نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸.
صفحات ۴۹ تا ۷۰

سنجش الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی – کالبدی شهری در مخاطرات طبیعی
مطالعه موردی: منطقه هفت شهرداری تهران

دکتر ابوالفضل مشکینی: دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تربیت مدرس تهران
علی محمد منصورزاده: دانشجوی مقطع دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران
زینب شاهرخی فر۱: دانشجوی مقطع دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران*
سیده شهربانو موسوی: دانشجواموخته مقطع کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی تهران.

دریافت مقاله :۱۳۹۵/۰۹/۰۷ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۴/۳۰

چکیده

شناخت الگوهای فضایی در آسیب‌پذیری نگاه جامعی به نقاط آسیب‌پذیر را شامل می‌شود و قدرت تحلیل را برای مسئولین و تحلیل‌گران محیا می‌کند. هدف این پژوهش این بود که با ارائه الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری، ضمن شناسایی نقاط مسئله‌دار در منطقه ۷ شهرداری تهران، یک زمینه مطالعاتی در مدیریت بحران ایجاد نماید تا با در نظر گرفتن شاخص‌ها و معیارهای اجتماعی و کالبدی به مدیریت بهینه در زمان مخاطرات دست‌یابد. این پژوهش دارای رویکردی کاربردی و از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. برای دستیابی به اهمیت نسبی معیارها از روش فازی مثلثاتی در قالب روش پرسش-نامه‌ای؛ همچنین جهت تحلیل الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری از آماره گتیس –آرد جی در محیط GIS استفاده‌شد. نتایج تحلیل نشان داد که آسیب‌پذیری بسیار بالا در منطقه موردمطالعه به لحاظ کالبدی ۲۲ درصد و به لحاظ اجتماعی ۱۶ درصد را در برمی‌گیرد. الگوی رفتار فضایی آسیب‌پذیری کالبدی خوشه‌بندی فضایی با سطح معناداری و واریانس صفر و نمره استاندارد z ۱۳.۸۲ گویای یک الگوی با تمرکز بالا، اما در مورد بعد اجتماعی آسیب‌پذیری نمره z که عدد ۱- را نشان می‌دهد بیانگر توزیع تصادفی آسیب‌پذیری اجتماعی است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی در منطقه وجود ندارد. شناسایی نقاط تمرکز جغرافیایی آسیب‌پذیری با استفاده از آماره گتیس –آرد جی نشان داد که طبق امتیاز z مقادیر مثبت ۱.۹۶ به بالا، معنادار بوده و میزان بالای آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که در پهنه جنوب شرقی منطقه خوشه‌هایی با لکه‌های داغ را تشکیل داده‌اند. مقادیر منفی ۱.۹۶- و کمتر لکه‌های سرد، نشان از آسیب‌پذیری کمتر که عمدتاً در پهنه شمال غربی قرارگرفته‌اند.

واژه های کلیدی: توزیع فضایی، آسیب‌پذیری اجتماعی - کالبدی، مخاطرات طبیعی، آماره گتیس –آرد جی، منطقه ۷ شهرداری تهران.

۱. نویسنده مسئول: Email: Zeinab.shahrokhy@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

مقدمه

با رشد سریع جمعیت جهان، تأثیر و شدت هرگونه فاجعه افزایش خواهد یافت. بر اساس گزارش‌های حوادث طبیعی، به‌طور متوسط سالیانه بیش از ۱۵۰ هزار نفر تلفات انسانی و بیش از ۱۴۰ میلیارد دلار خسارت مالی بر کشورها، به‌ویژه کشورهای درحال‌توسعه تحمیل می‌گردد (Zali & Azadeh, ۲۰۱٤). لذا افزایش نابرابری و قرار گرفتن در معرض خطر ساکنان شهری این کشورها به شرایط محیطی ناگواری مانند خطرات طبیعی، تغییرات آب و هوایی، آلودگی‌های محیطی و .. منجر شده است. که به‌عنوان یک نتیجه، ساکنان محلی ازلحاظ جسمی و اجتماعی آسیب‌پذیرترند (Ge & et al. ۲۰۱۷). مناطق شهری به‌طور فزاینده‌ای فرصت‌های اجتماعی و اقتصادی زیادی را برای مشاغل و درآمد و به‌طور هم‌زمان برای زندگی به‌ویژه برای ساکنان کم‌درآمد در شهرهای کشورهای درحال‌توسعه فراهم می‌کنند. قرار گرفتن در معرض خطر و خطر زیست‌محیطی، نتیجه فرایندهای فیزیکی است که این خطرات را ایجاد می‌کنند (برای مثال ساخت‌وساز ساختمان، برنامه‌ریزی شهری، تأسیسات زیرساختی یا حمل‌ونقل) و فرایندهای انسانی که منجر به آسیب‌پذیری (مثلاً انتخاب شیوه زندگی و الگوهای مصرف) می‌شود. این مسائل به‌طورکلی باعث ایجاد تأثیرات گوناگونی در مناطق مختلف شهر، بسته به ساختار اجتماعی و فضایی آن می‌شود (Srinivas, ۲۰۰۷). آسیب‌پذیری، استعداد هر نوع صدمه، خواه طبیعی، معنوی یا غیرمادی به‌وسیله یک عامل (Little and et al. ۲۰۰۲)؛ برای درک وضعیت و شرایطی از زندگی مردم که در آن‌یک خطر ممکن است به یک فاجعه بزرگ برای آن‌ها تبدیل شود (Tapsell et al. ۲۰۱۰)؛ و بتوانند با توجه به اندازه‌گیری خطرهای ترکیب یافته با سطوح اقتصادی و اجتماعی، برای کسب توانایی فائق آمدن بر پیامدهای حوادث، در نظر گرفته‌شده است (Smith, ۱۹۹٦)؛ و بر خصوصیات یک فرد یا گروه و وضعیت آن‌ها بر توانایی‌شان؛ پیش‌بینی برای مقابله با تأثیر یک خطر طبیعی، مقاومت یا بهبودی در برابر آن تأثیر می‌گذارد(Singh et al. ۲۰۱٤) . از سوی دیگر آسیب‌پذیری به‌عنوان یک تابع ریاضی به مقدار خسارت پیش‌بینی‌شده برای هر عنصر در خطرات مصیبت‌بار، با شدت معین گفته می‌شود (Fischer et al. ۱۹۹٦)؛ که به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده خطر، شناسایی آن به یک‌پایه مهم تبدیل‌شده است و از مدیریت ریسک‌های شهری پشتیبانی می‌کند؛ بنابراین ساختن شهرهای امن و انعطاف‌پذیر در زمینه‌ی شهرنشینی سریع بسیار ضروری است (Ge & et al. ۲۰۱۷). مفهوم آسیب‌پذیری نشأت‌گرفته از پژوهش‌هایی در زمینه‌ی بلایای طبیعی و فقر بوده و به‌طور گسترده در رشته‌هایی از قبیل جغرافیا، بوم‌شناسی، علوم زیست‌محیطی، علم اقتصاد، امور مالی، مهندسی، روانشناسی و انسان‌شناسی استفاده شده است. آسیب‌پذیری به‌طور مستقیم با مفهوم امنیت شهری مرتبط بوده است. این مفهوم به‌طور گسترده در زمینه‌های تحقیقی پیشگیری از حوادث، مدیریت ریسک، تغییرات اقلیمی و توسعه پایدار به کار گرفته‌شده است (Chanling et al. ۲۰۱۱). آسیب‌پذیری شهری را می‌توان به دو بخش آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی تقسیم‌بندی نمود. آسیب‌پذیری کالبدی بر اثرات مخرب بر سکونتگاه‌های انسانی و تلفاتی که بر ساختمان‌ها و ساخت‌وسازها تأکید دارد. باید توجه نمود که مخاطرات طبیعی تنها به‌عنوان بروز ویرانی‌ها و تلفات انسانی نیست بلکه ویژگی‌های کالبدی و فیزیکی شهرها نیز در خسارات مالی و جانی مؤثرند. برنامه‌ریزی لازم برای جلوگیری از رشد لجام‌گسیخته شهرها، تأکید بر بحث زلزله و گسل، شناسایی وضعیت ژئومورفولوژیکی و زمین-شناسی منطقه موردنظر، استحکام سازه‌ها و ساختمان از مسائلی است که آسیب‌پذیری کالبدی را کاهش می‌دهد (خاکپور و همکاران،۱۳۹۰: ۳). در کنار آسیب‌پذیری کالبدی، آسیب‌پذیری اجتماعی نیز وجود دارد که مهم‌تر و البته سنجش تأثیرات آن نیز کمی پیچیده‌تر می‌باشد. در تعریف آسیب‌پذیری اجتماعی می‌توان گفت که می‌تواند توزیع فضایی را در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

برگیرد و سهم و اثر ترکیبی حساسیت قرار گرفتن در معرض و انعطاف‌پذیری به کل آسیب‌پذیری - اگرچه این اجزا اغلب نادیده گرفته می‌شوند-را در برگیرد (Aroca-Jimenez,۲۰۱۷). این آسیب‌پذیری محصول بخشی از اجتماع است؛ نابرابری عوامل اجتماعی که نفوذپذیری را تشکیل می‌دهند یا از آسیب‌رساندن گروه‌های مختلف و همچنین حاکم بر توانایی آن‌ها برای پاسخ دادن شکل می‌گیرند. بااین‌حال، این نیز شامل نابرابری محل زندگی – ازجمله ویژگی‌های جوامع و محیط‌زیست ساخته‌شده، مانند سطح شهر، نرخ رشد و رشد اقتصادی که به جامعه کمک می‌کند - در آسیب‌پذیری مکان‌ها است (Shirley & et al. ۲۰۱۲). درواقع آسیب‌پذیری اجتماعی سکونتگاه‌های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی، به‌عنوان یکی از شاخص‌های اساسی در ارزیابی خطر، از جایگاه ویژه‌ای در چرخه مدیریت بحران برخوردار است و بدون آگاهی از اوضاع اجتماعی و اقتصادی ساکنان، تصمیم‌گیری در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر این مخاطرات امکان‌پذیر نیست (Ebert, ۲۰۰۹). محققان مدت‌هاست که به این نتیجه رسیده‌اند که اقدامات انسانی بر پیامدهای فاجعه تأثیر می‌گذارد و تحقیقات زیادی طی چند دهه اخیر، بلافاصله فاجعه را به‌عنوان فرآیند ساخت اجتماعی شناخته است. باگذشت زمان، مفهوم آسیب‌پذیری در مطالعات ریسک فاجعه افزایش‌یافته است که توسط شورای بین‌المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC)، دفتر سازمان ملل متحد (UNISDR) برای کاهش خطرات ناشی از بحران و بسیاری از طرح‌های دیگر از سال ۲۰۰۰ ترویج‌شده است (Lin et al. ۲۰۱۵). مدیریت ریسک در برنامه‌ریزی شهری برای افزایش آگاهی از میزان آسیب و تعداد تلفات ناشی از بلایای طبیعی اهمیت بیشتری دارد. ارزیابی ریسک برای پشتیبانی از مدیریت نیاز به دانش درباره خطرات فعلی و آینده، عناصر در معرض خطر و انواع مختلف آسیب‌پذیری دارد(Ebert & et al. ۲۰۰۹) ؛ بنابراین مدیریت بحران، باید در یک محیط کلی قرار داده شود تا اطمینان حاصل شود که هر یک از فجایع به‌عنوان یک مسئولیت مشترک به شمار می‌روند. برای این منظور، تعدادی از تأثیرات که شامل فرهنگ، عوامل اجتماعی، فرهنگی، نهادی، سیاسی و حتی عوامل روان‌شناختی که مردم را شکل می‌دهند، ضروری است، شناخته شوند (et al. ۲۰۱۵ Aliabadi).بااین‌حال یک نظرسنجی از مدیران شهری لس‌آنجلس نشان داد که بسیاری از دولت‌های شهری که مسئولیت تأمین امکانات افراد کم‌درآمد و گروه‌های مهاجر و بسیار آسیب‌پذیر اجتماعی را بر عهده‌دارند؛ و دارای امکانات مالی و فنی نیز هستند. فاقد اطلاعات کافی و جلب اعتماد این گروه‌ها خصوصاً در زمان بلایای طبیعی هستند. از سوی دیگر سازمان‌های غیردولتی دارای اطلاعات دقیقی درباره این گروه‌ها هستند و همچنین روابط خود را با آن‌ها حفظ می‌کنند اما فاقد امکانات مالی و فنی هستند (Wisner, ۲۰۰۳)؛ بنابراین شناسایی جمعیت‌ها و مکان‌هایی که آسیب‌پذیر به فاجعه هستند هم برای مدیریت بحران‌ها مهم است هم برای کاهش عواقب اقتصادی آن‌ها اهمیت دارد. از زمینه‌های جغرافیایی، مدیریت اضطراری و برنامه‌ریزی شهری، رویکردها و روش‌های مختلفی برای شناسایی عوامل آسیب‌پذیری که تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای بر وقوع بلایا دارند مورداستفاده قرار می‌گیرد (Jeong & Yoon, ۲۰۱۸)؛ که هدفشان آمادگی در برابر و یا اجتناب از یک سانحه برای شناخت خطرات موجود در یک محل و میزان املاک و دارایی‌های انسانی و فیزیکی موجود در آن محل آغاز می‌شود؛ و ساده‌ترین راه برای شناسایی و برنامه‌ریزی برای کاهش این خطرات تهیه نقشه‌ای از منطقه می‌باشد که بر روی آن سوانح و خطرات و همچنین منابع و دارایی‌ها و میزان آسیب‌پذیری‌شان در برابر سوانح مشخص‌شده باشد. درواقع تنظیم و ترسیم نقشه خطرات، همراه با اطلاعاتی در مورد منطقه‌ای که این خطرات در آن‌ها به وقوع خواهند پیوست، روندها و الگوهایی را نشان می‌دهند که به اشکال دیگر قابل‌دستیابی نیستند. ضرورت و اهمیت این موضوع و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

