

ORIGINAL ARTICLE

Spatial Evaluation of Factors Affecting Vulnerability to Floods (Case Study: Neighborhoods of Tehran)

Saeed Zanganeh Shahraki¹, Keramatollah Ziari², Ali Hosseini³, Mohammad Sina Shahsavari⁴

1. Associate Professor, Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Full Professor, Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

3. Associate Professor, Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

4. Ph.D. Student in Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.

Correspondence

Saeed Zanganeh Shahraki

Email: saeed.zanganeh@ut.ac.ir

How to cite

Zanganeh Shahraki, S.; Ziari, K.; Hosseini, A.; Shahsavari, M.S. (2023). Spatial Evaluation of Factors Affecting Vulnerability to Floods (Case Study: Neighborhoods of Tehran), *Physical Social Planning*, 8 (4), 32, 41-56.

ABSTRACT

The significant increase in urbanization along with excessive population density and activity in cities and its growing trend in terms of functional and physical diversity has increased the importance of the issue of urban vulnerability against natural hazards such as floods. Using 54 key indicators in the framework of the MOVE model, this research has determined the level of social-physical vulnerability in the areas of Tehran. Then the results are spatially analyzed and the degree of vulnerability of each dimension as well as the final index has been determined. MOVE and GWR models have been used in this research. The results showed that in the final index, the southwest and northeast neighborhoods of Tehran had the most unfavorable conditions, and on the contrary, the central areas of Tehran had the most suitable conditions. Regions 18, 19, 20 and 4 had the most neighborhoods with medium to very high vulnerability status. Also, the neighborhoods located in regions 8, 6, 10 and 7 had the best conditions, respectively. Also, the results of the geographically weighted regression model showed that the sub-indicator of exposure had the most impact, and the sub-indicators of lack of resilience and susceptibility were placed in the next ranks, respectively. In the meantime, according to the R² coefficient that is close to the average in total for all sub-indices, it can be said that the final index obtained had a great impact on the high vulnerability of the residents of the studied neighborhoods.

KEYWORDS

Vulnerability, Spatial Relations, MOVE Model, Geographically Weighted Regression, Neighborhoods of Tehran.

نشریه علمی

برنامه‌ریزی توسعه کالبدی

«مقاله پژوهشی»

ارزیابی فضایی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری در برابر سیلاب (مورد مطالعه: محلات کلان‌شهر تهران)

سعید زنگنه شهرکی^۱، کرامت‌الله زیاری^۲، علی حسینی^۳، محمدسینا شهسواری^۴

چکیده

افزایش چشمگیر شهرنشینی همراه با تراکم بیش از حد جمعیت و فعالیت در شهرها و روند رو به رشد آن به لحاظ تنوع و دگرگونی‌های کارکردی و کالبدی موجب افزایش اهمیت موضوع آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطرات طبیعی نظیر سیلاب شده است. این پژوهش با استفاده از ۵۴ شاخص کلیدی در چارچوب مدل MOVE میزان آسیب‌پذیری مناطق شهر تهران را مشخص نموده است. سپس نتایج به صورت فضایی تحلیل و میزان آسیب‌پذیری در هریک از ابعاد و همچنین شاخص نهایی تعیین شده است. در این پژوهش از مدل MOVE و GWR استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که در شاخص نهایی، محلات جنوب غربی و شمال شرقی تهران دارای نامناسب‌ترین شرایط و بالعکس مناطق مرکزی تهران، دارای مناسب‌ترین وضعیت بودند. مناطق ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۴ دارای بیشترین محلات با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا بسیار زیاد بودند. همچنین محلات واقع در مناطق ۸، ۶، ۱۰ و ۷ به ترتیب دارای بهترین شرایط بودند. همچنین نتایج مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی نشان داد که زیر شاخص در معرض خطر بودن دارای بیشترین تأثیر و زیر شاخص‌های عدم تاب‌آوری و تأثیرپذیری به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گرفتند. در این بین با توجه به ضریب نزدیک به میانگین R2 در مجموع برآیند همه زیرشاخص‌ها، می‌توان گفت شاخص نهایی به دست آمده بر آسیب‌پذیری بالای ساکنان محلات مورد مطالعه به میزان زیادی تأثیر داشته است.

واژه‌های کلیدی

آسیب‌پذیری، سیلاب، ارزیابی فضایی، مدل MOVE، محلات شهر تهران.

۱. دانشیار گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. استاد تمام گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. دانشیار گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: سعید زنگنه شهرکی
riaanamae@ut.ac.ir، saeed.zanganeh

استناد به این مقاله:

زنگنه شهرکی، سعید؛ زیاری، کرامت‌الله؛ حسینی، علی؛ شهسواری، محمدسینا (۱۴۰۲). ارزیابی فضایی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری در برابر سیلاب (مورد مطالعه: محلات کلان‌شهر تهران)، فصلنامه علمی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، ۸ (۴)، ۳۲، ۴۱-۵۶.

مقدمه

و میزان در معرض آسیب قرار گرفتن نواحی پایین دست سیلاب بستگی دارد. آسیب‌پذیری سیلاب طی زمان و از ناحیه‌ای به ناحیه‌ای دیگر متغیر است که علت آن شرایط خاص طبیعی، فعالیت‌های انسانی و فرهنگ مخاطره نزد جامعه‌ی در معرض خسارت است. شهری مانند تهران با تغییرات زیاد سطح اجتماعی - اقتصادی و کیفی زندگی در نواحی مختلف و نیز تفاوت‌های ساختاری در بافت فیزیکی و کالبدی شهر، آسیب‌پذیری‌های جانی و خسارت مالی متفاوتی را در برابر سیلاب‌های شهری تجربه می‌کند (درفشی و همکاران، ۱۳۹۹:۶). خطر سیل از عوامل مختلفی نشئت می‌گیرد. همانند بسیاری از بلایای طبیعی دیگر، خطر سیل نیز تحت تأثیر عوامل ثانویه تشدید کننده متعددی قرار می‌گیرد. دو عامل مهم در خطر سیل شامل عامل خطر طبیعی و عامل تشدیدکننده آسیب‌پذیری است. آسیب‌پذیری یک مؤلفه مهم در مدیریت خطر تلقی می‌شود و نه تنها در بعد مکان (در مناطق مختلف) بلکه در بعد زمان (تجمع تدریجی امکانات در یک منطقه به دلیل توسعه شهرنشینی) هم تغییر می‌کند. همچنین آسیب‌پذیری می‌تواند از دست رفتن کارایی زیرساخت‌ها به دلیل وقوع بلایای طبیعی باشد که خود به یک فاجعه دیگر تبدیل می‌شود (فرنام و حمیدپور زارع، ۱۳۹۸:۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت پژوهش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب می‌تواند پیش از وقوع سیلاب‌ها در ارتباط با شناسایی نواحی آسیب‌پذیر اطلاعات مؤثری برای نهادهای دخیل در مدیریت بحران فراهم آورد (خلیلی و اسروش، ۱۳۹۹:۲). یکی از شهرهایی که احتمال آسیب‌پذیری در برابر سیل در آن به مراتب بالاتر می‌تواند باشد، شهر تهران است که لزوم برنامه‌ریزی بلند مدت را می‌طلبد. موقعیت جغرافیایی شهر تهران در خروجی حوضه آبریزی است که با افزایش سطح نفوذ ناپذیری که ناشی از کاربری‌های شهری از جمله ساخت‌وساز ساختمانی و... حاصل می‌شود، مانع نفوذپذیری حوضه آبریز شده است (ناهدی و همکاران، ۱۴۰۱:۱۲۸).

یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبان‌اند، حوادث طبیعی است. مخاطرات طبیعی با انواع گوناگون و گستره نفوذشان، به عنوان پدیده‌هایی تکرار شونده و مخرب، همواره در طول حیات کره زمین وجود داشته‌اند و پس از پیدایش بشر نیز همیشه خطری جدی برای انسان بوده‌اند (خالدی و همکاران، ۱۴۰۰:۱۸). سیل به عنوان یکی از بلایای طبیعی است که خسارات وارد شده آن به انسان نسبت به سایر بلایا مانند خشکسالی و قحطی بیشتر می‌باشد (اسماعیلی علویجه و همکاران، ۱۳۹۹:۳۵۱). با رشد سریع شهرسازی و ایجاد و توسعه زیرساخت‌ها، سیلاب‌ها در نواحی شهری بیشتر و شدیدتر شده‌اند.

