



Evaluating the Role of Circular Economy in Climate Resilience of Informal Settlements Mediated by Institutional, Social, and Infrastructural Factors: A case study of Mashhad city

Saleh Ebrahimipour¹ , Katayoon Alizadeh² 

1. (Corresponding Author) Department of Geography, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Email: 0921618999@iau.ir

2. Department of Geography, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Email: katayoonalizadeh60@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:

Received:

15 July 2025

Received in revised form:

31 August 2025

Accepted:

27 September 2025

Available online:

30 October 2025

Keywords:

Circular Economy,
Climate Resilience,
Informal Settlements,
Mashhad City.

ABSTRACT

The expansion of informal settlements in Mashhad and their increasing vulnerability to climate hazards necessitate a rethinking of resilience patterns. Circular economy, emphasizing resource optimization and waste reduction, holds potential for enhancing this climate resilience. This study aims to assess the role of circular economy components in the climate resilience of informal settlements and investigate the mediating role of institutional, social, and infrastructural factors. Quantitative data were collected using a researcher-developed questionnaire administered to 398 households in informal settlements of Mashhad through multistage cluster-random sampling and analyzed using SmartPLS. Qualitative data were gathered from 18 semi-structured interviews with local experts and analyzed using thematic analysis. Circular economy had a positive and significant effect on climate resilience both directly ($\beta=0.31$, $p<0.001$) and through the mediating variables. Circular economy significantly influenced institutional capacity ($\beta=0.47$), environmental awareness ($\beta=0.52$), and local infrastructure ($\beta=0.44$) ($p<0.001$ for all). These three mediating variables affected climate resilience with coefficients of 0.21, 0.29, and 0.26, respectively. The total effect of circular economy on climate resilience was 0.674, and the sum of indirect effects (0.364) exceeded its direct effect. Informal social networks, material reuse, and local self-organization mechanisms played key roles in strengthening this relationship. Circular economy operates as an adaptive and spontaneous mechanism in informal contexts and can enhance climate resilience even under conditions of weak formal support. This underscores the need for policymakers to pay attention to endogenous capacities and indigenous patterns in urban management and climate planning.

Citation: Ebrahimipour, S., & Alizadeh, K. (2025). Evaluating the Role of Circular Economy in Climate Resilience of Informal Settlements Mediated by Institutional, Social, and Infrastructural Factors: A case study of Mashhad city. *Journal of Geography and Spatial Development*, 2 (3), 69-89.

<http://doi.org/10.22098/gsd.2026.19570.1121>



© The Author (s)

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

Extended Abstract

Introduction

The rapid expansion of informal settlements in developing countries presents a major challenge to 21st-century urbanization. These settlements, characterized by inadequate infrastructure, insecure land tenure, and poor housing, are highly vulnerable to climate change impacts. Meanwhile, the linear "take-make-dispose" economy in the construction sector drives resource depletion, waste, and emissions. The circular economy (CE) paradigm, based on reuse, recycling, and material efficiency, offers potential to enhance urban sustainability. Climate resilience refers to the capacity of systems and communities to absorb, recover from, and adapt to climate shocks. In informal settlements, resilience often relies on social capital, local knowledge, and self-help practices rather than formal support. However, existing literature largely separates CE (focused on formal industries) from informal settlement studies (focused on poverty and vulnerability). This study addresses this gap by investigating the role of CE practices in enhancing climate resilience in Mashhad, Iran, where informal settlements house about 30% of the population. The central hypothesis is that CE principles positively affect climate resilience, mediated by institutional capacity, environmental awareness, and local infrastructure.

Methodology

This study employed a sequential mixed-methods explanatory design. The conceptual model positions Circular Economy as the exogenous variable, Climate Resilience as the endogenous variable, and three mediating variables: Institutional Capacity, Environmental Awareness, and Local Infrastructure. The quantitative phase surveyed households in Mashhad's eight informal settlement zones (67 neighborhoods). Using Cochran's formula (95% confidence, 5% error margin), 398 valid responses were collected via multi-stage cluster-random sampling. A researcher-developed 63-item questionnaire (five-point Likert scale) measured CE practices, mediators, and climate resilience. Data were analyzed using SPSS 26 and

SmartPLS 4 for PLS-SEM. The qualitative phase included 18 semi-structured interviews with local experts (urban planners, municipal managers, informal recyclers, long-term residents) selected purposively until saturation. Thematic analysis with open, axial, and selective coding was applied. Validity was confirmed by an expert panel; reliability was established with Cronbach's Alpha >0.87 and CR >0.7 . Convergent validity (AVE >0.5) and discriminant validity (Fornell-Larcker) were also confirmed.

