University of Tehran Press

Journal of Environmental Studies
Vol. 49, No. 4, Winter 2024

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

Evaluation of the Effective Indicators on the Resilience of Urban Form and Space with an Emphasis on Flood and Surface Runoff (Case Study: Noor City, Mazandaran Province)

Zainab Akbari Zarin[1], Mahmoud Ghalehnoee[2]✉, Safoora Mokhtarzadeh[3]

1. Department of Urbanism, Faculty of Architecture and Urbanism, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: z_akbari1993@yahoo.com
2. Department of Urbanism, Faculty of Architecture and Urbanism, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: m.ghalehnoee@aui.ac.ir
3. Department of Urbanism, Faculty of Architecture and Urbanism, Daneshpajoohan Pishro Institute of Higher Education, Isfahan, Iran. Email: mokhtarzadeh.safoora@gmail.com

Article Info

Research Article:
Research Paper

Article history:
Received 6 June 2023
Received in revised from 19 October 2023
Accepted 18 November 2023
Publish online 19 November 2023

Keywords:
Flood, Resilient urban design, Surface runoff, Urban form, Urban resilience

ABSTRACT

Since the emergence of the concept of urban resilience, this concept has mostly been concerned with urban planning, and resilient urban design approaches have been a less developed field. The current research is of applied type and uses descriptive-analytical methods. This research deals with urban resilience in urban design and focuses on how urban forms affect urban resilience against floods and inundation. In this regard, indicators for evaluating the resilience of urban forms against floods and urban runoff have been explained and these indicators have been measured and evaluated within the scope of the study area of Noor City at the level of neighborhoods and urban blocks to determine the level of resilience of each of them, that should be determined from the research indicators at the level of urban cells. The TOPSIS technique was used for data analysis. The results show that the study area of Noor City is in an unfavorable situation regarding resilience. Based on the evaluation done at the block level, the results indicated that 27.7 hectares of the study area have very low resilience, 62.6 hectares have low resilience, 48.4 hectares have medium resilience, 53 hectares have high resilience, and 16.8 hectares have very resilience. The largest area is related to the low resilience level with 62.6 hectares. In total, 90.3 hectares of the study area have low and very low resilience, which is about 43% of the total studied area.

Cite this article: Akbari Zarin, Z., Ghalehnoee, M., Mokhtarzadeh, S. (2024). Evaluation of the Effective Indicators on the Resilience of Urban Form and Space with an Emphasis on Flood and Surface Runoff (Case Study: Noor City, Mazandaran Province). Journal of Environmental Studies, 49 (4), 401- 420.
DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.358500.1008405

© The Author(s). **Publisher:** University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.358500.1008405

Extended Summary

Introduction

In recent years, northern cities in Iran have repeatedly faced heavy rains, which resulted in floods and overflowing of rivers. Preventive measures are taken for natural disasters. The coastal city of Noor in Mazandaran Province (Iran) has been affected by factors such as physical development in agricultural land, and these physical developments are almost unregulated. The mentioned factors, along with the lack of appropriate green and open spaces in this city, show that it needs measures to reduce concerns about the severity of damage caused by this natural disaster. The main goal of this research is to evaluate the central area of Noor using resilience indicators of urban form against flood and surface runoff. Flood resilience is reflected in flood adaptation, flood evacuation, and changing urban landscape functions to accommodate floods. Urban form refers to the size, shape, and configuration of an urban area or its parts in different scales. Resilient urban form is then the degree to which it can absorb shocks, facilitate rapid recovery after disasters and increase the adaptive capacity of the urban system. This research conducted in mesoscale, and the elements of the urban form are explained and their relationship with resilience is expressed. The important elements in the mentioned scale are neighborhood shape and design, neighborhood density, land use mix, size and arrangement of parts and blocks, design and structure of streets and size, and shape and pattern of distribution of open spaces.

Materials and methods

As applied research, this paper investigates on physical and functional factors, and the dominant method of research is quantitative. This research elaborates the indicators to evaluate the resilience of urban form in mesoscale. Considering the urban blocks as the unit of measurement, the collected data, made it possible to compare different blocks constituting the study area. These indicators are related to the ratio of connected nodes, density of intersections, permeability of surfaces, and variety of public spaces were investigated at the neighborhood scale, and their results were applied at the block level. All indicators were measured using GIS and Excel. The research uses TOPSIS technique to examine positive and negative quantitative indicators. In total, seven neighborhoods and 170 blocks were analyzed in three urban contexts: old, middle, and new. The intersection density, the ratio of connected nodes, the number of public space types, and the percentage of permeable surfaces indicators were elaborated at the neighborhood level and the rest of the indicators were elaborated at the block level. Five levels of resilience were considered and applied at the neighborhood or block level.

Discussion of results

Based on the survey conducted at the block level, the results indicated that 27.7 hectares of the study area have very low resilience, 62.6 hectares have low resilience, 48.4 hectares have medium resilience, 53 hectares have high resilience, and 16.8 hectares have very high resilience. The largest area is related to the low resilience level with 62.6 hectares. 46% of the area of the old tissue has very low resilience or low resilience. This ratio is 43% for the middle tissue and 24% for the new tissue. Also, of the total areas with very low and low resilience, 37% belong to the old tissue, 60% to the middle tissue, and 3% to the new tissue. According to the statistics, the conditions of the new tissue in terms of resilience are more favorable than the old and middle tissues. Attrition, low permeability, and greater proximity to the river are the reasons for the lower level of resilience in these two tissues. In total, 90.3 hectares of the study area have low and very low resilience, which is about 43% of the total studied area.

Conclusions

The role of urban form is important to increase the resilience against floods and surface runoff. As evaluated in this research, different types of urban fabrics have different levels of resilience according to the elaborated indicators. In the studied area adjacent to the Caspian Sea and local rivers in Noor (Mazandaran, Iran), as the case study, the resilience in new development areas is higher than middle and old ones, rather linked to building materials and techniques in architecture, and the standards of planning and design specially in street networks which help a better water evacuation and drainage. The urban blocks characteristics also have determinant role dependent of its localization; where if it is situated alongside the rivers, less permeability is more convergent to the resilience against floods and runoffs because it plays the role of the barrier .

نشـــریه محیـــط شناســـی
دوره ۴۹، شمـــاره ۴، زمستان ۱۴۰۲
Journal Homepage: http://Jes.ut.ac.ir
شاپای چاپی: ۸۶۲۰– ۱۰۲۵ **شاپای الکترونیکی**: ۶۹۲۲– ۲۳۴۵
University of Tehran Press

ارزیابی شاخص‌های موثر بر تاب‌آوری فرم و فضای شهری با تاکید بر سیل و رواناب‌های سطحی (مورد پژوهی: شهر نور، استان مازندران)

زینب اکبری زرین[۱*]، محمود قلعه نویی[۲]✉، صفورا مختارزاده[۳]

۱. گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران، رایانامه: z_akbari1993@yahoo.com
۲. گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، ، اصفهان، ایران، رایانامه: m.ghalehnoee@aui.ac.ir
۳. گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو، اصفهان، ایران، رایانامه: mokhtarzadeh.safoora@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۸/۲۸

کلیدواژه‌ها:
تاب‌آوری شهری، رواناب سطحی، سیل، طراحی شهری تاب‌آور ، فرم شهری

چکیده

در سال‌های اخیر رویکردهای غالب در حوزه برنامه‌ریزی و طراحی شهری از تمرکز بر موضوع کاهش آسیب‌پذیری، به برنامه‌های افزایش تاب‌آوری در برابر سوانح تغییر جهت داده است. مفهوم تاب‌آوری شهری از زمان ظهور، اغلب با برنامه‌ریزی شهری سروکار داشته است و رویکردهای طراحی شهری تاب‌آور یک زمینه کمتر توسعه یافته است. پژوهش حاضر که از نوع کاربردی است و از روش‌های توصیفی– تحلیلی استفاده کرده است به تاب‌آوری شهری در حوزه طراحی شهری می‌پردازد. هدف پژوهش بررسی تاثیر فرم‌های شهری بر تاب‌آوری شهری در برابر سانحه سیل و آبگرفتگی است لذا شاخص هایی برای ارزیابی تاب‌آوری انواع فرم‌های شهری در برابر این سوانح تبیین شده است. محدوده‌ی مطالعه در مساحتی به وسعت ۳۲۰ هکتار در شهر نور قرار داد و شاخص‌ها در مقیاس محلات و بلوک‌های محدوده‌ی مطالعه مورد سنجش قرار گرفته‌اند تا میزان تاب‌آوری هریک از شاخص‌ها در برابر سیل و آبگرفتگی مشخص شود. برای تحلیل اطلاعات از تکنیک تاپسیس استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که ۲۷/۷ هکتار از محدوده‌ی مطالعه دارای تاب‌آوری بسیار پایین، ۶۲/۶ هکتار تاب‌آوری پایین، ۴۸/۴ هکتار تاب‌آوری متوسط، ۵۳ هکتار تاب‌آوری بالا و ۱۶/۸ هکتار تاب‌آوری بسیار بالا داشتند. بیشترین مساحت مربوط به سطح تاب‌آوری پایین با ۶۲٫۶ هکتار است. در مجموع ۹۰/۳هکتار از محدوده مطالعه تاب‌آوری پایین و بسیار پایین دارند که حدود ۴۳ درصد از مساحت کل مورد بررسی است.

استناد: اکبری زرین، زینب.؛ قلعه نویی، محمود.؛ مختارزاده، صفورا. (۱۴۰۲). ارزیابی شاخص‌های موثر بر تاب‌آوری فرم و فضای شهری با تاکید بر سیل و رواناب‌های سطحی (مورد پژوهی: شهر نور، استان مازندران). نشریه محیط‌شناسی، ۴۹(۴)، ۴۲۰– ۴۰۱.
DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.358500.1008405
DOR: 20.1001.1.10258620.1402.49.4.1.7

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.
DOI: http//doi.org/10.22059/JES.2023.358500.1008405

* این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در دانشگاه هنر اصفهان به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم می‌باشد.

۱. مقدمه

بارش‌های سیلابی و خشکسالی دو نمونه از نتایج نوسانات و تغییرات اقلیمی است و طی سال‌های اخیر، ایران شاهد بارش‌های شدید در شهرهای زیادی بوده که پیامد آن سیل و طغیان رودخانه‌ها بوده است. بارندگی‌های سیل آسا و سرریز شدن رودخانه‌ها آسیب‌های بسیاری به بافت‌های شهری زده، زیرساخت‌ها را با مشکل جدی مواجه نموده و باعث انتشار آلودگی‌ها می‌شوند. پهنه‌های بسیاری در شهرها از جمله بافت‌های همجوار رودخانه‌ها در معرض خطر چشمگیر سیل و آب گرفتگی هستند و توسعه‌های کالبدی بدون سنجش دقیق وضعیت موجود، آسیب‌های ناشی از سیل و سوانح طبیعی مشابه را تشدید می‌نماید. بخشی از خسارات به دلیل وجود عدم قطعیت‌ها، اجتناب ناپذیر است اما بخش قابل توجهی از اثرات سیلاب‌ها قابل کنترل، تعدیل و یا سازگاری است. در گزارش «دفتر کنترل سیلاب و آبخوان‌داری سازمان جنگل‌ها» از سیل‌های رخ داده در سال ۹۸ آمده است که تغییرات اقلیمی و عدم رعایت حریم رودخانه‌ها از دلایل عمده رخداد سیل در این سال بوده‌اند و همچنین در همین سال، در دیگر نقاط کشور نیز ۱۳۸ مورد سیل به وقوع پیوسته است که دو مورد آن‌ها از جمله ویرانگرترین سیل‌های ۴۰ سال گذشته بوده‌اند. در گزارشی دیگر به نقل از ستاد مدیریت بحران کشور در پی سیلاب مرداد ۱۴۰۱، ۵۶۶۰ واحد شهری و روستایی تخریب و بیش از ۱۰ هزار واحد نیازمند مرمت و بازسازی هستند. ۱۶ هزار خانوار درگیر آسیب شده و به جاده‌های فراوانی در سراسر کشور خسارت وارد شده است. سیلاب‌های مرداد ماه که ناشی از پدیده‌ی مانسون (نسیم‌های دریایی شدید که در فصل تابستان منجر به بارندگی بسیار و در پی آن جاری شدن سیلاب می‌شود) بوده‌اند ۲۴ استان کشور از جمله استان مازندران را درگیر کرده و تعداد زیادی جان‌باخته و مفقودی به جا گذاشته است. این موارد در حالی است که این سیل‌ها می‌توانند در کاهش بحران آبی و پر کردن ذخایر آب‌های زیرزمینی موثر واقع شوند و با ایجاد زیرساخت‌های لازم این آب‌ها ذخیره و در بحران آبی کشور مورد استفاده قرار گیرند. افزایش وقوع و شدت سیل‌ها رابطه مستقیمی با اقداماتی همچون توسعه بی‌رویه مناطق شهری، افزایش نفوذناپذیری اراضی و انتقال آب‌های سطحی شهر به مسیل‌ها و تغییر کاربری زمین مراتع به باغات و اراضی کشاورزی و یا جنگل‌ها به انواع کاربری‌های دیگر دارد.

