

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۱، تابستان ۱۳۹۳

وصول مقاله: ۱۳۹۲/۴/۲۹

تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۱۱/۲۰

صفحات: ۱۰۳ - ۸۵

طیف‌بندی و سنجش فضایی آسیب فیزیکی - اجتماعی شهرها در برابر زلزله با بکارگیری تکنیک VIKOR و GIS؛ مورد شناسی شهر یزد

الیاس مودت^۱، دکتر سعید ملکی^۲

چکیده

زلزله در جهان به عنوان یکی از مخرب‌ترین و تهدیدآمیزترین عامل انهدام حیات انسانی - محیطی مطرح می‌باشد. و آسیب‌های ناشی از آن در ابعاد مختلف (فیزیکی، اجتماعی و غیره) متوجه جوامع شهری که مدرن‌ترین و آسیب‌پذیرترین شیوه سکونت در جهان است، می‌شود. اما این پدیده طبیعی به خودی خود در هر مکانی می‌تواند قابلیت ایجاد بحران و آسیب را نداشته باشد. بلکه آمادگی و برنامه‌ریزی دقیق برای تعیین درجات آسیب، کنترل، کاهش عواقب نامطلوب زلزله می‌تواند تعیین کننده درجه بحران آن باشد. در نتیجه شناخت ابعاد اجتماعی و فیزیکی موضوع که رابطه دوسویه در آسیب ناشی از زلزله دارد ضرورت می‌یابد. که پژوهش مورد نظر با ماهیت "توسعه‌ای - کاربردی" روش تحقیق "توصیفی - تحلیلی" به بررسی موضوع در شهر یزد پرداخته است. و از آنجا که تنها ابزار انسان جهت تعیین آسیب‌های ناشی از آن اطلاعات موجود و روش‌های کمی - آماری می‌باشد؛ این پژوهش با بهره‌گیری ۳۰ متغیر از شاخص‌های اجتماعی - فیزیکی و استفاده از تکنیک VIKOR و GIS، و همچنین نرم افزارهای Excel و SPSS به پهنه‌بندی و ارزیابی آسیب لرزه‌ای پرداخته است. که نتایج مورد نظر نشان می‌دهد میزان VIKOR و به عبارتی مقدار Q_i ، S_i و R_i در مناطق سه‌گانه شهر یزد به ترتیب برابر $(Q_i = 0.990, S_i = 0.79, R_i = 0.676)$ ، $(Q_i = 0.775, S_i = 0.246, R_i = 0.184)$ ، $(Q_i = 0.151, S_i = 0.176, R_i = 0.176)$ می‌باشد. و براساس شروط مدل VIKOR، منطقه دو در سه گروه R، S و Q در پایین‌ترین رتبه قرار دارد، در مرحله بعد منطقه سه و در نهایت منطقه یک کمترین آسیب‌پذیری را در شهر یزد دارا می‌باشد.

کلید واژگان: زلزله، اجتماعی، فیزیکی، VIKOR، GIS، شهر یزد.

مقدمه

زلزله از دیر باز جزء پرخطرترین مخاطرات طبیعی بوده و می‌باشد و همواره از ریسک بالایی برخوردار بوده است. ریسک زلزله، خسارات قابل انتظاری است که در اثر آن به عناصری از جامعه یا محیط آسیب‌هایی وارد می‌گردد (سیلاوی، ۱۳۸۵: ۱، رهنما و طالعی، ۱۳۹۰: ۲).

براساس گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۲م، ایران در میان دیگر کشورهای جهان، یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله و تعداد تلفات این سانحه به خود اختصاص داده است (UNDP, 2004). تخمین زده می‌شود که حدود ۹۵ درصد کل قربانی‌های بلایای طبیعی در دنیا در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Kreimer et al, 2003: 2). به طور متوسط نزدیک به ۱۳۰/۰۰۰/۰۰۰ نفر در جهان، در معرض خطرات ناشی از وقوع زمین لرزه قرار دارند. در این بین، ایران با ۴۷ هزار و ۲۶۷ نفر کشته، بالاترین رتبه دارد. همچنین به لحاظ تلفات ناشی از زلزله، ایران ۶ درصد از تلفات زلزله‌ای را در جهان دارا می‌باشد (ابلقی، ۱۳۸۴: ۲).

مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهد آسیب‌پذیری گروه‌های مختلف مردم ساکن در نواحی خطر خیز شهر، بسته به سطح زندگی و وضعیت اجتماعی و فیزیکی آنها در نقاط مختلف متفاوت است (احدنژاد روشتی، ۱۳۸۹: ۲). و آسیب‌های ناشی از آن همواره علاوه بر غافل‌گیری مسئولان، هزینه‌های زیادی را تحمیل کرده و قابلیت بسیار بالایی برای تبدیل شدن به انواع دیگر آسیب‌ها اعم از سیاسی، اقتصادی و فرهنگی را دارا می‌باشد (تاجیک، ۱۳۸۴: ۳۳). و بنا به میزان و زمینه آن می‌تواند جهت‌های متفاوتی به خود بگیرد (زینالی، ۱۳۸۴: ۱۹۲).

امروزه، تحلیل و کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی به حوزه مهم و گسترده‌ای در سپهر

برنامه‌ریزی و مدیریت مخاطرات تبدیل شده است (قدیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۱)؛ به گونه‌ای که از حرکت همزمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت بحران به سمت کاهش آسیب‌پذیری صحبت می‌شود (قدیری، ۱۳۸۵ الف و ب و ۱۳۸۷). آسیب‌پذیری بر حسب مبانی متفاوتی مانند درجه زیان و آسیب حاصل از یک پدیده بالقوه آسیب رسان (Ford, 2002: 2). شرایط و موقعیت اجتماعی - اقتصادی (Cannon, 2002 & Wisner et al, 2004) و خصیصه‌ای از یک سیستم زوجی انسانی - محیطی (Turner et al, 2003: 61) تعریف شده است. در مجموع امروزه بر مبنای نگرش ترکیبی (Cutter et al, 2002: 90; ISDR, 2004: 14; UNDP, 2004: 11; Birkmann, 2005 & Adger, 2006; Galopin, 2006) در تحلیل و کاهش آسیب‌پذیری بر نقش متقابل جامعه و طبیعت تاکید می‌شود. بنابراین، آسیب‌پذیری نباید در بین افراد، گروه‌ها و یا فضای خاصی از جوامع و یا منطقه تمرکز یابد (قدیری، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰).

براساس مطالب ذکر شده، پژوهش حاضر قصد دارد با تمرکز بر آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله و به منظور پیش‌نگری آنها با به کارگیری مدل‌های آماری و کمی به بررسی موضوع بپردازد که مبتنی بر آن، سازمان‌های متولی کنترل آسیب‌های اجتماعی و مخاطرات طبیعی، توانایی پیشگیری، کاهش و مدیریت این چنین مخاطراتی را در شهر داشته باشند.

اهداف تحقیق

هدف غالب برنامه‌ها و طرح‌های زمین لرزه‌ای، نجات دادن جان افراد می‌باشد. به منظور برآورد هرچه واقعی‌تر خسارت لرزه‌ای لازم است تا ارزیابی صحیحی از سطوح ممکن تلفات بدست آید. تخمین تلفات به طور ذاتی به علت پارامترهای زیاد که در شدت زلزله و آسیبات ناشی از آن که مطرح است. امری دشوار و

می تواند میزان آنرا را تغییر دهد (الاجگردی، ۱۳۷۶: ۱۶۱). بنابراین، جامعه آماری تحقیق ۵۰ محله در قالب ۳ منطقه در شهر یزد می‌باشد. که از ۵۰ متغیر، از شاخص‌های اجتماعی- فیزیکی برای تعیین آسیب- پذیری مناطق استفاده گردید؛ و همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل VIKOR و نرم افزارهای SPSS، GIS و EXCEL استفاده شده است.

سوالات تحقیق

- ۱) آیا ارزیابی آسیب‌پذیری شهر (یزد)، به صورت تک- بعدی برای هر شاخص امکان‌پذیر است؟
- ۲) پهنه‌بندی آسیب ناشی از زلزله با چه شاخص‌ها و روش‌های امکان‌پذیر می‌باشد؟
- ۳) بر اساس شروط مدل VIKOR آسیب‌پذیرترین منطقه شهر یزد کدام منطقه می‌باشد؟

شناخت محدوده مورد مطالعه

شهر یزد با مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه، ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه، ۵۳ دقیقه عرض شمالی بزرگترین واحد تاریخی استان یزد و مرکز اداری آن است. ارتفاع متوسط این شهر از سطح دریا ۱۲۳۰ متر می‌باشد (زیاری، ۱۳۸۱: ۱۱).