این پژوهش ازآن‌جهت می‌باشد که با مجهز شدن به این نوع اطلاعات، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان می‌توانند تصمیم-های آگاهانه‌تری درباره اقدامات پیشگیری و کاهش اثرات سوانح بگیرند (عسگری و همکاران، ۱۳۹۱). شناخت الگوهای فضایی در آسیب‌پذیری نگاه جامعی به نقاط آسیب‌پذیر را شامل می‌شود و قدرت تحلیل را برای مسئولین و همچنین تحلیل‌گران محیا می‌کند. لذا ضرورت دارد که ما بتوانیم الگوهای آسیب‌پذیری را بشناسیم تا با توجه به آن‌ها در مواقع بروز بحران، میزان آسیب را به حداقل برسانیم. هدف از این پژوهش این می‌باشد که با ارائه الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری، ضمن شناسایی نقاط مسئله‌دار در منطقه ۷ شهرداری تهران، یک زمینه مطالعاتی در مدیریت بحران و پدافند غیرعامل ایجاد شود تا با در نظر گرفتن شاخص‌ها و معیارهای اجتماعی و همچنین کالبدی به مدیریت بهینه در زمان مخاطرات دست‌یابیم. از طرفی این پژوهش بدین‌جهت نوآوری دارد که هم‌زمان شاخص‌های اجتماعی و کالبدی را باهم در سنجش آسیب‌پذیری لحاظ کرده است. در مطالعات قبلی به‌ویژه مطالعات داخلی تنها به یکی از این نوع شاخص‌ها توجه می‌شد؛ که به نمونه‌هایی از این تحقیقات اشاره‌شده است: زنگی‌آبادی و تبریزی (۱۳۸۵) در پژوهش خود به بررسی و تجزیه‌وتحلیل شرایط سازه‌ای مناطق مختلف شهر تهران و شاخص‌های توسعه و آسیب‌پذیری و مقاومت آن‌ها پرداخته و سپس مناطق را بر اساس میزان مقاومت و آسیب‌پذیری در برابر خطر احتمالی دسته‌بندی کرده‌اند. طبق نتایج منطقه ۱۲ آسیب‌پذیرترین و منطقه ۲۲ مقاوم‌ترین منطقه بوده‌اند. در انتها نیز راهکارهایی برای پیشگیری و برنامه‌ریزی مناسب و چگونگی مدیریت بران ارائه کرده‌اند. احد نژاد و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود با در نظر گرفتن عوامل اجتماعی دخیل و فاصله فیزیکی به کاربری‌های موردنیاز و پرخطر در هنگام بروز زلزله، به آسیب‌پذیری اجتماعی در شهر خرمدره پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ۱۲.۵۸ درصد از شهر خرمدره دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد و ۹.۹۳ درصد شهر نیز از آسیب‌پذیری خیلی کمتری برخوردار هستند؛ و در کل سطح آسیب‌پذیری را پایین دانسته‌اند. در پژوهش دیگری خاکپور و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه‌ی ۹ شهر مشهد از دیدگاه لرزه‌خیزی به استفاده از شاخص‌ها و متغیرهای طبیعی، کالبدی، تأسیسات و امکانات مهم حیاتی، جمعیتی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، نقشه پهنه‌بندی محدوده‌های آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی تهیه‌کرده‌اند. نتایج این پژوهش ضمن بازشناسی روش و الگوی کاربردی تحلیل آسیب‌پذیری بافت‌های شهری، چارچوب اقدامات اجرایی مؤثر را نیز برای شبیه‌سازی کاربرد الگو در بافت‌های مشابه فراهم می‌آورد. همچنین قنبری و زلفی (۱۳۹۳)، در پژوهش خود در شهر کاشمر، پیرامون موضوع سنجش آسیب‌پذیری شهری در برابر زمین‌لرزه به ارتباط معنادار بین تراکم جمعیتی و وضعیت کالبدی سکونت‌گاه‌ها با میزان آسیب‌پذیری آن‌ها اشاره دارند. پوراحمد و همکاران (۱۳۹۳) نیز در پژوهش خود در شهر سراب به این نتیجه رسیدند که رابطه معنادار و زیادی بین وضعیت کالبدی، کیفیت ساختمانی، شبکه ارتباطی، تراکم جمعیتی و ساختمانی با میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه در برابر زمین‌لرزه وجود دارد. نتایج پژوهش محمدی و جاوید (۱۳۹۵) در محله زیر نهر تراب شهر پارس‌آباد، نشان می‌دهد که هنگام وقوع زلزله احتمالی میزان آسیب‌پذیری حدود ۸۰ درصد ساختمان‌های محله مذکور زیاد و بسیار زیاد می‌باشد. فرناندز (Fernández, ۲۰۰۹) در رساله دکترای خود با عنوان اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدلین واقع در کشور کلمبیا پرداخته است. در انتها هانگ و همکاران(Huang et. al, ۲۰۱٤) در مقاله‌شان به بررسی آسیب‌پذیری و وابستگی متقابل زیرساخت‌های حیاتی شهر پرداخته‌اند. رابطه معناداری بین وضعیت کیفی زیرساخت‌های حیاتی شهر و میزان آسیب‌پذیری در شهر وجود دارد. کلان‌شهر تهران به‌عنوان مرکز اداری-سیاسی ایران و همچنین مرکز ثقل جمعیت در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

کشور ایران شناخته‌شده است. این شهر بالاترین درجه تراکم جمعیت را در کشور داراست، همچنین مخاطرات طبیعی مثل زلزله نیز در کمین آن نشسته است. با توجه به گستردگی مناطق شهری تهران همچنین بافت شهری منطقه ۷ که به لحاظ قواعد شهرسازی و معماری، دارای بافت شطرنجی و ناهمگونی است و از واحدهای تفکیکی بسیار کوچکی تشکیل‌شده که نشانه‌ای از وضعیت نابسامان دوران تشکیل خود را نشان می‌دهد (region۷.tehran.ir). لذا ازآنجاکه تحقیقات صورت گرفته در مورد منطقه موردمطالعه نبوده و شناخت آسیب‌پذیری این منطقه با توجه به شرایط آن مهم می‌نماید؛ بنابراین تحلیل میزان آسیب‌پذیری در ابعاد کالبدی و اجتماعی- در مواقع بحران در این منطقه شهری از جز مهم‌ترین اولویت‌های پژوهشی و همچنین برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینه آن می‌باشد؛ بنابراین این منطقه به‌عنوان نمونه موردمطالعه انتخاب‌شده است.

سؤالات اصلی تحقیق به شرح زیر است:

- الگوی فضایی توزیع آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی در منطقه ۷ شهر تهران چگونه است؟ و
- آسیب پذیری کدام نواحی بیشتر است؟

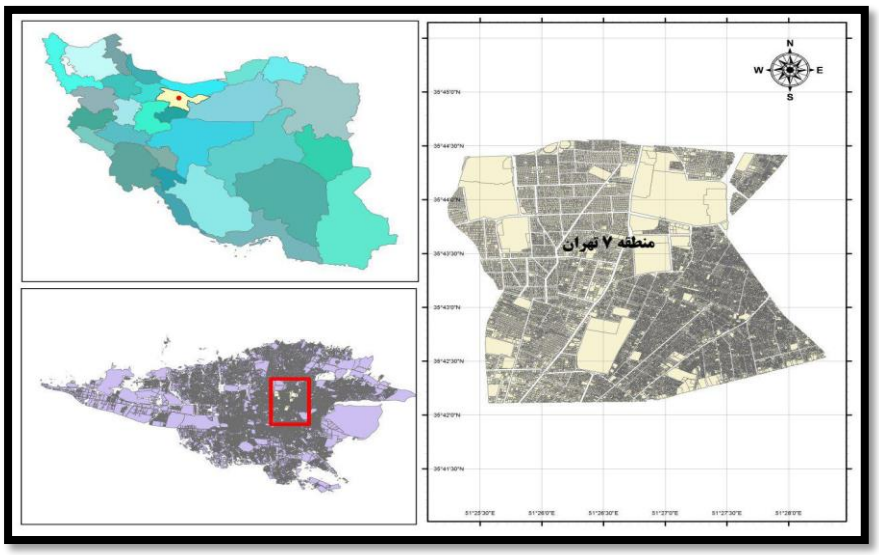
داده‌ها و روش کار

- **محدود موردمطالعه**

منطقه ۷ یکی از مناطق واقع در پهنه مرکزی شهر تهران است که از شمال به مناطق ۳ و ۴، از جنوب به مناطق ۱۳ و ۱۲، از غرب به منطقه ۶ و از شرق به منطقه ۸ محدودشده است (نقشه شماره ۱). جمعیت این منطقه بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ ایران، ۳۰۹,۷۴۵ نفر (۱۰۸,۷۲۸ خانوار) می‌باشد. همچنین منطقه ۷ وسعتی معادل ۱۵۳۷۱۲۸۳ مترمربع دارد که ۲/۱٪ مساحت کل شهر تهران است و ازلحاظ وسعت مقام پانزدهم را در بین مناطق شهر تهران دارا می‌باشد. این منطقه که در قلب شهر تهران قرارگرفته دارای ۵ ناحیه و ۱۹ محله می‌باشد. بافت شهری شرق این منطقه به لحاظ قواعد شهرسازی و معماری، دارای بافت شطرنجی و ناهمگونی است که از واحدهای تفکیکی بسیار کوچکی تشکیل‌شده و نشانه‌ای از وضعیت نابسامان دوران تشکیل خود یعنی دهه ۱۳۲۰ می‌باشد از سوی دیگر این منطقه از مسائل و مشکلاتی چون کاهش ارزش‌های سکونتی، کمبود شدید امکانات فراغتی در منطقه، عدم تعادل میان جمعیت شب و روز، وجود بافت‌های فرسوده، عدم تناسب میان عملکرد و نظام حمل‌ونقل و کمبود شدید فضاهای باز و سبز رنج می‌برد (region۷.tehran.ir)؛ بنابراین با توجه به وجود مخاطرات احتمالی در شهر تهران، ازجمله خطر زلزله، ضروری است که به چنین پژوهش‌هایی اهمیت داد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]



نقشه شماره ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه.

