Incidents and Disasters Resilience

Homepage: https://disaster.ndri.ac.ir/

Urban resilience under climate stressors: an indicator-based assessment in Abadan's deteriorated areas through ESA assessment framework

Fatemeh Ebrahimnia[1]✉, **Mobin Panahi**[2]

1. Corresponding author, Researcher, Center for Regeneration of Vulnerable & Inefficient Urban Fabrics, Natural Disasters Research Institute, Tehran, Iran. Email: ebrahimnia@ndri.ac.ir
2. Researcher, Center for Regeneration of Vulnerable & Inefficient Urban Fabrics, Natural Disasters Research Institute, Tehran, Iran. Email: mobin.panahi@ndri.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 16 July 2025
Received in revised form 7 September 2025
Accepted 11 December 2025
Available online 30 December 2025

Keywords:
Climate stress,
Urban resilience,
Inefficient urban fabric,
ESA framework,
Abadan city.

ABSTRACT

Objective This study aims to assess and rank urban resilience in the inefficient and deteriorated urban fabrics of Abadan City against two major climatic stresses, flooding and rising temperature. The assessment is grounded in an integrated framework combining physical–spatial, environmental, social, economic, and institutional indicators within the ESA framework.

Method: The research adopts an applied, analytical–spatial approach. A total of 36 indicators were developed across the three ESA components, and corresponding spatial layers were generated using GIS. Indicator weighting was conducted through the Analytic Hierarchy Process (AHP) with the participation of 10 experts, achieving a consistency ratio of less than 0.1. After standardization on a 1–5 scale, the layers were integrated using weighted overlay analysis. Data collection relied on documentary sources, remote sensing, and field surveys.

Results: The results show that resilience in Abadan's deteriorated urban fabrics is spatially heterogeneous, with climatic and infrastructural factors having the greatest influence. The highest indicator weights in the three components belong respectively to LST, the surface water drainage network, and access to firefighting and medical services. Layer overlay analysis indicates that about 40 percent of deteriorated residential areas fall within low or very low resilience levels, with the lowest resilience observed in the western parts of Tayeb–Kefisheh, as well as in Eastern Salij and Sedeh - Jamshidabad.

Conclusions: Low resilience results from the simultaneous presence of high exposure and sensitivity (surface heat, flood risk, density and deterioration, lack of open spaces) and, in some cases, insufficient adaptive capacity. Therefore, the proposed strategies focus on reducing exposure and sensitivity (improving surface water drainage, upgrading urban form and street networks, expanding green spaces, and nature-based solutions) while strengthening services and institutional–social capacity, with priority given to low-resilience neighborhoods.

Cite this article: Ebrahimnia. F., Panahi, M. (2025). Urban resilience under climate stressors: an indicator-based assessment in Abadan's deteriorated areas through ESA assessment framework. ***Incidents and Disasters Resilience***, *1*(4), 15-42.

© Author(s) retain the copyright.

Publisher: Natural Disasters Research Institute (NDRI).

تاب‌آوری در برابر حوادث و سوانح

Homepage: https://disaster.ndri.ac.ir

تاب‌آوری شهری تحت عوامل تنش‌زای اقلیمی: ارزیابی شاخص‌محور در بافت‌های ناکارآمد آبادان مبتنی بر چهارچوب ESA

فاطمه ابراهیم‌نیا[1]✉، مبین پناهی[2]

۱. نویسنده مسئول، پژوهشگر، مرکز ساماندهی بافت‌های ناکارآمد، مؤسسه پژوهشی سوانح طبیعی، تهران، ایران. رایانامه: ebrahimnia@ndri.ac.ir

۲. پژوهشگر، مرکز ساماندهی بافت‌های ناکارآمد ، مؤسسه پژوهشی سوانح طبیعی، تهران، ایران. رایانامه: mobin.panahi@ndri.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۹

کلیدواژه‌ها:
تنش اقلیمی،
تاب‌آوری شهری،
بافت ناکارآمد شهری،
چهارچوب ESA،
شهر آبادان.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف سنجش و رتبه‌بندی تاب‌آوری شهری در بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان در برابر دو تنش اقلیمی سیلاب و افزایش دما و با اتکا به ترکیب شاخص‌های کالبدی–فضایی، محیطزیستی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی و در چهارچوب ESA (مواجهه – حساسیت – ظرفیت سازگاری) شکل‌گرفته است.

روش پژوهش: این تحقیق به‌صورت کاربردی و تحلیلی–فضایی است. در این مطالعه ۳۶ شاخص در سه مؤلفه ESA تدوین و لایه‌های مکانی در GIS تولید شد. وزن‌دهی شاخص‌ها با AHP و با مشارکت ۱۰ متخصص (نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱) انجام گرفت و لایه‌ها پس از استانداردسازی با روی‌هم‌گذاری وزنی تلفیق شدند. در این پژوهش از داده‌های اسنادی، سنجش‌ازدور و پیمایش میدانی به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد تاب‌آوری در بافت‌های ناکارآمد آبادان ناهمگون است و عوامل اقلیمی و زیرساختی بیشترین اثر را دارند. بالاترین وزن شاخص‌ها در سه مؤلفه مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری به ترتیب به LST، شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و دسترسی به خدمات آتش‌نشانی و درمانی تعلق دارد. روی‌هم‌گذاری لایه‌ها نشان می‌دهد حدود ۴۰ درصد بافت‌های مسکونی ناکارآمد در سطح تاب‌آوری پایین قرار دارند و کمترین تاب‌آوری در محلات غربی طیب–کفیشه، سلیج شرقی، سده و جمشیدآباد دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری: تاب‌آوری پایین ناشی از هم‌زمانی مواجهه و حساسیت بالا (گرمای سطحی، ریسک سیلاب، تراکم و فرسودگی، کمبود فضاهای باز) و در برخی موارد ظرفیت سازگاری ناکافی است؛ بنابراین راهبردها بر کاهش مواجهه و حساسیت (بهبود دفع آب‌های سطحی، اصلاح کالبد و معابر، افزایش فضای سبز و راهکارهای طبیعت‌محور) و تقویت خدمات و ظرفیت نهادی–اجتماعی با تمرکز بر محلات کم‌تاب‌آور تأکید می‌کند.

استناد: ابراهیم‌نیا؛ فاطمه، پناهی؛ مبین. (۱۴۰۴). تاب‌آوری شهری تحت عوامل تنش‌زای اقلیمی: ارزیابی شاخص‌محور در بافت‌های ناکارآمد آبادان مبتنی بر چهارچوب ESA. *تاب‌آوری در برابر حوادث و سوانح*، ۱ (۴)، ۱۵–۴۲.

CC BY NC

© نویسندگان.

ناشر: پژوهشکده سوانح طبیعی.

مقدمه

تاب‌آوری شهری در سال‌های اخیر به یکی از محورهای اصلی پژوهش و سیاست‌گذاری در شهرها تبدیل شده است، چون شهرها هم‌زمان با رشد جمعیت، فشردگی کالبد، فرسودگی زیرساخت و تشدید مخاطرات اقلیمی، بیش از گذشته در معرض اختلال‌های پی‌درپی قرار گرفته‌اند. در این میان، افزایش دما و رخدادهای اقلیمی، به‌صورت هم‌افزا عمل می‌کنند و ازطریق فشار بر زیرساخت‌های حیاتی، خدمات شهری و سلامت جمعیت، ظرفیت سازگاری شهر را کاهش می‌دهند. ادبیات جدید بر این نکته تأکید دارد که تاب‌آوری صرفاً بازگشت به وضعیت قبل نیست، بلکه توانایی سیستم شهری برای جذب شوک، سازگاری و در صورت نیاز دگرگونی در مسیری پایدارتر است؛ بااین‌حال، همچنان درباره تعریف عملیاتی و نحوه سنجش تاب‌آوری در مقیاس‌های مختلف، ناهمگونی و چالش وجود دارد (Meerow et al., 2016; Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves, 2019). از منظر ارزیابی مخاطرات اقلیمی نیز گزارش‌های ارزیابی جهانی نشان می‌دهد که شدت و پیامدهای گرمای شدید و سیلاب‌ها در بسیاری از مناطق شهری در حال افزایش است و این روند، ضرورت سنجش آمادگی و ظرفیت تاب‌آوری در محله‌ها و گروه‌های اجتماعی مختلف را دوچندان می‌کند (IPCC, 2023).

اهمیت این موضوع در بافت‌های ناکارآمد و فرسوده پررنگ‌تر است؛ این بافت‌ها معمولاً با مجموعه‌ای از کاستی‌های کالبدی–فضایی (ریزدانه بودن، کیفیت پایین ساختمان، نفوذناپذیری سطوح، ضعف شبکه معابر و زهکشی)، کاستی‌های محیط‌زیستی (کمبود سایه، پوشش گیاهی ناکافی، جزیره گرمایی)، و شرایط اجتماعی و اقتصادی ناپایدار (فقر، شکنندگی معیشت، دسترسی محدود به خدمات، سرمایه اجتماعی نابرابر) مواجه‌اند. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد که در مواجهه با گرمای شدید، آسیب‌پذیری به‌طور نامتوازن بر گروه‌ها و محله‌هایی تحمیل می‌شود که ازنظر کیفیت مسکن، خدمات و ظرفیت سازگاری روزمره در وضعیت ضعیف‌تری قرار دارند (Sultana et al., 2025). از سوی دیگر، در زمینه سیلاب نیز مطالعات مروری و تجربه‌های میدانی بر نقش سازوکارهای مشارکتی و اقدام‌های جامعه‌محور در کاهش آثار سیلاب تأکید می‌کنند، اما هم‌زمان نشان می‌دهند که این ظرفیت‌ها بدون پشتیبانی نهادی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت، پایدار و کافی نیستند (Anwana & Owojori, 2023; Bhanye, 2025; Wolff et al., 2021). همچنین پژوهش‌هایی که به نقش سرمایه اجتماعی در تاب‌آوری پرداخته‌اند، نشان می‌دهند شبکه‌های اعتماد، همیاری و کنش جمعی می‌تواند در تاب‌آوری محله‌ای اثرگذار باشد، اما این اثر اغلب وابسته به زمینه نهادی و کیفیت حکمرانی محلی است (Panahi & Moayerian, 2025).

باوجود رشد ادبیات تاب‌آوری، یک خلأ کاربردی مهم همچنان پابرجا است؛ مدیریت شهری برای اولویت‌بندی مداخله نیاز به تصویری دقیق، مقایسه‌پذیر و مکانی از تاب‌آوری محله‌ها دارد، تصویری که هم‌زمان ابعاد کالبدی–فضایی، محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی را در نظر بگیرد و بتواند بخش‌های آسیب‌پذیرتر را برای اقدام‌های پیشگیرانه و کاهش ریسک مشخص کند. در ادبیات بین‌المللی، استفاده از رویکردهای شاخص‌محور و رتبه‌بندی مکانی برای سنجش تاب‌آوری محلی و مقایسه واحدهای فضایی (مانند محله) موردتوجه بوده است، اما انتقال این رویکردها به شهرهای جنوب جهانی و به‌ویژه بافت‌های ناکارآمد، مستلزم توجه به ویژگی‌های غیررسمی‌بودگی، محدودیت‌های نهادی و داده‌ای و تفاوت‌های بازار کار و معیشتی است (Shukla et al., 2025b, 2025a). از همین رو، پژوهش‌های اخیر که به ارزیابی تاب‌آوری در مقیاس محله و مقایسه چندین محله می‌پردازند، نشان می‌دهند رتبه‌بندی و طبقه‌بندی بافت‌ها می‌تواند برای سیاست‌گذاری محلی کاربردی و قابل‌استفاده باشد، اما نیاز به چهارچوب چندبعدی و متناسب با زمینه محلی دارد (Ghaem Maghami et al., 2025). شهر آبادان به‌عنوان یکی از کانون‌های استقرار جمعیت و فعالیت در جنوب ایران و استان خوزستان، در برابر تنش‌های اقلیمی و سوانح آب‌وهوایی، شرایط ویژه‌ای دارد. نزدیکی به پهنه‌های آبی و اقلیم گرم، در کنار رشد شهری و انباشت مسائل زیرساختی، سبب شده است که رخدادهای بارش شدید و آب‌گرفتگی‌ها در این شهر صرفاً یک مسئله مقطعی نباشد، بلکه به یک آسیب‌پذیری ساختاری تبدیل شود. به‌ویژه آنکه بخش قابل‌توجهی از شهر را بافت‌های ناکارآمد تشکیل می‌دهند که عمدتاً در نواحی مرکزی و

مجاور هسته شهر، با تراکم جمعیتی بالا و نابرابری دسترسی به خدمات شهری همراه‌اند. در این شرایط، تاب‌آوری شهری آبادان نه‌فقط به معنای توان پاسخ‌گویی اضطراری، بلکه به معنای ظرفیت پایدار شهر و محله‌ها برای تداوم کارکردهای حیاتی، کاهش اختلال در زندگی روزمره و جلوگیری از تشدید نابرابری‌ها در زمان تنش‌های اقلیمی است.

بر این اساس، مسئله محوری پژوهش حاضر آن است که در شهر آبادان، باتوجه‌به تشدید هم‌زمان گرما و رخدادهای سیلابی و آب‌گرفتگی معابر، کدام بخش‌های بافت ناکارآمد ازنظر مجموعه شاخص‌های ارزیابی‌شده در وضعیت نامناسب‌تری قرار دارند و درنتیجه در معرض تاب‌آوری کمتر و تشدید بحران هستند؛ پاسخی که می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری برای پیشگیری، کاهش ریسک و هدف‌گیری مداخله‌ها در سطح محله باشد.

هدف پژوهش حاضر، سنجش تاب‌آوری شهری در بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان در برابر تنش اقلیمی سیلاب و افزایش دما است، به‌گونه‌ای که آمادگی و ظرفیت سازگاری در مقیاس محله و خرد مقیاس‌های درون محله‌ای به‌صورت اجتماعی–فضایی بررسی شود. در این پژوهش با اتکا به ترکیب شاخص‌های کالبدی–فضایی، محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی و با اتخاذ چهارچوب ارزیابی تاب‌آوری مبتنی بر روش ESA[1] به دنبال ترسیم تصویری مقایسه‌پذیر از وضعیت تاب‌آوری و آمادگی در بخش‌های مختلف بافت ناکارآمد است تا بتواند زمینه اولویت‌بندی مداخله‌های پیشگیرانه و کاهش ریسک را برای مدیریت شهری فراهم کند و نقاطی را که احتمال تشدید بحران در آن‌ها بیشتر است، روشن سازد. نوآوری این پژوهش در به‌کارگیری چهارچوب جامع ESA برای سنجش تاب‌آوری بافت‌های ناکارآمد آبادان برای نخستین بار در مقیاس محله و پهنه‌های خردمقیاس است؛ رویکردی که دقت تحلیلی بالاتری نسبت به مطالعات پیشین فراهم می‌کند. همچنین، ترکیب هم‌زمان شاخص‌محور ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی–فضایی و محیط‌زیستی همراه با تحلیل تاب‌آوری در برابر دو مخاطره اصلی، این مطالعه را به الگویی کم‌سابقه در ارزیابی چندریسکی شهری تبدیل کرده است.

