Scientific Journal of
Sustainable Development of Geographical Environment

Vol. 7, No. 14, Autumn 2025

Original Article

Analysis of the Environmental Resilience of Kerman Against Carbon Emissions

Asghar Akbari Kamal Abad, Naser Eghbali*, Azita Rajabi
Department of Geography, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Absratct

Introduction: In recent decades, amid intensifying environmental crises and rising greenhouse gas concentrations, urban resilience to climate-related threats has become a key focus of global urban policy and planning. International efforts to reduce carbon emissions and the transition to low-carbon cities highlight the need to reconsider the economic and institutional structures of urban systems. Kerman City, as one of Iran's major industrial and mining centers, faces serious challenges, including high energy consumption, spatially unbalanced growth, and a strong reliance on industrial activity. These factors have led to a high concentration of carbon emissions and declining environmental resilience across its urban fabric. Accordingly, the present study aims to analyze and explain the economic and institutional components of carbon resilience in Kerman City, identify spatial disparities, and propose policy pathways toward low-carbon, sustainable urban development.

Materials and Methods: This research uses a purposeful and descriptive-analytical method. Data were collected from two main sources as (1) library studies to develop the theoretical framework and identify the key indicators of economic institutional resilience, and (2) field studies using a structured questionnaire to assess current conditions at the household level. The statistical population included household heads residing in Kerman City, of whom 380 individuals were selected through purposive sampling. The data were analyzed using descriptive statistics and inferential tests, including a one-sample t-test and an independent t-test, in SPSS. To identify and evaluate the spatial distribution of resilience and its relationship with carbon concentration, Geographically Weighted Regression (GWR) and spatial autocorrelation techniques were employed in ArcGIS.

Results and Discussion: The results indicate that the economic and institutional dimensions of resilience in Kerman are generally above the theoretical mean and can be described as "relatively favorable." However, significant spatial heterogeneity exists among different urban districts, suggesting an uneven distribution of resilience capacities. Residents of Districts 1 and 2 exhibit higher levels of economic resilience, while Districts 1 and 5 show stronger institutional resilience. The GWR analysis revealed that the industrial and technological sector ($R^2 = 0.91$) is the most influential factor in shaping the spatial pattern of carbon distribution, followed by population density and environmental quality. These findings emphasize that the energy-intensive industrial structure and the unequal spatial distribution of institutional services are the main drivers of spatial disparities in carbon resilience across Kerman.

Conclusion: Although the overall level of economic and institutional resilience in Kerman is acceptable, its uneven spatial distribution poses potential risks to environmental sustainability and spatial justice. Therefore, adopting an integrated urban management approach focusing on reducing energy intensity in the industrial technological sector, diversifying the urban economic structure, and strengthening institutional and social capital is essential. Targeted planning and intervention in central and deteriorated neighborhoods with lower resilience can enhance environmental justice, improve urban safety, and foster a fair transition toward sustainable urban development. Ultimately, the findings of this study provide valuable insights for designing local and regional policies to reduce carbon emissions, enhance adaptive capacity, and improve the overall resilience of Kerman City against climate-related threats.

Keywords: Resilience, Low-Carbon City, Environmental Hazards, Kerman, Geographically Weighted Regression (GWR).

Citation: Akbari Kamal Abad, A., Eghbali, N., & Rajabi, A. (2025). Analysis of the environmental resilience of Kerman against carbon emissions. *Sustainable Development of Geographical Environment*, Vol. 7, No. 14, (78-91). https://doi.org/10.48308/sdge.2024.233739.1165

Reccived:08/01/2024 Revised:10/11/2025 Accepted:16/04/2024

* Corresponding Author's Email: Naser.Eghbali@iau.ac.ir

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

فصلنامه علمی توسعه پایدار محیط جغرافیایی
دوره ۷، شماره ۱۴، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

تحلیل تاب‌آوری محیط‌زیست شهر کرمان در برابر تولیدات کربن

اصغر اکبری کمال‌آباد، ناصر اقبالی*، آزیتا رجبی

گروه جغرافیا، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: در دهه‌های اخیر، هم‌زمان با تشدید بحران‌های زیست‌محیطی و افزایش تمرکز گازهای گلخانه‌ای، موضوع تاب‌آوری شهری در برابر تهدیدات اقلیمی به یکی از محورهای اصلی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری در سطح جهان تبدیل شده است. تلاش‌های بین‌المللی برای کاهش آلاینده‌های کربنی و گذار به‌سوی شهرهای کم‌کربن، بر لزوم بازنگری در ساختارهای اقتصادی و نهادی شهرها تأکید دارند. در این میان، شهر کرمان به عنوان یکی از مراکز مهم صنعتی و معدنی کشور، با چالش‌هایی همچون مصرف بالای انرژی، رشد نامتوازن فضایی و وابستگی شدید به فعالیت‌های صنعتی روبه‌رو است؛ عواملی که منجر به تمرکز بالای کربن و کاهش تاب‌آوری زیست‌محیطی در بافت شهری می‌شوند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف تحلیل و تبیین مؤلفه‌های اقتصادی و نهادی مؤثر بر تاب‌آوری در برابر کربن در سطح شهر کرمان انجام گرفته است تا با شناسایی نواحی آسیب‌پذیر و ارائه‌ی راهکارهای سیاستی، مسیر توسعه‌ی شهری کم‌کربن و پایدار را هموار سازد.

مواد و روش‌ها: از نظر هدف، این تحقیق در زمره‌ی پژوهش‌های کاربردی قرار دارد و از حیث ماهیت و روش، توصیفی–تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز از طریق دو منبع اصلی گردآوری شد: مطالعات کتابخانه‌ای برای استخراج چارچوب نظری و شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی–نهادی و مطالعات میدانی با بهره‌گیری از پرسشنامه‌ی ساخت‌یافته برای سنجش وضعیت موجود در سطح خانوار. جامعه‌ی آماری تحقیق را سرپرستان خانوارهای ساکن در شهر کرمان تشکیل دادند که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند، ۳۸۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. داده‌های گردآوری‌شده ابتدا با استفاده از آمار توصیفی و آزمون‌های استنباطی شامل تی تک نمونه‌ای و تی مستقل در محیط نرم‌افزار SPSS تحلیل شد. در ادامه، برای تبیین و ارزیابی الگوهای فضایی تاب‌آوری و ارتباط آن با تمرکز کربن، از مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) و شاخص‌های خودهمبستگی فضایی در محیط ArcGIS استفاده گردید.

نتایج و بحث: نتایج تحلیل‌ها نشان داد که ابعاد اقتصادی و نهادی تاب‌آوری در شهر کرمان به‌طورکلی در سطحی بالاتر از میانگین نظری قرار دارد و می‌توان وضعیت کلی شهر را «نسبتاً مطلوب» ارزیابی کرد. با این حال، ناهمگونی فضایی چشم‌گیری میان مناطق مختلف شهری مشاهده شد که بیانگر توزیع نامتوازن ظرفیت‌های تاب‌آوری است. نتایج تفصیلی حاکی از آن است که ساکنان مناطق ۱ و ۲ از سطح بالاتری از تاب‌آوری اقتصادی برخوردارند، درحالی‌که تاب‌آوری نهادی در مناطق ۱ و ۵ نسبت به سایر مناطق وضعیت بهتری دارد. تحلیل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی نیز نشان داد که مؤلفه‌ی صنایع و فناوری با ضریب تعیین بالا (R^2=0.91) بیشترین تأثیر را بر الگوی فضایی تمرکز کربن در سطح شهر دارد. پس از آن، متغیرهای جمعیت شهری و کیفیت محیط‌زیست به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. این نتایج بیانگر آن است که ساختار اقتصادی مبتنی بر صنایع انرژی‌بر و توزیع نامتوازن خدمات نهادی، از عوامل اصلی شکل‌گیری تفاوت‌های فضایی تاب‌آوری در کرمان محسوب می‌شوند.