در چند دهه گذشته، مخاطرات مربوط به آب و هوا به تنهایی عامل بین ۷۰ تا ۹۰ درصد از کل تعداد بلایای طبیعی رخ داده در سراسر جهان بوده‌اند. سیل به طور خاص عامل تأثیرگذار اصلی بر حدود ۶۰ درصد از کل جمعیت آسیب دیده و تقریباً ۱۰ درصد از کل خسارات اقتصادی ناشی از مخاطرات طبیعی است. نرخ سریع شهرنشینی منجر به افزایش خطر ناشی از پدیده‌های مرتبط با آب و هوا در آینده در مناطق شهری می‌شود (De Risi et al, 2020:388). شهرنشینی می‌تواند ماهیت خطر سیل، قرار گرفتن در معرض خطر را تغییر دهد. به ویژه، شهرنشینی با جایگزینی لایه‌های نفوذپذیر با لایه‌های نفوذناپذیر که منجر به افزایش رواناب، تغییر در پوشش زمین طول مدت و عمق سیلاب می‌شود (Hemmati et al, 2021:1). شهرهای بزرگ مدرن به ویژه در برابر سیل ناشی از بارش شدید آسیب‌پذیر هستند، زیرا رواناب سریع جاری بر روی سطوح بتنی و آسفالتی به راحتی سیستم‌های زهکشی شهری را تحت الشعاع قرار می‌دهد. در سال‌های اخیر، سیلاب‌های شهری به دلیل رشد سریع شهرها، افزایش مخاطرات آب و هوایی و سیستم‌های نامناسب زهکشی شهری تشدید شده است (Rafiei Sardooi et al, 2021:1). علاوه بر این، تغییر اقلیم و کاربری زمین در آینده نیز خطرات سیل شهری را افزایش خواهد داد که باید در مدیریت ریسک سیلاب در نظر گرفته شود (Eini et al, 2020:1). معیارهای اصلی تأثیر سیل بر آسیب مستقیم به دارایی‌های فیزیکی تمرکز می‌کند و تصویری از آنچه در معرض سیل است و این که تا چه میزان در معرض خطر است، به تصویر می‌کشد (Tate et al, 2021:436). در یک مفهوم کلی عوامل طبیعی و اقلیمی در خطرات سیل مؤثر تلقی می‌شوند. با این حال، اثرات عوامل انسانی بر وقوع و شدت سیل غیر قابل اغماض است. به عبارت دیگر، اگرچه سیل‌ها مخاطرات طبیعی هستند، اما با زیرساخت‌های مقاوم اجتماعی، اقتصادی و سیاسی می‌توان از تبدیل شدن آن‌ها به فاجعه جلوگیری کرد (Ekmekcioglu et al, 2020:617). در این راستا ارزیابی ریسک سیل یکی از اجزای کلیدی مدیریت ریسک سیل است. ارزیابی جامع خطر سیل مستلزم طیف وسیعی از تحلیل‌ها مانند تحلیل‌های فنی، هزینه‌ها، سیاست‌ها و تخمین تلفات است. از این رو، تجزیه و تحلیل جامع خطر سیل با شناسایی مناطق پرخطر، بخش مهمی از برآورد میزان خسارات ناشی از سیل است (Zhang et al, 2022:1).

آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب متغیر و پیچیده است. ریسک سیلاب به پدیده‌هایی مانند بارش، رواناب ایجاد شده و تمرکز آن

(۱۹۷۸) این مفهوم را در مطالعات خود در مورد بلایای طبیعی معرفی کردند. بعدها، در دهه ۱۹۸۰، این مفهوم به تحقیقات در مورد گرسنگی و امنیت غذایی، فقر و توسعه گسترش یافت. آسیب‌پذیری را می‌توان به‌عنوان فرآیندی تعریف کرد که از ترکیب بسیاری از عوامل منفی ایجاد می‌شود که در آن هرگونه امکان تحرک اجتماعی رو به بالا و غلبه بر محرومیت‌های شرایط اجتماعی، بسیار دشوار است. معمولاً مناطق آسیب‌پذیرتر و آسیب‌دیده‌تر فاقد خدمات اولیه و دارای تعداد ساختمان‌های فرسوده، ویژگی‌های اجتماعی نامطلوب، افراد آسیب‌پذیر و تفاوت‌های جنسیتی بارزتر هستند (Scholarly community encyclopedia, 2022). آسیب‌پذیری شرایطی است که عوامل یا فرآیندهای فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی، حساسیت یک فرد، یک جامعه، دارایی‌ها یا سیستم‌ها را نسبت به اثرات مخاطرات افزایش می‌دهد (Kelman, 2018:284). به عبارت دیگر میزان آسیب‌پذیری با ویژگی‌های اجتماعی و فیزیکی یک جامعه تعیین می‌شود. الگوهای جمعیتی و وضعیت اقتصادی عوامل مرتبط با آسیب‌پذیری اجتماعی هستند و ویژگی‌های کالبدی باعث می‌شود آسیب‌پذیری فیزیکی در مناطق مختلف جغرافیایی متفاوت باشد (Jeong & Yoon, 2018:2).

در خصوص سیلاب، بدون شک سیلاب به عنوان یک بلای طبیعی شناخته شده است ولی سیلاب در عمل، هم از نظر تلفات جانی و هم از نظر خسارات مالی مهیب‌ترین بلای طبیعی در جهان محسوب می‌شود. به عنوان نمونه در یک دهه، از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۷ حدود ۳۹۰۰۰۰ نفر در اثر مخاطرات طبیعی در جهان کشته شدند که ۵۸ درصد مربوط به سیلاب، ۲۶ درصد در اثر زلزله، ۱۶ درصد در اثر طوفان و بلایای دیگر بوده است. خسارات کل در این ۱۰ سال حدود ۷۰۰ میلیارد دلار و به ترتیب ۲۸، ۲۹، ۳۳ درصد مربوط به سیلاب، طوفان و زلزله است. در این رابطه نکته نگران‌کننده، روند افزایشی تلفات و خسارات سیلاب در جهان در دهه‌های اخیر است. افزایش جمعیت و دارایی‌ها در سیلاب‌دشت‌ها، تغییرات هیدروسیسستم‌ها و اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی از دلایل عمده این روند افزایشی می‌باشد (وزارت نیرو، ۱۳۹۵:۱). سیلاب زمانی روی می‌دهد که خاک و گیاهان نتوانند بارش را جذب نموده و در نتیجه کانال طبیعی رودخانه کشش‌گذردهی رواناب ایجاد شده را نداشته باشد (بهمی، ۱۳۹۸:۹۴). در ادبیات بین‌المللی، سیلاب به جریان عظیمی گفته شده که بالا آمده و زمین‌های اطراف را که معمولاً در زیر آب نیست را غرقاب می‌کند. سیلاب غالباً به پدیده‌ای گفته می‌شود که با زیر آب بردن زمین‌ها، آثار بسیار زیان‌آوری به جای می‌گذارد (فرح‌زاد، ۱۳۹۴:۳۹). سیلاب-

گسترش ساخت‌وساز شهری و افزایش سطوح با نفوذپذیری کم و یا غیرقابل نفوذ باعث کاهش نفوذ آب حاصل از بارش، افزایش رواناب، دبی‌های بزرگتر، تغذیه کمتر آب‌های زیرزمینی و افزایش تغییرپذیری‌ها می‌شود (درفشی و همکاران، ۱۳۹۹:۶). آسیب‌پذیری به پدیده‌هایی مانند بارش، رواناب، تمرکز آن و میزان در معرض آسیب قرار گرفتن نواحی پایین دست سیلاب بستگی دارد. آسیب‌پذیری سیلاب طی زمان و از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر متغیر است که علت آن شرایط خاص طبیعی، فعالیت‌های انسانی و فرهنگ مخاطره‌نزد جامعه در معرض خسارت می‌باشد (کوزه‌گر کالجی و همکاران، ۱۴۰۱:۱۴۶). در کشور به طور سنتی سیلاب‌های رودخانه‌ای در سیلاب‌دشت‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ در حالی که سیل‌گرفتگی در مناطق شهری به دلیل بعضی محدودیت‌ها و نبود داده‌های دقیق کمتر توجه شده است. بنابراین بافت‌های شهری یکی از آسیب‌پذیرترین نقاطی است که در هنگام سیلاب در معرض خطر قرار می‌گیرد (حسینی و همکاران، ۱۴۰۱:۲). مناطق شهری به دلیل تغییر ساختار نفوذپذیری زمین و تراکم مسکن، بیشتر در معرض آسیب سیل قرار دارند. موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران نیز، بیانگر این امر است که با توجه به قرارگیری شهرها در مسیر حوضه‌های آبریز مختلف، پیش‌بینی‌های لازم برای سیلاب‌ها ضروریست و می‌بایست شهرسازان، زمین‌شناسان و جغرافیدانان به بررسی دقیق علل چنین بلایایی در مناطق شهری پرداخته و راهکارهای لازم را برای کاهش آثار آن پیش‌بینی کنند (پایدار و سنجرى، ۱۳۹۵:۲۲).

در ارتباط با آسیب‌پذیری نیز اصولاً آسیب‌پذیری مفهومی نوظهور است زیرا می‌توان متوجه تغییر از تلقی فاجعه به عنوان یک رویداد ناشی از یک عامل خارجی به تفسیر جامعه‌شناختی‌تر از فجایع به عنوان فرآیندی پیچیده، اجتماعی، سیاسی، زیست‌محیطی و اقتصادی شد، یعنی: از کاهش احتمال خطرات به سمت کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری جوامع (Banica et al, 2017:2). این مفهوم نشئت گرفته از پژوهش‌هایی در زمینه مخاطرات طبیعی و فقر بوده و به طور گسترده در رشته‌هایی از قبیل جغرافیا، بوم‌شناسی، علوم زیست‌محیطی، علم اقتصاد، امور مالی، مهندسی، روانشناسی و انسان‌شناسی استفاده شده است. آسیب‌پذیری به طور مستقیم با مفهوم امنیت شهری مرتبط بوده است. این مفهوم به طور گسترده در زمینه‌های تحقیقی پیشگیری از حوادث، مدیریت ریسک، تغییرات اقلیمی و توسعه پایدار به کار گرفته شده است (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۸:۵۰). در دهه ۱۹۷۰، وایت^۱ (۱۹۷۴) و برتون^۲