چهره و سرنوشت شهر یزد از همان سحرگاه تاریخ اسلام که دو قبیله از اعراب بنی عامر و بنی تمیم در شهر یزد ساکن شدند رقم خورد. چرا که دو گروه زرتشتیان و مسلمان از همان ابتدا مجبور به هم زیستی با یکدیگر شدند (میرحسینی، ۱۳۷۱: ۲۲۲). سیر تحول جمعیت شهر یزد در گذر زمان همواره سریعتر از سایر نقاط شهری استان بوده است. این روند باعث گردیده تا سهم جمعیتی این شهر از کل جمعیت شهری شهرستان و حتی استان فزونی یابد و طی یک دوره ۵۰ ساله (۸۵-۱۳۳۵) جمعیت شهر یزد از ۶۳۵۰۲ نفر به ۴۲۳۰۰۶ نفر رسیده و تقریباً ۷ برابر گردیده است (مودت، ۱۳۹۰: ۴۳).

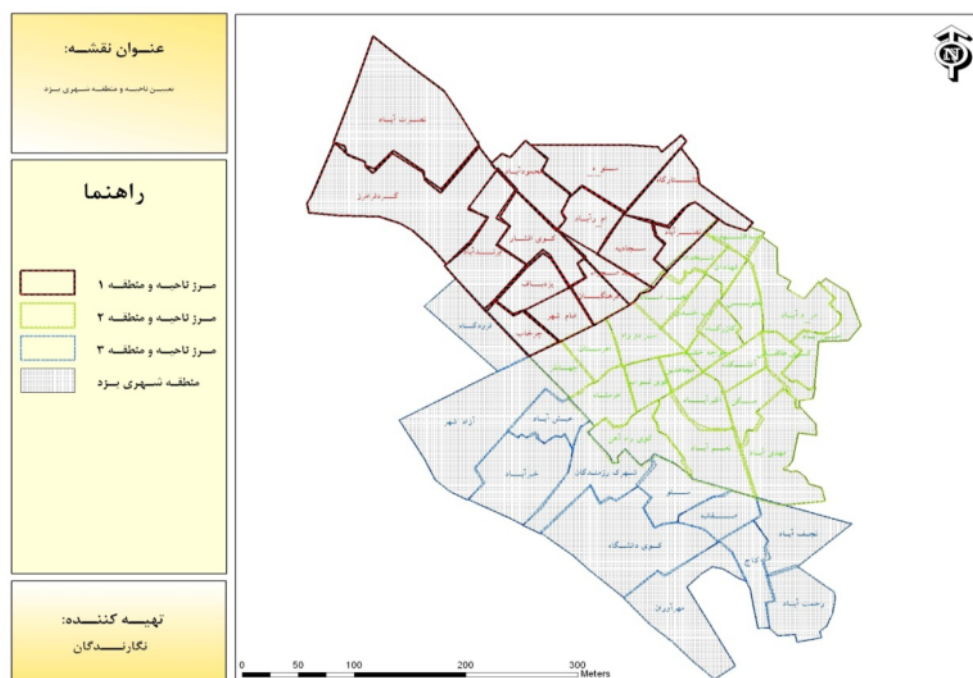
بسیار متغیر است. و مطالعات صورت گرفته در خصوص آسیب اجتماعی و فیزیکی بسیار محدود و ناچیز است (Tavakoli, 1993: 12؛ قائمیان و خانزاده، ۱۳۸۷؛ قائمیان و همکاران، ۱۳۹۰). در نتیجه از یکسو بر مبنای تعریف هدف تحقیق، که عبارت است از: نتایج مورد انتظاری که فعالیت‌های ما به سوی آنها جریان پیدا می‌کند (آیت الهی، ۱۳۷۷: ۵۹ و قانع بصیری، ۱۳۷۳: ۵۹). و از سوی دیگر، در مطالعات داخلی به دلیل نقص و کمبود پایگاه داده‌های مورد نیاز برای بررسی آسیب‌پذیری فیزیکی - اجتماعی، هدف اصلی پژوهش، کمک برای پر نمودن خلاهای موجود می‌باشد. و اهداف آن به شرح زیر می‌باشد:

- نحوه بکارگیری مدل و تکنیک‌های برنامه‌ریزی جهت بررسی موضوع تحقیق.

- شناسایی معیارهای موثر در آسیب‌پذیری اجتماعی لرزه‌ای در شهر.
- شناسایی معیارهای موثر در آسیب‌پذیری فیزیکی لرزه‌ای در شهر.
- شناسایی میزان تاثیر هر متغیر در آسیب‌پذیری لرزه‌ای.

روش تحقیق

ماهیت پژوهش حاضر توسعه‌ای- کاربردی می‌باشد. زیرا تحقیق علمی، یعنی جمع‌آوری و پردازش داده‌هایی که حقایق علمی، بر آن مبتنی است (Parker, 2002: 13). زیرا اساس جغرافیای نو، شاهد تغییرات عمده‌ای از جغرافیای توصیفی به سوی موضوعات و کارهای تحلیلی و کاربردی بوده است. رویکرد جغرافیای کاربردی بر آن است که قوانین ناظر بر فضا را دریابد (استعلاجی، ۱۳۸۴: ۱۲۶-۱۳۶). شیوه تحقیق این پژوهش ترکیبی از روش‌های توصیفی، اسنادی و تحلیلی می‌باشد. شیوه تحقیق در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به معنای تبیین حرکت در جهت رسیدن به حقایق در ابعاد مختلف می‌باشد. که در این مسیر شاخص‌ها و عواملی دخالت دارند که



نقشه (۱): تعیین محدوده ناحیه و منطقه شهری یزد

پیشینه لرزه خیزی منطقه

به گسل مروست-ندوشن رابطخ پیدا می‌کند. گسل دیگری که به یک مفهوم امتداد گسل پشت‌بام می‌باشد بنام گسل چابدونی، شرق منطقه را تا انار و رفسنجان در بر می‌گیرد. در محدوده شهر یزد تنها یک گسل شناخته شده وجود دارد، در ۳ کیلومتری شمال شرق یزد رسوبات مارنی و ماسه‌ای و کنگلومرانی گچ‌دار و نمک‌دار نئوژن با جهت شمال غربی-جنوب شرقی بیرون زدگی دارند طول این گسل ۴۷ کیلومتر و از نوع فشاری می‌باشد (کلانتری، ۱۳۷۸: ۱۱۴). شهر یزد با توجه به این که تقریباً در موقعیت مرکزی ناحیه تکتونیکی ایران قرار دارد، وارث بیشترین ویژگی‌های زمین ساختی سایر نواحی تکتونیکی ایران می‌باشد (مهرشاهی و مهرنهاد، ۱۳۸۳: ۲۲). و بطور کلی موقعیت جغرافیایی محدوده باعث شده است که این منطقه در طول دوره‌های زمین‌شناسی کانون انواع فعالیت‌های تکتونیکی و محل برخورد انواع گسل‌ها، با روندها و سنین مختلف از یکسو، و انواع لرزه‌ای

ایران از لرزه‌خیزترین کشورهای جهان است و سابقه لرزه‌خیزی در آن به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد (مروندی، ۱۳۸۲: ۱۹ و کلانتری خلیل‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۳). در ایران به طور متوسط هر سال یک زلزله به بزرگی ۶ ریشتر و هر ۱۰ سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر رخ می‌دهد (علیدوستی، ۱۳۷۱: ۵۰). پراکندگی وقوع زلزله در ایران نشان می‌دهد که منطقه خراسان با ۹۸ زلزله مخرب در طول تاریخ لرزه‌خیزترین پهنه ایران راداشته است (احمدی و بوچانی، ۱۳۸۲: ۱۳).

استان یزد با قرارگیری در ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی وارث بیشتر ویژگی‌های زمین ساختی سایر نواحی تکتونیکی ایران می‌باشد. در مقیاس کلی از روند تکتونیکی منطقه مسیر دو گسل بزرگ ایران مرکزی را در شرق و غرب منطقه می‌توان مشاهده نمود. گسل دهشیر- با قرارگیری در متداد شیرکوه، فرورفتگی ابرقو-سیرجان را در غرب خود قرار داده و در گرانش جانبی نیز از قسمت شمالی به نائین و از بخش جنوبی

تکتونیک، با روندها و شدت‌های فرسایش و رسوبگذاری متفاوت از سوی دیگر باشد.

تعاریف و مبانی نظری تحقیق

- آسیب‌پذیری

مفاهیم و تعاریف آسیب‌پذیری از نظر تعداد بیشمار و از نظر لغوی متفاوتند ولی در ساده‌ترین حالت و پرکاربردترین حالت به معنای، درجه زیان حاصل شده از یک پدیده بالقوه آسیب‌رسان (ECHO, 1999: 16) به کار رفته است. و امروزه این توصیف از آسیب‌پذیری، مفهومی محدود، فنی و به طور عمده فیزیکی از آن می‌باشد (Smith, 2000: 16). زیرا در مطالعه آن به خصیصه‌ای از سیستم زوجی انسانی-محیطی^۱ ایجاد شده است (Cutter, 2000: 737 and Weichselgartner, 2001: 94).

