

# ارزیابی عوامل بیرونی تاثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمانی بافت قدیم شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی: ناحیه اشهر خوی)

محسن احدنژاد

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه زنجان

شهناز جلیل پور

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

## چکیده

موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری بوده و در این راستا اولین گام شناسایی میزان آسیب‌پذیری اجزا و عناصر شهری با استفاده از مدل‌ها و روش‌های موجود در این زمینه می‌باشد. در این پژوهش بافت قدیم شهر خوی (ناحیه ۱) از نظر عوامل بیرونی تاثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از شاخص‌هایی چون دسترسی به شبکه معابر، سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها، دسترسی به فضاهای باز، تراکم جمعیت و دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستانها) در محیط GIS و به کمک روش AHP مورد بررسی قرار گرفته و بعد از تحلیل‌های انجام شده مشخص گردید که ناحیه فوق با در نظر گرفتن این عوامل دارای آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله بوده به طوری که ۶۲ درصد از ساختمانهای واقع شده در این ناحیه از آسیب‌پذیری خیلی بالا و بالا برخوردار می‌باشند.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری - عوامل بیرونی - بافت قدیم - ساختمان

## مقدمه

در خلال قرن گذشته بیش از هزار زلزله مخرب در هفتاد کشور جهان به وقوع پیوسته و جان ۱/۵۳ میلیون نفر را گرفته و خسارات مادی فراوانی به بار آورده است. این در حالی است که تلفات ناشی از زلزله‌های اخیر در نواحی شهری زیاد بوده و هشتاد درصد از تلفات جانی ناشی از این زلزله‌ها در ۶ کشور چین، ایران، پرو، شوروی سابق، گواتمالا و ترکیه بوده است. رشد سریع شهرهای جهان چنین بحران‌هایی را دردناک‌تر و فراوان می‌سازد.

ایران بخشی از کمربند کوهزایی آلپ- هیمالایا - قفقاز است که به عنوان آخرین و جوان‌ترین نواحی کوهزایی جهان شناخته می‌شود. فلات ایران از نظر وقوع زلزله یکی از فعال‌ترین مناطق جهان بوده و از هر ۱۵۳ زلزله مخربی که در دنیا اتفاق افتاده ۱۷/۶ درصد آن مربوط به ایران بوده است. (فرح، ۱۳۷۴)

شهر خوی بر روی نوار زلزله‌خیزی قرار دارد که از مرز ترکیه وارد ایران گردیده و پس از عبور از خوی و تبریز به زنجان و بعد البرز مرکزی و تهران می‌رسد و از آنجا به سمت گرگان و سرخس تغییر مسیر می‌دهد. بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی زلزله نشان‌دهنده بالا بودن خطر زلزله در شهر خوی می‌باشد.

بررسی میزان آسیب‌ها و صدمات به طور مستقیم و غیرمستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و طراحی شهری مربوط می‌شود. وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد شهر، بافت شهری فشرده و فرسوده، تراکم شهری بالا، وضعیت بد استقرار کاربری‌های درمانی شهر و کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و ... نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهرها و مخصوصاً بافت‌های فرسوده و قدیمی شهری در زلزله دارد. در این پژوهش برآنیم تا با استفاده از عوامل بیرونی (دسترسی به شبکه معابر، سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها با هم و...) به بررسی وضعیت آسیب‌پذیری بافت قدیم خوی بپردازیم.

## ۱- پیشینه تحقیق

در ارتباط با ارزیابی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، پژوهش‌های چندی در سطح جهانی و داخلی صورت پذیرفته است. که در اینجا به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم.

آقا طاهر، رضا و همکاران (۱۳۸۵) وزن دهی فاکتورهای موثر در آسیب پذیری لرزه ای شهر تهران. احدنژاد و همکاران (۱۳۸۶)، ارزیابی آسیب پذیری سکونتگاههای حاشیه ای و غیر رسمی در برابر زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. عزیزی، محمد مهدی و اکبری، رضا (۱۳۸۷) ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله با بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سیلاوی، طلوع و همکاران (۱۳۸۴) تهیه نقشه آسیب پذیری لرزه ای با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره مبتنی بر ریاضیات بازه ها و سیستم های اطلاعات مکانی.

احدنژاد روشتی (۱۳۸۸) در رساله دکتری خود تحت عنوان آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با بکارگیری مدل (RISK-UE) و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و بومی سازی آنها با استفاده از توابع آسیب پذیری زلزله های رخ داده در مناطق مختلف کشور به مطالعه آسیب پذیری کالبدی شهر زنجان در برابر زلزله پرداخته و برآورد مناسبی از آسیب پذیری شهر زنجان با استفاده از داده های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی و رفتاری ساختمانی و تعیین تاثیر هر کدام از معیارهای بکار گرفته در میزان آسیب را انجام داده است. همچنین ایشان با استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ارائه سناریوهای زلزله در شدت های مختلف آن به مدل سازی و ریزپهن بندی آسیب وارده به ساختمان ها، تلفات انسانی و خسارات اقتصادی به ساختمان های شهر زنجان در برابر زلزله پرداخته است.

BoteroFernandex (۲۰۰۹) در رساله دکتری خود تحت عنوان "اطلاعات جغرافیایی برای اندازه گیری میزان آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، به ارزیابی نقش اطلاعات و داده های جغرافیایی در مطالعات مربوط به اندازه گیری آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله اشاره نمود و با توجه به زیرساختار داده های مکانی به پهنه بندی میزان آسیب پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدیلهین واقع در کشور کلمبیا پرداخته است.

Martireli (۲۰۰۸) در مقاله ای با عنوان ارزیابی آسیب پذیری ساختمان ها و ارائه سناریوهای آسیب برای شهرهای ایتالیا، ابتدا با استفاده از مدل های ارزیابی آسیب پذیری از جمله مدل Risk-UE میزان آسیب پذیری ساختمانی را ارزیابی نموده و در نهایت با ارائه سناریوهای زلزله در شدت های مختلف به تخمین و مدل سازی خسارات ناشی از زلزله های احتمالی پرداخته است.

