



ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با استفاده از روش IHWP

سارگل کریمی صارمی^۲

مریم رباطی^۱

سیدمسعود منوری^۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲

چکیده

در سال‌های اخیر رشد بی‌رویه جمعیت و خسارت‌های فراوان ناشی از مخاطرات طبیعی و انسانی به کالبد و محیط شهرها موجب شده است تا موضوع ارزیابی آسیب‌پذیری به یکی از اهداف مهم مطالعه شهرها تبدیل شود. یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبان هستند، حوادث طبیعی است که طی قرن گذشته شمار آن‌ها همواره رو به افزایش بوده و تلفات انسانی و کالبدی زیادی را متوجه شهرها نموده است. هدف تحقیق حاضر ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه یک شهرداری تهران در برابر خطر سیل و زلزله می‌باشد. نوع تحقیق کاربردی و روش تحقیق نیز توصیفی - تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات شامل مطالعات اسنادی، مشاهدات میدانی و پرسشنامه است. در تحقیق حاضر با استفاده از شاخص‌های شناسایی شده به ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه یک شهرداری تهران در برابر سیل و زلزله با استفاده از روش IHWP پرداخته شد که نتایج تحقیق نشان می‌دهد از کل منطقه یک شهرداری تهران، ۱۴/۹۵ درصد آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۳/۲۸ درصد آسیب‌پذیری کم، ۲۷/۰۳ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۲۳/۵۹ آسیب‌پذیری زیاد و ۱۱/۱۴ درصد آسیب‌پذیری خیلی بالایی را به خود اختصاص داده‌اند و مرکز و غرب منطقه از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار است و از غرب به شرق از میزان آسیب‌پذیری کاسته می‌شود. در پایان نیز راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری مناطق شهری، مخاطرات طبیعی، مدل IHWP، منطقه یک شهرداری تهران

۱- استادیار گروه علوم و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول)
m.robati@srbiau.ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد علوم و تحقیقات تهران sargolsaremi@gmail.com

۳- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان monavarism@yahoo.com

۱- مقدمه

هسته‌های شهری با تراکم بالای جمعیت و بیشترین میزان سرمایه‌های انسانی، اقتصادی، زیرساختی و ... بیش از هر نقطه‌ی دیگری از یک کشور در معرض تهدیدات قرار دارند. از طرف دیگر با گسترش صنعت ساخت و ساز، نیاز فزاینده به پروژه‌های زیربنایی، پیچیده‌تر شدن ابزار جنگ‌های کنونی و تنوع بیش‌ازحد امکانات کشورها برای ایجاد تهدید، لزوم توجه به مقوله تاب‌آوری بیش از پیش احساس می‌شود (اباذلر و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۴۰).

شهرنشینی بی‌سابقه از ۱۰ درصد شهری در سال ۱۹۹۰ به بیش از ۵۰ درصد شهری در دو دهه اخیر تغییر یافته است (Ray & Shaw, 2018:122). امروزه بیشتر شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی بنا شده‌اند که در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی یا به دلیل پیشرفت تکنولوژی در معرض انواع سوانح انسان ساخت هستند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۴۰). از آنجا که شهرها همچنان رشد می‌کنند و با عدم اطمینان و چالش‌ها مواجه می‌شوند، مفهوم تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری شهری تبدیل به مفهوم فزاینده‌ای شده است (Ray & Shaw, 2018:120). خسارات ناشی از تهدیدات به زیرساخت‌های شهری ممکن است سبب ایجاد اختلال در عواطف انسانی و زندگی روزمره مردم در کوتاه مدت و باعث زیان‌های مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی ناشی از وقفه کسب و کار شود و بر این اساس، مفاهیم مدیریت ریسک در هنگام برخورد با بحران‌ها تبدیل به کلمات کلیدی می‌شوند (Ongkowijoyo & Doloi, 2018:22).

یکی از مسائل مهم که همواره در طول تاریخ جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع مخاطرات طبیعی بوده است. از این رو اندیشمندان و برنامه‌ریزان شهری به دنبال تدوین رویکردهایی برای کاهش آسیب‌پذیری شهری و افزایش میزان تاب‌آوری هستند. در واقع کاهش آسیب‌پذیری از طریق بازیابی، توانمندسازی، ارتقاء تحمل، انطباق و پیش‌بینی‌های لازم موجب کاهش خسارات می‌شود (شماعی و میرزاده، ۱۳۹۸: ۲۴۷).

ایران همانند سایر کشورها سطح بالایی از شهرنشینی را تجربه کرده و کالبد فیزیکی نواحی شهری را کاملاً دگرگون ساخته است به طوری که در حال حاضر سهم جمعیت شهری از کل جمعیت کشور ۷۱/۴ درصد است (سلمان‌ی مقدم، ۱۳۹۳: ۱۹).

منطقه یک شهرداری تهران با دارا بودن گسل شمال تهران، گسل نیاوران، گسل محمودیه یکی از مناطق پرخطر و آسیب‌پذیر کلان‌شهر تهران محسوب می‌شود. همچنین منطقه یک به دلیل وجود شیب زیاد در نقاط شمالی و وجود روان آب‌ها به طور پیوسته در معرض وقوع سیل قرار دارد. تراکم بالای سطوح نفوذناپذیر و حجم بالای رواناب در منطقه یک و همچنین قرار گرفتن در پای کوه، از دلایل اصلی پتانسیل سیل‌خیزی در نمونه مورد مطالعه محسوب می‌شود (سلمان‌ی قومنی و همکاران، ۱۳۹۸: ۵۱).

در زمینه آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی تحقیقات زیادی انجام شده است، به گونه‌ای که هربرت و همکاران (۲۰۰۶) در مقاله مخاطرات طبیعی فزاینده، که به روش مروری کار کرده‌اند، مخاطرات طبیعی را عاملی تهدیدی برای رشد جمعیت جهانی شدن و تغییرات زیست محیطی ذکر نموده‌اند.

همچنین در کاری مشابه پدازی و همکاران (۲۰۰۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری جهانی در برابر خطرات طبیعی و همینگوای و پرستلی (۲۰۱۴) در زمینه پیامدهای مخاطرات طبیعی کار کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که مخاطرات طبیعی، آسیب‌پذیری انسان و غیرفعال کردن جوامع را باعث می‌شوند.

اتینای و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان «تاب‌آوری شهری برای مدیریت ریسک فاجعه و کاهش خطر فاجعه» با هدف شناسایی اصول مشترک DRM و DRR در زمینه تحرک شهری تحقیق نموده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که فقدان شاخص‌هایی برای نظارت بر پیشرفت در بروز بلایای در حال توسعه و ریسک‌های اساسی محرک وجود دارد.

شهرداری منطقه یک دارای ۱۰ ناحیه و ۲۶ محله شهری است. مساحت منطقه بدون احتساب حریم ۴۶ کیلومتر مربع و با احتساب حریم منطقه حدود ۲۱۰ کیلومتر مربع است و جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۹۵ حدود ۴۹۳۸۸۹ هزار نفر می باشد. منطقه یک کوهستانی است و دارای باغات فراوان، رودخانه، دره ها و مسیل ها و دو گسل مهم شهر تهران و با سابقه رانش است.

۲-۲ روش شناسی تحقیق

مطالعه حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش توصیفی-تحلیلی است. ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و اسنادی همچون استفاده از مطالعه متون مرتبط با موضوع و تحقیقات پیشین و استفاده از نظریات متخصصان در این زمینه شاخص های مؤثر بر آسیب پذیری در شهرها مشخص شد.

داده های خام پژوهش از بلوک های آماری منطقه ۱ تهران و نقشه GIS نمونه مورد مطالعه استخراج و برای تجزیه تحلیل داده ها از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس یا IHWP استفاده می شود.

با توجه به موضوع تحقیق که به حوزه شهرسازی و مدیریت بحران مربوط می شود؛ متخصصان این حوزه شناسایی و تعداد ۵۰ نفر از خبرگان به عنوان جامعه آماری در تکمیل پرسشنامه که به روش تمام شماری بوده انتخاب شدند و از این تعداد ۴۴ نفر با استفاده از فرمول کوکران به عنوان نمونه آماری تحقیق، انتخاب و پرسشنامه ها بین این خبرگان توزیع شد. در ادامه به مراحل اجرایی مدل IHWP پرداخته می شود

اونگکواجویو و دالویی (۲۰۱۸) در مقاله ای با عنوان «مدل تاب آوری مبتنی بر ریسک متمرکز بر بازسازی سیستم های زیربنایی شهری» به این موضوع دست یافتند که ارزیابی تاب آوری در سیستم های زیربنایی شهری مواجهه با اختلالات بستگی به ارزیابی جامع ریسک دارد.