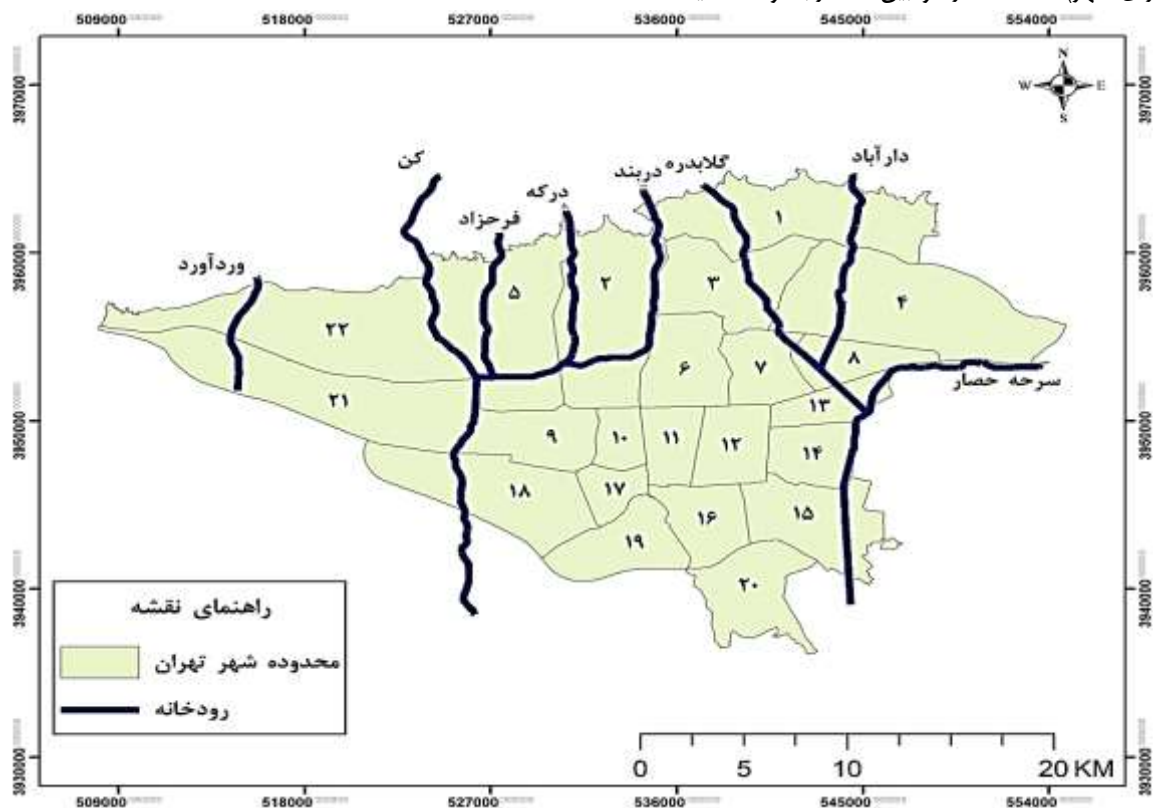
1. White
2. Burton

درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این شهر از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به لواسانات و از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود است. شهر تهران، از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۵ ناحیه و ۳۵۳ محله تقسیم می‌شود (سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۴۰۱). این شهر در دامنه جنوبی کوه‌های البرز مرکزی در بخش وسطی و سفلی حوضه‌های شمالی و جنوبی قرار گرفته است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۱).

های رودخانه اغلب ناشی از بارش‌های شدید است، که در برخی موارد همراه با ذوب برف است. سیلابی که بدون پیش‌هشدار یا با پیش‌هشدار کمی در رودخانه جاری شود تند سیل نامیده می‌شود. تلفات جانی این تند سیلاب‌ها که در حوضه‌های کوچک به وقوع می‌پیوندد عموماً بیشتر از تلفات جانی سیلاب‌های رودخانه‌های بزرگ می‌باشند (بهزادی‌پور، ۱۳۹۳: ۱۱).

داده‌ها و روش کار

شهر تهران بیش از ۶۰۰ کیلومتر مربع (مناطق ۲۲ گانه مصوب شورای شهر) مساحت دارد و بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵



شکل ۱. پراکنش فضایی رودخانه‌های سطح شهر تهران (منبع: نگارنگان، ۱۴۰۲)

گام نهایی شاخص‌های مورد بررسی در چارچوب مدل MOVE با یکدیگر ترکیب شده و شاخص نهایی آسیب‌پذیری ایجاد گردید (رابطه ۱). مدل MOVE عوامل کلیدی آسیب‌پذیری را متمایز می‌کند و ابعاد مختلف موضوعی آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد. عوامل کلیدی آسیب‌پذیری به شرح زیر تعریف می‌شوند:

- در معرض خطر قرار گرفتن:

این شاخص میزان قرار گرفتن یک مکان یا موقعیت را در محدوده جغرافیایی یک رویداد خطرناک توصیف می‌کند. قرار گرفتن در معرض خطر در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی ثابت

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی است که با روش توصیفی - تحلیلی مبتنی بر اطلاعات کتابخانه‌ای انجام گرفته است. محدوده مورد مطالعه این تحقیق تمام محلات شهر تهران می‌باشد. با استفاده از داده‌های موجود در آمارنامه‌های رسمی کشور، زیرشاخص‌های آسیب‌پذیری در قالب سه دسته جداگانه (در معرض خطر بودن، تأثیرپذیری و عدم تاب‌آوری) استخراج شده و سپس با استفاده از مدل وزن‌دهی آنتروپی شانون، به صورت جداگانه دارای وزن مخصوص به خود شدند. در مرحله بعدی، وزن به دست آمده در شاخص‌ها ضرب شدند. در

جولوگیری از کاهش خطر، مقابله به موقع و اقدامات واکنش پس از حادثه است (Diouf Sané et al, 2015:419).

رابطه ۱: $E = \frac{1}{2} (S_i + LOR_i)$ = شاخص نهایی آسیب-پذیری

در رابطه (۱)، E بیانگر شاخص‌های میزان در معرض خطر بودن است. S به معنای شاخص‌های تأثیرپذیری و LOR به نمایانگر شاخص‌های عدم پایداری است. در نهایت وضعیت فضایی محدوده مورد مطالعه در هر یک از دسته‌های مذکور و شاخص نهایی مورد تحلیل قرار گرفت. عوامل اصلی مدل MOVE مربوط به قرار گرفتن در معرض خطر قرار گرفتن یک جامعه یا سیستم، تأثیرپذیری سیستم یا جامعه در معرض خطر و عدم ظرفیت تاب‌آوری در برابر آن می‌باشند (Diouf Sane et al., 2015:418). در جدول (۱) معیارهای به کار رفته در این تحقیق، نمایش داده شده است.

سیستم‌های اجتماعی (مانند زیرساخت‌ها) و همچنین سیستم‌های انسانی (معیشت، اقتصاد، فرهنگ) تعریف می‌شود (Birkmann et al, 2013:8).

• تأثیرپذیری:

حساسیت (یا شکنندگی) عناصر در معرض خطر (اجتماعی و کالبدی) را برای متحمل شدن آسیب توصیف می‌کند. اگرچه حساسیت و شکنندگی به تفاوت‌های ظریفی در مفاهیم مختلف دلالت می‌کند، اما در این پژوهش عمدتاً از آن‌ها به صورت مترادف استفاده می‌شود تا بر تفاوت‌های اصلی بین قرار گرفتن در معرض خطر، تأثیرپذیری و عدم پایداری تأکید شود (Birkmann et al, 2013:200).

• عدم پایداری:

فقدان تاب‌آوری یا ظرفیت واکنش با محدودیت‌هایی از نظر دسترسی و بسیج منابع یک جامعه یا یک سیستم اجتماعی در واکنش به یک خطر شناسایی شده تعیین می‌شود. این شامل

جدول ۱. معیارهای به کار رفته در پژوهش و توضیحات مربوطه

شاخص		ابعاد
فاصله از بافت فرسوده	نزدیکی به رودها	تراکم جمعیت
نسبت خانه‌های با وضعیت حاشیه نشینی	میزان ارتفاع	شیب
نزدیکی به محدوده‌های آبی	فاصله از فضای سبز	فاصله از زمین‌های ساخته شده (زمین-های با پوشش آسفالت)
فاصله از بافت‌های ریزدانه	فاصله از بافت‌های نفوذناپذیر	فاصله از بافت‌های ناپایدار
بار تکفل خالص	بعد خانوار	جمعیت وابسته
نسبت زنان مجرد	نسبت زنان سرپرست خانوار	نسبت کودکان زیر ۵ سال
نسبت مهاجرین	نسبت زنان به مردان	نسبت افراد بالای ۶۵ سال
نسبت زنان مطلقه به کل زنان	نسبت بی سواد	نسبت جمعیت زنان به کل جمعیت
نرخ بیکاری مردان ۱۰ ساله و بیشتر	نسبت افراد مجرد	نسبت جمعیت با درآمد بدون کار
تعداد خانوار در واحد مسکونی	نرخ بیکاری افراد ۱۰ ساله و بیشتر (کل)	نرخ بیکاری زنان ۱۰ ساله و بیشتر
	نسبت واحدهای مسکونی با مساحت کمتر از ۵۰ متر مربع	نفر در واحد مسکونی
دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان-ها و درمانگاه‌ها و خانه‌های سلامت)	نرخ اشتغال زنان ۱۰ ساله و بیشتر	نرخ اشتغال مردان ۱۰ ساله و بیشتر
دسترسی به ایستگاه‌های مترو	دسترسی به ایستگاه‌های آتش نشانی	نرخ اشتغال افراد ۱۰ ساله و بیشتر (کل)
تراکم اشتغال	توازن اشتغال	نسبت خانوارهای دارای خانه مالکیتی به استیجاری
نسبت واحدهای مسکونی مقاوم بر حسب نوع اسکلت	نسبت جمعیت مردان به زنان	نسبت اشتغال زنان به مردان