مبتنی بر اهداف و نوآوری، سؤالات این پژوهش عبارت‌اند:

۱. وضعیت تاب‌آوری شهری بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان در برابر تنش‌های اقلیمی در مقیاس محله و پهنه‌های خردمقیاس درون‌محله‌ای چگونه است؟

۲. کدام بخش‌ها و محله‌های واقع در بافت ناکارآمد شهر آبادان، بر اساس ترکیب شاخص‌های کالبدی–فضایی، محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی و در چهارچوب ESA، در معرض تاب‌آوری کمتر و تشدید بحران قرار دارند؟

۳. چه الگوها و تفاوت‌های فضایی در مؤلفه‌های مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری با تنش‌های گرما و سیلاب در بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان مشاهده می‌شود و این الگوها چه دلالت‌هایی برای اولویت‌بندی مداخلات پیشگیرانه و کاهش ریسک در مدیریت شهری دارند؟

پیشینه پژوهش

تاب‌آوری در برابر ریسک سوانح چندگانه

تاب‌آوری در ادبیات کاهش ریسک سوانح و برنامه‌ریزی شهری، به معنای توان یک نظام (شهر، محله، جامعه یا سازمان) برای مقاومت، جذب و مدیریت آثار مخاطرات، سازگاری با شرایط جدید و در صورت نیاز دگرگونی و بازیابی کارکردهای کلیدی در زمان مناسب تعریف می‌شود. در اصطلاح‌نامه سازمان ملل در حوزه کاهش ریسک، تاب‌آوری توان مقاومت، جذب، سازگاری، دگرگونی و بازیابی همراه با حفظ و بازگردانی ساختارها و کارکردهای بنیادی ازطریق مدیریت ریسک است (UNDRR, 2022). در حوزه تاب‌آوری شهری تأکید می‌شود که این مفهوم صرفاً یک ویژگی کالبدی یا توان پاسخ اضطراری نیست، بلکه سازه‌ای چندبعدی و اجتماعی–فضایی است که باید روشن کند تاب‌آوری برای چه کسی، در برابر چه چیزی و در چه مقیاسی سنجیده می‌شود؛ زیرا تعریف‌های ناهمگون ممکن است به سنجش‌های ناسازگار و تصمیم‌گیری‌های مبهم منجر شود (Meerow et al.,

1. Exposure – Sensitivity – Adaptive Capacity

2016). رویکرد تاب‌آوری در تحلیل سامانه‌های اجتماعی–بوم‌شناختی نیز نشان می‌دهد که تاب‌آوری صرفاً بازگشت نیست، بلکه دربرگیرنده یادگیری، سازگاری و گاه دگرگونی در برابر شوک‌ها و تنش‌های تکرارشونده است (Cutter et al., 2008; Folke, 2006; Folke et al., 2010). در این میان، تغییر اقلیم در ادبیات رسمی و علمی به دگرگونی پایدار در حالت اقلیم (میانگین و یا تغییرپذیری ویژگی‌های اقلیمی) در بازه‌های زمانی بلندمدت اطلاق می‌شود و در تعریف کنوانسیون چهارچوب سازمان ملل متحد درباره تغییر اقلیم، به تغییری اشاره دارد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم ناشی از فعالیت انسان و دگرگونی ترکیب جو است و فراتر از نوسان‌پذیری طبیعی محسوب می‌شود (UNFCCC, 1992). در سطح شهری، دو نمود عمده این تنش اقلیمی، یعنی سیلاب و افزایش دما، ازطریق سازوکارهای متفاوت اما هم‌افزا بر زندگی و کارکردهای شهری اثر می‌گذارند؛ به‌ویژه در مورد گرما، پژوهش‌های اقلیم شهری نشان می‌دهد که ویژگی‌های کالبدی، مصالح و الگوی استفاده از زمین می‌تواند به شکل‌گیری و تشدید جزیره گرمایی شهری منجر شود و درنتیجه، تجربه گرمای شدید در محله‌های متراکم تشدید گردد (Oke, 1982). از منظر سلامت و مدیریت ریسک نیز تأکید شده است که آثار منفی گرما قابل پیش‌بینی و تا حد زیادی قابل پیشگیری است، به شرط آنکه برنامه‌های آمادگی و مدیریت ریسک گرما در سطح محلی و بین‌بخشی طراحی و اجرا شود (WHO, 2024). همچنین در زمینه سیلاب، پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییر در الگوهای بارش و هم‌زمان تشدید مواجهه و آسیب‌پذیری در شهرها می‌تواند ریسک سیلاب را در بسیاری از مناطق افزایش دهد و نیازمند رویکردهای پیشگیرانه و سازگارانه است (Kundzewicz et al., 2014). بنابراین، تأکید هم‌زمان بر سیلاب و گرما در چهارچوب تاب‌آوری، امکان صورت‌بندی دقیق‌تری از آمادگی و نقاط اولویت‌دار مداخله در مقیاس محله را فراهم می‌سازد.

ادبیات تاب‌آوری شهری در سال‌های اخیر از توصیف‌های کلی به سمت چهارچوب‌های کاربردی برای سنجش و تصمیم‌سازی حرکت کرده است. یک محور پررنگ در این تحول، قابل‌سنجش کردن تاب‌آوری ازطریق مجموعه‌ای از شاخص‌ها و نمایه‌ها است تا مدیریت شهری بتواند نقاط ضعف را شناسایی و منابع را هدفمند تخصیص دهد. در این زمینه، رویکردهای سنجه محور نشان داده‌اند که می‌توان تاب‌آوری را با اتکا به نشانگرهای اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی و محیطی در مقیاس مکانی (مانند محله یا واحدهای شهری) اندازه‌گیری و مقایسه کرد و آن را به زبان سیاست عمومی ترجمه نمود (Cutter et al., 2014).

در کنار این رویکردهای کمی، ادبیات جهانی بر نیاز به نگاه سیستمی و شبکه‌ای تأکید دارد؛ به این معنا که تاب‌آوری محصول عملکرد یک جزء منفرد نیست، بلکه از تعامل میان زیرساخت‌ها، حکمرانی، خدمات و ظرفیت‌های اجتماعی پدید می‌آید. به همین منظور، چهارچوب‌ها و ابزارهای اجرایی مانند City Resilience Index تلاش کرده‌اند اجزای تاب‌آوری را در قالب حوزه‌ها و شاخص‌های چندبعدی صورت‌بندی کنند تا شهرها بتوانند در یک فرایند ارزیابی، نقاط آسیب‌پذیر و اولویت‌های سرمایه‌گذاری را مشخص کنند (Arup, 2017).

از سوی دیگر، تمرکز بر نابرابری اجتماعی–فضایی در تاب‌آوری بسیار بااهمیت است. بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که خطر اقلیمی لزوماً به‌طور برابر توزیع نمی‌شود و حتی در صورت برابری خطر، آسیب‌پذیری و توان سازگاری در محله‌های مختلف متفاوت است؛ به‌ویژه در محلات محروم، به دلیل کیفیت پایین مسکن، کمبود زیرساخت و کاهش دسترسی به خدمات، شوک‌های اقلیمی سریع‌تر به بحران معیشتی و سلامت تبدیل می‌شوند. مطالعات درباره شهرهای جنوب جهانی و بافت‌های غیررسمی تأکید می‌کنند که ارتقای تاب‌آوری بدون بهسازی زیرساختی و بدون توجه به فقر و نابرابری، معمولاً به نتایج ناپایدار یا ناعادلانه منجر می‌شود (Dodman et al., 2019; Satterthwaite et al., 2020).

محور کلیدی دیگر در ادبیات، عبور از نگاه تک‌خطره و توجه به چندخطره بودن شهرها است. پژوهش‌های مروری نشان می‌دهند که در محیط‌های شهری، خطرها می‌توانند هم‌زمان رخ دهند یا به‌صورت زنجیره‌ای و تشدیدکننده به یکدیگر دامن بزنند و از این طریق، فشار مضاعف بر خدمات و زیرساخت‌ها وارد کنند؛ بنابراین، سنجش تاب‌آوری نیازمند در نظر گرفتن رابطه مخاطرات و مسیرهای انتقال آسیب است (Gallina et al., 2016; Kappes et al., 2012).

در این چهارچوب، سیلاب و موج گرما به‌عنوان دو تنش اقلیمی پرتکرار و پرهزینه در شهرها، در کانون توجه قرار گرفته‌اند؛ یکی از منظر اختلال در دسترسی، آسیب به دارایی و فشار بر زیرساخت‌های زهکشی و فاضلاب، و دیگری از منظر سلامت، بهره‌وری و زیست‌پذیری. ادبیات نشان می‌دهد که در محلات متراکم و کم‌برخوردار، هم ظرفیت سازگاری کمتر است و هم بازیابی کندتر، چون خانوارها و مدیریت محلی منابع و پشتیبان‌های محدودتری دارند. بنابراین، ترکیب نگاه اجتماعی–فضایی با سنجش شاخصی، برای شناسایی نقاط اولویت‌دار و جلوگیری از تشدید بحران در بافت‌های ناکارآمد ضروری است؛ از منظر سیاست‌گذاری و اجرا نیز ادبیات بین‌المللی بر حکمرانی ریسک و سرمایه‌گذاری پیشگیرانه تأکید می‌کند و برنامه‌های مدیریت شهری را به سمت شناخت ریسک، تقویت سازوکارهای هماهنگی نهادی و سرمایه‌گذاری برای کاهش ریسک و آمادگی هدایت می‌نماید (UNDRR, 2019; UNDRR, 2022). به‌صورت هم‌زمان، گزارش‌های جدید درباره شهرها و اقلیم نیز بر این نکته تأکید دارند که سهم بالاتر اشتغال و سکونت غیررسمی و شکاف خدمات، آسیب‌پذیری اقلیمی را افزایش می‌دهد(UN-Habitat, 2023).

رویکردها و الگوهای ارزیابی تاب‌آوری شهری در بافت‌های ناکارآمد

الگوهای ارزیابی تاب‌آوری در ادبیات، به‌طور عملی از یکدست دیدن شهر فاصله گرفته و به سمت سنجش محله‌محور و سامانه‌ای رفته است؛ یعنی تاب‌آوری نه‌فقط نتیجه کارکرد یک زیرساخت، بلکه برآیند تعامل زیرساخت‌های به‌هم‌پیوسته، توان اجتماعی و کیفیت حکمرانی در برابر تنش‌ها است. به همین دلیل، چهارچوب‌های ارزیابی امروز معمولاً از مجموعه‌ای از حوزه‌ها (زیرساخت و خدمات، محیط و اکوسیستم شهری، اقتصاد و معیشت، جامعه و سرمایه اجتماعی، حکمرانی و ظرفیت نهادی) استفاده می‌کنند و خروجی را به شکل تشخیص نقاط ضعف/قوت و اولویت‌گذاری مداخله ارائه می‌دهند (Arup, 2017; UNDRR, 2017).

در سطح روش‌شناختی، الگوهای ارزیابی تاب‌آوری را می‌توان در یک طیف از شاخص‌محور تا فرایندمحور و مشارکتی قرار داد. الگوهای شاخص‌محور با تعریف مجموعه‌ای از شاخص‌ها و ترکیب آن‌ها به یک نمایه، امکان مقایسه محله‌ها و پایش تغییرات را فراهم می‌کنند (Cutter et al., 2014; HVRI, 2025). در مقابل، الگوهای فرایندمحور مانند City Resilience Profiling Tool، بیشتر بر شناسایی روابط علّی، سنجش چندبخشی و گفت‌وگو با ذی‌نفعان تأکید دارند تا چرایی ضعف تاب‌آوری روشن شود و از تقلیل آن به یک عدد واحد جلوگیری شود (UN-Habitat, 2018). در بافت‌های ناکارآمد، ادبیات بر این نکته تأکید دارد که الگوهای تاب‌آوری باید حساس به فقر زیرساختی و نابرابری اجتماعی–فضایی باشند؛ چون در این پهنه‌ها، ریسک از هم‌پوشانی خطر با مواجهه بالا و ظرفیت سازگاری پایین تولید می‌شود. مرورهای مرتبط با سکونتگاه‌های غیررسمی نشان می‌دهند که ضعف خدمات پایه (آب، فاضلاب، زهکشی، دسترسی اضطراری)، کیفیت پایین مسکن و ناامنی دسترسی به منابع، تاب‌آوری را در برابر هم سیلاب و هم گرما به‌طور ساختاری تضعیف می‌کند؛ درنتیجه، معیارهای ارزیابی باید به‌طور صریح خدمات پایه و ارتقای محله را در کنار شاخص‌های اجتماعی و نهادی بگنجانند (Satterthwaite et al., 2020; UN-Habitat, 2018).

از منظر الگوهای تاب‌آوری، یک دسته‌بندی کاربردی برای بافت‌های ناکارآمد، تفکیک میان تاب‌آوری مهندسی/زیرساختی و تاب‌آوری اجتماعی–نهادی است؛ با این تأکید که در محله‌های محروم، این دو از هم جدا نیستند و شکست در یکی، دیگری را هم تضعیف می‌کند. برای نمونه، در الگوهای مهندسی، معیارهایی مانند استحکام و تداوم خدمت‌رسانی، افزونگی، قابلیت انعطاف و سرعت بازیابی خدمات برجسته می‌شود و در سطح محله به‌صورت شاخص‌هایی مانند پیوستگی شبکه معابر، کارایی زهکشی، تاب‌آوری شبکه برق و آب و دسترسی به خدمات حیاتی عملیاتی می‌شود (Arup, 2017; Bruneau et al., 2003). در الگوهای اجتماعی–نهادی، معیارهایی مانند سرمایه اجتماعی، اعتماد و همیاری، ظرفیت یادگیری، مشارکت و هماهنگی بین‌دستگاهی و نیز دسترسی عادلانه به خدمات، به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی مطرح می‌شوند که برای بافت‌های ناکارآمد تعیین‌کننده هستند (Cutter et al., 2014; UNDRR, 2017).

در امتداد رویکردهای شاخص‌محور و محله مقیاس، چهارچوب مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری به‌عنوان یکی از پرکاربردترین و منسجم‌ترین چهارچوب‌های مفهومی برای سنجش تاب‌آوری و آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطرات اقلیمی مطرح شده است. این چهارچوب با تفکیک تحلیلی میان شدت مواجهه مکانی با خطر، ویژگی‌های جمعیتی–کالبدی مؤثر بر حساسیت، و توان سازگاری اجتماعی، زیرساختی و نهادی، امکان ترکیب منظم شاخص‌های ناهمگن و تولید نمایه‌های قابل‌مقایسه فضایی را فراهم می‌کند (IPCC, 2014; Cutter et al., 2014). مزیت اصلی ESA در مطالعات محله‌محور آن است که بدون تقلیل تاب‌آوری به یک بعد فنی یا اجتماعی، منطق تولید ریسک را به‌صورت شفاف نشان می‌دهد؛ به‌ویژه در بافت‌های کم‌برخوردار که ریسک نه صرفاً از شدت خطر، بلکه از هم‌زمانی مواجهه بالا، حساسیت اجتماعی و ضعف ظرفیت سازگاری شکل می‌گیرد (Satterthwaite et al., 2020; UNDRR, 2017). بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از این چهارچوب، علاوه بر افزایش شفافیت مفهومی، قابلیت عملیاتی‌سازی در GIS و پشتیبانی از اولویت‌بندی مداخله‌های سیاستی در مقیاس محله را تقویت می‌کند (Bixler et al., 2021; Yu et al., 2021).

در حوزه سیلاب، ادبیات ارزیابی تاب‌آوری بیشتر به بررسی معیارهای کاهش رواناب، کاهش آب‌گرفتگی، حفظ کارکرد زیرساخت و کاهش خسارت متمرکز است و در سال‌های اخیر نقش زیرساخت سبز و راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت به‌عنوان بخشی از معیارهای سنجش پررنگ‌تر شده است. مرورهای جدید نشان می‌دهند که ارزیابی تاب‌آوری سیلاب در شهرها، علاوه بر ظرفیت زهکشی و مدیریت آب سطحی، باید شاخص‌هایی مانند نفوذپذیری سطح، پیوستگی فضاهای باز/مسیرهای تخلیه آب، نگهداشت شبکه، و نیز توان اجرای راهکارهای سبز–آبی را در بربگیرد (Khodadad et al., 2023). بنابراین، در بافت ناکارآمد، معیارهای کالبدی (کیفیت روسازی و شیب‌بندی، گلوگاه‌های زهکشی، برگشت فاضلاب، دسترسی اضطراری) باید هم‌زمان با معیارهای نهادی (بودجه نگهداشت، سازوکار پاسخ محلی، سازوکار هشدار و هماهنگی) سنجیده شود (UNDRR, 2015, 2017).

