.
- وجود دو پارک بزرگ در اطراف بیمارستان ابن‌سینا، مکانی امن برای بالا بردن کارایی و عملکرد این بیمارستان است.

۱۰- منابع:

- Abazarlou, S, (2014), Master's Thesis, "Assessment of City Vulnerability with Passive Defense Approach to Fuzzy Logic", Supervisor: Kiumars Habibi, Consultant: Hossein Kalantari Khalil Abad, Islamic Azad University, Tehran, Center, Tehran (Persian).
- Abazarlou, S, Baghersad, M, Puri Rahim, A (2017), Identification of the hazards and modeling of vulnerability of cities with passive defense approach, Publication of the Nonprofit Association of Scientific Adventurers of Iran, First Edition, Tehran (Persian).
- Amiri M, M GH, Khosravi A, Chaman R, Arabi M, Sadeghi E, Kalatehjari M.. (2014), A study on hospital preparedness of Semnan province deal with disasters. Knowledge and Health; 6(3):44-49.
- Antonioni G., Sarno F., Guglieimi D., Ivorra P. and Cozzani, (2015), A novel framework for the quantitative assessment of risk due to major accidents triggered by lightnings, Elsevier, Journal of Hazardous Materials Volume 175, Issues 1–3, 15, Pages 501–509.
- Arabchadegani, R, Lamuchi, P, Amini, F(2014), the necessity of implementing crisis management in health centers and hospitals in the care and management of accidents, tehran.
- Asefzadeh, S (2011), Assessing The Need to Establish New Hospitals, Journal of WHO, Vol. 2, No. 2, PP. 334 – 339.
- Bahrainy, H (2000). The process of urban design, university publishing, first edition, Tehran.
- Cova T J, Church R L (1997), Modeling community evacuation using GIS. International Journal of Geographical Information Science 11: 763–84
- Farhadi, M (2000). The State Medical Service System, the Ministry of Health and Medical Education and the Program and Budget, author of the author, Tehran (Persian).
- Farnahad Consulting Engineers (2010). the planning and development plan of Mashhad metropolis, the ministry of housing and planning in collaboration with the institute of development and planning and planning of the city of mashhad, the basic studies of urban environment;(physical organization) (Persian).
- Haabibi, K, Poorehmad, A, Meshkini, A, Asgari, A and Nazari A (2009), Determination of Structural / Construction Effective Factors on the Impact of Early Urban Textile Vulnerability in Zanjan Using GIS & FUZZY LOGIC , No. 33, pp. 36-27 (Persian).
- Habibi, k, Ardakani, S, A. Nazari, S. (2010), urban vulnerability and GIS, Emam Hossein University press, Tehran (Persian).

- Habibi, K, Shie, I; Turabi, K (2010). The role of physical planning in reducing the vulnerability of cities to earthquake risks, *Armanshahr journal*, No. 3, pp. 31 – 31 (Persian).
- Khakparaghi, B (2012), the efficiency and performance evaluation of rescue relief centres in the city with the management approach of crisis management using fuzzy logic and GIS is the case study of district 6 of Tehran, a master's thesis, Tehran (Persian).
- Kreimer, A. Arnold, M. & Carlin, A., eds. (2010). *Building safer cities: the future of disaster risk*. Washington, DC: World Bank Publications. p: ۳۲۴
- Mirvakili, A (2017). Crisis management regarding the finding of location service after the earthquake, thesis has been used to obtain a master's degree in urban and urban planning, regional and regional planning, Islamic Azad University of Tehran unit (Persian).
- Nakabayashi, I (2008) "Urban Planning Based on Disaster Risk Assessment." In *Disaster Management in Metropolitan Areas for the 21st Century*, Proceedings of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, 1-4 November, Nagoya, Japan, 225-239.
- Nateghelahi, F, Ostovarizadkhah, Y (2003), The plan to reduce the impacts and structure of the earthquake crisis management structure in health care centres, the first scientific conference for the research and rescue management, the Institute of Higher Scientific – Helal Tehran Applied Sciences, Tehran (Persian).
- NATIONAL REPORT OF THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN ON DISASTER REDUCTION, (2008), World Conference on Disaster Reduction, 18th-22nd January, Kobe, Hyogo, Japan
- Poormohammadi, m, Taghipoor, A (2017), The assessment of the location finding of the educational uses of the city of Shahrood, the *Journal of Marvdasht Urban Planning*, No. 10, Tehran, pp. 27 – 1 (Persian).
- Rashed, T, Weeks, J (2005) Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas, *International Journal of Geographical Information Science* Volume 17, Issue 6.
- Taleai, M, Sharifi, A, Sliuzas, R, Mesgari, M, (2011), evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses *International Journal of Applied Earth Observation and Geo Information*, 9 (4).
- The Ministry of Health, Medical and Medical Education (2010). *Regional Credit Standards in Iran*, Voice Publishing Center, Tehran (Persian).
- UNDP. (2009), *Human Development Indicators*, www.undp.org/hdr2009 (United Nations Development Programme)
- United Nations Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR), (2007).

Zhang, Jing , Zhu,(2013) ,Gaoming Application of Geographical Information System to earthquake disaster Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE), International Conference on Nanjing

Zipf, G. K. (1949). Human Behavior and the Principle of Least Effort. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co.

The Survey of regional hospital phisical vulnerability using with IHWP model

Abstract:

The main subject of this research is that wether the vulnerability evaluation of hospital with regional function is effective in efficiency raising of that centers and mitigating damages due to eraerthquake? Similar to hospital bildings standards, the purpose of thease hospitals with regional function is hospitals with more than 200 sickbed. And it is abe to give therapeutic services to cities around it. Services to cities around it. There are only 12 hospital with these conditions in Mashhad city with contain: shariaty, farabi, mosabne jafar, hefdah shahrivar, shahid hasheminezhad, hejazi, razavi, shahid kamyab, atresh, emam reza, ebne sina, ghaem.

Mashhad as one of the population. Productive, service and tourist centers inviromental economic, social and juridical with other citiese on it. Shows the high importance of this region from the urban and state. View point in this research the vulnerability of hospital with regional function of Mashhad against earthquake is detected using indicators such as fault, liquefaction potential regions, building density, population density, and water utilities, power utilities, gaz utilities, width of the road, bilding elevation and land use via merging of information and maps based on IHWP. The result of research shows that regarding in the atresh, emam reza, ghaem, emam reza, shahid kamyab and farabi Hospitals are mentioned indicator appropriate, the mosabne jafar, hefdah shahrivar, ebne sina and hejazi are normal and the shahid hasheminezhad and razavi Hospitals are not appropriate.

Key words: vulnerability, earthquake, regional hospitals, Inversion Hierarchical Weight Process, Mashhad