این پژوهش دارای رویکرد کاربردی و از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. اطلاعات توصیفی با استفاده از روش‌های کتابخانه-ای (اطلاعات موجود در شهرداری تهران، مرکز آمار ایران و وزارت راه و شهرسازی و سایر نهادهای دخیل) جمع‌آوری‌شده است. جامعه آماری موردمطالعه در این پژوهش جمعیت و ابنیه موجود در منطقه ۷ شهر تهران می‌باشد که آن‌ها را در لایه‌های اطلاعاتی GIS شهرداری تهران مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است. برای دستیابی به اهمیت نسبی معیارها از روش فازی مثلثاتی در قالب روش پرسش‌نامه‌ای استفاده گردید و سرانجام تحلیل داده و میزان آسیب‌پذیری کالبدی-اجتماعی با عملگر فازی در GIS صورت پذیرفت. در گام آخر جهت تحلیل الگوی پراکنش و توزیع فضایی آسیب‌پذیری از روش آماره عمومی جی و برای شناسایی نقاط تمرکز جغرافیایی آسیب‌پذیری، از آماره گتیس –آرد جی (Getis-Ord Gi) در محیط GIS استفاده‌شده است. در تشریح معیارها باید اشاره نمود که معیارهای کالبدی و اجتماعی موردنظر با رجوع به پژوهش‌های مشابه و همچنین برداشت‌های نگارندگان از مبانی نظری پژوهش انتخاب‌شده‌اند. البته باید به این نکته پرداخت که مطالعه تحقیقی که هم‌زمان به تلفیق آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی بپردازد، کمتر صورت گرفته است. معیارهای مورداستفاده در آسیب‌پذیری اجتماعی مطابق با رویکرد علمی اقتصاد سیاسی فضا می‌باشد. مطابق این رویکرد، افراد فقیر، سالمند و کم‌سواد و مهاجران روستایی چاره‌ای جز سکونت در بافت‌های قدیمی و حاشیه‌ای شهر را ندارند. این امر به علت کم‌اطلاعی این قشرهای اجتماعی از سیستم کاربری اراضی نیست، بلکه این مناسبات اجتماعی – اقتصادی حاکم بر شهر و سیستم تخصیص منابع و کنترل قیمت زمین توسط نیروهای بازار و قشر مرفه جامعه است که امکان دسترسی گروه‌های کم‌درآمد، کم‌سواد و فقیر را به محل‌های مناسب شهر، واحد مسکونی مقاوم و ایمن محدود می‌نماید. درواقع جمعیت مهم‌ترین عنصر در معرض خطر در برابر حوادث ناشی از مخاطرات طبیعی محسوب می‌شود که باید مطالعات و تحقیقات زیادی در ساختار، گروه‌های سنی، جنس و توزیع و تراکم فضایی آن در سطح مناطق مختلف شهری صورت بگیرد (احد نژاد روشتی، ۱۳۸۹)؛ بنابراین افزایش ضریب بیکاری، بی‌سوادی و نسبت جنسی-که به‌صورت غیرمستقیم تأثیرگذار هستند- نیز از معیارهای مهم در سنجش آسیب‌پذیری اجتماعی در شهرها می‌باشند. باید

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

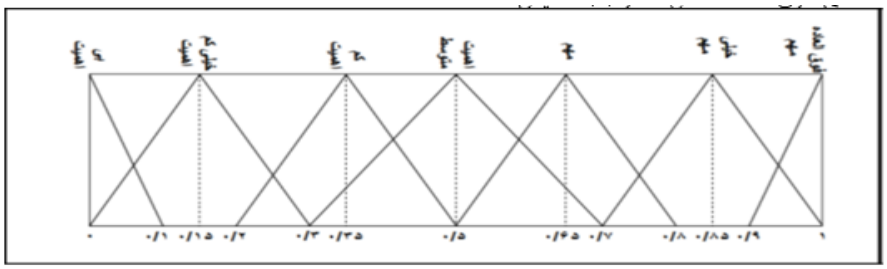
خاطرنشان کرد که معیارهای زیر با مطالعات متنوع در پژوهش‌های پیشین استخراج گردیده و بیشترین تأثیر را در مفهوم آسیب‌پذیری دارند و در این پژوهش مورداستفاده قرارگرفته است.

جدول۱: معرفی معیارها

ردیف	بعد	معیارها
۱	کالبدی	تعداد طبقات ساختمان، قدمت بنا، کیفیت ابنیه، جنس مصالح بنا و دانه‌بندی (اندازه) قطعات
۲	اجتماعی	تراکم جمعیت، نسبت جنسی، گروه‌های سنی آسیب‌پذیر، ضریب بیکاری، ضریب بی‌سوادی

- **وزن دهی با استفاده از منطق فازی مثلثاتی**

برای تعیین وزن هر یک شاخص‌های مؤثر در میزان آسیب‌پذیری شهری دو پرسشنامه مجزا برای بعد کالبدی و اجتماعی طراحی شد و در اختیار کارشناسان و خبرگان شهرسازی و مخاطرات محیطی قرار داده شد.این پرسش‌نامه بین ۳۰ تن از اساتید و دانشجویان مقطع دکتری قرار گرفت. طراحی پرسشنامه با رویکرد فازی و به‌صورت پیوستار هفت گزینه‌ای شامل الف) فوق‌العاده مهم، ب) خیلی مهم، ج) مهم، د) اهمیت متوسط، ه) کم‌اهمیت، و) خیلی کم‌اهمیت. ز) بی‌اهمیت، تعیین شد پس از گردآوری پرسشنامه‌ها ازآنجاکه پاسخ‌ها در پرسشنامه به‌صورت اعداد کیفی هفت گزینه‌ای از فوق‌العاده مهم تا بی‌اهمیت قیدشده بود، برای تبدیل این اعداد به اعداد کمی قطعی به هریک از گزینه‌ها یک عدد مثلثی فازی همانند شکل شماره(۲) تخصیص داده‌شده است.



شکل ۱ : تابع عضویت اعداد فازی مثلثی برای سنجش میزان آسیب پذیری مأخذ: (Phua, 2005)

سپس با استفاده از عملگرهای منطق فازی و تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی از فرمول مینکووسکی (Minkowesky) $X = m + \frac{\beta-\alpha}{۴}$ عدد فازی مزبور به اعداد قطعی تبدیل شد که در جدول ۲ نشان داده‌شده است. (Sanayei, ۲۰۱۰).

جدول ۲: تبدیل اعداد مثلثی به اعداد قطعی

گزینه	عدد کیفی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی مثلثی قطعی شده
الف	فوق‌العاده مهم	(۰، ۰/۱، ۱)	۰/۹۷۵
ب	خیلی مهم	(۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۸۵)	۰/۸۵
ج	مهم	(۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۶۵)	۰/۶۵
د	اهمیت متوسط	(۰/۲، ۰/۲، ۰/۵)	۰/۵
ه	کم‌اهمیت	(۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۳۵)	۰/۳۵
و	خیلی کم‌اهمیت	(۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۵)	۰/۱۵
ز	بی‌اهمیت	(۰/۱، ۰۰، ۰)	۰/۰۲۵

ماخذ:(Phua, ۲۰۰۵)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

پس‌ازانجام محاسبات حاصل ازنظر کارشناسان (پرسش‌نامه بین ۳۰ تن از اساتید و دانشجویان مقطع دکتری توزیع و نتیجه نظرات ایشان استخراج گردید)، ضریب و اهمیت نسبی شاخص‌ها به‌صورت زیر به دست آمد.

جدول۳: ضریب اهمیت ابعاد کالبدی و اجتماعی مؤثر در میزان آسیب‌پذیری

ردیف	بعد کالبدی		بعد اجتماعی	
	شاخص	ضریب	شاخص	ضریب
۱	کیفیت ابنیه	۰.۲۲۹	تراکم جمعیت	۰.۲۲۴
۲	قدمت بنا	۰.۲۲۳	ضریب بیکاری	۰.۲۲۳
۳	جنس مصالح بنا	۰.۲۰۵	ضریب بی‌سوادی	۰.۲۰۷
۴	تعداد طبقات	۰.۱۹۳	گروه‌های سنی آسیب‌پذیر	۰.۱۷۲
۵	دانه‌بندی (اندازه) قطعات	۰.۱۴۷	گروه‌های جنسی آسیب‌پذیر	۰.۱۷۱

پنج عملگر فازی که بعد از تهیه نقشه در محیط Gis می‌تواند برای تلفیق نقشه‌های فاکتور سودمند باشد عبارت‌اند از:

اجتماع فازی (Fuzzy OR): حداقل درجه عضویت پیکسل‌ها در نقشه‌های مورد تلفیق را برای نقشه نهایی در نظر می‌گیرد و از وزن بالای پیکسل‌ها کاملاً چشم‌پوشی می‌شود.

اشتراک فازی (Fuzzy AND): حداکثر مقدار عضویت پیکسل در تمام نقشه‌های مورد تلفیق، به‌عنوان مقدار عضویت در نقشه نهایی وارد می‌شود. درنتیجه یک خروجی بسیار خوش‌بینانه به دست می‌آید.

حاصل‌ضرب جبری فازی (Fuzzy Product): باعث کاهش عضویت نهایی می‌شود و نتیجه آن تعلق وزن بسیار کوچکی به هر موقعیت است که در صورت زیاد بودن نقشه‌های ورودی این عدد به صفر میل می‌کند.

جمع جبری فازی (Fuzzy Sum): عضویت نهایی پیکسل‌ها در نقشه خروجی بزرگ‌شده، در صورت زیاد بودن ورودی‌ها به یک میل می‌کند. به دلیل بزرگ شدن اوزان موقعیت‌های نهایی اثر این عملگر افزایشی است.

عملگر گامای فازی (Fuzzy Gamma): حالت کلی روابط عملگرهای ضرب و جمع است. با انتخاب صحیح مقدار گاما مقادیر خروجی‌ها حاصل سازگاری قابل‌انعطاف میان گرایش‌های افزایشی و کاهشی دو عملگر ضرب و جمع فازی می‌باشند (کریمی، ۱۳۸۸).

در مرحله بعد از ساخت لایه‌ها در نرم‌افزار Gis و تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری در منطقه موردمطالعه از آماره جی برای نشان دادن توزیع فضایی و تحلیل لکه‌های داغ شاخص‌های آسیب‌پذیری استفاده می‌شود.