راشد و همکاران (۲۰۰۳) تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدل سازی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله و بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدل سازی و پیش بینی آسیب پذیری شهر.

## ۲- روش انجام تحقیق

از آنجایی که کنترل متغیرهای مستقلی که انسان را تحت تاثیر قرار می دهد (مانند زلزله) مشکل و گاه " غیرممکن است از روش معیاری جهت روش تحقیق استفاده خواهد شد. همچنین روش تجربی و روش های کمی هم به عنوان کامل کننده روش معیاری به عنوان یک روش جنبی مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین این مقاله با نگرش کاملا سیستمی و رویکرد حاکم بر روش تحقیق توصیفی- تحلیلی به دنبال ارزیابی عوامل بیرونی تاثیرگذار در آسیب پذیری ساختمانی بافت قدیم شهرها در برابر زلزله می باشد.

## ۳- مواد و روش ها

### ۳-۱- داده ها

داده یا اطلاعات به اعداد، گزارش ها، شکل ها، نقشه ها، جداول و نمودارهایی اطلاق می شود که از منابع مختلف جمع- آوری و در یک محیط خاص تحت عنوان پایگاه داده ها ذخیره شوند. این داده ها می توانند مکانی یا غیر مکانی باشند. به عبارت دیگر داده یا اطلاعات در (GIS) به نقشه ها و مدارکی گفته می شود که برای تحلیل و استنتاج اهداف مورد استفاده قرار گیرد (جهانی و مسگری، ۲۲، ۱۳۸۰).

## الف) داده‌های مکانی (داده‌های گرافیکی)

بطور کلی داده‌ها در سیستم (GIS) به دو دسته داده‌های مکانی و داده‌های توصیفی تقسیم می‌شوند. داده‌های مکانی به داده‌هایی که مختصات زمینی عوارض را در برمی‌گیرند و موقعیت مکانی پدیده‌ها را نشان می‌دهند، اطلاق می‌شود این داده در دو مدل رستری و برداری قابل نمایش و استفاده هستند.

داده‌های گرافیکی مورد استفاده در این مقاله شامل نقشه ۱:۵۰۰۰ ناحیه ۱ شهر خوی، توزیع مکانی کاربری‌ها به سه صورت خط و نقطه و سطح.

## ب) داده‌های توصیفی (غیرگرافیکی)

داده‌های توصیفی عبارت است از اطلاعاتی که در پایگاه داده‌ها ثبت می‌شود و عوارض زمین را توصیف می‌کند. مانند موقعیت عوارض مکانی، توپولوژی و هندسه، طول راهها و شکل و مساحت عوارض (جهانی و مسگری، ۲۳، ۱۳۸۰).

داده‌های توصیفی مورد استفاده در این مقاله شامل اطلاعات مربوط به بلوکهای آماری بر اساس آمار سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ نوع کاربری اراضی، تراکم جمعیت، عرض معابر.

## ۳-۲- فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

برای ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله تاکنون روش‌های مختلفی به کار گرفته شده یکی از روش‌هایی که در این پژوهش برای ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت قدیم شهر خوی مورد استفاده قرار گرفته است، روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است. این روش، یک روش ساده و منعطف و در عین حال یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای شاخه تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله‌مراتبی می‌دهد و هم چنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را می‌دهد. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. (قدسی پور، ۱۳۸۱)

## ۴- عوامل تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری کالبدی شهرها در برابر زلزله

برای ارزیابی آسیب‌پذیری کالبد شهر دو نوع عوامل می‌توانند دخیل باشند این عوامل به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) عوامل درونی ساختمان: عواملی هستند اثر آسیب‌پذیری به خود ساختمان بر می‌گردد مثلاً: قدمت ساختمان، نوع مصالح ساختمان، مساحت ساختمان، طبقات ساختمان و...

ب) عوامل بیرونی ساختمان، عواملی که مستقیماً اثر زلزله به خود ساختمان بر نمی‌گردد، بلکه عوامل دیگری در آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله نقش دارند

در این مقاله برای تحلیل آسیب‌پذیری بافت قدیم خوی شاخص‌های بیرونی مدنظر قرار گرفته که شامل سازگاری و ناسازگاری کاربری‌های همجوار، دسترسی به شبکه معابر، دسترسی به فضای باز، دسترسی به کاربری‌های مورد نیاز در هنگام وقوع زلزله (بیمارستان) و تراکم جمعیت می‌باشد. همچنین برای ارزیابی آسیب‌پذیری از عوامل بیرونی دیگری شامل دوری از کاربری‌های پر خطر مثل پمپ بنزین و خطوط انتقال فشار برق و ... هم می‌توان استفاده نمود که به خاطر طولانی شدن مطلب از آوردن آنها اجتناب می‌شود.

پس از تعیین معیارها و شاخص‌های موثر برای هر کدام از این معیارها، یک سری زیرمعیارها تهیه شد. بر اساس استانداردهای موجود در این زمینه برای هر کدام از این زیرمعیارها بر اساس میزان آسیب‌پذیری آنها وزن‌های ۱ تا ۹ داده شد که بر اساس این وزن‌ها نقشه هر کدام از معیارها و شاخص‌ها مورد استفاده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه می‌شود. (جدول ۱)

جدول ۱: ماتریس معیارها و زیر معیارها و کد بندی آنها بر اساس میزان آسیب پذیری برای عوامل بیرونی

عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	آسیب پذیری خیلی کم	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری خیلی زیاد
دسترسی به شبکه معابر	۰-۴ متر				•	
	۴-۸ متر				•	
	۸-۱۲ متر			•		
	۱۲-۱۶ متر		•			
	۱۶-۲۴ متر	•				
سازگار کاربری ها با هم	کاملا سازگار	•				
	سازگار		•			
	نسبتا ناسازگار			•		
	کاملا ناسازگار					•
فاصله شعاع ها از فضای باز	۰-۵۰ متر	•				
	۱۰۰-۱۵۰ متر		•			
	۱۵۰-۲۰۰ متر			•		
	۲۰۰-۴۰۰ متر				•	
	۴۰۰ به بالا					•
تراکم جمعیت	۰-۳۵ نفر در هکتار	•				
	۳۵-۶۵ نفر در هکتار		•			
	۶۵-۱۰۰ نفر در هکتار			•		
	۱۰۰-۱۸۰ نفر در هکتار				•	
	۱۸۰-۵۰۰ نفر در هکتار					•
فاصله شعاع ها از مراکز بیمارستان	۰-۵۰ متر	•				
	۵۰-۱۰۰ متر		•			
	۱۰۰-۳۰۰ متر			•		
	۳۰۰-۵۰۰ متر				•	
	۵۰۰ به بالا					•