با توضیح فوق صاحب‌نظران و متفکران زیادی این واژه را تعریف کرده‌اند که نمونه‌ای از آنها عبارت است از:

- از نظر خصوصیت اجتماعی: اشکال آمادگی در برابر خطر که به وسیله جامعه به صورت عمومی ایجاد شده است، به طور مثال کدهای ساختمانی و غیره (Cannon, 2000: 1 and Cannon, 2003: 63).

- شرایط تعیین شده به وسیله عوامل یا فرایندهای فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی، که تأثیرپذیری یک جامعه را نسبت به تأثیر مخاطرات افزایش می‌دهد (ISDR, 2004: 41).

- آسیب‌پذیری شهری

میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با آثار مخاطرات طبیعی بر اساس موقعیت آنها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) را آسیب‌پذیری شهری گویند (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۳).

- ریسک (خطرپذیری)

خطرپذیری دامنه وسیعی دارد و یک مفهوم انتزاعی است. که تعریف آن دشوار و در برخی از موارد، اندازه‌گیری آن غیر ممکن است. عموماً خطرپذیری، دو معنا را به دنبال دارد: (۱) آینده. (۲) عدم قطعیت. بنابراین واقعه‌ای که مربوط به آینده نباشد و یا در مورد وقوع آن شک نداشته باشیم خطرپذیری تلقی نمی‌گردد. تلقی افراد از خطرپذیری، تأثیر منفی آن بر زمان‌بندی فعالیت‌ها و هزینه مالی و صدمات جانی آن بر جوامع است. در صورتی که خطرپذیری می‌تواند درجه‌ای بر فرصت‌ها، توسعه و بهبود و یا تفکر جدید نیز باشد (مفضلی و صفی، ۱۳۸۹: ۷). که از نظر چاپمن (Chapman, 1980)، خطرپذیری را تابعی از احتمال روی دادن یک خطر طبیعی مشخص نشده و آسیب‌پذیری نهادهای اجتماعی می‌داند. و اسمیت (Smith, 1998)، خطرپذیری را احتمال روی دادن خطر معرفی نموده است. در نتیجه به طور کلی خطرپذیری احتمال وقوع رویدادهای آسیب‌رسان است که از تقابل خطرات، آسیب‌پذیری اجتماعی و طبیعی، حاصل شده است (Airmic, 2002: 2).

بر اساس تعاریف آسیب‌پذیری و انواع آن، سه دیدگاه کلی در خصوص آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی وجود دارد:

۱- دیدگاه زیستی-فیزیکی که حواث جغرافیایی و نزدیکی در معرض آن قرار داشتن را علت اصلی آسیب‌پذیری می‌داند.

۲- دیدگاه ساخت اجتماعی که مطابق آن، درجه‌ای که مردم در برابر مخاطرات آسیب‌پذیرند، فقط به طبیعت یا نزدیکی به منبع خطر بیستگی ندارد؛ بلکه به شرایط اجتماعی نیز وابسته است. بر اساس آن، علت متفاوت در میزان آسیب‌پذیری، جامعه است نه نیروی طبیعی و حوادث جغرافیایی.

۳- دیدگاه ترکیبی که با تمرکز بر تعامل طبیعت و جامعه به دامنه کامل شرایطی که می‌تواند سیتمی را به اختلالات حساس کند، توجه دارد (قدیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۴).

مرحله بعد تجزیه و تحلیل‌ها صورت گرفته است که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

- معرفی شاخص‌های تحقیق

شناخت بهتر و دقیق‌تر از مکان‌های جغرافیایی در زمینه‌های مختلف در سطوح متفاوت منوط به در دسترس داشتن اطلاعات کامل و پردازش شده از مکان‌های مورد نظر است. برای نیل به این مهم از شاخص‌ها و متغیرها استفاده می‌شود. این شاخص‌های ترکیبی می‌توانند سطحی از آسایش و رفاه و رشد و توسعه مکان‌های جغرافیایی براساس معیارهای انتخاب شده را نشان دهند. تعیین این شاخص‌ها مهم‌ترین قدم در مطالعات برنامه‌ریزی می‌باشد (زیاری، ۱۳۸۳: ۶۷).
به منظور تعیین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی مناطق، از آخرین اطلاعات منتشر شده توسط مرکز آمار ایران، سالنامه آماری استان، اطلاعات مندرج در سایت استانداری یزد و اطلاعات شهرداری یزد استفاده گردیده. برخی شاخص‌ها از حالت خام خارج شده و بصورت ضریب یا نسبت آنها استفاده گردیده است. و به منظور هر چه خلاصه‌تر کردن مقاله اعداد در محاسبات تا ده رقم اعشار ولی در نمایش یک الی چهار رقم اعشار نمایش داده شده است.

مشاهدات مختلف نشان داده‌اند ظرفیت افراد در مقابله با حوادث شدید آنها توسط عوامل و محدودیت‌های متعددی کاهش می‌یابد؛ بنابراین، آسیب‌پذیری با موقعیت اجتماعی - فیزیکی نزدیکی و همبستگی زیادی دارد. اگر فرض را بر این گذاریم، انسانها به طور برابر به منابع دسترسی دارند ولی به طور برابر در معرض خطرات قرار ندارند. ولی این انسانها در هر ویژگی و شرایطی، فرآیندها و ساختار فضایی اجتماعی - فیزیکی در تعیین اینکه چه کسی بیشتر در معرض مخاطرات قرار دارد، بسیار مهم و اساسی می‌باشد. زیرا، تاثیر یک حادثه طبیعی بر هر اجتماع و فضایی نتیجه دسته پیچیده‌ای از عوامل و شرایط می‌باشد. که بعضی در ارتباط با کالبد و فیزیک و بعضی موارد در ارتباط با اجتماع و انسان می‌باشد.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

این قسمت پژوهش شامل: (۱) ارزیابی آسیب‌پذیری انسانی - فیزیکی در برابر زلزله بر اساس معیار و استاندارد، (۲) ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی-فیزیکی لرزه‌ای با مدل VIKOR و GIS می‌باشد. که ابتدا به معرفی شاخص‌های مورد مطالعه پرداخته شده و در

جدول (۱): معرفی شاخص‌های مورد مطالعه جهت بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر یزد

شماره	نام متغیر	شماره	نام متغیر
اجتماعی			
۱	تعداد خانوار	۱۳	جمعیت مرد
۴	جمعیت کل	۱۴	جمعیت زن
۹	تراکم جمعیت	۱۵	نسبت جنسی
۱۰	جمعیت ۰-۱۴ سال	۱۶	جمعیت باسواد ۶ ساله و بیشتر
۱۱	جمعیت ۱۵-۶۴ سال	۲۹	ضریب شاغلین
۱۲	جمعیت بیشتر از ۶۵ سال	۳۰	ضریب بیکاران
فیزیکی			
۲	تعداد واحد مسکونی	۲۰	ساختمان‌های با مصالح فلزی
۵	مساحت واحد مسکونی ۱۰۰-۲۰۰ مترمربع	۲۱	کیفیت ساختمان‌های تخریبی
۶	واحد مسکونی ۲۰۰-۳۰۰ مترمربع	۲۲	کیفیت ساختمان‌های در حال ساخت
۷	واحد‌های مسکونی زیر ۱۰۰ مترمربع	۲۳	کیفیت ساختمان‌های قابل نگهداری
۱۷	ساختمان‌های با مصالح آجر و آهن	۲۴	کیفیت ساختمان‌های مرمتی
۱۸	ساختمان‌های با مصالح آجر و چوب و سنگ	۲۵	میانگین طبقه ساختمان‌های مسکونی
۱۹	ساختمان‌های با مصالح بتنی	۲۶	میانگین سطح اشغال ساختمان‌ها
اجتماعی - فیزیکی			
۳	نسبت خانوار به واحد مسکونی	۲۷	مساحت شبکه معابر
۸	مساحت منطقه	۲۸	مساحت پارک

آسیب‌پذیری لرزه‌ای

$$V_{H_T} = \phi \times V_{ph} + \varphi \times V_{H_u}$$

در رابطه فوق: V_{H_T} : میزان نهایی آسیب‌پذیری انسانی هر پلاک ساختمانی. V_{ph} : میزان آسیب‌پذیری سازه ای ناشی از تاثیر شاخص های شهرسازی در هر پلاک ساختمانی. V_{H_u} : میزان آسیب پذیری انسانی ناشی از تاثیر شاخص های شهرسازی در هر پلاک ساختمانی. ϕ و φ : ضرایب اهمیت شاخص های شهرسازی و سازه ای نسبت به یکدیگر می باشد (شریف-زادگان و فتحی، بی تا: ۱۱۲).

- **تراکم جمعیت**: تراکم جمعیت به معنی جمعیت در واحد سطح است و معمولاً به واحد نفر در هکتار بیان می گردد. تراکم جمعیت می توان در هر قلمرویی نظیر تراکم جمعیتی کشور، تراکم جمعیتی شهری، تراکم جمعیتی محله ای اندازه گیری نمود. و به عباریت شاخصی که مشخص کننده بار جمعیتی در مواقع زلزله می باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیت، سرعت پناه گیری و خدمات رسانی و امداد پائین می آید و بالعکس.