نتیجه‌گیری: اگرچه میانگین کلی شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی و نهادی در کرمان در سطح قابل قبول قرار دارد، اما توزیع فضایی ناهمگون آن می‌تواند تهدیدی برای پایداری زیست‌محیطی و عدالت فضایی در آینده‌ی شهر باشد. بر این اساس، اتخاذ رویکردی یکپارچه در مدیریت شهری که بر کاهش شدت مصرف انرژی در بخش صنعتی–تکنولوژیک، تنوع‌بخشی به ساختار اقتصادی شهری و تقویت سرمایه‌های نهادی و اجتماعی متمرکز باشد، ضرورت دارد. برنامه‌ریزی هدفمند برای نواحی مرکزی و بافت‌های فرسوده که سطح تاب‌آوری پایین‌تری دارند، می‌تواند به ارتقای عدالت محیطی، بهبود ایمنی شهری و تحقق الگوی توسعه‌ی پایدار و تاب‌آور منجر شود. در نهایت، نتایج پژوهش می‌تواند مبنایی برای طراحی سیاست‌های محلی و منطقه‌ای جهت کاهش انتشار کربن، ارتقای ظرفیت انطباقی و افزایش تاب‌آوری شهر کرمان در برابر مخاطرات اقلیمی فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری، شهر کم‌کربن، مخاطرات محیطی، کرمان، رگرسیون وزندار جغرافیایی

استناد: اکبری کمال‌آباد، ا.، اقبالی، ن.، و رجبی، آ. (۱۴۰۴). تحلیل مؤلفه‌های اقتصادی و نهادی تاب‌آوری در برابر کربن در بافت شهر کرمان. *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، دوره ۷، شماره ۱۴، پاییز ۱۴۰۴، (۷۸-۹۱). https://doi.org/ ۱۰،٤٨٣٠٨/sdge.2024.233739.1165

دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸

* رایانامه نویسنده مسئول: Naser.Eghbali@iau.ac.ir

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

رشد صنعتی منجر به افزایش تراکم شهری و افزایش استفاده از سوخت‌وساز و سایر منابع شده است. ترکیب شهرنشینی، صنعتی شدن و جهانی شدن، تأثیر عمیقی بر توسعه شهرها در سراسر جهان داشته است. در عین حال فعالیت‌های موجود در شهرها، از جمله مصرف انرژی منازل، حمل‌ونقل، مصرف برق و مدیریت نامطلوب پسماندهای شهری، به صورت مستقیم و غیرمستقیم منجر به افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای شده‌اند که تأثیرات نامطلوب زیادی بر تغییرات اقلیمی و آب و هوایی جهان خواهد گذاشت (Destek and Sinh, 2020). بدون توجه به مسئله شهرنشینی و پیامدهای آن، بحث درباره توسعه پایدار امکان‌پذیر نیست. توسعه هماهنگ بین بخش‌های مختلف، از جمله سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بخش حیاتی از پایداری شهرها است که به طور مستقیم کیفیت زیستی شهرنشینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Badiei et al.2019). با توجه به کاهش فشردگی و اندازه کوچک شهرها در گذشته، تأثیر آن‌ها بر آلودگی محیط‌زیست به طور چشمگیری کمتر بود؛ اما در حال حاضر، بحران‌های زیست‌محیطی اساساً منشأ انسانی دارد و ناشی از رشد سریع صنعتی شدن، شهرنشینی و سایر جنبه‌های روزافزون جمعیت و اقتصادی بشر همراه است (Luo et al, ۲۰۱۸: ۲۶; Pan et al, 2018: 61) به طور جدی خطراتی را برای زندگی انسان به همراه دارند و می‌توانند عواقب جبران‌ناپذیری بر آرامش و امنیت او داشته باشند (Ruan et al, 2020) بنابراین فاجعه عدم تعادل محیط‌زیست، یکی از بحران‌های عظیم و چالش‌برانگیز جامعه جهانی است که فقط مربوط به یک کشور یا ناحیه خاص نیست، بلکه به یک بحران بین‌المللی مبدل شده است. پدیده آلودگی هوا یکی از پیامدهای توسعه صنعتی است که به دلیل افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، توسعه حمل‌ونقل و افزایش مصرف سوخت، روزبه‌روز بیشتر می‌شود. امروزه آلودگی هوا یکی از مخاطرات جدی ساکنان شهرهای بزرگ است. برخی کشورها با برنامه‌ریزی مناسب و به‌کارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته توانسته‌اند این مشکل را مدیریت کنند ولی برخی دیگر از کشورها هنوز با مشکلات زیست‌محیطی عدیده مواجه هستند (Deng et al, 2020؛Moradi & Charehjou, 2021). این عامل زیست‌محیطی مهم مسئول تقریباً ۱۱/۸ درصد کل تلفات جهانی یا ۶/۷ میلیون مرگ زودرس در سال است (WHO, 2022) و همچنین افراد مبتلا به بیماری‌های تنفسی ممکن است به شدت تحت تأثیر این شرایط آب و هوایی قرار بگیرند (Deng et al., 2020). بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی ناپایدار همراه با افزایش جمعیت در جوامع امروزی مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی‌های مختلفی را شکل داده‌اند. این مسائل به‌ویژه در کشورهای جهان سوم که دسترسی محدودی به فناوری‌های پیشرفته دارند، بیشتر به چشم می‌خورد. گازهای گلخانه‌ای تأثیرات قابل توجهی در تغییرات آب‌وهوای کره زمین‌دارند و یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های محیط‌زیست در قرن ۲۱ به حساب می‌آید (Fong et al, 2008: 2507). رویکردها و الگوهای مختلفی، به منظور کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی تدوین شده‌اند که یکی از این رویکردها، بررسی میزان تاب‌آوری در برابر مخاطرات است. «تاب‌آوری به معنای توانمندی جامعه در مقابله با حوادث طبیعی است و نشان می‌دهد که جوامع تاب‌آور قادر هستند تغییرات مداوم و غیرقابل پیش‌بینی داشته باشند و عملکردهای حیاتی خود را حفظ کنند» (Haimes, 2009: 499 Ramazanzadeh Labsooyi, 2016). طی سال‌های اخیر سازمان‌ها و آژانس‌های فعال در سراسر جهان به منظور کاهش آلاینده‌های کربنی در محیط‌زیست، تلاش‌های فزاینده‌ای را به عمل آورده‌اند و به منظور ایجاد جوامعی مقاوم در برابر تهدیدات طبیعی، به دلیل خسارات گسترده اجتماعی، اقتصادی و نابودی زیرساخت‌ها، تمرکز خود را بر توسعه جوامع تاب‌آور قرار داده‌اند. شهر کرمان به دلیل نزدیکی به مراکز صنعتی بزرگ و کوچک، نیروگاه‌ها، میزان بالای مصرف انرژی و سوخت، رشد بی‌رویه جمعیت و کمبود تکنولوژی مناسب و برنامه‌ریزی نامناسب با مشکلات آلودگی هوا مواجه است. بر اساس بررسی‌های میزان مصرف فرآورده‌های شهر کرمان، این شهر در منطقه‌ای با تراکم بالای تولید دی‌اکسید کربن واقع شده است به‌طوری‌که در برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان نیز کاهش ۵،۰۲ درصدی شدت مصرف انرژی در این شهر هدف‌گذاری و تأکید شده است تا سهم این شهر از ۳۰۲۹۵۳۴ هزار لیتر به حدود ۲۶۶۷۶۰۰ کاهش یابد (Kerman Governor’s Office, 2023: 161).