## ۵- شاخص های عوامل بیرونی موثر در آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله

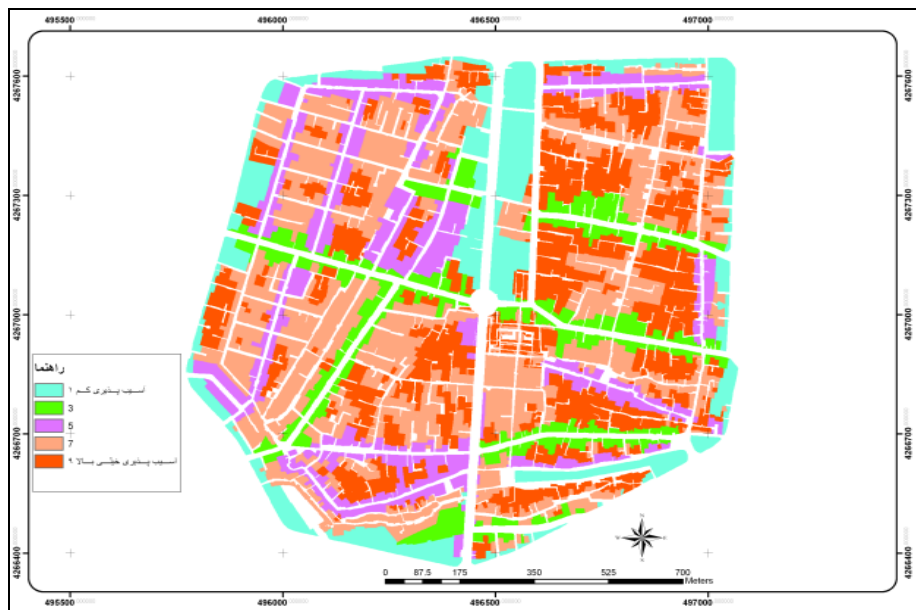
### ۵-۱- آسیب پذیری ناشی از دسترسی به شبکه معابر

شبکه ارتباطی شهر، نقش مهمی در کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله دارد در صورتی که شبکه ارتباطی شهر بعد از وقوع زلزله آسیب نبیند و کارایی خود را حفظ کند از تلفات زلزله به میزان زیادی کاسته خواهد شد زیرا امکان گریز از موقعیت های خطرناک و دسترسی به مناطق امن فراهم خواهد بود و عبور و مرور وسائط نقلیه امدادی به راحتی صورت خواهد گرفت (عبداللهی، ۱۳۸۳، ۹۳).

با در نظر گرفتن این شاخص، از مجموع ۶۰۰۶ واحد ساختمانی در ناحیه ۱، تعداد ۲۹۸۸، یعنی ۴۹/۷۵ درصد واحد ساختمانی دسترسی به معابر ۴-۸ متر و همچنین تعداد ۱۰۴۰، ۱۷/۳۱ درصد واحد ساختمانی دسترسی به معابر ۰-۴ متر می باشند که نشان از وجود شبکه های باریک و کم عرض است، ساختمان هایی که به این شبکه معابر دسترسی دارند، در هنگام وقوع زلزله آسیب پذیرترند. تعداد کمی از واحدهای ساختمانی دسترسی به شبکه معابر بیشتر از ۸ متر را دارا می باشند. شکل ۱ و ۲ به ترتیب دسترسی به شبکه معابر و وزن گذاری دسترسی به شبکه معابر را در سطح ناحیه ۱ نشان می دهد.



