Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.11, Issue 32, Summer 2022

Spatial analysis of physical-infrastructural resilience of Chamestan City against flood

Roghayyeh Maesoumian[1], Sadrodin Motevalli[2*], GholamReza Janbaz Ghobadi[3], Shahriar Khaledi[4]

1. Ph.D. Student of Geography and Urban Planning, Department of Geography, Islamic Azad University of Nour, Iran.
2. *Corresponding Author*, Associate Professor, Department of Geography, Islamic Azad University of Nour, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Geography, Islamic Azad University of Nour, Iran
4. Professor, Department of Physical Geography, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 12 November 2020
Revised: 15 April 2021
Accepted: 12 May 2021

Keywords:
Spatial analysis,
physical-infrastructural resilience,
flood,
Chamestan city.

ABSTRACT

One of the affective dimensions in measuring the level of urban resilience against urban floods is the physical-infrastructural dimension which through it the state of society can be assessed in terms of physical and geographical characteristics affecting the occurrence of floods. Irregular and uncoordinated development of Chamestan urban area due to human activities for the development of the city has directly changed many areas of the city in a very short time, as a result of which, risks such as floods are created. This study aims to analyze the relationships between factors affecting the physical infrastructure resilience of Chamestan city against urban floods. Indices of physical-infrastructural resilience according to the study area, including access, construction, and distance from the natural hazardous environment, were examined in the form of 12 sub-indicators. After standardizing the sub-indices with fuzzy membership functions, to overlap them and prepare the three mentioned indices, the process of hierarchical analysis and expert opinions were used. Access to health centers (0.374) is the most important sub-indicator of access, building quality (0.647) is the most effective variable of structure and building index, and distance from the river (0.643) is the most important sub-indicator of distance from the dangerous natural environment. According to the final zoning map of physical-infrastructural resilience, most of the area of Chamestan city, central and northern parts of the city, is located at the level of physical-infrastructural resilient or relatively resilient against floods. The northern part of the city, which is the main core of Chamestan, is in the categories of non-resilience and low physical- infrastructure resilience.

Cite this article: Maesoumian, R., Motevalli, S., Janbaz Ghobadi, G., Khaledi, S. (2022). Spatial analysis of physical-infrastructural resilience of Chamestan City against flood. Journal of Natural Environmental Hazards, 11(32), 37-56. DOI: 10.22111/jneh.2021.36464.1725

© Sadrodin Motevalli. Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2021.36464.1725

* Corresponding Author Email: s_motevalli@iaunour.ac.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۱، شماره ۳۲، تابستان ۱۴۰۱

تحلیلی مکانی بر تاب‌آوری کالبدی – زیرساختی شهر چمستان در برابر سیلاب

رقیه معصومیان[۱]، صدرالدین متولی[۲*]، غلامرضا جانباز قبادی[۳]، شهریار خالدی[۴]

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۲. دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور (نویسنده مسئول)
۳. استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۴. استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۲

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۲/۲۲

واژه‌های کلیدی:
تحلیل مکانی،
تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی،
سیلاب،
شهر چمستان.

چکیده

این پژوهش با هدف تحلیل روابط بین شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در برابر سیلاب‌های شهری انجام شده است. شاخص‌های سنجش تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی باتوجه به منطقه مطالعاتی، شامل دسترسی، بنا و سازه و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی بوده که در قالب ۱۲ زیرشاخص موردبررسی قرار گرفتند. پس از استانداردسازی زیرشاخص‌ها با توابع عضویت فازی، جهت انجام همپوشانی آن‌ها و تهیه سه شاخص یادشده، از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و نظرهای کارشناسی استفاده شد. دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی (۰/۳۷۴) مهم‌ترین زیرشاخص دسترسی، کیفیت بنا (۰/۶۴۷) اثرگذارترین متغیر شاخص سازه و بنا و فاصله از رودخانه (۰/۶۴۳) مهم‌ترین زیرشاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی است. باتوجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی، بیشتر مساحت شهر چمستان، بخش‌های مرکزی و شمالی شهر، در سطح تاب‌آور یا نسبتاً تاب‌آور کالبدی - زیرساختی در برابر سیلاب قرار دارد. بخش شمالی شهر که هسته اصلی چمستان می‌باشد، در رده‌های عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین کالبدی - زیرساختی قرار گرفته است که مجاورت با رودخانه واز و اراضی با شیب بالا، از مهم‌ترین دلایل پایین‌بودن سطح تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر در مقابل سیلاب است. در این خصوص و به جهت افزایش تاب‌آوری کالبدی، رعایت حریم رودخانه، عدم تغییر کاربری اراضی، عدم انجام فعالیت‌های برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه، دیواره‌سازی مهندسی در سواحل رودخانه و ایجاد کانال‌های فرعی جهت هدایت سرریز جریان آب رودخانه در مواقع سیلابی، می‌تواند مؤثر باشد.

استناد: معصومیان، رقیه، متولی، صدرالدین، جانباز قبادی، غلامرضا، خالدی، شهریار. (۱۴۰۱). تحلیلی مکانی بر تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در برابر سیلاب. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۱(۳۲)، ۵۶-۳۷. DOI: 10.22111/jneh.2021.36464.1725

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© رقیه معصومیان، صدرالدین متولی*، غلامرضا جانباز قبادی، شهریار خالدی.

*- صدرالدین متولی (نویسنده مسئول)
Email: s_motevalli@iaunour.ac.ir

مقدمه

بروز مخاطرات طبیعی و ایجاد خسارت‌ها و تلفات ناشی از این سوانح در نقاط مختلف جهان موجب شده تا ایمن‌تر نمودن شهرها و نقاط شهری، به یک چالش درازمدت اما دست‌یافتنی تبدیل شود؛ به‌طوری‌که جوامع شهری برای بازگشت سریع به وضعیت پیش از بحران در زمان وقوع مخاطرات طبیعی بر آن هستند که تا حدودی از خسارت‌های وارده بکاهند. در این میان، تاب‌آوری راهی مهم برای تقویت جوامع و شهر با استفاده از ظرفیت‌های آن‌هاست (نظم‌فر و پاشازاده، ۱۳۹۷؛ شکری فیروزجاه، ۱۳۹۶؛ فلاح و همکاران، ۱۳۹۳). شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر، همواره با خطرهای زیادی مواجه بوده‌اند؛ به‌طوری‌که امروزه رشد و توسعه شهرنشینی موجب پدیدآمدن تسهیلات فراوانی شده که همراه خود عوامل بحران‌زا را نیز افزایش داده است (Liao, 2012؛ Nakabayashi, 1994). توسعه سکونتگاهی در اراضی شیب‌دار، مناطق با ضریب رواناب بالا، حاشیه رودخانه‌ها و قسمت بالادست آبخیز، بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه‌ها موجب افزایش رواناب و سیل و بروز خسارت‌های مالی و جانی ناشی از آن می‌شود. یکی از دلایل بروز سیل‌خیزی در مناطق مسکونی، گسترش توسعه شهری و سطوح نفوذناپذیر و در نتیجه افزایش مقدار رواناب سطحی حاصل از وقایع بارندگی است (عبدالله‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). به‌همین سبب آسیب‌پذیری شهرها در همه جا، از زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها تا تأسیسات و خدمات شهری در زندگی انسان محسوس است. ازاین‌رو، مخاطرات طبیعی به‌عنوان چالشی اساسی، در جهت نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی به‌شمار می‌رود که شناخت شیوه‌های نیل به پایداری به‌وسیله الگوهای مختلف کاهش آسیب‌پذیری در برنامه‌ریزی و مدیریت مخاطرات طبیعی ضروری است و جایگاهی مناسب در سیاست‌گذاری‌های ملی هر کشور یافته است تا وضعیت مطلوبی را برای کاهش کارآمد و مؤثرتر خطرها در سطوح مختلف مدیریت مخاطرات ایجاد نماید (رجایی، ۱۳۹۴؛ میراسدللهی و همکاران، ۱۳۹۹).

تاب‌آوری به‌عنوان مفهوم مواجه با اختلالات، غافل‌گیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود (Marom et al., 2014؛ Mitchell and Harris, 2012؛ Cutter et al., 2011). در واقع، اگر شهر همچون یک اجتماع تصور شود، تاب‌آوری اجتماع، به ظرفیت دسته‌جمعی برای واکنش در برابر مخاطره، تغییر و حفظ عملکرد است. یک اجتماع تاب‌آور می‌تواند به مخاطرات طبیعی به روش‌هایی پاسخ دهد که بر شدت پیوندهای اجتماع، تدابیر و ظرفیت اجتماع برای مقابله با مخاطرات افزوده شود (Meerow et al., 2016؛ Vnolo, 2015؛ Matyas and Plling, 2014؛ Jha et al, 2012؛ Franken Berger et al., 2007). تاب‌آوری کالبدی به واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه نظیر پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی، تسهیلات سلامت و زیرساختی مانند خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آن‌ها به زیرساخت های دیگر اشاره دارد. هم‌چنین در بعد کالبدی علاوه بر تأمین سرپناه‌هایی برای آسیب‌دیدگان بعد از وقوع بحران، به طراحی کالبد قبل از وقوع بحران پرداخته می‌شود.

بودکو و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان بهبود تاب‌آوری شهری با یکپارچه‌سازی آگاهی اجتماعی در مدیریت خطر سیل برق‌آسا به این مهم دست یافتند که مطلوبیت یکپارچه‌سازی آگاهی اجتماعی در برنامه‌های اضطراری و طراحی استراتژی‌های ارتباطی به افزایش درک و آگاهی در جامعه و در نتیجه افزایش تاب‌آوری اجتماعی در هنگام سیل منجر می‌شود (Bodoque et al., 2016). برتیلسون و همکاران در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی با عنوان تاب‌آوری سیلاب شهری - شاخص چند متغیره برای ادغام تاب‌آوری سیلاب یکپارچه در برنامه‌ریزی شهری، به بحث در مورد

تاب‌آوری خطر سیلاب پرداخته‌اند. این پژوهشگران سه عامل اصلی را برای تعیین مقدار کمی تاب‌آوری سیلاب در نظر گرفته‌اند. در ادامه، چگونگی مدل‌کردن تاب‌آوری سیلاب و مکانی‌کردن آن با استفاده از شاخص چند متغیره تحت عنوان شاخص تاب‌آوری سیلاب شهری مکانی‌شده (S-FRESI)[1]، توضیح داده شده است. شاخص S-FRESI ترکیبی از ویژگی‌های مخاطره و سیستم در معرض خطر و حساسیت جهت ارائه نقشه تاب‌آوری سیلاب در طول زمان، توانایی بازیابی عناصر از خسارت ناشی از آب‌گرفتگی، درنظرگرفتن متغیر ورودی و ظرفیت کاربردی سیستم زهکشی طی دوره سیلاب است (Bertilsson et al., 2018). سر و هینزلف در سال ۲۰۱۸ پژوهشی را با عنوان ارزیابی و تهیه نقشه تاب‌آوری شهری در مقابل سیلاب باتوجه به اثرات آن بر روی شبکه‌های زیربنایی حیاتی انجام داده‌اند. در این پژوهش، تعدادی از روش‌های نوین برای ارزیابی و تهیه نقشه سطوح تاب‌آوری در برابر سیلاب باتوجه به شبکه‌های زیرساختی حیاتی به‌عنوان گسترش‌دهنده‌های خطر در مقیاس‌های گوناگون مکانی پیشنهاد شده است. نتیجه‌گیری پژوهش ایشان از توسعه راهکارهای نوآورانه و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در جهت محیط‌های شهری جدید تاب‌آور حمایت می‌کند (Serre and Heinzlef, 2018).