Results and Discussion

Respondents were predominantly low to middle-income households. Mean CE practice score was 3.41, confirming empirical presence. Local Infrastructure scored lowest (2.94), indicating formal facility deficits. Structural equation modeling supported all hypotheses. The direct path from CE to Climate Resilience was positive and significant ($\beta=0.31$, $p<0.001$). CE significantly affected Institutional Capacity ($\beta=0.47$), Environmental Awareness ($\beta=0.52$), and Local Infrastructure ($\beta=0.44$). Each mediator positively affected Climate Resilience ($\beta=0.21$, 0.29 , and 0.26 , respectively). The total effect of CE on resilience was 0.674, with indirect effects sum (0.364) exceeding the direct effect, highlighting strong mediation. Qualitative findings explained these relationships: CE operates as a survival and adaptation strategy through reuse of bricks and steel, local material exchange networks, and self-organized waste management. Despite weak formal support, local trust networks and experiential climate knowledge foster adaptive behaviors. Triangulation shows that informal, community-driven circular practices significantly enhance climate resilience, especially with minimal institutional coordination, place-based awareness, and basic infrastructure.

Conclusion

CE, framed as a spatial-social framework, substantially builds climate resilience in informal settlements. CE practices—driven by local ingenuity, economic necessity, and social networks—directly and indirectly

strengthen housing durability, social cohesion, and economic adaptability. The theoretical contribution lies in bridging informal settlement and CE literature in a Global South context. Resilience in informal settings arises from endogenous circular systems operating parallel to or without formal governance. Policy implications include: (1) recognizing and supporting informal recycling networks; (2) promoting awareness via trusted local channels; (3) providing minimal infrastructure (e.g., local collection points); and (4) revising building codes to incentivize CE-compliant, climate-adaptive practices. In conclusion, CE in Mashhad's informal settlements is not a deficient formal model but a context-appropriate, effective mechanism for confronting climate adversity.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

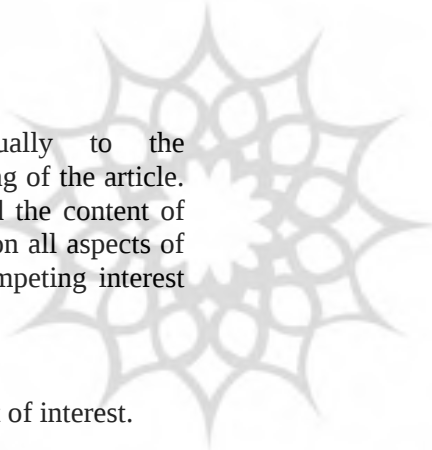
Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی
پرتال جامع علوم انسانی



ارزیابی نقش اقتصاد چرخشی در تاب آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی با میانجی‌گری عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی، مطالعه موردی: شهر مشهد

صالح ابراهیمی پور^۱ , کنایون علیزاده^۲ 

۱- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. رایانامه: iau.ir@0921618999

۲- گروه جغرافیا، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. رایانامه: katayoonalizadeh60@gmail.com