شکل ۱: نقشه دسترسی به شبکه معابر



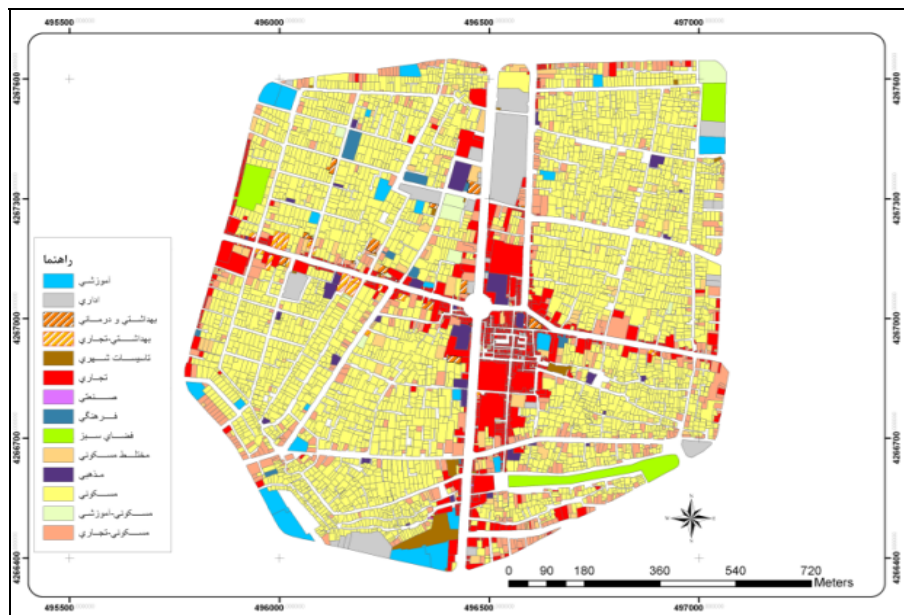
شکل ۲: نقشه وزن گذاری دسترسی به شبکه

## ۵-۲- آسیب پذیری ناشی از سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها

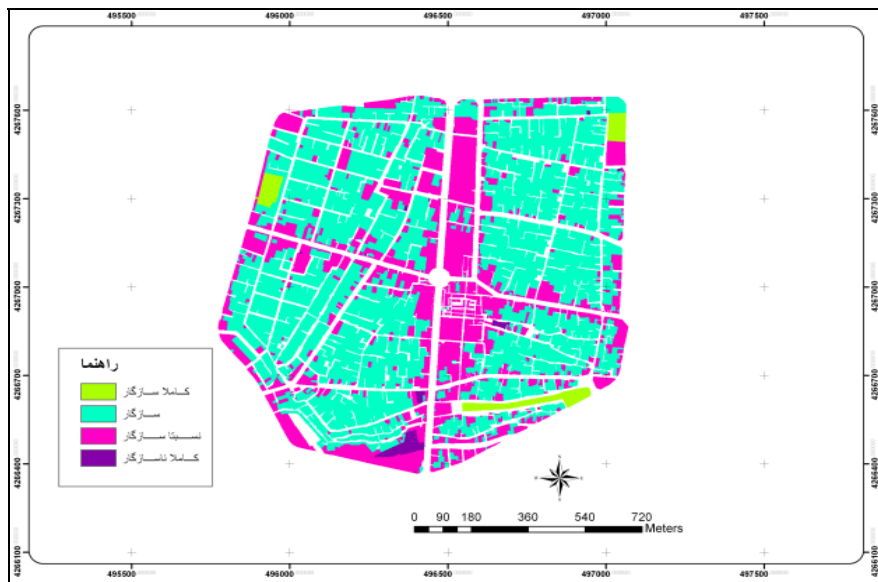
یکی دیگر از شاخص‌های مورد استفاده جهت آسیب پذیری مسکن سازگاری کاربری‌ها مجاور نسبت به همدیگر می‌باشد. بدین معنی که قرار گیری ساختمان‌ها از نظر کاربر چقدر با همدیگر سازگاری یا ناسازگاری دارند. که می‌تواند در موقع بروز زلزله باعث افزایش حوادث ثانویه از جمله آتش‌سوزی یا نشت مواد سمی و ... شود به عنوان مثال قرار گرفتن یک پمپ بنزین و یا وجود کارخانه صنعتی در کنار کاربری مسکونی می‌تواند باعث ایجاد خسارات ثانویه به یک ساختمان شود هر چند که ممکن است آن ساختمان از نظر سازه‌ای یا سایر شاخص‌ها هیچ گونه مشکلی نداشته باشد. جهت ارزیابی سازگاری

بین دو کاربری مختلف در یک شهر زلزله خیز همواره باید در نظر داشت که بیشترین آسیب را کدام کاربری و کمترین را نیز کدام کاربری دارد (بحرینی، ۱۳۷۵، ص ۲۵۰).

برای تهیه این شاخص ابتدا سازگاری هر یک از کاربری با کاربری‌های دیگر به تنهایی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج شد، و نقشه سازگاری به تفکیک کاربری‌های اصلی شهری حاصل شد و سپس با استفاده از روش AHP و تهیه ماتریس مربوطه مقدار وزن‌های حاصله از این روش به نقشه‌ها اعمال شده و در نهایت نقشه سازگاری کاربری‌ها نسبت به همدیگر حاصل شد.



شکل ۳: نقشه کاربری وضع موجود



شکل ۴: نقشه سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها

### ۵-۳- آسیب‌پذیری ناشی از دسترسی به فضاهای باز

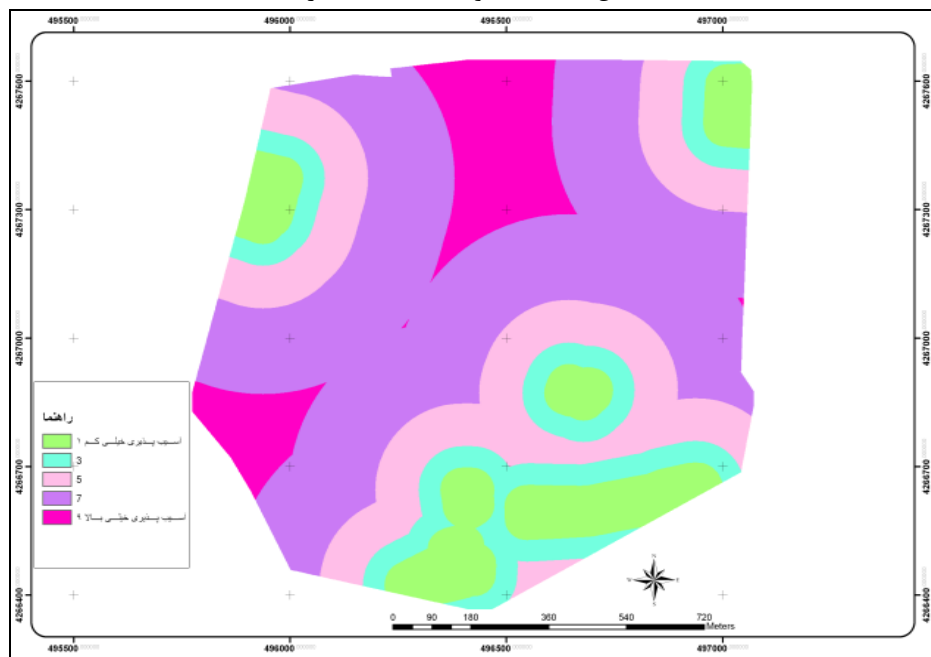
فضاهای باز نقش مهمی در کاهش وسعت میزان عمل و نتایج اکثریت حوادث طبیعی و مصنوعی دارند. از عمده‌ترین عملکردهای آن در هنگام بروز زلزله جدا ساختن یک منطقه دارای پتانسیل خطر از دیگری و بدین ترتیب متمرکز کردن

فعالیت نیروهای مخرب و جلوگیری از توسعه زنجیره‌ای وقایع می‌باشد. همچنین فضاهای باز در مواقع اضطراری به عنوان یک منطقه در دسترس با امکان فرار و استقرار و پناه گرفتن در آن مطرح باشند. بدین ترتیب طراحی مناسب فضاهای باز داخل بافت‌های شهری یکی از مهم‌ترین حربه‌ها جهت مقابله با خطر محسوب می‌گردد. سودمندی فضاهای باز در محدوده شهری بستگی به تعداد این فضاهای، توزیع یکسان در تمام منطقه شهری و همچنین تداوم سیستم مناطق سبز دارد (پرتوی، ۱۳۷۲، ۳۵۳).