شکری فیروزجاه (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات طبیعی، با استفاده از چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی، ۱۶ شاخص و ۳۱ زیرشاخص، به تحلیل فضایی تاب‌آوری مناطق دوازده گانه شهر بابل در برابر حوادث غیرمترقبه پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان داد که در بین ابعاد مختلف تاب‌آوری شهری، ابعاد کالبدی و سپس اجتماعی وضعیت مناسب‌تری دارند؛ ولی به‌طورکلی حدود ۵۰ درصد مناطق موردبررسی در شهر بابل دارای عدم تاب‌آوری یا تاب‌آوری پایین می‌باشند و تنها ۲۵ درصد از مناطق به لحاظ شاخص‌ها کاملاً تاب‌آور هستند. حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان بررسی ابعاد مؤثر بر تاب‌آوری شهری با استفاده از مدل ساختاری تفسیری (نمونه موردی: شهر اهواز)، ابعاد اقتصادی، نهادی - مدیریتی، کالبدی - محیطی، زیرساختی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به‌عنوان مهم‌ترین ابعاد مؤثر بر تاب‌آوری شهر موردبررسی قرار داده‌اند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد که ابعاد مؤثر در پنج سطح قرار گرفته‌اند: بالاترین سطح بعد اقتصادی، بعد کالبدی - محیطی و نهادی - مدیریتی سطح دوم، بعد زیرساختی سطح سوم، بعد اجتماعی سطح چهارم و پایین‌ترین سطح بعد زیست‌محیطی است.

نظم‌فر و پاشازاده (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، مطالعه موردی: شهر اردبیل، با استفاده از روش تحلیل عاملی به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین راه‌ها برای تعیین چند عامل از بین متغیرهای بسیار، به تفسیر روابط میان ۳۰ متغیر و ترکیب بهینه آن‌ها در قالب ۷ عامل معنی‌دار پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که جهت تاب‌آوری شهر اردبیل در برابر مخاطرات طبیعی عوامل گوناگونی وجود دارد که بر اساس نتایج تحلیل عاملی، این علل در ۷ دسته قرار گرفته و تاب‌آوری شهر اردبیل را تبیین کرده‌اند. میراسدالهی (۱۳۹۷) در رساله دکتری خود با عنوان ارزیابی ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری به‌منظور کاهش خسارت ناشی از سیل (مطالعه موردی: گرگان)، از داده‌های پرسشنامه‌ای در دو گروه نخبگان و شهروندان ساکن در شهر گرگان استفاده کرده است. در بخش نخبگان مشخص شد که وضعیت تاب‌آوری گرگان در به‌روز رسانی اطلاعات، ایجاد

[1]. Spatialized Urban Flood Resilience Index

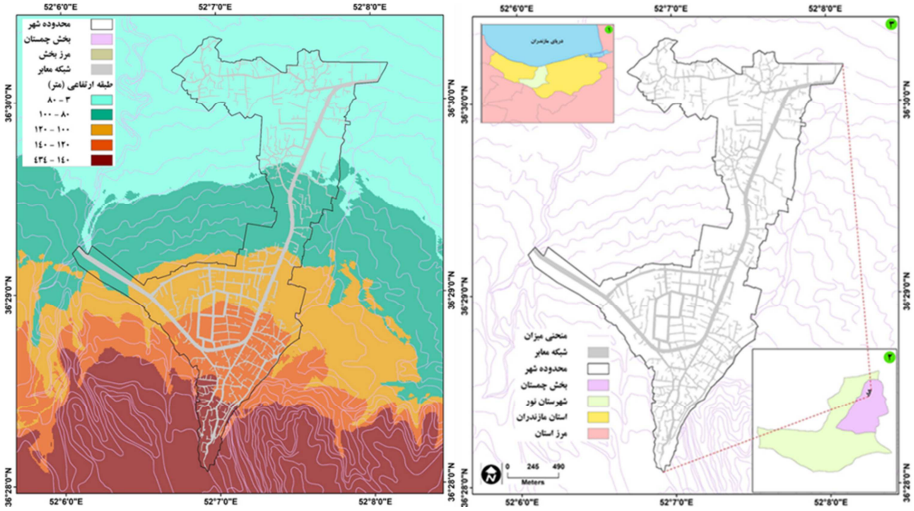
سیستم‌های هشدار سریع، مرکز برنامه بازسازی از نیازهای جمعیت گرفتار در بلایا، تخصیص بودجه، اعمال قوانین ساخت‌وساز قانونی سرمایه‌گذاری در زمینه ایجاد زیربناهای کاهش‌دهنده خطرپذیری و به‌طورکلی وضعیت زیرساختی در حاشیه روخانه زیارت، در وضعیت مناسبی قرار ندارد. مادامی که در بخش شهروندان مشخص شده است که تاب-آوری گرگان به‌لحاظ شاخص‌های نهادی و اجتماعی در وضعیت پایینی بوده و در زمینه تاب‌آوری اقتصادی وضعیت متوسط و رو به بالایی دارد.

این پژوهش در ارتباط با مرحله پیش از بحران و معطوف به تقلیل خطر بحران است. به‌عبارتی‌دیگر، هدف این پژوهش به‌طورکلی ارزیابی وضعیت تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر در برابر مخاطره طبیعی سیل و همچنین شناخت و تبیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در تاب‌آوری شهری چمستان است که در راستای کاهش آسیب‌پذیری شهر یا تاب‌آورنمودن آن انجام می‌شود. به‌منظور رسیدن به این هدف، سطح مخاطره ناشی از سیلاب در شهر چمستان، با استفاده از مدل FAHP و با به‌کارگیری شاخص‌های دسترسی، بنا و سازه و محیط مخاطره‌آمیز طبیعی پهنه‌بندی می‌شود.

داده‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

شهر چمستان مرکز بخش چمستان در شهرستان نور است که در زمین‌های کوهپایه‌ای شمال البرز در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی واقع شده است. این شهر از سمت شمال و غرب به نور، از جنوب به بخش بلده و کوهپایه‌های البرز مرکزی و از شرق به آمل منتهی می‌شود (شکل ۱). چمستان از سمت غرب و شرق در بین دو رود لاویج‌رود و وازرود قرار گرفته است. همچنین در امتداد شرق و غرب به دو محور ارتباطی مهم کشور یعنی هراز و چالوس متنهی می‌شود. توسعه بی‌رویه و ناهماهنگ منطقه شهری چمستان به‌علت فعالیت‌های انسانی برای توسعه شهر به‌صورت مستقیم زمین‌های زیادی از شهر را در مدت زمان بسیار کوتاه تغییر داده است که از آن رهگذر مخاطراتی مانند سیل ایجاد می‌شود. این پدیده تا حدی غیرقابل-پیش‌بینی، توأم با ضررهای جانی و مالی، یکی از مخاطرات طبیعی است که شهر چمستان در سال‌های اخیر با آن مواجه بوده است. آب‌های سطحی ناشی از بارندگی در این منطقه به رودخانه وازرود چمستان سرازیر می‌شود و گسترش شهر چمستان امری است که طبق ظرفیت رودخانه وازرود تعیین نشده است. باتوجه به تغییرات مشخصی که در ساختار و سازمان این شهر به‌وجود آمده و همچنین رواناب‌های حاصل از تمرکز یا جریان‌یافتن آب بارندگی در رودخانه، این شهر در برابر حوادث غیرمترقبه همچون سیل بسیار آسیب‌پذیر شده است. جالب است که در این شهر تعداد کانال‌های جمع‌آوری و انتقال رواناب بسیار اندک است. در مشاهدات میدانی مشخص شده است در بارش‌هایی که بیش از ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد و حجمی بیش از ۲۰ میلی‌متر دارد، همه این کانال‌ها از آب پر شده و به-دلیل هدایت‌نشدن به سمت رودخانه، خیابان‌ها و کوچه‌ها با آبگرفتگی مواجه می‌شوند. بررسی داده‌های هیدرومتری ایستگاه آغوزکتی (لاویج‌رود) طی دوره آماری ۱۳۳۷ تا ۱۳۹۸، نشان می‌دهد که حداکثر دبی لحظه‌ای در سال ۱۳۷۵ با ۱۷۵ متر مکعب در ثانیه اتفاق افتاده که دبی بسیار بزرگی می‌باشد و وقوع مجدد آن می‌تواند سیلاب بزرگی را در سطح منطقه ایجاد کند.