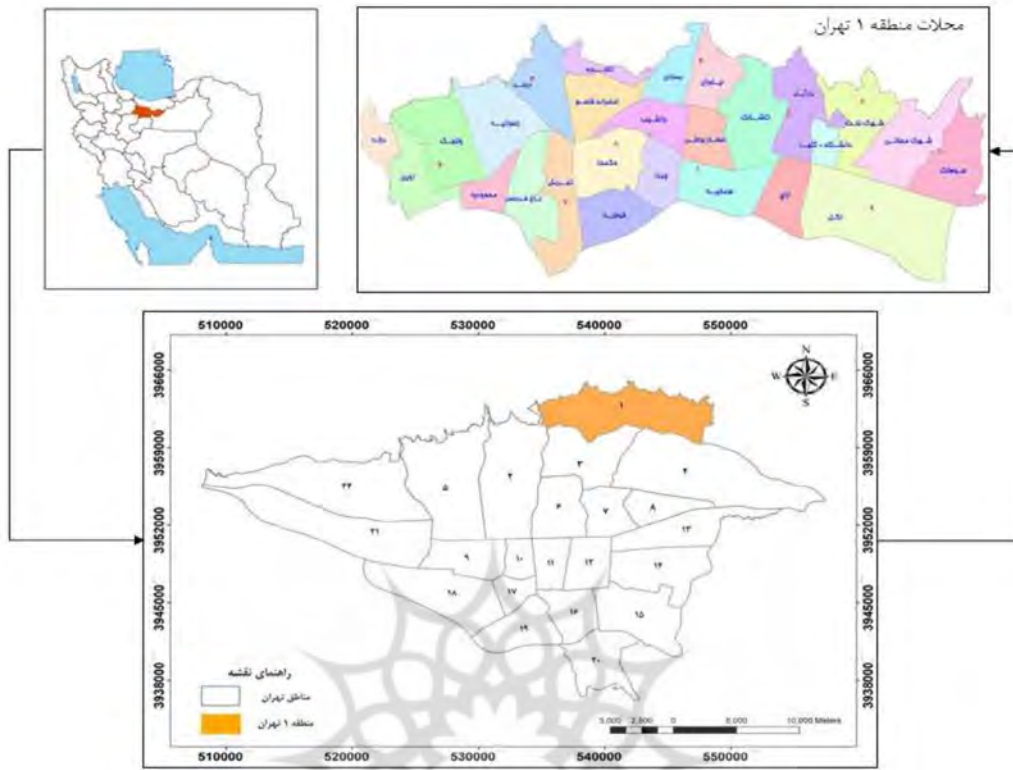
در تحقیقات داخلی هم؛ شکری فیروزجاه (۱۳۹۶) در مقاله ای با عنوان «تحلیل فضایی آسیب پذیری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی» با روش توصیفی - تحلیلی به بررسی میزان آسیب پذیری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی پرداخته که نتایج نشان می دهد به طور کلی حدود ۵۰ درصد مناطق مورد بررسی در شهر بابل دارای آسیب پذیری می باشند و تنها ۲۵ درصد از مناطق از لحاظ شاخص ها دارای آسیب پذیری پایینی هستند.

شماعی و میرزازاده (۱۳۹۸) در مقاله ای با عنوان «تحلیل فضایی تاب آوری مناطق شهر تبریز در برابر زلزله» به ارزیابی تاب آوری مناطق دهگانه شهر تبریز پرداخته است. میزان تاب آوری مناطق شهر تبریز بر اساس ابعاد تاب آوری از لحاظ کالبدی و نهادی وضعیت نامناسبی دارند. با توجه به مرور مطالعات صورت گرفته، این پژوهش در پی پاسخ به این سؤال است که وضعیت آسیب پذیری منطقه یک شهرداری تهران در برابر مخاطرات طبیعی (سیل و زلزله) چگونه است؟ تا با شناخت وضعیت موجود، اولویت ها و اقدامات مدیریتی و برنامه ریزی لازم در مقابل بحران احتمالی مخاطرات بعدی مشخص شود.

۲- داده ها و روش ها

۲-۱- شناخت محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش منطقه ۱ شهرداری تهران است که در منتهی الیه شمالی شهر تهران قرار دارد. این منطقه از شمال به رشته کوه البرز، از غرب به رودخانه درکه، از جنوب به بزرگراه های شهید چمران و آیت الله صدر و از شرق به جاده لشکرک و پارک جنگلی قوچک محدود می شود.



نگاره ۱: موقعیت منطقه یک شهرداری تهران

جدول ۱: استخراج شاخص‌های اصلی تحقیق به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری نمونه مورد مطالعه

نظرات کارشناسان و خبرگان	منابع خارجی	تعداد فراوانی در مطالعات اسنادی	شاخص	بُعد
۴۴	Tanaya, S et al, (2020) Assessing human vulnerability to urban flood hazard	۱۷	تراکم نسبی جمعیت	بُعد اجتماعی-اقتصادی
۱۶		۸	بعد خانوار	
۱۰	Rui .F et al, (2021) Component-based flood vulnerability modelling for cultural heritage buildings	۵	درصد باسواد	
۸		۴	درصد اشتغال	
۵	Aleksandar .Z et al, (2019) Integrating human behaviour and building vulnerability for the assessment and mitigation of seismic risk in historic centres	۳	درصد جذب آموزش عمومی	
۱۳	Marius.M et al, (2020) Seismic vulnerability assessment methodology for historic masonry buildings	۱۵	تمرکز جمعیت در واحد مسکونی	
۵		۴	جمعیت بالقوه اقتصادی	
۳	Aleksandar .Z et al, (2019) Integrating human behaviour and building vulnerability for the assessment and mitigation of seismic risk in historic centres	۲	مشارکت زنان در فعالیت اقتصادی	
۴		۴	بار تکفل	

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با ... / ۱۵۷

۴۴	Ongkowijoyo C. S., Doloi H., (2018), Risk-based Resilience Assessment Model Focusing on Urban Infrastructure System Restoration, Procedia Engineering	۲۰	دسترسی به شبکه معابر	بعد کالبدی
۴۴	Bin, LIU et al(2003) The Restoration Planning Of Road Network In Earthquake Disasters	۱۴	درجه محصوریت (نسبت عرض معابر دسترسی به ارتفاع جداره)	
۴۴		۲۰	عرض معابر	
۴۰	Jamal, D et al ,(2020) Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East	۱۷	تعداد طبقات ساختمانی	
۲۴	Vitor. S et al,(2020) Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East	۱۲	سطح اشغال ساختمان	
۴۴	Bin, LIU et al(2003) The Restoration Planning Of Road Network In Earthquake Disasters	۲۳	قدمت ابنیه(عمر)	
۲۲	Sohn, J. (2006), Evaluating the Significance of Highway Network Links under the Flood Damage: An Accessibility Approach	۱۲	میانگین مساحت قطعات	
۴۴		۲۵	کیفیت ابنیه	
۴۴	Grish,J et al , (2020) Assessment of seismic vulnerability of health infrastructure in :Uttarakhand	۲۳	نوع اسکلت واحد ساختمانی	
۴۴		۲۰	شتاب افقی زمین(PGA)	
۴۴	Tsolmongerel.P,(2021) Vulnerability patterns of road network to extreme floods based on accessibility measures Transportation	۲۴	دسترسی به فضاهای باز و سبز	
۴۴		۱۹	دسترسی به آتش نشانی	
۴۴	Carmin.G et al, (2020) A model taxonomy for flood fragility and vulnerability assessment of buildings	۱۵	فاصله از بافت فرسوده	
۴۴	Rui .F et al ,(2021) Component-based flood vulnerability modelling for cultural heritage buildings	۲۵	دسترسی به مراکز درمانی	
۳۵		۱۸	نسبت سازگاری کاربری های مجاور	
۴۴	Vitor. S et al,(2020) Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East	۲۵	فاصله از گسل	
۴۴	Peduzzi. P.et al , (2009). Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards	۲۱	فاصله از مسیل	
۴۴		۱۷	فاصله از پمپ بنزین	
۳۶		۱۹	فاصله از پل ها	