❖ وضعیت آسیب پذیری انسانی-فیزیکی در برابر زلزله

- **آسیب پذیری فیزیکی**: میزان آسیب‌پذیری سازه ای از طریق ایجاد روابط بین شاخص های ارزیابی آسیب‌پذیری سازه ای و میزان آسیب‌پذیری هر یک از آنها محاسبه می شود که برای تعیین میزان این آسیب می توان از روش زیر استفاده نمود:

$$V_{ph} = \sum_{i=1}^n W_i \delta_i$$

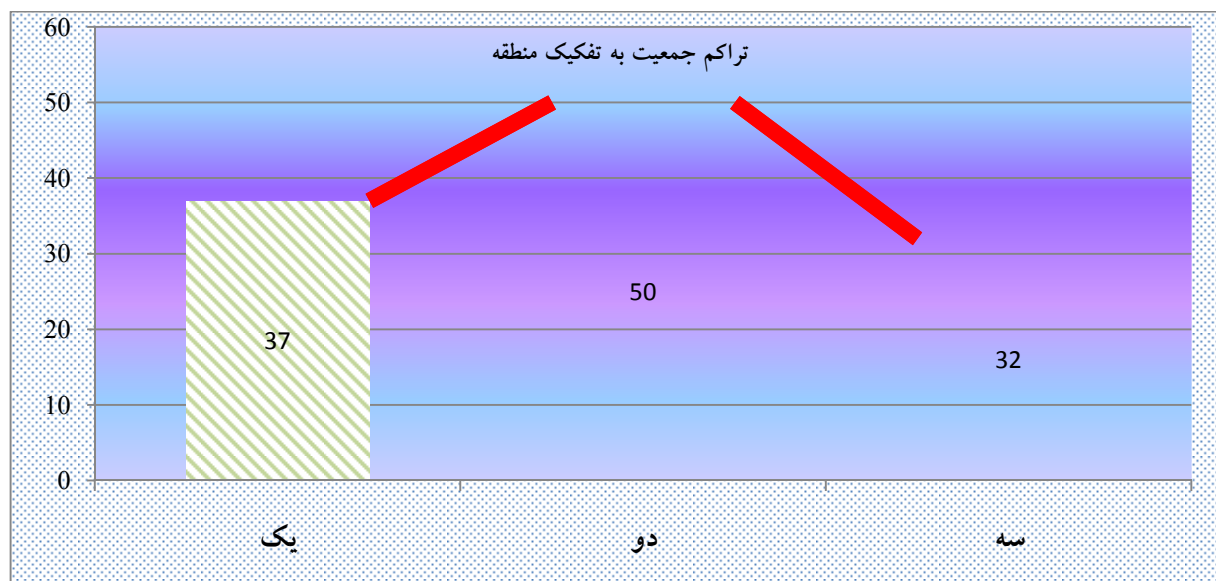
در این رابطه: V_{ph} : میزان آسیب‌پذیری سازه ای هر بلوک ساختمانی. W_i : وزن هر متغیر، δ_i : میزان آسیب‌پذیری هر شاخص سازه ای.

- **آسیب پذیری اجتماعی**: میزان آسیب‌پذیری انسانی (کشته و زخمی) نسبتی از ساختمان های آسیب دیده و وضعیت برنامه ریزی و طراحی شهری آن مکان است. که برای بدست آوردن میزان این آسیب دیدگی می توان از فومول زیر استفاده نمود. برای استفاده از این رابطه می توان میزان آسیب‌پذیری انسانی ناشی از شاخص های سازه ای و برنامه ریزی را نشان داد:

جدول (۲): رابطه میان تراکم جمعیت و میزان آسیب‌پذیری لرزه ای در شهر یزد

وضعیت منطقه	متغیر	آسیب‌پذیری	شاخص
سه	۰-۳۵	خیلی کم	تراکم جمعیت
یک و دو	۳۵-۶۵	کم	
	۶۵-۱۰۰	متوسط	
	۱۰۰-۱۸۰	زیاد	
	۱۸۰-۵۰۰	خیلی زیاد	

مأخذ: محاسبات نگارندگان.



نمودار(۱): رتبه‌بندی مناطق شهر یزد به لحاظ تراکم جمعیت

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

- ساختار سنی جمعیت: در خصوص ابعاد جمعیت یکی از معیار موثر در افزایش و کاهش آسیب ناشی از زلزله ساختار سنی جمعیت می‌باشد. در سه گروه عمده سنی میزان تاثیر پذیری آنها به شرح زیر می‌باشد.

- بر اساس جدول و نمودار فوق مشخص می‌گردد: منطقه دو با تراکم ۵۰ درصد بیشترین و منطقه سه با ۳۲ درصد کمترین تراکم جمعیت را دارا می‌باشند. در نتیجه در شاخص مورد نظر در زمان زلزله به لحاظ اجتماعی آسیب‌پذیرترین منطقه، منطقه دو شهر یزد خواهد بود.

جدول(۳): رابطه میان ساختار سنی جمعیت و میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر یزد

منطقه ۳	منطقه ۲	منطقه ۱	متغیر	آسیب‌پذیری	شاخص
۲۹	۲۳/۲	۲۲/۸	۱۴-۰ سال	کم	}
۷۸	۷۰/۵	۷۲/۸	۱۴-۶۵ سال	متوسط	
۲	۶/۳	۴/۳	بیشتر از ۶۵ سال	زیاد	

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

- در گروه آسیب‌پذیری با درجه متوسط و به عبارتی در گروه سنی ۱۴-۶۵ سال، منطقه سه با ۷۸ درصد بیشترین و منطقه ۲ با حدود ۷۱ درصد کمترین میزان را دارا می‌باشند.

- در گروه آسیب‌پذیری با درجه زیاد و به عبارتی در گروه سنی بیشتر از ۶۵ سال، منطقه سه با ۲ درصد کمترین و منطقه ۱ با حدود ۶ درصد بیشترین میزان را دارا می‌باشند.

بر اساس جدول فوق آسیب‌پذیری اجتماعی ناشی از زلزله در متغیر ساختار سنی جمعیت مشخص می‌گردد:

- در گروه آسیب‌پذیری با درجه کم و به عبارتی در گروه سنی کمتر از ۱۴ سال، منطقه سه با ۲۹ درصد بیشترین و منطقه ۱ با حدود ۲۳ درصد کمترین میزان را دارا می‌باشند.

- کیفیت ابنیه: این شاخص تاثیر بسیار مهمی بر میزان آسیب‌پذیری کالبدی دارد. احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا(نوساز) در مقابل زلزله نسبت به ساختمان‌های مخروبه و مرمتی بیشتر است.

جدول(۴): رابطه میان کیفیت سازه و میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر یزد

شاخص	آسیب‌پذیری	متغیر	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳
بازرسی	زیاد	تخریبی	۲/۸	۵/۳	۱
	متوسط	در حال ساخت	۴/۷	۴/۶	۲
	کم	قابل نگهداری	۶۸/۴	۷۸/۵	۸۵/۹

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

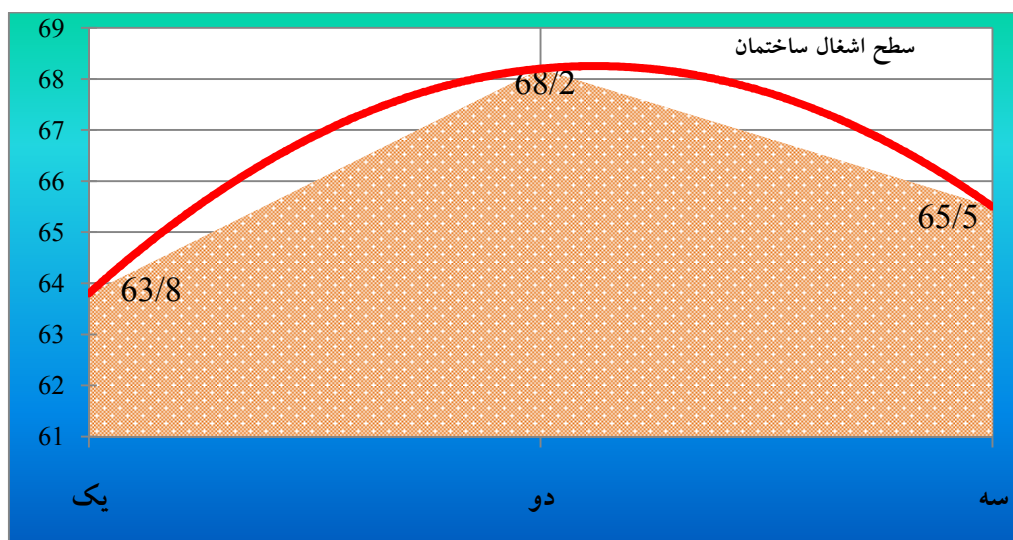
بر اساس جدول فوق آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شاخص کیفیت سازه:
 - در گروه آسیب‌پذیری با درجه زیاد، منطقه دو با ۵ درصد بیشترین و منطقه سه با حدود ۱ درصد کمترین میزان را دارا می‌باشند.