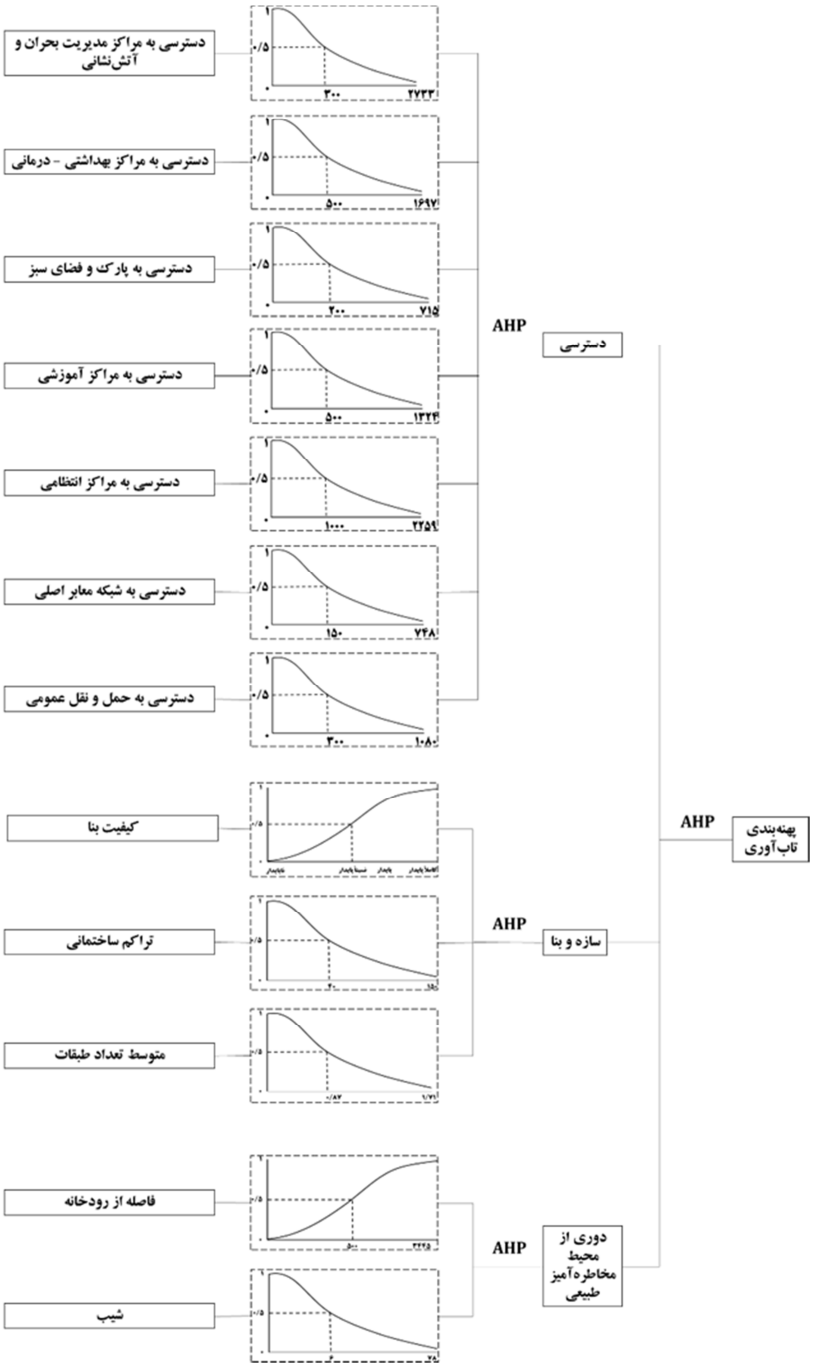
شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی (راست) و توپوگرافی (چپ) شهر چمستان. *منبع: نگارندگان*

داده‌ها و روش پژوهش

هدف این پژوهش، تحلیل روابط بین شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان می‌باشد. این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر روش و ماهیت، توصیفی - تحلیلی است. با مطالعه پژوهش‌های پیشین و ادبیات پژوهش، شاخص‌های مؤثر بر بعد تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شناسایی گردید. شاخص‌های سنجش تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی باتوجه به منطقه مطالعاتی، شامل دسترسی، بنا و سازه و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی بوده که در قالب ۱۲ زیرشاخص موردبررسی قرار گرفته‌اند. زیرشاخص‌های دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی، دسترسی به مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، دسترسی به پارک و فضای سبز، دسترسی به مراکز آموزشی، دسترسی به مراکز انتظامی، دسترسی به شبکه معابر اصلی و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی در شاخص دسترسی، زیرشاخص‌های کیفیت بنا، تراکم ساختمانی و متوسط تعداد طبقات در شاخص سازه و بنا و زیرشاخص‌های شیب و فاصله از رودخانه در شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز محیطی تعریف شده‌اند. تمامی این زیرشاخص‌ها از پایگاه داده مطالعات طرح جامع و تفصیلی شهر چمستان (اداره کل راه و شهرسازی مازندران، مدیریت شهرسازی و معماری، ۱۳۹۵)، استخراج شده‌اند. مدل مفهومی روش‌شناسی انجام این پژوهش در شکل ۲ آورده شده است. از آنجایی‌که انجام پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب و تحلیل آن، نیاز به لایه‌های رستری دارد، لایه‌های رقومی زیرشاخص‌ها باید از نوع داده رقومی[1] به رستر[2] تبدیل شوند. جهت تبدیل لایه‌های رقومی ۷ زیرشاخص مربوط به شاخص دسترسی به لایه‌های رستری، از تابع فاصله اقلیدسی[3] با حداکثر فاصله در محیط نرم‌افزاری ArcMap استفاده شده است. با به‌کارگیری این تابع، لایه‌هایی به‌دست‌آمده که فاصله از هر کدام از متغیرها را در گستره شهری چمستان نشان می‌دهد. در تعریف زیرشاخص کیفیت بنا از دو معیار عمر بنا

[1]. Vector
[2]. Raster
[3]. Euclidean Distance

و سازه‌های به‌کاررفته (اسکلت فلزی یا بتونی، دیوار باربر با سقف آن و آجر، دیوار باربر با سقف چوب و آجر و دیوار باربر با بلوک سیمانی) بر اساس داده‌های معاونت شهرسازی و معماری اداره کل راه و شهرسازی مازندران، استفاده شده و بناهای سطح شهر در چهار دسته کاملاً پایدار، پایدار، نسبتاً پایدار و ناپایدار به‌لحاظ کیفیت قرار داده شده‌اند.



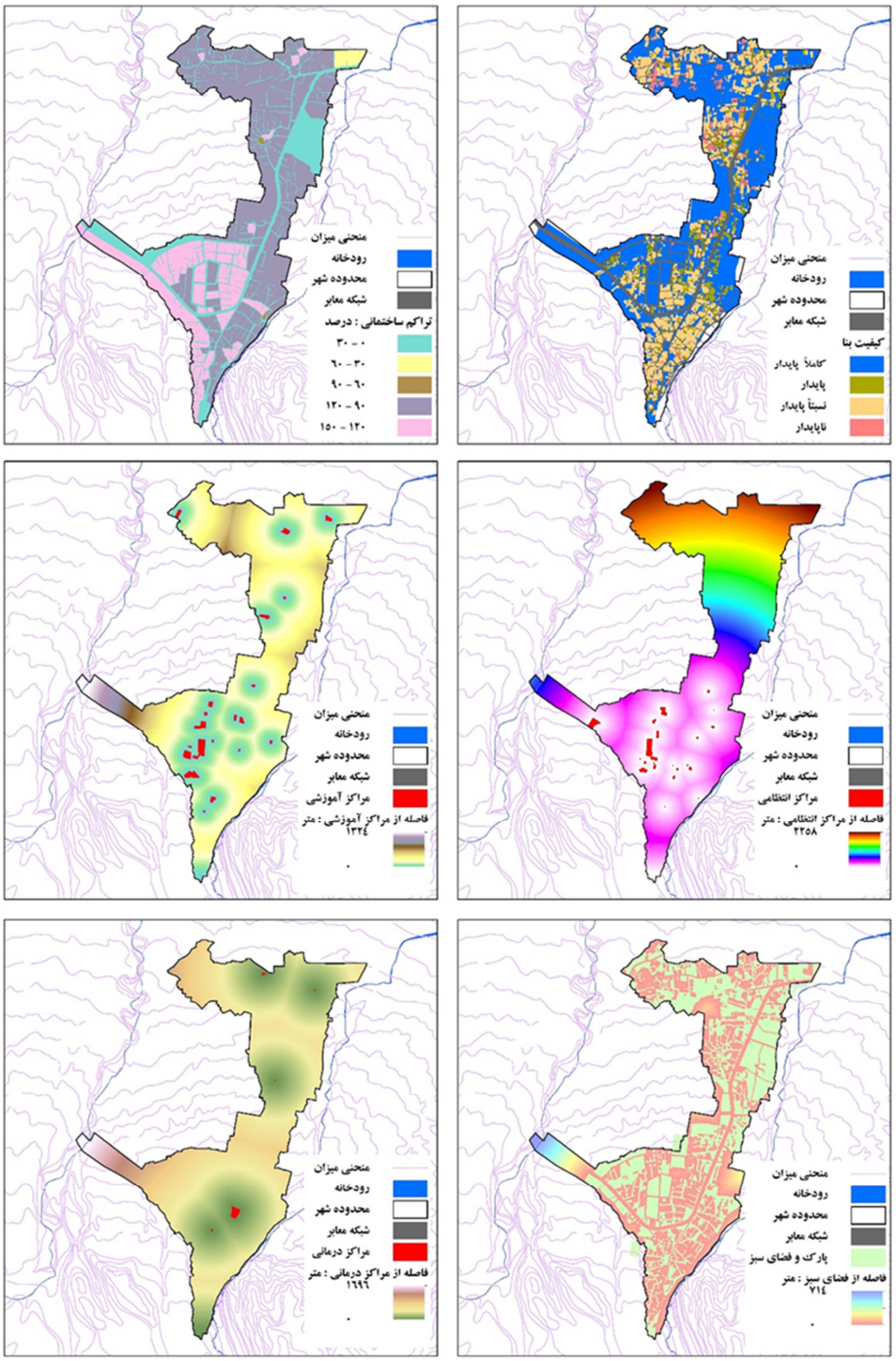
شکل ۲: مدل مفهومی روش‌شناسی سنجش تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب. *منبع: نگارندگان*

زیرشاخص‌های متوسط تعداد طبقات و تراکم ساختمانی نیز از داده‌های معاونت شهرسازی و معماری اداره کل راه و شهرسازی مازندران استخراج شده‌اند. در بحث شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی، از داده‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ محدوده شهری چمستان برای تهیه مدل رقومی ارتفاع با توان تفکیک مکانی یک متر و لایه شیب استفاده شده است. زیر شاخص فاصله از رودخانه هم با تابع فاصله اقلیدسی بر مبنای موقعیت رودخانه‌های اطراف شهر تهیه شده است. شکل ۳ زیرشاخص‌های ۱۲گانه به‌کارگرفته‌شده را برای پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب نشان می‌دهد. پس از رستری‌کردن این لایه‌ها، چون هر نقشه معیار دارای دامنه و مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آن‌ها را متناسب و همخوان کرد. به‌منظور همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آن‌ها به واحدهای قابل‌مقایسه، از فرآیند استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود (Mostafazadeh et al., 2017). در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای استانداردکردن معیارها، چند رویکرد مختلف شامل روش‌های قطعی[1]، احتمالاتی[2] و فازی[3] وجود دارد (Kuswandari, 2004) که در این پژوهش برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی در این محیط نرم‌افزاری استفاده شده است. جدول ۱ توابع عضویت فازی مورداستفاده برای استانداردسازی زیرشاخص‌های به‌کارگرفته‌شده را نشان می‌دهد؛ باتوجه به این جدول، از تابع Small برای استانداردسازی زیرشاخص‌های دسترسی به مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی، دسترسی به پارک و فضای سبز، دسترسی به مراکز آموزشی، دسترسی به مراکز انتظامی، دسترسی به شبکه معابر اصلی و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی استفاده شده است. با به‌کارگیری این تابع عضویت فازی، با فاصله‌گرفتن از هر کدام از متغیرهای دسترسی، ارزش عضویت فازی لایه‌ها به سمت صفر میل کرده که نتیجه آن، کاهش سطح تاب‌آوری شهری در مقابل سیلاب می‌باشد.