- **آماره عمومی جی یا خوشه‌های بالا/پایین (high/low clustering (gits-ord general g))**

زمانی که رفتار داده‌های جغرافیایی با همسایگانی که ازنظر خصیصه و شکل در کنار یکدیگر قرارگرفته‌اند و فاصله جغرافیایی آن‌ها هر چه نزدیک‌تر باشد، می‌تواند نشان‌دهنده یک الگوی خوشه‌ای متمرکز باارزش بالا یا پایین آن عوارض باشد. همان‌طور که بر اساس اصل تابلر می‌توان این جمله مشهور را عنوان نمود که "هر چیز نزدیک‌تر به هم شبیه‌تر می‌باشند" این استدلال را تأیید کرد. مطابق این اصل می‌توان نتیجه گرفت که عوارض جغرافیایی که ازنظر مقدار و شکل عارضه به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، قاعدتاً می‌توانند به یکدیگر شبیه بوده و از الگوی خاصی پیروی نمایند. تحلیل همبستگی فضایی موران را می‌توان برای توصیف ویژگی‌های فضایی یک متغیر در کل یک ناحیه به کار برد اما در شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی کارآمد نیست. شاخص عمومی g بر شاخص موران در تعیین نقاط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

مثبت (داغ) و منفی (سرد) در سطح ناحیه موردمطالعه ترجیح دارد. این نقاط داغ و سرد می‌تواند به‌عنوان تمرکزهای فضایی در نظر گرفته شوند. ضریب موران قادر به بیان تفاوت‌های محلی نمی‌باشد؛ بنابراین کاربرد این فرمول در مقایسه با ضریب موران بهتر توانسته تفاوت‌های محلی را که شامل تمرکزهای بالا (داغ) و تمرکزهای پایین (سرد) است، نشان دهد.

آماره عمومی g به شکل فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$G(d) = \frac{\sum\sum w_{ij}(d) x_i x_i}{\sum\sum x_i x_i}$$

به خاطر اینکه، $i \neq j$ آماره عمومی G به‌وسیله معیار فاصله (d) تعریف‌شده است، در درون آن فاصله واحدهای ناحیه‌ای می‌توانند به‌عنوان همسایه‌های I مدنظر قرار گیرند. وزن $w_{ij}(d)$ برابر ۱ است، اگر در داخل فاصله d باشد و در صورت عکس برابر صفر (۰) است. بنابراین وزن‌های ماتریس اساساً یک ماتریس متقارن دودویی است، اما ارتباطات همسایگی به‌وسیله فاصله d تعریف‌شده است. مجموع وزن‌های ماتریس w برابر است با:

$$w = \sum_i \sum_j w_{ij}(d)$$

- **تحلیل لکه‌های داغ**

تحلیل الگو با روش مقادیر زیاد/کم تنها نوع رفتار خوشه‌ای یا تمرکز و تصادفی بودن آسیب‌پذیری را با توجه به مقادیر زیاد یا کم آن را به‌صورت گزارش آماری نمایش می‌دهد. در این قسمت برای تفسیر الگوی آسیب‌پذیری بر روی نقشه از تحلیل لکه‌های داغ استفاده‌شده است. نقاط داغ به تمرکز یک ویژگی در محدوده جغرافیایی خاص که طول زمان ظاهر می‌شود اشاره دارد. تشخیص نقاط داغ یک روش ارزشمند برای شناسایی مناطق کوچک یا بزرگ با تمرکز یک ویژگی خاص به شمار می‌رود(Arden, ۲۰۰۸). گیت و آرد بیان می‌کنند که لکه‌های داغ برای تشخیص ساختار همبسته خوشه-های بالا و پایین مناسب‌ترند (Manepalli, ۲۰۰۱).

تحلیل لکه‌های داغ (Hot Spot Analysis) آماره گتیس – آرد جی (Getis-Ord Gi) را برای کلیه عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌نماید. امتیاز z محاسبه‌شده نشان می‌دهد که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و یا کم خوشه‌بندی‌شده‌اند. این ابزار در حقیقت به هر عارضه در چارچوب عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند نگاه می‌کند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا داشته باشد جالب و مهم است، ولی به‌تنهایی ممکن است یک لکه داغ معنادار ازنظر آماری نباشد. برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و ازنظر آماری معنادار باشد نیز باید هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند دارای مقادیر بالا باشند (عسگری، ۷۵:۱۳۹۰).

آماره گتیس- آرد جی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_i x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{s \sqrt{n[\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^{2} - (\sum_{j=1}^{n} w_{ij})^2]}}$$

در این فرمول x_j مقدار آسیب‌پذیری برای عارضه j است. w_{ij} وزن فضایی بین عارضه I و j و n برابر با تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد. که در اینجا تعداد بلوک آماری منطقه ۷ تهران مدنظر می‌باشد.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n} - (\overline{x})^2}$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

ازآنجاکه G_i خودش نوعی امتیاز z است دیگر نیاز به محاسبه دیگری نیست. با توجه به مواردی که گفته شد هر چه امتیاز z بزرگ‌تر باشد مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی‌شده، و لکه‌های داغ را تشکیل می‌دهند. هرچه که امتیاز z کوچک‌تر باشد به معنای خوشه‌بندی شدیدتر مقادیر پایین خواهد بود؛ و این‌ها در حقیقت لکه‌های سرد را نشان می‌دهند. در مرحله آخر برای یافتن پاسخ سؤال دوم تحقیق که کدام نواحی آسیب‌پذیری بیشتری دارند؟ و اینکه آیا نواحی که از آسیب‌پذیری کم و یا زیاد برخوردارند در فضا خوشه‌بندی‌شده‌اند یا خیر؟ از تحلیل لکه‌های داغ استفاده‌شده است. در این مرحله ابتدا ابعاد کالبدی و اجتماعی آسیب‌پذیری که در مراحل قبل با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی محاسبه گردید باهم ترکیب‌شده و مقادیر آسیب‌پذیری محاسبه شد. پس ازآن‌جهت تفسیر و ارزیابی الگوی فضایی مقادیر زیاد یا کم آسیب‌پذیری از آماره گتیس – آرد جی استفاده شد. آماره جی که برای هر عارضه موجود در داده‌ها محاسبه می‌شود نوعی امتیاز z است. و مقدار z score در منطقه مورد مطالعه بین ۲.۵۸- تا ۲.۵۸ + در نوسان است. که به صورت نقشه شماره ۱۴ نمایش داده شده است.

شرح و تفسیر نتایج

برای ارزیابی گزینه های تصمیم گیری، هر معیار به صورت یک لایه نقشه با عنوان نقشه های معیار در پایگاه داده های مبتنی بر GIS آماده شد که در ادامه به تفکیک هر یک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یافته های توصیفی

- **آسیب‌پذیری اجتماعی**

عوامل اجتماعی و کالبدی نقش مهمی در کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات محیطی دارد و بررسی کمبودها و کاستی‌های آن در آسیب‌پذیری در برابر این مخاطرات مؤثر هستند؛ بنابراین در تحقیق موردنظر با انتخاب معیارهای موردنظر در آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی و پس از تشکیل پایگاه داده بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مراحل قبل، برای پیاده‌سازی عملگر فازی ابتدا معیارها به‌صورت رقومی در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد و مقدار عضویت هر یک پارامترها در بازه‌ای بین صفر تا یک تعریف شد. به این معنی که نقاط آسیب‌پذیر در منطقه ۷ شهرداری تهران با توجه به هریک از معیارها سنجیده شد. پس از تعیین درجه عضویت، هر کدم از لایه‌ها در وزن به‌دست‌آمده حاصل از روش فازی مثلثاتی ضرب و درنهایت لایه وزنی هرکدام از معیارها حاصل آمد که شرح و تفسیر این نقشه‌ها به شرح زیر می‌باشد (نقشه‌های ۲-۱۱). در این منطقه با توجه به نوع آسیب پذیری، شاخص و موقعیت آن در منطقه مورد مطالعه، ابتدا شاخص های آسیب پذیری کالبدی شامل کیفیت ابنیه، قدمت بنا، جنس مصالح، تعداد قطعات و دانه بندی قطعات مورد سنجش قرار گرفته که نتایج آن به صورت زیر بود: در قسمت کیفیت بنا احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا در مقابل بحران نسبت به ساختمان‌های مخروبه و تخریبی بیشتر بود که با توجه به نتایج نقشه ابنیه محدوده موردمطالعه رنگ قهوه‌ای نشان‌دهنده‌ی کیفت بالا است و رنگ آبی کیفیت کمتر و قهوه‌ای کم‌رنگ نشان از کیفیت متوسط بناهاست؛ ناحیه ۱ و نیمه جنوبی ناحیه ۳ به رنگ آبی نشان از کیفیت پایین‌تر و آسیب‌پذیرتر بودن در برابر مخاطرات هستند. همچنین و ناحیه‌ی ۵(مجیدیه –دبستان) که این محدوده شامل ستاد مشترک ارتش است که در ضلع جنوبی آن بیمارستان ارتش، در ضلع غربی یک مجموعه ورزشی و در شمال غرب آن دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی قرار دارد و مابقی زمین اختصاص به اماکن نظامی می‌باشد. همچنین ناحیه ۲ محله کاج (پادگان ولیعصر عج) نیز یک محدوده نظامی هست و ناحیه ۴(محله نیلوفر و قندی) که بخش شمالی آن ناحیه

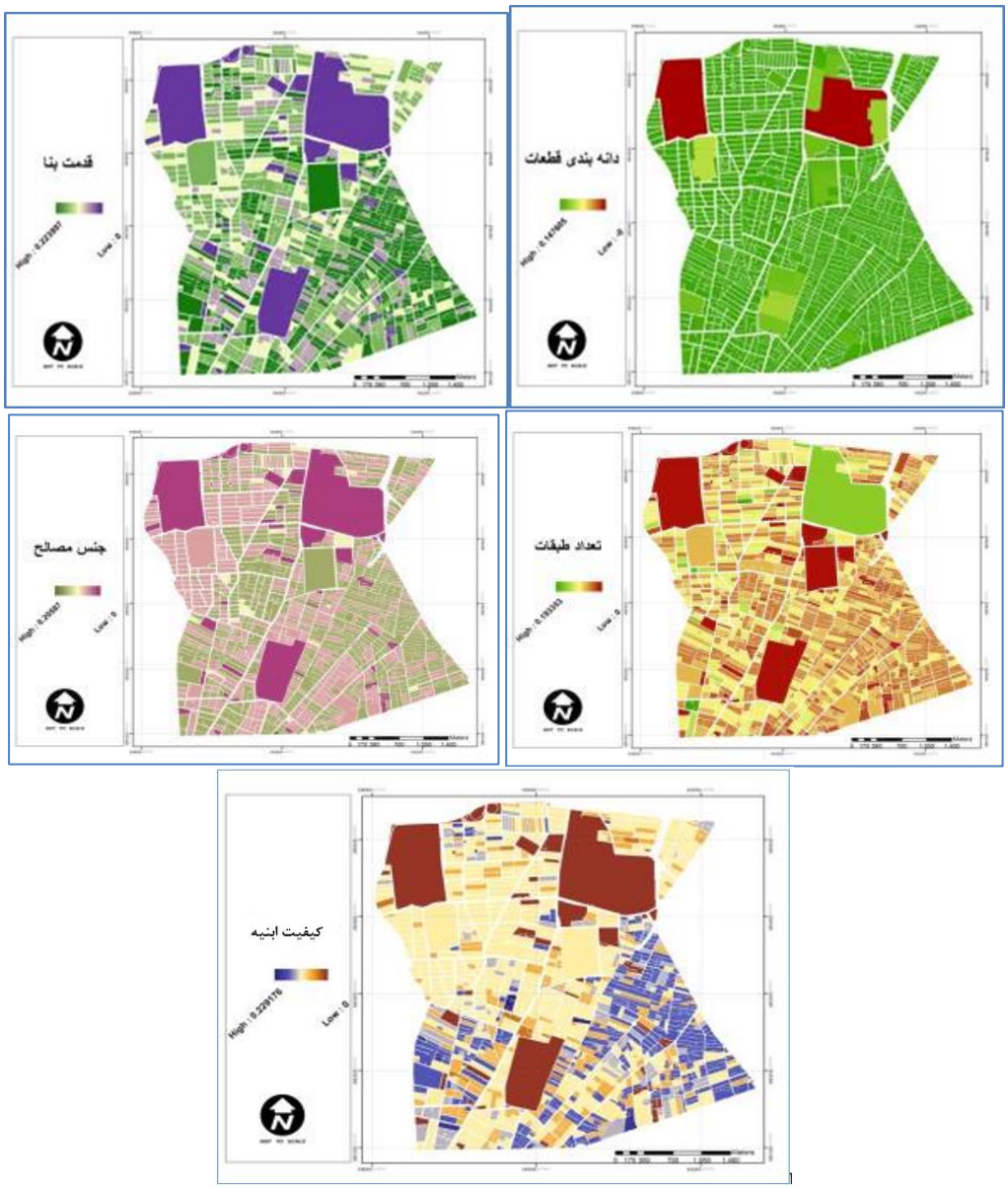
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