شکل شماره ۵ و ۶ موقعیت فضاهای باز و وزن‌گذاری ناحیه مورد نظر بر اساس میزان آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد.



شکل ۵: نقشه موقعیت فضاهای باز



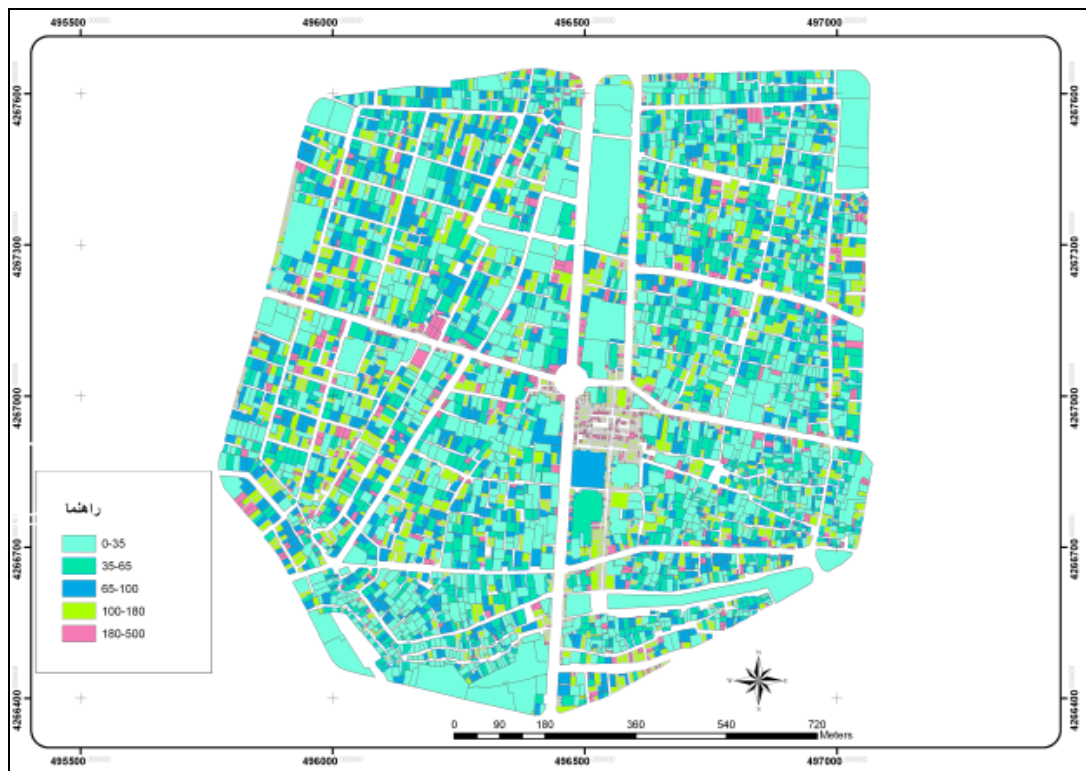
شکل ۶: نقشه وزن‌گذاری به فضاهای باز

برای ارزیابی آسیب‌پذیری با استفاده از این شاخص دو عامل فاصله و شعاع دسترسی مد نظر قرار گرفت. بدین صورت که هر چه کاربری‌ها به فضاهای باز نزدیک‌تر باشند دارای آسیب‌پذیری کمتر و هر چه دورتر باشند، آسیب‌پذیری بیشتری را دارا می‌باشند. با افزایش فاصله از فضاهای باز بر فاصله شعاعی میزان آسیب‌پذیری افزوده می‌شود. فضای باز اینجا شامل فضاهای سبز و پارکینگ است که این محدوده دارای ۳ پارکینگ و ۳ فضای سبز می‌باشد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن این شاخص در حدود ۲۲ درصد واحدهای ساختمانی ناحیه مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری کمتر، حدود ۲۳ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط و ۵۰ درصد آسیب‌پذیری بیشتر می‌باشد، که نشان دهنده محدود بودن فضاهای باز در این منطقه می‌باشد.

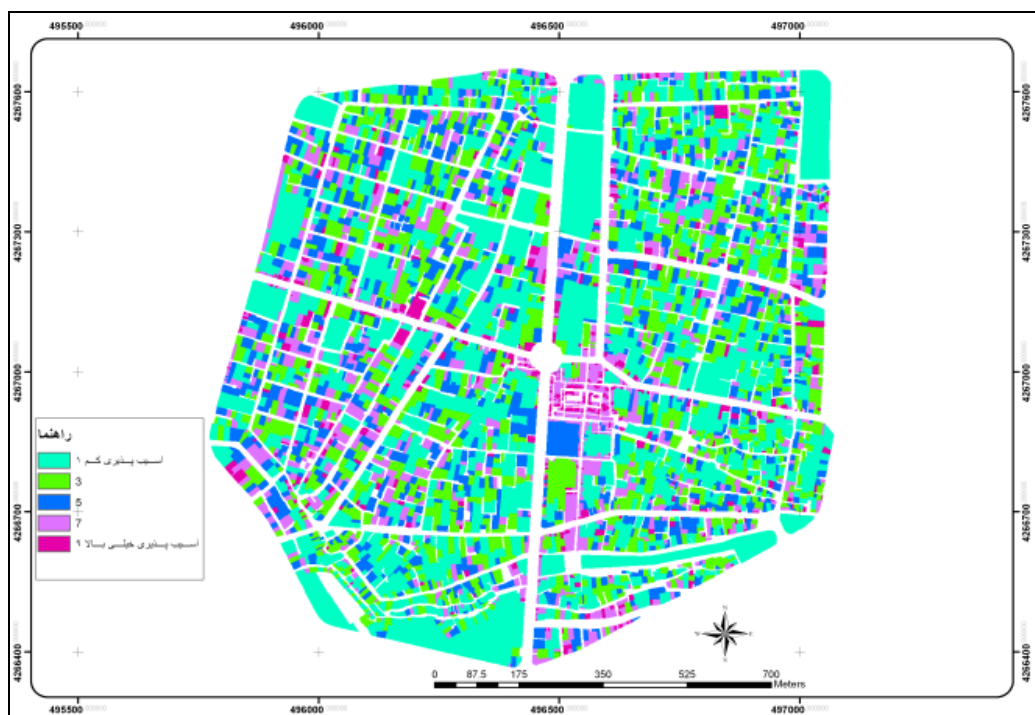
#### ۵-۴- آسیب‌پذیری ناشی از تراکم جمعیت