نسبت واحدهای مسکونی مقاوم بر حسب نوع مصالح	نسبت با سواد	دسترسی به مراکز تخلیه امن
فاصله از فضای بایر	دسترسی به راه‌های شریانی درجه یک	دسترسی به ایستگاه‌های انتظامی
دسترسی به پایگاه‌های انتقال خون	دسترسی به داروخانه‌ها	میانگین مساحت واحد مسکونی

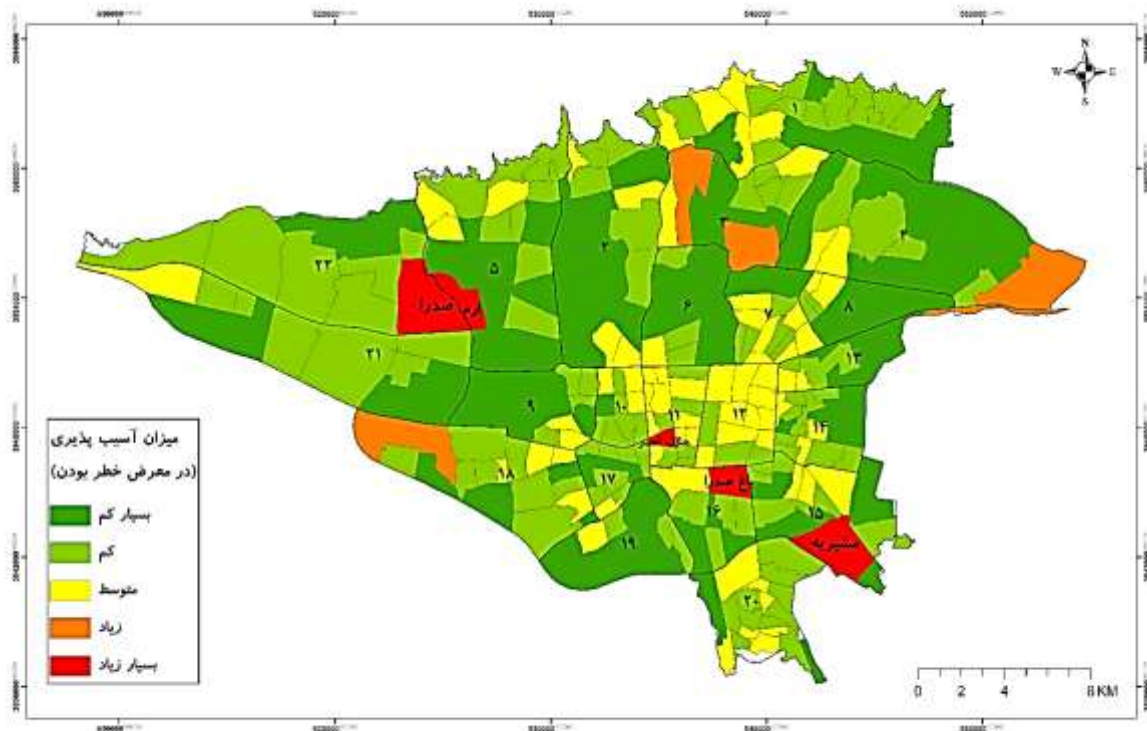
این محلات عبارت‌اند از محله صدرا در منطقه ۲۲، محله ارم در منطقه ۵، محله هلال احمر در منطقه ۱۱، محله باغ آذری در منطقه ۱۶ و محله مشیریه در منطقه ۱۵. مناطق ۳، ۴ و ۱۸ دارای محلاتی با وضعیت آسیب‌پذیری زیاد بودند. در بین مناطق مذکور، منطقه ۳ دارای بیشترین نسبت محلات با وضعیت نامناسب بود؛ به طوری که نیمی از محلات این منطقه در دسته با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد بودند. بهترین وضعیت نیز مربوط به مناطق ۱۹، ۱۷، ۹، ۸، ۴، ۶، ۲۱، ۲۲ و ۲ بودند. بیش از ۹۰ درصد محلات این مناطق دارای وضعیت آسیب‌پذیری کم و بسیار کم بودند. با نتایج به دست آمده مشخص گردید بیشتر محلات شهر تهران دارای آسیب‌پذیری کم و بسیار کم در زیر شاخص در معرض خطر بودن هستند و صرفاً محلات مناطق مرکزی و برخی محلات شمالی شهر تهران دارای وضعیت نامناسبی هستند.

شرح و تفسیر نتایج

در این بخش نتایج به دست آمده از پراکنش فضایی وضعیت محلات مورد مطالعه در هر یک از دسته‌های سه‌گانه آسیب-پذیری (در معرض خطر بودن، تأثیرپذیری و عدم پایداری) مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت نقشه پراکنش فضایی در زمینه شاخص نهایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تحلیل فضایی میزان آسیب‌پذیری در زیر شاخص در معرض خطر بودن

همان‌گونه که شکل (۲) نشان می‌دهد به طور کلی محلات بخش مرکزی شهر تهران (مناطق ۱۱ و ۱۲) دارای نامناسب‌ترین وضعیت بودند. همچنین محلات مناطق ۲۰ و ۷ نیز بعد از مناطق مذکور دارای وضعیت نامناسبی بودند. با بررسی جزئی‌تر پنج محله دارای بیشترین میزان در معرض خطر بودن، می‌باشند.

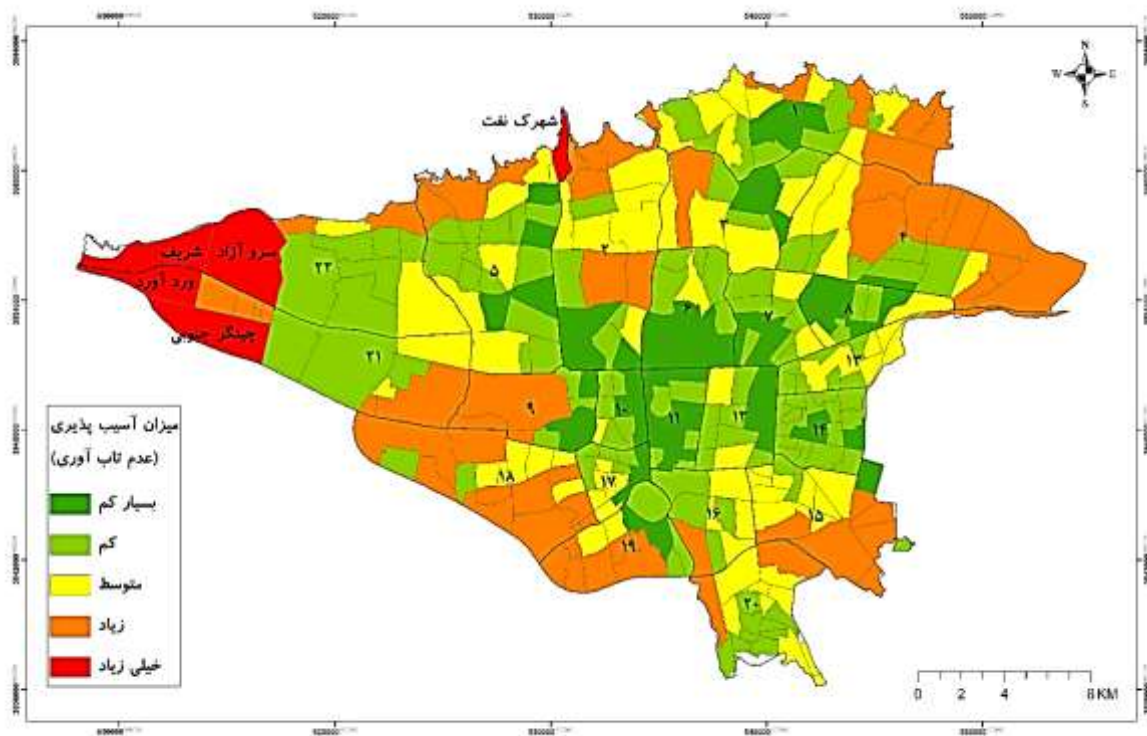


شکل ۲. پراکنش فضایی وضعیت آسیب‌پذیری در زیر شاخص در معرض خطر بودن

۱ دارای نامناسب‌ترین وضعیت بودند؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد محلات آن‌ها دارای وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا بسیار زیاد بودند. همچنین منطقه ۱۱ نیز دارای بهترین وضعیت بود. هیچکدام از محلات این منطقه در دسته با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا بسیار زیاد نبودند. بعد از آن به ترتیب مناطق ۱۴، ۶، ۱۰ و ۸ دارای وضعیت مناسبی بودند. همان‌گونه که مشخص است اکثر این مناطق جزو مناطق مرکزی شهر تهران محسوب می‌شدند. با نتایج مشخص شده می‌توان گفت بر خلاف زیر دسته در معرض خطر بودن، در این زیر دسته بیشتر محلات شهر دارای وضعیت نامناسبی بودند.