مصلی تهران و بخش جنوبی آن مربوط به محله عباس‌آباد (تپه‌های عباس‌آباد) است. کیفیت بالاتری را نشان داده و بقیه ناحیه‌ها به رنگ زرد یا قهوه‌ای کم‌رنگ نشان از کیفیت متوسط جنس مصالح دارند؛ و این نشان‌دهنده این است؛ که اولاً بیشتر منطقه را محدوده‌های حفاظت‌شده پوشش داده که اگر از آن‌ها بگذریم؛ قسمت شرق و جنوب شرق منطقه بیشترین بافته‌ای فرسوده (۱۵ درصد منطقه) را شامل شده که با توجه به رنگ آبی آن نشان از کیفیت پایین ابنیه در این قسمت‌ها و سایر نواحی با کیفیت متوسط هستند. در ادامه ازآنجایی‌که در بناهای با قدمت بیشتر احتمال خطرپذیری بیشتری وجود دارد. لذا تحلیل بافت‌ها نیز به این صورت بود که کاربری‌های با قدمت بیشتر به‌عنوان بناهای با احتمال آسیب‌پذیری بیشتر شناسایی شدند. لذا با توجه به خروجی نرم افزار gis، در زمینه قدمت بنا هر چه رنگ به سمت سبز متمایل شود قدمت بنا بیشتر است و نشان از آسیب‌پذیری بیشتر است و رنگ بنفش نشان از نوساز بودن بناها و عمر کمتر ساختمان‌هاست که در محدوده موردمطالعه محلات ناحیه ۵ یا مجیدیه (ستاد مشترک ارتش) و حشمتیه (باغ موزه قصر) و غرب شهید قندی (مصلی امام خمینی) و محله‌های کاج (پادگان نظامی) قدمت بنا کمتر است که نشان از آسیب‌پذیری کمتر است ولی در بقیه محلات خصوصاً در جنوب غرب منطقه که شامل بافت‌های فرسوده می‌باشد؛ قدمت بناها بیشتر که آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به بقیه مناطق را دارا می‌باشند. در زمینه جنس مصالح نیز با توجه به نتایج نقشه جنس مصالح بنا محدوده موردمطالعه هرچه به سمت رنگ سبز می‌رود جنس مصالح کم‌دوام تر و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها بیشتر و برعکس هرچه به سمت بنفش می‌رود جنس مصالح بادوام‌تر و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها بیشتر است و هرچه رنگ به سمت زرد تمایل پیدا کند جنس مصالح متوسط خواهد بود؛ که در نقشه جنس مصالح در ناحیه ۴ (مصلی امام خمینی) و ناحیه ۲ محله کاج (پادگان نظامی) و ناحیه ۵ مجیدیه –دبستان (ستاد مشترک ارتش) بادوام‌تر و میزان آسیب‌پذیری کمتر دارند. ناحیه ۳ و ناحیه ۱ بیشتر به رنگ سبز نشان داده می‌شوند که به معنای جنس مصالح کم‌دوام تر و میزان آسیب‌پذیری بیشتری دارند. بخصوص کمترین آسیب‌پذیری در محله کاج است؛ و بقیه ناحیه‌ها ازجمله ناحیه ۲(محله عباس‌آباد). به رنگ بنفش کم‌رنگ‌تر که نشان از آسیب‌پذیری متوسط دارد. این شاخص ارتباط نزدیکی با شاخص تعداد طبقات دارد به این صورت افزایش قدمت بنا و بالا بودن تعداد طبقات می تواند آسیب پذیری بسیار زیادی را رقم بزند. زیرا با افزایش تعداد طبقات آسیب‌پذیری فضای باز ناشی از ریزش آوار ساختمان‌ها و غیرقابل استفاده شدن بافت افزایش می‌یابد. نقشه خروجی این شاخص حاکی از آن است که تعداد طبقات هر چه رنگ به سمت سبز مایل بشود تعداد طبقات بیشتر است و نشان از آسیب‌پذیری بیشتر است و رنگ قهوه‌ای نشان از میزان طبقات کمتر و رنگ زرد نشان از میزان طبقات متوسط دارد؛ که در نقشه تعداد طبقات محدوده موردتحقیق ناحیه ۵ بخش که به رنگ سبز و قهوه‌ای پررنگ مشخص است یک محدوده نظامی است. در ناحیه ۴ عباس‌آباد و محله نیلوفر که شامل بخش‌های مصلای امام خمینی و تپه‌های عباس‌آباد است و مرکز ناحیه ۲ (محله کاج) که پادگان نظامی ولیعصر (عج) است که با توجه به وجود اطلاعات کمتر در مورد این مناطق موردحفاظت میزان طبقات متوسط برای کاربری‌های آن‌ها در نظر گرفته‌شده است که نشان از آسیب‌پذیری کمتری است و بقیه ناحیه‌ها نیز علی‌الخصوص قسمت شرق منطقه یعنی ناحیه یک با توجه به وجود بافت‌های فرسوده به رنگ زرد و قهوه‌ای نشان از میزان طبقات متوسط و متوسط به بالا با میزان آسیب-پذیری بیشتر دارد. در مرحله آخر شاخص ریزدانگی مورد بررسی قرار گرفت که نشان می‌دهد دانه‌بندی قطعات هر چه رنگ به سمت سبز مایل شود نشان از دانه‌بندی و از آسیب‌پذیری بیشتر حکایت دارد و رنگ بنفش نشان از قطعه‌بندی درشت که احتمال آسیب‌پذیری آن کمتر است؛ که با توجه به نقشه دانه‌بندی (اندازه) قطعات محدوده موردمطالعه ناحیه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

۵ مجیدیه (ستاد نیروهای مشترک ارتش، باغ موزه قصر، زندان قصر، مجتمع ورزشی شهید شیرودی و...) و محله ۴ که شامل بخش‌های قندی و نیلوفر که شامل مصلی امام خمینی و تپه‌های عباس‌آباد است دانه‌بندی درشت است که احتمال آسیب‌پذیری در این قطعات کمتر است ولی در بقیه مناطق موردمطالعه خصوصاً در شرق منطقه دانه‌بندی ریز تر است که احتمال آسیب‌پذیری را بالا می‌برد.



اشکال ۶-۲: شاخص‌های کالبدی آسیب‌پذیری

- **شاخص‌های اجتماعی**

در بعد اجتماعی ۵ شاخص مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به رنگ های مختلف در خروجی شاخص ها به صورت تک تک مورد برسی قرار گرفته اند که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد؛ یکی از مهم‌ترین معیارهای موردبررسی شاخص تراکم جمعیت بود که به‌عنوان یکی از پارامترهای بسیار مؤثر در آسیب‌پذیری منطقه موردبررسی قرارگرفته است. به‌طوری‌که هرچه تراکم جمعیت در منطقه بیشتر بوده و این جمعیت به‌صورت نامتعادل توزیع‌شده باشد؛ میزان آسیب‌پذیری در برابر بلایا بیشتر بوده و تلفات و خسارت‌های بیشتری را سبب می‌شود؛ و حتی میزان امدادرسانی را نیز

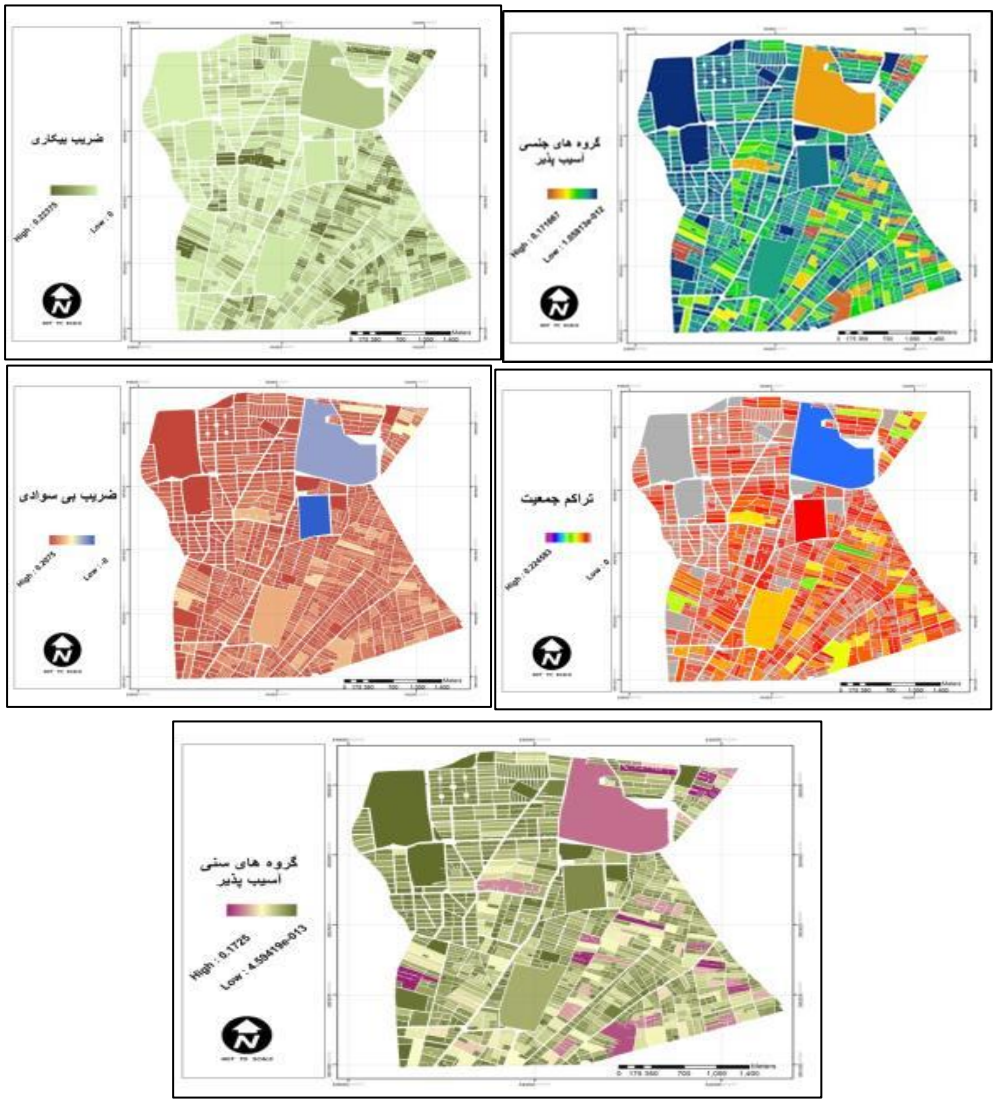
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