عواملی همچون رشد جمعیت، ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی، تحولات اکولوژیک، توسعه صنعتی، منابع طبیعی، افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی، تغییر کاربری اراضی و ساختار فضایی کلان‌شهر کرمان تأثیرات جدی بر وضعیت آلاینده‌های هوای کرمان داشته‌اند؛ بنابراین، توجه به مسئله ساختار فضایی کلان‌شهر کرمان از منظر آلودگی هوا به عنوان ابزاری برای توسعه شهرهای کم‌کربن در یک چشم‌انداز پایدار و اکولوژیک برای این شهر مطرح شده است. پژوهش حاضر به دنبال بررسی وضعیت مؤلفه‌های تاب‌آوری نهادی و اقتصادی در شهر کرمان، تفاوت مناطق شهر کرمان از نظر مؤلفه‌های تاب‌آوری نهادی و اقتصادی و همچنین اثرگذاری کربن بر مؤلفه‌های محیطی شهر کرمان است.

ردپای اکولوژیکی[1] شاخصی است که تقاضای انسان برای منابع بیولوژیکی جهان را محاسبه می‌کند. این شاخص سطح مصرف را با مقدار زمین موجود و منطقه دریایی تولید کننده زیستی مقایسه می‌کند و برای نشان دادن تعرض احتمالی از «آستانه پایداری[2]» طراحی شده است. ابتدا به عنوان شاخصی از اثرات زیست‌محیطی کشورها، افراد یا جمعیت‌های انسانی کشورهای توسعه یافته بود و همچنین به‌طور فزاینده به عنوان شاخصی از عملکرد زیست‌محیطی سازمانی و شرکتی و حتی به عنوان شاخصی از «پایداری» محصولات استفاده می‌شود (Widmann & Barrett, 2010: 1646).

ردپای اکولوژیکی یکی از راه‌های اندازه‌گیری پایداری در سطح شهر است. در سال ۱۹۹۷ به عنوان اولین چارچوب سیستماتیک برای محاسبه ظرفیت زیستی و زباله‌های تولید شده در شهرها معرفی شد (Borucke et al., 2013). بر اساس محاسبات سازمان ردپای ملی که در سال ۲۰۰۳ تأسیس شد تقاضا برای منابع در سطح ملی و جهانی ۱/۵ برابر ظرفیت سیاره زمین در سال ۲۰۱۰ بود (Toth and Szigeti, 2016). ردپای کربن تقریباً ۵۴ درصد کل ردپای اکولوژیکی بشر را تشکیل می‌دهد (Mancini et al., 2016). ردپای کربن دی‌اکسید ناشی از انتشار فعالیت‌های روزانه از جمل شست و شوی لباس با استفاده از وسایل برقی است (BP, 2007). ردپای کربن به معنای اندازه‌گیری مقدار دی‌اکسید کربن انتشار یافته به صورت مستقیم یا غیرمستقیم ناشی از فعالیت‌های انسانی است. در مورد بنگاه تولیدی، ردپای کربن ممکن است شامل دی اکسیدکرین باشد که به صورت مستقیم از فرآیندهای داخلی مانند احتراق سوخت‌های فسیلی یا استفاده از انرژی الکتریکی باشد. شهرها از کاربری زمین و استفاده از آب برای اندازه‌گیری ردپای اکولوژیکی استفاده می‌کنند (Grub and Ellis, 2007). به عنوان مثال شهر کلگری در کانادا، یک رویکرد ردپای زیست‌محیطی را برای جمعیت ۱/۲ میلیون نفری برای کاهش اثرات زیست‌محیطی اعمال کردند (Lazarus et al., 2014). استراتژی‌های مختلفی برای کاهش ردپای اکولوژیکی مانند بهبود شبکه حمل‌ونقل و کاهش سوخت‌های فسیلی و کارهای خانگی اتخاذ شد. در سال ۲۰۱۲ انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان ۴۱ درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش یافت (Lazarus et al., 2014). ردپای کربن نقش بی‌بدیلی در مدیریت مصرف انرژی، کاهش انتشار گازها و بهبود تغییرات آب و هوایی ایفا می‌کند (Cao et al, 2023).

در سال‌های اخیر، مفهوم شهر کم‌کربن[3] به عنوان راهکاری برای پاسخگویی به تغییرات آب‌وهوایی جهانی و کاهش تخلیه گازهای گلخانه‌ای در فعالیت‌های تولیدی انسان بسیار مطرح شده است. شهر کم‌کربن به شهری اشاره دارد که در طراحی، ساخت، عملکرد و مدیریت خود، تلاش می‌کند تا حداقل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را داشته باشد (Su, 2012: ۱۱۴۴). گزارش کمینه برانت‌لند که به صورت رسمی با عنوان «آینده مشترک ما» منتشر شد، برای ورود توسعه پایدار به جریان اصلی بحث‌های سیاست جهانی تأثیرگذار بوده است. این گزارش توسط کمیته جهانی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ تهیه شده است و مفهوم توسعه پایدار با عنوان «توسعه‌ای که نیازهای کنونی را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهایشان برطرف نماید» مطرح می‌کند. در قرن بیستم، با پیشرفت علم و تکنولوژی، ساخت‌وساز بیش‌ازحد انسان به تعادل طبیعی محیط‌زیست آسیب رسانده است و بحران‌های جدی را به وجود آورده است. به همین دلیل، مفهوم شهر کم‌کربن به عنوان یک مفهوم نوین در توسعه شهری و یک موضوع جهانی مطرح شده است (Walker et al, 2015).

هالینگ (۱۹۷۳) برای اولین بار واژه تاب‌آوری را به عنوان راه‌حلی برای درک بهتر پویایی غیرخطی در اکوسیستم وارد مباحث اکولوژی کرد. لیو و سانگ (۲۰۲۰) تاب‌آوری را توانایی یک سیستم برای تطبیق عملکرد عملیاتی خود در مواجهه با آسیب‌ها و سایر شرایط نامطلوب توصیف می‌کنند. از آنجایی که اکثر مطالعات تاب‌آوری عمدتاً بر شرایط فیزیکی تمرکز دارند، مشخص شده که جنبه‌های مختلف (اجتماعی، اقتصادی، آموزشی و فرهنگی) می‌تواند به آسیب‌پذیری بعد کالبدی کمک کند (Cardona, 2013). در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد می‌باشند، تاب‌آوری به‌عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود (Mitchell, 2012: 2). به گفته برونو و همکاران (۲۰۱۸) تاب‌آوری به توانایی واحدهای اجتماعی در کاهش خطرات مرتبط با مخاطرات طبیعی اشاره دارد. با ادامه رشد و تراکم شهرها و همچنین مواجهه به تهدیدات ناشی از مخاطرات طبیعی، توجه به تاب‌آوری در شهرها و بهبود آن ضروری است. این امر باید جزء ضرورت مدیریت شهری به عنوان وسیله‌ای برای کاهش خطر و بلایا در نظر گرفته شود. در صورت وقوع مخاطرات طبیعی با کمبود منابع، محیط‌های شهری با سطح تاب‌آوری بالا دچار اختلال نمی‌شوند. در حقیقت، شهرهای تاب‌آور به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که قادر به پیش‌بینی، مقابله و بهبود از تأثیرات خطرات طبیعی داشته باشند. این شهرها در برابر شرایط فشار و بحرانی، سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی قابلیت بقا و عملکرد را دارند (Allan, 2010:364). ویژگی‌های جوامع تاب‌آور عبارت‌اند از توانایی استقامت در برابر نوسانات و ضربات وارده از حوادث، توانایی برگشت به عقب پس از حادثه، امکان و فرصت برای تغییر و پذیرفتن پس از حادثه و همچنین حفظ اکوسیستم‌های طبیعی یا سیستم‌های انسانی و محیطی است (Nelson et al, 2008: 13).