- ضریب اشغال: شاخصی که با بیشتر شدن آن تخریب و میزان آسیب لرزه‌ای بیشتر می‌شود.

جدول(۵): رابطه میان ضریب اشغال ساختمانی و میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر یزد

شاخص	آسیب‌پذیری	متغیر	وضعیت مناطق
بازرسی	کم	کمتر از ۲۵	
	متوسط	۲۵-۵۰	
	زیاد	بیشتر از ۵۰	یک، دو و سه

مأخذ: محاسبات نگارندگان.



نمودار(۲): مقایسه ضریب اشغال ساختمانی در شهر یزد به تفکیک منطقه

طبیعی مقاومت خاصی نشان می‌دهد. که شهر یزد بافت منظم شهری قسمت نوساز شهر یزد مقامت بیشتری که منطقه سه را شامل و منطقه ۱ و ۲ به ترتیب در حد متوسط و زیاد می باشند.

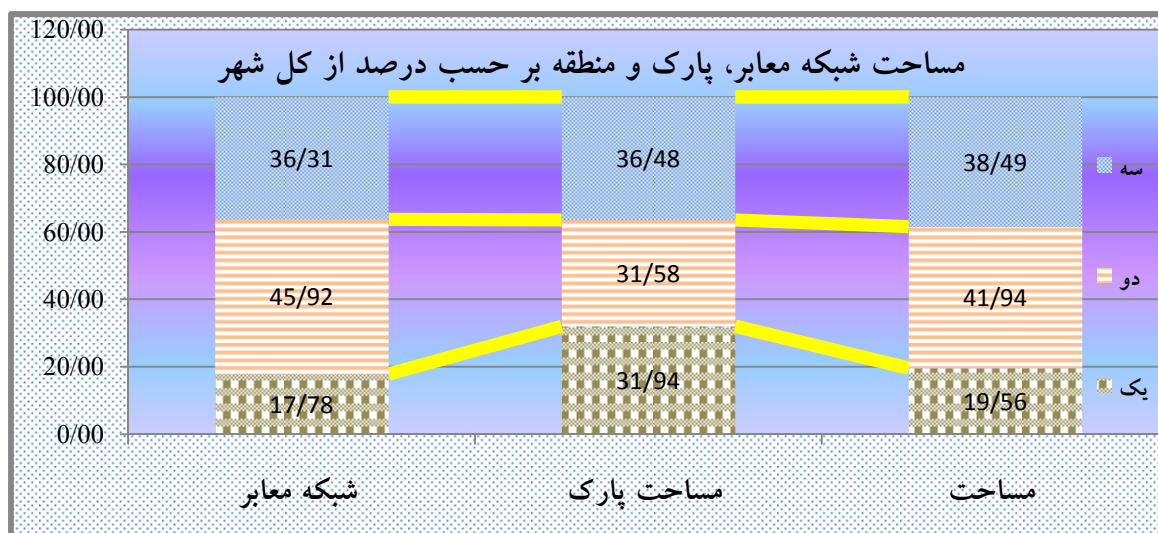
- مساحت پارک، منطقه و شبکه معابر: در یک

شهر هر چه میزان پارک، فضای سبز و شبکه معابر بیشتر باشد میزان آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد و بالعکس. ولی به لحاظ مساحت منطقه، اگر سایر معیارها را در حد استاندارد داشته باشد بزرگی آن تاثیری در افزایش آسیب‌پذیری ندارد ولی اگر معیارهای مورد نظر جهت تعیین آسیب‌پذیری در حد پائین باشد به مراتب هر چه مساحت بیشتر با میزان آسیب نیز افزایش می‌یابد.

- بر اساس جدول و نمودار فوق مشخص می‌گردد: منطقه دو با ضریب اشغال حدود ۶۷ درصد بیشترین و منطقه یک با حدود ۶۴ درصد کمترین ضریب اشغال را دارا می‌باشند. در نتیجه در شاخص مورد نظر در زمان زلزله آسیب‌پذیرترین منطقه، منطقه دو شهری یزد خواهد بود.

- **عمر مفید سازه:** عمر مفید ساختمان به طور نسبی در ایران ۳۰ سال برآورد شده است. بدین صورت هر چه عمر ساختمان بیشتر باشد، متقابلاً میزان آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد.

- **بافت شهر:** شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچکترین اجزا تشکیل دهنده شهر، بافت شهر را مشخص می‌کند. هر نوع بافت شهری در مقابل بلایای



نمودار (۳): مقایسه میزان مساحت پارک، شبکه معابر و مناطق در شهر یزد بر حسب درصد از کل
مأخذ: محاسبات نگارندگان.

- آسیب‌پذیری در شاخص، مساحت منطقه‌ای، منطقه دو با حدود ۴۲ درصد، بیشترین و منطقه یک یا حدود ۲۰ درصد کمترین مساحت را دارا می‌باشد.

بر اساس جدول فوق آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شاخص مورد نظر:

- آسیب‌پذیری در شاخص، شبکه معابر، منطقه دو با حدود ۴۶ درصد، بیشترین و منطقه یک با حدود ۱۸ درصد کمترین شبکه معابر را دارا می‌باشد.

(۱) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری:

$$X = \begin{matrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{matrix}$$

(۲) بدست آوردن ماتریس بی‌مقیاس سازی موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) را در ماتریس قطعی وزن‌ها (W_{n*n}) ضرب می‌کنیم (مومنی، ۱۳۹۱: ۱۳)،

$$V = N * W_{n*n} \quad \text{یعنی:}$$

که این ماتریس داریم:

$$f_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

در این مرحله ابتدا باید اعداد مورد نظر را بی-مقیاس نمود که از فرمول زیر استفاده گردیده و با محاسبات صورت گرفته نتایج آن به شرح جدول ذیل می‌باشد:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{2 \sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

جدول (۶): بی‌مقیاس سازی شاخص‌ها با استفاده از نورم در منطقه شهری یزد

شاخص	منطقه			شاخص	منطقه		
	۱	۲	۳		۱	۲	۳
INDEX 1	0.48	0.83	0.28	INDEX 16	0.57	0.58	0.58
INDEX 2	0.49	0.83	0.28	INDEX 17	0.62	0.49	0.62
INDEX 3	0.57	0.58	0.58	INDEX 18	0.10	0.95	0.30
INDEX 4	0.49	0.82	0.29	INDEX 19	0.59	0.57	0.57
INDEX 5	0.58	0.58	0.58	INDEX 20	0.78	0.47	0.41
INDEX 6	0.41	0.41	0.82	INDEX 21	0.16	0.87	0.46
INDEX 7	0.64	0.64	0.43	INDEX 22	0.29	0.67	0.68
INDEX 8	0.64	0.70	0.32	INDEX 23	0.64	0.58	0.51
INDEX 9	0.46	0.71	0.53	INDEX 24	0.38	0.40	0.83
INDEX 10	0.67	0.53	0.52	INDEX 25	0.58	0.58	0.58
INDEX 11	0.61	0.55	0.57	INDEX 26	0.57	0.60	0.56
INDEX 12	0.25	0.80	0.55	INDEX 27	0.59	0.75	0.29
INDEX 13	0.58	0.57	0.57	INDEX 28	0.63	0.55	0.55
INDEX 14	0.57	0.58	0.58	INDEX 29	0.96	0.26	0.10
INDEX 15	0.59	0.57	0.57	INDEX 30	0.19	0.95	0.25

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

❖ برآورد آسیب‌پذیری اجتماعی-فیزیکی لرزه‌ای با تکنیک و مدل مدل VIKOR¹:

در دهه‌های اخیر کاربرد روش‌های کمی در برنامه‌ریزی به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است (حسین زاده‌دلیر، ۱۳۸۷: ۱۴۵). و روش‌های متفاوتی برای ارزیابی و همچنین برنامه‌ریزی وجود دارد (مومنی، ۱۳۷۷، ۹۳). یکی از این مدل‌ها، روش VIKOR می‌باشد.

اپریکوویک و تزنگ در سال ۱۹۸۸ روش ویکور را ارائه دادند. این روش که مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است، مسائلی با معیارهای نامناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در شرایطی که فرد تصمیم‌گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مسئله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری موثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود (عطائی، ۱۳۸۹: ۹۰). مراحل روش مدل مورد نظر به شرح زیر می‌باشد:

¹ - VlseKriterijumska optimizacija I Kompromisno Resenje.