در حوزه افزایش دما و موج‌های گرما، بدنه پژوهش‌ها عمدتاً بر ارزیابی آسیب‌پذیری/ ریسک گرما در مقیاس محله تمرکز دارد و نشان می‌دهد که نتایج وقتی برای اقدام شهری قابل‌استفاده می‌شوند که مؤلفه‌های مواجهه محیطی (مثل شاخص‌های مبتنی بر سنجش‌ازدور و محیط ساخته‌شده) با مؤلفه‌های حساسیت جمعیتی و ظرفیت سازگاری اجتماعی–اقتصادی ترکیب شوند. یک مرور نظام‌مند از سنجه‌ها و روش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری گرما نشان می‌دهد که باوجود هم‌گرایی کلی بر سه خوشه مواجهه، حساسیت و سازگاری، در انتخاب و پردازش شاخص‌ها ناهمگونی زیادی وجود دارد و همین موضوع مقایسه‌پذیری و قابلیت تعمیم‌یافته‌ها میان شهرها را کاهش می‌دهد (Qian & Liu, 2025).

مرور ادبیات نظری موجود، چندین خلأ اصلی در پیشینه را برجسته می‌کند؛ نخست، بخش قابل‌توجهی از پژوهش‌ها یا بر سیلاب و یا بر گرما متمرکز بوده‌اند و کمتر به سنجش یکپارچه تاب‌آوری در برابر دو تنش اقلیمی در یک چهارچوب واحد پرداخته شده است؛ درحالی‌که ادبیات سیلاب بر ضرورت سنجش چندبعدی و تصمیم‌ساز تأکید دارد و ادبیات گرما نیز از ناهمگونی سنجه‌ها و نیاز به ترکیب اجتماعی–فضایی سخن می‌گوید (Abenayake et al., 2023; Qian & Liu, 2025). دوم، در مطالعات محله‌محورِ سکونتگاه‌های محروم، شواهد روشنی از شکاف تاب‌آوری میان بافت رسمی و ناکارآمد وجود دارد، اما انتقال این یافته‌ها به شهرهای جنوب ایران و بافت‌های ناکارآمد با زمینه خاص زیرساختی و شرایط معیشتی متفاوت، کمتر به‌صورت موردپژوهی دقیق انجام شده است (Jamshed et al., 2023; Shukla et al., 2025c). سوم، بخشی از مطالعات شاخص‌محور، با وجود ارائه رتبه‌بندی، در تبیین سازوکارهای نهادی و آمادگی (هماهنگی، نگهداشت، سازوکار هشدار و پاسخ محلی) ضعیف‌اند؛ درحالی‌که برای آبادان و بافت‌های ناکارآمد آن، هم‌زمانی ضعف زیرساخت و آسیب‌پذیری اجتماعی، مستلزم یک ارزیابی اجتماعی–فضایی است که بتواند آمادگی محله‌ای را در کنار شاخص‌های مکانی و زیرساختی صورت‌بندی کند و خروجی را به اولویت‌های مداخله شهری تبدیل نماید (Gao et al., 2025; Wolf et al., 2014). بر این مبنا، پژوهش حاضر با تمرکز بر بافت‌های ناکارآمد آبادان و سنجش تنش اقلیمی سیلاب و گرما در یک چهارچوب اجتماعی–فضایی، به‌صورت مستقیم

در پاسخ به این خلأها کوشیده است.

روش‌شناسی پژوهش

محدوده موردمطالعه

شهر آبادان، در جنوب غربی کشور ایران و در امتداد رودخانه‌های اروندرود و بهمنشیر در استان خوزستان واقع شده است. وسعت بافت‌های ناکارآمد این شهر بر اساس گزارش شرکت بازآفرینی شهری ایران، معادل ۱۵۴۸ هکتار (نزدیک به ۳۰ درصد از محدوده شهر آبادان) است که بخش عمده‌ای از آن در شمال شهر و حاشیه رودخانه بهمنشیر متمرکز است (Urban Regeneration Corporation of Iran, 2021). این شهر دارای سه نوع پهنه سکونتگاه غیررسمی، بافت فرسوده و بافت تاریخی مصوب است که در این مطالعه تنها محدوده‌های بافت فرسوده و غیررسمی این شهر به دلیل وضعیت نامطلوب این مناطق به‌عنوان بافت ناکارآمد شهری موردمطالعه قرار گرفته‌اند (شکل ۱). این محدوده‌ها شامل ۱۰ محله با عنوان سلیج غربی و شرقی، فیه، کوی‌ملت، کوی قدس، سده، جمشیدآباد، کفیشه، ذوالفقاری، قایم و شطیط هستند و به دو دسته بافت‌های شهری و شهری–روستایی تقسیم می‌شوند. بافت‌های شهری عمدتاً با مشکلاتی همچون مقاومت پایین ابنیه، ریزدانگی و فقدان خدمات روبه‌رو هستند، درحالی‌که بافت‌های شهری–روستایی همچون شطیط و سلیج، به دلیل حفظ کاربری‌های زراعی و گسستگی کالبدی با شهر، ماهیتی متفاوت و چالش‌برانگیز دارند.

شکل ۱. محدوده بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان، مأخذ: Urban Regeneration Corporation of Iran, 2021

آبادان به دلیل موقعیت جغرافیایی خود در جنوب غرب ایران و نزدیکی به عرض‌های پایین، تحت تأثیر اقلیم بسیار گرم و مرطوب قرار دارد و از گرم‌ترین شهرهای کشور به شمار می‌آید. در تابستان، دما بارها از ۵۰ درجه فراتر می‌رود و رطوبت بالا شاخص دمای مؤثر را به حدی می‌رساند که شرایط برای زیست انسانی دشوار و گاه بحرانی می‌شود. این وضعیت برای ساکنان بافت‌های فرسوده که از زیرساخت‌های ناکافی و تهویه نامناسب برخوردارند، به یک بحران محیطی و اجتماعی تبدیل شده و موجب افزایش بیماری‌های مرتبط با گرما و کاهش تاب‌آوری اجتماعی می‌گردد. علاوه بر گرمای شدید، موقعیت هیدروژئومورفولوژیک آبادان نیز آن را در معرض خطر سیلاب قرار می‌دهد. قرارگیری شهر میان دو رودخانه کارون و بهمنشیر و ارتفاع و شیب بسیار کم، باعث می‌شود در زمان طغیان رودخانه‌ها یا بارش‌های شدید –که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی تشدید شده‌اند– احتمال بروز سیلاب افزایش یابد. فرسودگی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و فاضلاب نیز آب‌گرفتگی معابر و واحدهای مسکونی را تشدید کرده و خسارات مالی و گاه جانی به همراه دارد. این شرایط، آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی شهر را افزایش می‌دهد و تاب‌آوری آن را کاهش می‌دهد.

هم‌زمانی گرمای شدید و خطر سیلاب، آبادان را به نمونه‌ای از شهرهای با ریسک چندگانه اقلیمی تبدیل کرده است؛ امری که نیاز به تقویت رویکردهای تاب‌آوری شهری را دوچندان می‌کند. پس از جنگ تحمیلی نیز با گسترش کالبدی شهر، ناکارآمدی

زیرساخت‌ها، کمبود خدمات و افت کیفیت مسکن بیشتر شده و مهاجرت معکوس و تمرکز اقشار کم‌درآمد در بافت‌های قدیمی، پیچیدگی‌های اجتماعی را افزایش داده است. در کنار این مسائل، شکاف عمیق خدماتی میان محلات شرکت نفت و سایر مناطق شهر، نشان‌دهنده نابرابری فضایی و گسیختگی ساختاری در آبادان است.

چهارچوب سنجش تاب‌آوری

در مطالعات اخیر تاب‌آوری شهری، رویکردها از توصیف‌های کیفی به سمت چهارچوب‌های تحلیلی و شاخص‌محور تغییر جهت داده‌اند که امکان سنجش فضایی، مقایسه محلات و اولویت‌بندی مداخلات را فراهم می‌کنند. در این میان، چهارچوب مفهومی ESA (مشتمل بر سه مؤلفه: مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری) که ریشه در ادبیات آسیب‌پذیری و گزارش‌های هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم دارد، به‌عنوان یکی از کارآمدترین مدل‌ها برای ارزیابی تاب‌آوری در برابر مخاطرات اقلیمی نظیر سیل و امواج گرما شناخته می‌شود (IPCC, 2014; Cutter et al., 2014). بر اساس این چهارچوب، تاب‌آوری نه یک متغیر مستقل، بلکه برآیند تعامل میان شدت مواجهه با مخاطره، میزان استعداد ذاتی سیستم برای آسیب و توانایی‌های سیستم برای پاسخ و بازگشت به تعادل است (Yu et al., 2021). در این مدل، مواجهه به میزان تماس فیزیکی و مکانی عناصر شهری با مخاطرات (مانند پهنه‌های سیل‌گیر یا جزایر حرارتی) اشاره دارد. حساسیت بیانگر ویژگی‌های درونی کالبدی، اجتماعی و اقتصادی (مانند بافت فرسوده یا جمعیت سالمند) است که شدت اثرگذاری مخاطره را بدون در نظر گرفتن ظرفیت‌های بیرونی تعیین می‌کند. در مقابل، ظرفیت سازگاری به منابع، دسترسی‌ها و توانمندی‌هایی (نظیر سطح درآمد، دسترسی به خدمات درمانی و کیفیت زیرساخت‌ها) اطلاق می‌شود که به سیستم شهری اجازه می‌دهد تا با مخاطره سازگار شده و خسارات را تعدیل نماید (Bixler et al., 2021). مزیت اصلی این رویکرد در مطالعات شهری، قابلیت آن در تفکیک مؤلفه‌های سازنده خطر و ارائه تصویری روشن از نقاط قوت و ضعف هر محله برای تدوین سناریوهای مدیریتی است.

در این پژوهش، سنجش تاب‌آوری شهر آبادان بر پایه یک رویکرد شاخص‌محور و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی عملیاتی شده است. بدین منظور، ابتدا مجموعه شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری در ابعاد مختلف مبتنی بر پیشینه پژوهش‌های موجود و نیز اسناد، شناسایی و بر اساس منطق مفهومی مدل ESA در سه دسته تفکیک شدند. جهت تعیین اهمیت نسبی هر شاخص، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP استفاده گردید تا وزن نهایی شاخص‌ها بر اساس نظرات خبرگان استخراج شود. در مرحله پردازش فضایی، تمامی لایه‌های اطلاعاتی به فرمت رستری تبدیل و جهت هم‌مقیاس‌سازی، در یک بازه استاندارد ۱ تا ۵ طبقه‌بندی شدند؛ به‌گونه‌ای که عدد ۵ بیانگر بیشترین شدت در شاخص باتوجه‌به جهت آن مطابق جدول شاخص‌های مربوطه است. در گام نهایی، جهت ترکیب لایه‌ها و تولید نقشه نهایی تاب‌آوری، از تکنیک روی‌هم‌گذاری وزنی[2] با استفاده از ابزار Raster Calculator استفاده شد. فرمول نهایی محاسبه شاخص ترکیبی تاب‌آوری در این پژوهش به‌صورت رابطه (۱) تعریف شده است:

$$\text{Resilience Index} = W_E*(E) + W_S*(S) + W_{AC}*(AC)$$

که در آن، E، S و AC به ترتیب بیانگر امتیاز استانداردشده لایه‌های مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری هستند و W وزن‌های حاصل از مدل AHP برای هر بعد را نشان می‌دهد. خروجی این مدل، نقشه‌ای پیوسته از وضعیت تاب‌آوری در سطح محلات شهر آبادان ارائه می‌دهد که مبنای تحلیل‌های بعدی قرار گرفته است.

جدول ۱. چهارچوب عملیاتی پژوهش

دسته	ردیف	شاخص	جهت	واحد	منبع گردآوری اطلاعات	منبع
مواجهه	۱	تراکم ساختمانی	–	درصد	اطلاعات به‌دست‌آمده از نقشه‌برداری سال ۱۴۰۲	(Dehghani et al., 2023; Parizi et al., 2024)
	۲	سطح اشغال	–	درصد		(Mabrouk et al., 2024; Robert et al., 2023)

2. Weighted Overlay

دسته	ردیف	شاخص	جهت	واحد	منبع گردآوری اطلاعات	منبع
	۳	تراکم جمعیتی	−	نفر در هکتار	اطلاعات بلوک آماری سال ۱۳۹۵	(Dehghani et al., 2023; Robert et al., 2023)
	۴	تراکم کرنل تعداد واحد مسکونی	−	هکتار		(Parizi et al., 2024)
	۵	تراکم کرنل قطعات مسکونی ریزدانه زیر ۱۰۰ مترمربع	−	هکتار	اطلاعات به‌دست‌آمده از نقشه‌برداری سال ۱۴۰۲	(Zhao et al., 2023)
	۶	فاصله از بستر رودخانه و مسیل	+	متر	نقشه بستر استعلامی از شرکت آب منطقه‌ای استان خوزستان	(Anaraki & Manshour, 2025)
	۷	شیب زمین	+	درصد	نقشه USGS	(Chen et al., 2022)
	۸	توپوگرافی زمین	−	متر		
	۹	متوسط دمای سطح (LST)	−	سانتی‌گراد	ماهواره Landsat با دقت ۳۰ متر	(Han, 2023; Li et al., 2025; Z. Wang et al., 2025)
حساسیت	۱۰	تعداد طبقات	−	طبقه	برداشت میدانی ویژگی‌های کالبدی	(Castaño-Rosa et al., 2022; Rędzińska & Piotrkowska, 2020)
	۱۱	کیفیت ابنیه	+	فاقد واحد		(Castaño-Rosa et al., 2022; Haghighi Fard & Doratli, 2022)
	۱۲	قدمت ابنیه	+	فاقد واحد		(Hewitt et al., 2019; Rędzińska & Piotrkowska, 2020)
	۱۳	نما ابنیه	+	فاقد واحد		(Rędzińska & Piotrkowska, 2020)
	۱۴	تراکم معابر با کیفیت نامطلوب	+	هکتار		(Roosta et al., 2021; Sádaba et al., 2024)
	۱۵	تراکم معابر با سطح دسترسی پایین به شبکه جمع‌آوری آب سطحی	+	هکتار		(Prasad et al., 2022; Sádaba et al., 2024)
	۱۶	تراکم کرنل معابر با عرض کمتر از ۸ متر	−	هکتار	نقشه‌های OSM و برداشت میدانی خدمات	(Sádaba et al., 2024; Vahidi Borji et al., 2025)
	۱۷	تراکم کرنل خانوار در واحد مسکونی بالا ۱	−	هکتار	اطلاعات بلوک آماری سال ۱۳۹۵	(Cutter, 1996; Flanagan et al., 2011)
	۱۸	بعد خانوار	−	نفر در خانوار		(Cutter, 1996)
	۱۹	توزیع جمعیت آسیب‌پذیر کمتر از ۱۵ سال و بیشتر از ۶۵ سال	−	نفر		(S. L. Cutter et al., 2008, 2014)
	۲۰	توزیع جمعیت مهاجر	−	نفر		(Tate, 2012)
	۲۱	نسبت مسکن استیجاری	−	درصد		(Blackwell & Bengtsson, 2023; Ouazad, 2020)
	۲۲	نرخ بیکاری	−	درصد		(Cutter, 1996; Flanagan et al., 2011)
	۲۳	بار تکفل	−	نفر		(Cutter, 1996; Tate, 2012)
	۲۴	سطح پوشش گیاهی (شاخص NDVI)	+	فاقد واحد	ماهواره Sentinel با دقت ۱۰ متر	(Dobrzańska et al., 2022; Ju et al., 2024)
ظرفیت سازگاری	۲۵	ضریب جینی اختلاط کاربری	−	فاقد واحد	برداشت میدانی ویژگی‌های کالبدی	(Cervero & Kockelman, 1997; Sharifi, 2019)
	۲۶	دسترسی به خدمات آموزشی	−	متر	نقشه‌های OSM و برداشت میدانی خدمات	(Norris et al., 2008; Tate, 2012)
	۲۷	دسترسی به خدمات ورزشی	−	متر		(Allegri & Vettori, 2018; L. Wang et al., 2024)
	۲۸	دسترسی به خدمات آتش‌نشانی	−	متر		(Burton, 2015; Sharifi & Yamagata, 2016)