جدول ۱. رویکردهای مختلف در نحوه نگرش به مخاطرات (منبع: ملکی و دامن باغ، ۱۳۹۶)

نظریه	نکات اصلی مورد توجه در باب مخاطرات
دیدگاه سیستمی	برخورد سیستمی با سوانح تأکید بر مناسبات میان عوامل زیست‌محیطی و انسانی تأکید بر نظام‌های آسیب‌زا و آسیب‌پذیر
دیدگاه غالب	دیدگاه رایکال در توجه به عوامل طبیعی توجه به کربن و سوانح به عنوان پدیده‌های اجتناب‌ناپذیر توجه به آسیب‌های ناشی از کربن با توجه به شدت پدیده خوش‌بینی به علم در پیش‌بینی کربن و عدم ارائه راهکارهای مرتبط با محیط‌های انسان‌ساخت و اجتماعی
دیدگاه ساختارگرایی	توجه به عدالت اجتماعی توجه به ساختارهای اجتماعی به‌جای مسائل طبیعی، اقتصادی و سیاسی
دیدگاه اقتصاد سیاسی	دیدگاه رادیکال در توجه به عوامل طبیعی عادی شمردن پدیده‌های طبیعی توجه به آسیب‌پذیری به‌جای خطرپذیری در فجایع انسانی
دیدگاه اقتضایی	پیروی از نظریه آشوب در شرایط بحران تجویز برنامه در سطح خرد و به صورت اضطراری تقابل با رویکرد برنامه‌ریزی عقلانی
رویکرد ایمنی انسانی	تأکید برنامه‌ها بر امنیت انسانی در شرایط بحرانی تأکید بر مردم به عنوان نقطه کانونی توجه به فرآیند برنامه‌ریزی توسط استراتژی‌های از بالا به پایین و عملیات اجرایی پایین به بالا توجه به بخش‌های فراتر از دولت مانند سازمان‌های مردم‌نهاد، گروه‌های محلی و ...

مطالعات داخلی و خارجی زیادی صورت گرفته است که به عنوان مثال چاوز و راماسویی[1] (۲۰۱۱) نشان دادند که هیچ روش استانداردی برای اندازه‌گیری مقیاس انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود ندارد. مطالعات هیونن و جونیلا[2] (۲۰۱۱) نشان می‌دهد انتشار کربن به طور قابل ملاحظه‌ای در سطح شهرها به نسبت مناطق حومه و روستایی بیشتر است این عمدتاً به دلیل سطح درآمد بیشتر در شهرها بزرگ‌تر است. حتی به نظر می‌رسد انتشار گازهای گلخانه‌ای در شهرها کوچک‌تر کمتر است. تحقیقات لی و همکاران[3] (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند در بازه زمانی که مطالعه صورت می‌گرفت مؤلفه

ردپای مصرف و مؤلفه ردپای تولید در همه نواحی موردمطالعه افزایش داشته است. ژئو و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده از کامیون‌های حمل‌ونقل برقی با منابع قدرت پاک‌کننده می‌تواند بهبود قابل توجهی در حوزه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و پایداری زیست‌محیطی برای صنعت حمل‌ونقل ایجاد کند. نتینس و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی در شرایط آب‌وهوای جنوب و مرکز اروپا نشان دادند که مقادیر ردپای کربن سالانه بین ۰/۱ تا ۱۰/۱ کیلوگرم CO_2 - eq برای تولید گوجه‌فرنگی متفاوت است. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقادیر ردپای کربن بر اساس دی‌اکسید کربن در تولید زراعی گوجه‌فرنگی کمتر از کشت گلخانه‌ای به دست آمد. بهتر است در تولید کشت گلخانه‌ای از منابع انرژی تجدید پذیر استفاده گردد. مطالعه هوسین و همکاران (۲۰۱۷) در پاکستان نشان می‌دهد که عوامل کلیدی در زنجیره تولید تخته خرده چوب در صنعت می‌تواند باعث بهبود مسائل زیست‌محیطی شود. یانگ و همکاران (۲۰۲۳) در چین نشان دادند که استراتژی جدید مبتنی بر تقویت نوسازی شهرهای کم‌کربن است؛ و هدایت شرکت‌ها به سمت فعالیت‌های تولید پاک‌تر و تشویق به سمت شهر سبز می‌باشد.

مطالعات قائمی اصل و همکاران (۱۳۹۴) در مشهد نشان می‌دهد که فناوری زیستی با تغییرات کمتر و خرج تولید کمتر، به عنوان فناوری بهتر در طرح‌ریزی شهر زیست‌محیطی با کربن کم به حساب می‌آید و با نسبت تأثیر بیشتر وارد مکانیزم تولید ترکیب فسیلی تجدیدپذیر می‌شود. نتایج پژوهش لطفی و همکاران (۱۳۹۵) در شهر شیراز نشان می‌دهد هدف آن‌ها خلق محله‌ای که مصرف انرژی پایینی داشته باشد، محیطی مطلوب برای زندگی محلی را فراهم نماید و از تاب‌آوری بیشتری برخوردار باشد استوار است. مطالعه عبادی نیا (۱۳۹۶) نشان داد که فرم شهری مشهد سازگار با توسعه حمل‌ونقل کم‌کربن نیست. مطالعه محمدی ده‌چشمه و همکاران (۱۳۹۹) نشان می‌دهد برای تعیین ردپای اکولوژیکی از سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن شهرکرد در سال ۱۳۹۶، ۴/۵۱ تن استفاده شده است. ردپای اکولوژیکی در شهرکرد بالاتر از متوسط جهانی و کمتر از متوسط ایران است. پژوهش مرادی و چاره‌جو (۱۴۰۰) در شهر سنندج نشان می‌دهد که مؤلفه توسعه شهری کم‌کربن بیشترین تأثیر را داشته و بر مبنای معماری ساختار ارتباطی، برنامه‌ریزی استراتژیک شهر کم‌کربن از طریق چهار راهبرد تبیین کننده آن دارای اثر مثبت و معنی‌داری در دستیابی شهر کم‌کربن است. در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت و روند سریع صنعتی شدن تغییرات محیطی از جمله تغییرات آب و هوایی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین جوامع انسانی را با چالش‌های زیادی روبرو کرده است. با توجه به ادبیات تحقیق بررسی شده، شواهد نشان می‌دهد برای جلوگیری از آسیب‌پذیری جوامع از تغییرات محیطی نیازمند آموزش سازگاری جوامع شهری و روستایی برای مقابله با این تغییرات هستند. امروزه کاهش ردپای اکولوژیک به عنوان یک راهبرد برای مقابل با این تغییرات مطرح شده است که می‌تواند به افزایش جوامع تاب‌آور کمک کند. در این پژوهش سعی شده است.

مواد و روش‌ها

محدوده موردمطالعه: شهر کرمان مرکز استان کرمان و یکی از قدیمی‌ترین شهرهای ایران است. این شهر در جنوب شرق کشور، در حاشیه شمالی کویر لوت و دامنه رشته‌کوه‌های جوپار و هزار واقع شده است. مختصات جغرافیایی آن حدود ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۷۵۵ متر است. کرمان اقلیمی بیابانیِ سرد و نیمه‌خشک دارد؛ میانگین دمای سالانه حدود ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی سالانه در حدود ۱۳۰ میلی‌متر است. تابستان‌ها گرم و خشک و زمستان‌ها سرد و نسبتاً مرطوب‌اند. جمعیت شهر در سال‌های اخیر حدود ۷۵۰ تا ۸۰۰ هزار نفر برآورد می‌شود و با احتساب حومه به حدود ۹۰۰ هزار نفر می‌رسد. کرمان دارای پنج منطقه شهری اصلی است که با گسترش سریع شهر به‌ویژه در نواحی غربی و جنوبی شکل گرفته‌اند.