با توجه به نتایج مرحله قبل، جهت تعیین وزن هر شاخص نیازمند طی کردن سه مرحله ذیل می‌باشد:

(۱) بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad ; \quad \forall_j$$

(۲) محاسبه آنترופی شاخص‌ها:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}] \quad ; \quad \forall_j$$

(۳) محاسبه میزان عدم اطمینان:

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall_j$$

جدول (۷): تعیین وزن هر شاخص با تکنیک آنترופی شانون

شاخص	E_j	d_j	W_j	شاخص	E_j	d_j	W_j
INDEX 1	0.05	0.08	0.92	INDEX 16	0.00	0.00	0.99
INDEX 2	0.05	0.08	0.92	INDEX 17	0.00	0.01	0.99
INDEX 3	0.00	0.00	0.99	INDEX 18	0.18	0.30	0.70
INDEX 4	0.05	0.08	0.92	INDEX 19	0.00	0.00	0.99
INDEX 5	0.00	0.00	0.99	INDEX 20	0.02	0.04	0.96
INDEX 6	0.03	0.05	0.95	INDEX 21	0.10	0.16	0.84
INDEX 7	0.01	0.01	0.99	INDEX 22	0.03	0.06	0.94
INDEX 8	0.03	0.04	0.96	INDEX 23	0.00	0.00	0.99
INDEX 9	0.01	0.02	0.98	INDEX 24	0.04	0.06	0.94
INDEX 10	0.00	0.01	0.99	INDEX 25	0.00	0.00	0.99
INDEX 11	0.00	0.00	0.99	INDEX 26	0.00	0.00	0.99
INDEX 12	0.05	0.08	0.92	INDEX 27	0.04	0.06	0.94
INDEX 13	0.00	0.00	0.99	INDEX 28	0.00	0.00	0.99
INDEX 14	0.00	0.00	0.99	INDEX 29	0.18	0.31	0.69
INDEX 15	0.00	0.00	0.99	INDEX 30	0.14	0.23	0.77

مأخذ: محاسبات نگارندگان.

مطلوب‌تری قرار گرفته است. ولی منطقه ۲ و ۳ به علت موقعیت قرار گیری خاص (مرکز شهر و منطقه مهاجر نشین) این وضع در ویژگی اقتصادی و فیزیکی آن نیز تاثیر نامطلوبی گذاشته است تا حدی که باعث قرار گرفتن این مناطق به عنوان مناطق آسیب پذیر متوسط به بالای شده است.

(۳) تعیین بهترین و بدترین معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر بدست می‌آید:

- تراکم جمعیتی: روند افزایش قابل توجهی را داشته و همچنین نسبت به دیگر مناطق این روند همچنین صادق است.

- جمعیت زیر ۱۴ سال: حدود ۳۰ درصد جمعیت کل را در منطقه تشکیل می‌دهد. و جمعیت بالای ۶۵ سال آن حدود ۴ درصد جمعیت را شامل می‌شود. و مساحت منطقه کمترین میزان و جز مناطق با مصالح با دوام قرار گرفته است. به صورت جزئی منطقه یک به لحاظ آسیب پذیری اجتماعی نسبت به دیگر مناطق در تعدادی متغیرها تا این مرحله از محاسبات در وضع

مقادیر S و R با توجه به روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{f_{ij}^* - f_{ij}}{f_{ij}^* - f_{ij}^-}$$

$$R_i = \max \left\{ w_j \frac{f_{ij}^* - f_{ij}}{f_{ij}^* - f_{ij}^-} \right\}$$

که در روش فوق مقدار وزن مورد نظر برای معیار f_{ij} می باشد.

بهترین مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$f_{ij}^* = \max f_{ij}$$

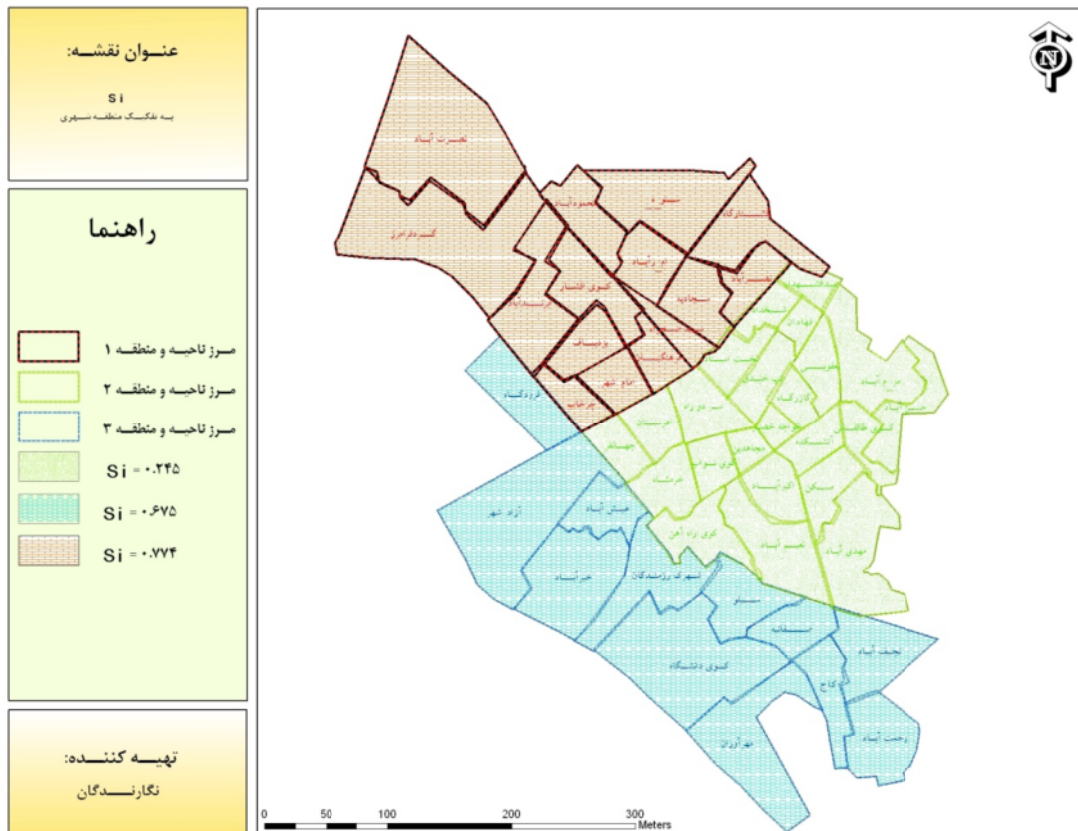
$$f_{ij}^- = \min f_{ij}$$

بدترین مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

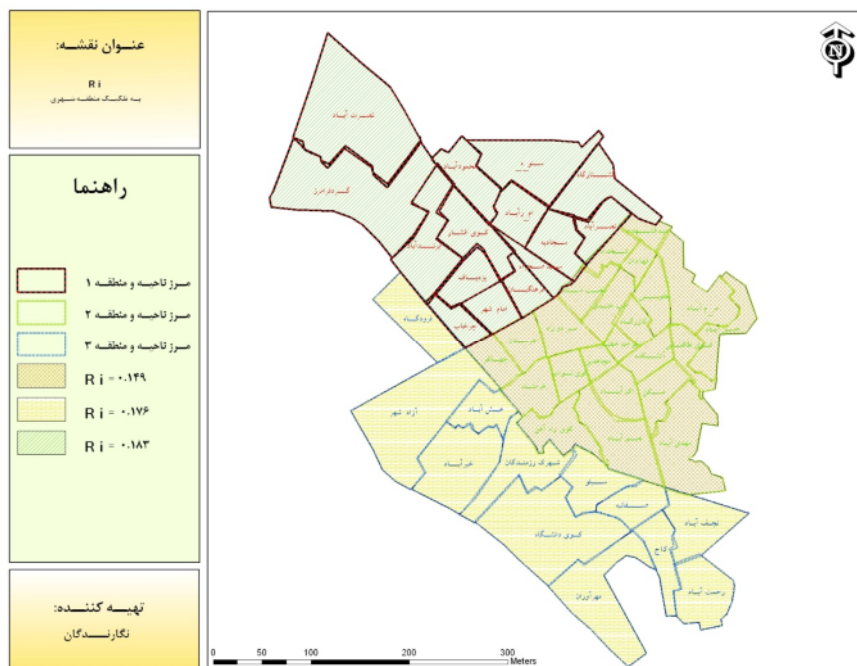
$$f_{ij}^- = \min f_{ij}$$

$$f_{ij}^* = \max f_{ij}$$

(۴) محاسبه مقدار سودمندی (S) و تاسف (R):