چکیده	اطلاعات مقاله
گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی در مشهد و آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر مخاطرات اقلیمی، بازاندیشی در الگوهای تاب‌آوری را ضروری ساخته است. اقتصاد چرخشی با تأکید بر بهینه‌سازی منابع و کاهش ضایعات، ظرفیت بالقوه‌ای برای تقویت این تاب‌آوری دارد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی نقش مؤلفه‌های اقتصاد چرخشی در تاب‌آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی و بررسی میانجی‌گری عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی انجام شد. داده‌های کمی از طریق پرسشنامه محقق ساخته از ۳۹۸ خانوار در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد (نمونه‌گیری خوشه‌ای-تصادفی چندمرحله‌ای) گردآوری و با SmartPLS تحلیل شدند. داده‌های کیفی نیز از ۱۸ مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان محلی و با روش تحلیل مضمون بررسی شدند. اقتصاد چرخشی هم به صورت مستقیم ($\beta=0.31$, $p<0.001$) و هم با میانجی‌گری عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی بر تاب‌آوری اقلیمی تأثیر مثبت و معنادار داشت. اقتصاد چرخشی تأثیر مستقیم و معناداری بر ظرفیت نهادی (۰.۴۷)، آگاهی زیست‌محیطی (۰.۵۲) و زیرساخت‌های محلی (۰.۴۴) داشت ($p<0.001$). این سه متغیر میانجی به ترتیب با ضرایب ۰.۲۱، ۰.۲۹ و ۰.۲۶ بر تاب‌آوری اقلیمی اثر گذاشتند. اثر کل اقتصاد چرخشی بر تاب‌آوری اقلیمی ۰.۶۷۴ و مجموع اثرات غیرمستقیم (۰.۳۶۴) از اثر مستقیم بزرگ‌تر بود. شبکه‌های اجتماعی غیررسمی، استفاده مجدد از مصالح و سازوکارهای خودسازمان‌ده محلی نقش کلیدی در تقویت این رابطه ایفا کردند. اقتصاد چرخشی در بافت غیررسمی به عنوان سازوکاری انطباقی و خودجوش عمل کرده و می‌تواند تاب‌آوری اقلیمی را حتی در شرایط ضعف حمایت رسمی ارتقا دهد. این امر ضرورت توجه سیاست‌گذاران به ظرفیت‌های درونی و الگوهای بومی در مدیریت شهری و برنامه‌ریزی اقلیمی را نشان می‌دهد.	نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۸/۰۸ واژگان کلیدی: اقتصاد چرخشی، تاب‌آوری اقلیمی، سکونتگاه‌های غیررسمی، شهر مشهد.

استناد: ابراهیمی پور، صالح و علیزاده، کنایون. (۱۴۰۴). ارزیابی نقش اقتصاد چرخشی در تاب‌آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی با میانجی‌گری عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی، مطالعه موردی: شهر مشهد. *مجله جغرافیا و توسعه فضایی*، ۲(۳)، ۸۹-۶۹.

<http://doi.org/10.22098/gsd.2026.19570.1121>



مقدمه

رشد شتابان جمعیت جهان و تمرکز آن در شهرها، یکی از بنیادی‌ترین تحولات قرن بیست‌ویکم است. سازمان ملل پیش‌بینی می‌کند جمعیت جهان تا پایان قرن به ۱۰-۱۱ میلیارد نفر برسد و سهم جمعیت شهری به بیش از ۸۵٪ افزایش یابد (United Nations, 2018; UN-Habitat, 2022). این روند در کشورهای درحال توسعه چشمگیرتر است؛ حدود ۹۰٪ رشد جمعیت شهری آینده در آسیا و آفریقا رخ خواهد داد (Dodman et al., 2018; Shand & Ndezi, 2025). در این کشورها، شهرنشینی عمدتاً نتیجه مهاجرت‌های روستا-شهری، فقر ساختاری و ناتوانی نظام‌های رسمی برنامه‌ریزی بوده است (Triandafyllidou et al., 2024; Alene, 2022). پیامد آن، گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی به‌عنوان شاخص‌ترین جلوه نابرابری فضایی است (Hossain, 2021; Bettencourt & Marchio, 2025). هم‌اکنون بیش از یک میلیارد نفر در این سکونتگاه‌ها زندگی می‌کنند و این رقم تا ۲۰۵۰ ممکن است به سه میلیارد نفر برسد (UN-Habitat, 2020; World Bank, 2022).

مسئله زمانی حادث می‌شود که سکونتگاه‌های غیررسمی با مخاطرات اقلیمی هم‌پوشی پیدا می‌کنند. تراکم بالا، کیفیت پایین محیطی، ضعف زیرساخت‌ها و استقرار در اراضی پرخطر، ساکنان این مناطق را بیش از سایر گروه‌های شهری در معرض سیل، گرما و خشک‌سالی قرار می‌دهد (Boanada-Fuchs et al., 2024; Collins et al., 2024) از سوی دیگر، شهرها خود عامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند و بخش ساختمان نقشی کلیدی دارد (Dodman et al., 2020; Heinzle et al., 2018). در پاسخ، مفهوم تاب‌آوری اقلیمی به‌عنوان توانایی نظام‌های شهری در پیش‌بینی، جذب و بازیابی در برابر شوک‌های اقلیمی مطرح شده است (Vasseur & Jones, 2015; UN-DESA, 2017). در همین راستا، ناکارآمدی الگوی اقتصاد خطی آشکار گردیده (Clube & Tennant, 2020; Ali Esmaeili & Sobhanifard, 2025) و اقتصاد چرخشی به‌عنوان الگویی جایگزین با هدف کاهش مصرف منابع اولیه، بستن چرخه مواد و کاهش انتشار کربن مطرح شده است (Geissdoerfer et al., 2017; Rezaie & Vanhuysse, 2025). این الگو ظرفیت بالایی برای پیوند با تاب‌آوری اقلیمی دارد (Merli et al., 2017; Akhimien, 2020). در سکونتگاه‌های غیررسمی که ساخت‌وسازها خودیاری است، بازیافت و باز استفاده از مصالح نه تنها یک راهبرد زیست‌محیطی، بلکه یک واقعیت معیشتی روزمره است (Akhimien, 2020).