- منطقه ۱ :مرکز تاریخی و بازار گنجعلی‌خان
- منطقه ۲ :نواحی شمالی و شمال غربی شهر
- منطقه ۳ :بخش‌های شرقی و اطراف فرودگاه
- منطقه ۴ :مناطق جنوبی و قدیمی

- منطقه ۵ :مناطق غربی و شهرک‌های جدید

از نظر جغرافی طبیعی، پیرامون شهر را ارتفاعات مرتفعی همچون کوه جوپار (۴۱۳۵ م) و کوه هزار (۴۵۰۱ م) دربر گرفته‌اند. خاک کرمان عمدتاً آبرفتی و کویری است اما در مناطق مرتفع‌تر برای کشت محصولاتی مانند پسته و زیره مناسب است. وجود قنات‌ها، منابع آبی سنتی و موقعیت در مسیر راه‌های ارتباطی مهم کشور، این شهر را به مرکز اقتصادی و فرهنگی جنوب شرق ایران تبدیل کرده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت توصیفی ـ تحلیلی است. برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از روش کتابخانه‌ای، اسنادی و پیمایشی (پرسشنامه) استفاده شده است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، شاخص‌های تاب‌آوری در ۲ بعد اقتصادی (میزان خسارت، توانایی جبران خسارت، توانایی برگشت به شرایط عادی و بیمه بلایا) و بعد نهادی (اطلاع از عملکرد سازمان، بستر نهادی، روابط سازمانی و عملکرد نهادی) و در زمینه بررسی کربن از ۶ مؤلفه (کیفیت محیط‌زیست، انرژی، جمعیت، صنایع و تکنولوژی، حمل‌ونقل و کاربری اراضی شهری و طراحی منظر شهری) طراحی شد. جامعه آماری تحقیق سرپرست خانوار ساکن شهر کرمان هستند که با روش نمونه‌گیری هدفمند ۳۸۰ نفر از سرپرستان خانوار ساکن این مناطق برگزیده و پرسشنامه استاندارد بین آن‌ها توزیع گردید. همچنین برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات گردآوری شده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری (آمارهای توصیفی، میانگین، آزمون تی تک نمونه‌ای و تی مستقل) استفاده شده است. برای بررسی وضعیت پراکنش کربن در سطح مناطق شهر کرمان از آزمون رگرسیون و همچنین برای وزن‌دهی به شاخص‌های مورد مطالعه و داده‌های فضایی از روش خودهمبستگی فضایی Weights Manager موجود در نرم‌افزار Geoda و محیط نرم‌افزار ArcGis استفاده شد. جدول (۳) شاخص‌های پژوهش در بعد اثرگذاری کربن بر مؤلفه‌های محیطی شهر کرمان را نشان می‌دهد.

جدول ۲. شاخص‌های پژوهش (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

معیار	شاخص	کد تحلیلی
کیفیت محیط‌زیست	هوا (غلظت آلودگی، کیفیت هوا)	a1
	دی‌اکسید کربن، نیتروژن، ذرات معلق	A2
	دسترسی به فضاهای سبز و تفریحی	A3
انرژی	میزان مصرف سوخت‌های فسیلی	a4
	سیستم‌های انرژی کارآمد و بدون کربن	A5
جمعیت	اندازه جمعیت	a6
	تراکم جمعیت	A7
	تراکم ساختمان‌ها	A8
صنایع و تکنولوژی	انواع صنایع	a9
	پراکندگی صنایع	A10
	استفاده از مصالح بازیافتی	A11
حمل‌ونقل و کاربری اراضی شهری	اختلاط کاربری (توزیع متوازن کاربری‌ها و فعالیت‌ها در سطح شهر، ایجاد اختلاطی مناسب از کاربری مسکونی با سایر کاربری‌ها، جانمایی فضای سبز در نزدیکی حوزه‌های سکونت)	a12
	سیستم‌های حمل‌ونقل (دسترسی مناسب به شبکه‌های حمل‌ونقل همگانی، ایجاد پارکینگ حاشیه‌ای در حمل‌ونقل، جانمایی ایستگاه کرایهٔ دوچرخه)	A13
طراحی منظر شهری	چشم‌انداز طبیعی (مکان‌یابی پوشش گیاهی، استفاده از پوشش گیاهی محلی، تهیه چشم‌انداز مناسب)	a14
	چشم‌انداز مصنوعی (استفاده از ساختمان‌های سبز (بام و دیوار)، تلفیق المان‌های فیزیکی و طبیعی با یکدیگر)	A15

نتایج و بحث

بررسی وضعیت ابعاد تاب‌آوری

بعد اقتصادی تاب‌آوری: بعد اقتصادی تاب‌آوری شامل نماگرهای (میزان خسارت، توانایی جبران خسارت، توانایی برگشت به شرایط عادی و بیمه بلایا) است. نتایج (جدول ۳) نشان می‌دهد در مجموع میانگین رتبه‌ای محاسبه برای این بعد برابر ۳/۳۲ است. نماگر توانایی بازگشت به شرایط عادی بیشترین میانگین (۳/۴۴) و نماگر توانایی جبران خسارت کمترین میانگین (۲/۰۷) است.

بعد نهادی تاب‌آوری: بعد نهادی تاب‌آوری شامل نماگرهای (اطلاع از عملکرد سازمان، بستر نهادی، روابط سازمانی و عملکرد نهادی) است. نتایج نشان می‌دهد در مجموع میانگین رتبه‌ای محاسبه شده برای این بعد برابر ۳/۲۴ است. نماگر بستر نهادی دارای بیشترین میانگین (۳/۵۰) و کمترین میانگین مربوط به نماگر عملکرد نهادی (۲/۶۶) است.

جدول ۳. بررسی وضعیت ابعاد تاب‌آوری (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

نام متغیر	فراوانی	میانگین	انحراف معیار
اطلاع از عملکرد سازمان	۳۸۰	۳/۴۸	۱/۱۵
بستر نهادی	۳۸۰	۳/۵۰	۱/۸۸
روابط نهادی	۳۸۰	۳/۴۰	۱/۱۷
عملکرد نهادی	۳۸۰	۲/۶۶	۱/۱۳
میزان خسارت	۳۸۰	۳/۱۶	۱/۱۵
توانایی جبران	۳۸۰	۳/۰۶	۱/۲۷
توانایی برگشت به شرایط عادی	۳۸۰	۳/۴۴	۱/۳۴
بیمه بلایا	۳۸۰	۳/۶۴	۱/۵۲

نتایج حاصل از (جدول ۴) نشان می‌دهد وضعیت تاب‌آوری در بعد اقتصادی و بعد نهادی در وضعیت مناسبی قرار دارند. میانگین بعد اقتصادی برابر ۳/۳۲ و میانگین بعد نهادی برابر ۳/۲۴ است که بیشتر حد متوسط (حد متوسط ۳) است. در بعد نهادی کمترین میانگین مربوط به متغیر عملکرد نهادی با مقدار ۲/۶۶ است که کمتر از حد متوسط است و معنادار نیست چون بیشتر از سطح معنی‌داری (۰/۰۵) است ولی متغیرهای دیگر از وضعیت مناسبی برخوردارند و همگی معنی‌دار هستند. در بعد اقتصادی میانگین متغیر توانایی برابر با ۳/۰۶ است که نشان می‌دهد این متغیر در حد متوسط ارزیابی قرار دارد ولی معنی‌دار است؛ و سایر متغیرهای بعد اقتصادی از شرایط مناسبی برخوردارند. پس می‌توان گفت که بعد نهادی و بعد اقتصادی تاب‌آوری با توجه به سطح معنی‌داری کمتر از (۰/۰۵) همگی معنی‌داری هستند.