نقشه (۲): سطح‌بندی میزان S_i با استفاده از مدل VIKOR در شهر یزد به تفکیک منطقه

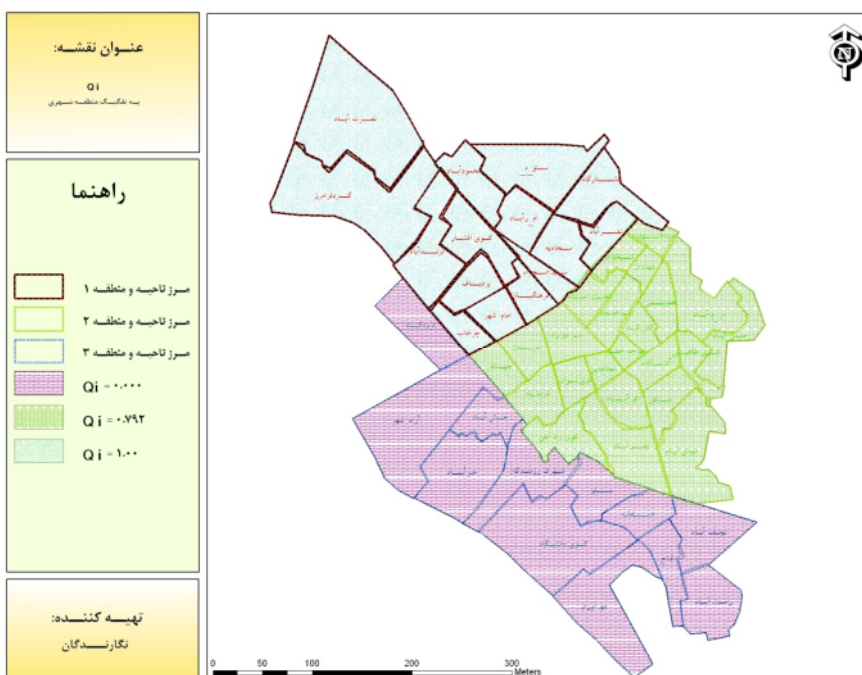


نقشه (۳): سطح بندی میزان R_i با استفاده از مدل VIKOR در شهر یزد به تفکیک منطقه

(۵) محاسبه شاخص VIKOR و به عبارتی مقدار Q_i:

$$Q_i = v \left[\frac{S_i - S^-}{S^* - S^-} \right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^-}{R^* - R^-} \right]$$

$$S^- = \min S_i \quad S^* = \max S_i \quad R^- = \min R_i \quad R^* = \max R_i$$



نقشه (۴): سطح بندی میزان Q_i با استفاده از مدل VIKOR در شهر یزد به تفکیک منطقه

در نتیجه مشاهده می‌گردد منطقه دو از نظر شاخص R و Q آسیب‌پذیرترین منطقه می‌باشد و به نوعی علاوه بر شرط اول در هر سه گروه R، S و Q آسیب‌پذیرترین می‌باشد. بنابراین بر اساس شرط اول رابطه زیر صادق می‌باشد:

$$0.246 - 0.729 \geq \frac{1}{3 - 1}$$

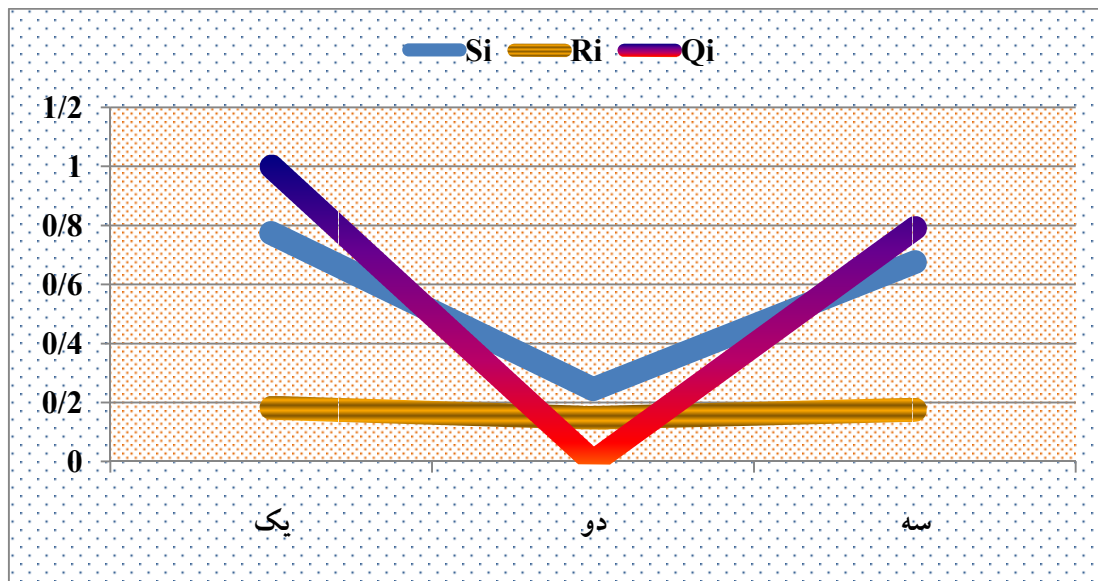
و به عبارتی منطقه دو در یکی از دو گروه S و R به عنوان برتر شناخته شده است لذا شرط دوم نیز برقرار است.

۶) مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر R، S و Q انجام این مرحله مرتب کردن مقادیر از کوچک به بزرگ می‌باشد. و در نهایت برای انتخاب گزینه برتر یا بدتر شرایط زیر لازم است:

شرط اول: اگر گزینه A_1 و A_2 به ترتیب اولین و دومین گزینه مورد نظر در گروه و n بیانگر تعداد گزینه‌ها باشد، رابطه زیر برقرار است:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{n - 1}$$

شرط دوم: گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه‌های S و R به عنوان برتر شناخته شود. و زمانی شرط اول برقرار نباشد مجموعه‌ای گزینه‌ها به عنوان گزینه برتر و یا بدتر شناخته می‌شوند.



نمودار (۴): رتبه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی - اجتماعی شهر یزد در برابر زلزله

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به شاخص‌ها و معیارهای مورد استفاده در این تحقیق که عوامل انسانی شامل: جمعیت، تراکم جمعیت، توزیع و پراکندگی جمعیت، توزیع سنی جمعیت و عوامل فیزیکی آن نیز شامل: توزیع ساختمان و مسکن، ضریب اشغال شهری، کیفیت بنا،

با توجه به نمودار و شرایط مورد نظر مشخص می‌گردد که منطقه دو در سه گروه R، S و Q در پایین‌ترین رتبه قرار دارد، در مرحله بعد منطقه سه و در نهایت منطقه یک کمترین آسیب‌پذیری را در شهر یزد دارا می‌باشد.

منابع و ماخذ

- قدمت بنا، مساحت‌های شهری بوده است. می‌توان دریافت که شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری با تکیه بر معیارهای اجتماعی - فیزیکی ابزارهایی را در جهت کاهش و بهبود محیط انسانی - کالبدی اتخاذ می‌کند. بر همین فرض این پژوهش با بکارگیری مدل VIKOR به تعیین میزان آسیب لرزه‌ای در شهر یزد پرداخته که نتایج نشان داد منطقه ۲ و ۱ شهر یزد به ترتیب به عنوان آسیب پذیرترین و مقاوم‌ترین منطقه به لحاظ اجتماعی در برابر زلزله می‌باشند.
- نتایج حاصل از بررسی صورت گرفته می‌تواند منجر به درس‌هایی در آمادگی و برنامه‌ریزی در برابر زلزله باشد. به صورتی که ایمنی شهر در برابر خطرات زلزله به عنوان یک هدف در تمامی سطوح برنامه‌ریزی مد نظر قرار گیرد، که سطح میانی برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی می‌تواند از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله باشد. بنابراین جهت کاهش خطرات ناشی از زلزله موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:
- بهبود و باسازی سازه‌های ضعیف شهر مانند منطقه بافت قدیم.
 - تقویت و باسازی مناطقی که از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار می‌باشند.
 - توزیع و پراکندگی جمعیت متناسب وضعیت و شرایط مناطق شهری.
 - کاهش شفافیت در نمای ساختمان‌ها و متناسب با اقلیم و محیط جهت کاهش خسارت.
 - آگاهی هر چه بیشتر مسئولین و مدیران در خصوص اثرات زلزله در شهر در فرآیند قبل و بعد از زلزله.
 - ارزیابی دقیق‌تر خسارت ناشی از زلزله در شهر (خسارت وارده به اماکن عمومی، شریان حیاتی و غیره).
 - کوشش هر چه بیشتر جهت ارتقاء ظرفیت و توانایی‌های مدیریت بحران.
- آیت الهی، علیرضا (۱۳۷۷)، اصول برنامه‌ریزی، انتشارات مرکز مدیریت دولتی، تهران.
- الاجگردی، ا (۱۳۷۶)، مسکن بهینه (نمونه موردی شهر تبریز)، پایان نامه کارشناسی ارشد، تبریز، دانشکده علوم انسانی - اجتماعی دانشگاه تبریز. زیاری، کرامت ا... (۱۳۸۱)، طرح پژوهشی بررسی تأثیر حضور و عدم حضور افغانه در ساختار اشتغال شهر یزد، دانشگاه یزد. یزد.
- احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۸۹)، ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله نمونه موردی شهر زنجان، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال دوم، شماره ۷.
- احدنژاد روشتی، محسن؛ نوروزی، محمد جواد؛ زلفی، علی (۱۳۸۸)، برآورد آسیب‌پذیری شهرها در برابر شدت‌های مختلف زلزله با استفاده از مدل AHP نمونه موردی شهر خرمدره، دومین کنفرانس مدیریت بحران، نقش فناوری نوین در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از حوادث غیر مترقبه.
- احمدی، حمید و بوچانی، محمد حسین (۱۳۸۲)، پیشینه زلزله در ایران، ماهنامه شماره ۵۸ شهرداری‌ها.
- استعلاجی، علیرضا (۱۳۸۴)، بررسی عوامل جغرافیایی در نظام استقرار سکونتگاه‌ها با تاکید بر تکنیک کمی، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳.
- تاجیک، محمد رضا (۱۳۸۴)، مدیریت بحران، نقدی بر شیوه‌های تحلیل و تدبیر بحران در ایران چاپ اول و دوم، تهران: گفتمان فرهنگ.
- حسین زاده دلیر، کریم (۱۳۸۷)، برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، چاپ اول، انتشارات سمت.
- راهنما، امیر حسین و طالعی، محمد (۱۳۹۰)، اولویت‌بندی بازسازی مناطق شهری تهران در برابر زلزله به کمک مدل فازی و GIS، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۶.
- زیاری، کرامت الله (۱۳۸۳)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه تهران.
- زینالی، امیر حمزه (۱۳۸۴)، جایگاه سازمان‌های دولتی مسوول بحران‌ها و تهدیدهای اجتماعی در ایران فصلنامه رفاه اجتماعی، شماره ۱۶.
- سالنامه آماری استان یزد (۱۳۷۵)، استانداری یزد.