۱۰	N. V. Sudha et al. (2020) Assessment of groundwater vulnerability using integrated remote sensing and GIS techniques	۶	میزان بارش	بُعد طبیعی و زیست محیطی
۸	Ongkowitzo C. S., Doloi H., (2018) Risk-based Resilience Assessment Model Focusing on Urban Infrastructure System Restoration, Procedia Engineering	۳	میزان دما	
۱۹		۳	جهت وزش باد	
۱۵	Peduzzi. P., Dao, H., Herold, C., & Mouton, F. (2009) Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: The Disaster Risk Index. Natural Hazards Earth System Sciences	۲	تعداد ایستگاه های پایش آلودگی هوا	
۳۲		۳	میانگین غلظت آلاینده ها	
۳۵	Vitor. S et al.(2020) Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East	۸	بافت و ساختمان خاک	
۲۵		۹	قابلیت اراضی	
۳۱	Bin, LIU et al.(2003) The Restoration Planning Of Road Network In Earthquake Disasters	۱۲	فرسایش خاک	
۲۰	N. V. Sudha et al. (2020) Assessment of groundwater vulnerability using integrated remote sensing and GIS techniques	۵	کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی	
۲۱	Hunegnaw .D. (2021) Flood vulnerability assessment using GIS at Fetam watershed, upper Abbay basin, Ethiopia	۵	دبی منابع آب سطحی و زیرزمینی	
۴۴		۶	پوشش فاضلاب	
۴۴	Peduzzi. P.et al. (2009). Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards	۱۲	تراکم پوشش گیاهی	

فرسوده، فاصله از مسیل و غیره مورد بررسی قرار گرفته است.

• **مرحله دوم: تعیین اهمیت و رتبه داده ها**

در مدل دلفی با توجه به نظرات کارشناسی افراد متخصص، شاخص های ذکر شده در دسته های مختلف با درجات مختلف اهمیت، رتبه بندی می شوند. بر این اساس با اهمیت ترین شاخص از نظر ارزیابی آسیب پذیری در مقابل مخاطرات عدد (ده) و کم اهمیت ترین شاخص عدد (صفر) را به خود اختصاص می دهد.

• **مرحله اول: تعیین ماتریس داده ها**

با توجه به ماهیت موضوع، لزوم استفاده از سیستم های جدید اطلاعاتی و ماهیت پیچیده و متنوع بافت های شهری، برای شناسایی محدوده های آسیب پذیر در برابر مخاطرات و به منظور شناسایی نقاط بالقوه برای مداخله در بافت از جمله انتقال یا تثبیت کاربری، احداث سایت های امداد و نجات و تعیین مسیرهای بهینه امداد رسانی و غیره چند شاخص مختلف همچون عرض راه، دسترسی به فضاهای سبز و باز، دسترسی به مراکز درمانی، فاصله از بافت

شرح می‌باشد:

• **عرض راه:** اهمیت این شاخص در هنگام گریز، پناه‌گیری، تخلیه و امداد رسانی مطرح می‌شود. زیرا حجم بیشتری از بازماندگان و مجروحان توسط گروه‌های امدادگر می‌توانند منتقل شوند. هرچه عرض معابر بیشتر باشد، امکان ایجاد ترافیک عبوری نیز کمتر خواهد شد (حبیبی و ممدکاران، ۱۳۸۷: ۳۰).

• **تراکم جمعیتی:** شاخصی که مشخص‌کننده بار جمعیتی بر معابر می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه‌گیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین تعداد جمعیت در قطعات مختلف که با افزایش آن احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد.

• **دسترسی به مراکز درمانی:** دسترسی به مراکز درمانی که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز درمانی احتمال آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود.

• **فاصله از پل‌ها:** پل‌ها، چه آن‌هایی که در مبادی شهر هستند و چه آن‌هایی که به صورت زیرگذر یا روگذر بر روی خیابان‌ها یا رودخانه‌ها سوارند، از اهمیت بسزایی برخوردارند و از بین بردن آن‌ها یعنی بستن هرگونه قدرت مانور یا عملکرد انتقالی. گاهی قطع یا وصل یک راه از خود هدف، اهمیت بیشتری دارد. پل‌ها از آسیب‌پذیرترین و حساس‌ترین قسمت‌های شبکه‌های ارتباطی محسوب می‌شوند (بازرلو، ۱۳۹۲: ۱۷۸).

• **دسترسی به فضاهای باز و سبز:** کمیت و کیفیت فضاهای باز شهر در سطح شهر و نحوه توزیع آن‌ها نقش مهمی در آسیب‌پذیری شهر دارد. فضاهای باز شهری می‌تواند به عنوان فضاهایی امن برای گریز، پناه‌گیری، امداد رسانی، اسکان موقت و جمع‌آوری کمک‌ها در زمان بحران باشد.

• **دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی:** نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل امکانات خدمات‌رسانی سریع‌تر این کاربری در مواقع حوادث غیرمترقبه و مواقع بحرانی و حساس مانند آتش‌سوزی، جنگ، زمین‌لرزه و

• **مرحله سوم (تعیین مبانی نظری و فروض وزن‌دهی)**

در این مرحله برای چندین شاخص تحقیق فرضیه‌های تاب‌آوری مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در شاخص عرض راه، فرض اصلی بر این اساس است که ساختمان‌هایی در مجاورت راه‌های با عرض معبر بیشتر قرار دارند، امکان مانور بیشتر داشته، چون حجم نخاله در معابر کمتر بوده و تاب‌آوری بیشتر است. که در بخش یافته‌های تحقیق کلیه پیش‌فرض‌های مربوط به شاخص‌های تحقیق بررسی خواهد شد.

• **مرحله چهارم (تلفیق نقشه‌ها)**

در این مرحله متناسب با معکوس رتبه کسب شده، وزن‌دهی به تقسیم‌بندی‌های هر لایه (شاخص) با استفاده از روابط (۱) و (۲) صورت می‌گیرد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad X = \frac{D}{N}$$

امتیاز اولیه هر شاخص = X

D = امتیاز به دست آمده از مدل دلفی

N = تعداد دسته‌های هر شاخص

$$\text{رابطه (۲)} \quad j = D - (N - i)X$$

امتیاز به دست آمده برای دسته‌های مختلف هر شاخص = j
رقم اختصاص داده شده برای دسته‌های مختلف هر شاخص = i

• **مرحله پنجم (تهیه نقشه آسیب‌پذیری نمونه مورد مطالعه)**

در این مرحله نقشه نهایی با دسته‌بندی داده‌ها در پنج طبقه متمایز شامل (آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) در مقابل مخاطرات فراهم می‌شود.

۳- نتایج

۳-۱- شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری شهری

در این بخش از تحقیق، برای استخراج شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر مخاطرات از مطالعات اسنادی استفاده شد که شرح این شاخص‌ها به این

جدول ۲: درجه اهمیت شاخص‌های تحقیق

شاخص	رتبه	معکوس رتبه	فروض وزن دهی
تراکم جمعیت	۱	۱۲	هرچه تراکم جمعیت کمتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
بیشینه شتاب زمین	۲	۱۱	شتاب افقی زمین (PGA) کمتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
فاصله از مسیل	۳	۱۰	فاصله از مسیل بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
گسل	۴	۹	فاصله از گسل بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
دسترسی به مراکز درمانی	۵	۸	فاصله از مراکز درمانی کمتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
عرض راه	۶	۷	عرض معبر بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
دسترسی به مراکز آتش نشانی	۷	۶	فاصله از آتش نشانی کمتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
دسترسی به فضاهای باز و سبز	۸	۵	فاصله از فضاهای بی کالبد شهری کمتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
فاصله از پمپ بنزین و CNG	۹	۴	فاصله از پمپ بنزین بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
فاصله از بافت فرسوده	۱۰	۳	فاصله از بافت فرسوده بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
پوشش فاضلاب	۱۱	۲	پوشش فاضلاب بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر
فاصله از پل ها	۱۲	۱	فاصله از پل بیشتر = پایداری بیشتر و آسیب‌پذیری کمتر

(قدرتی، ۱۳۸۶، ۱۹). واحد PGA^۱ مورد استفاده در اینجا، سانتی‌متر بر مجذور ثانیه (cm/s²) می‌باشد.

• **فاصله از مسیل:** این لایه فاصله هر پیکسل از آبراهه‌ها را بر حسب متر نشان می‌دهد. هر چه پیکسلی به آبراهه‌ها نزدیک‌تر باشد راحت‌تر امکان تخلیه رواناب حاصل از بارش در آن محدوده وجود دارد اما با افزایش فاصله از آبراهه‌ها تخلیه رواناب نیز مشکل‌تر می‌شود اما نزدیکی به آبراهه‌ها احتمال وقوع سیلاب را به‌ویژه در سیلاب دشت‌ها افزایش می‌دهد. بنابراین نزدیکی به آبراهه‌ها از عوامل افزایش خطر سیل‌گیری محسوب می‌شود (دوانی، ۱۳۹۳: ۵۸).