تحلیل فضایی میزان آسیب‌پذیری در زیر شاخص عدم تاب‌آوری

در این زیر دسته (عدم تاب‌آوری) بر خلاف زیر دسته در معرض خطر بودن، محلات مناطق مرکزی شهر دارای وضعیت مناسب‌تری نسبت به محلات حاشیه‌ای شهر بودند. محلات مرزی مناطق ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۴، ۲، ۵، ۲۱ و ۲۲ دارای وضعیت بسیار نامناسبی هستند. از این میان، محلات مناطق ۲۱ و ۲۲ دارای بدترین وضعیت بودند. محلات سرو آزاد و شریف در منطقه ۲۲ و محلات چیتگر جنوبی و وردآورد در منطقه ۲۱ و همچنین محله شهرک نفت در شمال منطقه ۵ دارای وضعیت آسیب‌پذیری بسیار زیاد بودند. به طور کلی مناطق ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۵، ۹، ۴، ۳ و



شکل ۳. پراکنش فضایی وضعیت آسیب‌پذیری در زیر شاخص عدم تاب‌آوری

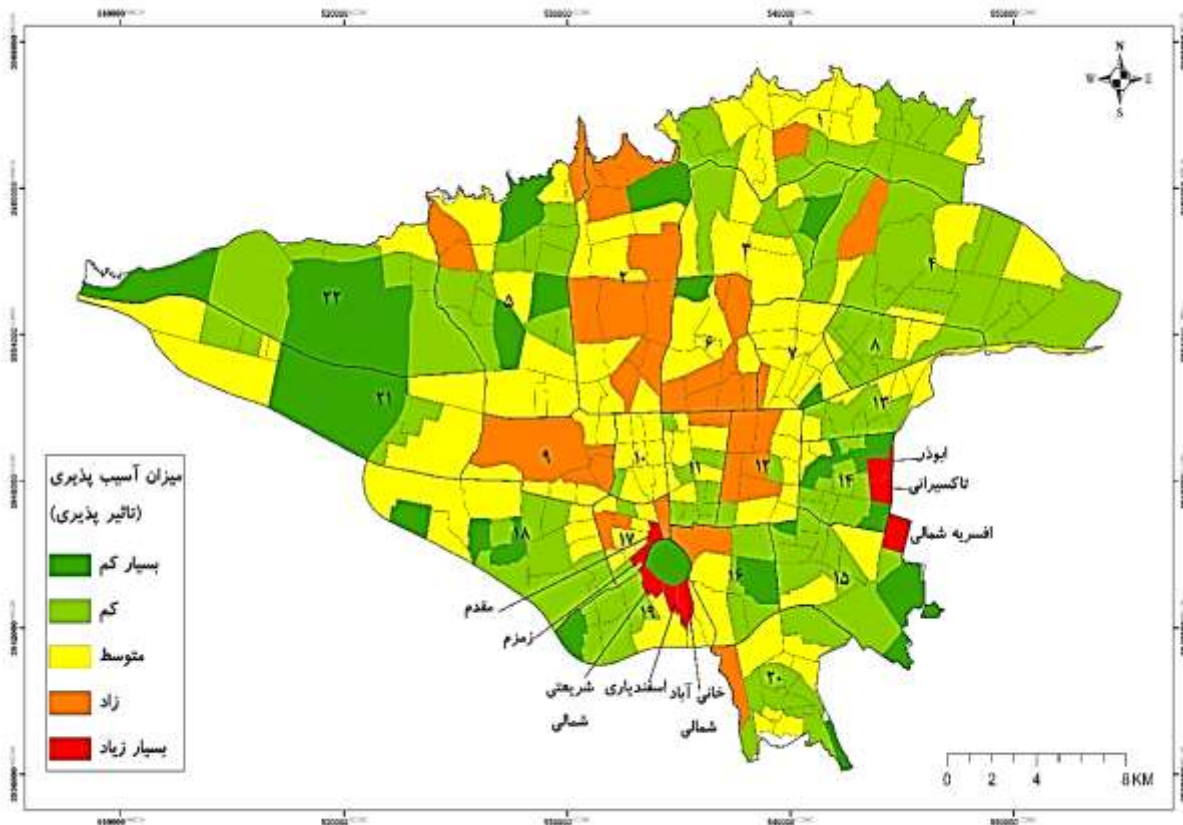
مناطق مرکزی، محلات مناطق ۱۲، ۱۰، ۹ و ۶ دارای بدترین شرایط بودند. محلات منطقه ۲ نیز از این قاعده مستثنا نبودند. با بررسی جزئی‌تر مشخص گردید ۸ محله دارای وضعیت آسیب‌پذیری بسیار زیاد بودند. این محلات عبارت‌اند از ابوذر و تاکسیرانی در نوار شرقی منطقه ۱۴، افسریه شمالی در گوشه شمال شرق منطقه ۱۵. همچنین پیرامون بوستان ولایت چندین محله در مجاورت هم در همین دسته قرار می‌گرفتند؛ محلات خانی آباد شمالی، اسفندیاری و شریعتی شمالی در منطقه ۱۹ و محلات مقدم و زمزم در منطقه ۱۷ از آن جمله‌اند. به طور کلی

تحلیل فضایی میزان آسیب‌پذیری در زیر شاخص تأثیرپذیری

شکل (۴) بیانگر وضعیت آسیب‌پذیری در زیر دسته تأثیرپذیری است. این زیر دسته در قیاس با دو زیر دسته قبلی (در معرض خطر بودن و عدم تاب‌آوری) دارای بیشترین تعداد محلات با وضعیت نامناسب می‌باشد. در این دسته اکثر محلات مناطق مرکزی و شمالی دارای وضعیت به مراتب بدتری نسبت به محلات مناطق شرقی و غربی تهران بودند. هر چند اکثر محلات در دسته با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط قرار می‌گرفتند. در بین

و بسیار کم بودند و تنها یک محله آن دارای وضعیت آسیب-پذیری متوسط بود. بعد از آن، مناطق ۱۴ و ۱۵ به ترتیب دارای شرایط مناسبی بودند.

مناطق غربی دارای وضعیت بهتری نسبت به مناطق شرقی بودند. منطقه غربی ۲۲ دارای بهترین شرایط در بین مناطق ۲۲ گانه بود. اکثر محلات این منطقه دارای وضعیت آسیب‌پذیری کم

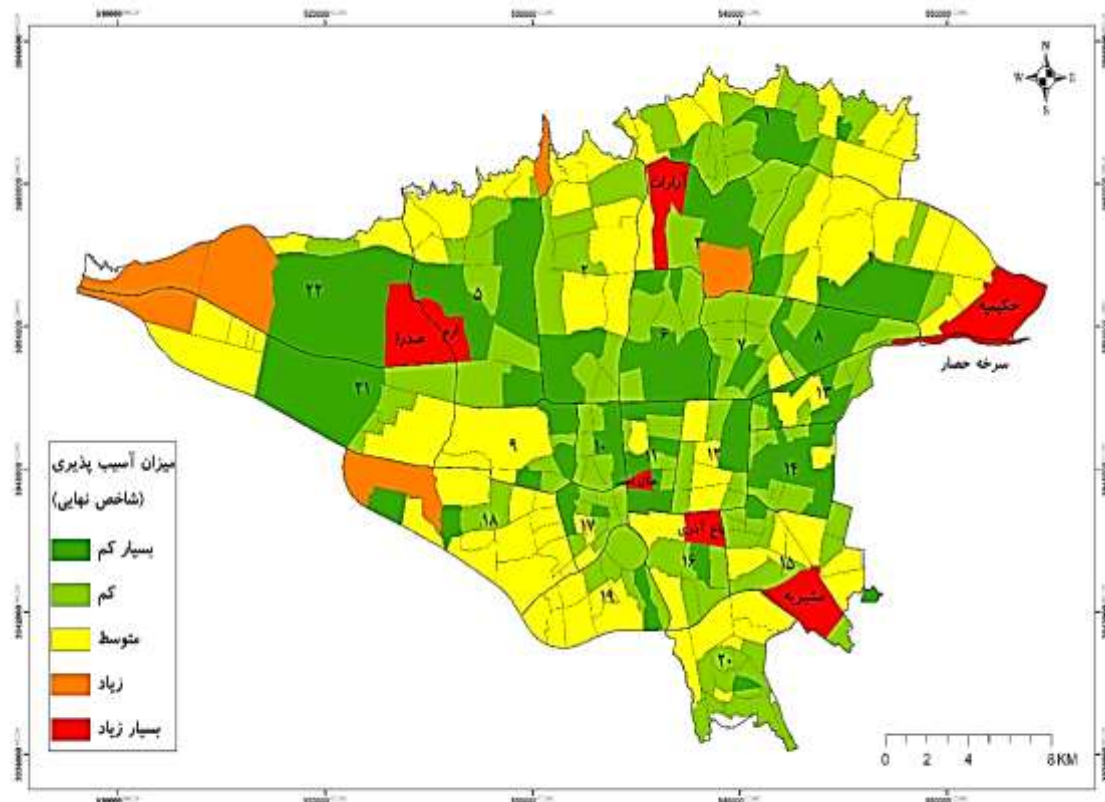


شکل ۴. پراکنش فضایی وضعیت آسیب‌پذیری در زیر شاخص تأثیرپذیری

محلات جنوب غربی و شمال شرقی تهران دارای نامناسب‌ترین شرایط و بالعکس مناطق مرکزی تهران، دارای مناسب‌ترین وضعیت بودند. مناطق ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۴ دارای بیشترین محلات با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا بسیار زیاد بودند. مناطق ۸، ۶، ۱۰ و ۷ به ترتیب دارای بهترین شرایط بودند. تمام محلات این مناطق دارای وضعیت آسیب‌پذیری کم و بسیار کم بودند. مناطق ۱۴، ۱۱ و ۱۷ نیز در دسته بعدی قرار می‌گرفتند. هر چند برخی از محلات این مناطق در دسته با وضعیت آسیب‌پذیری متوسط تا بسیار زیاد قرار می‌گرفتند، اما اکثر محلات آن‌ها دارای شرایط مناسبی بودند.