به طور معمول تا پیش از رخداد حوادث، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری نادیده انگاشته می‌شوند (Namjooyan et all 2016). با وجود برخی اقدامات پیشگیرانه، در برابر بلایای طبیعی، جلوگیری از پیامدهای این بلایا به طور کامل میسر نیست؛ به این ترتیب افزایش توان و ظرفیت محیطی به افزایش مقاومت و تاب‌آوری زندگی در برابر بلایا کمک خواهد نمود. در رویکرد جدید با هدف کاهش پیامدهای ناشی از بلایای طبیعی، تاب‌آوری جوامع و سکونتگاه‌ها مورد توجه است. بنابر تعریف، جامعه تاب‌آور جامعه‌ای است که در برابر بلایا مقاومت بیشتری داشته و از رهگذر سازگاری با خطرها، پیامدهای آن را کاهش می‌دهد (Ramezanzadeh et al., 2014). به این ترتیب شهرها برای ادامه حیات و شکوفایی در مواجهه با تغییرات جهانی محیطزیست باید از ظرفیت‌های تاب‌آور خود استفاده کنند (Sharifi and Yamagata, 2018). در حالی که فرم کالبدی شهرها در ظاهر صلب و غیرقابل تغییر به نظر می‌رسد، ویژگی‌های آن می‌تواند بر پویایی و بازخوردهای آن از جمله جنبه‌های اجتماعی- اقتصادی و زیست‌محیطی شهر تأثیر می‌گذارد. می‌توان چنین استدلال کرد که مداخله در فرم فیزیکی شهرها باید به عنوان راهکاری در نظر گرفته شود که از طریق آن می‌توان پیشرفت‌هایی را از نظر تقویت تاب‌آوری شهری انجام داد (Sharifi and Yamagata, 2018). در پژوهش حاضر به این پرسش پاسخ داده می‌شود که برای رسیدن به تاب‌آوری شهری چه تغییراتی در فرم کالبدی نیاز است و این که از سه نوع بافت مرکزی، میانی و جدید شهر نور کدام یک بر اساس شاخص‌های تبیین شده دارای تاب‌آوری بالاتری می‌باشند.

۱-۱. تاب‌آوری شهری در برابر وقوع سیل

دفتر کاهش بلایای سازمان ملل[1] (2004) تاب‌آوری را توانایی سیستم، افراد و جامعه در معرض خطر برای مقاومت، جذب، بهبود شرایط، سازگاری و خودسازماندهی به موقع و کارآمد در برابر بلایا از طریق حفاظت و ترمیم ساختارها و عملکردهای اساسی سیستم عنوان کرد. گادچاک (۲۰۰۳) در تعـریف تاب‌آوری آن را شبکه‌ای پایدار از سامانه‌های کالبدی و انسانی مـی‌داند که می‌توانند حوادث غیرمتـرقبه را به

1. UNDRR

هنگام بحران، مدیریت کرده و و از آن به سلامت گذر نمایند.

در ارتباط با مفهوم تاب‌آوری شهری آلبرتی و همکاران (۲۰۰۳) بیان نموده‌اند که «تاب‌آوری شهری درجه‌ای از تحمل دگرگونی توسط شهرها قبل از سازماندهی مجدد در مجموعه جدیدی از ساختارها و فرآیندهاست». از دیدگاه کاتر و همکاران (۲۰۰۸) «تاب‌آوری شهری توانایی سیستم‌های شهری برای پاسخگویی به تنش ناشی از سوانح و بازسازی سریع پس از آن تعریف می‌شود. این توانایی، ظرفیت و شرایط ذاتی سیستم را شامل می‌شود و جذب اثرات بحران و کنار آمدن با بلایا را تسهیل می‌کند» (Meerow et al., 2016).

در سال‌های اخیر از مفهوم تاب‌آوری شهری به عنوان رویکرد جدیدی در زمینه‌ی مدیریت ریسک سیل استفاده می‌شود که استراتژی‌هایی را که خطر آب و سیل را در برنامه‌ریزی شهر و آمادگی در برابر بلایا در نظر می‌گیرند معرفی می‌کند. مفهوم تاب‌آوری شهری دیدگاهی متفاوت از گذشته را در مدیریت خطر سیل و رواناب‌های سطحی به وجود آورده است که در آن تفکر خلاق در راهبردهای مواجهه با بحران با تمرکز بر رویکردهایی پویا، سیستمی و یکپارچه مورد توجه است. راهکارهای جدید در برنامه‌ریزی و طراحی شهری پویایی و امکانات نوین برای توسعه و تحول شهری و تغییرات در بافت را ترویج می‌کنند و به این ترتیب فرصت‌هایی را برای ایجاد تاب‌آوری در برابر سیل فراهم می‌نمایند (Serre et al., 2018). افزایش اقبال و توجه به مفهوم و سیاست‌های تاب‌آوری شهری ناشی از افزایش دغدغه‌ها در رابطه با تحولات شهری، افزایش رویداد بلایای طبیعی و عدم اطمینان در مورد آینده از جمله به دلایلی چون تغییر اقلیمی، رکود اقتصادی و غیره است. (Tabibian & Rezapour, 2016).

۲-۱. طراحی شهری تاب‌آور در برابر سیلاب

مفهوم تاب‌آوری شهری اغلب با مقیاس کلان سروکار داشته است و مقیاس کلان زمینه‌های برنامه‌ریزی شهری و رویکردهای مرتبط با آن را در بر می‌گیرد. در نتیجه رویکردهای سطح خرد به مفهوم تاب‌آوری که همان طراحی شهری تاب‌آور است کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در رابطه با طراحی شهری، مفهوم تاب‌آوری بر موضوع اصلی آن یعنی فضاهای شهری و همگانی همچون خیابان‌ها، میدان‌ها، پارک‌ها، متمرکز است. فضاهای همگانی برخوردار از کیفیت بالاتر می‌توانند در تاب‌آوری بیشتر مناطق شهری تاثیر مثبتی داشته و نقش مهمی ایفا کنند. در مورد شهرهایی که برای مواجهه با سیلاب نیاز به زیرساخت‌های مناسب زیست‌محیطی دارند، تاب‌آوری در برابر رواناب‌های سطحی در همسازی با آن، تخلیه سریع رواناب و انعطاف‌پذیری عناصر منظر شهری در برابر آن عنوان می‌شود. (Kekovic & Antonic, 2018)

۳-۱. فرم شهری تاب‌آور

اصطلاح «فرم شهری» برای تشریح ویژگی‌های کالبدی یک شهر به کار می‌رود. بر اساس یک تعریف کلی، فرم شهری به اندازه، شکل و پیکربندی یک پهنه شهری یا بخش‌هایی از آن اشاره دارد. همچنین مقیاس در چگونگی درک کلی ساختار و تجزیه و تحلیل آن نقش تعیین‌کننده دارد. بنابراین عناصر تشکیل‌دهنده فرم شهری، از مقیاس محلی و مواردی همچون مصالح ساختمانی و جزئیات نما تا مقیاس بزرگ‌تر از جمله گونه ساختمان، نوع خیابان، و چیدمان فضایی آن را در بر می‌گیرد (Živković, 2019). به طورکلی فرم شهری عناصر غیرکالبدی همچون تراکم را نیز در بر می‌گیرد. مقیاس، بیانگر یک جنبه اساسی از فرم شهری بوده و می‌تواند در برگیرنده عناصری از ساختمان، خیابان و بلوک شهری تا محله و شهر باشد. از یک دیدگاه عناصر فرم شهری قابل دسته‌بندی در پنج دسته شامل: زیرساخت‌های مربوط به آمد و شد، کاربری زمین، چیدمان فضا، گونه‌های ساختمان و تراکم قابل دسته‌بندی است (Dempsey et al., 2010).

شریفی و یاماگاتا (۲۰۱۹) طبقه‌بندی جامع‌تری از عناصر فرم شهری ارائه نموده‌اند که پویایی مقیاس را در نظر می‌گیرد، بر اساس این طبقه‌بندی عناصر فرم شهری را می‌توان به سه دسته مقیاس شامل کلان، میانی و خرد تقسیم کرد. از دید آنها عناصر اصلی هر مقیاس این گونه است:

الف- مقیاس کلان که شامل ساختار کلی شهر و عناصر اصلی آن همچون سلسله مراتب مقیاس، اندازه، چگونگی توسعه (فشرده و پراکنده)، الگوی پراکنش افراد و مشاغل و درجه خوشه‌بندی و ارتباط با منظر طبیعی می‌شود؛

ب- مقیاس میانی که کانون توجه آن بر ساختار و چگونگی چینش محلات، بلوک‌ها، قطعات ساختمانی، فضاهای باز و خیابان‌ها است. عناصر و جنبه‌های مهم در این مقیاس شامل مواردی همچون شکل و طرح کالبدی محله، تراکم، اختلاط کاربری زمین، اندازه و چیدمان قطعات و بلوک‌ها، طراحی و ساختار خیابان‌ها و اندازه، شکل و الگوی پراکنش فضاهای باز می‌شود؛

ج- مقیاس خرد که در برگیرنده ویژگی‌های طراحی و ساختار توده و فضا، موقعیت آن‌ها نسبت به قطعات مجاور و دسترسی‌ها است. عناصر مهم در مقیاس خرد شامل مواردی از جمله مصالح، سقف، دیوارها، اتاق‌ها، نما، مسیرهای اضطراری، پارکینگ و گونه ساختمان و مسکن است.

شریفی (۲۰۱۹) مطابق با تعاریف «فرم شهری» و «تاب‌آوری»، از «فرم شهری تاب‌آور» این تعریف را ارئه می‌کند: «فرم شهری تاب‌آور عبارت است از درجه‌ای که می‌تواند شوک‌ها را جذب کرده، بازگشت [به شرایط اولیه] پس از رخداد حوادث را آسان ساخته و گنجایش تطبیقی سیستم یا سامانه شهری را افزایش می‌دهد. فرم شهری تاب‌آور، سیستم شهری را به مثابه سامانه‌ای که در یک شبکه به هم پیوسته از سیستم‌های فضایی و اجتماعی- زیست‌محیطی قرار گرفته و در فضا و زمان پویا است، قدرت می‌بخشد تا به شکلی سودبخش و کارآمد، یکپارچگی، زیست‌پذیری و کارایی آن با دگرگونی پیوسته وضعیت اجتماعی- اقتصادی و محیطی ماندگار گردد.»