بررسی‌های انجام شده و تجربیات زلزله‌های رخ داده در ایران نشان می‌دهد که هر چه قدر تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و یا این تراکم به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در مواقع اضطراری از جمله زلزله کمتر خواهد بود. برعکس تراکم‌های جمعیتی بالا در شهر هم موجب بالا رفتن تلفات در لحظه وقوع زلزله خواهد شد، علاوه بر این کار امدادسانی را با مشکل مواجه می‌سازند. به طور کلی تراکم‌های انسانی نقش غیرقابل تردیدی در رابطه با شاخص‌های مختلف رفاهی، بهداشتی، آموزشی و ... و دسترسی به امکانات دارد. ولیکن رابطه تراکم جمعیت با آثار زلزله قدری پیچیده‌تر است. با استناد به روش استقرایی و استدلالی روشن است که تراکم جمعیت هیچ نقشی در شدت تخریب ندارد، بلکه اهمیت تراکم‌ها مربوط به بعد از رخ دادن تخریب است. به عبارت دیگر از آن جا که ترتیب زمانی، آثار زلزله به صورت زیر است، لذا اهمیت تراکم‌های انسانی در آخرین مرحله بسیار تعیین‌کننده است (بحرینی، ۱۳۷۵، ۱۳۲).

نتایج حاصله نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن این شاخص در حدود ۱۹ درصد از واحدهای ساختمانی منطقه مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری کم، ۵۷ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط و ۲۴ درصد دارای آسیب‌پذیری بالا است. شکل شماره ۷ پهنه‌بندی تراکم جمعیت در محدوده مورد مطالعه و شکل شماره ۸ نقشه حاصله از وزن‌گذاری به تراکم جمعیت را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۷: نقشه تراکم جمعیت



شکل شماره ۸ : نقشه وزن گذاری به تراکم جمعیت

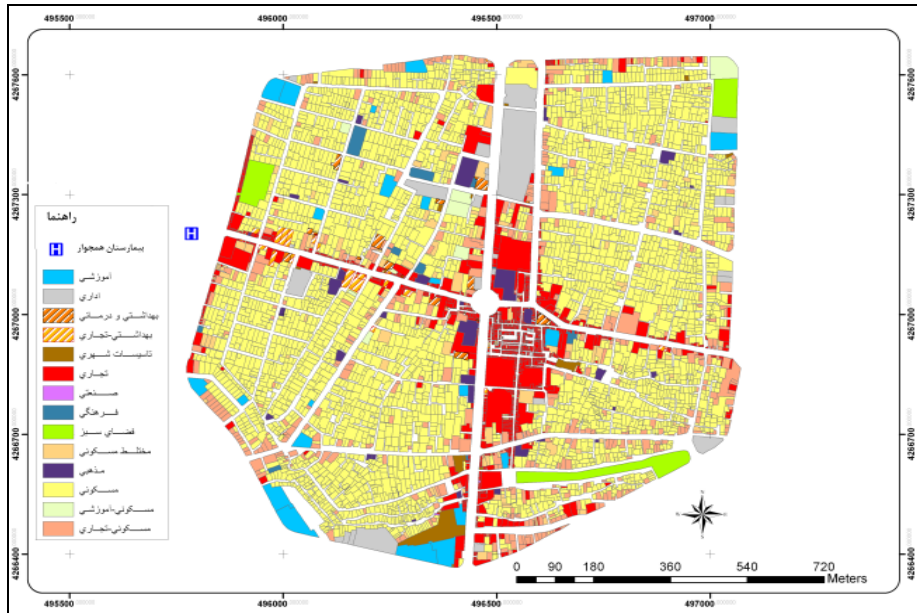
#### ۵-۵- آسیب پذیری ناشی از دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان)

بررسی های انجام شده در زلزله های گذشته ایران نظیر زلزله رودبار و بم نشان دهنده این است که دسترسی به مراکز درمانی نقش زیادی در کاهش تلفات ثانویه زلزله برعهده دارد هر چقدر این مراکز از عمل وقوع زلزله دورتر باشد با توجه به وضعیت نابسامان شبکه های شهری در هنگام بروز زلزله دسترسی به این مراکز با مشکلات عدیده ای به عنوان عامل مهم در امداد رسانی تلقی می شود افزایش فاصله سکونتگاه با مراکز درمانی، سرعت امداد را کاهش می دهد و دامنه خطر را افزایش می دهد.