جدول ۴. آزمون تی تک‌نمونه‌ای (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

ابعاد تاب‌آوری	مقدار آزمون= ۳					ارزیابی ابعاد
	میانگین	مقدار t	سطح معنی‌داری	فاصله اطمینان ۰/۹۵		
				حد پایین	حد بالا	
بعد اقتصادی	۳/۳۲	۳/۷۰۵	۰/۰۰۰	۰/۱۰۰	۰/۳۸۵	مناسب
بعد نهادی	۳/۲۴	۳/۶۱۱	۰/۰۰۰	۰/۱۱۰	۰/۳۷۷	مناسب

بررسی تفاوت میانگین بین مناطق شهر کرمان از نظر شاخص تاب‌آوری در برابر کربن از آزمون تی مستقل استفاده شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که میانگین نمرات میزان تاب‌آوری اقتصادی ساکنان منطقه ۲ (۷۴/۵۴) و برای ساکنان منطقه ۱ با (۶۶/۶۷) به دست آمده است. در حقیقت می‌توان گفت میزان تاب‌آوری اقتصادی ساکنان منطقه ۱ و ۲ بیشتر از سایر مناطق بوده است. همچنین میانگین نمرات میزان تاب‌آوری نهادی ساکنان منطقه ۱ با (۷۹/۴۹) و برای ساکنان منطقه ۵ برابر با (۸۴/۲۲) به دست آمده است؛ یعنی میزان تاب‌آوری نهادی ساکنان مناطق ۱ و ۵ بیشتر

از سایر مناطق بوده است. با توجه به مقادیر تی به دست آمده و چون سطح معناداری (Sig) کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین بین مناطق مورد مطالعه از نظر شاخص تاب‌آوری اقتصادی و نهادی تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۵. بررسی تفاوت بین محلات مورد مطالعه از نظر ابعاد تاب‌آوری در برابر کربن (منبع: یافته‌های پژوهش،۱۴۰۲)

شاخص	نام محلات	آزمون تی مستقل					
		فراوانی	میانگین	انحراف معیار	مقدار T	درجه آزادی	سطح معناداری
اقتصادی	منطقه ۱	۳۸۰	۶۶/۶۷	۱۲/۰۷	-۶/۰۴	۳۷۸	۰/۰۰۱
	منطقه ۲	۳۸۰	۷۴/۵۶	۱۳/۳۵			
	منطقه ۳	۳۸۰	۳۲/۱۲	۱۱/۱۳			
	منطقه ۴	۳۸۰	۳۳/۴۵	۱۰/۴۳			
	منطقه ۵	۳۸۰	۴۵/۱۲	۱۰/۵۶			
نهادی	منطقه ۱	۳۸۰	۷۹/۴۹	۱۵/۹۸	-۳/۱۵	۳۷۸	۰/۰۰۲
	منطقه ۲	۳۸۰	۶۶/۷۴	۹/۰۸			
	منطقه ۳	۳۸۰	۴۳/۹۰	۱۰/۸۹			
	منطقه ۴	۳۸۰	۴۸/۶۷	۱۰/۶۳			
	منطقه ۵	۳۸۰	۸۴/۲۲	۱۳/۰۸			

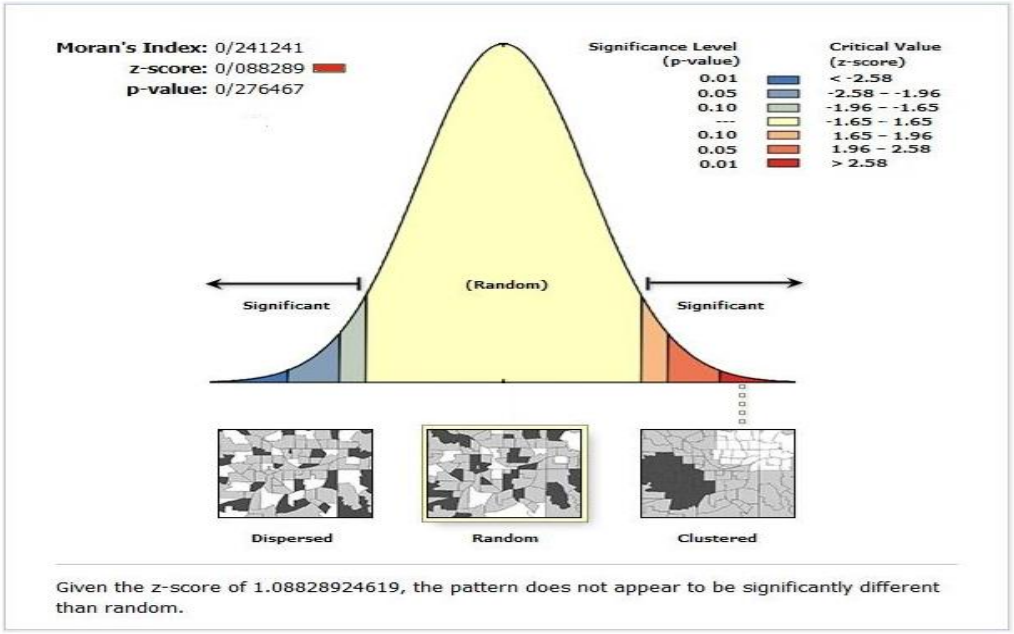
وضعیت نقش شاخص‌های موجود در پراکنش کربن در سطح فضای شهر کرمان از طریق (GWR)

به منظور بررسی خودهمبستگی فضایی و شناسایی نقش شاخص‌های موجود در پراکنش کربن در سطح فضای شهر کرمان از ابزار رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی استفاده می‌شود به‌گونه‌ای که ضریب روند الگوی به دست آمده در لایه‌ها اعمال و در محیط Arc Gis اضافه شد شکل (۱).

جدول ۶. وضعیت پراکندگی و الگوی توزیعی شاخص‌های پراکنش کربن (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

شاخص	St.Error	Sigma	R^2
طراحی منظر شهری	۰/۰۰۰۰۵	۱۲/۲۵۶۲۷	۰/۸۶
انرژی	۰/۰۰۰۰۵	۱۱/۳۱۸۶۳	۰/۷۸
صنایع و تکنولوژی	۰/۰۰۰۰۵	۱۰/۶۴۲۸۷	۰/۹۱
جمعیت	۰/۰۰۰۰۵	۱۲/۴۷۱۹۸	۰/۹۰
کیفیت محیط‌زیست	۰/۰۰۰۰۵	۱۳/۳۳۱۷۸	۰/۸۸
حمل‌ونقل و کاربری اراضی	۰/۰۰۰۰۵	۱۱/۷۹۰۱۴	۰/۷۹

نتایج تحلیل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی نشان می‌دهد که مهم‌ترین مؤلفه تأثیرگذار بر پراکنش کربن در سطح مناطق شهر کرمان مؤلفه صنایع و تکنولوژی با ضریب ۰/۹۱ درصد بود که این متغیر به‌خوبی وضعیت اثرگذاری بر پراکنش کربن در سطح شهر کرمان را تبیین می‌کند. در رتبه دوم شاخص جمعیت با ضریب ۰/۹۰ درصد، کیفیت محیطی زیست با ضریب ۰/۸۸ در رده‌های بعدی قرار دارند. همچنین تأثیر کلیه مؤلفه‌های مورد بررسی بر پراکنش کربن، مثبت و در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنادار می‌باشد.



شکل ۱. وضعیت پراکندگی و الگوی توزیعی شاخص‌های پراکنش کربن (منبع: یافته‌های پژوهش،۱۴۰۲)

نتایج این مقادیر در هر شاخص قابل بررسی هستند و به عنوان مقادیر خروجی مشتق شده برای استفاده بالقوه در مدل‌ها یا متون منتقل می‌شوند. با توجه به شکل ۱ وضعیت قرار گری مناطق منتخب در سطح شهر کرمان حاکی از آن بود که منطقه ۴ دارای پایین‌ترین اثر (۰/۰۳)، مناطق ۱ و ۳ دارای اثر متوسط (۰/۰۵) و مناطق ۲ و ۵ دارای اثر (۰/۰۷) زیاد بودند.

وضعیت نهایی تاب‌آوری در برابر کربن در سطح مناطق شهر کرمان

برای بررسی وضعیت نهایی تاب‌آوری شهر کرمان در برابر کربن پس از تجمیع شاخص‌های یاد شده در محیط نرم افزا Arc Gis وضعیت نهایی تاب‌آوری به تفکیک از سطح خیلی کم تا خیلی زیاد برای برنامه‌ریزی جهت مقابله هرگونه بحران احتمالی ناشی از توزیع زیاد کربن دسته‌بندی شده‌اند که به تفکیک رنگ قابل مشاهده هستند.