۴-۱. کیفیت‌های مرتبط با تاب‌آوری فرم شهر

در پژوهش‌های انجام شده، کیفیت‌های مختلفی برای تاب‌آوری فرم شهری مطرح شده است. فلیچیوتی و دیگران (۲۰۱۶) پنج کیفیت تنوع، ارتباط و اتصال، افزونگی، مدولار بودن و کارایی را به عنوان کیفیت‌های تاب‌آوری فرم شهری می‌دانند. شریفی و یاماگاتا (۲۰۱۹) ویژگی‌هایی همچون استواری، مانایی، افزونگی، کارآمدی، مدولار بودن، پیچیدگی، انعطاف‌پذیری، کارکرد چندگانه، خود سازماندهی و کارایی را معرفی کرده‌اند. همچنین شش بعد تاب‌آوری شهری سازگاری، استحکام، بازسازی، افزونگی، کارامدی و قابلیت یادگیری مطرح شده است. سه مورد اول ویژگی‌های کلی تاب‌آوری شهری را توصیف شده و سه مورد آخر مراحل توسعه با جزئیات به تصویر کشیده شده است (Ba et al, 2022). پژوهش حاضر با مرور پژوهش‌های موجود، کیفیت‌های پرتکرار برای تاب‌آوری فرم شهری را برگزیده است. این کیفیت‌ها عبارتند از: افزونگی، تنوع، کارایی و بهره‌وری، مدولار بودن، ارتباط یا پیوند، گنجایش سازگاری یا انطباق‌پذیری، استوار بودن (استحکام) و انعطاف‌پذیری.

۵-۱. عناصر فرم شهری و ارتباط آن‌ها با تاب‌آوری

عناصر فرم شهری در مقیاس کلان، میانی و خرد ذکر شد. به دلیل آن که پژوهش حاضر در مقیاس میانی متمرکز بود، عناصر فرم شهری مرتبط با مقیاس میانی در جدول زیر به تفصیل آمده است و ارتباطشان با تاب‌آوری شده است.

۲. پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، در سطح جهان مطالعات و پژوهش‌های تاب‌آوری شهری در حوزه‌ی طراحی شهری به ویژه تاب‌آوری فرم‌های شهری در برابر سیل و رواناب‌های سطحی گسترش یافته است. این در حالی است که در ایران پژوهشی در ارتباط با تاب‌آوری در برابر سیل و رواناب‌های شهری در حوزه طراحی شهری صورت نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر با توجه به اهمیت این موضوع و گسترش پژوهش‌های مرتبط با آن در ایران تلاش داشته اشت که به پیشرفت و فراگیرتر شدن این موضوع و به دنبال آن به مرحله عمل رسیدن و ساخت شهرهایی تاب‌آورتر کمک کند.

علیزاده، ایرجی‌فر و سایپ (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «تأثیر فرم شهری بر تاب‌آوری در برابر بلایا: مطالعه موردی بریزبن و ایپسویچ در استرالیا» با تبیین شاخص‌های فرم شهری همچون اختلاط کاربری، تراکم جمعیتی و گونه‌های ساختمانی در پیشرفت بازسازی پس از سیل سال ۲۰۱۰ در بریزبن و ایپسویچ و شاخص‌های غیر فرمی مانند درآمد، مالکیت و خانه‌های تک خانواری را به عنوان متغیرهای کنترل

کننده، تاثیر مولفه‌های فرمی بر تاب‌آوری شهری را بررسی و میزان تاثیر هر یک را مورد توجه قرار داده‌اند. لیائو و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «اصول طراحی شهری برای تاب‌آوری در برابر سیل: یادگیری از منطق اکولوژیکی زندگی با سیل در دلتا ویتنامی مکونگ» با کاوش در سبک زندگی شهروندان در دلتای مکونگ ویتنام که نمونه‌ای از سازگاری با سیل است بر دگرگونی پارادایم از مهار سیل به سازگاری با سیل تاکید نموده‌اند. در همین راستا، آنها برای انطباق دانش زیست‌محیطی زندگی با پدیده سیل برای شهرهای امروزی، آن را بر پایه سه رکن طراحی شهری تبیین نموده‌اند: الف) طراحی شهری باید سیل را پیش‌بینی کرده توجه داشته باشد که این امر با ساختمان‌های دارای پیلوتی، زمین‌های گود مرطوب منطبق با محیطزیست، باغچه‌های نفوذپذیر آب باران و تالاب‌های مصنوع قابل دسترس است؛ ب) طراحی شهری باید به فرایند زیست‌محیطی سیل توجه داشته باشد: بازگشت سیل به عنوان یک فرایند اکولوژیکی در آغاز می‌تواند در پارک‌های کناره رودخانه رخ بدهد که پیشتر، بخشی از دشت برای رویداد سیل طبیعی بوده است؛ ج) طراحی شهری باید سیل را به عنوان پدیده‌ای پویا از راه طراحی سازگار با محیطزیست برای مردم معرفی کند. شریفی و یاماگاتا (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «فرم‌های شهری تاب‌آور: یک چارچوب مفهومی» عناصر فرم شهری را در سه مقیاس کلان، میانی و خرد و ارتباط هر یک را با تاب‌آوری را در کنار شاخص‌های تاب‌آوری فرم شهری در یک چارچوب مفهومی ارائه کرده‌اند.

جدول ۱. عناصر فرم شهری و ارتباط آن‌ها با تاب‌آوری

کیفیت	عناصر فرم شهری	ارتباط با تاب‌آوری	معیارهای فرم شهری	ماخذ
افزونگی	فضاهای سبز، باز و آبی	استفاده از قطعات کوچک زمین با سطوح متوسط تراکم و اختصاص زمین‌های بیشتر به فضاهای سبز و باز	فضاهای سبز شهری	Sharifi & Yamagata, (2018)
	تراکم		تراکم تقاطع‌ها	Nikpour et al. (2017)
کارایی	تراکم	پراکندگی موجب سطوح نفوذناپذیر بیشتر و آسیب‌پذیری بیشتر محدود کردن توسعه و تراکم در مناطق پرخطر عدم استقرار کاربری‌های و تاسیسات عمومی در مناطق پرخطر	تراکم جمعیتی	Irajifar.(2015) Sharifi & Yamagata, (2018)
استحکام	قطعات و بلوک‌ها	تاب‌آوری بالاتر ساختمان‌های بتنی و فلزی	کیفیت ساختمانی	Gharai et al., (2018) Abdi et al., (2019)
		تاب‌آوری بالاتر ساختمان‌های با مصالح آجر و فلز	مصالح ساختمانی	
ارتباط و اتصال	خیابان و شبکه دسترسی	برنامه‌ریزی تخلیه و پاسخ موثر اورژانس استفاده از شبکه شطرنجی موجب نفوذپذیری بهتر	نفوذپذیری کالبدی	Nikpour et al., (2017) Soofi, (2016)
			گره متصل	
تنوع	کاربری	استفاده از فضاهای چندعملکردی و چندمنظوره	تنوع کاربری	Sharifi, (2019)
	فضاهای سبز، باز و آبی		تنوع فضاهای عمومی	Gharai et al., (2018)
انطباق‌پذیری	فضاهای سبز، باز و آبی	محدود کردن توسعه در مناطق پرخطر از طریق حفاظت اراضی به صورت فضاهای سبز	فاصله از رودخانه	Jayakody, et al., (2016)
			شیب زمین	Abdi et al., (2019)
انعطاف‌پذیری	کاربری	حفاظت زمین در مناطق با خطر سیل به صورت فضاهای سبز و تبدیل به فضاهای عمومی و در نظر گرفتن عملکرد مناسب هم در زمان اضطرار و هم در شرایط عادی	نفوذپذیری سطوح	Jayakody, Amarathunga & Haigh, (2016)
	قطعات و بلوک‌ها	قطعات و بلوک‌های ریزدانه با ظرفیت انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری بالاتر و استفاده از هندسه ساده تر و عموما مستطیل شکل	گونه ساختمانی	Feliciotti, Romice & Porta, (2016)
		ترکیب قطعات در بلوک‌ها (قطعات کوچک و متوسط زیاد و قطعات درشت کم)؛ استفاده از تعداد کمی از بلوک‌ها و قطعات کوچک برای عملکردهای خاص و ایجاد تنوع	دانه‌بندی قطعات	Feliciotti, Romice & Porta, (2016)

۳. روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی است که از روش‌های توصیفی- تحلیلی استفاده کرده است. برای جمع‌آوری داده‌ها روش‌های کتاب خانه‌ای و میدانی مورد استفاده بوده است. در نهایت شاخص‌هایی برای ارزیابی و ارائه چارچوب محله تاب‌آور شهری گردآوری و تبیین

شدند. هدف این پژوهش اندازه‌پذیر ساختن تاب‌آوری در برابر سیل و رواناب‌های سطحی است که مقیاس خود را سطح میانی قرار داده است. با توجه به این که در بحث تاب‌آوری در برابر سیل و رواناب‌های سطحی در طراحی شهری بیشتر عوامل و ابعاد کالبدی و عملکردی دخیل هستند، روش غالب این پژوهش کمی است. برای کمی‌سازی مفهوم تاب‌آوری و اندازه‌گیری و بررسی کیفیت‌ها از شاخص‌ها استفاده شده است. کیفیات مربوط به تاب‌آوری شهری در کنار عناصر سازنده فرم شهری به تبیین و تدوین معیارها و شاخص‌های این پژوهش کمک کرده است که در قالب جدول ۲ ارائه شده است.

۱-۳. روش تبیین شاخص‌ها

شاخص‌های این پژوهش و روش اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۲ آمده است. بلوک‌های شهری، مبنای تحلیل شاخص‌های این پژوهش قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب شاخص‌ها در سطح بلوک‌های شهری اندازه‌گیری شدند. در مورد شماری از شاخص‌ها همچون «نسبت گره‌های متصل»، «تراکم تقاطع‌ها»، «نفوذپذیری سطوح» و «تنوع فضاهای عمومی» که نیاز به بررسی در مقیاسی بزرگتر داشتند، نخست در سطح محله بررسی شده و نتایج آن‌ها در سطح بلوک‌های شهری پیاده شد. محاسبه و اندازه‌گیری شاخص‌ها در نرم افزارهای Arc GIS و اکسل انجام شده است.

جدول ۲. چگونگی تبیین شاخص ها

کیفیت	معیارهای تاب‌آوری فرم شهری	شاخص‌های تاب‌آوری فرم شهری	تاثیر بر تاب‌آوری	روش اندازه گیری	ابزار یا تکنیک	ماخذ
کارایی	تراکم جمعیتی	متوسط تراکم جمعیتی در هر بلوک	معکوس	$PD = \frac{\text{جمعیت هر بلوک}}{\text{مساحت بلوک}}$	بلوک آماری GIS	Abdi et al., (2019)
اتصال و ارتباط	نفوذپذیری کالبدی	مساحت بلوک	معکوس	اندازه‌گیری مساحت بلوک‌ها بر حسب مترمربع	GIS	Sharifi and Yamagata, (2018)
	تراکم تقاطع ها	تعداد گره‌های واقعی سه راه و چهار راه در هر محله	مستقیم	$D = \frac{\text{تعداد گره‌های واقعی سه راه چهار راه}}{\text{مساحت محله}}$		Nikpour et al., (2017)
افزونگی	گره‌های متصل	نسبت گره‌های واقعی سه راه و چهار راه به کل گره‌ها در هر محله	مستقیم	$P = \frac{\text{گره‌های واقعی سه و چهارراه در هر محله}}{\text{تعداد تقاطع‌ها + تعداد بن بست‌ها}}$		Nikpour et al., (2017)
	فضاهای سبزشهری	شعاع عملکرد فضاهای سبز	مستقیم	$P = \frac{\text{قطعات زمین در شعاع عملکردی فضای سبز}}{\text{تعداد کل قطعات زمین بلوک}}$		Sharifi and Yamagata, (2018)
استواری یا استحکام	کیفیت ساختمان ها	درصد ساختمان‌های دارای کیفیت مرمتی و تخریبی در هر بلوک	معکوس	$P = \frac{\text{ساختمان‌های دارای کیفیت ناپایدار در بلوک}}{\text{تعداد کل ساختمان‌های بلوک}}$		Gharai et al., (2018) Abdi et al., (2019) Dadashpoor & Adeli, (2016)
	مصالح ساختمانی	درصد ساختمان‌های دارای اسکلت فلزی و بتنی در هر بلوک	مستقیم	$P = \frac{\text{ساختمان با اسکلت فلزی و بتنی در بلوک}}{\text{تعداد کل ساختمان‌های بلوک}}$		
	عرض خیابان	ضریب نفوذپذیری بلوک	مستقیم	$BPR = \frac{\text{جمع نصف سطح خیابان‌های اطراف بلوک}}{\text{مساحت بلوک}}$		
انطباق‌پذیری	نفوذپذیری سطوح	درصد سطوح نفوذپذیر در هر محله	مستقیم	$P = \frac{\text{مساحت سطوح نفوذپذیر}}{\text{مساحت محله}}$		Rojers et al., (2019)
	فاصله از رودخانه	فاصله عناصر شهری از رودخانه و حریم آن	مستقیم	فاصله نسبی هر بلوک از رودخانه		Abdi et al., (2019)