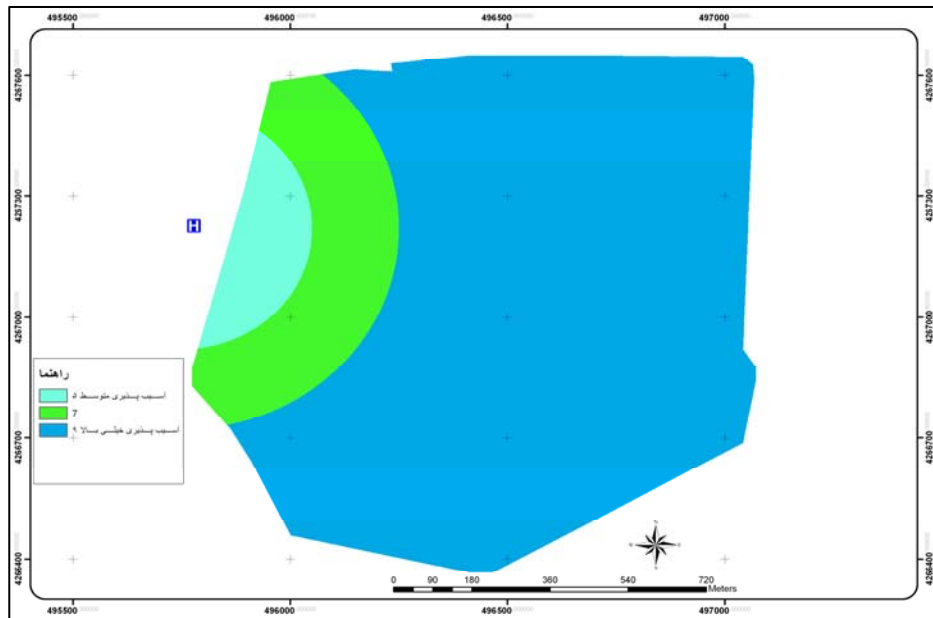
یکی از کاربری های ویژه ای که در این پژوهش در نظر گرفتیم دسترسی به بیمارستان به دلیل عملکرد حساسی که به هنگام وقوع دارا می باشند از حساسیت فوق العاده ای برخوردارند. افزایش فاصله سکونتگاه با مراکز درمانی، سرعت امداد را کاهش می دهد و دامنه خطر را افزایش می دهد.

بافت قدیم شهر خوی هر چند دارای بیمارستان نمی باشد ولی با بیمارستان بنی هاشم همجوار بوده است.

شکل شماره ۹ موقعیت بیمارستان قمر بنی هاشم و همچنین شکل شماره ۱۰ شعاع دسترسی به بیمارستان را در ناحیه ۱ شهر خوی نشان می دهد. هر چقدر فاصله دسترسی به بیمارستان نزدیک تر باشد آسیب پذیری کمتر می شود و همین طور برعکس. همانطور که در نقشه مورد مشاهده است ۱۰٪ درصد ساختمان ها از نظر دسترسی به بیمارستان از آسیب پذیری کمتر و بقیه یعنی ۹۰ درصد از آسیب پذیری بالایی برخوردار است.



شکل ۹: نقشه موقعیت بیمارستان همجوار



شکل شماره ۱۰: نقشه وزن گذاری دسترسی به بیمارستان

## ۵- تهیه نقشه آسیب پذیری

تا این مرحله هر کدام از شاخص‌ها به تنهایی وزن گذاری شده و آسیب پذیری هر کدام (دسترسی به شبکه معابر، سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها، دسترسی به فضاهای باز، تراکم جمعیت و دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان)) به تنهایی استخراج گردید. با توجه به دیدگاه سیستمی تعیین آسیب پذیری شهر تنها با یک شاخص گویا نبوده، بلکه باید شاخص‌های مختلف با همدیگر مطالعه گردند. همچنین شاخص‌هایی که در تعیین آسیب پذیری مورد استفاده قرار گرفته از اهمیت یکسانی برخوردار نبوده و حتی ممکن است شاخصی نسبت به دیگری نقش تعیین کننده تری داشته باشد. بنابراین در این مرحله شاخص‌ها نسبت به همدیگر سنجیده شده و برای تعیین وزن و اهمیت هر کدام در آسیب پذیری از روش AHP استفاده گردید.

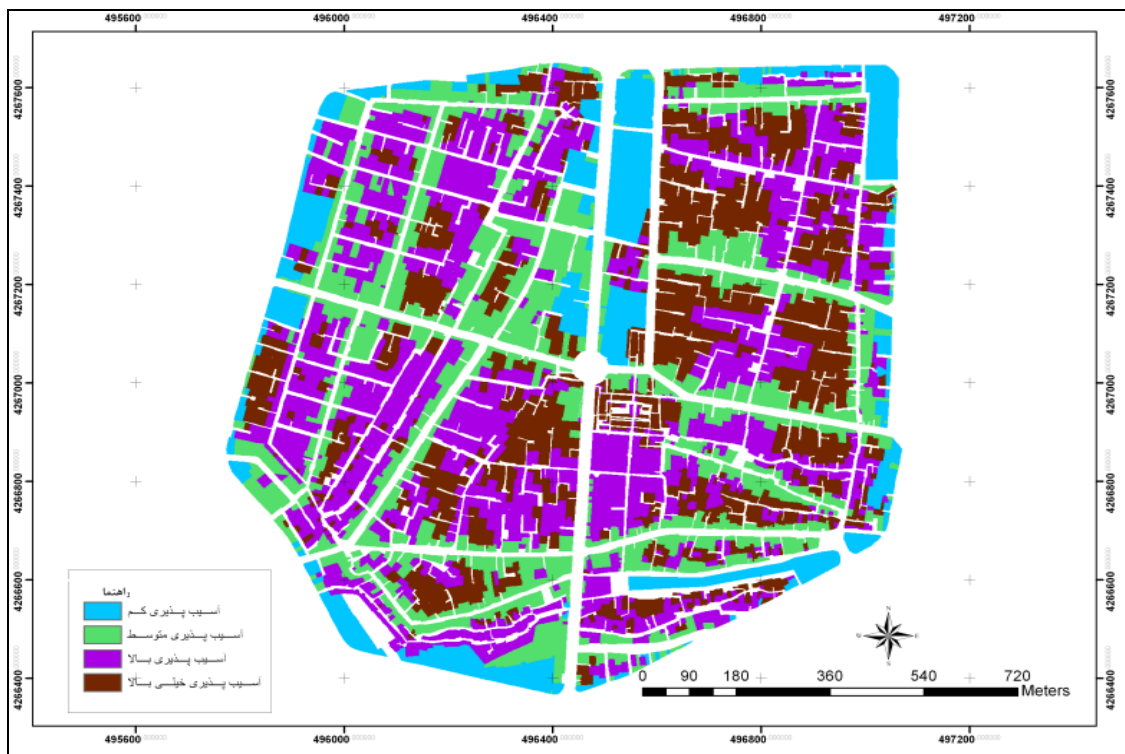
بعد از استخراج وزن هر کدام از شاخص‌ها بوسیله AHP برای ترکیب لایه‌ها (شاخص‌ها) با همدیگر از روش weighted Overlay از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید. با استفاده از این روش وزن هر کدام از شاخص‌ها در آن

شاخص تاثیر داده شده سپس شاخصها با همدیگر ترکیب و نهایتا نقشه آسیب پذیری عوامل بیرونی ساختمانی ناحیه ۱ شهر خوی (نقشه نهایی آسیب پذیری) استخراج گردید.