مسئله اصلی پژوهش آن است که علی‌رغم توسعه موازی ادبیات اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری شهری، شکاف نظری و تجربی آشکاری در تلفیق نظام‌مند این دو حوزه در سکونتگاه‌های غیررسمی وجود دارد. مطالعات اقتصاد چرخشی عمدتاً بر بخش‌های صنعتی رسمی و زنجیره‌های تأمین متمرکزند (Kirchherr et al., 2017; Zhang et al., 2025). درحالی‌که پژوهش‌های سکونتگاه‌های غیررسمی بیشتر بر فقر، آسیب‌پذیری کالبدی و حق به شهر تأکید داشته و نظام‌های تولید-مصرف محلی را نادیده گرفته‌اند (Satterthwaite et al., 2020; Dovey et al., 2020). اگرچه راهکارهای سازگاری مبتنی بر جامعه ذاتاً واجد اصول چرخشی هستند، پیوند صریح مفهومی و تجربی میان اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری اقلیمی در بافت‌های غیررسمی، چه در سطح جهانی و چه در ایران، توسعه نیافته است.

مطالعه موردی این پژوهش، کلان‌شهر مشهد است. ایران با نرخ شهرنشینی ۷۷٪ مواجه است و سکونتگاه‌های غیررسمی به بخشی پایدار از کلان‌شهرها تبدیل شده‌اند (Statistical Center of Iran, 2025). در مشهد، دومین شهر پرجمعیت کشور، حدود ۳۰٪ جمعیت (بیش از یک میلیون نفر) در ۸ پهنه و ۶۷ محله سکونتگاه غیررسمی زندگی می‌کنند (Aghajani et al., 2024; Islamic Parliament Research Center, 2022). هم‌زمان، حجم بالای نخاله‌های

ساختمانی و سهم اندک بازیافت، چالش‌های زیست‌محیطی شهر را تشدید کرده است (Mashhad Waste Management Organization, 2023).

خلاً پژوهشی مشخص که این مقاله درصدد پر کردن آن است، عبارت است از: فقدان مدلی که نشان دهد چگونه اقتصاد چرخشی (در قالب استفاده مجدد از مصالح، بازیافت پسماند و نوآوری‌های بومی) می‌تواند از طریق سه کانال میانجی (ظرفیت نهادی، آگاهی زیست‌محیطی و زیرساخت‌های محلی) به تاب‌آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی منجر شود. نوآوری نظری پژوهش در صورت‌بندی اقتصاد غیررسمی به‌عنوان «ظرفیت‌های درون‌زای چرخشی» است، نه صرفاً یک مسئله که نیاز به رسمی‌سازی دارد.

بر این اساس، سؤالات پژوهش عبارت‌اند از: ۱. الگوهای غالب اقتصاد چرخشی (استفاده مجدد از مصالح، بازیافت پسماند ساختمانی، جریان مواد و نوآوری بومی) در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد کدام‌اند؟ ۲. این الگوها چه نقشی در کاهش انتشار کربن در مقیاس محلی دارند؟ ۳. اقتصاد چرخشی تا چه اندازه توانایی ارتقای تاب‌آوری اقلیمی را در ابعاد کالبدی، اجتماعی و اقتصادی دارد؟ ۴. ظرفیت نهادی، آگاهی زیست‌محیطی و زیرساخت‌های محلی چگونه نقش میانجی ایفا می‌کنند؟ فرضیه اصلی آن است که به‌کارگیری اصول اقتصاد چرخشی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد تأثیر مثبت و معناداری بر ارتقای تاب‌آوری اقلیمی دارد؛ تأثیری که هم به‌صورت مستقیم و هم با میانجی‌گری سه عامل یادشده صورت می‌پذیرد.