	نفوذپذیری کالبدی	طول بلوک‌های لبه رود	مستقیم	اندازه‌گیری طول بلوک‌ها به متر		
	شیب زمین	درصد شیب زمین	معکوس	–		
انعطاف‌پذیری	دانه بندی قطعات	میزان درشت دانگی قطعات در بلوک‌ها	معکوس	$P = \frac{\text{تعداد قطعات زمین بالاتر از ۶۰۰ مترمربع}}{\text{تعداد کل قطعات زمین در بلوک}}$		Sharifi & Yamagata, (2018)
	گونه ساختمانی	درصد گونه‌های یک طبقه بدون پیلوت در هر بلوک	معکوس	$P = \frac{\text{گونه‌های ساختمانی یک طبقه بدون پیلوت}}{\text{تعداد کل ساختمان‌های بلوک}}$		Abdi et al., (2019)
تنوع	تنوع کاربری	اختلاط کاربری هر بلوک	مستقیم	دسته‌بندی براساس مناطق تک، دو و سه عملکردی	MXI, GIS	Gharai et al., (2018)
	تنوع فضاهای باز عمومی	تعداد فضاهای عمومی واقع در هر محله	مستقیم	تعداد انواع فضاهای عمومی سبز، خیابان، ساحل دریا و رودخانه واقع در هر محله	GIS	

۲-۳. روش تحلیل اطلاعات

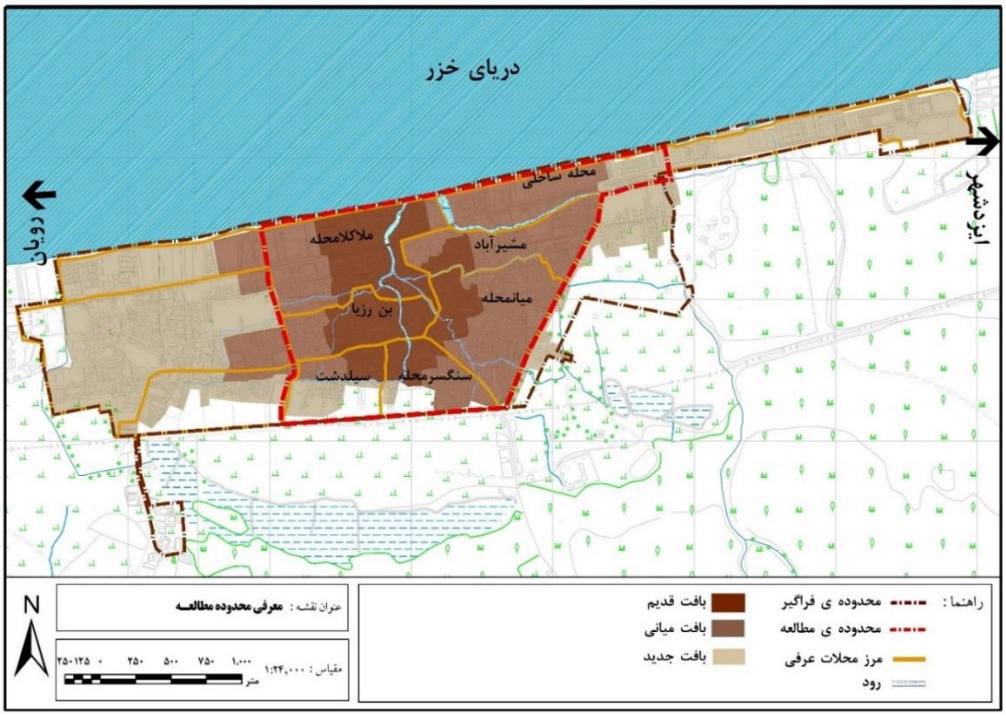
پژوهش حاضر به علت در برداشتن شاخص‌های کمی مثبت و منفی، بررسی آن‌ها در سطح محلات و بلوک‌های محدوده و اولویت‌دهی مناطق بر اساس میزان تاب‌آوری آن‌ها از تکنیک تاپسیس بهره می‌گیرد. این روش بر این رابطه استوار شده است که در گام نخست ایده‌آل‌های مثبت (کارآمدترین وضعیت) و ایده‌آل‌های منفی (ناکارآمدترین وضعیت) را برای هر یک از شاخص‌ها بررسی نموده و سپس فاصله هر یک از گزینه‌ها از این دو قطب (مثبت و منفی) مورد سنجش قرار می‌گیرد. گزینه برتر، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و بیشترین فاصله از ایده‌آل‌های منفی را داشته باشد.

۳-۳. معرفی محدوده مطالعه

شهر نور (نمونه مورد مطالعه) دارای آب و هوای معتدل خزری است، این شهر از سطح دریاهای آزاد نزدیک به ۲۱ متر پایین‌تر قرار گرفته است و شیب ملایم و نسبتا پیوسته آن به سوی دریا و نزدیک به صفر تا ۲ درصد است (Tarhe Mohite Paidar, 2013). این شهر با توجه به موقعیت جغرافیایی آن و قرارگیری در اقلیم ساحلی دریای خزر و نیز شرایط ویژه‌ی جلگه‌ای، از بارش سالیانه‌ی زیادی برخوردار بوده و در همه ماه‌های سال بارش در آن دیده می‌شود که ناشی از همجواری با دریای خزر و همچنین رشته کوه البرز است. بارش چشمگیر روزانه به طورکلی بیانگر الگوی بارندگی زیاد در این شهر است که خود زمینه رخ دادن سیل و آب گرفتگی مسیرها و دسترسی‌های شهری را موجب می‌گردد (Tarhe Mohite Paidar, 2013).

شیب عمومی زمین و به تبع آن حرکت آب‌های سطحی از سمت جنوب به سمت شمال (دریای خزر) است. رواناب حاصل از بارندگی در شهر از راه کانیووهای خیابان‌ها، کانال‌ها و جوی‌ها، پس از این که به رودخانه‌های نزدیک در شهر سرازیر می‌شوند به سوی دریای خزر هدایت می‌گردند، شیب کم زمین در شهر و میزان زیاد آب‌های سطحی که بیشتر از گنجایش کانال‌های جابه‌جایی آب هستند سرریز آب از کانال‌ها و سرایز شدن آنها به سطح گذرهای سواره و پیاده شهر را موجب می‌شود. بافت شهر نور بر حسب دوره شکل‌گیری به سه دسته قدیم، میانی و جدید تقسیم شده است.

محدوده مطالعه شامل هر سه نوع این بافت‌ها می‌شود به طوری که بافت قدیم را به طور کامل و بخشی از بافت میانی و جدید را در بر می‌گیرد. محدوده مطالعه به شکلی انتخاب شد که بافت‌های شهری همجوار و هم پیوند با رودخانه‌های شهر را در بر بگیرد. به همین دلیل از محلات عرفی استفاده شد. بر اساس نظام محلات عرفی، شهر متشکل از ۱۰ محله است و محدوده‌ی مطالعه شامل محله‌های هفت گانه ساحلی، مشیرآباد، میان محله، بن رزیا، ملاکلا، سنگسر و سیل دشت است. این پژوهش تاب‌آوری شهری در برابر سیل و رواناب‌های شهری را در بافت‌های سه گانه‌ی شهر و با مبنا قرار دادن محله‌ها و بلوک‌های شهری به مساحت نزدیک به ۳۲۰ هکتار بررسی کرده است.