• **پوشش فاضلاب:** با ارتقاء سیستم فاضلاب در شهر میزان آسیب‌پذیری به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد.

در ادامه هر یک از شاخص‌ها به‌منظور رتبه‌بندی در نمونه مورد مطالعه در اختیار خبرگان نمونه‌آماری قرار می‌گیرند که نتایج تحلیل در جدول (۲) ارائه می‌شود. در ادامه تمامی شاخص‌ها طبق جدول (۲) با مدل تحلیل سلسه مراتبی معکوس وزن‌دار شده و نقشه هر شاخص جداگانه در محیط GIS تحلیل می‌شود (جدول و نگاره ۳).

نظایر این‌ها امتیازی مهم برای کاهش آسیب‌پذیری به حساب می‌آید (پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۶).

• **فاصله از گسل‌ها:** اهمیت این پارامتر از آن جهت است که حرکت زمین در اطراف گسل‌ها در بسیاری موارد با زمین‌لرزه همراه است؛ بنابراین گسل از جمله عوامل تأثیرگذار در تناسب موقعیت‌های موردنظر برای احداث مکان می‌باشند.

• **فاصله از مراکز توزیع سوخت:** پمپ‌بنزین‌ها و مراکز سوخت‌رسانی از کاربری‌های خطرناک محسوب می‌شوند که در صورت بروز حمله، احتمال انفجار آن‌ها وجود دارد. در صورت انفجار پمپ‌بنزین مساحتی به شعاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر در خطر ناشی از این انفجار خواهد بود (سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی تهران، ۱۳۷۹).

• **فاصله از بافت فرسوده:** بافت‌های فرسوده به دلیل بافت ناپایدار و نفوذناپذیر در زمان بحران خطرزا هستند.

• **بیشینه شتاب زمین:** از معیارهای مهم در طراحی و علت اصلی آسیب‌ها، بیشینه شتاب زمین در هنگام زلزله می‌باشد که بر اساس ضریبی از شتاب جاذبه زمین سنجیده می‌شود

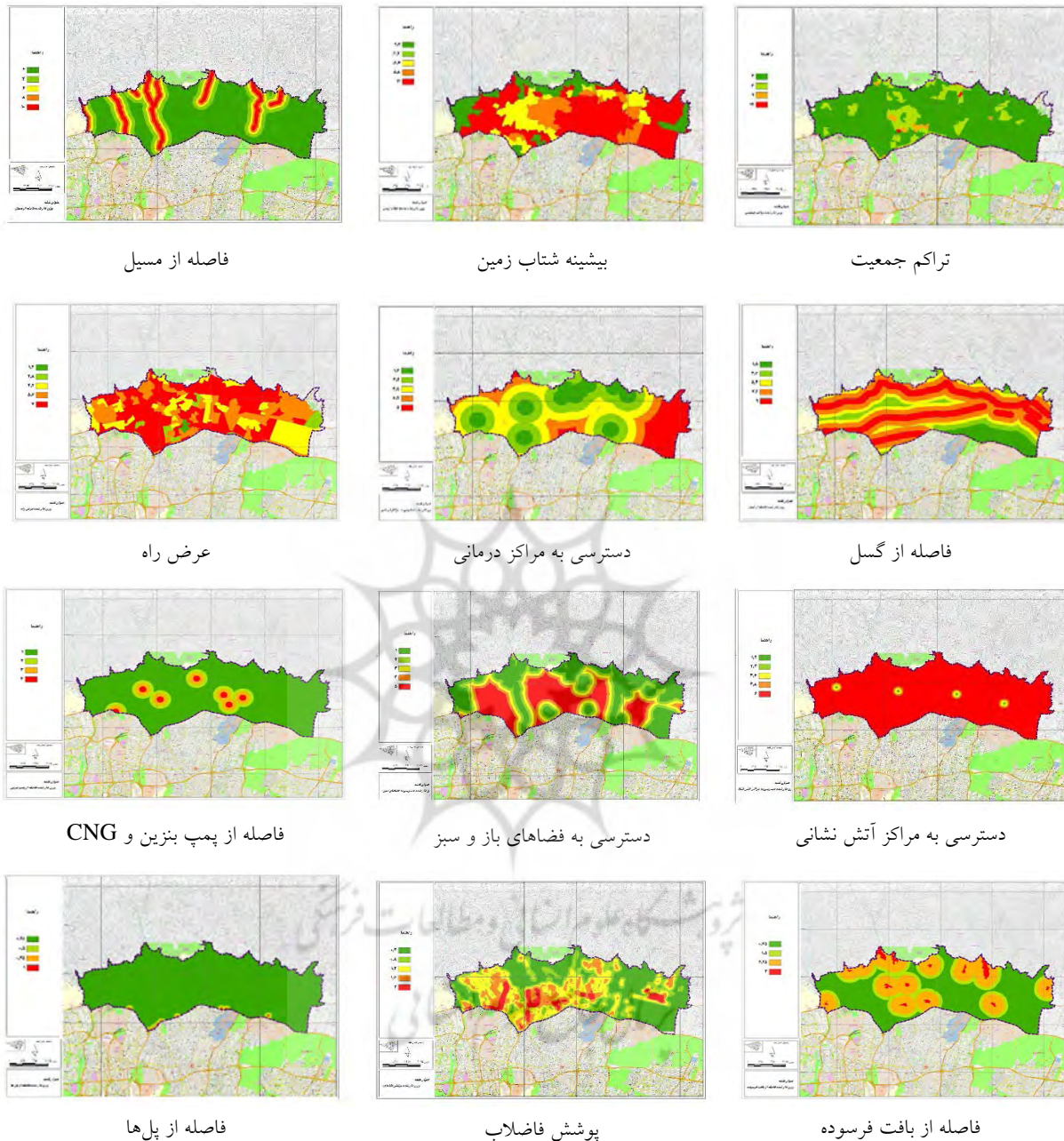
1- Peak Ground Acceleration

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (س)

ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با ... / ۱۶۱

جدول ۳: وزندهی به شاخص های تحقیق با استفاده از مدل IHWP

شاخص	طبقه بندی	x	I	امتیاز	شاخص	طبقه بندی	x	I	امتیاز
تراکم جمعیت	کمتر از ۱۰۰	۳/۰۰	۱	۳/۰۰	دسترسی به مراکز آتش نشانی	کمتر از ۹	۱/۴۰	۵	۷/۰۰
	۱۰۰ تا ۲۰۰	۶/۰۰	۲	۳/۰۰		بین ۹ تا ۱۲	۱/۴۰	۴	۵/۶۰
	۲۰۰ تا ۳۰۰	۹/۰۰	۳	۳/۰۰		بین ۱۲ تا ۱۶	۱/۴۰	۳	۴/۲۰
	۳۰۰ تا ۴۰۰	۱۲/۰۰	۴	۳/۰۰		بین ۱۶ تا ۲۳	۱/۴۰	۲	۲/۸۰
	کمتر از ۱۰۰	۳/۰۰	۱	۳/۰۰		بالای ۲۳	۱/۴۰	۱	۱/۴۰
پیشینه شناب زمین	بین ۰ تا ۷/۱۴۱	۲/۲۰	۱	۲/۲۰	دسترسی به فضاهای باز و سبز	کمتر از ۱۵۰	۱/۰۰	۱	۱/۰۰
	بین ۷/۱۴۲ تا ۷/۲۱۵	۴/۴۰	۲	۲/۲۰		۱۵۰ تا ۳۰۰	۱/۰۰	۲	۲/۰۰
	بین ۷/۲۱۶ تا ۷/۳۰۴	۶/۶۰	۳	۲/۲۰		۳۰۰ تا ۴۵۰	۱/۰۰	۳	۳/۰۰
	بین ۷/۳۰۵ تا ۷/۴۱۱	۸/۸۰	۴	۲/۲۰		۴۵۰ تا ۶۰۰	۱/۰۰	۴	۴/۰۰
	بین ۷/۴۱۲ تا ۷/۴۱۲	۱۱/۰۰	۵	۲/۲۰		بالای ۶۰۰	۱/۰۰	۵	۵/۰۰
فاصله از مسیل	کمتر از ۱۰۰	۱۰/۰۰	۵	۲/۰۰	فاصله از پمپ بنزین و CNG	کمتر از ۲۰۰	۱/۰۰	۴	۴/۰۰
	بین ۱۰۰ تا ۲۰۰	۸/۰۰	۴	۲/۰۰		۲۰۰ تا ۴۰۰	۱/۰۰	۳	۳/۰۰
	بین ۲۰۰ تا ۳۰۰	۶/۰۰	۳	۲/۰۰		۴۰۰ تا ۶۰۰	۱/۰۰	۲	۲/۰۰
	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰	۴/۰۰	۲	۲/۰۰		بالای ۶۰۰	۱/۰۰	۱	۱/۰۰
	بالای ۵۰۰	۲/۰۰	۱	۲/۰۰					
فاصله از گسل	کمتر از ۲۰۰ متر	۹/۰۰	۵	۱/۸۰	فاصله از بافت فرسوده	کمتر از ۲۰۰	۰/۷۵	۴	۳/۰۰
	بین ۲۰۰ تا ۵۰۰	۷/۲۰	۴	۱/۸۰		۲۰۰ تا ۵۰۰	۰/۷۵	۳	۲/۲۵
	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	۵/۴۰	۳	۱/۸۰		۵۰۰ تا ۷۰۰	۰/۷۵	۲	۱/۵۰
	بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰	۳/۶۰	۲	۱/۸۰		بالای ۷۰۰	۰/۷۵	۱	۰/۷۵
	بالای ۱۰۰۰	۱/۸۰	۱	۱/۸۰					
دسترسی به مراکز درمانی	کمتر از ۲۰۰ متر	۹/۰۰	۵	۱/۸۰	پوشش فاضلاب	کمتر از ۱/۱۸۳	۰/۴۰	۵	۲/۰۰
	بین ۲۰۰ تا ۵۰۰	۷/۲۰	۴	۱/۸۰		بین ۱/۱۸۳ تا ۳/۱۲۹	۰/۴۰	۴	۱/۶۰
	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	۵/۴۰	۳	۱/۸۰		بین ۳/۱۲۹ تا ۵/۱۲۹	۰/۴۰	۳	۱/۲۰
	بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰	۳/۶۰	۲	۱/۸۰		بین ۵/۱۲۹ تا ۷/۶۰۹	۰/۴۰	۲	۰/۸۰
	بالای ۱۰۰۰	۱/۸۰	۱	۱/۸۰		بالای ۷/۶۰۹	۰/۴۰	۱	۰/۴۰
عرض راه	کمتر از ۹	۷/۰۰	۵	۱/۴۰	فاصله از پل	کمتر از ۱/۱۸۳	۰/۴۰	۵	۲/۰۰
	بین ۹ تا ۱۲	۵/۶۰	۴	۱/۴۰		بین ۱/۱۸۳ تا ۳/۱۲۹	۰/۴۰	۴	۱/۶۰
	بین ۱۲ تا ۱۶	۴/۲۰	۳	۱/۴۰		بین ۳/۱۲۹ تا ۵/۱۲۹	۰/۴۰	۳	۱/۲۰
	بین ۱۶ تا ۲۳	۲/۸۰	۲	۱/۴۰		بین ۵/۱۲۹ تا ۷/۶۰۹	۰/۴۰	۲	۰/۸۰
	بالای ۲۳	۱/۴۰	۱	۱/۴۰					



نگاره ۲: نقشه‌های وزندهی شده در محیط GIS

در گام آخر نقشه نهایی با دسته‌بندی داده‌ها در پنج طبقه متمایز از نظر آسیب‌پذیری و با روی هم‌گذاری لایه‌ها به دست می‌آید. نگاره ۳ نقشه نهایی آسیب‌پذیری منطقه یک شهرداری تهران در برابر مخاطرات طبیعی سیل و زلزله را نشان می‌دهد. در گام آخر نقشه نهایی با دسته‌بندی داده‌ها در پنج طبقه متمایز از نظر آسیب‌پذیری و با روی هم‌گذاری لایه‌ها به دست می‌آید. بر اساس نتایج نگاره ۳، از کل مساحت منطقه یک شهرداری تهران، ۱۴/۹۵ درصد مساحت منطقه دارای آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۳/۲۸ درصد مساحت منطقه آسیب‌پذیری کم، ۲۷/۰۳ درصد از منطقه آسیب‌پذیری متوسط، ۲۳/۵۹ آسیب‌پذیری زیاد و ۱۱/۱۴ درصد آسیب‌پذیری خیلی بالایی را به خود اختصاص

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۱۶۳)

ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با... / ۱۶۳

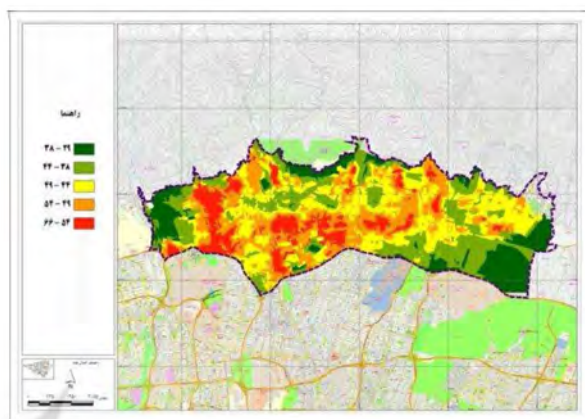
نتایج تحلیل شاخص‌ها به این صورت است که منطقه یک شهرداری تهران از تراکم جمعیتی پایینی برخوردار است بنابراین میزان آسیب‌پذیری این شاخص پایین است. در شاخص بیشینه شتاب زمین در بخش مرکزی منطقه میزان آسیب‌پذیری بالا است.

در شاخص فاصله از مسیل در بخش غربی از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار بوده و هشت رودخانه در داخل منطقه یک، در جریان است. در شاخص فاصله از گسل از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است زیرا در داخل منطقه، هشت رودخانه جریان دارد. در شاخص دسترسی به مراکز درمانی از آسیب‌پذیری متوسط و در شرق منطقه نیز از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است.

در شاخص عرض راه بیشتر معابر شهر به دلیل عرض کم از آسیب‌پذیری بیشتری به خصوص در بخش‌های شمالی و جنوبی منطقه در برابر مخاطرات برخوردارند و در صورت ریزش آوار به معابر کم عرض، امداد رسانی با مشکل مواجه می‌شود. در شاخص دسترسی به مراکز آتش‌نشانی از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است. در شاخص دسترسی به فضاهای باز و سبز از آسیب‌پذیری بالایی در بخش مرکزی و شرقی برخوردار است.

در شاخص فاصله از پمپ بنزین و CNG دارای آسیب‌پذیری پایینی است. منطقه در شاخص فاصله از بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری متوسطی است و لیکن بافت فرسوده در مقابل زلزله و سیل از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است. در شاخص پوشش فاضلاب از آسیب‌پذیری بالایی در بخش مرکزی و غربی برخوردار است. در شاخص فاصله از پل‌ها دارای آسیب‌پذیری خیلی پایینی است. به طور کلی در بخش غربی، حدفاصل ولنجک، چمران به سمت مقدس اردبیلی؛ در بخش شرقی، حدفاصل تقاطع ازگل (ارتش) تا امام علی (دارآباد)؛ در بخش مرکزی، محله چیدر و بخش‌هایی از دزاشیب و در بخش جنوبی، حدفاصل خیابان‌های فلسطین، گل‌افشان، ۲۰ متری از میزان آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار هستند.

داده‌اند. همانطور که در نقشه ۳ مشاهده می‌شود مرکز و غرب منطقه از میزان آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار است و از غرب به شرق آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.



نگاره ۳: نقشه نهایی آسیب‌پذیری منطقه یک شهرداری تهران با استفاده از مدل IHWP

۴- بحث و نتیجه‌گیری

امروزه مناطق شهری اکثریت جمعیت جهان را تشکیل می‌دهند و علاوه بر کارکرد به‌عنوان گره‌های مصرف منابع، هم در نظریه و هم در عمل سایت‌هایی برای نوآوری، آزمایشگاه‌هایی برای تاب‌آوری هستند.