جدول ۱: توابع عضویت معیارها و زیرمعیارهای مورداستفاده در پهنه‌بندی سیل‌خیزی حوضه آبخیز. *منبع: نگارندگان*

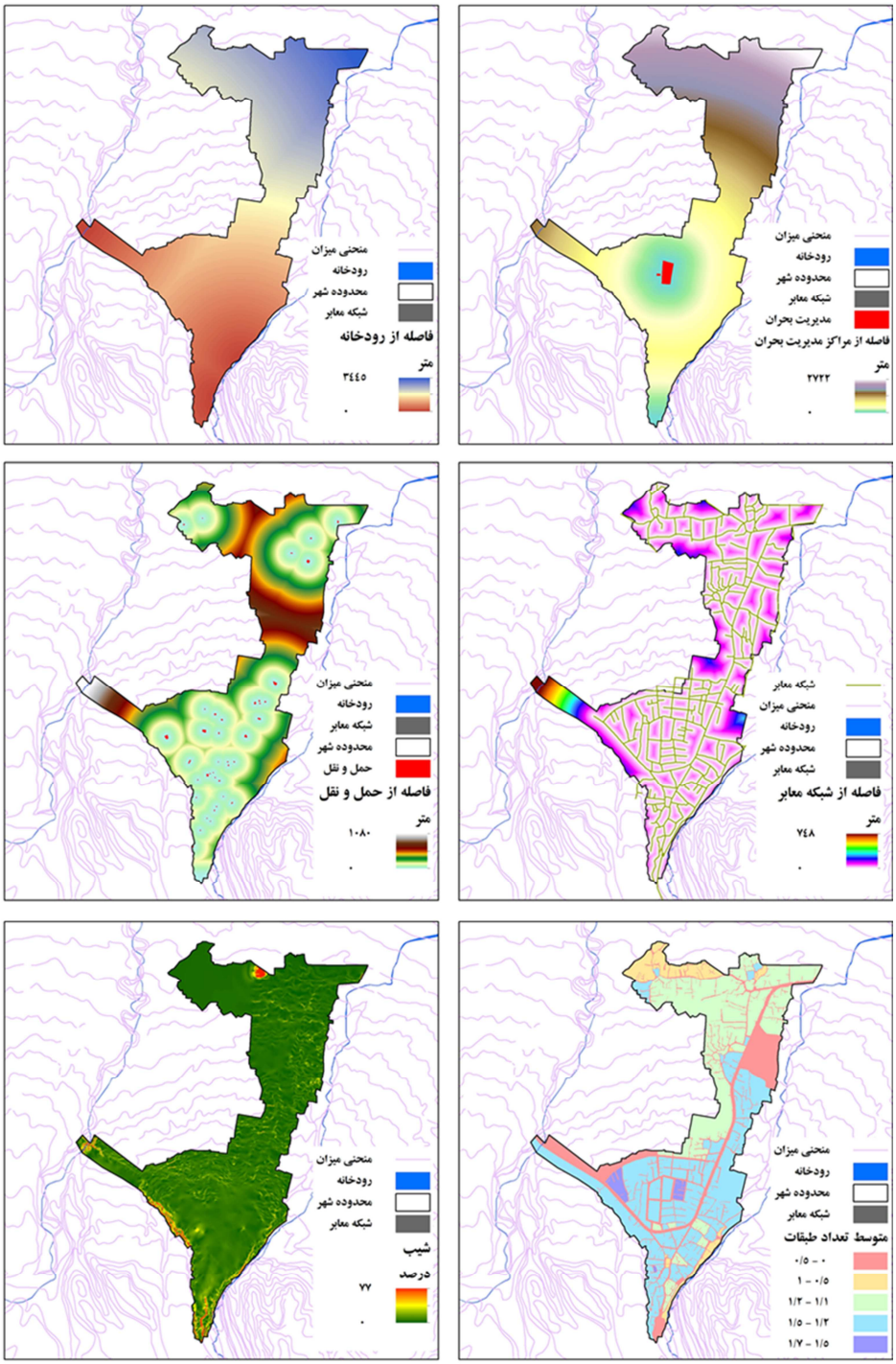
شاخص	زیرشاخص	تابع عضویت مورد استفاده
دسترسی	مدیریت بحران و آتش‌نشانی	پیوسته، Small
	مراکز بهداشتی - درمانی	پیوسته، Small
	پارک و فضای سبز	پیوسته، Small
	مراکز آموزشی	پیوسته، Small
	مراکز انتظامی	پیوسته، Small
	شبکه معابر اصلی	پیوسته، Small
	حمل و نقل	پیوسته، Small
سازه و بنا	کیفیت بنا	گسسته
	متوسط طبقات	پیوسته، Small
	تراکم ساختمانی	پیوسته، Small
دوری از محیط مخاطره‌آمیز محیطی	شیب	پیوسته، Small
	فاصله از رودخانه	پیوسته، Large

[1]. Deterministic
[2]. Probabilistic
[3]. Fuzzy



شکل ۳: الف) زیرشاخص‌های به‌کارگرفته‌شده در پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب (کیفیت بنا، تراکم ساختمانی، فاصله از مراکز انتظامی، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از پارک و فضای سبز، فاصله از مراکز درمانی و بهداشتی).

منبع: نگارندگان

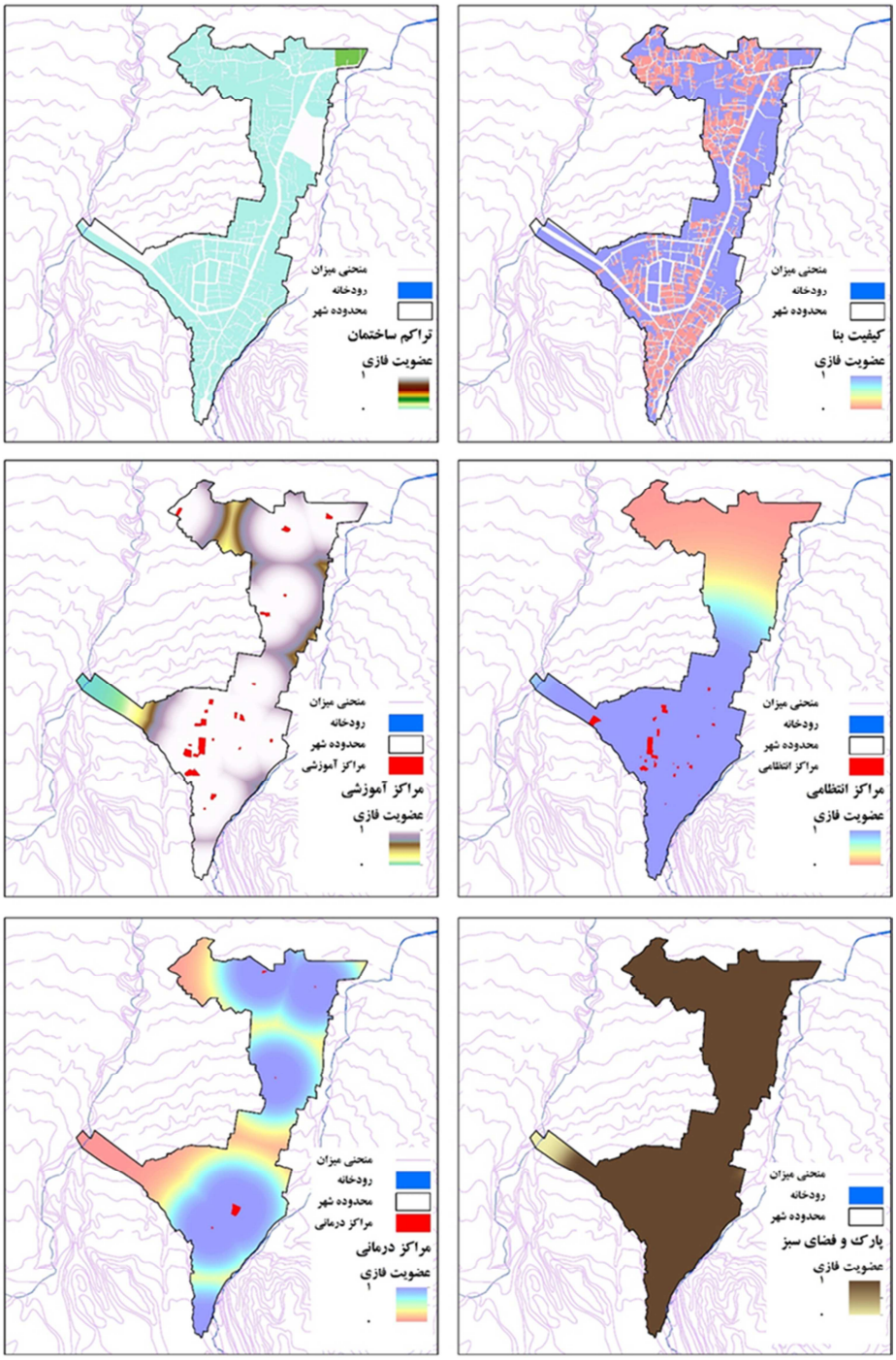


شکل ۳: ب) زیرشاخص‌های به‌کارگرفته‌شده در پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب (فاصله از مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، فاصله از رودخانه، فاصله از شبکه معابر، فاصله از حمل‌ونقل، متوسط تعداد طبقات و شیب). منبع: *نگارندگان*