پس از آنکه شاخصهای اشاره شده در بالا تهیه شده با استفاده از روش AHP ماتریس مربوط به مقایسه معیارها به شکل زوجی تهیه شده (جدول شماره ۲) و بعد از محاسبه وزن معیارها نسبت توافق برابر ۰.۴۸ بر آورد گردید که حاکی از عدم تصادفی بودن وزن معیارها و مقایسه آنها می باشد. با اعمال وزنهای حاصله از (جدول ۲) در نقشه های مربوط به شاخصهای اشاره شده نقشه نهایی آسیب پذیری بافت قدیم (ناحیه ۱) خوی با در نظر گرفتن این عوامل حاصل شد که در شکل شماره ۱۱ مورد نمایش قرار گرفته است.

جدول ۲: ماتریس مقایسه دوتایی معیارها

معیارها	دسترسی به شبکه معابر	سازگاری کاربری ها با همدیگر	دسترسی به فضاهای باز	تراکم جمعیت	دسترسی به بیمارستان	حاصل ضرب وزنها	وزنهای نرمال نشده	وزن نهایی معیارها
دسترسی به شبکه معابر	۱	۳	۳	۵	۷	۳۱۵	۳.۱۵	۰.۴۴۳
سازگاری کاربری ها با همدیگر	۰.۳۳	۱	۲	۳	۵	۹/۹	۱.۵۸	۰.۲۲۲
دسترسی به فضاهای باز	۰.۳۳	۰.۵۰	۱	۲	۲	۶/۶	۱.۴۵	۰.۲۰۴
تراکم جمعیت	۰.۲۰	۰.۳۳	۰.۵۰	۱	۲	۰.۰۶	۰.۵۶	۰.۰۷۸
دسترسی به بیمارستان	۰.۱۴	۰.۲۰	۰.۵۰	۰.۵۰	۱	۰.۰۰۷	۰.۳۷	۰.۰۵۲
					مجموع	۳۳۱.۵۶	۷.۱۱	۱



شکل شماره ۱۱: نقشه نهایی آسیب پذیری بافت قدیم (ناحیه ۱) خوی

## نتیجه گیری

آسیب پذیری شهری به میزان خسارتی اطلاق می شود که در صورت بروز سانحه بر اجزا و عناصر شهری وارد شده و مقدار آن بر حسب ماهیت و کیفیت آنها متفاوت می باشد. همچنین به عنوان یک پدیده گسترده و همه جانبه بوده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را دربر گرفته و به دلیل وابستگی عناصر به یکدیگر میزان آن به سرعت افزایش می یابد (پویان، ۱۳۷۸، ۲).

از آنجاییکه بررسی همه جانبه تمامی عوامل آسیب پذیری شهری به طور یکجا امکان پذیر نیست. لذا در این مقاله سعی گردید که این موضوع با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای وزن دهی به عوامل بیرونی ساختمانها در نظر گرفته شد

نقشه آسیب پذیری حاصل از وزن گذاری شاخص های استفاده شده نشان می دهد که ۲۵/۸۶ درصد از قطعات ساختمانی از آسیب پذیری خیلی بالا، ۳۵/۵۹ درصد از آسیب پذیری بالا، ۲۵/۰۵ درصد از آسیب پذیری متوسط و ۱۳/۴۷ درصد از آسیب پذیری کمتری برخوردارند، این ناحیه با کوچه های بسیار تنگ و باریک، تراکم جمعیت بالا، کمبود فضای باز، عدم دسترسی به بیمارستان در بیشتر قسمت های ناحیه، آسیب پذیری این محدوده را نشان می دهد.

## منابع و مآخذ

- ۱- آقا طاهر رضا و همکاران (۱۳۸۵)، وزن دهی فاکتورهای موثر در آسیب پذیری لرزه ای شهر تهران، نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۰، شماره ۸، دانشگاه تهران.
- ۲- احدنژاد روشی، محسن، ۱۳۸۸، مدل سازی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، نمونه موردی شهر رنجان رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- ۳- حبیب، فرح، نقش فرم شهر در کاهش خطرات ناشی از زلزله، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۱۳۷۴.
- ۴- بحرینی، حسین و همکاران، برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز (نمونه شهرهای منجیل، لوشان و رودبار)، بنیاد مسکن و انقلاب اسلامی، ۱۳۷۵.
- ۵- پویان، ژیل و ناطقی الهی، فریبرز، آسیب پذیری ابر شهرها در برابر زمین لرزه - مطالعه موردی شهر تهران، سومین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، جلد چهارم، ۱۳۷۸.
- ۶- پرتوی، پروین، بررسی موانع، محدودیتها و تقابلهای در زمینه اجرای معیارهای کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۱۳۷۴.
- ۷- جهانی، علی، مسگری، سوسن، GIS به زبان ساده، انتشارات وزارت دفاع، ۱۳۸۰.
- ۸- قدسی پور، حسن، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۱.
- ۹- عبدالهی، مجید، مدیریت بحران در نواحی شهری (زلزله و سیل)، انتشارات سازمان شهرداری های کشور، ۱۳۸۲.
- ۱۰- عزیز، محمد مهدی و اکبری، رضا (۱۳۸۷)، ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله با بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴، دانشگاه تهران.

- ۱۱- Botero V, ۲۰۰۹, Geo-information for measuring vulnerability to earthquake: a fitness for use approach PHD thesis, ITC, Netherland.
- ۱۲- Martinelli A, Cifani G, ۲۰۰۸, Bulding Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano (Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology, Soil Dynamics and Earthquake Engineering ۲۸:۸۷۵-۸۸۹.
- ۱۳- Rashed T, weeks John (۲۰۰۳), Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multi Criteria Analysis of Urban Areas, Geographical information Science, Vol ۱۷, no. ۶: ۵۴۷-۵۷۶