دسته	ردیف	شاخص	جهت	واحد	منبع گردآوری اطلاعات	منبع
	۲۹	دسترسی به خدمات فرهنگی	−	متر		(Koliou et al., 2018; Norris et al., 2008)
	۳۰	دسترسی به خدمات بهداشتی−درمانی	−	متر		(Aldrich & Meyer, 2015; Koliou et al., 2018)
	۳۱	نرخ باسوادی	+	درصد	اطلاعات بلوک آماری سال ۱۳۹۵	(Cutter et al., 2014; Tate, 2012)
	۳۲	نرخ مشارکت اقتصادی	+	درصد		(Briguglio et al., 2009; Martin & Sunley, 2015)
	۳۳	متوسط قیمت مسکن	−	میلیون تومان	استعلام قیمت از سایت دیوار و مشاورین املاک	(Forrest & Yip, 2012; Pendall et al., 2009)
	۳۴	وجود سوابق توسعه‌ای	+	کیفی	بازدید میدانی از محلات	(Meerow et al., 2016; Pendall et al., 2009)
	۳۵	سطح آگاهی عمومی از سوانح و حوادث	+	کیفی	پرسش‌نامه ساکنین	(Davoudi et al., 2012; Paton & Johnston, 2001)
	۳۶	سطح مشارکت اجتماعی	+	کیفی		(Aldrich, 2012; Paton & Johnston, 2001)

به‌منظور گردآوری اطلاعات در این مطالعه و اندازه‌گیری ۳۶ شاخص تعریف‌شده در چهارچوب ESA، از رویکردی چندگانه شامل منابع اسنادی، پایگاه‌های داده مکانی و برداشت‌های میدانی استفاده شده است. داده‌های پایه جمعیتی و اجتماعی از اطلاعات بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران و لایه‌های پایه کالبدی از نقشه‌برداری‌های سال ۱۴۰۲ استخراج گردیدند. جهت تحلیل شاخص‌های محیطی، از تصاویر ماهواره‌ای پردازش‌شده در سامانه Google Earth Engine بهره گرفته شد؛ به‌طوری‌که شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI[3]) با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر از تصاویر ماهواره Sentinel-2 و شاخص دمای سطح زمین (LST[4]) با دقت ۳۰ متر از ماهواره Landsat محاسبه و استخراج شدند. همچنین، ویژگی‌های توپوگرافی و شیب زمین با استفاده از داده‌های پایگاه USGS و همچنین محدوده حریم و بستر هیدرولوژیکی رودخانه‌های بهمنشیر و کارون بر اساس نقشه‌های استعلامی از شرکت آب منطقه‌ای تعیین شد. علاوه بر منابع کتابخانه‌ای، بخش مهمی از داده‌های پژوهش ازطریق مطالعات میدانی گسترده در سال ۱۴۰۴ گردآوری شد؛ این مطالعات شامل برداشت‌های کالبدی (نظیر کیفیت ابنیه و عرض معابر)، پایش آگهی‌های فضای مجازی توأم با استعلام از مشاورین املاک جهت برآورد دقیق متوسط قیمت مسکن در سطح محلات و همچنین انجام مصاحبه‌های باز و تکمیل پرسش‌نامه از ساکنین (تکمیل نزدیک به ۱۵۰ پرسش‌نامه در محله‌های ناکارآمد) جهت سنجش متغیرهای کیفی وجود سوابق توسعه‌ای، مشارکت اجتماعی و آگاهی عمومی از سوانح و حوادث بوده است. به‌منظور سنجش کیفی شاخص‌های مربوط به مداخله مدیریت شهری، مشارکت اجتماعی و سطح آگاهی از مخاطرات از ساکنین درخواست شد نتیجه را به‌صورت طیف لیکرت ۱ تا ۹ امتیازدهی کنند تا ملاک تحلیل در سطح کل محله قرار گیرد.

با هدف تعیین درجه اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری محلات آبادان، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمؤلفه استفاده شد. باتوجه‌به ماهیت چندوجهی تاب‌آوری که نیازمند دانش تخصصی در حوزه‌های کالبدی، محیطی و مدیریتی است، فرایند وزن‌دهی با تشکیل پنل خبرگان متشکل از ۱۰ متخصص انجام گرفت. ترکیب این پنل تخصصی شامل ۴ کارشناس برنامه‌ریزی شهری، ۲ کارشناس برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱ کارشناس مدیریت شهری، ۱ کارشناس تغییرات اقلیمی، ۱ کارشناس تاب‌آوری و ۱ کارشناس هیدرولوژی بوده است. این توزیع تخصصی با هدف ایجاد تعادل میان جنبه‌های شهرسازی (تراکم، کاربری)، اقلیمی–هیدرولوژیکی (سیل، جزایر گرمایی) و مدیریتی (پاسخ‌گویی به بحران) صورت پذیرفت تا تعاملات پیچیده میان مؤلفه‌های مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری با نگاهی جامع

3. Normalize difference vegetation index
4. Land surface tempreture

و بین‌رشته‌ای سنجیده شود.

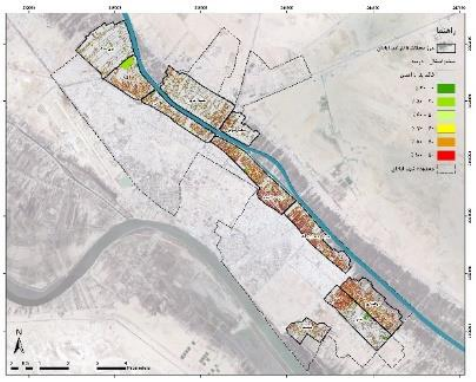
در فاز محاسباتی، ماتریس‌های مقایسه زوجی بر اساس قضاوت کارشناسان تشکیل و با استفاده از مقیاس ۹ درجه‌ای ساعتی ارزش‌گذاری شدند. جهت اطمینان از اعتبار ریاضی نظرات، نرخ ناسازگاری برای تمام ماتریس‌ها کنترل و مقادیر کمتر از ۰/۱ به‌عنوان مبنای صحت قضاوت‌ها تأیید گردید. فرایند استخراج وزن‌ها شامل محاسبه بردار ویژه برای هر ماتریس و سپس تلفیق وزن‌های حاصل از قضاوت‌های فردی با روش میانگین‌گیری بوده است تا ضمن تعدیل سوگیری‌های احتمالی هر تخصص، وزن نهایی برآیندی از خرد جمعی گروه باشد. درنهایت، وزن‌های استخراج‌شده برای تمامی زیرشاخص‌ها نرمال‌سازی شدند (مجموع برابر با ۱) تا به‌عنوان ضرایب اهمیت وزنی در فرمول نهایی شاخص تاب‌آوری و در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت هم‌پوشانی وزنی لایه‌های اطلاعاتی مورداستفاده قرار گیرند.

جدول ۲. پنل خبرگان تشکیل‌شده به‌منظور تعیین وزن شاخص‌ها

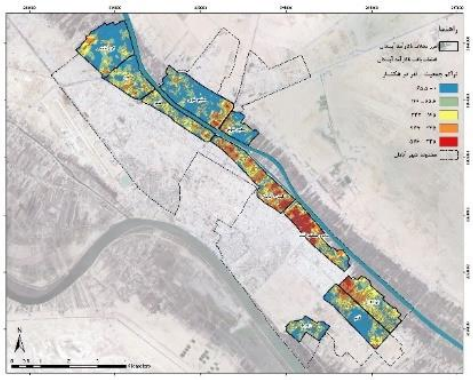
متخصصین	تعداد
کارشناس برنامه‌ریزی شهری	۴
کارشناس برنامه‌ریزی منطقه‌ای	۲
کارشناس مدیریت شهری	۱
کارشناس تغییرات اقلیمی	۱
کارشناس تاب‌آوری	۱
کارشناس هیدرولوژی	۱

در ادامه شاخص‌های اندازه‌گیری شده مبتنی بر چهارچوب عملیاتی پژوهش (جدول ۱) در شکل‌های ۲ و ۳ و ۴ و ردیف ۱ تا ۳۶ شاخص‌ها تهیه و ارائه شده است.

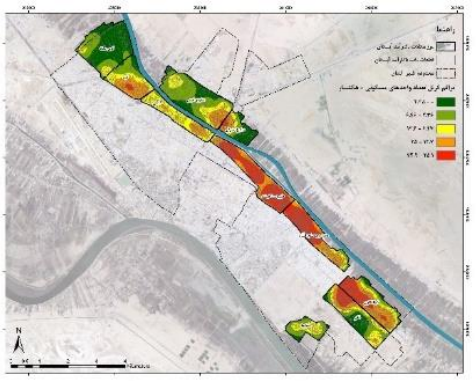
۱



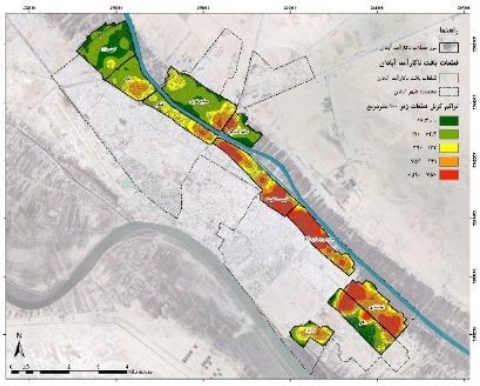
۲



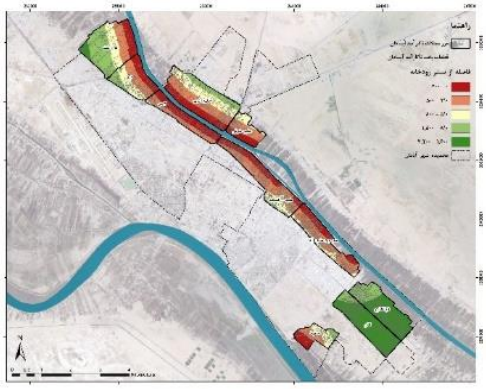
۳



۴

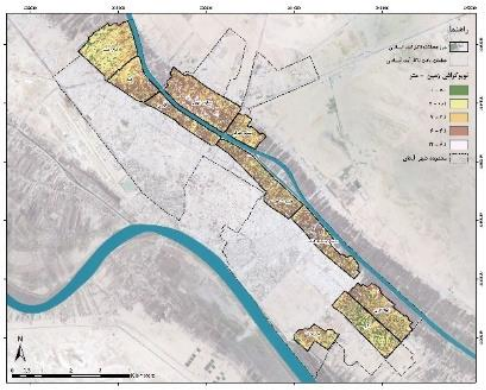


۵

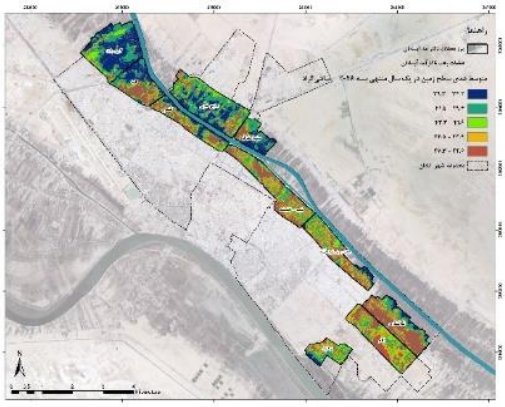


۶

۷



۸



۹

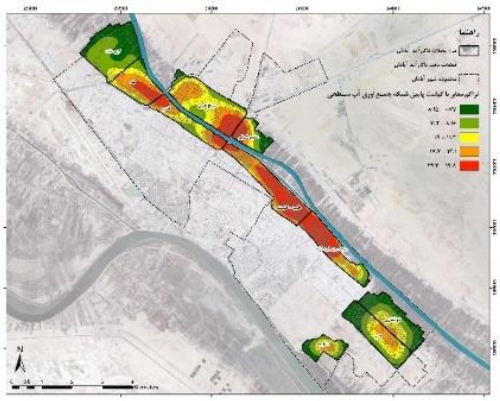
شکل ۲. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده مؤلفه مواجهه