شکل ۲. میزان تاب‌آوری بافت شهر کرمان (منبع: یافته‌های پژوهش،۱۴۰۲)

همان‌طور که از شکل شماره ۲ مشاهده می‌کنیم نقاط قابل توجهی از بافت شهر کرمان در محدوده طیفی تاب‌آوری متوسط تا خیلی کم قرار گرفته‌اند به گونه‌ای که بخش مرکزی شهر که منطبق بر بافت شهر نیز است به دلیل عدم برخورداری از سیستم سازه‌ای استاندارد و مصالح پایدار و همچنین عدم توانایی مالی ساکنین، تراکم جمعیت بالا سبب شکل‌گیری محدوده‌هایی با میزان تاب‌آوری کم و خیلی کم در سطح شهر کرمان شده‌اند، این وضعیت در زمان وقوع بلایای طبیعی به صورت چشمگیری خود را نمایان‌تر خواهند کرد و خسارات مالی و جانی آن دوچندان خواهد شد.

جدول ۷. وضعیت تاب‌آوری بافت شهر کرمان از طریق (Anselin local Morans) (منبع: یافته‌ها پژوهش، ۱۴۰۲)

تاب‌آوری	مساحت (مترمربع)	درصد
تاب‌آوری خیلی کم	۸۶۵۴۱۰	۲۳/۱۴
تاب‌آوری کم	۷۸۶۵۹۰	۲۱/۰۳
تاب‌آوری نسبتاً کم	۶۶۹۴۸۰	۱۷/۹۰
تاب‌آوری متوسط	۶۸۵۴۴۰	۱۸/۳۳
تاب‌آوری نسبتاً زیاد	۳۲۵۲۵۰	۸/۷۰
تاب‌آوری زیاد	۲۱۱۴۶۰	۵/۶۵
تاب‌آوری خیلی زیاد	۱۹۶۳۷۰	۵/۲۵

نتیجه‌گیری

در حال حاضر تاب‌آوری ارتباط معنی‌داری را با شاخص‌های سلامت و کیفیت زندگی، عدم امنیت و نابهنجاری‌های اجتماعی، مخاطرات محیطی و زیست‌محیطی و بحران‌های تکنولوژیک دارد. ایمنی شهری سلسله اقدامات و راهکارهایی است که ساختارهای مختلف فیزیکی و غیرفیزیکی را در مقابل حوادث تقویت می‌کند و مقاومت آن‌ها را در برابر وقوع حوادث مختلف افزایش می‌دهد. یکی از روش‌های مناسب برای سنجش و شناسایی مسئله، استفاده از روش‌های تصمیم-گیری در شناسایی بافت‌های در معرض خطر کربن و اولویت‌بندی تاب‌آوری آن‌ها است. هدف پژوهش حاضر تحلیل فاکتورهای نهادی و اقتصادی تاب‌آوری در برابر کربن در شهر کرمان است. در تحقیق کنونی بعد از استخراج شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی و نهادی در بافت شهر کرمان در مرحله دوم شاخص‌هایی فضایی تحقیق استخراج شدند. در ادامه نیز برای رتبه‌بندی (اولویت‌بندی) سطوح تاب‌آوری از طیف خیلی زیاد تا خیلی کم استفاده شده است در ۵ دسته مشخص شدند.

برای بررسی ابعاد تاب‌آوری اقتصادی و نهادی از آزمون تی تک‌نمونه‌ای استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد وضعیت تاب‌آوری در بعد اقتصادی و بعد نهادی در وضعیت مناسبی قرار دارند و بیشتر از حد متوسط است. در بعد نهادی کمترین میانگین مربوط به متغیر عملکرد نهادی که کمتر از حد متوسط است و معنادار نیست، ولی متغیرهای دیگر از وضعیت مناسبی برخوردارند و همگی معنی‌دار هستند. در بعد اقتصادی میانگین متغیر توانایی جبران نشان می‌دهد این متغیر در حد متوسط ارزیابی قرار دارد ولی معنی‌دار است؛ و سایر متغیرهای بعد اقتصادی از شرایط مناسبی برخوردارند. پس می‌توان گفت که بعد نهادی و بعد اقتصادی تاب‌آوری با توجه به سطح معنی‌داری کمتر از (۰/۰۵) همگی معنی‌داری هستند. برای بررسی تفاوت میانگین بین مناطق شهر کرمان از نظر شاخص تاب‌آوری در برابر کربن از آزمون تی‌نمونه مستقل استفاده شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان می‌دهد که میانگین نمرات میزان تاب‌آوری اقتصادی ساکنان منطقه ۲ و ساکنان منطقه ۱ در وضعیت مناسبی قرار دارد؛ یعنی در این تحقیق میزان تاب‌آوری اقتصادی ساکنان منطقه ۱ و ۲ بیشتر از سایر مناطق بوده است. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده میانگین نمرات میزان تاب‌آوری نهادی ساکنان منطقه ۱ و ساکنان منطقه ۵ در وضعیت مناسبی قرار دارد؛ یعنی میزان تاب‌آوری نهادی ساکنان مناطق ۱ و ۵ بیشتر از سایر مناطق بوده است. با توجه به مقادیر تی به دست آمده و چون سطح معناداری (Sig) کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین بین مناطق موردمطالعه از نظر شاخص تاب‌آوری اقتصادی و نهادی تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که اثرگذاری مؤلفه‌های صنایع و تکنولوژی بالا بوده که این متغیر به‌خوبی وضعیت اثرگذاری بر

پراکنش کربن در سطح شهر کرمان را تبیین می‌کند. پس از آن شاخص جمعیت و کیفیت زیست‌محیطی در رده‌های بعدی قرار دارند. همچنین تأثیر کلیه مؤلفه‌های مورد بررسی بر پراکنش کربن، مثبت و در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنادار می‌باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر در زمینه تاب‌آوری نهادی با یافته خالدی و همکاران (۱۳۹۹) همخوانی دارد که نشان می‌دهد ارتباط نهادی می‌تواند نقش مهمی در جوامع تاب‌آور داشته باشد و در بقیه مؤلفه‌ها متفاوت است. یافته‌های این پژوهش در رابطه با تاب‌آوری اقتصادی در مؤلفه‌های بیمه، میزان خسارت و شاخص‌های فضایی مثل تراکم جمعیت با یافته‌های آراسته و همکاران (۱۳۹۹) همخوانی دارد.

سپاسگزاری: مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری اصغر اکبری کمال‌آباد به راهنمایی دکتر ناصر اقبالی و مشاوره دکتر آزیتا رجبی با عنوان: تدوین اصول و شاخص‌های زیست پذیری شهری مبتنی بر تحقق‌پذیری کربن صفر مطالعه موردی شهر کرمانمی باشد. نویسندگان از کلیه شهروندان و مسئولین محترمی که در تکمیل پرسشنامه‌ها و ارائه داده‌های این پژوهش همکاری داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنند.