کاهش می‌دهند. در تحقیق موردنظر در بعد اجتماعی این شاخص بااهمیت‌ترین شاخص را تشکیل می‌دهد. همان‌طور که خروجی نرم افزار gis نشان می‌دهد رنگ‌های بنفش و آبی میزان تراکم بیشتری از جمعیت را نشان می‌دهند که نشان از میزان آسیب‌پذیری بیشتر است. رنگ زرد و سبز تراکم جمعیتی متوسط‌تر و رنگ‌های قرمز و قهوه‌ای تراکم کمتری از جمعیت را نمایش می‌دهند؛ بنابراین این‌گونه می‌توان تحلیل نمود که شمال شرق منطقه موردمطالعه تراکم جمعیت بیشتر درنتیجه آسیب‌پذیری بیشتری را داراست. علاوه بر میزان جمعیت شاخص دیگری که در این زمینه مهم می نمود میزان بیکاری در سطح منطقه بود که با توجه ارتباط نزدیک این شاخص با میزان درآمد افراد و از آنجا که فقر درآمدی به دلیل همبستگی آن یا دسترسی محدود به منابع (مطابقت نزدیک بین فقر و آسیب‌پذیری) برای تحلیل آسیب‌پذیری به کار می‌رود. عواملی که موجب فقر می‌شوند (مانند دسترسی محدود به انتخاب‌های شغلی یا ابزارهای تولید، نداشتن پس‌انداز، مسکن یا حق تصدی زمین و ناامنی غذایی)، اغلب همان عواملی هستند که آن‌ها را در برابر بحران‌ها آسیب‌پذیر می‌کند افرادی که وضعیت اقتصادی خوبی ندارند، به‌طور نامتناسب از فجایع تأثیر می‌پذیرند. قشر فقیر معمولاً درآمد و دارایی موردنیاز برای آمادگی در برابر فاجعه احتمالی یا بهبود بعد از فاجعه را در اختیار ندارند. با توجه به نقشه ضریب بیکاری در منطقه موردمطالعه رنگ سبز پررنگ نشان بیکاری بیشتر و سبز کم‌رنگ‌تر نشان از ضریب بیکاری کمتراست که در محدوده موردمطالعه ناحیه یک بیشترین ضریب بیکاری را نشان می‌دهد؛ و ناحیه ۵ بخش (ستاد مشترک ارتش و باغ موزه قصر، زندان قصر و ...)، ناحیه ۲ محله کاج (پادگان نظامی) و ناحیه ۴ قسمت مصلی امام خمینی و تپه‌های عباس‌آباد کمترین ضریب بیکاری را نشان می‌دهد. در ادامه شاخص های مورد بررسی ضریب بی سوادی شاخصی بود که در بعد اجتماعی مورد تحلیل قرار گرفت زیرا سطح تحصیلات یکی از شاخص‌هایی است که در منابع مختلف به‌عنوان شاخص اثرگذار بر آسیب‌پذیری اجتماعی به آن توجه شده است. در این پژوهش، تحصیلات به‌عنوان یکی از متغیرهای انسانی در نظر گرفته‌شده است و سطح تحصیلات رابطه مستقیم با آگاهی و درک مخاطرات دارد. همچنین، میزان تحصیلات از طریق تأثیر بر آگاهی و دانش افراد و به‌تبع آن قدرت واکنش افراد در مواقع بروز مخاطرات، نقش زیادی در کاهش آسیب‌پذیری افراد دارد. با توجه به نقشه ضریب بی‌سوادی محدوده موردتحقیق رنگ قهوه‌ای نشان باسوادی بیشتر و هرچه رنگ قهوه‌ای کمتر شود نشان بی‌سوادی بیشتر است. نتایج نقشه نشان می‌دهد بیشتر ناحیه یک ضریب بی‌سوادی بیشتری دارند و ناحیه ۴ و شمال منطقه ۷ بیشترین ضریب باسوادی دارند؛ و رنگ آبی محدوده ستاد نیروهای مشترک ارتش و پادگان و امور زندان‌ها است؛ که در تحلیل مورداستفاده قرار نگرفته است. در ادامه شاخص ها شاخص دیگری مورد بررسی قرار گرفت که می تواند از شاخص های مهم در این بعد باشد؛ و تأثیرپذیری بالایی در افزایش یا کاهش آسیب پذیری داشته باشد. با توجه به اینکه کودکان و سالمندان آسیب‌پذیرترین گروه‌ها در صورت وقوع فاجعه هستند. آن‌ها وابستگی بیشتری داشته و مقاومت کمتری در برابر فاجعه دارند و ممکن است محدودیت‌های حرکتی نیز داشته باشند. کودکان و به‌ویژه خردسالان نمی‌توانند در طول فاجعه از خود مراقبت کنند؛ زیرا آن‌ها منابع ضروری، دانش و تجارب زندگی برای مقابله‌ی مؤثر با آن وضعیت را ندارند. با توجه به نتایج نقشه گروه‌های آسیب‌پذیر، رنگ بنفش آسیب‌پذیری بیشتری را نشان می‌دهد و رنگ سبز نشان از گروه‌های سنی که آسیب‌پذیری کمتری را دارا هستند (به‌استثنای ستاد مشترک ارتش که به دلیل عدم وجود اطلاعات آن صفر در نظر گرفته‌شده و به همین دلیل با رنگ بنفش نمایش داده‌شده است). نتایج نقشه نشان می‌دهد که بیشترین گروه‌های سنی آسیب‌پذیر مربوط به جنوب شرق (ناحیه یک) و ناحیه ۵(مجیدیه – بوستان) است؛ و کمترین گروه ای آسیب‌پذیر سنی مربوط به ناحیه چهار (مصلی امام

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

خمینی و عباس‌آباد) است (شمال و شمال غرب منطقه ۷). در مرحله آخر شاخص ها؛ جنسیت نیز یکی دیگر از عناصر مهم آسیب‌پذیری اجتماعی شناخته شد. زنان نسبت به مردان اغلب به علت استخدام در بخش‌های ویژه، دستمزدهای پایین‌تر و مسئولیت در مواظبت از خانواده، آسیب‌پذیرترند. آسیب‌پذیری زنان بیشتر به دلیل عواملی همچون ضعف جسمی، بارداری و ملاحظات فرهنگی- مذهبی است که معمولاً وضعیت جسمانی پایین‌تر، قدرت واکنش کمتری نسبت به مردان در زمان وقوع مخاطرات بارداری زنان و توانایی حرکتی و واکنش کند آن‌ها در هنگام بارداری یکی از عوامل آسیب‌پذیری‌شان در برابر مخاطرات است. همچنین، آن‌ها به دلیل ملاحظات فرهنگی و مذهبی و پوشش خود داخل خانه نمی‌توانند با همان پوشش بیرون بیایند و به همین آسیب‌پذیری بیشتر نسبت به مردان در هنگام مخاطرات دارند. با توجه به نتایج نقشه رنگ آبی نشان از آسیب‌پذیری کمتر دارد و رنگ سبز نشان از آسیب‌پذیری بیشتر دارد و هرچه رنگ آبی کم‌رنگ‌تر شود آسیب‌پذیری متوسطی را نشان می‌دهد؛ که ناحیه یک بیشترین گروه‌های جنسی آسیب‌پذیر را داراست و ناحیه چهار (مصلی امام خمینی و عباس‌آباد) و شمال منطقه ۷ گروه‌های آسیب‌پذیر کمتری دارا می‌باشد.



نقشه‌های ۱۱-۷: شاخص‌های اجتماعی آسیب‌پذیری

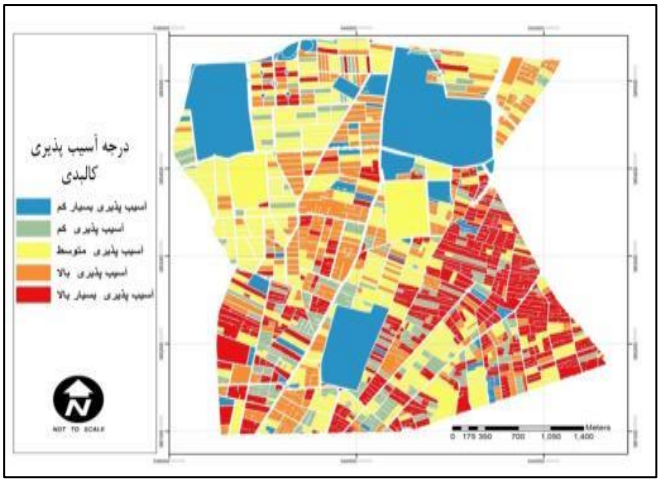
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

یافته های تحلیلی

برای تعیین میزان آسیب‌پذیری کلی منطقه مورد مطالعه در برابر مخاطرات طبیعی، نقشه های تولید شده باید روی هم وزن‌های و روی هم گذاری شوند. جهت تعین وزن هر یک از معیارها اط طریق مقایسه های زوجی، وزنی بین ۱ تا حداکثر ۹ در نظر گرفته شد. با اعمال مدل ارزابی چند متغیره فضایی در محیط GIS، وزن هر یک از شاخص های مؤثر بر آسیب‌پذیری مشخص، (نرمال شده بین صفر تا یک) و بر نقشه‌ی معیار مربوط اعمال شد (جدول ۱۲-۱۳). در مرحله بعدی با اعمال وزن‌های مربوط، نقشه ها در محیط GIS با هم تلفیق و نقشه های نهایی با عنوان نقشه های میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی ناشی از مخاطرات طبیعی تولید شد (شکل ۱۳-۱۲). به عبارت دیگر در گام نهایی جهت دستیابی به نقشه آسیب‌پذیری بعد کالبدی و اجتماعی از عملیات همپوشانی فازی (Fuzzy Overlay) استفاده شد. بدین منظور، لایه‌های رقومی (پارامترها) که در مرحله قبل فازی و سپس وزن‌دار شدند، با استفاده از عملگر گاما با مقدار ۰/۹ محاسبه شد. در این نقشه ها، کل منطقه در پنج درجه: آسیب‌پذیری بسیارکم،کم، متوسط، بالا و بسیار بالا نمایش داده شد.

نقشه شماره ۱۲ که تلفیقی از شاخص‌های کالبدی ازجمله تعداد طبقات، جنس مصالح، کیفیت ابنیه، قدمت بنا و دانه‌بندی قطعات می‌باشد. نمایانگر این است که رنگ قرمز در نقشه وجود آسیب‌پذیری بسیار بالا است که بیشترین میزان آسیب‌پذیری در بعد کالبدی ناحیه یک و شمال غرب ناحیه سه که شامل بیشترین بافته‌ای فرسوده است، می‌باشد؛ در مقابل رنگ آبی نشان‌دهنده‌ای آسیب‌پذیری بسیار کم در بعد کالبدی منطقه ۷ است. که محدوده نیروی ستاد مشترک ارتش در منطقه ۵ (مجیدیه – بستان)، محدوده پادگان ولیعصر در ناحیه ۲ و مصلی امام خمینی و عباس‌آباد در ناحیه ۴ آسیب‌پذیری بسیار کمی دارند. رنگ زرد که آسیب‌پذیری متوسط را نشان می‌دهد به‌صورت پراکنده و بیشتر در شمال غرب منطقه (ناحیه ۴) در منطقه ۷ دیده می‌شود. رنگ قهوه‌ای نیز نشان‌دهنده‌ای آسیب‌پذیری تقریباً بالا را نشان می‌دهد که بعد از رنگ قرمز در مرتبه دوم قرار دارد که نشان از آسیب‌پذیری بالا در منطقه ۷ می‌باشد. درمجموع منطقه ۷ تهران با توجه به نقشه موردنظر دارای میزان آسیب‌پذیری بالایی در بعد کالبدی است.