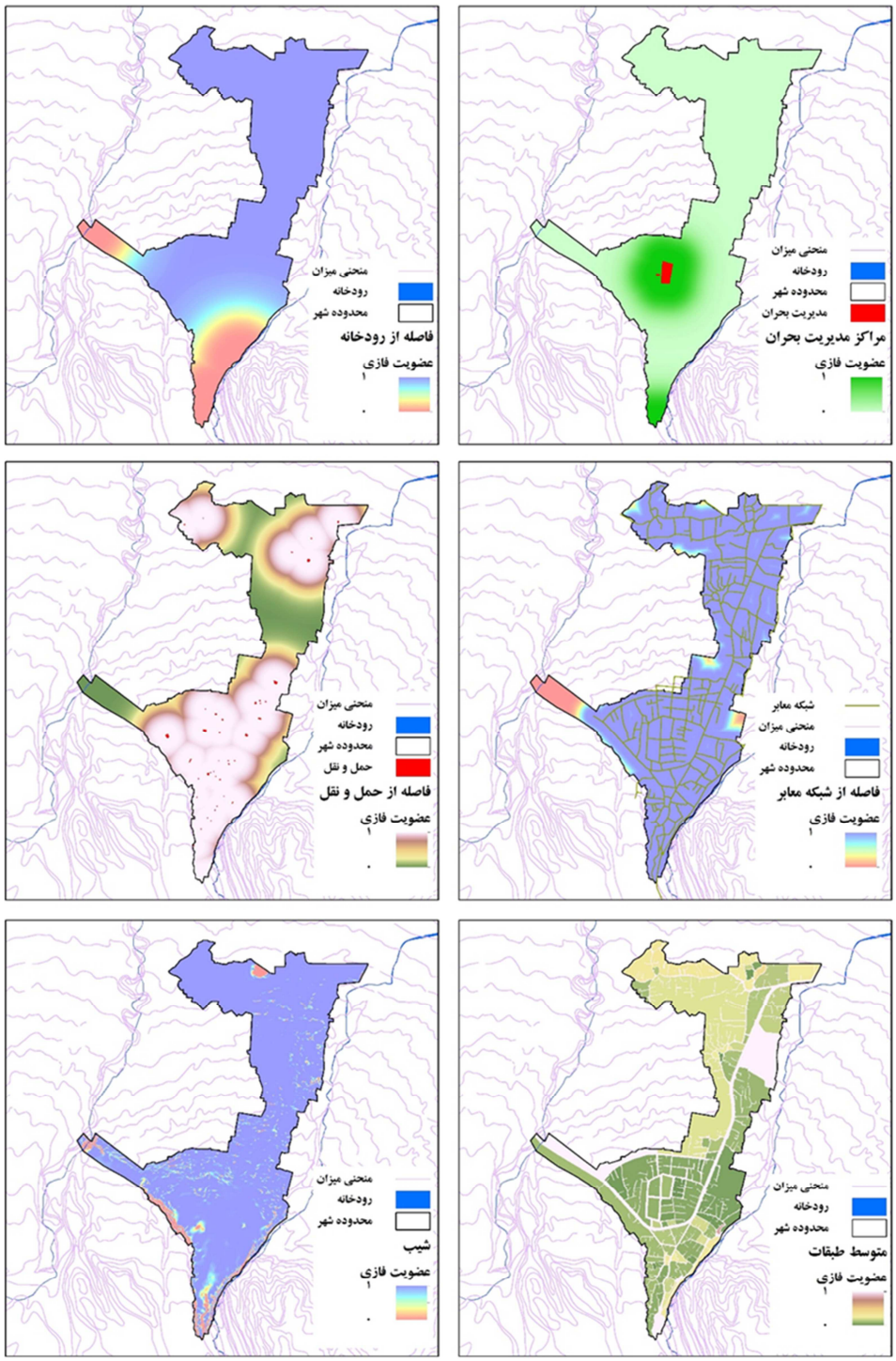
زیرشاخص‌های تراکم ساختمانی و متوسط تعداد طبقات نیز با استفاده از تابع Small استانداردسازی شده‌اند؛ بدین‌معنا که هر چه تراکم ساختمانی و تعداد طبقات بناها پایین‌تر باشد، تاب‌آوری آن‌ها در مقابل سیلاب بیشتر است. از تابع عضویت فازی Large برای استانداردسازی زیرشاخص فاصله از رودخانه استفاده شده است؛ بدین‌معنا که با فاصله‌گرفتن از شبکه رودخانه، سطح تاب‌آوری مناطق شهری در مقابل سیلاب افزایش پیدا می‌کند. باتوجه به‌اینکه زیرشاخص کیفیت بنا از نوع کیفی بوده، به هرکدام از سطح‌های کیفیت بنا ارزش عددی مشخصی اختصاص داده شده است. این ارزش عددی با افزایش کیفیت بنا، افزایش داشته و عضویت فازی آن نیز به سمت یک میل می‌کند. تابع عضویت فازی مورداستفاده برای این زیرشاخص Large بوده است. در خصوص زیرشاخص شیب هم باتوجه به‌اینکه، هر چه مقدار شیب بیشتر باشد، تاب‌آوری شهری در مقابل سیلاب پایین می‌آید، از تابع عضویت فازی Small استفاده شده است. شکل ۴ نقشه‌های عضویت فازی یا استانداردشده هر کدام از زیرشاخص‌ها را بر اساس توابع فازی استفاده‌شده، نشان می‌دهد.

پس از استانداردسازی زیرشاخص‌ها، جهت انجام همپوشانی آن‌ها و تهیه سه شاخص دسترسی، سازه و بنا و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی، از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نظرات کارشناسی استفاده شده است (Seejata et al., 2018؛ Souissi et al., 2020). این مدل با تلفیق امکانات GIS و داده‌های مختلف مکانی، از بهترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی است و ابزاری قدرتمند در ریزپهنه‌بندی مخاطره سیلاب با رویکرد تاب‌آوری می‌باشد (غلامی و احمدی، ۱۳۹۸؛ محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۴). جامعه آماری پژوهش، شامل ۹۰ نفر از کارشناسان و مسئولان نظام مدیریت شهری و دولت محلی مرتبط با مدیریت بحران، اساتید دانشگاه، پژوهشگران، دانشجویان و شهروندان در شهر چمستان (یا محدوده شهرستان نور) بوده است. مراحل اصلی تحلیل سلسله‌مراتبی شامل ساخت ماتریس مقایسه زوجی، مقایسه زوجی گزینه‌ها، تعیین وزن گزینه‌ها و درنهایت محاسبه نرخ ناسازگاری است (قدسی‌پور، ۱۳۹۵). در مقایسه زوجی بر حسب هر معیاری میزان ارجحیت گزینه‌ها به‌صورت دوتایی مقایسه می‌شود و ارجحیت آن‌ها به‌صورت عبارتی مشخص می‌گردد و به ازای هر عبارت عددی به ارجحیت گزینه‌ها تخصیص داده می‌شود. شکل ۵ وزن نسبی به‌دست‌آمده از مقایسه زوجی زیرشاخص‌های مربوط به شاخص دسترسی را بر اساس فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با نرخ ناسازگاری ۰/۰۱ نشان می‌دهد. باتوجه به این شکل، دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی با وزن نسبی ۰/۳۷۴ مهم‌ترین زیرشاخص دسترسی ازنظر کارشناسان به‌لحاظ اثرگذاری در تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب می‌باشد. پس از آن، زیرشاخص‌های دسترسی به مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی (با وزن نسبی ۰/۲۲۲) و دسترسی به پارک و فضای سبز با وزن نسبی ۰/۱۴۵ در رده‌های بعدی اثرگذاری قرار دارند.

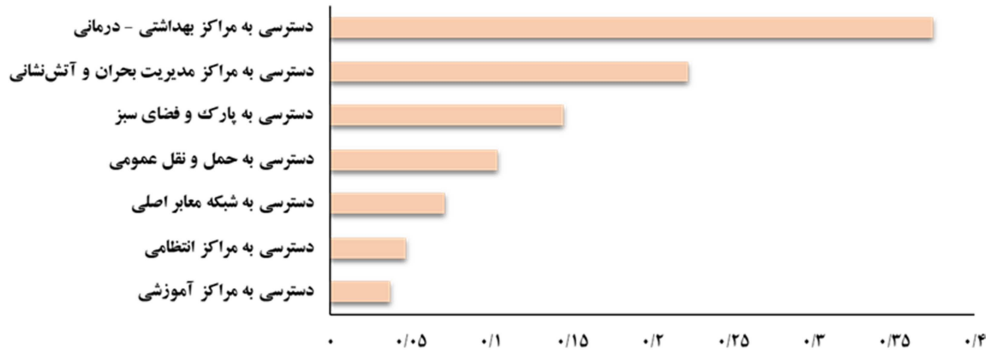
انجام مقایسه‌های زوجی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تعیین وزن نسبی زیرشاخص‌های ۳گانه استفاده‌شده در شاخص سازه و بنا، بیانگر آن است که زیرشاخص کیفیت بنا با وزن نسبی ۰/۶۴۷ به‌عنوان اثرگذارترین متغیر این شاخص مطرح است. پس از این زیرشاخص، زیرشاخص‌های تراکم ساختمانی با وزن نسبی ۰/۲۵۱ و متوسط تعداد طبقات با وزن نسبی ۰/۱۰۲ در اولویت‌های بعدی اثرگذاری قرار دارند (شکل ۶). در شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی، زیرشاخص فاصله از رودخانه دارای وزن نسبی ۰/۶۴۳ بوده و برای زیرشاخص شیب (بستر طبیعی) نیز وزن معیار ۰/۳۵۷ به‌دست آمده است (شکل ۷).



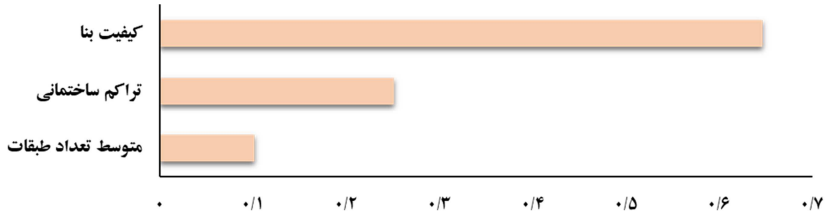
شکل ۴: الف) نقشه استانداردشده (فازی) زیرشاخص‌های به‌کارگرفته‌شده در پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب (کیفیت بنا، تراکم ساختمانی، فاصله از مراکز انتظامی، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از پارک و فضای سبز، فاصله از مراکز درمانی و بهداشتی). *منبع: نگارندگان*



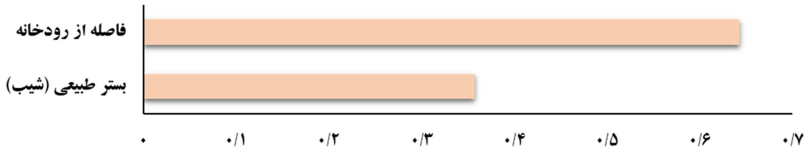
شکل ۴: ب) نقشه استانداردشده (فازی) زیرشاخص‌های به‌کارگرفته‌شده در پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب (فاصله از مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، فاصله از رودخانه، فاصله از شبکه معابر، فاصله از حمل‌ونقل، متوسط تعداد طبقات و شیب)، *منبع: نگارندگان*



شکل ۵: وزن نسبی حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقایسه زوجی زیرشاخص‌های مربوط به شاخص دسترسی بر مبنای نظرات کارشناسی در تهیه نقشه تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب (نرخ ناسازگاری: ۰/۰۱). *منبع: نگارندگان*



شکل ۶: وزن نسبی حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقایسه زوجی زیرشاخص‌های مربوط به شاخص سازه و بنا بر مبنای نظرات کارشناسی در تهیه نقشه تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب. *منبع: نگارندگان*