۱۱

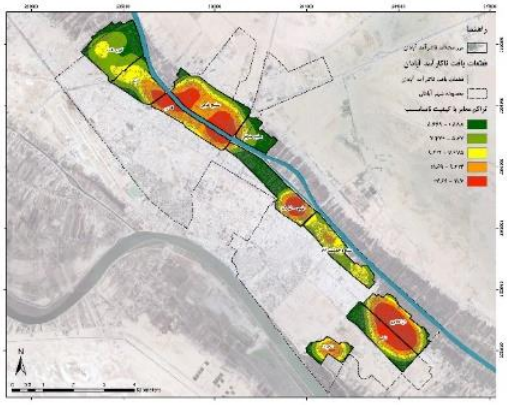
۱۰

۱۳

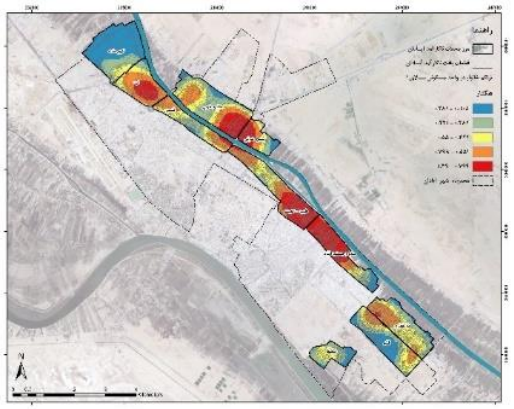
۱۲

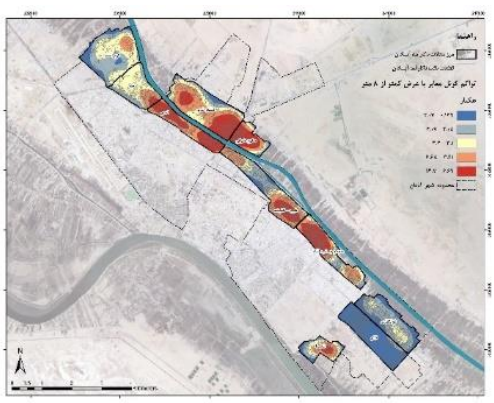


۱۵

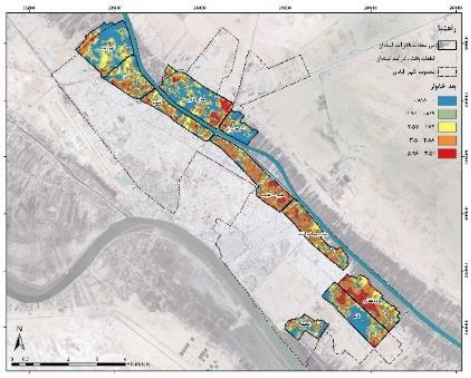


۱۴

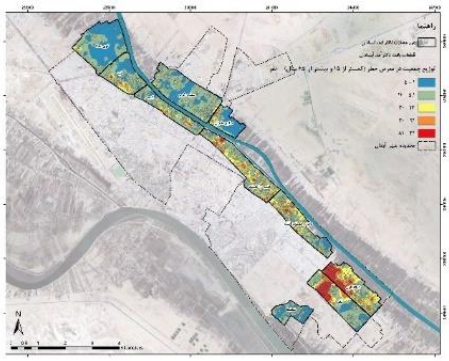




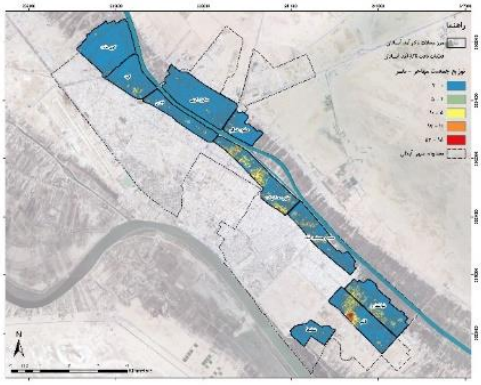
۱۶



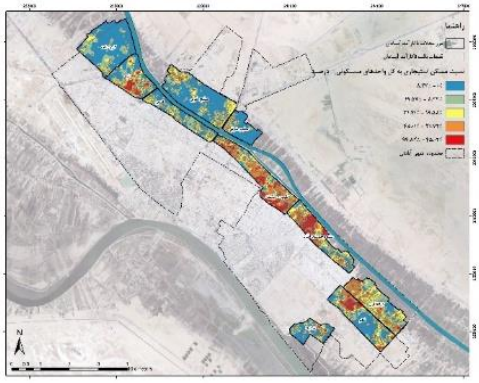
۱۷



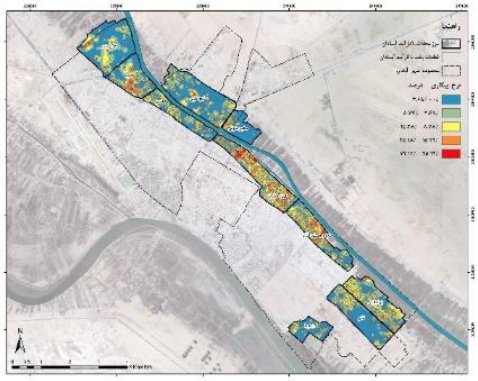
۱۸



۱۹



۲۰



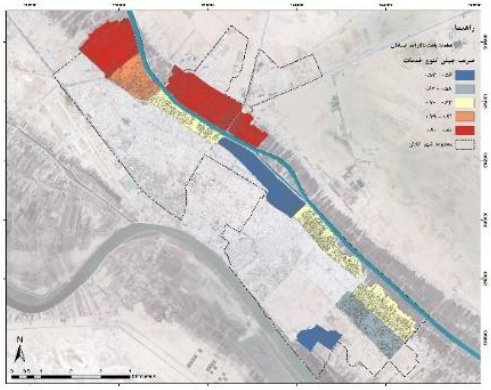
۲۱

۲۲

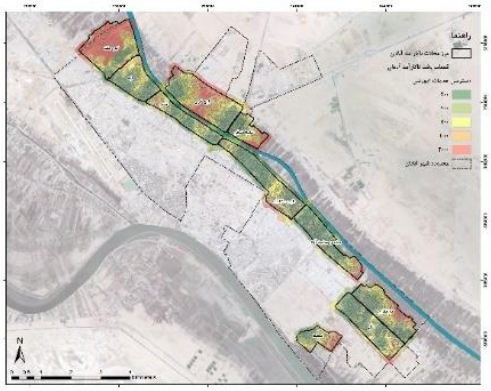
۲۳

۲۴

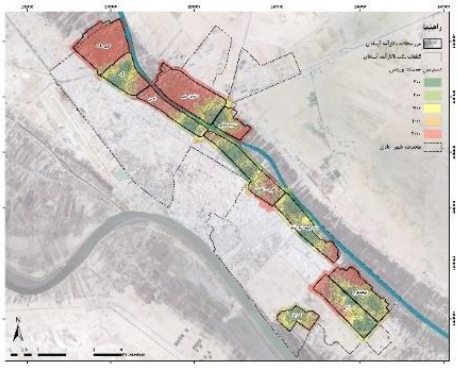
شکل ۳. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده مؤلفه حساسیت



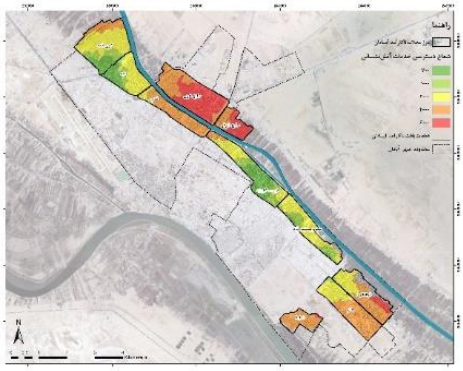
۲۵



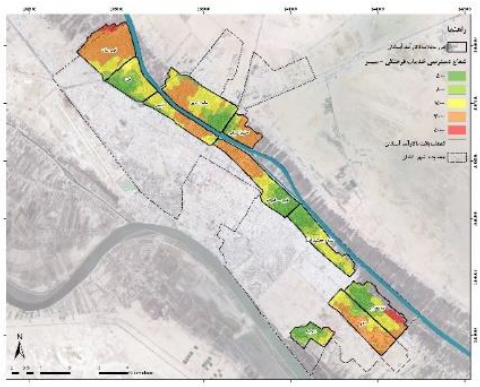
۲۶



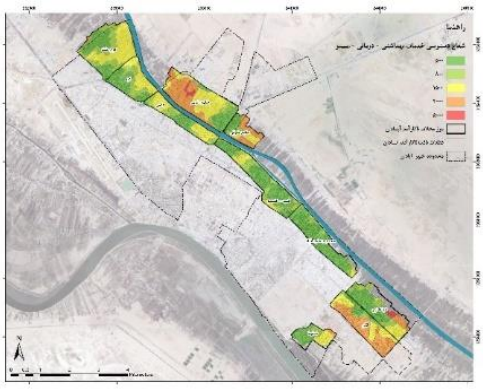
۲۷



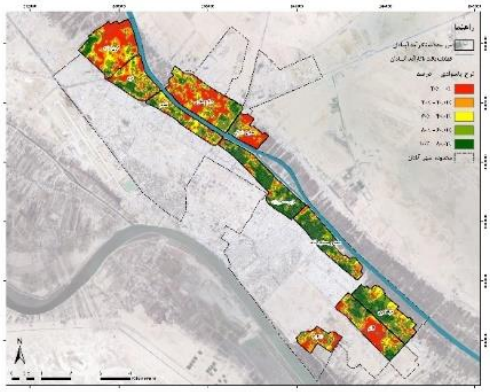
۲۸



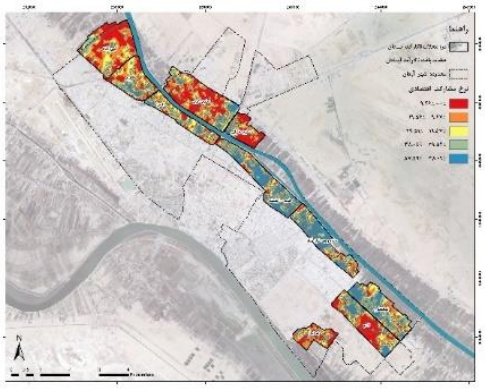
۲۹



۳۰

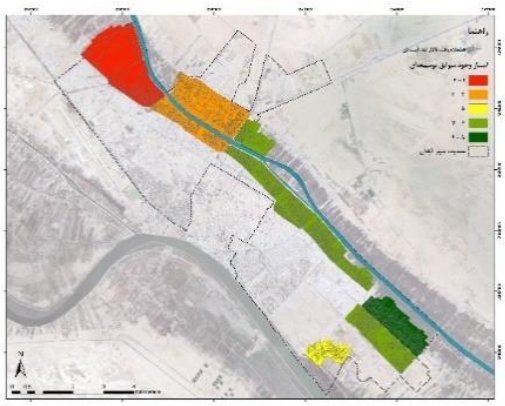


۳۱

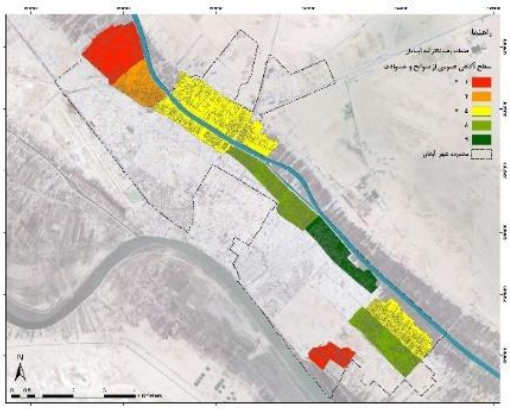


۳۲

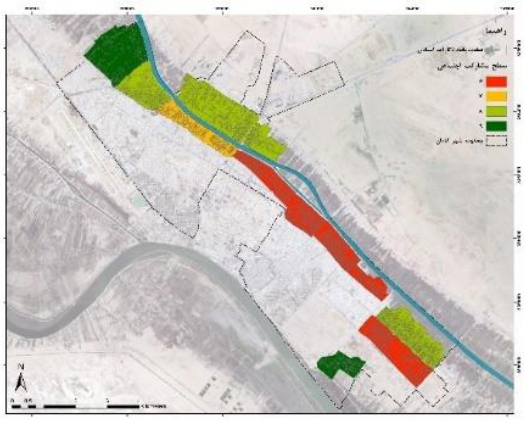
۳۳



۳۴



۳۵



۳۶

شکل ٤. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده مؤلفه ظرفیت سازگاری

با مشخص شدن و اندازه‌گیری شاخص‌های معرفی‌شده در چهارچوب عملیاتی پژوهش در این بخش ابتدا به تحلیل وزن و دسته‌بندی هر شاخص پرداخته شده است؛ با هدف روی هم‌گذاری لایه‌ها در هر دسته به‌منظور ارزیابی سطح تاب‌آوری محلات در گام اول هر شاخص مبتنی بر مقادیر به‌دست‌آمده آن‌ها در پنج دسته از امتیاز ۱ به معنای کمترین سطح تاب‌آوری تا ۵ به معنای بیشترین تاب‌آوری طبقه‌بندی شدند، مقادیر دسته‌های هر شاخص در جدول ۳ ارائه شده است. به‌علاوه در تحلیل وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP، الگوی توزیع اهمیت شاخص‌ها در سه مؤلفه ESA نشان می‌دهد که در شهر آبادان، سهم متغیرهای مرتبط با شرایط محیطی و زیرساخت‌های حیاتی نسبت به متغیرهای صرفاً کالبدی یا جمعیتی برجسته‌تر است. این موضوع بیانگر آن است که ساختار فضایی و عملکرد شبکه خدمات شهری، نقش تعیین‌کننده‌تری در تبیین تاب‌آوری محلات ایفا می‌کند.

در مؤلفه مواجهه، بیشترین وزن مربوط به شاخص متوسط دمای سطح (LST) با مقدار ۰/۰۵۵۴۷ است که نشان می‌دهد تنش حرارتی و جزیره گرمایی شهری، مهم‌ترین عامل در معرض بودن محلات آبادان محسوب می‌شود. پس‌ازآن تراکم جمعیتی (۰/۰۵۱۱۰) و تراکم ساختمانی (۰/۰۴۸۶۴) و توپوگرافی زمین (۰/۰۴۸۴۰) قرار دارند که بیانگر تأثیر هم‌زمان فشردگی کالبدی و ویژگی‌های طبیعی زمین در افزایش آسیب‌پذیری بالقوه است. در مقابل، کمترین وزن‌ها در این مؤلفه مربوط به سطح اشغال، تراکم کرنل تعداد واحد مسکونی و تراکم کرنل قطعات مسکونی ریزدانه زیر ۱۰۰ مترمربع (هرکدام ۰/۰۲۹۶۵) است که نشان می‌دهد اگرچه ریزدانگی و فشردگی قطعات مهم‌اند، اما در مقایسه با تنش حرارتی و تراکم جمعیت، نقش کمتری در تبیین در معرض بودن شهر دارند. این الگو نشان می‌دهد که در آبادان، مخاطرات اقلیمی به‌ویژه گرما، وزن تحلیلی بالاتری نسبت به شاخص‌های صرفاً ریخت‌شناختی دارند. در مؤلفه حساسیت، بیشترین وزن به تراکم معابر با سطح دسترسی پایین به شبکه جمع‌آوری آب سطحی (۰/۰۳۴۹۵) اختصاص دارد که نشان می‌دهد ضعف زیرساخت زهکشی و مدیریت رواناب، مهم‌ترین عامل

تشدید حساسیت بافت‌ها است. پس‌ازآن توزیع جمعیت آسیب‌پذیر کمتر از ۱۵ سال و بیشتر از ۶۵ سال (۰/۰۳۰۰۳)، سطح پوشش گیاهی (NDVI) (۰/۰۲۸۵۴) و توزیع جمعیت مهاجر (۰/۰۲۷۶۶) قرار دارند که بیانگر نقش عوامل جمعیتی و محیط زیستی در افزایش حساسیت اجتماعی و اکولوژیک است. کمترین وزن‌ها در این دسته (۰/۰۱۵۰۴) به شاخص‌هایی نظیر تعداد طبقات، قدمت ابنیه، تراکم خانوار در واحد مسکونی بالا ۱، بعد خانوار، نسبت مسکن استیجاری و بار تکفل تعلق دارد. این امر نشان می‌دهد که در تحلیل حساسیت محلات آبادان، کیفیت زیرساخت و ترکیب جمعیتی آسیب‌پذیر اهمیت بیشتری نسبت به ویژگی‌های فردی واحدهای مسکونی دارند و در مؤلفه ظرفیت سازگاری، بیشترین وزن به‌صورت مشترک به دسترسی به خدمات آتش‌نشانی و دسترسی به خدمات بهداشتی–درمانی (هرکدام ۰/۰۵۹۵۸) اختصاص یافته است که بیانگر نقش کلیدی زیرساخت‌های امدادی و درمانی در تقویت ظرفیت انطباق شهر است. پس‌ازآن دسترسی به خدمات آموزشی (۰/۰۲۹۷۹) و متوسط قیمت مسکن (۰/۰۲۳۳۸) قرار دارند که اهمیت سرمایه انسانی و توان اقتصادی را نشان می‌دهد. کمترین وزن در این مؤلفه مربوط به سطح مشارکت اجتماعی (۰/۰۱۳۰۳) و سپس دسترسی به خدمات ورزشی و دسترسی به خدمات فرهنگی (۰/۰۱۴۹۰) است. این الگو نشان می‌دهد که در چهارچوب تحلیلی پژوهش، ظرفیت‌های نهادی و زیرساخت‌های حیاتی نسبت به سرمایه اجتماعی و کارکردهای فرهنگی وزن بالاتری یافته‌اند.