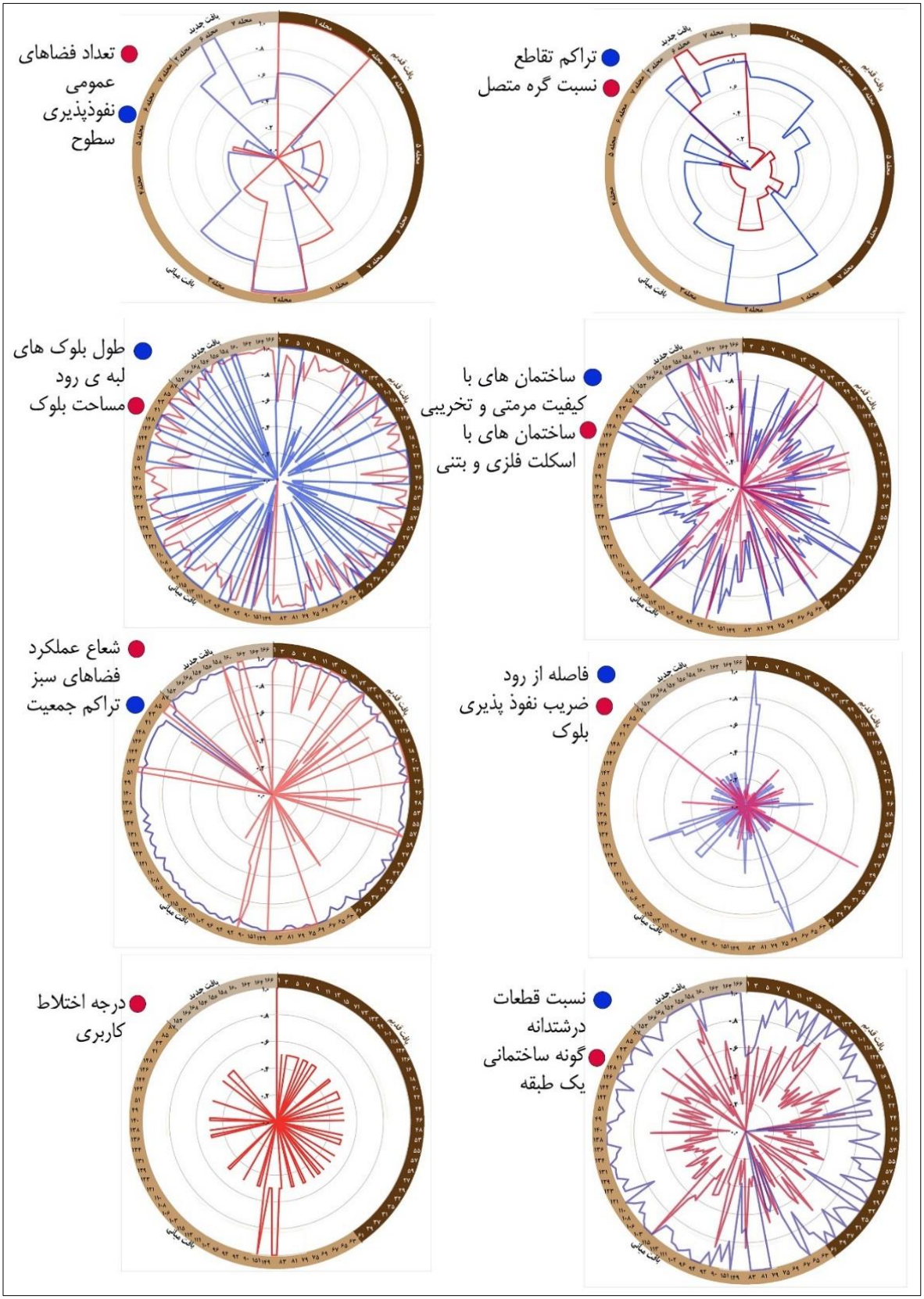


نقشه ۱. محدوده‌ی مطالعه

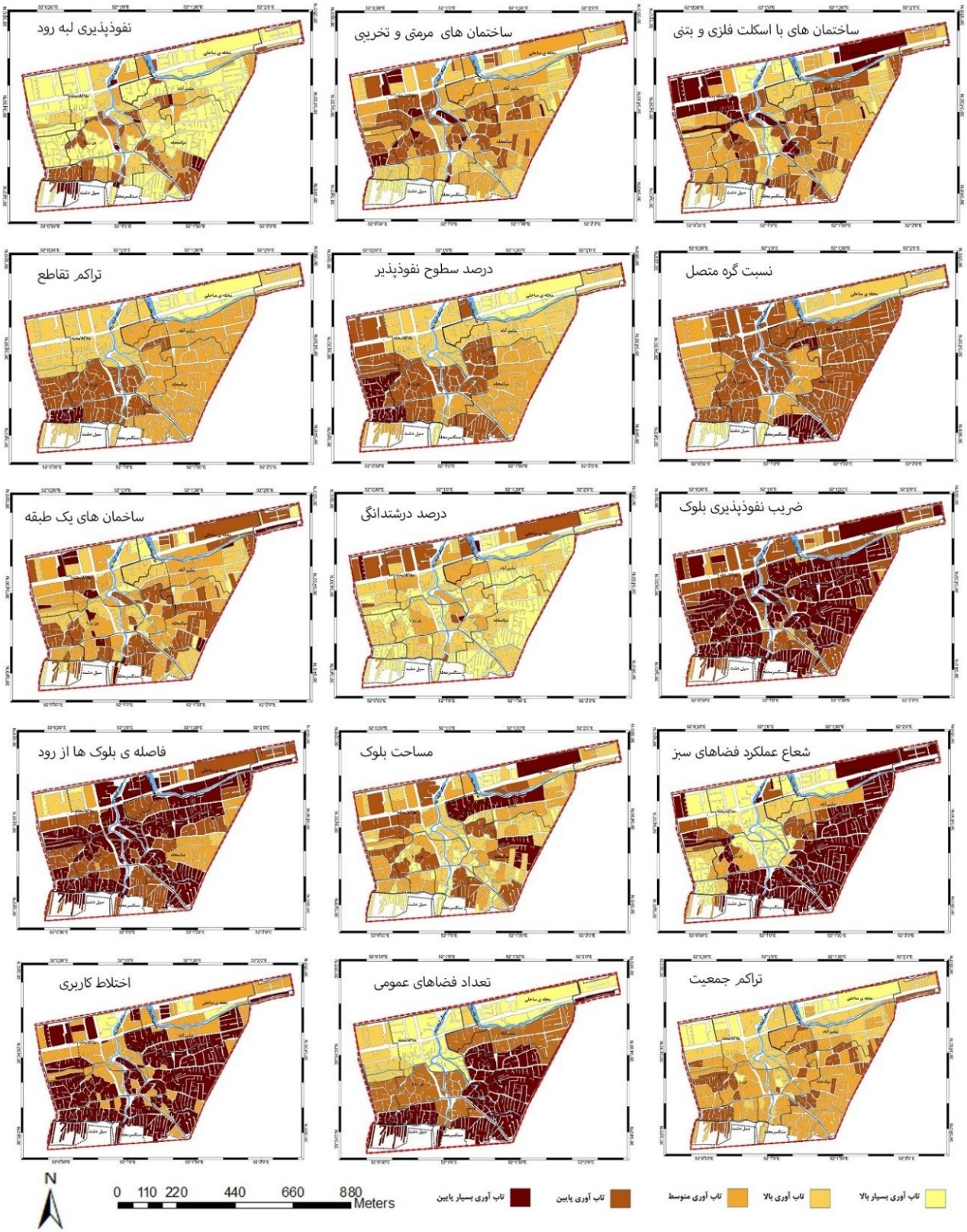
۴. یافته‌های پژوهش

شاخص‌های پژوهش در محدوده مداخله در ۷ محله و ۱۷۰ بلوک مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. شاخص‌های مورد استفاده عبارتند از: تراکم تقاطع‌ها، نسبت گره‌های متصل، شمار گونه‌های فضای همگانی و میزان سطوح نفوذپذیر برای رواناب در محلات و سایر شاخص‌ها نیز در مقیاس بلوک‌های شهری مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. به منظور گردآوری داده‌های مربوط به هر شاخص، از «نرم‌افزار GIS» و همچنین «نرم‌افزار اکسل» استفاده شد. پس از این گردآوری، با به کارگیری «تکنیک تاپسیس» داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اندازه هر شاخص در بازه‌ای بین ۰ تا ۱ ارزش‌گذاری شد. نمودارهای مربوطه بررسی شاخص‌ها در سطح محله را نشان می‌دهند که به تفکیک محله‌ها و بافت‌های قدیمی، میانی و جدید انجام شده و نمودارهایی که بررسی شاخص‌ها در مقیاس بلوک‌های شهری را نشان می‌دهند، به تفکیک برای بافت‌های سه گانه مورد اشاره در بازه‌ی ۰ تا ۱ ارائه گردیده است.

در بررسی شاخص‌ها در نقشه‌ها، پنج سطح از تاب‌آوری در نظر گرفته شده که بسته به مقیاس هر شاخص، در سطح محله یا بلوک شهری اعمال شده است. به این ترتیب دسته‌بندی میزان تاب‌آوری از پایین‌ترین سطح به این شکل می‌باشد: ۱: تاب‌آوری بسیار پایین؛ ۲: تاب‌آوری پایین؛ ۳: تاب‌آوری متوسط؛ ۴: تاب‌آوری بالا و ۵: تاب‌آوری بسیار بالا.



شکل ۱. شاخص‌های تاب‌آوری در برابر سیلاب



شکل ۲. شاخص‌های تاب‌آوری در برابر سیلاب

۴-۱. شاخص گستره (مساحت) بلوک

به طورکلی پهنه‌ای که بافت قدیم در آن قرار گرفته ۳۲ درصد و بافت میانی (شامل بلوک‌هایی با ابعاد ۳ تا ۱۰ هکتار)، ۴۷ درصد از مساحت را پوشش داده‌اند که بر اساس شاخص‌های مورد استفاده از تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین برخوردار می‌باشند. این پهنه‌ها به این دلیل که در آنها الگوی توسعه بافت اندام واره یا ارگانیک دیده می‌شود و همچنین زمین‌های بایر با مساحت بالا را در خود جای داده‌اند نماینده بیشترین میزان بلوک‌های شهری بزرگ می‌باشند که در تاب‌آوری پایین در برابر سیل و رواناب را نشان می‌دهد. در بافت جدید اما به دلیل وجود الگوی توسعه شطرنجی و بلوک‌های نسبتا کوچک‌تر مستطیل شکل، تاب‌آوری بالا یا بسیار بالا ارزیابی شده است. در شاخص اندازه سطح بلوک، بخش عمده پهنه تشکیل‌دهنده محله‌ی مشیرآباد تاب‌آوری پایین بوده و در برابر آن، محله‌ی سیل دشت از بیشترین میزان تاب‌آوری برخوردار بوده است به گونه‌ای که پهنه‌ای با تاب‌آوری پایین در آن دیده نمی‌شود.

۴-۲. شاخص طول بلوک‌های لبه‌ی رودخانه

در دو محله ساحلی و مشیرآباد که در پیوند با رودخانه‌ی حاجی‌ماه‌رود قرار دارند، ضلع بزرگ‌تر بلوک‌ها در راستای رود شکل گرفته‌اند و نفوذپذیری بافت کناره‌ی رود پایین و تاب‌آوری آن بالاست. همچنین در محله ملاکلا در بخش‌های شمالی، کشیدگی بلوک‌ها در راستای امتداد رود است اما در بخش‌های جنوبی آن، از اندازه بلوک‌ها کاسته شده و کشیدگی آن‌ها کم می‌شود و به این ترتیب تاب‌آوری آن کاهش می‌یابد. در دیگر محله‌ها، در دیگر محله‌ها، با کاسته شدن از پهنای بستر رود، پیوند و هماهنگی بلوک‌ها با رودخانه دیگر به چشم نمی‌خورد. نفوذپذیری بلوک‌ها در این محله‌ها بالا و تاب‌آوری پایین است. این امر در محله‌ی سیل دشت که با بافت جدید شکل گرفته است چشمگیرتر می‌باشد، به گونه‌ای که پهنای بلوک‌ها در راستای کشیدگی رودخانه شکل گرفته‌اند. در مورد شاخص نفوذپذیری لبه‌ی رودخانه، وضعیت بلوک‌های شهری کناره حاجی ماه رود بهتر و تاب و در این پهنه، تاب‌آوری بالاتر از سنگ کیله رود است. در بافت قدیم و تا اندازه‌ای بافت میانی به دلیل جانمایی هماهنگ‌تر این بلوک‌ها نسبت به رود، تاب‌آوری بالاتر است. در بافت جدید اما، بلوک‌های شهری از نظر شکل و کشیدگی، هماهنگی کمتری با رودخانه داشته و نفوذپذیری بالا و تاب‌آوری پایین‌تری برخوردار است. توضیح این نکته ضروری است که همان‌گونه که در توضیحات شاخص گستره بلوک شهری آمد، به طورکلی بلوک‌های نفوذپذیرتر دارای تاب‌آوری بالاتری هستند اما در مورد بلوک‌های دو سوی رودکنار، چون نفوذپذیری بالا موجب سرریز بیشتر و سریع‌تر سیل در زمان طغیان رود به درون بافت می‌شود، نفوذناپذیر بودن بلوک‌های بلافصل روخانه تاثیر بهتری در تاب‌آوری دارد. به این ترتیب با وجودی که قاعده کلی (نفوذپذیری بیشتر برابر با تاب‌آوری بالاتر) به قوت خود باقی است، در مورد بلوک‌های همجوار رود با این که ابعاد و سطح بزرگ آنها هم توصیه نمی‌شود، نفوذناپذیر بودن و کشیدگی طولی با نفوذپذیری کمتر وضعیت بهتر از دید تاب‌آوری را به وجود می‌آورد.

۴-۳. شاخص ساختمان‌های مرمتی و تخریبی

در ارتباط با شاخص ساختمان‌های دارای کیفیت مرمتی و تخریبی، ۴۸ درصد از پهنه تشکیل‌دهنده بافت قدیم و نیز ۲۰ درصد از گستره تشکیل‌دهنده بافت میانی با میزان تاب‌آوری پایین و یا بسیار پایین ارزشیابی شده‌اند. در تحلیل این شاخص، بافت جدید به دلیل پیروی از الگوی ساخت و جانمایی جدید، از تاب‌آوری بالاتر برخوردار بوده و پهنه یا لکه‌ای با تاب‌آوری پایین در آن به چشم نمی‌خورد. در بررسی سایر محله‌ها، محله‌های ساحلی، سنگسر، سیل دشت و مشیرآباد از این نظر وضعیت خوبی در تاب‌آوری داشته و در عوض محله‌های بن‌رزیا و ملاکلا به خاطر وجود بناهای قدیمی و دارای ساختمان‌هایی ناپایدارتر، تاب‌آوری بسیار کمتری داشته‌اند. بلوک‌های شهری برخوردار از تاب‌آوری پایین در این محله‌ها عمدتا در پیوستگی با رودخانه سنگ کیله‌رود قرار گرفته‌اند. به این ترتیب بیشتر بلوک‌های پیرامون رودخانه سنگ کیله‌رود از ساختمان‌هایی با کیفیت پایین برخوردار بوده و آسیب‌پذیری بیشتری از سیل دارند. در بررسی همین شاخص، بلوک‌های کناره حاجی‌ماه‌رود تاب‌آوری متوسط و یا بالا دارند.