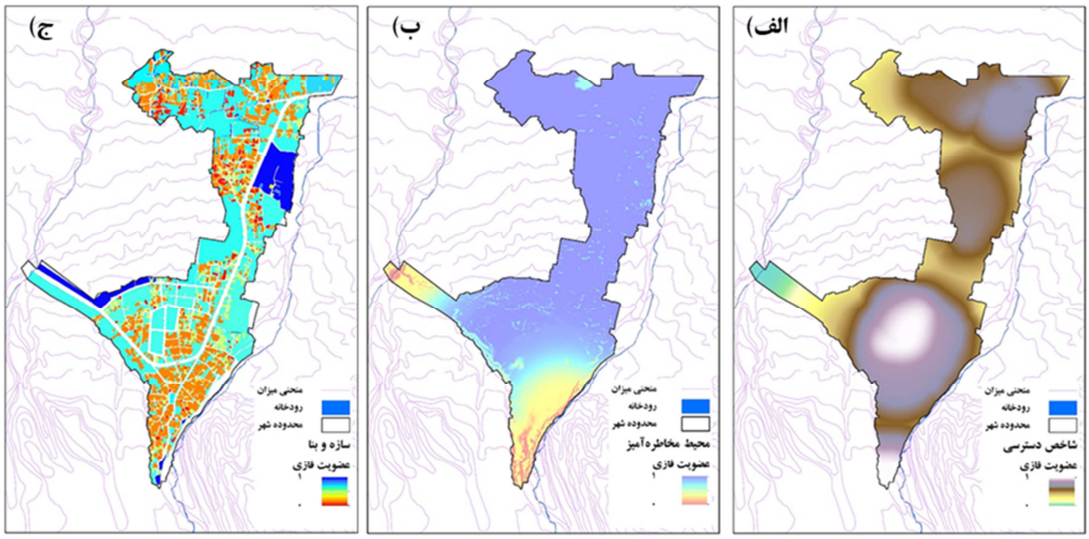
شکل ۷: وزن نسبی حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقایسه زوجی زیرشاخص‌های مربوط به شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی بر مبنای نظرات کارشناسی در تهیه نقشه تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب. *منبع: نگارندگان*

یافته‌ها و بحث

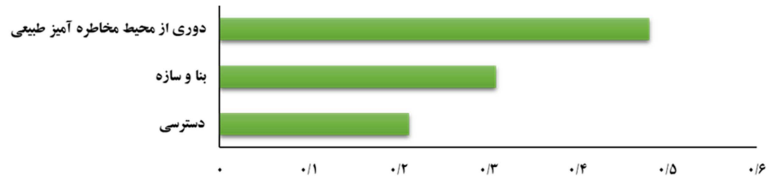
یکی از ابعاد تأثیرگذاری در سنجش سطح تاب‌آوری شهری در مقابل سیلاب شهری، بعد کالبدی - زیرساختی است که از طریق آن می‌توان وضعیت جامعه را ازنظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در مواقع بروز سیلاب ارزیابی کرد. به‌همین منظور، برای سنجش این بعد، سه شاخص دسترسی، بنا و سازه و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی در قالب ۱۲ زیرشاخص بررسی شدند. زیرساخت‌ها و تأسیسات شهری (شاخص دسترسی) در مدیریت بحران و مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی ازجمله سیلاب، نقش بسیار مهمی دارند. زیرساخت‌ها شامل راه‌های ارتباطی، مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، مراکز حمل‌ونقل عمومی، پارک و فضای سبز، مراکز

آموزشی و مراکز انتظامی است. شاخص سازه و بنا شامل کیفیت بنا (عمر ساختمان و سازه آن)، متوسط تعداد طبقات و تراکم ساختمانی و شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی شامل فاصله از رودخانه و شیب است.

شکل ۸ نقشه حاصل از تلفیق زیرشاخص‌ها را در تهیه شاخص‌های دسترسی، سازه و بنا و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی نشان می‌دهد. پس از محاسبه نسبی وزن معیار یا همان وزن نسبی که بیانگر میزان تأثیر هر کدام از زیرشاخص‌ها در تهیه لایه شاخص و به‌عبارتی تأثیر در نقشه پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی است، جهت تلفیق یا همپوشانی آن‌ها برای تهیه لایه شاخص‌های سه‌گانه، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در قالب ماتریس حاصل از نظرات کارشناسی و مقایسه زوجی انجام شد که نتیجه این مقایسه در شکل ۹ ارائه شده است. باتوجه به این شکل، شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی با وزن نسبی ۰/۴۸، مهم‌ترین شاخص اثرگذار در بعد تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی از دیدگاه نظرات کارشناسی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی شناخته شده است؛ این شاخص شامل دو زیرشاخص فاصله از رودخانه و شیب می‌شود. شاخص سازه و بنا (شامل سه زیر شاخص کیفیت بنا، تراکم ساختمانی و تعداد طبقات) با وزن نسبی ۰/۳۰۹ در رده بعدی اثرگذاری قرار داده شده و شاخص دسترسی نیز با وزن نسبی ۰/۲۱۲ سومین متغیر اثرگذار بر روی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی است.

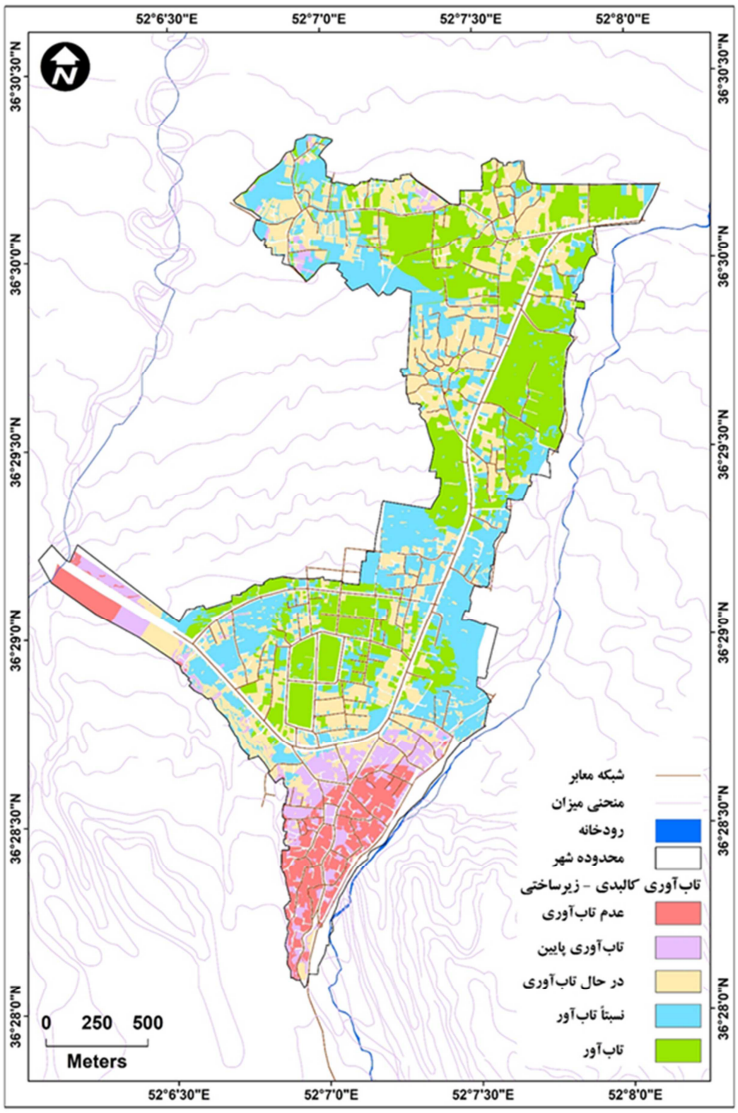


شکل ۸: شاخص‌های استفاده‌شده در تهیه نقشه تاب‌آوری کالبدی – زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب، الف) شاخص دسترسی، ب) شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی و ج) شاخص سازه و بنا. *منبع: نگارندگان*



شکل ۹: وزن نسبی حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقایسه زوجی شاخص‌های سه‌گانه دسترسی، سازه و دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی بر مبنای نظرات کارشناسی در تهیه نقشه تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب. *منبع: نگارندگان*

محاسبه وزن معیار شاخص‌های سه‌گانه موردبررسی با فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، امکان همپوشانی آن‌ها و تهیه نقشه پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب را فراهم آورد. با انجام این کار، نقشه نهایی تاب‌آوری کالبدی به‌دست آمد که در شکل ۱۰ ارائه شده است. باتوجه به نقشه، بیشتر مساحت شهر چمستان، بخش‌های مرکزی و شمالی شهر، در سطح تاب‌آور یا نسبتاً تاب‌آور کالبدی - زیرساختی در برابر سیلاب قرار دارد.



شکل ۱۰: نقشه تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی. منبع: *نگارندگان*

وجود سازه‌های با کیفیت پایدار، شیب پایین، دوری از مسیرهای جریان آب (رودخانه) و تراکم ساختمانی پایین در بخش‌های مرکزی و شمالی شهر، این مناطق را در سطح تاب‌آوری مناسبی در مقابل سیلاب شهری قرار داده است.

علاوه بر این، قسمت شمالی شهر چمستان را اراضی با تیپ دشت‌های سیلابی دربر می‌گیرد که شامل آن قسمت از اراضی و دشت‌های بافت ریز و مسطحی است که در آن آبراهه‌های سیلابی بزرگ و کوچک به تعداد زیاد دیده می‌شود و در مواقع بارندگی آب‌های سطحی منطقه را از خود عبور می‌دهد. در فصل‌های پربارش سال نیز که جریان آب‌های سطحی از جنوب شهر به سمت شمال آن روان می‌شود، با ایجاد کانال‌هایی در شهر، سعی شده تا این جریان مهار گردد. با این حال، درصورت بارش‌های شدید، احتمال وقوع سیل در شهر دور از انتظار نیست. اگرچه در این مناطق نیز به‌دلیل عدم دسترسی مناسب به زیرساخت‌های موردبررسی در این پژوهش (همچون مراکز بهداشتی - درمانی، مراکز مدیریت بحران و آتش‌نشانی، مراکز حمل‌ونقل عمومی، مراکز انتظامی و مراکز آموزشی)، قسمت‌ها یا بلوک‌هایی وجود دارد در رده درحال تاب‌آوری در مقابل سیلاب بوده و در صورت بروز سیلاب‌های با شدت زیاد، پهنه‌هایی هستند که تاب‌آوری مناسبی ندارند.

بخش شمالی شهر که هسته اصلی چمستان می‌باشد، در رده‌های عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین کالبدی - زیرساختی قرار گرفته است که مجاورت با رودخانه واز و اراضی با شیب بالا، از مهم‌ترین دلایل پایین‌بودن سطح تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر در مقابل سیلاب است. در شهر چمستان شیب عمومی زمین در قسمت‌های مختلف متغیر است؛ در قسمت شمالی و نزدیک به دریا، شیب عمومی کم (بین ۰ تا ۳ درصد) و به‌همین ترتیب هر چه به سمت جنوب چمستان پیش می‌رود، شیب زیادتر می‌شود (۳۰ تا ۶۵ درصد). این افزایش شیب، ضریب جاری‌شدن آب‌های سطحی و تجمع رواناب را در مناطق بالا برده است. کم‌بارش‌ترین فصل سال حداقل ۱۱۵ میلی‌متر در شهر چمستان باران می‌بارد که در پربارش‌ترین فصل سال به ۳۵۰ میلی‌متر نیز می‌رسد. این میزان بارندگی باتوجه به قرارگرفتن شهر در دامنه کوه و داشتن شیب جنوبی - شمالی، موجب می‌شود که شهر در معرض سیلاب‌های فصلی قرار گیرد و حجم زیادی از آب‌های سطحی از بالادست در خیابان های شهر جاری شود.