جدول ۳. طبقه‌بندی و وزن شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری

بعد	شاخص	وزن شاخص	امتیاز				
			۱	۲	۳	٤	٥
مواجهه	تراکم ساختمانی	۰/۰۴۸۶	۱۸۰ – ۸۰۰	۱۲۰ – ۱۸۰	۸۰ – ۱۲۰	۴۰ – ۸۰	۰ – ۴۰
	سطح اشغال	۰/۰۲۹۶	۸۵ – ۱۰۰	۶۵ – ۸۵	۴۵ – ۶۵	۲۵ – ۴۵	۰ – ۲۵
	تراکم جمعیتی	۰/۰۵۱۱	۳۳۴/۱ – ۵۷۵/۶	۲۳۲/۵ – ۳۳۴/۱	۱۴۴/۴ – ۲۳۲/۵	۶۵/۴ – ۱۴۴/۴	۰ – ۶۵/۴
	تراکم کرنل تعداد واحد مسکونی	۰/۰۲۹۶	۲۴/۹۷ – ۷۴/۹۳	۱۲/۶۳ – ۲۴/۹۷	۶/۴۶ – ۱۲/۶۳	۲/۳۵ – ۶/۴۶	۰ – ۲،۳۵
	تراکم کرنل قطعات مسکونی ریزدانه زیر ۱۰۰ مترمربع	۰/۰۲۹۶	۷۵۴ – ۶۱۹۰	۳۴۱ – ۷۵۳	۱۲۲ – ۳۴۰	۲۴،۴ – ۱۲۱	۰ – ۲۴،۳
	فاصله از بستر رودخانه و مسیل	۰/۰۴۴۳	۰ – ۲۰۰	۲۰۰ – ۵۰۰	۵۰۰ – ۸۰۰	۸۰۰ – ۱۵۰۰	بیشتر از ۱۵۰۰
	شیب زمین	۰/۰۳۷۷	۰ – ۱/۹۴	۱/۹۵ – ۳/۳۵	۳/۳۶ – ۵/۰۷	۵/۰۸ – ۷/۵۳	۷/۵۴ – ۱۹
	توپوگرافی زمین	۰/۰۴۸۴	۰ – ۸–	۰ – ۲	۲ – ۴	۴ – ۶	۶ – ۱۲
	متوسط دمای سطح (LST)	۰/۰۵۵۵	۴۴/۶ – ۴۷/۳	۴۳/۴ – ۴۴/۵	۴۱/۶ – ۴۳/۳	۳۹/۴ – ۴۱/۵	۳۳/۱ – ۳۹/۳
حساسیت	تعداد طبقات	۰/۰۱۵۰	۵ – ۸	۳ – ۵	۲ – ۳	۱	۰
	کیفیت ابنیه	۰/۰۲۰۹	تخریبی	مرمتی	قابل نگهداری	نوساز	فاقد بنا
	قدمت ابنیه	۰/۰۱۵۰	بالای ۳۰ سال	بین ۲۰ تا ۳۰ سال	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	بین ۱ تا ۱۰ سال	فاقد بنا
	نما ابنیه	۰/۰۱۷۹	—	فاقد نما	نما نیازمند مرمت	نما نوساز	فاقد بنا
	تراکم معابر با کیفیت نامطلوب	۰/۰۲۳۴	۱۱،۷۰ – ۱۷/۶۴	۹،۲۲ – ۱۱/۶۹	۷/۴۸ – ۹/۲۱	۵/۵۶ – ۷/۴۷	۰/۵۸ – ۵/۶۷
	تراکم معابر با سطح دسترسی پایین به شبکه جمع‌آوری آب سطحی	۰/۰۳۴۹	۱۷/۸ – ۲۹/۳	۱۴/۱ – ۱۷/۷	۱۱/۳ – ۱۴	۸/۱۶ – ۱۱/۲	۰/۷۷ – ۸/۱۵

بعد	شاخص	وزن شاخص	امتیاز				
			۱	۲	۳	٤	٥
	تراکم کرنل معابر با عرض کمتر از ۸ متر	۰/۰۲۳۴	۶/۶۹ – ۱۴/۷	۴/۴۱ – ۶/۶۸	۳/۱ – ۴/۴	۲/۰۸ – ۳/۰۹	۰/۱۳ – ۲/۰۷
	تراکم کرنل خانوار در واحد مسکونی بالا ۱	۰/۰۱۵۰	۱/۰۱ – ۱/۳۸	۰/۷۲ – ۱/۰۰	۰/۴۸ – ۰/۷۱	۰/۲۸ – ۰/۴۷	۰/۰۱ – ۰/۲۷
	بعد خانوار	۰/۰۱۵۰	۳/۲۸ – ۵/۹۵	۲/۵۸ – ۳/۲۷	۱/۷۱ – ۲/۵۷	۰/۸۲ – ۱/۷۰	۰ – ۰/۸۱
	توزیع جمعیت آسیب‌پذیر کمتر از ۱۵ سال و بیشتر از ۶۵ سال	۰/۰۳۰۰	۳۱ – ۸۱	۲۱ – ۳۰	۱۳ – ۲۰	۶ – ۱۲	۱ – ۵
	توزیع جمعیت مهاجر	۰/۰۲۷۶	۱۸ – ۵۲	۱۱ – ۱۷	۶ – ۱۰	۳ – ۵	۰ – ۲
	نسبت مسکن استیجاری	۰/۰۱۵۰	۴۵/۰۲ – ۹۹/۸۳	۳۱/۷۲ – ۴۵/۰۱	۱۹/۵۸ – ۳۱/۷۱	۸/۲۴ – ۱۹/۵۷	۰ – ۸/۲۳
	نرخ بیکاری	۰/۰۲۵۰	۲۵/۱۹ – ۷۲/۱۴	۱۵/۲۹ – ۲۵/۱۸	۸/۷۸ – ۱۵/۲۸	۳/۶۹ – ۸،۷۷	۰ – ۳/۶۸
	بار تکفل	۰/۰۱۵۰	۶/۱ – ۱۲	۴/۱ – ۶	۳/۱ – ۴	۲/۱ – ۳	۰ – ۲
	سطح پوشش گیاهی (شاخص NDVI)	۰/۰۲۸۵	۰/–۲۱ – ۰/۰۳۲	۰/۰۳۳ – ۰/۰۴۹	۰/۰۵ – ۰/۱	۰/۱۱ – ۰/۲۱	۰/۲۲ – ۰/۵۲
ظرفیت سازگاری	ضریب جینی اختلاط کاربری	۰/۰۱۸۵	۰/۸۰ – ۰/۹۰	۰/۷۱ – ۰/۷۹	۰/۶۳ – ۰/۷۰	۰/۵۸ – ۰/۶۲	۰/۵۶ – ۰/۵۷
	دسترسی به خدمات آموزشی	۰/۰۲۹۸	بالای ۱۰۰۰	۷۰۰ – ۱۰۰۰	۴۰۰ – ۷۰۰	۲۰۰ – ۴۰۰	۰ – ۲۰۰
	دسترسی به خدمات ورزشی	۰/۰۱۴۹	بالای ۱۰۰۰	۷۰۰ – ۱۰۰۰	۴۰۰ – ۷۰۰	۲۰۰ – ۴۰۰	۰ – ۲۰۰
	دسترسی به خدمات آتش‌نشانی	۰/۰۵۹۶	بالای ۴۰۰۰	۲۰۰۰ – ۴۰۰۰	۱۰۰۰ – ۲۰۰۰	۷۰۰ – ۱۰۰۰	۰ – ۷۰۰
	دسترسی به خدمات فرهنگی	۰/۰۱۴۹	۳۰۰۰ – ۵۰۰۰	۱۵۰۰ – ۳۰۰۰	۸۰۰ – ۱۵۰۰	۵۰۰ – ۸۰۰	۰ – ۵۰۰
	دسترسی به خدمات بهداشتی – درمانی	۰/۰۵۹۶	۳۰۰۰ – ۵۰۰۰	۱۵۰۰ – ۳۰۰۰	۸۰۰ – ۱۵۰۰	۵۰۰ – ۸۰۰	۰ – ۵۰۰
	نرخ باسوادی	۰/۰۱۵۷	۰ – ۲۰	۲۰ – ۴۰	۴۰ – ۶۰	۶۰ – ۸۰	۸۰ – ۱۰۰
	نرخ مشارکت اقتصادی	۰/۰۱۸۴	۰ – ۹/۲۶	۹/۲۷ – ۱۹/۵۶	۱۹/۵۷ – ۲۹/۵۱	۲۹/۵۲ – ۳۸/۰۸	۳۸/۰۹ – ۸۷/۴۹
	متوسط قیمت مسکن	۰/۰۲۳۳۸	۱۹/۸ – ۳۵	۱۴/۳ – ۱۹/۷	۱۰،۵ – ۱۴،۲	۷/۱۷ – ۱۰/۴	۴ – ۷/۱۶
	وجود سوابق توسعه‌ای	۰/۰۱۶۴۰	۰ – ۱	۱ – ۳	۳ – ۵	۵ – ۷	۷ – ۹
	سطح آگاهی عمومی از سوانح و حوادث	۰/۰۱۹۰۶	۰ – ۲	۲ – ۴	۴ – ۵	۵ – ۷	۷ – ۹
	سطح مشارکت اجتماعی	۰/۰۱۳۰۳	—	۶	۶ – ۷	۷ – ۸	۸ – ۹

بررسی وضعیت حاصل از ارزیابی مؤلفه مواجهه در چهارچوب رهیافت ESA نشان می‌دهد که توزیع فضایی سطوح مختلف مواجهه در شهر آبادان از الگوی ناهمگن پیروی می‌کند. بر این اساس، حدود ۲۹/۳ درصد از سطح شهر در طبقات نامطلوب‌ترین و نامطلوب قرار گرفته که بیانگر گستره قابل‌توجه نواحی با سطح بالای مواجهه در برابر مخاطرات است. در مقابل، طبقات مطلوب و مطلوب‌ترین درمجموع ۵۱/۱ درصد از مساحت شهر را پوشش می‌دهند که عمدتاً در حاشیه‌های کم‌تراکم‌تر و نواحی با کاربری‌های باز و کشاورزی استقرار یافته‌اند. بیشترین تمرکز سطوح مواجهه نامطلوب در محلات مرکزی و بخش‌های غالباً مسکونی شهر مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که محله‌های طیب–کفیشه، سده و جمشیدآباد بالاترین میزان مواجهه نامطلوب را به خود اختصاص داده‌اند و پس‌ازآن محله‌های ذوالفقاری، قدس، فیه، شطیط و قائم در مراتب بعدی قرار می‌گیرند. این الگو

نشان‌دهنده هم‌پوشانی بالای مخاطره با فضاهای پرجمعیت و متراکم شهری است. تحلیل علل شکل‌گیری وضعیت نامطلوب مواجهه در محلات مرکزی آبادان حاکی از نقش پررنگ شاخص‌های کالبدی-جمعیتی و شرایط طبیعی-توپوگرافیک است. تراکم بالای جمعیت، تراکم ساختمانی و تعداد زیاد واحدهای مسکونی، به‌ویژه در قالب قطعات ریزدانه زیر ۱۰۰ مترمربع، موجب افزایش شدت مواجهه این نواحی با مخاطرات شده است. افزون بر این، مجاورت این محلات با بستر رودخانه بهمنشیر و شیب اندک معابر شهری، زمینه‌ساز تشدید پدیده آب‌گرفتگی معابر در زمان بارندگی و درنتیجه افزایش سطح مواجهه شده است. در مقابل، محله‌های سلیج غربی، سلیج شرقی و کوی‌ملت کمترین میزان مواجهه را نشان می‌دهند که این امر به غالب بودن کاربری‌های کشاورزی، وجود پوشش گیاهی نخلستان‌ها و تراکم پایین ساخت‌وساز در این نواحی بازمی‌گردد. این تفاوت فضایی مؤید آن است که ساختار کالبدی و الگوی کاربری زمین نقشی تعیین‌کننده در شدت مواجهه شهری و درنهایت سطح تاب‌آوری شهر آبادان ایفا می‌کند.

نتایج حاصل از ارزیابی مؤلفه حساسیت بیانگر آن است که بخش قابل‌توجهی از محدوده شهری در سطوح متوسط تا نامطلوب حساسیت قرار دارد. به‌گونه‌ای که حدود ۲۷/۳ درصد از مساحت شهر در طبقات نامطلوب و نامطلوب‌ترین واقع شده و در مقابل، طبقات مطلوب و مطلوب‌ترین درمجموع ۵۲/۴ درصد از سطح شهر را پوشش می‌دهند. توزیع فضایی حساسیت نشان می‌دهد که محلات مرکزی شهر به‌طور معناداری دارای حساسیت بالاتری بوده و در وضعیت نامطلوب‌تری قرار دارند. بیشترین سطح حساسیت نامطلوب مربوط به محله‌های طیب-کفیشه، سده و جمشیدآباد است و پس‌ازآن محله‌های ذوالفقاری، قدس و فیه در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در مقابل، کمترین میزان حساسیت به محله کوی‌ملت و سپس سلیج غربی و شرقی، قائم و شطیط تعلق دارد که عموماً از بافت کم‌تراکم‌تر و شرایط محیطی مساعدتری برخوردارند.

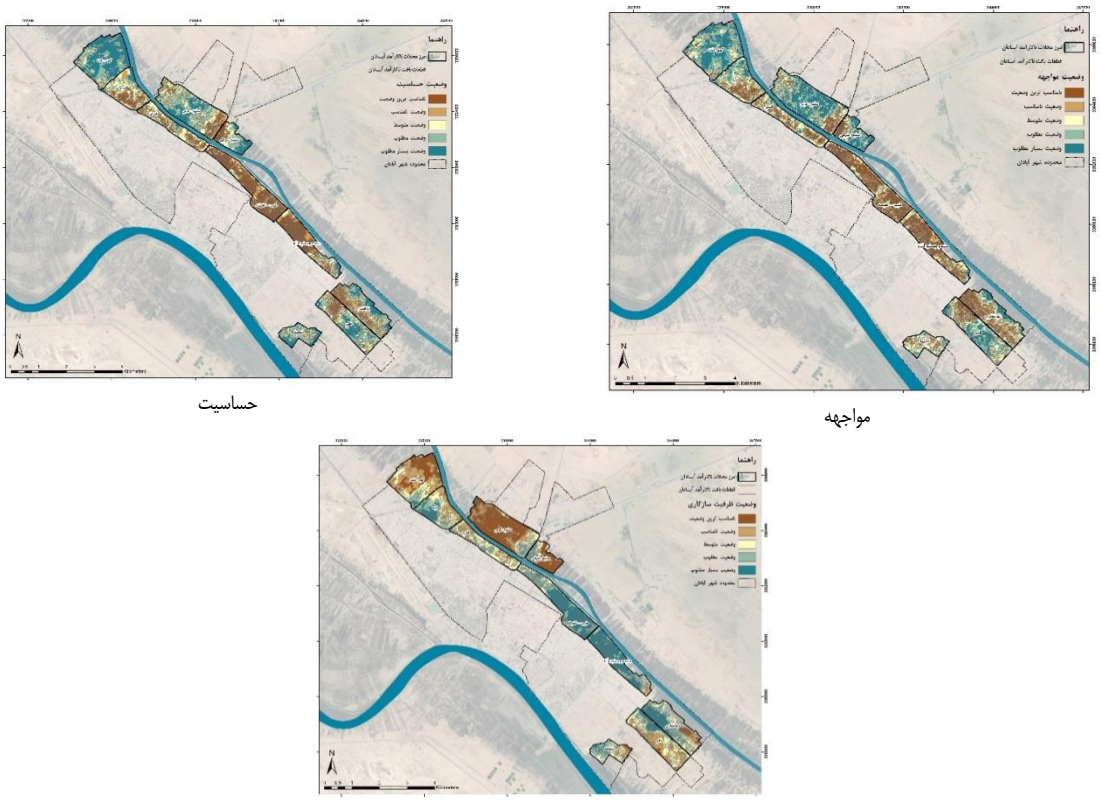
بررسی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری سطوح بالای حساسیت در محلات مرکزی شهر آبادان نشان می‌دهد که ترکیبی از ویژگی‌های نامناسب کالبدی، زیرساختی و محیطی در افزایش حساسیت این نواحی نقش داشته است. بافت متراکم، تعداد بالای طبقات ساختمانی، سهم قابل‌توجه واحدهای مسکونی با قدمت زیاد و کیفیت کالبدی تخریبی، در کنار نارسایی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و تمرکز این مشکلات در بخش‌های مرکزی محلات، از مهم‌ترین عوامل افزایش حساسیت محسوب می‌شوند. همچنین عرض کم معابر در بسیاری از این محلات، به‌ویژه در سلیج غربی و شرقی و قدس، در کنار نسبت بالای مسکن استیجاری، موجب کاهش توان سازگاری کالبدی-اجتماعی این مناطق شده است. از سوی دیگر، محدودیت پوشش گیاهی، سرانه پایین فضای سبز و مقادیر پایین شاخص NDVI بیانگر ضعف شرایط محیط زیستی در این محلات است که به تشدید حساسیت در برابر مخاطرات منجر شده و درنهایت سطح تاب‌آوری شهری این نواحی را به‌طور معناداری کاهش می‌دهد.