۴-۴. شاخص ساختمان‌های دارای اسکلت فلزی و بتنی

در بررسی این شاخص، مشاهده می‌شود که در بافت قدیم و میانی متوسط قدمت ساختمان‌ها بالا بوده و تعداد کمتری از آنها از اسکلت و

مصالح فلزی یا بتنی برخوردارند. با این وجود، در بافت قدیم ۴۸ درصد و در بافت میانی ۴۰ درصد از بافت با لحاظ این شاخص دارای سطح تاب‌آوری پایین و یا بسیار پایین هستند. در پهنه‌های مورد اشاره، بیشتر بناها دارای اسکلت نبوده و با مصالح بنایی و عمدتا آجر و آهن ساخته شده‌اند. اما در بافت جدید مصالح بیشتر ساختمان‌ها را اسکلت فلزی و بتنی تشکیل داده و ۹۰ درصد گستره بافت جدید با توجه به این شاخص، دارای تاب‌آوری بالا می‌باشد. در این شاخص محله‌ی ساحلی و ملاکلا، تاب‌آوری بسیار پایینی داشته و بیشترین سطح نیز به این دو اختصاص دارد. در کناره هر دو رودخانه، بلوک‌های شهری و محله هایی که رودخانه از آنها می‌گذرد، در این شاخص تاب‌آوری پایین داشته و با حرکت به سوی کناره دریا، تاب‌آوری بلوک‌های شهری پیرامون آنها بیشتر می‌شود.

۴-۵. شاخص گونه‌های ساختمانی یک طبقه بدون پیلوت

در زمان وقوع سیل، طبقات فوقانی ساختمان‌ها امن‌تر بوده و ارتفاع ساختمان‌ها نقش مهمی در امنیت ساکنین ایفا می‌کند. در مقابل ساختمان‌های یک طبقه در معرض خطر بیشتری در مقابل سیل قرار دارند. بنابراین شاخص «درصد ساختمان‌های یک طبقه بدون پیلوت» برای بررسی در هر بلوک به کار گرفته شد. بر پایه بررسی‌های انجام شده، ۳۹ درصد سطح پهنه بافت قدیم تاب‌آوری پایین یا نسبتا پایین داشته است. این عدد برای بافت میانی ۳۵ درصد بوده و در بافت جدید به ۶۷ درصد می‌رسد. درصد زیاد ساختمان‌های یک طبقه در بافت جدید به دلیل تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی در جنوب شهر نور به ساختمان‌های ویلایی و افزایش سکونت افراد غیربومی در این مناطق در سال‌های اخیر است. مساحت بالای ساختمان‌های یک طبقه در بافت قدیم و میانی به دلیل وجود بافت سنتی و ساختمان‌های ویلایی در آنهاست. تعداد زیادی از بلوک‌های پیرامون رودخانه‌ها خصوصا بلوک‌های پیرامون سنگ کیله‌رود دارای درصد بالایی از ساختمان‌های یک طبقه‌اند که باعث تاب‌آوری پایین‌تر این بلوک‌های شهری شده است. با لحاظ این شاخص، در میان محله‌ها، محله‌ی ساحلی پایین‌ترین تاب‌آوری و مشیرآباد بیشترین تاب‌آوری را دارد.

۴-۶. شاخص سطوح نفوذ پذیر

شاخص نفوذپذیری سطوح بر مبنای مجموع زمین‌های سبز شامل پارک‌ها، فضاهای سبز موجود در خیابان‌ها، باغ‌ها، زمین‌های طبیعی و زمین‌های توسعه نیافته در سطح محله‌ها ارزیابی شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که پایین‌ترین سطح تاب‌آوری در میان محلات متعلق به محله‌ی بن‌رزیا است که از هر لحاظ میزان تاب‌آوری پایین یا بسیار پایینی را دارد. در همین راستا ۵۱ درصد از پهنه مربوط به بافت قدیم و همچنین ۳۲ درصد سطح بافت میانی از تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین برخوردارند. تاب‌آوری پایین بخش‌های ذکر شده در این شاخص به علت تراکم ساختی بالای این بخش‌ها است. در مقابل، محله ساحلی و بافت جدید به دلیل دارا بودن الگوی توسعه پراکنده، با لحاظ این شاخص، تاب‌آوری بالایی دارند. همچنین در بافت‌های پیرامون رودخانه حاجی‌ماه‌رود تاب‌آوری بالا است، اما در بافت‌های پیرامون سنگ کیله‌رود، به جز محله‌ی ملاکلا، در سایر محلات تاب‌آوری پایین است که نشان از توسعه متراکم در پیرامون سنگ کیله رود دارد.

۴-۷. شاخص نسبت تعداد گره‌های سه راه و چهار راه به کل گره‌ها در هر محله

بافت جدید به دلیل شطرنجی بودن و نداشتن مسیرهای بن‌بست، در این شاخص تاب‌آوری بالایی را کسب کرده است. اما در بافت قدیم و میانی به ترتیب ۷۳ و ۶۱ درصد از سطح تشکیل‌دهنده آنها از تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین برخوردارند. علت تاب‌آوری پایین این دو گونه از بافت، الگوی توسعه اندام واره یا ارگانیک و شمار زیاد بن‌بست‌ها می‌باشد. در بررسی این شاخص، محله مشیرآباد تاب‌آوری بسیار پایینی دارد. در محله‌های پیرامون رودخانه‌ها تعداد زیادی از معابر ختم شونده به رودخانه بن‌بست هستند و در حقیقت مسیرهای مجاور توسط ساختمان‌ها مسدود شده‌اند. این موضوع موجب تاب‌آوری پایین در این محلات خصوصا محلات پیرامون سنگ کیله‌رود شده است.

۴-۸. شاخص نسبت گره‌های سه راه و چهار راه به مساحت محله

در شاخص تراکم تقاطع، بافت قدیم به علت مساحت بالای بلوک‌ها، رشد ارگانیک و وجود کوچه‌های بن‌بست تاب‌آوری پایینی دارد. در بافت‌های میانی و جدید در مقایسه با بافت قدیم، نظم بلوک‌ها بیشتر، تعداد بن‌بست‌ها کمتر و تعداد تقاطع‌ها نیز بیشتر است. در محلات

سیل دشت (در بافت قدیم و میانی) و بن رزیا در این شاخص تاب‌آوری بسیار پایین است و در محله‌ی ساحلی به دلیل وجود بافت شطرنجی، تراکم تقاطع بالاتر و تاب‌آوری بالاتر است.

۴-۹. شاخص میزان درشت دانگی قطعات

در تحلیل این شاخص، درصد قطعات درشت دانه در هر بلوک شهری محاسبه شده است. با نگاهی به نقشه‌ی شاخص درشت دانگی می‌توان گفت که این ویژگی در پهنه‌هایی از دو بافت قدیم و میانی دیده می‌شود. بلوک‌هایی که در حد فاصل خیابان امام‌خمینی و کنار دریا به دلیل تراکم کاربری‌های دارای مقیاس ناحیه‌ای و شهری همچون اداری، نظامی، تاسیسات و تجهیزات شهری و مدارس و همین‌طور کاربری‌های فراشهری اقامتی- گردشگری، درشت دانه بوده و دارای میزان انعطاف‌پذیری کم هستند و بنابراین از تاب‌آوری کمی برخوردارند. در نهایت در رابطه با شاخص درشت دانگی قطعات، در دو بافت قدیم و میانی، تاب‌آوری پایین بوده و در بافت جدید میزان تاب‌آوری بالا است.

۴-۱۰. شاخص ضریب نفوذپذیری بلوک

در بافت قدیم و میانی به دلیل وجود بلوک‌های بزرگ و معابر کم عرض، ضریب نفوذپذیری بلوک‌ها بسیار پایین است. در بافت جدید مساحت بلوک‌ها به نسبت دو بافت دیگر کوچکتر است. ۹۶ درصد از مساحت بافت قدیم، ۹۶ درصد از مساحت بافت میانی، ۷۷ درصد از مساحت بافت جدید و ۹۵ درصد از مساحتکل محدوده مطالعه در سطح تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین در این شاخص قرار گرفته اند. نتیجه آن که محدوده‌ی مطالعه پایین‌ترین تاب‌آوری را در شاخص ضریب نفوذپذیری بلوک دارد. با بررسی سایر محله‌ها مشاهده می‌شود که محله‌های مشیرآباد و بن‌رزیا دارای کمترین میزان نفوذپذیری بلوک‌ها و کمترین تاب‌آوری و دو محله‌ی ساحلی و ملاکلا برخوردار از بیشترین حد نفوذپذیری بلوک و تاب‌آوری هستند.

۴-۱۱. شاخص فاصله‌ی بلوک‌ها از رودخانه

در مورد شاخص متوسط فاصله از رودخانه، هر سه بافت قدیم، میانی و جدید تاب‌آوری پایینی دارند اما پایین‌ترین سطح تاب‌آوری در بافت قدیم دیده می‌شود. در میان محلات نیز، در این شاخص محله‌های سیل‌دشت، سنگسر، بن‌رزیا و مشیرآباد به دلیل استقرار در کنار رودخانه، دارای تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین می‌باشند.

۴-۱۲. شاخص متوسط تراکم جمعیتی

در بلوک‌های مابین ساحل و خیابان امام خمینی غالب کاربری‌ها، تجاری، خدماتی و تفریحی هستند و کاربری‌های مسکونی کمتری وجود دارد. بنابراین این بلوک‌ها تراکم جمعیتی پایین و از حیث شاخص تراکم جمعیت، تاب‌آوری بالایی دارند. بلوک‌های هم جوار رودخانه به طور بالقوه در معرض خطر بالاتری در برابر سیل قرار دارند. در هر سه بافت قدیم، میانی و جدید تعداد زیادی از بلوک‌ها وجود دارند که تراکم جمعیت بالا و تاب‌آوری پایینی دارند. در بین محلات نیز محله‌ی سیل‌دشت، کمترین تاب‌آوری را دارد به طوری که ۴۵ درصد از مساحت این محله در شاخص تراکم جمعیت، تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین دارد.

۴-۱۳. شاخص شعاع عملکرد فضاهای سبز

شهر نور و به طور خاص محدوده‌ی مطالعه به لحاظ برخورداری از فضاهای سبز شهری فقیر است و سرانه‌ی فضای سبز عمومی بسیار پایینی دارد. در تحلیل شاخص فضاهای سبز، پارک‌ها و بوستان‌های محلی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و لبه‌ی رود به دلیل عدم کارایی به عنوان فضای سبز عمومی در تحلیل قرار نگرفته است. ۴۰ درصد از مساحت بافت قدیم در شاخص فضای سبز تاب‌آوری پایین یا بسیار

پایین دارد و این درصد برای بافت میانی ۷۰ درصد و برای بافت جدید ۷۵ درصد است. بنابراین اگرچه بافت قدیم شرایط بهتری را به لحاظ تاب‌آوری در شاخص فضاهای سبز نسبت به دو بافت میانی و جدید دارد اما همچنان از فضاهای سبز کافی بهره‌مند نیست. محلات ملاکلامحله، ساحلی و بن‌رزیا به دلیل برخورداری از پارک‌های شهری، تاب‌آوری بالاتری را در بین محلات به دست آورده‌اند. محلات مشیرآباد و سیل‌دشت، خود فاقد فضای سبز شهری‌اند اما بخشی از این محلات در شعاع عملکرد فضای سبز محلات دیگر واقع شده‌اند. محلات میان محله و سنگسرمحله پایین‌ترین میزان تاب‌آوری را در بین محلات دارا هستند به طوری که محله‌ی سنگسر محله به طور کامل دارای تاب‌آوری بسیار پایین است.