نتیجه گیری

میزان جنگل‌های محدوده رودخانه‌های چمستان روند کاهشی و مساحت زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی سیری افزایشی داشته‌اند. رودخانه وازرود چمستان به‌دلیل شرایط توپوگرافی، نوع سازند و تغییر کاربری زمین‌های موجود از ظرفیت بالایی برای سیل‌خیزی برخوردار است. در حوضه آبخیز واز که شهر چمستان در پایین‌دست آن واقع شده است، روند رو به رشد تغییرات کاربری زمین‌ها و توسعه ساخت‌وساز در مناطق مستعد و تجاوز به حریم رودخانه وازرود محسوس است که این موضوع را می‌توان در کنار سایر عوامل مؤثر در وقوع سیلاب، یک عامل اصلی افزایش خطر سیلاب در شهر چمستان تلقی کرد. در توسعه فیزیکی شهر چمستان عوامل و شرایط محیط طبیعی تأثیر عمده‌ای دارد؛ به‌طوری‌که توسعه خطی این شهر در نتیجه نقش عوامل محیط طبیعی در توسعه فیزیکی شهر بوده است. در صورت ادامه روند کنونی رشد شهر و اعمال‌نشدن مدیریت جامع در رودخانه وازرود، خسارت‌های جانی و مالی ناشی از وقوع سیلاب برای ساکنان حوضه و شهر چمستان می‌تواند یک خطر و تهدید جدی به‌شمار آید.

باتوجه به تغییرات مشخصی که در ساختار و سازمان این شهر به‌وجود آمده و همچنین رواناب‌های حاصل از تمرکز یا جریان‌یافتن آب بارندگی در رودخانه، این شهر در برابر حوادث غیرمترقبه همچون سیل، بسیار آسیب‌پذیر شده است.

جالب است که در این شهر تعداد کانال‌های جمع‌آوری و انتقال رواناب بسیار اندک است. در مشاهدات میدانی مشخص شده است در بارش‌هایی که بیش از ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد و حجمی بیش از ۲۰ میلی‌متر دارد، همه این کانال‌ها از آب پر شده و به‌دلیل هدایت‌نشدن به سمت رودخانه، خیابان‌ها و کوچه‌ها با آبگرفتگی مواجه می‌شوند. میزان جنگل‌های محدوده رودخانه‌های چمستان روند کاهشی و مساحت زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی سیری افزایشی داشته‌اند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). در توسعه فیزیکی شهر چمستان عوامل و شرایط محیط طبیعی تأثیر عمده‌ای دارد؛ به‌طوری‌که توسعه خطی این شهر در نتیجه نقش عوامل محیط طبیعی در توسعه فیزیکی شهر بوده است. در صورت ادامه روند کنونی رشد شهر و اعمال‌نشدن مدیریت جامع در رودخانه وازرود، خسارت‌های جانی و مالی ناشی از وقوع سیلاب برای ساکنان حوضه و شهر چمستان می‌تواند یک خطر و تهدید جدی به حساب آید.

این پژوهش، با هدف تحلیل روابط بین شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان انجام شد. دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی با وزن نسبی ۰/۳۷۴ مهم‌ترین زیرشاخص دسترسی ازنظر کارشناسان به لحاظ اثرگذاری در تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی شهر چمستان در مقابل سیلاب است که این با یافته‌های شکری فیروزجاه (۱۳۹۶) و خالدی و همکاران (۱۳۹۸) در خصوص تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری شهرهای بابل و ارومیه در برابر مخاطرات محیطی و سیلاب‌های شهری و معرفی دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی یا بیمارستانی به‌عنوان مهم‌ترین زیرشاخص تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی مطابقت دارد. در شاخص سازه و بنا، زیرشاخص کیفیت بنا با وزن نسبی ۰/۶۴۷ به‌عنوان اثرگذارترین متغیر این شاخص مطرح است که با یافته‌های شکری فیروزجاه (۱۳۹۶) و خالدی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد. در شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی زیرشاخص فاصله از رودخانه دارای وزن نسبی ۰/۶۴۳ است.

شاخص دوری از محیط مخاطره‌آمیز طبیعی با وزن نسبی ۰/۴۸، مهم‌ترین شاخص اثرگذار در بعد تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی از دیدگاه نظرات کارشناسی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی شناخته شده است. این شاخص شامل دو زیرشاخص فاصله از رودخانه و شیب می‌شود. این یافته، باتوجه به ماهیت روش‌شناسی، با نتایج پژوهش نظم‌فر و پاشازاده (۱۳۹۷) در خصوص ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، مطالعه موردی: شهر اردبیل همخوانی دارد. شاخص سازه و بنا (شامل سه زیر شاخص کیفیت بنا، تراکم ساختمانی و تعداد طبقات) با وزن نسبی ۰/۳۰۹ در رده بعدی اثرگذاری قرار داده شده و شاخص دسترسی نیز با وزن نسبی ۰/۲۱۲ سومین متغیر اثرگذار بر روی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی است.

باتوجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی - زیرساختی، بیشتر مساحت شهر چمستان، بخش‌های مرکزی و شمالی شهر، در سطح تاب‌آور یا نسبتاً تاب‌آور کالبدی - زیرساختی در برابر سیلاب قرار دارد. وجود سازه‌های با کیفیت پایدار، شیب پایین، دوری از مسیرهای جریان آب (رودخانه) و تراکم ساختمانی پایین در بخش‌های مرکزی و شمالی شهر، این مناطق را در سطح تاب‌آوری مناسبی در مقابل سیلاب شهری قرار داده است. بخش شمالی شهر که هسته اصلی چمستان می‌باشد، در رده‌های عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین کالبدی - زیرساختی قرار گرفته است که مجاورت با رودخانه واز و اراضی با شیب بالا، از مهم‌ترین دلایل پایین‌بودن سطح تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری کالبدی -

زیرساختی شهر در مقابل سیلاب است. در این خصوص و به جهت افزایش تاب‌آوری کالبدی، رعایت حریم رودخانه، عدم تغییر کاربری اراضی، عدم انجام فعالیت‌های برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه، دیواره‌سازی مهندسی در سواحل رودخانه و ایجاد کانال‌های فرعی جهت هدایت سرریز جریان آب رودخانه در مواقع سیلابی، می‌تواند مؤثر باشد.

منابع

حاتمی‌نژاد، حسین؛ فرهادی‌خواه، حسین؛ آروین، محمود؛ و رحیم‌پور، نگار. (۱۳۹۶). بررسی ابعاد مؤثر بر تاب‌آوری شهری با استفاده از مدل ساختاری تفسیری (نمونه موردی: شهر اهواز). فصل‌نامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۷(۱): ۳۵-۴۵. http://dpmk.ir/article-1-112-fa.html.

حسین‌زاده، محمد مهدی؛ درفشی، خه‌بات؛ و میرباقری، بابک. (۱۳۹۲). مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل و بررسی عوامل مؤثر بر آن با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در محیط GIS (بررسی موردی: حوضه‌های آبخیز واز و لاویج). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۱): ۸۶-۹۸. https://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2013.3805.

خالدی، شهریار؛ قهرودی تالی، منیژه؛ و فرهمند، قاسم. (۱۳۹۸). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری مناطق شهری در برابر سیلاب‌های شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه). توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۱(۲): ۱-۱۵. http://geographyearth/article/view/29611/8689.

رجایی، زهرا. (۱۳۹۴). ارزیابی تاب‌آوری شهر گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ۲۵۳ صفحه. http://psp.journals.pnu.ac.ir.

شکری فیروزجاه، پری. (۱۳۹۶). تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی. نشریه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، ۲(۶): ۲۷-۴۴. http://psp.journals.pnu.ac.ir/article_4146.html.

عبدالله‌زاده، علی؛ اونق، مجید؛ سعدالدین، امیر؛ و مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۵). محدودیت توسعه کاربری سکونتگاهی ناشی از سیلاب و ضریب رواناب در چارچوب آمایش سرزمین، مطالعه موردی: حوزه آبخیز زیارت گرگان. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۸(۲): ۲۲۱-۲۳۵. https://jwem.areeo.ac.ir/article_106462.html.

غلامی، محمد؛ و احمدی، مهدی. (۱۳۹۸). ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در شهر لامرد با استفاده از AHP، GIS و فازی. مخاطرات محیط طبیعی، ۸(۲۰): ۱۰۱-۱۱۴. http://ensani.ir/fa/article/download/402957.

فلاح، مسعود؛ مسعود، محمد؛ و نوایی، اسداله. (۱۳۹۳). نقش طراحی فضاهای شهری انعطاف‌پذیر و تاب‌آور در مدیریت بحران. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های محیطی (INDM 2014): ۱۳۵۴-۱۳۶۳. https://civilica.com/doc/252366.

قدسی پور، حسن. (۱۳۹۵). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). چاپ داوزدهم، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲۲ صفحه. http://publication.aut.ac.ir/fa/book/show/1037.

محمودزاده، حسن؛ امامی کیا، وحید؛ و رسولی، علی اکبر. (۱۳۹۴). ریزپهنه‌بندی سیلاب در محدوده شهر تبریز با استفاده از روش AHP. تحقیقات جغرافیایی، ۳۰(۱): ۱۶۷-۱۸۰. http://georesearch.ir/article-1-652-en.html.

میراسداللهی، شمسی سادات؛ متولی، صدرالدین؛ و جانباز قبادی، غلامرضا. (۱۳۹۹). تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در برابر سیلاب با تأکید بر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی (مطالعه موردی: شهر گرگان). تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰(۵۹): ۱۳۷-۱۵۵. http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3331-fa.html.

میراسدالهی، شمسی سادات. (۱۳۹۷). ارزیابی ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری به‌منظور کاهش خسارت ناشی از سیل (مطالعه موردی: شهر گرگان). رساله دکتری، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور. https://www.isna.ir/news/97122211790.

نظم‌فر، حسین؛ بهشتی جاوید، ابراهیم؛ و فتحی، محمد حسین. (۱۳۹۲). پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی و سیل‌گیری با مدل منطق فازی (مطالعه موردی: حوضه رودخانه قوری‌چای). دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، ۷ و ۸ آبان‌ماه ۱۳۹۲، دانشگاه خوارزمی تهران. https://civilica.com/doc/307436.