شهرنشینی شتابان و گرایش به اسکان در شهرهای بزرگ و مکان‌شهرها از ویژگی‌های کشورهای در حال توسعه است. بنابراین امنیت شهرها و ضرورت حفظ آن‌ها از مهم‌ترین مسائل در زندگی شهری محسوب می‌شود. عموماً توجه به امنیت شهری به‌عنوان بستر اساسی برای ایجاد ارتباطات اجتماعی و ارائه خدمات عمومی و در نتیجه ایجاد شهری پایدار و سالم، مورد اتفاق نظر تمامی نظریه‌پردازان شهری است. امروزه در اکثر شهرهای کشور به سبب فقدان برنامه‌ریزی جامع و متناسب مخصوصاً در نظر نگرفتن کارکرد و ساختار و آرایش فضایی خدمات امنیتی در ارتباط با وسعت و میزان جمعیت شهرها، معضلات و مشکلاتی به مراتب بیش از گسترش بی‌رویه شهرها و رشد سریع جمعیت به وجود آمده است.



نمودار ۱: رتبه بندی شاخص های ارزیابی آسیب پذیری شهر

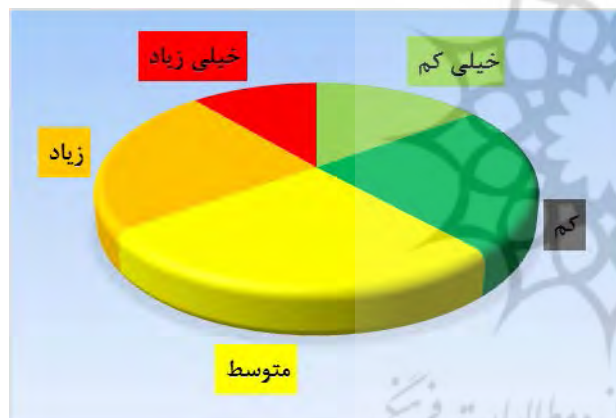
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)

ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با ... / ۱۶۵

مهیار شود؛ ضمن آنکه در این زمینه می توان با برنامه ریزی و مدیریت صحیح در راستای مرتفع نمودن نارسایی ها و مشکلات قدم برداشت.

جدول ۴: درصد آسیب پذیری منطقه یک شهرداری تهران در مقابل سیل و زلزله

درصد	پهنه بندی
۱۴/۹۵	آسیب پذیری خیلی کم
۲۳/۲۸	آسیب پذیر کم
۲۷/۰۳	آسیب پذیری متوسط
۲۳/۵۹	آسیب پذیری بالا
۱۱/۱۴	آسیب پذیری خیلی بالا
۱۰۰	جمع



نمودار ۲: میزان آسیب پذیری منطقه ۱ شهرداری تهران

با توجه به مباحث مطرح شده سؤال اصلی این پژوهش به دنبال پاسخگویی به آن بود که ((آسیب پذیری منطقه یک شهرداری تهران در برابر مخاطرات تا چه میزان است؟)) پاسخ به این سؤال پایه و اساس نظری و روش شناسی لازم برای تحلیل میزان آسیب پذیری نمونه مورد مطالعه را فراهم کرد. نتایج حاصل از این تحلیل نشان داد که می توان ۱۲ شاخص ارزیابی آسیب پذیری را مورد تحلیل قرار داد به طوری که با دسته بندی داده ها پنج طبقه از نظر آسیب پذیری در مقابل بحران ها فراهم شده است. از این رو از کل منطقه یک شهرداری تهران، ۱۴/۹۵ درصد مساحت منطقه دارای آسیب پذیری خیلی کم، ۲۳/۲۸ درصد مساحت منطقه آسیب پذیری کم، ۲۷/۰۳ درصد از منطقه آسیب پذیری متوسط، ۲۳/۵۹ آسیب پذیری زیاد و ۱۱/۱۴ درصد آسیب پذیری خیلی بالایی را به خود اختصاص داده اند. بنابراین با توجه به شرایط اقلیمی و کالبدی منطقه بایستی طرح تعریض معابر برای معابر کم عرض شهر به خصوص در مرکز منطقه مدنظر قرار گیرد و به دلیل وجود بافت فرسوده منطقه بایستی مقاوم سازی و افزایش نفوذپذیری در بافت انجام شود. همچنین بخش هایی از منطقه که رودخانه ها جاری هستند ممکن است با طغیان رودخانه های جمشیدیه، دارآباد، دربند، درکه، لارک، مقصود بیک، ولنجک و گلابدره مواجه شود بنابراین محدوده رودخانه در این بخش بایستی

جدول ۵: استخراج شاخص ها از طریق مطالعات اسنادی

مطالعه اسنادی	شاخص استخراجی	زمینه بهبود تحقیق
عبدالرضا کاظمی نیا (۱۳۹۶) پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان های شهر کرمان در مقابله زلزله	کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه (عمر)، دسترسی به آتش نشانی، دسترسی به مراکز درمانی و نسبت سازگاری کاربری های مجاور	در این تحقیق شاخص ها صرفاً کالبدی بوده و جمعیت در محاسبات آسیب پذیری مدنظر قرار نگرفته است لیکن در تحقیق حاضر تراکم جمعیت جزو مؤثرترین شاخص های اثرگذار در ارزیابی آسیب پذیری مدنظر قرار گرفته است.
سجاد ابادزلو (۱۳۹۲) شناسایی مخاطرات شهری و مدل سازی آسیب پذیری شهرها در منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از منطق فازی	میانگین مساحت قطعات، نوع اسکلت واحد ساختمانی، دسترسی به فضاهای باز و سبز، فاصله از بافت فرسوده، فاصله از پمپ بنزین و تراکم نسبی جمعیت	در این تحقیق بحران های طبیعی خیلی مدنظر قرار نگرفته است در حالی که در تحقیق حاضر مباحث بیشینه شتاب زمین و فاصله از گسل و مسیل نیز مدنظر قرار گرفته است.

<p>در این تحقیق که ارزیابی آسیب‌پذیری در مقابل زلزله بوده است ولی شاخص‌های اصلی چون فاصله از گسل و بیشینه شتاب زمین مدنظر قرار نگرفته ولیکن در تحقیق حاضر شاخص‌های مذکور استفاده شده است.</p>	<p>بعد خانوار، درصد باسوادی، درجه محصوریت، عرض معابر، تعداد طبقات ساختمانی، سطح اشغال ساختمان و دسترسی به شبکه معابر</p>	<p>آزاده یارعلی (۱۳۹۲) ارزیابی نقش خطرپذیری بیمارستان‌ها با رویکرد مدیریت بحران در مجموعه شهری مشهد</p>
<p>در این تحقیق مباحث کالبدی چون قدمت و کیفیت و دسترسی از شاخص‌های مهم تحقیق بوده در حالیکه در موضوعات مدیریت بحران بحث تراکم جمعیت و فاصله از گسل و بیشینه شتاب جزو شاخص‌های اثرگذار می‌تواند باشد.</p>	<p>دسترسی به مراکز درمانی، درجه محصوریت، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، کاربری زمین، بیشینه شتاب زمین، مصالح، عرض راه، قدمت ابنیه، ارتفاع ساختمان</p>	<p>بهرنگ خاکپراقی (۱۳۹۱) ارزیابی کارآمدی و عملکرد مراکز امداد نجات در شهر با رویکرد مدیریت بحران با استفاده از منطق fuzzy و GIS نمونه موردی منطقه ۶ تهران</p>
<p>در این تحقیق نتایج آسیب‌پذیری تحقیق به تفکیک سطوح آسیب‌پذیری تفکیک نشده است در حالی که در تحقیق حاضر نتایج تحقیق در ۵ سطح از آسیب‌پذیری خیلی کم یا خیلی زیاد ارائه شده است.</p>	<p>کیفیت و قدمت ابنیه، نوع مصالح، کاربری اراضی از نظر خطرپذیری، تراکم جمعیتی و تراکم ساختمانی و فاصله از گسل</p>	<p>موحد و همکاران (۱۳۹۱) ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های در برابر زلزله در شهر مسجدسلیمان با استفاده از IHWP</p>
<p>این تحقیق بیشتر بر موضوع مکان‌یابی تمرکز کرده و مباحث کاهش آسیب‌پذیری در مقابل بحران زلزله مدنظر قرار نگرفته است.</p>	<p>تراکم جمعیت، قدمت بنای ساختمان‌ها، مصالح ساختمانی، سازگاری کاربری‌ها، قیمت زمین، دسترسی بر اساس عرض معابر، درصد جذب آموزش عمومی و مشارکت زنان در فعالیت اقتصادی</p>	<p>ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) الگوی بهینه مکان‌یابی کاربری‌های آموزشی و درمانی در جهت کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله</p>
<p>در این تحقیق از شاخص مهم تراکم جمعیتی سخنی به میان نیامده است ولیکن در تحقیق حاضر شاخص مذکور اثرگذاری بالایی داشته است.</p>	<p>فاصله از گسل، شیب زمین، هم‌جواری با کاربری‌های سازگار، عمر بنا، تراکم جمعیت و دسترسی به فضاهای باز شهری</p>	<p>شماعی و همکاران (۱۳۹۰) ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه یک شهرداری</p>
<p>در این تحقیق صرفاً بر روش آماری با پرسش‌نامه کیفی تأکید شده است در حالی که در ارزیابی آسیب‌پذیری کمی‌سازی و مدل‌سازی از اهمیت بالایی برخوردار است.</p>	<p>دسترسی به فضای باز، قدمت بنا و نوع مصالح ساختمان‌ها، فاصله از پل‌ها، فاصله از گسل، بیشینه شتاب زمین</p>	<p>فرج‌زاده (۱۳۹۰) ارزیابی آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله در منطقه ۹ شهرداری تهران</p>
<p>در این تحقیق لایه‌های قبل تولید نقشه نهایی ارائه نشده و وزن‌دهی شاخص‌ها ارائه نشده است و شاخص‌های مهمی چون فاصله از گسل در نظر گرفته نشده است.</p>	<p>کیفیت و قدمت ابنیه، فاصله از مسیل، بار تکفل، تمرکز جمعیت در واحد مسکونی</p>	<p>احدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) آسیب‌پذیری شهر زنجان در برابر زلزله</p>
<p>این تحقیق جزء تحقیقات مناسب در حوزه ارزیابی آسیب‌پذیری بوده و از شاخص‌های تحقیق بنظر مباحث ساختمان و فرسایش خاک همخوانی با سایر شاخص‌ها ندارد.</p>	<p>دسترسی به مراکز درمانی، نسبت بین عرض خیابان و ارتفاع ساختمان‌ها (درجه محصوریت)، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کاربری زمین، PGA و کیفیت ابنیه، بافت و ساختمان خاک و فرسایش خاک</p>	<p>شیعه و همکاران (۱۳۸۹) آسیب‌پذیری منطقه ۶ تهران را در برابر زلزله با روش تحلیل سلسه‌مراتبی معکوس (IHWP)</p>