۱۴-۴. شاخص درجه اختلاط کاربری

خیابان‌های شریانی امام خمینی و ناطق نوری به دلیل داشتن بلوک‌هایی با کاربری‌های مختلط تجاری، مسکونی و خدماتی تاب‌آوری بالایی را در این شاخص دارند در حالی که باقی بلوک‌های واقع در محدوده‌ی مطالعه که تک عملکرد مسکونی دارند، در این شاخص تاب‌آوری پایینی را کسب کرده‌اند. بافت قدیم که خیابان‌های امام خمینی و ناطق نوری را در بر می‌گیرد، نسبت به بافت میانی و جدید در شاخص اختلاط کاربری، تاب‌آوری بالاتری دارد. در بین محلات، ملاکلامحله و محله‌ی ساحلی، تاب‌آوری بالایی دارند. بلوک‌های مجاور رودخانه در دو محله‌ی ذکر شده به دلیل وجود اختلاط کاربری، تاب‌آوری بالاتری دارند در حالی که در باقی محلات، بلوک‌های هم جوار با رودخانه تاب‌آوری پایینی در این شاخص دارند.

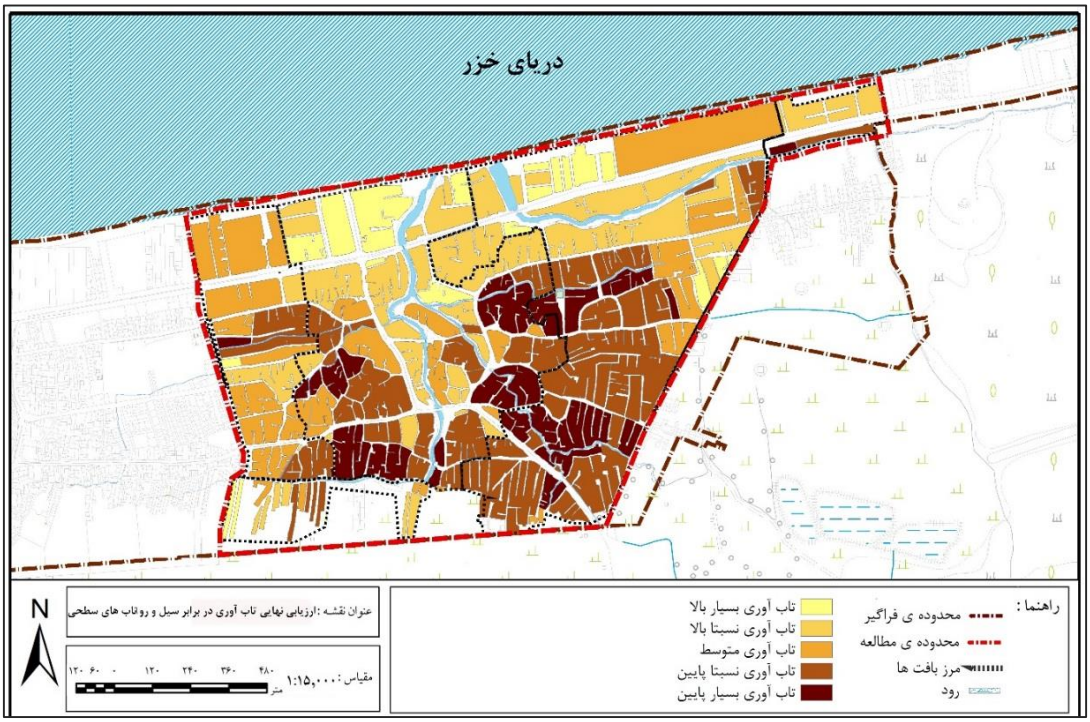
۱۵-۴. شاخص تعداد گونه‌ی فضاهای عمومی

در تحلیل شاخص تعداد گونه‌ی فضاهای عمومی در محدوده مطالعه، ساحل دریا، ساحل رودخانه، فضاهای سبز شهری و خیابان‌ها به عنوان فضاهای عمومی در سطح محلات مورد ارزیابی قرار گرفته است. در بین فضاهای عمومی ذکر شده، فضای شهری خیابان برای همه‌ی محلات ثابت است. محلات میان محله و سیل دشت به غیر از خیابان، از فضاهای عمومی دیگر بی‌بهره‌اند و در این شاخص تاب‌آوری بسیار پایین دارند. ملاکلامحله و محله ساحلی به علت بهره‌مندی از فضاهای ساحل دریا و فضای سبز عمومی تاب‌آوری بالاتری دارند. هر سه بافت قدیم، میانی و جدید از نظر شاخص تنوع فضاهای همگانی، از تاب‌آوری پایینی برخوردار هستند. با لحاظ همین شاخص، ۶۱ درصد از بافت قدیم و همچنین ۶۶ درصد از بافت میانی و نیز ۴۸ درصد از بافت جدید تاب‌آوری پایین یا بسیار پایینی دارند.

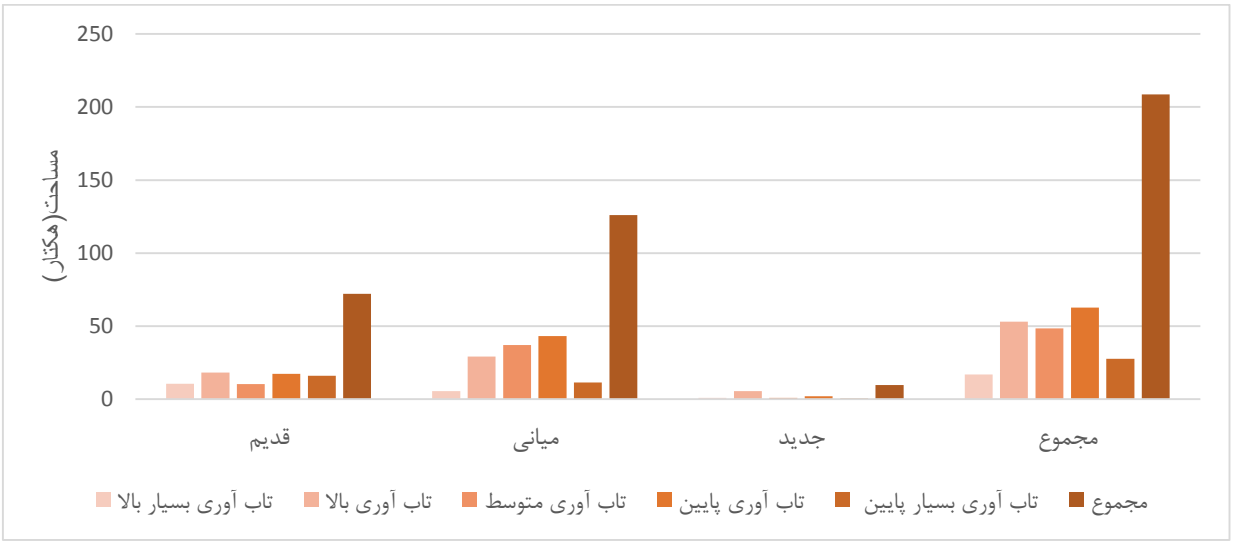
۱۶-۴. شاخص درصد شیب زمین

با استفاده از لایه‌ی DEM محدوده در نرم‌افزار جی‌ای‌اس، جهت و درجه‌ی شیب محاسبه شد. اما به علت همگن بودن نسبی شیب زمین در کل محدوده، نقش کمرنگی در بررسی‌ها داشت و به همین علت از تحلیل و اعمال نتایج آن چشم‌پوشی شد. در نهایت با هدف شناخت میزان تاب‌آوری نهایی، شاخص‌های تاب‌آوری در یک نقشه به شکل یکپارچه ارائه شدند.

براساس نقشه‌ی نهایی که درجات تاب‌آوری در سطح بلوک‌ها را نشان می‌دهد، نتایج نشان می‌دهد که میزان ۲۷/۷ هکتار از پهنه مورد مطالعه، دارای تاب‌آوری بسیار پایین، ۶۲/۶ هکتار برخوردار از تاب‌آوری پایین، ۴۸/۴ هکتار تاب‌آوری متوسط داشته، ۵۳ هکتار برخوردار از تاب‌آوری بالا و ۱۶/۸ هکتار از آن نیز تاب‌آوری بسیار بالا داشته است. سطح دارای تاب‌آوری پایین با ۶۲/۶۶ هکتار، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است.به طورکلی ۴۶ درصد از گستره بافت قدیم دارای تاب‌آوری بسیار پایین یا پایین بوده است. این رقم در بافت میانی به ۴۳ درصد و در بافت جدید به ۲۴ درصد می‌رسد. از سطوح دارای تاب‌آوری بسیار پایین و پایین نیز، ۳۷ درصد مربوط به بافت قدیم، ۶۰ درصد متعلق به بافت میانی و تنها ۳ درصد از آن مرتبط با بافت جدید می‌باشد. با توجه به آنچه که گذشت، با شاخص‌های بررسی شده، وضعیت بافت جدید از نظر تاب‌آوری بهتر از دو بافت قدیم و میانی بوده است. دلایلی چون فرسودگی بناها و بافت، نفوذپذیری کم بلوک‌ها و همجواری با رودخانه از علل پایین بودن تاب‌آوری در این دو بافت ارزیابی می‌شود. در کل، ۹۰/۳ هکتار از پهنه مورد پژوهش، تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین داشته که نزدیک به ۴۳ درصد از کل پهنه مورد بررسی می‌باشد.



نقشه ۲: نقشه‌ی نهایی تاب‌آوری در برابر سیل و رواناب‌های شهری



شکل ۳. تاب‌آوری محدوده مطالعه در برابر سیل و رواناب‌های سطحی

۵. بحث

در آغاز به نظر می‌رسید بافت‌های قدیمی و تا حدودی میانی در سایت مورد مطالعه به دلیل روند تدریجی شکل‌گیری که در گذشته با آزمون و خطا هم همراه بوده و در طول حیات خود رویدادهای طبیعی از جمله سیل را تجربه کرده‌اند، در زمینه تاب‌آوری هم وضعیت مناسبی دست کم در مقایسه با توسعه‌های جدید داشته باشند؛ اما یافته‌های این پژوهش همان‌گونه که در نقشه شماره ۲ هم دیده می‌شود، نشان داد که چند فاکتور مهم باعث شده که اینچنین نباشد و وضعیت بافت جدید بهتر باشد. از جمله یکی از موارد مهم در این ارتباط