- سالنامه آماری استان یزد (۱۳۸۵)، استانداری یزد.
- سیلاوی، طاهر (۱۳۸۵)، ارزیابی آسیب‌پذیری شهر تهران با بکارگیری مدل‌های فازی شهودی، پایان‌نامه کارشناسی، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
- شریف‌زادگان، محمد حسین؛ فتحی، حمید(بی‌تا)، طراحی و کاربرد مدل‌های فضایی ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، در قسمت ارشیو مجلات sid.
- عزیزی، محمد مهدی و اکبری، رضا (۱۳۸۷)، ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴.
- عطائی، محمد (۱۳۹۰)، تصمیم‌گیری چند معیاره، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.
- علیدوستی، سیروس (۱۳۷۱)، کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله، انتشارات دانشگاه تهران.
- قائمیان، محمد رضا و خانزاده، خسرو (۱۳۸۷)، طبقه‌بندی انواع ساختمان‌ها و برآورد تابع خسارت برای ساختمان‌های غیر مهندسی ساز در شهر بم، پژوهشنامه پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی، ۱۱(۱).
- قائمیان، محمد رضا؛ احمد زاده، سمیه؛ میرزایی، نوربخش (۱۳۹۰)، برآورد تابع خسارت برای ساختمان‌های غیر مهندسی ساز در منطقه زرنند، محله مهندسی عمران شریف ۱-۲۷(۴).
- قانع بصیری، محسن (۱۳۷۳)، از اطلاعات تا آگاهی (نظریه تعادلات سه جزئی)، چاپ اول، تهران.
- قدیری، محمود (۱۳۸۵)، آسیب‌پذیری نسبت به بحران، مسئله ای از جامعه یا برای جامعه مطالعه موردی کلانشهر تهران، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت بحران در حواث غیر مترقبه، تهران.
- قدیری، محمود (۱۳۸۶ الف)، کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله ضرورت نگرش همه جانبه در برنامه‌های توسعه پنج ساله ایران، سومین کنفرانس بین المللی مدیریت بحران در حواث غیر مترقبه طبیعی، تهران.
- قدیری، محمود (۱۳۸۶ ب)، مدیریت آسیب‌پذیری برای کاهش بحران زلزله، پنجمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، تهران.
- قدیری، محمود (۱۳۸۷)، رابطه ساخت اجتماعی شهرها و میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله مطالعه موردی محلات کلانشهر تهران، ساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
- قدیری، محمود (۱۳۸۹)، تبیین افتراق اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری کلانشهر تهران در برابر زلزله مخاطرات طبیعی (زلزله)، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان.
- قدیری، محمود (۱۳۹۰)، تفاوت های اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری شهر تهران نسبت به خطر زلزله و رهنمودهای آن برای سیاست‌گذاری کاهش آسیب‌پذیری، ششمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، تهران.
- قدیری، محمود؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا؛ شایان، سیاوش؛ پرهیزکار، اکبر (۱۳۹۰)، تبیین تمرکز اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر زلزله، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره شانزدهم، شماره ۳.
- کلانتری خلیل‌آبادی، حسین (۱۳۷۸)، برنامه‌ریزی بافت تاریخی شهرها مطالعه موردی شهر یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.
- کلانتری خلیل‌آبادی، حسین؛ حاتمی نژاد، حسین؛ آقا صفری، عارف (۱۳۸۷)، آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله، مجله سپهر، شماره ۱۶.
- گزیده نتایج آماری استان یزد (۱۳۹۰)، استانداری یزد.
- مرندي، سيد مرتضی (۱۳۸۲)، تحلیل ساختمان‌های آسیب دیده زلزله شهر بم و حومه، شرکت ساختمان و راهسازی ۱۱۵.
- مفضلی، اردشیر و صحفی، ندیمه (۱۳۸۹)، تبیین روش شناسی استفاده از مدل ریسک در مدیریت بحران در مناطق شهری، مطالعه موردی استفاده از ارزیابی نیمه کمی ریسک و دارار مدل در تعیین میزان ریسک زلزله در منطقه ۱۳ شهرداری تهران، فصلنامه مدیریت شهری، سال دوم، شماره دوم.
- مودت، الیاس (۱۳۹۰)، بررسی پویای مسکن در شهر یزد، پایان نامه کارشناسی، استاد راهنما دکتر محمد حسین سرایی، دانشگاه یزد.

- Development, Government of the United Kingdom.
- Chapman, c. b. (1991), Risk, in investment, procurement and performance in construction (chapman & hall), London.
 - Cutter S. L., Mitchell J.T., Scott M.S.(2000), Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina, Annals of the Association of American Geographers, No. 90.
 - Cutter, S. L., J. T. Mitchell & M. S. Scott(2002), Revealing the Vulnerability of People and Places: Case of Georgetown County, South Carolina, Annals of the Association of American Geographers, No. 90.
 - ECHO(1999), The Geography of Disasters, Geography in Humanitarian Assistance, European Community Humanitarian Office.
 - Ford, J.(2002), Vulnerability: Concepts and Issues; A literature review, Ph.D, Scholarly Field Paper For course Geog6100, University of Guelph.
 - Gallopin, G. C.(2006), Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity", Global Environmental Change, No. 17.
 - ISDR(2004), Living with Risk, A Global Review of Disaster Reduction Initiatives.
 - Kreimer, A., Arnold ,A., Carlin ,A.(2003), Building safer cities, The future of disaster risk, Disaster risk management series, Vol. 3, The World bank.
 - Parker , Vivek(2002), Direction for GIS Direction for GIS in Urban Planning, Metropolitan Regional Development Authority.
 - مومنی، منصور(۱۳۹۱)، مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ شایگان، تهران.
 - مومنی، مهدی (۱۳۷۷)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، انتشارات گویا.
 - مهرشاهی، داریوش و مهرنهاد، حمید(۱۳۸۳)، مورفوتکتونیک و منطق عمده گسلی استان یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲.
 - میرحسینی، محمد حسن(۱۳۷۵)، تاریخ یزد، یزد نگین کویر، انجمن کتابخانه‌های عمومی یزد.
 - Adger, W. N.(1999), Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam", World Development, No. 27 (2).
 - Adger, W. N.(2006), Vulnerability, Global Environmental Change, No.16.
 - Airmic(2002), a risk management standard, The association of insurance and risk managers, Available at: www.airmic.com.
 - Birkmann, J.(2005), Danger Need not Spell Disaster, United Na University, Institute for Environment and Human Security.
 - Birkmann, J.(2006), Measuring the Immeasurable, Vulnerability Assessment, Expert Working Group and Book Launch, New York United Nations University, Institute for Environment & Human Security.
 - Cannon T.(2000), Vulnerability analysis and disasters, Floods.
 - Cannon T., Twig J., Rowell J.(2003), Social vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters, London: Department for international development DFID; Government of the United Kingdom.
 - Cannon, T., J. Twigg & J. Rowell(2003), Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters, London: Department for International

- UNDRO(2000), Natural Disasters and Vulnerabil National Disasters Ref.
- UNISDR. (2005), Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). United Nations Publications, New York and Geneva, Vol. 2.
- Weichselgartner J.(2001), Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited, Disaster Prevention and Management, Vol. 10, No. 2.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon & I. Davis(2004), At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters, London, Routledge.
- Smith K.(2000), Environmental hazards, Assessing risk and reducing disaster, 3rd Ed
- Tavakoli, B., & Tavakoli, A.(1993), Estmatng the vulnerability and loss functons of residential buildings. Natural Hazards, 7(2).
- Turner, B. L., II, R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J. X. Kasperson, A. Luers, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher & A. Schiller(2003), A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science", PNAS, No. 100(14).
- UNDP(2004), Reducing disaster risk, A challenge for development. A global report, New York, Prevention and Recovery, NY 10017, USA: Bureau for Crisis.