درنهایت بررسی مؤلفه ظرفیت سازگاری در محلات ناکارآمد شهر نشان می‌دهد که توزیع این شاخص نیز از الگوی فضایی نابرابر تبعیت می‌کند. بر اساس یافته‌ها، حدود ۳۵/۵ درصد از مساحت شهر در طبقات نامطلوب و نامطلوب‌ترین ظرفیت سازگاری قرار دارد که بیانگر گستره قابل‌توجه نواحی با توان محدود در پاسخ‌گویی و انطباق با مخاطرات است. در مقابل، طبقات مطلوب و مطلوب‌ترین درمجموع ۴۲/۴ درصد از سطح شهر را شامل می‌شوند و عمدتاً در محلات مرکزی و برخی محلات برخوردارتر شهری متمرکز شده‌اند. بررسی نقشه ظرفیت سازگاری نشان می‌دهد که محله‌های طیب-کفیشه، فیه، ذوالفقاری و شطیط بالاترین و مناسب‌ترین سطح ظرفیت سازگاری را دارا هستند، درحالی‌که محله‌های سلیج غربی و شرقی، کوی‌ملت و قائم کمترین ظرفیت سازگاری را ثبت کرده‌اند. این الگو به‌خوبی بیانگر شکاف توان انطباقی میان هسته مرکزی شهر و محلات پیرامونی و کم‌برخوردار است. تحلیل عوامل مؤثر بر شکل‌گیری ظرفیت سازگاری بالا در محلات مرکزی شهر و همچنین محلات ذوالفقاری و فیه نشان می‌دهد که برخورداری از تنوع مناسب خدمات شهری، امتیاز مطلوب ضریب جینی و دسترسی مناسب به خدمات پشتیبان، به‌ویژه خدمات آتش‌نشانی و درمانی، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش توان سازگاری این محلات داشته است. افزون بر این، تمرکز خدمات و جمعیت در محدوده مرکزی شهر در مقایسه با محلات پیرامونی موجب شده است که شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی نظیر نرخ باسوادی و نرخ مشارکت اقتصادی در این محلات بالاتر بوده و نرخ بیکاری در سطح پایین‌تری قرار گیرد. نتایج پیمایش‌های اجتماعی نیز مؤید آن است که ساکنان این محلات از آگاهی بالاتری نسبت به مخاطرات

برخوردار بوده و شواهد بیشتری از مداخله و حضور فعال مدیریت شهری در این نواحی مشاهده می‌شود. در مقابل، ضعف دسترسی به خدمات، پراکندگی فضایی، سطح پایین‌تر شاخص‌های اجتماعی–اقتصادی و کاهش مداخلات نهادی در محلات سلیج غربی و شرقی، کوی‌ملت و قائم، موجب تضعیف ظرفیت سازگاری و درنتیجه کاهش تاب‌آوری این نواحی در برابر مخاطرات شده است. نقشه مربوط به مؤلفه‌های سه‌گانه مطرح‌شده در شکل ۵ ارائه شده است.

جدول ٤. وضعیت تلفیقی مؤلفه‌های تاب‌آوری در محلات ناکارآمد شهر آبادان

بعد	وضعیت	مساحت	درصد پوشش
مواجهه	نامطلوب‌ترین	۱۶۱۵۷۴۴/۱۴	۱۰/٪۸
	نامطلوب	۲۷۶۶۸۴۲/۱۹	۱۸/٪۵
	متوسط	۲۹۲۶۰۱۸/۳۹	۱۹/٪۶
	مطلوب	۳۹۵۱۸۷۴/۱۶	۲۶/٪۵
	مطلوب‌ترین	۳۶۷۹۰۰۲/۸۸	۲۴/٪۶
حساسیت	نامطلوب‌ترین	۱۶۴۶۰۵۹/۹۰	۱۰/٪۲
	نامطلوب	۲۷۵۹۶۲۶/۷۴	۱۷/٪۱
	متوسط	۳۲۸۷۰۹۶/۵۰	۲۰/٪۳
	مطلوب	۴۱۱۳۳۲۸/۹۵	۲۵/٪۴
	مطلوب‌ترین	۴۳۶۲۵۸۷/۸۷	۲۷/٪۰
ظرفیت سازگاری	نامطلوب‌ترین	۲۳۷۶۷۴۲/۸۸	۱۵/٪۱
	نامطلوب	۳۲۰۹۸۵۳/۲۴	۲۰/٪۴
	متوسط	۳۴۷۸۶۰۴/۹۰	۲۲/٪۱
	مطلوب	۳۵۳۲۴۶۴/۴۰	۲۲/٪۵
	مطلوب‌ترین	۳۱۱۹۹۸۷/۳۰	۱۹/٪۹



شکل ۵. وضعیت تلفیقی مؤلفه‌های مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری در محلات ناکارآمد شهر آبادان

نتایج هم‌پوشانی سه مؤلفه مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری در چهارچوب رهیافت ESA نشان می‌دهد که سطح تاب‌آوری شهری در بافت‌های ناکارآمد مسکونی شهر آبادان دارای توزیعی ناهمگن و فضامند است. باتوجه‌به اینکه بافت‌های فاقد سکونت شامل زمین‌های بایر، باغات و اراضی کشاورزی به دلیل سطح پایین مواجهه با تنش‌های اقلیمی و حساسیت اندک ناشی از عدم حضور ساکنان، عمدتاً در طبقات بالای تاب‌آوری قرار می‌گیرند، این پهنه‌ها به‌منظور دستیابی به تحلیل واقع‌بینانه از وضعیت تاب‌آوری شهری، از محدوده موردبررسی کنار گذاشته شدند تا ارزیابی صرفاً معطوف به بافت‌های مسکونی باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مطابق جدول۵، از مجموع مساحت بافت‌های موردبررسی، ۷ درصد، کمترین تاب‌آوری، ۳۲/۳ درصد در وضعیت تاب‌آوری کم، ۲۶/۸ درصد در وضعیت تاب‌آوری متوسط، ۲۵/۸ درصد در وضعیت تاب‌آوری زیاد و ۸/۱ درصد دارای بیشترین تاب‌آوری هستند. این توزیع نشان می‌دهد که حدود ۳۹/۳ درصد از مساحت بافت‌های ناکارآمد شهری آبادان در طبقات تاب‌آوری پایین و بسیار پایین قرار گرفته‌اند؛ امری که بیانگر آسیب‌پذیری قابل‌توجه بخشی از بافت شهری در برابر تنش‌های اقلیمی گرما و سیلاب است.

الگوی فضایی نقشه تاب‌آوری (شکل ۶) نشان می‌دهد که بخش غربی محله طیب–کفیشه و همچنین محلات سلیج شرقی و سده و جمشیدآباد به دلیل تراکم بالای جمعیتی و ساختمانی، فرسودگی کالبدی، عرض کم معابر و کمبود فضاهای باز در کنار سطح بالاتر حساسیت و مواجهه بیشتر با حوادث، کمترین سطح تاب‌آوری را ثبت کرده‌اند. پس‌ازآن، تاب‌آوری پایین‌تر عمدتاً در محلاتی همچون شطیط و کوی ملت مشاهده می‌شود که اگرچه در مقایسه با هسته‌های بحرانی وضعیت بهتری دارند، اما همچنان در برابر تشدید مخاطرات اقلیمی آسیب‌پذیر هستند. در مقابل، محلات قدس، ذوالفقاری، سلیج غربی و فیه به‌طورکلی در طبقه تاب‌آوری متوسط قرار می‌گیرند، با این تفاوت که در درون این محلات، ناهمگنی فضایی قابل‌توجهی مشاهده می‌شود؛ به‌گونه‌ای که برخی قسمت‌ها تاب‌آوری پایین‌تر و برخی دیگر وضعیت مطلوب‌تری را نشان می‌دهند.

تحلیل صورت‌گرفته بیانگر آن است که پایین‌ترین سطوح تاب‌آوری عمدتاً در محلاتی مشاهده می‌شود که هم‌زمان با مواجهه بالاتر با سیلاب و گرما، دارای حساسیت کالبدی و اجتماعی بالا (تراکم جمعیت و ساخت‌وساز، فرسودگی بناها، عرض کم معابر و کمبود فضاهای باز) و ظرفیت سازگاری محدود هستند. در مقابل، محلاتی که در طبقات تاب‌آوری متوسط تا زیاد قرار گرفته‌اند، اگرچه لزوماً ازنظر مواجهه در بهترین وضعیت نیستند، اما برخورداری نسبی از زیرساخت‌ها، خدمات شهری و ظرفیت نهادی و اجتماعی، نقش مهمی در تعدیل ریسک و ارتقای تاب‌آوری آن‌ها ایفا کرده است. درمجموع، نتایج نشان می‌دهد که ارتقای تاب‌آوری در بافت‌های ناکارآمد شهر آبادان مستلزم تمرکز هدفمند بر محلات با تاب‌آوری پایین و بسیار پایین و اتخاذ رویکردی یکپارچه برای کاهش حساسیت کالبدی، بهبود شبکه دفع آب‌های سطحی، ارتقای کیفیت محیط ساخته‌شده، افزایش سرانه و پیوستگی فضاهای باز و سبز و تقویت ظرفیت نهادی و خدمات عمومی در مقیاس محله است؛ رویکردی که می‌تواند از تشدید بحران‌های اقلیمی آینده جلوگیری کرده و زمینه افزایش آمادگی و سازگاری محلات آسیب‌پذیر را فراهم سازد.

جدول ۵. وضعیت تلفیقی تاب‌آوری در محلات ناکارآمد شهر آبادان

وضعیت	مساحت	درصد پوشش
کمترین تاب‌آوری	۳۷۷۵۲۰/۷۳	۷٪
تاب‌آوری کم	۱۷۴۵۶۹۴/۶	۳۲٪/۳
تاب‌آوری متوسط	۱۴۴۵۸۰۷/۸	٪۲۶/۸
تاب‌آوری زیاد	۱۳۹۱۳۵۲/۳	٪۲۵/۸
بیشترین تاب‌آوری	۴۳۹۸۹۴/۵	٪۸/۱

شکل ٦. وضعیت نهایی تاب‌آوری در محلات ناکارآمد شهر آبادان

نتیجه‌گیری

نتایج هم‌پوشانی سه مؤلفه چهارچوب ESA نشان می‌دهد که تاب‌آوری بافت‌های ناکارآمد آبادان الگوی فضایی ناهمگنی دارد. بر اساس نقشه نهایی، حدود ۳۰/۲ درصد از محدوده مطالعه در طبقات تاب‌آوری پایین قرار گرفته‌اند که عمدتاً در محلات مرکزی و متراکم واقع شده‌اند. این محلات باوجود برخورداری نسبی از ظرفیت سازگاری اجتماعی–اقتصادی و دسترسی به خدمات، به دلیل مواجهه و حساسیت بالای کالبدی، توان خنثی‌سازی آثار مخاطرات را ندارند. در مقابل، محلات دارای کاربری‌های کشاورزی، نخلستان‌ها و اراضی کم‌تراکم مانند سلیج شرقی و غربی، کوی ملت، شطیط، قائم و فیه، تاب‌آوری بیشتری نشان می‌دهند؛ زیرا تراکم جمعیت و ساختمان در آن‌ها کمتر و میزان مواجهه با مخاطرات محیطی پایین‌تر است. این الگو نشان می‌دهد که در ساختار فضایی آبادان، کاهش حساسیت و مواجهه اثرگذارتر از تقویت ظرفیت سازگاری است.

مهم‌ترین چالش تاب‌آوری در بافت‌های ناکارآمد، تمرکز هم‌زمان تراکم بالای جمعیتی، فرسودگی کالبدی و ضعف زیرساخت‌های محیطی در محلات مرکزی است. ریزدانگی قطعات، معابر باریک، کمبود فضاهای باز و نفوذناپذیری سطوح، حساسیت این محلات را نسبت به سیلاب افزایش می‌دهد. نزدیکی به رودخانه بهمنشیر و شیب کم زمین نیز خطر آب‌گرفتگی را تشدید می‌کند. افزون بر این، افزایش دما، جزایر حرارتی و کمبود پوشش گیاهی باعث کاهش آسایش حرارتی و افزایش آسیب‌پذیری گروه‌های حساس مانند سالمندان و اقشار کم‌درآمد می‌شود. هم‌افزایی گرما و سیلاب در این محلات تاب‌آوری شهری را به‌طور جدی تضعیف کرده و نیاز به مداخله هدفمند را برجسته می‌کند.

ارتقای تاب‌آوری بافت‌های ناکارآمد نیازمند رویکردی تلفیقی و چندسطحی است که هر سه مؤلفه ESA را هم‌زمان هدف گیرد. تمرکز صرف بر اصلاحات اجتماعی یا اقدامات محدود کالبدی کافی نیست؛ بلکه باید مداخلات هماهنگ در ابعاد کالبدی، زیست‌محیطی، نهادی و اجتماعی اجرا شود. در گام نخست، کاهش حساسیت کالبدی ازطریق نوسازی تدریجی بافت فرسوده، تجمیع قطعات ریزدانه، اصلاح معابر بحرانی و استفاده از مصالح متناسب با اقلیم آبادان ضروری است. در گام دوم، بازآفرینی و تقویت زیرساخت‌های مدیریت سیلاب شامل بهسازی شبکه دفع آب‌های سطحی، تفکیک آب‌های سطحی از فاضلاب، افزایش سطوح نفوذپذیر و احیای مسیرهای طبیعی جریان آب اهمیت دارد. بهره‌گیری از راهکارهای مبتنی بر طبیعت مانند فضاهای ذخیره موقت و نوارهای سبز جاذب رواناب نیز می‌تواند مکمل زیرساخت‌های خاکستری باشد.

افزایش تاب‌آوری حرارتی نیز باید هم‌زمان دنبال شود و ازجمله اقدامات متناظر با آن می‌توان به توسعه فضاهای سبز محلی، احیای نخلستان‌ها، افزایش سایه در فضاهای عمومی و جایگزینی مصالح خنک و نفوذپذیر اشاره کرد می‌تواند شدت جزایر حرارتی را کاهش داده و شرایط زیست‌محیطی و اجتماعی را بهبود دهد. در بعد اجتماعی–نهادی نیز تقویت ظرفیت سازگاری ساکنان ازطریق آموزش‌های اقلیمی و بحران، ارتقای سرمایه اجتماعی، مشارکت مردمی و بهبود دسترسی به خدمات حمایتی

ضروری است. باتوجه‌به محدودیت منابع و ناهمگونی فضایی تاب‌آوری، اولویت‌بندی مداخلات ضرورت دارد. بر اساس نقشه تاب‌آوری، محلات مرکزی کم‌تاب‌آور مانند طیب–کفیشه، سده، جمشیدآباد، قدس و ذوالفقاری باید کانون اصلی اقدامات قرار گیرند. رویکرد محله‌محور و داده‌محور، به‌جای سیاست‌های یکسان برای کل شهر، اثربخشی برنامه‌ها و بهره‌وری سرمایه‌گذاری‌ها را افزایش می‌دهد. درنهایت، تحقق تاب‌آوری پایدار مستلزم گذار از مداخلات جزیره‌ای به سمت برنامه‌ریزی یکپارچه و پیش‌نگر مبتنی بر شواهد مکانی است؛ رویکردی که هم آسیب‌پذیری را کاهش دهد و هم ظرفیت تطابق شهر را در برابر مخاطرات آینده تقویت کند.