حامی مالی: بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش: همه نویسندگان، در نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

تضاد منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

پی‌نوشت

[3] City

References

Allan, P., & Bryant, M. (2010). The critical role of open space in earthquake recovery: A case study. *NZSEE Conference*. https://www.nzsee.org.nz/db/2010/Paper_177.pdf

Arasteh, M., Baghban, A., & Baghban, S. (2020). Identifying key factors affecting urban resilience with a foresight approach in Mashhad Metropolis. *Physical Development Planning*, *7*(2), 63-78. https://psp.journals.pnu.ac.ir/issue_1123_1161.html

Badiei, L., Ezzatpanah, B., & Soltani, A. (2019). Explaining and analyzing sustainable urban development with emphasis on environmental components (Case study: Sanandaj city). *Research and Urban Planning*, *10*(36), 75-86. https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_3413.html **(In Persian)**

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J. C., Wackernagel, M., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, *24*, 518-533. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005

Chavez, A., & Ramaswami, A. (2011). Progress toward low carbon cities: Approaches for transboundary GHG emissions' footprinting. *Carbon Management*, *2*(4), 471-482. https://doi.org/10.4155/cmt.11.38

Deng, S. Z., Jalaludin, B. B., Antó, J. M., Hess, J. J., & Huang, C. R. (2020). Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: A call to action for health professionals. *Chinese Medical Journal*, *133*(13), 1552-1560. https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000861

Destek, M. A., & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537

Fong, W. K., Matsumoto, H., Ho, C. S., & Lun, Y. F. (2008). Energy consumption and carbon dioxide emission considerations in the urban planning process in Malaysia. *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, *6*, 101-130. https://doi.org/10.21837/pmjournal.v6.i1.68

Ghaemi Asl, M., Salimifar, M., Mahdavi Adeli, M. H., & Rajabi Mashhadi, M. (2016). Simulating the creation of a low-carbon eco-city using urban waste and photovoltaic technology: Sustainable energy planning for the urban sector of Mashhad. *Urban Economics and Management*, *5*(1), 67-81. https://iueam.ir/article-1-611-fa.pdf **(In Persian)**

Haimes, Y. Y. (2009). On the definition of resilience in systems. *Risk Analysis*, *29*(4), 498-501. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01216.x

Hammond, G. (2007). Time to give due weight to the 'carbon footprint' issue. *Nature*, *445*(7125), 256. https://doi.org/10.1038/445256b

Heinonen, J., & Junnila, S. (2011). A carbon consumption comparison of rural and urban lifestyles. *Sustainability*, *3*(8), 1234-1249. https://doi.org/10.3390/su3081234

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

Hussain, M., Malik, R. N., & Taylor, A. (2017). Carbon footprint as an environmental sustainability indicator for the particleboard produced in Pakistan. *Environmental Research*, *155*, 385-393. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.024 **(In Persian)**

Khaledi, Sh., Ghahroudi Tali, M., & Farhmand, Gh. (2020). Measuring and assessing the level of urban resilience against urban floods in Urmia city. *Sustainable Development of Geographic Environment*, *2*(3), 169-182. https://egsdejournal.sbu.ac.ir/article_99072.html **(In Persian)**

Kerman Province Management and Planning Organization. (2023). *The sixth economic, social and cultural development plan document of Kerman province, Volume 4: Infrastructure affairs*. https://cea.kr.ir/Modules/showframework.aspx **(In Persian)**

Lazarus, E., Zokai, G., Borucke, M., Panda, D., Iha, K., Morales, J. C., Wackernagel, M., Galli, A., & Gupta, N. (2014). *Working guidebook to the National Footprint Accounts: 2014 edition*. Global Footprint Network. http://www.footprintnetwork.org/

Li, X., Tian, M., Wang, H., Wang, H., & Yu, J. (2014). Development of an ecological security evaluation method based on the ecological footprint and application to a typical steppe region in China. *Ecological Indicators*, 39, 153-159. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.014

Liu, W., & Song, Z. (2020). Review of studies on the resilience of urban critical infrastructure networks. *Reliability Engineering & System Safety*, *193*, 106617. https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106617

Lotfi, S., Sholeh, M., Farmand, M., & Fattahi, K. (2016). Developing urban design criteria for carbon-neutral neighborhoods. *Negareh Journal*, *1*(6), 80-92. https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-10005-fa.html **(In Persian)**

Luo, L., Ma, W., Zhuang, Y., Zhang, Y., Yi, S., Xu, J., & Zhang, Z. (2018). The impacts of climate change and human activities on alpine vegetation and permafrost in the Qinghai-Tibet Engineering Corridor. *Ecological Indicators*, *93*, 24-35. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.067

Maleki, S., & Damen Bagh, S. (2017). Analysis of the concepts of environmental ethics and culture from the perspective of citizens: Case study of Islamabad Gharb city. *Geography and Environmental Planning*, *6*(23), 41-58. https://ges.iaun.iau.ir/article_600708.html **(In Persian)**

Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., & Marchettini, N. (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecological Indicators*, *61*, 390-403. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.020

Mitchell, T., & Harris, K. (2012). *Resilience: A risk management approach*. ODI Background Note. https://cdn.odi.org/media/documents/7552.pdf

Mohammadi Deh Cheshmeh, M., Ghaedi, S., & Peyvand, N. (2020). Feasibility study of zero carbon city environmental strategy in Shahrekord. *Geography and Environmental Planning*, *31*(3), 41-60. https://gep.ui.ac.ir/article_25063.html **(In Persian)**

Moradi, A., & Charehjoo, F. (2021). Strategic planning of sustainable urban development with a special approach to low-carbon city (Case study: Sanandaj city). *Urban Planning Quarterly*, *12*(46), 111-129. https://jupm.marvdasht.iau.ir/article_4063.html **(In Persian)**

Nelson, V., Lamboll, R., & Arendse, A. (2008). *Climate change adaptation, adaptive capacity and development*. Discussion Paper. https://www.researchgate.net/publication/242088443

Ntinas, G. K., Neumair, M., Tsadilas, C. D., & Meyer, J. (2017). Carbon footprint and cumulative energy demand of greenhouse and open-field tomato cultivation systems under Southern and Central European climatic conditions. *Journal of Cleaner Production*, *142*(4), 3617-3626. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.106

Pan, N., Feng, X., Fu, B., Wang, S., Ji, F., & Pan, S. (2018). Increasing global vegetation browning hidden in overall vegetation greening: Insights from time-varying trends. *Remote Sensing of Environment*, *214*, 59-72. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.05.018

Ramazan Zadeh Lasboei, M., Askari, A., & Badri, S. A. (2014). Infrastructures and resilience against natural disasters with emphasis on flood, case study: Kalardasht and Tonekabon sample tourism areas. *Spatial Analysis of Environmental Hazards*, *1*(1), 35-52. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2313-fa.pdf **(In Persian)**

Sadeghi, S. K., Karimi Takalo, Z., Motefakker Azad, M. A., & Asgharpour, H. (2016). Measurement of ecological carbon footprint of urban and rural household deciles in Iran with social accounting matrix approach. *Iranian Journal of Economic Research*, *21*(68), 163-206. https://ijer.atu.ac.ir/issue_1356_1431.html **(In Persian)**

Su, M. R., Chen, B., Xing, T., Chen, C., & Yang, Z. F. (2012). Development of low-carbon city in China: Where will it go? *Procedia Environmental Sciences*, *13*, 1143-1148. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.107

Toth, G., & Szigeti, C. (2016). The historical ecological footprint: From over-population to over-consumption. *Ecological Indicators*, *60*, 283-291. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.040

Walker, G., Karvonen, A., & Guy, S. (2015). Zero carbon homes and zero carbon living: Sociomaterial interdependencies in carbon governance. *Transactions of the Institute of British Geographers*, *40*(4), 494-506. https://doi.org/10.1111/tran.12090

WHO. (2022). Air quality and health. *World Health Organization*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

Wiedmann, T., & Barrett, J. (2010). A review of the ecological footprint indicator—Perceptions and methods. *Sustainability*, *2*(6), 1645-1693. https://doi.org/10.3390/su2061645

Yang, S., Jahanger, A., & Hossain, M. R. (2023). How effective has the low-carbon city pilot policy been as an environmental intervention in curbing pollution? Evidence from Chinese industrial enterprises. *Energy Economics*, *118*, 106523. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106523

Zhuo, L., Zha, Y., Zhuang, Y., & Liang, L. (2019). Data envelopment analysis for sustainability evaluation in China: Tackling the economic, environmental, and social dimensions. *European Journal of Operational Research*, *275*(3), 1083-1095. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.12.004