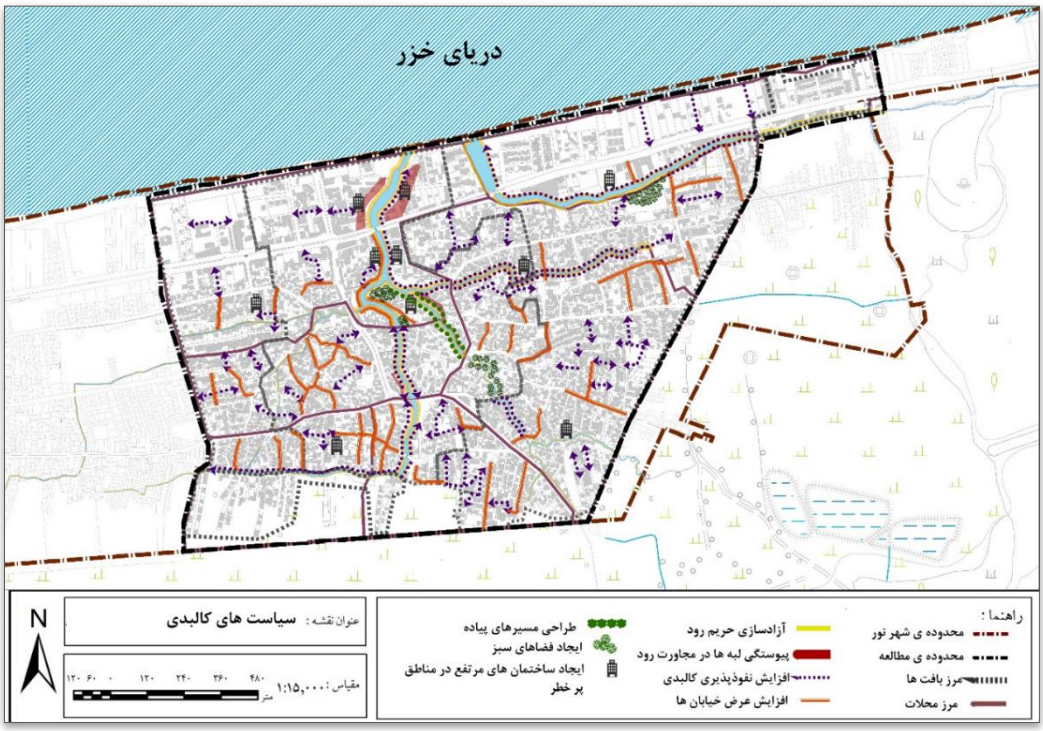
مصالح جدید می‌باشند که در برابر آسیب ناشی از سیل دوام و ماندگاری بهتری را نشان می‌دهند. همچنین امکان ایزولاسیون و ساخت با تکنولوژی‌های جدیدتر از این لحاظ وضعیت را برای بافت‌های جدید بهتر می‌کند. همچنین ضریب نفوذپذیری فیزیکی بلوک‌های شهری در بافت‌های تاریخی و میانی به دلیل ویژگی‌های شناخته شده این گونه بافت‌ها پایین بوده و به این ترتیب همان گونه که در شکل ۲ هم نشان داده شده از این نظر این بافت‌ها وضعیت ایده‌آلی نداشته و در برابر رواناب آسیب‌پذیر می‌باشند. از جمله فاکتورهای مهم تاثیرگذار دیگر نیز می‌توان به فاصله بلوک‌های شهری تا لبه رودخانه اشاره نمود که در بافت‌های تاریخی کم بودن این فاصله باعث آسیب‌پذیری بیشتر این بافت‌ها شده است. برخی از پارامترها نیز مختص بافت‌های قدیم، میانی و یا جدید نمی‌باشد که از آن جمله می‌توان به شعاع عملکرد فضاهای سبز اشاره کرد. با آن که وضعیت بافت‌های قدیم و میانی از این نظر کمی بهتر به نظر می‌رسد اما سیاست حفظ و ایجاد فضای سبز می‌تواند به هر دو مورد به ویژه در توسعه‌های جدید از نظر تاب‌آوری در برابر رواناب کمک نماید.

۶. نتیجه‌گیری

به منظور دستیابی به محله و شهر تاب‌آور، بازشناسی ویژگی‌های فرم شهری از این منظر بسیار مهم و ضروری است. زیرا، در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی شهری، مواجهه با سوانح بخشی از سرنوشت همه شهرهاست اما مهم راهبری و اتخاذ تصمیم درست و بر پایه مطالعات در سطوح مختلف از راهبرد تا برنامه‌های اجرایی در زمینه ساختار کالبدی- عملکردی شهرهاست. در پژوهش حاضر با تاکید بر دو بعد کالبدی و کارکردی شاخص‌های تاب‌آوری بر اساس ادبیات مرتبط، تبیین و تشریح شده‌اند که با توجه به ماهیت رشته طراحی شهری که تخصص نگارندگان است، بعد کالبدی مورد تاکید بیشتر بوده و نقش پررنگ‌تری در تحلیل‌ها ایفا کرده است. این مجموعه شاخص‌ها شامل مواردی از جمله مساحت بلوک‌های شهری، تراکم تقاطع‌ها در شبکه دسترسی، نسبت گره‌های متصل به یکدیگر، درصد ساختمان‌های مرمتی و تخریبی، درصد بناهای برخوردار از اسکلت فلزی و بتنی، ضریب نفودپذیری بلوک‌های شهری، درصد سطوح نفوذپذیر در بافت شهری، فاصله‌ی عناصر شهری از رودخانه و حریم آن، طول بلوک‌های لبه‌ی رودخانه، شیب زمین، قطعات درشت دانه و گونه‌های ساختمانی یک طبقه بدون پیلوت می‌شود. در بعد کارکردی، مواردی همچون درجه اختلاط کاربری‌ها، تنوع فضاهای باز همگانی، شعاع عملکرد فضاهای سبز و باز و متوسط تراکم جمعیتی مورد تاکید بوده است. در این پژوهش که در پهنه مورد مطالعه در شهر نور به دلیل موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های محیط طبیعی شهر و استقرار آن در کنار دریا با وجود رودخانه و پیشینه رخداد سیل انجام شده است، به منظور ارزیابی میزان تاب‌آوری فرم و فضای شهری در برابر سیلاب و رواناب‌های سطحی معیارها و شاخص‌های مرتبط با تاب‌آوری تبیین و تدوین شده و وضعیت محلات شهر در سه گونه بافت تاریخی، میانی و جدید از این لحاظ مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این ترتیب نقشه‌های تاب‌آوری بر پایه شاخص‌های مورد اشاره، در سطح بلوک‌های شهری تهیه شده‌اند. در ادامه نقشه‌ی نهایی تاب‌آوری کل تهیه شد تا میزان تاب‌آوری در بلوک‌های محدوده‌ی مورد پژوهش در برابر سیلاب و رواناب‌های شهری مشخص شود. در نقشه‌ی نهایی مشاهده می‌شود که ۴۳ درصد از پهنه‌ی مورد مطالعه دارای تاب‌آوری بسیار پایین و پایین است. همچنین در شمال محدوده مورد مطالعه پتانسیل خطر کمتر و در نواحی مرکزی، جنوبی و به ویژه جنوب شرق، پتانسیل خطر بالاتری وجود داشته و موجب آسیب‌های بیشتری خواهد شد.

۷. پیشنهادها

ارزیابی انجام شده نشان می‌دهد که با شاخص‌های مورد استفاده، از جمله دلایل اصلی تاب‌آوری پایین، کمبود فضاهای سبز و باز همگانی، ساخت و ساز در حریم رودخانه و فرسودگی بافت‌ها می‌باشد. به این ترتیب تغییرات پیشنهادی در فرم شهری ارزیابی شده به منظور افزایش تاب‌آوری در برابر سیل و رواناب‌های سطحی می‌توانند این‌گونه عنوان شوند: افزایش نفوذپذیری کالبدی در بلوک‌های شهری، آزادسازی حریم رودخانه، پیوستگی کالبدی در بلوک‌های همجوار رود، ایجاد اختلاط کاربری، ایجاد فضاهای سبز همگانی بیشتر در مقیاس‌های مختلف و جانمایی ساختمان‌های مرتفع و دارای تراکم در مناطق پرخطر. نقشه‌ی ۳ سیاست‌های تغییر فرم‌های کالبدی را در محدوده‌ی مطالعه نشان می‌دهد.



نقشه۳. سیاست‌های کالبدی

۸. منابع

Abdi, K., Kamyabi, S., & Zand Moghaddam, M.R (2019). Integrated Assessment of Vulnerability, Resiliency and Space Risk against Flood in Sari, *Physical Geography Research Quarterly*, 51(109), 431-445.

Ba, R., Wang, C., Kou, L., Guo, X., & Zhang, H. (2022). Rethinking the urban resilience: Extension and connotation, *Journal of Safety Science and Resilience* 3(4), 398–403, doi:10.1016/j.jnlssr.2022.08.004

Dadashpoor, H., & Adeli, Z. (2016). Measuring the Amount of Regional Resilience in Qazvin Urban Region, *Emergency Management*, 4(2), 73-84.

Dempsey, N., Brown, C., Raman, S., Porta, S., Jenks, M., Jones, C., & Bramley, G. (2010). Elements of Urban Form, in Jenks, M and Jones, C, Dimensions of the Sustainable Cities, Springer, London, 21-51

Feliciotti, A., Romice, O., & Porta, S. (2016). Design for change: Five proxies for resilience in the urban form. Open House International, 41(4), 23-30

Gharai, F., Masnavi, M.R., & Hajibandeh, M. (2018). Urban Local-Spatial Resilience: Developing the Key Indicators and Measures, a Brief Review of Literature, *Bagh-e Nazar*, 14(57), 19-32

Hyogo Framwork For Action 2005-2015 Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters (2012) The second global conference on risk reduction in the face of crises, (translated by Zohra Walizadeh, Maryam Rahmani and Maysam Mirtahri).

Irajifar, L., Alizadeh, T., & Sipe, N. (2016). The impact of urban form on disaster resiliency: A case study of Brisbane and Ipswich, Australia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 7, 259- 275. Doi: 10.1108/IJDRBE-10-2014-0074

Jayakody, R.R.J.C., Amarathunga, D & Haigh, R. (2016). The use of Public OpenSpaces for Disaster Resilient Urban Cities, 12th International Confernce of theInternational Institute for Infrastructure Resilience and Reconstruction, Universityof Peradeniya, Sri Lanka

Khane mahale shahr Consulting Engineers, Detailed plan of Noor city, (2020)

Lazarevic, E. V., Kekovic, Z., & Antonic, B.M. (2018). In search of the principles of resilient urban design: Implementability of the principles in the case of the cities in Serbia, *Energy and Buildings*, 158:1130-1138, DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.11.005

Liao, K.H., Le, T.A., Nguyen, & K.V. (2016). Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in theVietnamese Mekong DeltaKuei. *Landscape and Urban Planning*, 155, 69–78

Management and Planning Organization of Mazandaran, Statistical Yearbook of Mazandaran. (2009-2018)

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

Namjooyan, F., Razavian, M., & Sarvar, R. (2017). Urban resilience, the frame work for urban future management, *Territory*, 14(55), 81-95.

Nikpour, A., Lotfi, S., & Rezazadeh, M. (2017). Analysis of the relationship between urban form and access indicator (Case study: Babolsar city), *spatial planing*, 7(3), 85-106.

Ramezanzadeh Lasboei, M., Asgari, A., & Badri, A (2014). Infrastructures and resiliency to natural disasters with emphasis on flood the case: Typical tourism regions in north of Iran (Cheshmekile and Sardabrud), *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazarts*, 1(1), 35-52.

Serre, D., Barroca, B., Balsells, M., & Becue, V. (2016). Contributing to urban resilience to floods with neighbourhood design: the case of Am Sandtorkai/Dalmannkai in Hamburg. *Flood Risk Management*, 11, 69-83. Doi: 10.1111/jfr3.12253

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2018). Resilient Urban Form: A Conceptual Frame-work, in: Resilience-Oriented Urban Planning: Theoretical and Empirical Insights (Y. Yamagata, A. Sharifi, eds.), Springer.Doi:10.1007/978-3-319-75798-8

Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A macro-scale analysis. *Cities*, 85, 1-14, Doi:10.1016/j.cities.2018. 11.023

Sharifi, A. (2019). Urban form resilience: A meso-scale analysis. *Cities*, 93, 238-252, doi:10.1016/j.cities. 2019.05.010

Tabibian, M., & Rezapour, M. (2016). Assessment of urban resilience; a case study of Region 8 of Tehran city, Iran. *Scientia Iranica*, 23(4), 1699-1707

Tarhe Mohite Paidar Consulting Engineers, Comprehensive plan of Noor city, (2011)

The Statistical Center of Iran, Population and Housing Census, (2011) and (2016)

The Statistical Center of Iran, Statistical blocks, 2016

Ye, y., & Van nes, A. (2014). Quantitative tools in urban morphology: Combining space syntax, spacematrix and mixed-use index in a GIS framework, *Urban Morphology*,18(2), 97-118

Živković, J. (2019). Urban Form and Function. In: W. Leal Filho, U. Azeiteiro, A. Azul, L. Brandli, P. Özuyar and Wall T. (eds). *Climate Action*. 1-10, Doi: 10.1007/978-3-319-71063-1-78-1