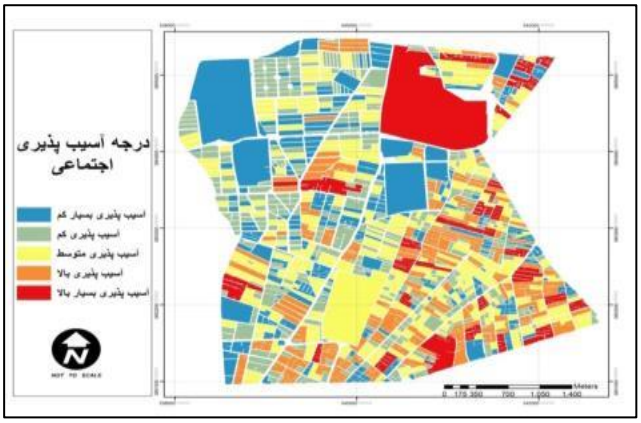


نقشه شماره ۱۲: درجه‌بندی میزان آسیب‌پذیری ابعاد کالبدی

نقشه شماره ۱۲ نیز تلفیقی از شاخص‌های بعد اجتماعی شامل ضریب بیکاری، گروه‌های سنی آسیب‌پذیر، گروه‌های جنسی آسیب‌پذیر، ضریب بی‌سوادی، تراکم جمعیت است؛ که طیف رنگی در آن نشان از شدت و ضعف آسیب‌پذیری در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

منطقه موردمطالعه می‌باشد؛ در نقشه فوق رنگ قرمز نشان از آسیب‌پذیری بسیار بالا است؛ که در نواحی ۵ و ۱(غیر از محدوده ستاد نیروهای مشترک ارتش که به علت کمبود اطلاعات درزمینهٔ شاخص‌ها) و بیشتر در جنوب شرق و شمال شرق منطقه ۷ دیده می‌شود که از آسیب‌پذیری اجتماعی بالای برخوردار هستند. رنگ آبی نشان‌دهنده‌ای آسیب‌پذیری بسیار کم است که در شمال، شمال غرب و قسمت‌های محدودی از جنوب غرب منطقه موردمطالعه دیده می‌شود. رنگ زرد که نشان‌دهنده‌ای آسیب‌پذیری اجتماعی متوسط است به‌صورت پراکنده و محدود در زمین‌های انتظامی (پادگان ولیعصر عج) دیده می‌شود.



نقشه شماره ۱۳: درجه‌بندی میزان آسیب‌پذیری ابعاد اجتماعی

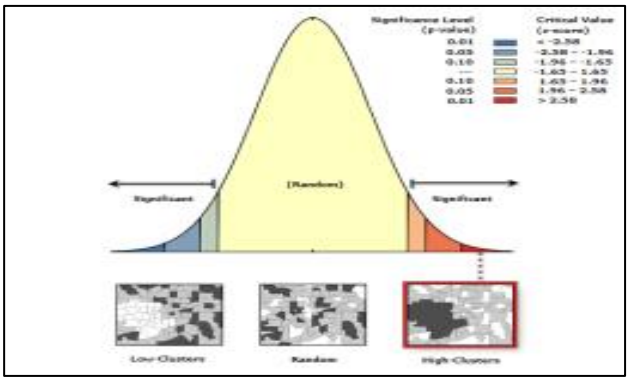
پس از ارزیابی میزان آسیب‌پذیری حال نوبت به بررسی الگوی رفتاری آسیب‌پذیری بعد کالبدی و بعد اجتماعی است.

- **الگوی توزیع فضایی بعد کالبدی آسیب‌پذیری با استفاده از آماره آرد جی**

آماره جی نوعی ابزار خوشه‌بندی زیاد/کم آمار استنتاجی است و نتایج آن بر مبنای فرضیه صفر تفسیر و بیان می‌شوند. فرضیه صفر برای آماره عمومی جی در مورد بعد کالبدی آسیب‌پذیری این‌گونه بیان می‌شود که « هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی در مقادیر آسیب‌پذیری کالبدی در منطقه موردمطالعه وجود ندارد». حال با توجه به نمره استاندارد z که عدد ۱۳.۸۲ در منطقه مورد مطالعه (منطقه ۷) در بعد کالبدی به‌دست‌آمده، کمتر از یک درصد این احتمال وجود دارد که الگوی خوشه‌بندی فضایی مقادیر آسیب‌پذیر کالبدی منطقه ناشی از شانس و اتفاق باشد، بنابراین فرضیه صفر رد می‌شود. لذا سطح معناداری صفر و همچنین واریانس صفر نشان از یک الگوی با تمرکز بالا دارد. با توجه به اینکه مقدار استانداردشده مثبت بوده و سطح معناداری در ناحیه قرمز (داغ) نمایش داده‌شده است؛ می‌توان نتیجه گرفت که در این منطقه خوشه‌بندی فضایی در مورد مقادیر بالا صورت گرفته است؛ یعنی مناطقی که به لحاظ فضایی در مجاورت یکدیگر قرارگرفته و تشکیل خوشه داده‌اند، مناطقی هستند که از آسیب‌پذیری کالبدی بالایی برخوردار هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

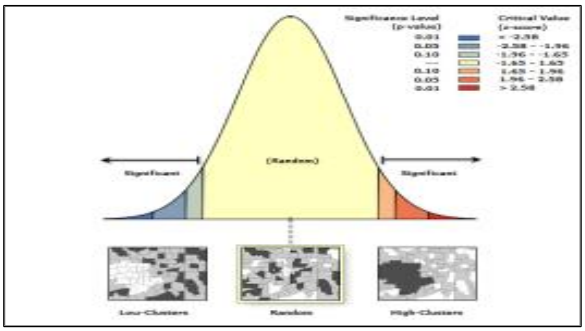


نمایش گرافیکی الگوی پراکنش فضایی بعد کالبدی آسیب‌پذیری در منطقه ۷ تهران

آماره جی مشاهده‌شده	۰.۰۰۰۷۹۶
آماره جی مورد انتظار	۰.۰۰۰۷۷۵
واریانس	۰.۰۰
امتیاز استانداردشده z	۱۳.۸۲۲۳۴۱
مقدارp-value	۰.۰۰

- **الگوی توزیع فضایی بعد اجتماعی آسیب‌پذیری با استفاده از آماره آرد جی**

در این قسمت نیز فرضیه صفر برای آماره عمومی جی در مورد بعد اجتماعی آسیب‌پذیری مورد بررسی قرار گرفته و این‌گونه بیان می‌شود که " هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی در مقادیر آسیب‌پذیری اجتماعی در منطقه موردمطالعه وجود ندارد". حال با توجه به نمره z که عدد ۱ را نشان می‌دهد بیانگر توزیع تصادفی آسیب‌پذیری اجتماعی در منطقه موردمطالعه و مبین این واقعیت است که بعد انسانی و اجتماعی آسیب‌پذیری در منطقه موردمطالعه از قواعد خاصی پیروی نمی‌کند. به عبارت دیگر اگر نمره z ما از یک بیشتر می‌بود نشان از خوشه بندی آسیب‌پذیری در بعد آسیب‌پذیری اجتماعی می‌بود. در حالیکه با توجه به نتیجه به دست آمده از آماره جی که برابر با یک است؛ این خوشه بندی صورت نگرفته و آسیب پذیری اجتماعی از قاعده خاصی پیروی نمی‌کند. و تحلیل و تفسیر الگوی رفتاری آسیب‌پذیری اجتماعی و برنامه‌ریزی جهت کاهش آن به‌مراتب دشوارتر بوده و پیش‌بینی آن نیز پیچیده‌تر از بعد کالبدی است.



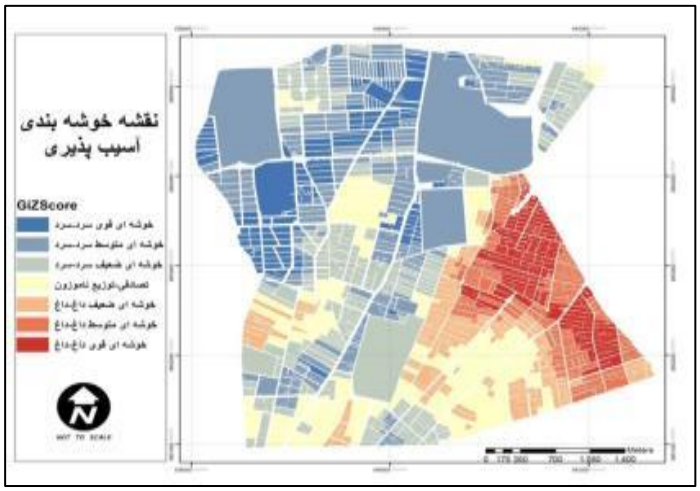
نمایش گرافیکی الگوی پراکنش فضایی بعد اجتماعی آسیب‌پذیری در منطقه ۷ تهران

آماره جی مشاهده‌شده	۰.۰۰۰۱۳۲
آماره جی مورد انتظار	۰.۰۰۰۱۳۴
واریانس	۰.۰۰۰
امتیاز استانداردشده z	-۱.۰۹۰۹۰۵
مقدارp-value	۰.۲۷۵۳۱۴

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

- ***نتایج حاصل از تحلیل لکه‌های داغ به‌منظور تفسیر الگوی آسیب‌پذیری (کالبدی-اجتماعی)***

همان‌طور در نقشه شماره ۱۴ مشاهده می‌شود امتیاز z مقادیر مثبت ۱.۹۶ به بالا که ازنظر آماری با ضریب ۹۰ تا ۹۹ درصد معنادار بوده و به رنگ قرمز می‌باشند؛ میزان بالای آسیب‌پذیری را نمایش می‌دهند که در پهنه جنوب شرقی منطقه خوشه‌هایی با لکه‌های داغ را تشکیل داده‌اند. مقادیر منفی ۱.۹۶- و کمتر که ازنظر آماری معنی‌دار بوده و به رنگ آبی هستند لکه‌های سرد را تشکیل داده‌اند و این‌گونه تفسیر می‌شود که نواحی دارای آسیب‌پذیری کم نیز در فضا خوشه‌بندی‌شده و عمدتاً در پهنه شمال غربی قرارگرفته‌اند. هر چه دامنه رنگ موردنظر در ناحیه‌های قرمز و آبی کاسته شود دارای معنی‌داری آماری کمتر بوده تا جایی که این امتیاز مثبت منفی ۱.۶۵ برسد که در این وضعیت رفتار فضایی آسیب‌پذیری ازنظر خوشه‌بندی‌های داغ یا سرد با مقادیر بالا و پایین و خودهمبستگی فضایی غیر معنادار تلقی می‌شوند که بر روی نقشه نیز با رنگ زرد نمایش داده‌شده است.