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۱۳۸۸)

ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری در معرض مخاطرات طبیعی - سیل و زلزله - با ... / ۱۶۷

<p>در این تحقیق پهنه‌های آسیب‌پذیر شهر تحلیل نگشته و گفته نشده هر پهنه چه درصدی به خود اختصاص داده است و لیکن در تحقیق حاضر این امر رعایت شده است.</p>	<p>نوع مصالح، عمر ساز، تراکم جمعیت و شبکه ارتباطی، فاصله از گسل، بیشینه شتاب زمین</p>	<p>حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از روش تحلیلی ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای منطقه ۱۰ شهر تهران با استفاده از AHP و GIS</p>
<p>در این تحقیق شاخص مهمی چون عرض معبر در نظر گرفته نشده که در امر امداد رسانی از اهمیت زیادی برخوردار است ولیکن در تحقیق حاضر استفاده شده است.</p>	<p>شیب زمین، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، عمر ساختمان‌ها و فاصله از فضای باز</p>	<p>عزیزی و اکبری (۱۳۸۷) آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله با استفاده از AHP و GIS</p>
<p>در این تحقیق تحلیل شاخص‌ها به صورت کیفی بوده و مناسب بود از روش‌های کمی نیز استفاده می‌شد که در تحقیق حاضر از روش ویکور برای مقایسه ۴۱ شاخص استفاده شده است.</p>	<p>بافت و ساختمان خاک، فرسایش خاک، فاصله از گسل، دسترسی به فضاهای باز و سبز و تراکم نسبی جمعیت</p>	<p>زنگی‌آبادی و همکاران (۱۳۸۷) تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر زلزله</p>
<p>در این تحقیق آسیب‌شناسی به صورت کیفی بوده و از روش‌های کمی استفاده نشده است ولیکن در تحقیق حاضر روش‌های کمی ویکور و تحلیل سلسله مراتبی معکوس مورد استفاده قرار گرفته است.</p>	<p>فاصله از مسیل، میزان بارش، دبی منابع آب سطحی و زیرزمینی، تراکم پوشش گیاهی و عرض معابر</p>	<p>داودبراتی (۱۳۸۴) آسیب‌شناسی اماکن شهری</p>
<p>این تحقیق مبتنی بر مدل‌سازی هیدرولوژی در GIS بوده که تعداد شاخص‌ها برای ارزیابی آسیب‌پذیری پایین بوده است. و در تحقیق حاضر از شاخص‌های مختلفی استفاده شده است.</p>	<p>پوشش فاضلاب، کیفیت و دبی منابع آب سطحی و زیرزمینی، قابلیت اراضی، فاصله از مسیل</p>	<p>اورانرومی و همکارانش (۲۰۱۷) ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان ساحلی مبتنی بر GIS در زمین‌های جنوب غربی نیجریه</p>
<p>در این تحقیق از نرم‌افزار GIS استفاده نشده است در حالی که در تحقیق حاضر از قابلیت‌های این نرم‌افزار استفاده شده است.</p>	<p>جنس خاک، فرسایش خاک، پوشش فاضلاب، کیفیت و دبی منابع آب سطحی و زیرزمینی، قابلیت اراضی، فاصله از مسیل</p>	<p>اریک زیممرنان و همکاران (۲۰۱۶) بررسی راهکارهایی برای کاهش خطرات سیلاب شهری در شهر روزاریو آرژانتین</p>
<p>این تحقیق با نرم‌افزار HEC-RAS انجام شده و بهتر بود نتایج با نرم‌افزار GIS نیز ترکیب می‌شد در حالی که در تحقیق حاضر از قابلیت‌های این نرم‌افزار GIS استفاده شده است.</p>	<p>جنس خاک، فرسایش خاک، تراکم پوشش گیاهی و فاصله از مسیل</p>	<p>یاماشیتا و همکاران (۲۰۱۵) راه‌های سازگاری با جاری شدن سیل در مناطق شهری</p>
<p>این تحقیق با روش‌های کیفی بحث تغییرات اقلیمی را مدنظر قرار داده و از شاخص‌های تحقیق در بخش مربوط به ویکور استفاده شده است.</p>	<p>میزان دما، جهت وزش باد، تعداد ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا، میانگین غلظت آلاینده‌ها</p>	<p>ینجو کیم (۲۰۱۳) ارزیابی آسیب‌پذیری عرضه آب به تغییرات آب و هوایی و تنوع در کره جنوبی</p>
<p>در این تحقیق برای ارائه چارچوب شاخص‌های کمی ارائه شده است و شاخص‌ها از جامعیت برخوردار نبود و لیکن در تحقیق حاضر در بخش ویکور انواع شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.</p>	<p>درصد اشتغال، جمعیت بالقوه اقتصادی، بار تکفل، تراکم نسبی جمعیت، دسترسی به شبکه معابر</p>	<p>کمکک و دنیز (۲۰۱۲) یک چارچوب ارزیابی آسیب‌پذیری زلزله برای مناطق شهری</p>