Bertilsson, L., Wiklund, K., Tebaldj, I.M., Rezende, O.M., Veról, A.P., and Miguez, M.G. (2018). Urban flood resilience - A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. Journal of Hydrology, 573, pp 970-982. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.052.

Bodoque, J. M., Amérigo, M., Díez-Herrero, A., García, J. A., Cortés, B., Ballesteros-Cánovas, J. A., and Olcina, J. (2016). Improvement of resilience of urban areas by integrating social perception in flash flood risk management. Journal of Hydrology, 541, pp 665-676. doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.02.005

Cutter, S., Christopher, G., Burton, R., and Christopher, C.T. (2011). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7(1) Economics 3, pp 235-239. DOI: 10.2202/1547-7355.1732

Franken Berger, T.R., Sutter, P., Teshome, A., Aberra, A., Tefera, M., Tefera, A., Taffesse, A., and Ejigsemahu, Y. (2007). Ethiopia: The path to self-resiliency. Vol 1, final report, Prepared for CHF - Partners in Rural Development On behalf of: Canadian Network of NGOs in Ethiopia (CANGO), 107p, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources.

Jha, K., Miner, W., and Geddes, S. (2012). Building urban resilience: principles, tools, and practice. The World Bank Group, Open Knowledge Repository, 155p, https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/13109.

Kuswandari, R. (2004). Assessment of different methods for measuring the sustainability of forest management. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enscheda, Netherlands, 256p, https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers.

Liao, K.H. (2012). A theory on urban resilience to floods- A basis for alternative planning practices. Ecology and Society, 17(4), pp 48-59, http://dx.doi.org/10.5751/ES-05231-170448

Marom, W. A. (2014). Mapping and measuring social vulnerabilities of coastal areas of Bangkok and Periphery. 5th Global Forum on Urban Resilience and Adaptation, Proceedings of the Resilient Cities 2014 Congress. Bonn. Germany, pp 29-31, https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/53876/IDL-53876.

Matyas, D., and Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment, and transformation in disaster risk management policy. Disasters, 39(1), pp 1-18. DOI/10.1111/disa.12107/.

Meerow, S., Newell, J.P., and Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, 147, pp 38-49. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011.

Mitchell, T., and Harris, K. (2012). Resilience: A risk management approach ODI (Overseas Development Institute) Background Note, London, 7p, this and other ODI Background Notes are available from www.odi.org.uk.

Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., Bahremand, A., Berdi Sheikh, V., and Zare Garizi, A. (2017). Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran. Natural Hazards, 87, pp 1827-1846. https://doi.org/10.1007/s11069-017-2851-1.

Nakabayashi, I. (1994). Urban planning based on disaster risk assessment; in disaster management in metropolitan areas for the 21st Century. Proceedings of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, Nagoya, Japan, 575p, http://www.virtualref.com/uncrd/1389.htm.

Seejata, K., Yodying, A., Wongthadam, T., Mahavik, N., and Tantanee, S. (2018). Assessment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province. Procedia Engineering, 212, pp 340-347. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.044.

Serre, D., and Heinzlef, C. (2018). Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. International Journal of Disaster Risk Reduction, 30, pp 235-243. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2018.02.018.

Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M.H., Zghibi, A., and Dlala, M. (2020). GIS-based MCDM – AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia. Geointernational, 35(9), pp 991-1017. https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1566405.

Vanolo, A. (2015). The Fordist city and the creative city: Evolution and resilience in Turin, Italy. City, Culture and Society, 6(3), pp 69-74, https://doi.org/10.1016/j.ccs.2015.01.003.

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

References

References (in Persian)

Abdollahzadeh, A., Ownegh, M., Sadoddinn, A., and Mostafazadeh, R. (2016). Technical Note: Constraints to residential land use development arising from flood and runoff coefficient in a land use planning framework, case study: Ziarat Watershed, Golestan Province. Watershed Engineering and Management, 8(2), pp 221-235. 10.22092/IJWMSE.2016.106462. [In Persian]

Fallah, M., Masood, M., and Navaei, A. (2014). The role of flexible and resilient urban space design in crisis management. 5th International Conference on Comprehensive Environmental Crisis Management (INDM 2014), pp 1354-1363. https://civilica.com/doc/252366. [In Persian]

Ghodsipour, H. (2016). Analytical Hierarchy Process (AHP). 20th Edition, Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran. 222p. http://publication.aut.ac.ir/fa/book/show/1037. [In Persian]

Gholami, M., and Ahmadi, M. (2019). Micro-zoning flood hazard in Lamerd City using AHP, GIS, and Fuzzy method. Journal of Natural Environmental Hazards, 8(20), pp 101-114. https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2018.22505.1334. [In Persian]

Hatami Nejad, H., Farhadi Khah, H., Arvin, M., and Rahim Pour, N. (2017). Investigation of the dimensions influencing urban resilience using Interpretive Structural Modeling (ISM) (Case study: Ahwaz city). Disaster Prevention and Management Knowledge, 7(1), pp 35-45. http://dpmk.ir/article-1-112-en.html. [In Persian]

Hosseinzadeh, M.M., Derafshi, KH., and Mirbagheri, B. (2013). Modeling forest extent change and its influencing factors, using a logistic regression model in a GIS environment, (case study: Vaz and Lavij basins). Forest and Poplar Research, 21(1), pp 86-98. https://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2013.3805. [In Persian]

Khaledi, SH., Ghahroodi Tali, M., and Farahman, GH. (2019). Measuring and Evaluating the Resilience of Urban Areas Against Urban Flooding (Case Study: Urmia City). Sustainable Development of Geographical Environment, 1(2), pp 1-15. http://geographyearth/article/view/29611/8689. [In Persian]

Mahmoodzadeh, H., Emami Kia, V., and Rasooli, A.A. (2015). Micro zonation of flood risk in Tabriz Suburb with using Analytical Hierarchy Process. Geographical Researches, 30(1), pp 167-180. http://georesearch.ir/article-1-652-en.html. [In Persian]

Mirasadollahi, S.S. (2018). Evaluation of dimensions and components of urban resilience to reduce flood damage (Case study: Gorgan). PhD Thesis, Geography, and Urban Planning, Islamic Azad University, Noor Branch. https://www.isna.ir/news/97122211790. [In Persian]

Mirasadollahi, S.S., Motevalli, S., and Janbaz Ghobadi, GH. (2020). Analysis of flood resilience of urban settlements with emphasis on economic and social indicators (Case study: Gorgan). Applied researches in Geographical Sciences, 20(59), pp 137-155. http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3331-fa.html. [In Persian]

Nazmfar, H., Beheshti Javid, I., and Fathi, M.H. (2013). Zoning of flood potential and flooding using fuzzy logic model (Case study: Ghorichai river basin). 2nd International Conference on Environmental Hazards, November 7-8, Kharazmi University, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/307436. [In Persian]

Rajaei, Z. (2015). Gorgan city resilience assessment. Master Thesis, Department of Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Oloom va Tahghighat Branch, Tehran, 253p. http://psp.journals.pnu.ac.ir. [In Persian]

Shokri Firoozjah, P. (2017). Spatial analysis of the resilience of Babol's regions to environmental hazards. Journal of Physical Development Planning, 2(6), pp 27-44. http://psp.journals.pnu.ac.ir/article_4146.html. [In Persian].

References (in English)

Bertilsson, L., Wiklund, K., Tebaldj, I.M., Rezende, O.M., Veról, A.P., and Miguez, M.G. (2018). Urban flood resilience - A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. Journal of Hydrology, 573, pp 970-982. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.052.

Bodoque, J. M., Amérigo, M., Díez-Herrero, A., García, J. A., Cortés, B., Ballesteros-Cánovas, J. A., and Olcina, J. (2016). Improvement of resilience of urban areas by integrating social perception in flash flood risk management. Journal of Hydrology, 541, pp 665-676. doi: 10.1016/j.jhydrol.2016.02.005

Cutter, S., Christopher, G., Burton, R., and Christopher, C.T. (2011). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7(1) Economics 3, pp 235-239. DOI: 10.2202/1547-7355.1732

Franken Berger, T.R., Sutter, P., Teshome, A., Aberra, A., Tefera, M., Tefera, A., Taffesse, A., and Ejigsemahu, Y. (2007). Ethiopia: The path to self-resiliency. Vol 1, final report, Prepared for CHF - Partners in Rural Development On behalf of: Canadian Network of NGOs in Ethiopia (CANGO), 107p, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources.

Jha, K., Miner, W., and Geddes, S. (2012). Building urban resilience: principles, tools, and practice. The World Bank Group, Open Knowledge Repository, 155p, https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/13109.

Kuswandari, R. (2004). Assessment of different methods for measuring the sustainability of forest management. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enscheda, Netherlands, 256p, https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers.

Liao, K.H. (2012). A theory on urban resilience to floods- A basis for alternative planning practices. Ecology and Society, 17(4), pp 48-59, http://dx.doi.org/10.5751/ES-05231-170448

Marom, W. A. (2014). Mapping and measuring social vulnerabilities of coastal areas of Bangkok and Periphery. 5th Global Forum on Urban Resilience and Adaptation, Proceedings of the Resilient Cities 2014 Congress. Bonn. Germany, pp 29-31, https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/53876/IDL-53876.

Matyas, D., and Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment, and transformation in disaster risk management policy. Disasters, 39(1), pp 1-18. DOI/10.1111/disa.12107/.

Meerow, S., Newell, J.P., and Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, 147, pp 38-49. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011.

Mitchell, T., and Harris, K. (2012). Resilience: A risk management approach ODI (Overseas Development Institute) Background Note, London, 7p, this and other ODI Background Notes are available from www.odi.org.uk.

Mostafazadeh, R., Sadoddin, A., Bahremand, A., Berdi Sheikh, V., and Zare Garizi, A. (2017). Scenario analysis of flood control structures using a multi-criteria decision-making technique in Northeast Iran. Natural Hazards, 87, pp 1827-1846. https://doi.org/10.1007/s11069-017-2851-1.

Nakabayashi, I. (1994). Urban planning based on disaster risk assessment; in disaster management in metropolitan areas for the 21st Century. Proceedings of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, Nagoya, Japan, 575p, http://www.virtualref.com/uncrd/1389.htm.

Seejata, K., Yodying, A., Wongthadam, T., Mahavik, N., and Tantanee, S. (2018). Assessment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province. Procedia Engineering, 212, pp 340-347. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.044.

Serre, D., and Heinzlef, C. (2018). Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. International Journal of Disaster Risk Reduction, 30, pp 235-243. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2018.02.018.

Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M.H., Zghibi, A., and Dlala, M. (2020). GIS-based MCDM – AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia. Geointernational, 35(9), pp 991-1017. https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1566405.

Vanolo, A. (2015). The Fordist city and the creative city: Evolution and resilience in Turin, Italy. City, Culture and Society, 6(3), pp 69-74, https://doi.org/10.1016/j.ccs.2015.01.003.