نقشه شماره ۱۴: خوشه‌بندی آسیب‌پذیری در ابعاد کالبدی و اجتماعی، مأخذ: نگارندگان

نتیجه‌گیری

یکی از وظایف برنامه‌ریزی شهری شناخت و کاهش آسیب‌پذیری مناطق شهری و روستایی برای تسهیل مدیریت و پایداری زیرساخت‌ها و همچنین مدیریت جامعه در شرایط بحران می‌باشد. آسیب‌پذیری شهری متأثر از سه عنصر مهم ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها، جمعیت و همچنین مراکز خدمات‌رسانی اورژانس می‌باشد؛ بنابراین آسیب‌پذیری شهری را می‌توان به دو بخش آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی تقسیم‌بندی نمود. شهر تهران به‌عنوان مرکز سیاسی اداری کشور حجم وسیعی از امکانات و جمعیت را در خود جای‌داده است. دراین‌بین، منطقه ۷ شهرداری تهران که به لحاظ قواعد شهرسازی و معماری، دارای بافت شطرنجی و ناهمگونی است و از واحدهای تفکیکی بسیار کوچکی تشکیل‌شده و نشانه‌ای از وضعیت نابسامان دوران تشکیل خود را نشان می‌دهد. لذا منطقه ۷ شهرداری تهران به‌عنوان نمونه موردی انتخاب‌شده است. نتایج پژوهش به این دلیل اهمیت دارد که فرق آن با پژوهش‌های قبلی داخلی در این است که دو بعد اجتماعی و کالبدی را هم‌زمان باهم در سنجش الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری در نظر گرفته‌شده است و نکته دیگر این است که درجه آسیب‌پذیری در خوشه‌های بیشتر نشان داده‌شده‌اند که نشان از جزئی و دقیق بودن نتایج پژوهش دارد. در پژوهش حاضر اهمیت نسبی معیارها با استفاده از روش فازی مثلثاتی استخراج گردید که طی آن کیفیت ابنیه، قدمت بنا، تراکم جمعیت و ضریب بیکاری بیشترین نقش را در میزان آسیب‌پذیری بازی می‌کردند که به‌منظور دستیابی به نقشه فضایی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

میزان آسیب‌پذیری در دو بعد کالبدی و اجتماعی از عملگر فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری بسیار بالا در منطقه موردمطالعه به لحاظ کالبدی ۲۲ درصد و به لحاظ اجتماعی ۱۶ درصد را در برمی‌گردد که نشان می‌دهد توزیع این دو بعد از آسیب‌پذیری به لحاظ فضایی باهم تفاوت ماهوی دارند که با استفاده از آماره عمومی جی مورد ارزیابی قرار گرفت. الگوی رفتار فضایی آسیب‌پذیری کالبدی، این فرضیه را که خوشه‌بندی فضایی مقادیر آسیب‌پذیر منطقه ناشی از شانس و اتفاق باشد رد و با سطح معناداری و واریانس صفر و نمره استاندارد z ۱۳.۸۲ گویای یک الگوی با تمرکز بالا است. با توجه به اینکه مقدار استانداردشده مثبت بوده و سطح معناداری در ناحیه قرمز (داغ) نمایش داده‌شده است؛ می‌توان نتیجه گرفت که خوشه‌بندی فضایی در مورد مقادیر بالا صورت گرفته یعنی مناطقی که به لحاظ فضایی در مجاورت یکدیگر قرارگرفته و تشکیل خوشه داده‌اند، مناطقی هستند که از آسیب-پذیری کالبدی بالایی برخوردارند؛ اما آماره عمومی جی در مورد بعد اجتماعی آسیب‌پذیری این‌گونه بیان می‌شود که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی در مقادیر آسیب‌پذیری اجتماعی در منطقه موردمطالعه وجود ندارد و نمره z که عدد ۱- را نشان می‌دهد بیانگر توزیع تصادفی آسیب‌پذیری اجتماعی در منطقه موردمطالعه و مبین این واقعیت است که بعد انسانی و اجتماعی آسیب‌پذیری در منطقه موردمطالعه از قواعد خاصی پیروی نمی‌کند و تحلیل و تفسیر الگوی رفتاری آسیب-پذیری اجتماعی و برنامه‌ریزی جهت کاهش آن به‌مراتب دشوارتر از و پیش‌بینی آن نیز پیچیده‌تر از بعد کالبدی است. شناسایی نقاط تمرکز جغرافیایی آسیب‌پذیری کالبدی-اجتماعی از یافته‌های نهایی پژوهش حاضر با استفاده از آماره گتیس –آرد جی (Getis-Ord Gi) حاصل گردید که طبق امتیاز z مقادیر مثبت ۱.۹۶ به بالا که ازنظر آماری با ضریب ۹۰ تا ۹۹ درصد معنادار بوده و به رنگ قرمز می‌باشند؛ میزان بالای آسیب‌پذیری را نمایش می‌دهند که در پهنه جنوب شرقی منطقه خوشه‌هایی با لکه‌های داغ را تشکیل داده‌اند. مقادیر منفی ۱.۹۶- و کمتر که ازنظر آماری معنی‌دار بوده و به رنگ آبی هستند لکه‌های سرد را تشکیل داده‌اند و این‌گونه تفسیر می‌شود که نواحی دارای آسیب‌پذیری کم نیز در فضا خوشه‌بندی‌شده و عمدتاً در پهنه شمال غربی قرارگرفته‌اند؛ بنابراین هر چه دامنه رنگ موردنظر در ناحیه‌های قرمز و آبی کاسته شود دارای معناداری آماری کمتر بوده تا جایی که این امتیاز مثبت منفی ۱.۶۵ برسد که در این وضعیت رفتار فضایی آسیب‌پذیری ازنظر خوشه‌بندی‌های داغ یا سرد با مقادیر بالا و پایین و خودهمبستگی فضایی غیر معنی‌دار تلقی می‌شوند که بر روی نقشه نیز با رنگ زرد نمایش داده‌شده است.

منابع

احد نژاد روشتی، محسن.۱۳۸۹. ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی: شهر زنجان، *فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، سال دوم، **۷**: ۷۱-۹۰.

احد نژاد، محسن؛ علی زلفی، محمدجواد نوروزی، کریم جلیلی.۱۳۹۰. ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله، نمونه موردی: شهر خرمدره، *فصلنامه جغرافیای و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس*، سال سوم، **۷**: ۸۱-۹۸.

پوراحمد، احمد؛ اسدالله دیو سالار، پروانه مهدوی، زهرا غلامرضایی.۱۳۹۳. برنامه‌ریزی پیشگیری از صدمات سانحه زمین‌لرزه در شهر سراب، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۳**: ۴۵-۵۷.

خاکپور، برات علی؛ محمدجعفر زمردیان، سلیمان صادقی، احمد مقدمی.۱۳۹۰. تحلیل میزان آسیب‌پذیری فیزیکی–کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیدگاه لرزه‌خیزی، *فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، سال نهم، **۱۶**: ۱-۳۳.

زنگی‌آبادی، علی؛ نازنین تبریزی،.۱۳۸۵. زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، *نشریه پژوهش‌های انسانی*، **۵۶**: ۱۱۵-۱۳۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

عسگری، علی. ۱۳۹۰. *تحلیل‌های آمار فضایی با arc gis*، چاپ اول. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری. تهران.

عسگری، علی؛ پدرام رخشانی، اکبر اسمعیلی. ۱۳۹۱. *کاربرد GIS در مدیریت بحران*، چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران.

فاضل نیا، غریب؛ سید یاسر حکیم دوست، یدالله بلبانی. ۱۳۹۳. *راهنمای جامع مدل‌های کاربردی GIS در برنامه‌ریزی‌های شهری، روستای محیطی*، جلد اول، انتشارات آزادپیما، تهران.

قنبری، ابوالفضل، علی زلفی.۱۳۹۳. ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در برابر زمین‌لرزه با تأکید بر مدیریت بحران شهری در شهر کاشمر، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۴**: ۵۹-۷۴.

محمدی، علیرضا؛ بهمن جاوید.۱۳۹۵. سنجش میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های غیررسمی در برابر خطر وقوع زمین‌لرزه با استفاده از GIS، موردپژوهش: محله زیر نهرتراب شهر پارس‌آباد، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، سال سوم، **۳**: ۴۱-۶۴

Aliabadi, S. F., Sarsangi, A., & Modiri, E. ۲۰۱۵. The social and physical vulnerability assessment of old texture against earthquake (case study: Fahadan district in Yazd City). Arabian Journal of Geosciences, **۸(۱۲)**: ۱۰۷۷۵-۱۰۷۸۷.

Aroca-Jimenez, E., Bodoque, J. M., Garcia, J. A., & Diez-Herrero, A. ۲۰۱۷. Construction of an integrated social vulnerability index in urban areas prone to flash flooding. *Natural Hazards & Earth System Sciences*, ***17*(۹).**

Botero Fernández, V. ۲۰۰۹. Geo-information for measuring vulnerability to earthquakes: a fitness for use approach (Doctoral dissertation, Utrecht University).

Xiu, C., Cheng, L., Song, W., & Wu, W. ۲۰۱۱. Vulnerability of large city and its implication in urban planning: A perspective of intra-urban structure. *Chinese Geographical Science*, ***21*(۲):** ۲۰٤-۲۱۰.

Huang, C. N., Liou, J. J., & Chuang, Y. C. ۲۰۱٤. A method for exploring the interdependencies and importance of critical infrastructures. *Knowledge-Based Systems*, *55*: ٦٦-۷٤.

Ebert, A., Kerle, N., & Stein, A. ۲۰۰۹. Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air-and spaceborne imagery and GIS data. *Natural hazards*, ***48*(۲)**: ۲۷۵-۲۹۴.

Fischer, H. W., Scharnberger, C. K., & Geiger, C. J. ۱۹۹٦. Reducing seismic vulnerability in low to moderate risk areas. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, *5*(٤), ٥-۱۸.

Ge, Y., Dou, W., & Zhang, H. ۲۰۱۷. A New Framework for Understanding Urban Social Vulnerability from a Network Perspective. *Sustainability*, ***9*(۱۰)**: ۱۷۲۳.

Jeong, S., & Yoon, D. K. ۲۰۱۸. Examining Vulnerability Factors to Natural Disasters with a Spatial Autoregressive Model: The Case of South Korea. *Sustainability*, ***10*(٥):** ۱٦٥۱.

Lin, K. H., Chang, Y. C., Liu, G. Y., Chan, C. H., Lin, T. H., & Yeh, C. H. ۲۰۱٥. An interdisciplinary perspective on social and physical determinants of seismic risk. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, ***15*(۱۰)**: ۲۱۷۳-۲۱۸۲.

Little, M., Paul, K., Jorderns, C. F. and Sayers, E. J. ۲۰۰۲. Vulnerability in the Narrative of Patients and Their Cares: Studies of Colorectal Cancer, Health, **٤(٤)** : ٤۲٥-٥۱۰.

Manepalli, U. R., Bham, G. H., & Kandada, S. ۲۰۱۱. Evaluation of hotspots identification using kernel density estimation (K) and Getis-Ord (Gi*) on I-٦۳۰. In *3rd International Conference on Road Safety and Simulation* (pp. ۱٤-۱٦).

Sanayei, A., Mousavi, S. F., & Yazdankhah, A. (۲۰۱۰). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, *37*(۱), ۲٤-۳۰.

Shirley WL, Boruff BJ, Cutter SL ۲۰۱۲ Social vulnerability to environmental hazards. *Hazards Vulnerability and Environmental Justice:* Routledge. pp. ۱٤۳–۱٦۰.

Singh, S. R., Eghdami, M. R., & Singh, S. ۲۰۱٤. The concept of social vulnerability: A review from disasters perspectives. *Int J Interdiscip Multidiscip Stud*, *1*(٦): ۷۱-۸۲.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

Smith, K., ۱۹۹۶, Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster, London, Routledge.
Srinivas, H. ۲۰۰۷. Cities and Urban Vulnerability in the context of Urban Environmental Management. *Nairobi: UNEP*.
Tapsell, S., McCarthy, S., Faulkner, H., & Alexander, M. ۲۰۱۰. Social vulnerability to natural hazards. State of the Art Report from CapHaz-Net's WP٤. London.
Arden, W. B. (۲۰۰۸). Medical geography in public health and tropical medicine: case studies from Brazil.
Wisner, B. ۲۰۰۳. Urban social vulnerability to disaster in Greater Los Angeles. *Sustainable Cities. Encyclopedia of Life Support Systems. Paris: UNESCO, forthcoming*.
Zali, N., & Azadeh, S. R. ۲۰۱٤. An Investigation of Ahar-Varzaghan Seismicity on August ۱۱, ۲۰۱۲ in The North West of Tabriz, Iran. *Journal of Sustainability Science and Management*, ***9*(۱)**: ۷۸-۸۹.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.3.49]