تحلیل فضایی میزان آسیب‌پذیری در شاخص نهایی

شکل (۵) نمایانگر وضعیت آسیب‌پذیری در شاخص نهایی است. این شاخص بر گرفته از ترکیب سه زیر شاخص در معرض خطر بودن، تأثیرپذیری و عدم تاب‌آوری می‌باشد. از لحاظ پراکنش فضایی، این شاخص بسیار به زیر شاخص در معرض خطر بودن مشابه است؛ به طوری که محلات صدرا (منطقه ۲۲)، ارم (منطقه ۵)، هلال احمر (منطقه ۱۱)، باغ آذری (منطقه ۱۶) و مشیریه (منطقه ۱۵) به مانند زیر شاخص در معرض خطر بودن، در این شاخص هم دارای وضعیت آسیب‌پذیری بسیار زیاد بودند. علاوه بر محلات مذکور، محله‌های سرخه حصار، آراغات و حکیمیه نیز در مناطق ۱۳، ۳ و ۴ دارای شرایط مشابه بودند. به طور کلی



شکل ۵. پراکنش فضایی وضعیت آسیب‌پذیری در شاخص نهایی

آمده می‌توان گفت با حرکت از غرب به سمت شرق، از میزان تأثیرگذاری کاسته می‌شود. بیشترین میزان اثر شاخص تأثیرپذیری بر شاخص نهایی مربوط به محلات غربی منطقه ۲۱ بود. به طور کلی بیشترین تأثیر این زیر شاخص بر شاخص در تمام محلات مناطق ۲۱ و ۲۲ قابل مشاهده است. محلات مناطق شمالی و جنوبی مانند ۱، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ عمدتاً در دسته با میزان تأثیر متوسط یا کم قرار می‌گیرند. محلات واقع در مناطق مرکزی و شرقی نیز (نظیر ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲ و ۱۴) در آخرین دسته با کمترین میزان تأثیر متغیر مستقل بر وابسته جای می‌گیرند.

شکل ۶ ب، نحوه پراکنش ارتباط فضایی وضعیت آسیب‌پذیری (زیر شاخص در معرض خطر بودن با شاخص نهایی) را در سطح محلات شهر تهران نشان می‌دهد. در این زیر شاخص نیز وضعیت تأثیرگذاری متغیر مستقل بر متغیر وابسته بر خلاف زیر شاخص قبلی (تأثیرپذیری) به صورت بسیار ناهمگون می‌باشد. بر این اساس مناطق ۱۵، ۱۶، ۱۱، ۳، ۴، ۵ و ۲۲ هر کدام دارای یک محله با بیشترین میزان تأثیرپذیری بودند. علی‌رغم

مدل‌سازی ارتباط فضایی شاخص نهایی آسیب‌پذیری با

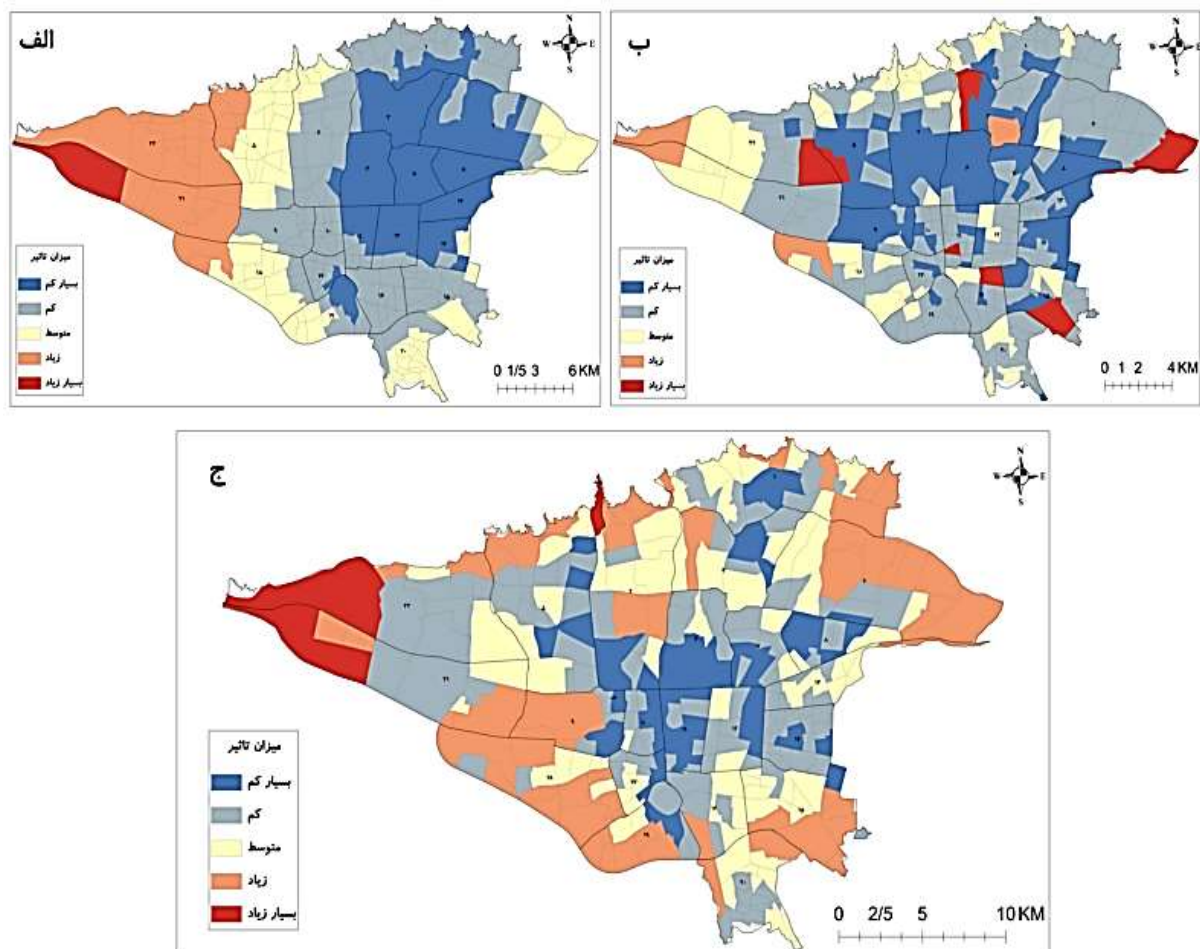
زیر شاخص‌های سه‌گانه

برای بررسی رابطه میان شاخص نهایی آسیب‌پذیری (با توجه به ترکیب عوامل به دست آمده از مدل MOVE) و زیرشاخص-های سه‌گانه در سطح محلات مورد مطالعه، از ابزار رگرسیون وزنی جغرافیایی از مجموعه آمار فضایی استفاده شده است. برای این موضوع میزان رابطه به همراه نقشه تولید شده، ارائه می‌شود. نتایج حاصل از جدول (۲) وجود رابطه بین متغیر مستقل و وابسته را در تمام زیرشاخص‌ها اثبات می‌کند. همچنین شکل ۶ الف، نحوه پراکنش ارتباط فضایی وضعیت آسیب‌پذیری (زیر شاخص تأثیرپذیری با شاخص نهایی) را در سطح محلات شهر تهران نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه، هر چند که دو متغیر ذکر شده (شاخص نهایی آسیب‌پذیری به عنوان متغیر وابسته و زیر شاخص تأثیرپذیری به عنوان متغیر مستقل) از نظر وجود رابطه رگرسیونی ثابت دارای ارتباط هستند، اما همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، از نظر فضایی وضعیت نامتوازی از ارتباط بین این دو متغیر در سطح ناحیه مورد مطالعه وجود دارد. با توجه به نتایج به دست

شهر تهران قرار گرفته‌اند دارای میزان تأثیرپذیری متوسط و بیشتر از آن بوده است. با بررسی جزئی‌تر مشخص می‌شود از میان مناطق شهر تهران تنها سه منطقه ۲۱، ۲۲ و ۲ دارای محلاتی با وضعیت تأثیرپذیری بسیار زیاد بودند. در صورت رتبه‌بندی مناطق از لحاظ تعداد محلات دارای میزان ارتباط فضایی بیش از متوسط به ترتیب مناطق ۲۱ و ۲۲، ۱۸، ۱۹، ۱۵ قرار می‌گیرند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اکثر این مناطق در غرب و جنوب تهران قرار دارند. هر چند منطقه شرقی ۴ را نیز می‌توان جزو مناطق با تعداد بالای محلات دارای تأثیرپذیری زیاد دانست. عمده محلات واقع در مناطق مرکزی و شرقی ۱۱، ۱۴، ۶، ۷، ۸، ۱۰ دارای میزان تأثیرپذیری کمتری بودند. مناطق شمالی ۱، ۳ و نیمه شمالی مناطق ۲ و ۵ بیشتر در دسته با میزان تأثیرپذیری متوسط قرار می‌گرفتند.

ناهمگونی فضایی میزان ارتباط در این زیر شاخص هم بیشترین میزان تأثیرگذاری در محلات مناطق ۲۱ و ۲۲ بوده است. بعد از آن‌ها به ترتیب مناطق ۱۸ و ۲۰ قرار می‌گیرند. همچنین به مانند زیر شاخص قبلی کمترین میزان تأثیرپذیری نیز مربوط به محلات مرکزی و شرقی ۶، ۷، ۸، ۱۳ و ۱۴ بوده است. به طور کلی اکثر محلات شهر تهران در این زیر شاخص در دسته با میزان تأثیرپذیری کم و بسیار کم قرار می‌گرفتند و صرفاً همان‌گونه که پیش از این نیز ذکر شد برخی از محلات محدود و به صورت پراکنده دارای تأثیرپذیری بیشتری بودند.