References

Abenayake, C. C., Mikami, Y., Matsuda, Y., & Jayasinghe, A. (2023). Urban Flood Resilience: A comprehensive review of assessment methods, tools, and techniques to manage disaster. *Progress in Disaster Science*, *20*, 100299. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2018.08.002

Aldrich, D. (2012). *Building Resilience: Social Capital in Post-Disaster Recovery*. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226012896.001.0001

Aldrich, D., & Meyer, M. (2015). Social Capital and Community Resilience. *American Behavioral Scientist*, *59*, 254–269. https://doi.org/10.1177/0002764214550299

Allegri, D., & Vettori, M. P. (2018). Complex sports infrastructure and urban resilience: technologies and paradigms. *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, *15*, 165–174. https://doi.org/10.13128/Techne-22124

Anaraki, P., & Manshour, S. (2025). *Sustainable restoration of intermittent streams: Integrating ecological design and urban resilience*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.03051

Anwana, E. O., & Owojori, O. M. (2023). Analysis of flooding vulnerability in informal settlements literature: mapping and research agenda. *Soc Sci*, *12*(1), 40. https://doi.org/10.3390/socsci12010040

Arup. (2017). *City Resilience Index: Understanding and measuring city resilience.* https://www.arup.com/insights/city-resilience-index/

Bhanye, J. (2025). A review study on community-based flood adaptation in informal settlements in the Global South. *Discover Sustainability 2025 6:1*, *6*(1), 595-. https://doi.org/10.1007/S43621-025-01449-6

Bixler, R. P., Paul, S., Jones, J., Preisser, M., & Passalacqua, P. (2021). Unpacking Adaptive Capacity to Flooding in Urban Environments: Social Capital, Social Vulnerability, and Risk Perception. *Frontiers in Water*, *3*, 728730. https://doi.org/10.3389/frwa.2021.728730

Blackwell, T., & Bengtsson, B. (2023). The resilience of social rental housing in the United Kingdom, Sweden and Denmark. How institutions matter. *Housing Studies*, *38*(2), 269–289. https://doi.org/10.1080/02673037.2021.1879996

Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2009). Economic Vulnerability and Resilience: Concepts and Measurements. *Oxford Development Studies*, *37*(3), 229–247. https://doi.org/10.1080/13600810903089893

Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. A., & Von Winterfeldt, D. (2003). A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*, *19*(4), 733–752. https://doi.org/10.1193/1.1623497

Burton, C. G. (2015). A Validation of Metrics for Community Resilience to Natural Hazards and Disasters Using the Recovery from Hurricane Katrina as a Case Study. *Annals of the Association of American Geographers*, *105*(1), 67–86. https://doi.org/10.1080/00045608.2014.960039

Castaño-Rosa, R., Pelsmakers, S., Järventausta, H., Poutanen, J., Tähtinen, L., Rashidfarokhi, A., & Toivonen, S. (2022). Resilience in the built environment: Key characteristics for solutions to multiple crises. *Sustainable Cities and Society*, *87*, 104259. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104259

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *2*(3), 199–219. https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6

Chen, S., Xie, Z., Xie, J., Liu, B., Jia, B., Qin, P., Wang, L., Wang, Y., & Li, R. (2022). Impact of urbanization on the thermal environment of the Chengdu-Chongqing urban agglomeration under complex terrain. *Earth System Dynamics*, *13*(1), 341–356. https://doi.org/10.5194/esd-13-341-2022

Cutter, S. (1996). Societal Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography - PROG HUM GEOGR*, *20*, 529–539. https://doi.org/10.1177/030913259602000407

Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2014). The geographies of community disaster resilience. *Global Environmental Change*, *29*, 65–77. https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2014.08.005

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, *18*(4), 598–606. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013

Davoudi, S., Shaw, K., Haider, L. J., Quinlan, A. E., Peterson, G. D., Wilkinson, C., Fünfgeld, H., McEvoy, D., & Porter, L. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? "Reframing" Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Plann…. *Planning Theory and Practice*, *13*(2), 299–333. https://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124

Dehghani, A., Alidadi, M., & Soltani, A. (2023). Density and Urban Resilience, Cross-Section Analysis in an Iranian Metropolis Context. *Urban Science 2023, Vol. 7, Page 23*, *7*(1), 23. https://doi.org/10.3390/urbansci7010023

Dobrzańska, J., Nadolny, A., Kalbarczyk, R., & Ziemiańska, M. (2022). Urban Resilience and Residential Greenery—The Evidence from Poland. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(18), 11317. https://doi.org/10.3390/su141811317

Dodman, D., Archer, D., & Satterthwaite, D. (2019). Editorial: Responding to climate change in contexts of urban poverty and informality. *Environment and Urbanization*, *31*(1), 3–12. https://doi.org/10.1177/0956247819830004

Flanagan, B. E., Gregory, E. W., Hallisey, E. J., Heitgerd, J. L., & Lewis, B. (2011). A Social Vulnerability Index for Disaster Management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, *8*(1). https://doi.org/10.2202/1547-7355.1792

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, *16*(3), 253–267. https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2006.04.002

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, *15*(4). https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420

Forrest, Ray., & Yip, N. (2012). *Housing markets and the global financial crisis : the uneven impact on households*. 260. https://www.e-elgar.com/shop/gbp/housing-markets-and-the-global-financial-crisis-9781849803755.html

Gallina, V., Torresan, S., Critto, A., Sperotto, A., Glade, T., & Marcomini, A. (2016). A review of multi-risk methodologies for natural hazards: Consequences and challenges for a climate change impact assessment. *Journal of Environmental Management*, *168*, 123–132. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2015.11.011

Gao, Y., Zhang, Y., Huang, Z., & Feng, C. (2025). Comprehensive Evaluation of Urban Storm Flooding Resilience by Integrating AHP–Entropy Weight Method and Cloud Model. *Water 2025, Vol. 17, Page 2576*, *17*(17), 2576. https://doi.org/10.3390/w17172576

Ghaem Maghami, V., Javad Amiri, M., & Nohegar, A. (2025). Evaluation and analysis of resilience of 29 neighborhoods in Tehran's district 5 against environmental crises based on ecosystem approach. *Researches in Earth Sciences*, *16*(2), 72–89. https://doi.org/10.48308/ESRJ.2024.223388.1065

Haghighi Fard, S. M., & Doratli, N. (2022). Evaluation of Resilience in Historic Urban Areas by Combining Multi-Criteria Decision-Making System and GIS, with Sustainability and Regeneration Approach: The Case Study of Tehran (IRAN). *Sustainability 2022, Vol. 14, Page 2495*, *14*(5), 2495. https://doi.org/10.3390/su14052495

Han, W. (2023). Analyzing the scale dependent effect of urban building morphology on land surface temperature using random forest algorithm. *Scientific Reports 2023 13:1*, *13*(1), 19312-. https://doi.org/10.1038/s41598-023-46437-w

Hazards Vulnerability and Resilience Institute (HVRI). (2025). *Documentation for the Baseline Resilience Indicators for Communities (BRIC) Index*.

Hewitt, E., Oberg, A., Coronado, C., & Andrews, C. (2019). Assessing "green" and "resilient" building features using a purposeful systems approach. *Sustainable Cities and Society*, *48*, 101546.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101546

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)].

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Jamshed, A., Patel, C., Puriya, A., Iqbal, N., Rana, I. A., McMillan, J. M., Pandey, R., Altaf, S., Mehmood, R. T., & Saad, U. bin. (2023). Flood resilience assessment from the perspective of urban (in)formality in Surat, India: Implications for sustainable development. *Natural Hazards 2023 120:10*, *120*(10), 9297–9326. https://doi.org/10.1007/s11069-023-06267-5

Ju, Y., Dronova, I., Ma, Q., Lin, J., Moran, M. R., Gouveia, N., Hu, H., Yin, H., & Shang, H. (2024). Assessing Normalized Difference Vegetation Index as a proxy of urban greenspace exposure. *Urban Forestry & Urban Greening*, *99*, 128454. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128454

Kappes, M. S., Keiler, M., von Elverfeldt, K., & Glade, T. (2012). Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review. *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, *64*(2), 1925–1958. https://doi.org/10.1007/S11069-012-0294-2

Khodadad, M., Aguilar-Barajas, I., & Khan, A. Z. (2023). Green Infrastructure for Urban Flood Resilience: A Review of Recent Literature on Bibliometrics, Methodologies, and Typologies. *Water 2023, Vol. 15, Page 523*, *15*(3), 523. https://doi.org/10.3390/W15030523

Koliou, M., van de Lindt, J. W., McAllister, T. P., Ellingwood, B. R., Dillard, M., & Cutler, H. (2018). State of the research in community resilience: progress and challenges. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, *No VOLUME*(3), 10.1080/23789689.2017.1418547. https://doi.org/10.1080/23789689.2017.1418547

Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., Mechler, R., Bouwer, L. M., Arnell, N., Mach, K., Muir-Wood, R., Brakenridge, G. R., Kron, W., Benito, G., Honda, Y., Takahashi, K., & Sherstyukov, B. (2014). Flood risk and climate change: Global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, *59*(1), 1–28. https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411

Li, T., Liu, Y., Zheng, Z., Li, S., Zheng, X., Wei, G., & He, B. J. (2025). The mitigating effects of urban resilience on surface urban heat islands: Nonlinear responses, threshold effects, and spatial heterogeneity. *Sustainable Cities and Society*, *131*, 106722. https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106722

Mabrouk, M., Han, H., Mahran, M. G. N., Abdrabo, K. I., & Yousry, A. (2024). Revisiting Urban Resilience: A Systematic Review of Multiple-Scale Urban Form Indicators in Flood Resilience Assessment. *Sustainability (Switzerland)* , *16*(12), 5076. https://doi.org/10.3390/su16125076

Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography*, *15*(1), 1–42. https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, *147*, 38–49. https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2015.11.011

Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, *41*(1–2), 127–150. https://doi.org/10.1007/s10464-007-9156-6

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, *108*(455), 1–24. https://doi.org/10.1002/QJ.49710845502

Ouazad, A. (2020). *Resilient Urban Housing Markets: Shocks vs. Fundamentals*. 299–331. http://arxiv.org/abs/2010.00413

Panahi, M. M., & Moayerian, N. (2025). Seeds of resilience: How social capital cultivates community strength in environmental crisis management. *Journal of Environmental Management*, *380*, 124937. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2025.124937

Parizi, S. M., Taleai, M., & Sharifi, A. (2024). A spatial evaluation framework of urban physical

resilience considering different phases of disaster risk management. *Natural Hazards 2024 120:14*, *120*(14), 13041–13076. https://doi.org/10.1007/s11069-024-06703-0

Paton, D., & Johnston, D. (2001). Disasters and communities: Vulnerability, resilience and preparedness. *Disaster Prevention and Management - DISASTER PREV MANAG*, *10*, 270–277. https://doi.org/10.1108/EUM0000000005930

Pendall, R., Foster, K., & Cowell, M. (2009). Resilience and Regions: Building Understanding of the Metaphor. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, *3*, 71–84. https://doi.org/10.1093/cjres/rsp028

Prasad, R. L. R., Mutukuru, M., & Mohapatra, P. (2022). Urban stormwater management for sustainable and resilient measures and practices: a review. *Water Science and Technology*, *85*, 1120–1140. https://doi.org/10.2166/wst.2022.017

Qian, Y., & Liu, T. (2025). Heat vulnerability assessment: A systematic review of critical metrics. *Hygiene and Environmental Health Advances*, *15*(4), 100138. https://doi.org/10.1016/j.heha.2025.100138

Rędzińska, K., & Piotrkowska, M. (2020). Urban Planning and Design for Building Neighborhood Resilience to Climate Change. *Land 2020, Vol. 9, Page 387*, *9*(10), 387. https://doi.org/10.3390/land9100387

Ribeiro, P. J. G., & Pena Jardim Gonçalves, L. A. (2019). Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*, *50*. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101625

Robert, O.-K., Tam, V., Komac, U., & Ampratwum, G. (2023). Critical review of Urban Community Resilience Indicators. *Smart and Sustainable Built Environment*, *13*. https://doi.org/10.1108/SASBE-08-2022-0180

Roosta, M., Javadpoor, M., & Ebadi, M. (2021). A study on street network resilience in urban areas by urban network analysis: comparative study of old, new and middle fabrics in shiraz. *International Journal of Urban Sciences*, *26*, 1–23. https://doi.org/10.1080/12265934.2021.1911676

Sádaba, J., Alonso, Y., Latasa, I., & Luzarraga, A. (2024). Towards Resilient and Inclusive Cities: A Framework for Sustainable Street-Level Urban Design. *Urban Science 2024, Vol. 8, Page 264*, *8*(4), 264. https://doi.org/10.3390/urbansci8040264

Satterthwaite, D., Archer, D., Colenbrander, S., Dodman, D., Hardoy, J., Mitlin, D., & Patel, S. (2020). Building Resilience to Climate Change in Informal Settlements. *One Earth*, *2*(2), 143–156. https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2020.02.002

Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. *Building and Environment*, *147*, 171–187. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.040

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *60*(5), 1654–1677. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.028

Shukla, N., Das, A., & Mazumder, T. N. (2025a). Complexities of urban resilience in the global south: key insights from Surat city, India. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *30*(6). https://doi.org/10.1007/S11027-025-10240-X

Shukla, N., Das, A., & Mazumder, T. N. (2025b). Decoding urban form resilience and adaptation in flood prone wards of Surat, India: Exploring the duality of public-private discourse. *Environmental Development*, *55*, 101178. https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2025.101178

Shukla, N., Das, A., & Mazumder, T. N. (2025c). Decoding urban form resilience and adaptation in flood prone wards of Surat, India: Exploring the duality of public-private discourse. *Environmental Development*, *55*, 101178. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101178

Sultana, Z., Mees, H. L. P., Mallick, B., Driessen, P. P. J., & Bailey, A. (2025). Rising temperatures, rising vulnerabilities: Individual and community adaptation to heat stress in urban slums of Bangladesh. *Sustainable Cities and Society*, *132*, 106803. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2025.106803

Tate, E. (2012). Social vulnerability indices: a comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Natural Hazards 2012 63:2*, *63*(2), 325–347. https://doi.org/10.1007/s11069-

012-0152-2

UNDRR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030

UNDRR. (2017). *Disaster Resilience Scorecard for Cities | Making Cities Resilient*. https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/Scorecard/UNDRR_Disaster%20resilience%20%20scorecard%20for%20cities_Detailed_English.pdf

UNFCCC. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. *Rio de Janeiro, Brazil,*. https://unfccc.int/process-and-meetings/united-nations-framework-convention-on-climate-change

UN-Habitat. (2018). *UN-Habitat's City Resilience Profiling Tool (CRPT): Guide.* https://unhabitat.org/guide-to-the-city-resilience-profiling-tool

UN-Habitat. (2023). *Enhancing Urban Resilience through Spatial Planning: Guidelines for Integrated Climate Risk Management*. United Nations Human Settlements Programme.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future.* United Nations. https://www.undrr.org/gar2022-our-world-risk

Urban Regeneration Corporation of Iran. (2021). GIS map of Iran's urban regeneration target areas.https://udrc.ir/%D8%B3%D8%A7%DB%8C%D8%B1-%D8%B3%D8%A7%D9%85%D8%A7%D9%86%D9%87%E2%80%8C%D9%87%D8%A7/%D9%86%D9%82%D8%B4%D9%87-gis-%D9%85%D8%AD%D8%AF%D9%88%D8%AF%D9%87-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D9%87%D8%AF%D9%81 (In Persian)

Vahidi Borji, M., Khalesi, M., Nedae Tousi, S., & Ebrahimnia, V. (2025). Assessing Urban Resilience and Vulnerability in Damavand: A Combined Approach of Indexing and Spatial Mapping. *Urban Economics and Planning*, *6*(1), 76–95. https://doi.org/10.22034/UEP.2025.490142.1563 (In Persian)

Wang, L., Dai, Y., Han, L., & Xu, Z. (2024). Optimizing urban resource efficiency: A scenario analysis of shared sports facilities in fostering sustainable communities in Nanjing, China. *Journal of Cleaner Production*, *468*, 143082. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143082

Wang, Z., Zhou, R., & Yu, Y. (2025). The impact of urban morphology on land surface temperature under seasonal and diurnal variations: Marginal and interaction effects. *Building and Environment*, *272*, 112673. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112673

WHO. (2024). *Heat and health*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health

Wolf, T., McGregor, G., Analitis, A., Wolf, T., McGregor, G., & Analitis, A. (2014). Performance Assessment of a Heat Wave Vulnerability Index for Greater London, United Kingdom. *Weather, Climate, and Society*, *6*(1), 32–46. https://doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00014.1

Wolff, E., French, M., Ilhamsyah, N., Sawailau, M. J., & Ramirez-Lovering, D. (2021). *Collaborating with communities: Citizen Science Flood Monitoring in Urban Informal Settlements*. https://doi.org/10.17645/up.v6i4.4648

Yu, J., Castellani, K., Forysinski, K., Gustafson, P., Lu, J., Peterson, E., Tran, M., Yao, A., Zhao, J., & Brauer, M. (2021). Geospatial indicators of exposure, sensitivity, and adaptive capacity to assess neighbourhood variation in vulnerability to climate change-related health hazards. *Environmental Health 2021 20:1*, *20*(1), 31-. https://doi.org/10.1186/s12940-021-00708-z

Zhao, J.;, Hao, X.;, Yang, Y., Zhao, J., Hao, X., & Yang, Y. (2023). Research on Urban Sustainability Indicators Based on Urban Grain: A Case Study in Jinan, China. *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 13320*, *15*(18), 13320. https://doi.org/10.3390/su151813320