در این تحقیق نتایج با روش کوپراس تحلیل گشته و لیکن در قالب نقشه نبوده است و لیکن در تحقیق حاضر انواع نقشه‌های ارزیابی آسیب‌پذیری ارائه شده است.	تراکم نسبی جمعیت، میانگین مساحت قطعات، فاصله از مسیل و گسل، بیشینه شتاب زمین، دسترسی به آتش‌نشانی و فضاهای سبز	تنگ و ون (۲۰۱۲) ارزیابی آسیب‌پذیری ۳۱ منطقه چین
در این تحقیق از قابلیت‌های نرم‌افزار GIS استفاده نشده است و لیکن در تحقیق حاضر از GIS استفاده شده است.	کاربری، نوع مصالح، ارتفاع، کیفیت و پوشش فاضلاب و دبی منابع آب سطحی و زیرزمینی	استرادا (۲۰۱۲) آثار احتمالی زمین‌لرزه‌ها در مناطق شهری
در این تحقیق آسیب‌پذیری بصورت کیفی بوده و از روش کمی استفاده نشده است. و لیکن در تحقیق حاضر از روش ویکور و تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است.	نوع مصالح، کیفیت و قدمت ابنیه، ارتفاع ساختمان و جنس مصالح نما	اسریکانس، ترالا و همکاران (۲۰۱۰) ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمانی موجود شهرهای گاندهی داهم و ادیپور هند
در این تحقیق از شاخص‌های کمی برای مدل‌سازی استفاده شده است و لیکن در تحقیق حاضر شاخص‌های مختلفی مدنظر قرار گرفته است.	فاصله از مسیل، قابلیت اراضی، تراکم پوشش گیاهی، میزان بارش، دبی منابع آب	چیا لینگ چان (۲۰۱۰)، بررسی یک روش اصلاح شده VIKOR برای طبقه‌بندی زیربناهای زمین با توجه به آسیب‌پذیری حوضه آبریز
در این تحقیق از شاخص‌های کمی برای مدل‌سازی استفاده شده است و لیکن در تحقیق حاضر شاخص‌های مختلفی مدنظر قرار گرفته است.	فاصله از گسل، بیشینه شتاب، ارتفاع ساختمان، نوع مصالح، دسترسی به شبکه راه	ونگ و همکاران (۲۰۱۰) ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ در کشور چین مبنی بر توسعه GIS و شبکه مصنوعی
در این تحقیق صرفاً شاخص‌های اجتماعی مدنظر است و لیکن در تحقیق حاضر انواع شاخص‌ها در ابعاد مختلف مدنظر قرار گرفته است.	تراکم نسبی جمعیت، درصد باسوادی، درصد جذب آموزش عمومی و میزان وقوع بزه	ایبرت و همکاران (۲۰۰۹) ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها
در این تحقیق بحث تراکم جمعیت مدنظر قرار نگرفته و لیکن در تحقیق حاضر شاخص مذکور جزء شاخص‌های اثرگذار بوده است.	فاصله از گسل، دسترسی به شبکه ارتباطی، کیفیت و قدمت ابنیه، فاصله از مسیل، بیشینه شتاب زمین	لاننادا و همکاران (۲۰۰۹) مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهر بارسلون
در این تحقیق از قابلیت‌های نرم‌افزار GIS استفاده نشده است و لیکن در تحقیق حاضر از GIS استفاده شده است.	عرض راه، دسترسی به مراکز درمانی، دسترسی به آتش‌نشانی، فاصله از مسیل	گیونوازی (۲۰۰۶) آسیب‌پذیری منطقه لیگوریا در ایتالیا
در این تحقیق بحث تراکم جمعیت مدنظر قرار نگرفته و لیکن در تحقیق حاضر شاخص مذکور جزء شاخص‌های اثرگذار بوده است.	عرض راه، درجه محوریت، ارتفاع ساختمان، میانگین مساحت قطعات، فاصله از پمپ بنزین	راشد و ویکس (۲۰۰۳) ارزیابی آسیب‌پذیری خطرات زلزله

۵- ملاحظات و پیشنهادات

- طرح تعریض معابر برای معابر کم عرض شهر به خصوص در مرکز منطقه به خصوص محدوده باغ فردوس، تجریش، نیاوران، دارآباد و ازگل مدنظر قرار گیرد
- ایجاد مراکز درمانی در شرق منطقه در محدوده سوهانک و شهرک قائمیه و شهرک محلاتی
- توسعه بخش فاضلاب به خصوص در طول خیابان ولیعصر، دزاشیب، قیطریه، شهرک محلاتی و مینی سیتی
- ایجاد خدمات امدادی و آتش نسانی در طول مسیر گسل ها به خصوص در محله امامزاده قاسم، گلاب دره، جمارن، نیاوران، شهرک نفت، سوهانک، سوهانک، باغ فردوس، قیطریه
- توسعه فضاهای سبز و ایجاد پارک ها به منظور اسکان موقت در غرب و مرکز منطقه مانند محمودیه، ولنجک، باغ فردوس، دزاشیب، چیدر، کاشانک و رستم آباد
- جانمایی ایستگاه های آتش نشانی در سطح منطقه و افزایش حداقل ۴ ایستگاه در منطقه
- استفاده از پوشش گیاهی و تعیین حریم ساخت و ساز حول مراکز پمپ بنزین بخصوص در محله پاسداران (تنگستان یکم و نارنجستان یکم)
- مهار سیلاب ها در محدوده رودخانه های جمشیدیه، دارآباد، دربند، درکه، لارک، مقصود بیک، ولنجک و گلابدره

منابع و مآخذ

- ۱- سید رفیع (۱۳۹۵)، جایگاه نهادهای محلی در حفظ بافت های تاریخی میانی و بازآفرینی بافت های ناکارآمد شهری با رویکرد توسعه پایدار، اولین همایش ملی بافت میانی شهرهای ایران (اصفهان - مرکز خلاقیت و نوآوری شهرداری اصفهان، ۱۵/۰۲/۱۳۹۵)، صص ۴۵۰-۴۳۸.
- ۴- حبیبی، پوراحمد، مشکینی، عسگری، نظری عدلی؛ کیومرث، احمد، ابوالفضل، علی، سعید (۱۳۸۷)، تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۳، صص ۳۶-۲۷.
- ۵- دوانی مطلق، اردلان (۱۳۹۳)، پهنه بندی سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش فازی (مطالعه موردی مسیل درکه و فرحزاد منطقه ۲ شهر تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز.
- ۶- سلمانی مقدم، امیراحمدی، کاویان؛ محمد، ابوالقاسم، فرزانه (۱۳۹۳)، کاربرد برنامه ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب آوری شهری در برابر زمین لرزه با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر سبزوار)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۳۴-۱۷.
- ۷- شکری فیروزجاه، پری (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی میزان تاب آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی، مجله برنامه ریزی کالبدی فضایی، سال دوم، شماره ۲، پیاپی ۶، صص ۴۴-۲۷.
- ۸- شمعی، میرزازاده (۱۳۹۸)، تحلیل فضایی تاب آوری مناطق شهر تبریز در برابر زلزله، مجله مخاطرات محیطی، دوره هشتم، شماره ۲۰، صص ۲۶۶-۲۴۵.
- 9- Baibarac C., Petrescu D., (2017), Open-source resilience: a connected commons-based proposition for urban transformation, *Procedia Engineering* 198 , pp.227 – 239.
- 10- Etinay N., Egbu Ch., (2018), Building Urban Resilience for Disaster Risk Management and Disaster Risk Reduction, *Procedia Engineering* 212, pp. 575–582.
- 11- Etinay, N, Egbu, Ch, Murray, V (2018), Building Urban Resilience for Disaster Risk Management and

۱- اباذرلو، سجاد (۱۳۹۲)، ارزیابی آسیب پذیری شهر با رویکرد پدافند غیرعامل با منطق فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، صص ۶۲.

۲- اباذرلو، سجاد (۱۳۹۵)، مدل سازی آسیب پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، (مطالعه موردی: شهر سبزوار)، مجله علمی - پژوهشی علوم و فناوری های پیشرفته، شماره محرمانه، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، صص ۵۱-۳۱.

۳- پوراحمد، کلانتری خلیل آباد، موسوی؛ احمد، حسین،

- 18- Ray B., Shaw R., Changing built form and implications on urban resilience: loss of climate responsive and socially interactive spaces, *Procedia Engineering* 212 (2018) 117-124.
- Disaster Risk Reduction, 7th International Conference on Building Resilience; Using scientific knowledge to inform policy and practice in disaster risk reduction, ICBR2017, 27 – 29 November 2017, Bangkok, Thailand, *Procedia Engineering* 212 , 575–582.
- 12- Hemingway, L., & Priestley, M. (2014). Natural Hazards, Human Vulnerability and Disabling Societies: A Disaster for Disabled People? *Review of Disability Studies: An International Journal*, 2: 57-67.
- 13- Herbert, E., Huppert, R., & Sparks, J. (2006). Extreme natural hazards: population growth, globalization and environmental change. Royal society publishing, 364: 1803-1814.
- 14- Marchese D., Reynolds E., Bates M. E., Morgan H., S. S. Clark, I. Linkov, Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications, *Science of the Total Environment* 6 –613 (2018) 1275–1283.
- 15- Meerow S., Newell J. P., M. Stults, Defining urban resilience: A review, *Landscape and Urban Planning* 147 (2016) 38–49.
- 16- Ongkowijoyo C. S., Doloi H., (2018), Risk-based Resilience Assessment Model Focusing on Urban Infrastructure System Restoration, *Procedia Engineering* 212, pp.1115–1122.
- 17- Peduzzi. P., Dao, H., Herold, C., & Mouton, F. (2009). Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: The Disaster Risk Index. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 9: 1149–1159.

COPYRIGHTS

©2023 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons [Attribution-NoDerivs 3.0 Unported \(CC BY-ND 3.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/)