شکل ۶ ج، نحوه پراکنش ارتباط فضایی وضعیت آسیب‌پذیری (زیر شاخص عدم تاب‌آوری با شاخص نهایی) را در سطح محلات مورد مطالعه نشان می‌دهد. در این زیر شاخص به طور کلی بیشترین میزان تأثیرپذیری مربوط به محلات مرزی بوده است؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد محلاتی که در حاشیه مرزی



شکل ۶. وضعیت ارتباط فضایی شاخص نهایی آسیب‌پذیری با زیر شاخص‌های سه‌گانه (الف: تأثیرپذیری، ب: در معرض خطر بودن، ج: عدم تاب‌آوری)

بین با توجه به ضریب نزدیک به میانگین R^2 در مجموع برآیند همه زیرشاخص‌ها، می‌توان گفت شاخص نهایی به دست آمده بر آسیب‌پذیری بالای ساکنان محلات مورد مطالعه به میزان زیادی تأثیر داشته است. شاخص Σ بیانگر انحراف معیار باقی مانده‌ها است و کوچک‌تر بودن آن نشانه برتری مدل است و همان‌گونه که مشخص است در این بخش نیز بر طبق ترتیب قبلی تمام زیرشاخص‌ها از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار هستند. همچنین شاخص AIC بیانگر نیکویی و برازش مدل است و هرچه رقمی کمتر را نشان دهد بیانگر وضعیت بهتر مدل است که عدد به دست آمده در زیرشاخص‌ها -های مورد بررسی در این تحقیق نیز تصدیق کننده این موضوع می‌باشد.

روند الگوی رگرسیون در تعیین توزیع الگوی آسیب‌پذیری و رابطه آن با شاخص نهایی آسیب‌پذیری در محدوده مورد مطالعه، نشان می‌دهد که خروجی پارامترهای مدل به میزان بالایی پیش‌بینی موردنظر مبنی بر وجود رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته را تأیید می‌کند. مهم‌ترین مقادیر در اینجا مقادیر R^2 و R^2 تعدیل‌شده ($Adjusted R^2$) است که در حقیقت بیانگر خوبی و دقت مدل مورد استفاده است. هر چه این مقادیر به عدد (۱) نزدیک‌تر باشد، به معنای آن است که متغیرهای توصیفی مورد استفاده توانسته‌اند به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. بدین ترتیب زیر شاخص در معرض خطر بودن دارای بیشترین تأثیر و زیر شاخص‌های عدم تاب‌آوری و تأثیرپذیری به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گرفتند. در این

جدول ۲. برآورد مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی در بررسی رابطه بین عوامل به دست آمده و شاخص نهایی

بعد	Sigma	AICs	R2	R2 تعدیل شده
زیر شاخص تأثیرپذیری	۰/۰۰۰۱۸۸	-۵۰۵۰/۸۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۷
زیر شاخص در معرض خطر بودن	۰/۰۰۰۰۴۸	-۶۰۰۶/۰۹۰	۰/۹۴	۰/۹۳
زیر شاخص عدم تاب‌آوری	۰/۰۰۰۱۷۴	-۵۱۰۴/۶۲	۰/۱۵	۰/۱۴

موضوع بافت فرسوده را پوشش می‌دهد. طبیعتاً با توجه به شاخص‌های تشکیل‌دهنده این زیرشاخص بیشترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به مناطق مرکزی و جنوبی شهر تهران (به دلیل بافت فرسوده بیشتر) و برخی از محلات مناطق ۱، ۳، ۴ و ۱۳ (به دلیل عبور رودخانه از آن‌ها) باشد. به عبارت دیگر هر چند از محلات مناطق مرکزی و جنوبی، رودخانه‌ای عبور نمی‌کند، اما این مناطق با توجه به بافت فرسوده بسیار زیاد در برابر بارندگی‌های شدید سیل آسا بسیار آسیب‌پذیر هستند. زیرشاخص بعدی مربوط به میزان عدم تاب‌آوری مناطق بود. این زیرشاخص بر گرفته از مجموع ۲۴ شاخص دیگر است که بیشتر موضوعات مربوط به عدم دسترسی به امکانات امداد و نجات و برخی از ویژگی‌های کالبدی بود. از آنجا که محلات واقع در مناطق مرکزی بیشترین میزان دسترسی را به امکانات شهری (از قبیل امداد و نجات) دارند، کمترین میزان آسیب‌پذیری را در این زیر-شاخص داشتند. محلات غربی منطقه ۲۱ به دلیل بافت صنعتی و محلات غربی منطقه ۲۲ به دلیل تازه ساز بودن دسترسی چندانی به امکانات شهری ندارند و به همین دلیل دارای آسیب‌پذیری

بحث و نتیجه‌گیری

خطر سیل یک مفهوم چندبعدی مربوط به عدم اطمینان و پیچیدگی است. در مناطق شهری ارزیابی خطر سیل هنوز چالش‌برانگیز است. زیرا تجزیه و تحلیل خطر سیل معمولاً در ترکیب اثرات اجتماعی و کالبدی مشترکاً انجام نمی‌شود، امروزه با توجه به تبعیض‌های اقتصادی و اجتماعی و سطح برخورداری متفاوت از منابع در بین شهروندان، توجه به مبحث آسیب‌پذیری و نمود فضایی آن اهمیت فزاینده‌ای یافته است. به عبارت دیگر در هنگام وقوع سیلاب، بعضی از افراد به دلیل عدم دسترسی به امکانات حیاتی و بنیه اقتصادی و اجتماعی ضعیف‌تر، نسبت به دیگران دارای آسیب‌پذیری بیشتری هستند و حادثه به وقوع پیوسته بر آن‌ها تأثیر بیشتری دارد؛ لذا تحقیق حاضر به ارزیابی این دسته از افراد در محلات شهر تهران پرداخت و مهم‌ترین عوامل مؤثر در زمینه آسیب‌پذیری در قالب سه زیر شاخص (در معرض خطر بودن، عدم تاب‌آوری و تأثیرپذیری) تعیین شدند. زیرشاخص در معرض خطر بودن بر گرفته از ۱۲ معیار مختلف است که بیشتر زمینه موضوعات طبیعی و جغرافیایی و همچنین

روش‌های توسعه کم اثر بر شرایط سیلابی و آلودگی‌های رودخانه‌های شهری (مطالعه موردی قمرو). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

بهمنی، حجت (۱۳۹۸). مدیریت بحران سیلاب در شهرهای دوقلویی با رویکرد تاب‌آوری شهری (مورد شناسی: کلان-شهر اهواز). رساله دکتری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

پایدار، ابوذر و سنجر، امیرارسلان (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب پذیری محلات شهر جیرفت در مقابل سیلاب و ارائه راهکارهای حفاظتی. فصلنامه مطالعات نواحی شهری، ۳(۳)، ۴۲-۲۱.

حسینی، سیدمحمد، قنبری‌نسب، علی، عسگری، امید و هاشمی فسایی، ابراهیم (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در برابر خطر سیلاب با استفاده از روش بهترین و بدترین مبتنی بر GIS. دو فصلنامه مدیریت بحران، ۱۱(۲)، ۱-۱۰.

خالدی، شهریار، فرهمند، قاسم و علی‌بخشی، افسانه (۱۴۰۰). تحلیل و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی (سیل و زلزله) ژئومورفولوژیکی استان کرمانشاه. فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای، ۱۲(۱)، ۱۷-۳۶.

خلیلی، علی و اسروش، آریان (۱۳۹۹). ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در منطقه مکران با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۷(۶۶)، ۱۱-۱۱.

درفشی، خهبات، عادل‌ساردو، فاطمه و ملک‌محمدی، بهرام (۱۳۹۹). ارائه الگویی در تحلیل و پهنه‌بندی سطح آسیب‌پذیری مناطق شهری در خطر سیلاب مطالعه موردی: مناطق ۱۰ و ۲۲ شهر تهران. دو فصلنامه مدیریت بحران، ۹(۱)، ۱۶-۵.

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران (۱۴۰۱). آمارنامه شهر تهران.

صالحی، مریم، موسی‌زاده، حسین، خداداد، مهدی و اسمعیلی، فضل‌الله (۱۳۹۶). سطح‌بندی مناطق کلانشهر تهران از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای. فصلنامه معماری و شهرسازی پایدار، ۵(۱)، ۹۰-۷۵.

فرحزاد، محمدسعید (۱۳۹۴). ارزیابی نقش توسعه شهری پایدار در کاهش آسیب‌پذیری از سوانح طبیعی با تاکید بر سیل (نمونه مورد مطالعه: شهر قزوین). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام

زیادی بودند. به طور کلی در این زیرشاخص محلات مرزی مناطق شرقی و غربی وضعیت نامناسب‌تری نسبت به محلات مرکزی شهر تهران داشتند. زیرشاخص بعدی (تأثیرپذیری) برگرفته از مجموع ۲۱ شاخص دیگر است که بیشتر ویژگی‌های اجتماعی را پوشش می‌داد. در این زیرشاخص نامناسب‌ترین شرایط مربوط به محلات واقع در مناطق مرکزی شهر تهران بود. در بین مناطق مرکزی، محلات مناطق ۱۲، ۱۰، ۹ و ۶ دارای بدترین شرایط بودند. محلات منطقه ۲ نیز از این قاعده مستثنا نبودند. منطقه غربی ۲۲ دارای بهترین شرایط در بین مناطق ۲۲ گانه بود. اکثر محلات این منطقه دارای وضعیت آسیب‌پذیری کم و بسیار کم بودند و تنها یک محله آن دارای وضعیت آسیب‌پذیری متوسط بود. نتایج شاخص نهایی که بر گرفته از سه زیر-شاخص دیگر است که پیش از این معرفی شدند. به طور کلی می‌توان از شاخص نهایی این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که مناطق جنوبی، منطقه ۴، محلات واقع در نیمه شمالی منطقه ۲ و محلات غربی مناطق ۲۱ و ۲۲ بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به سایر محلات داشتند. با بررسی جزئی‌تر می‌توان گفت محلات سرو آزاد، شریف، ورد آورد و چیتگر جنوبی در منتهی غربی مناطق ۲۱ و ۲۲؛ حکیمیه در منطقه ۴، آرات در منطقه ۳، مشیریه در منطقه ۱۵، محله خلیج فارس شمالی در شمال غرب منطقه ۱۸ در اکثر زیرشاخص‌های آسیب‌پذیری و شاخص نهایی نامناسب‌ترین وضعیت را داشتند. روند الگوی رگرسیون در تعیین توزیع الگوی آسیب‌پذیری و رابطه آن با شاخص نهایی آسیب‌پذیری در محدوده مورد مطالعه، نشان می‌دهد که زیر شاخص در معرض خطر بودن دارای بیشترین تأثیر و زیر شاخص‌های عدم تاب‌آوری و تأثیرپذیری به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گرفتند. در این بین با توجه به ضریب نزدیک به میانگین R2 در مجموع برآیند همه زیرشاخص‌ها، می‌توان گفت شاخص نهایی به دست آمده بر آسیب‌پذیری بالای ساکنان محلات مورد مطالعه به میزان زیادی تأثیر داشته است. از لحاظ فضایی نیز بیشترین میزان تأثیرگذاری نیز مربوط به محلات واقع در مناطق ۲۱، ۲۲، ۱۸ و ۱۹ بود.

منابع

اسماعیلی‌علویجه، الهام، کریمی، سعید و سادات‌علوی‌پور، فاطمه (۱۳۹۹). ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر سیل با منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۳)، ۳۴۹-۳۶۱.

بهزادی‌پور، ارسلان (۱۳۹۳). بررسی تأثیر توسعه شهری و کاربرد

- خمینی. فرنام، علی و حمیدپور زارع، سارا (۱۳۹۸). بررسی حادثه سیل فروردین ماه ۱۳۹۸ (سیلاب و خسارت‌های وارده بر بخش مسکن و شهرسازی). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات زیربنایی.
- کوزه‌گر کالجی، لطفعلی، رحمتی، نورالدین و اسماعیل‌زاده کواکی، علی (۱۴۰۱). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری کاربری‌های اراضی در برابر سیلاب (مطالعه موردی: شهر راز، استان خراسان شمالی). فصلنامه توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۱۵۷-۱۴۴ (۶)، ۴.
- مشکینی، ابوالفضل، منصورزاده، علی محمد، شاهرخی‌فر، زینب و موسوی، سیده شهربانو (۱۳۹۸). سنجش الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی - کالبدی شهری در مخاطرات طبیعی مطالعه موردی: منطقه هفت شهرداری تهران. فصلنامه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳۶ (۳)، ۴۹-۷۰.
- ناهید، مصطفی، زندمقدم، محمدرضا، کرکه‌آبادی، زینب (۱۴۰۱). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری مناطق شهری در برابر سیلاب‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه ۴ تهران). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۴ (۵)، ۱۴۵-۱۲۵.
- وزارت نیرو (۱۳۹۵). طرح جامع مدیریت سیل کشور.

- Bahmaee, H. (2019). Flood crisis management in twin cities with an urban resilience approach (case study: Ahvaz metropolis). PhD thesis, Faculty of Literature and Human Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian)
- Banica, A., Rosu, L., Muntele, I., & Grozavu, A. (2017). Towards Urban Resilience: A Multi-Criteria Analysis of Seismic Vulnerability in Iasi City (Romania), Sustainability, 9(2), 1-17.
- Behzadipour, A. (2014). Investigating the impact of urban development and using low-impact development methods on flood conditions and pollution of urban rivers (Case study: Qamroud). Master's thesis, Faculty of Civil Engineering, Khajeh Nasiroddin Tousi University of Technology. (In Persian)
- Birkmann, J., Cadona, O.D., Carreno, M.L., Barbat, A.H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P., & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework, Natural Hazards, 67(2), 193-211.
- Derafshi, K., Adeli, F., & Malek Mohhamadi, F. (2020). Present the pattern in vulnerability level zoning and analysis of urban areas at flood risk (Case study: Regions 10 and 22 of Tehran), Emergency Management, 9(1), 5-16. (In Persian)
- De Risi, R., Jalayer, F., De Paola, F., Carroza, S., Yonas, N., Giugni, M., & Gasparini, P. (2020). From flood risk mapping toward reducing vulnerability: the case of Addis Ababa, Natural Hazards, 100(22), 387-415.
- Diouf Sané, O., Thierno Gaye, A., Diakhaté, M., & Aziadekey, M. (2015). Social Vulnerability Assessment to Flood in Medina Gounass Dakar, Geographic Information System, 3(7), 415-429.
- Eini, M., Seyed Kaboli, H., Rashidian, M., & Hedayat, H. (2020). Hazard and vulnerability in urban flood risk mapping: Machine learning techniques and considering the role of urban districts, Disaster Risk Reduction, 50(10), 1-13.
- Ekmekcioglu, O., Koc, K., & Ozger, M. (2020). District based flood risk assessment in Istanbul using fuzzy analytical hierarchy process, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 13(22), 1-21.
- Esmaili Alavijeh, E., Karimi, S., & Alavipoor, F. (2020). Vulnerability assessment in urban areas against flood with fuzzy logic (case study: Tehran region 22), Environmental Science and Technology, 22(3), 349-361. (In Persian)

- Farahza, M. S. (2015). Evaluation of the role of sustainable urban development in reducing the vulnerability of natural disasters with an emphasis on floods (case study: Qazvin city). Master's thesis, Faculty of Architecture and Urban Planning, Imam Khomeini International University. (In Persian)
- Farnam, A., & Hamid Poor Zare, S. (2019). Investigating the flood of Murch 2018 (flood and damage to the housing and urban development sector). Islamic Council Research Center, Infrastructure Studies Office. (In Persian)
- Hemmati, M., Mahmoud, H., Ellingwood, B., & Crooks, A. (2021). Shaping urbanization to achieve communities resilient to floods, *Environmental Research Letters*, 16(5), 1-14.
- Hosseini, S. M., Ghanbari Nasab, A., Asgari, O., & Hashemi Fasaee, E. (2023). Assessment of urban vulnerability to flood risk by using GIS-based Best-Worst method, *Emergency Management*, 11(2), 1-10. (In Persian)
- Jeong, S., & Yoon, D. (2018). Examining vulnerability factors to natural disasters with a spatial autoregressive model: The case of South Korea, *Sustainability*, 10(5), 1-13.
- Kelman, I. (2018). Lost for words amongst disaster risk science vocabulary? *Disaster Risk Science*, 9(3), 281-291.
- Khaledi, S., Farahmand, G., & Ali Bakhshi, A. (2021). Vulnerability analysis and zoning of natural geomorphological hazards (Flood and earthquake) of Kermanshah province, *Sustainable Urban & Regional Development Studies*, 2(1), 17-36. (In Persian)
- Khalili, A., & Osrosh, A. (2020). Assessment of flood vulnerability in Makran region using Arc GIS software, *Territory*, 17(66), 1-11. (In Persian)
- Kozegar Kaleji, L., Rahmati, N., & Emaeilzadeh, A. (2022). Spatial analysis of vulnerability of urban land uses against floods (Case study: Raz city, Northern Khorasan province), *Sustainable Development of Geographical Environment*, 4(6), 144-157. (In Persian)
- Meshkini, A., Mansour Zadeh A.M., & Shahrokhy Far Z. (2019). Assessment of spatial distribution model of urban-social vulnerability in natural hazards (A case study of Seven Municipality of Tehran), *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 6(3), 49-70. (In Persian)
- Ministry of Energy. (2016). Comprehensive flood management plan of the country. (In Persian)
- Nahid, M., Zand Moghaddam, M.R., & Karke Abadi, Z. (2023). Measuring and evaluating the resilience of urban areas against urban floods (case study: Region 4 of Tehran), *Environmental Science and Technology*, 24(5), 125-145. (In Persian)
- Paidar, A., & Sanjari, A. A. (2016). Evaluating the vulnerability of the city of Jiroft against flood and providing protective solutions, *Journal of Urban Social Geography*, 3(3), 21-42. (In Persian)
- Rafiei-Sardooi, E., Azareh, A., Choubin, B., Mosavi, A., & Clague, J. (2021). Evaluating urban flood risk using hybrid method of TOPSIS and machine learning, *Disaster Risk Reduction*, 66(14), 1-13.
- Salehi, M., Mosa Zadeh, H., Khodadad, M., & Esmaili, F. (2017). Levels of metropolitan areas of Tehran in terms of sustainable development indicators Using factor analysis and cluster analysis, *Sustainable Architecture and Urban Design*, 5(1), 75-90. (In Persian)
- Scholarly community encyclopedia. (2022). Available at: <https://encyclopedia.pub/entry/15410https://encyclopedia.pub/entry/15410> (May 2022).
- Information and Communication

- Technology Organization of Tehran Municipality. (2022). Statistical book of Tehran city. (In Persian)
- Tate, E., Rahman, A., Emrich, C., & Sampson, C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States, *Natural Hazards*, 106(16), 435-457.
- Zhang, H., Yang, J., Li, L., Shen, D., Wei, G., Rashid Khan, H., & Dong, S. (2021). Measuring the resilience to floods: A comparative analysis of key flood control cities in China, *Disaster Risk Reduction*, 59(5), 1-8.