مرور ادبیات پژوهش نشان می‌دهد مطالعات سکونتگاه‌های غیررسمی (داخلی و خارجی) عمدتاً بر فقر، آسیب‌پذیری کالبدی، حکمرانی زمین و توانمندسازی اجتماعی متمرکز بوده‌اند. در ایران، رهنما و همکاران (۱۳۹۱) کمبود شدید خدمات زیربنایی در کوی نهدره مشهد را نشان دادند؛ سرور و امین‌زاده (۱۳۹۸) عوامل ساختاری و نهادی را در شکل‌گیری سکونتگاه‌های بوکان مؤثر یافتند؛ ملکی و موسوی (۱۴۰۰) بر نقش مشارکت و شفافیت در توانمندسازی تأکید کردند؛ خیرالدین و صلاحی مقدم (۱۴۰۰) شبکه‌های غیررسمی محلی را دارایی کلیدی معرفی نمودند؛ اسکندری دورباطی و همکاران (۱۴۰۱) ناامنی تصرف را مهم‌ترین مانع بهبود مسکن دانستند؛ و آقاجانی و همکاران (۱۴۰۳) عوامل اقتصادی، نهادی و کالبدی شکل‌گیری سکونتگاه‌های مشهد را طبقه‌بندی کردند. در سطح بین‌المللی، روی^۱ (۲۰۰۵) سکونتگاه‌های غیررسمی را نه انحراف بلکه شیوه‌ای از زیست شهری معرفی کرد؛ داوی^۲ و کینگ^۳ (۲۰۱۱) الگوهای فضایی آن‌ها را بررسی نمودند؛ مه‌ابیر^۴ و همکاران (۲۰۱۶) بر چندبعدی بودن این پدیده تأکید کردند؛ واری^۵ و همکاران (۲۰۱۷) شبکه‌های اجتماعی محلی را سرمایه کلیدی برای تاب‌آوری دانستند؛ نصار^۶ و الصیاد^۷ (۲۰۱۸) رویکرد مشارکتی را پیشنهاد دادند؛ داوی^۸ و همکاران (۲۰۲۰) الگوهای خودسازمان‌ده را شناسایی کردند؛ وویاتزیس-بویار^۹ و کلمن^{۱۰} (۲۰۲۱) نقش دانش بومی را در مداخلات اقلیمی نشان دادند؛ برتاد^{۱۱} (۲۰۲۱) راهبردهای ارتقای درون‌زا را پیشنهاد کرد؛

1. Roy
2. Dovey
3. King
4. Mahabir
5. Vearey
6. Nassar
7. Elsayed
8. Dovey
9. Voyatzis-Bouillard
10. Kelman
11. Bertaud

آتکینسون^۱ (۲۰۲۴) بر گذار به حکمرانی تطبیقی تأکید ورزید؛ کوکینا^۲ و لندزمن^۳ (۲۰۲۵) نقش نهادهای غیررسمی در تأمین امنیت تصرف را بررسی کردند و اوما^۴ و همکاران (۲۰۲۴) بر ظرفیت‌های درون‌زای این جوامع تأکید نمودند. در مقابل، مطالعات اقتصاد چرخشی (داخلی و خارجی) عمدتاً معطوف به بخش‌های صنعتی رسمی و زنجیره‌های تأمین بوده است. در سطح بین‌المللی، گیسدورفر^۵ و همکاران (۲۰۱۷) اقتصاد چرخشی را پارادایمی نوین برای پایداری معرفی کردند؛ کیرشر^۶ و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند این مفهوم عمدتاً بر بازیافت متمرکز و از ابعاد اجتماعی و نهادی مغفول مانده است؛ گیسدورفر^۷ و همکاران (۲۰۱۸) بر نیاز به تغییر در چهار سطح فناوری، سازمان، شبکه و نهاد تأکید کردند؛ بیورنبت^۸ و همکاران (۲۰۲۰) موانع فناوری، هزینه، فرهنگ و مقررات را شناسایی نمودند؛ کومار^۹ و همکاران (۲۰۲۰) راهکارهای بازیافت و طراحی مدولار را کلیدی دانستند؛ گرافستروم^{۱۰} و اسما^{۱۱} (۲۰۲۱) موانع نهادی را مهم‌ترین مانع تحقق اقتصاد چرخشی معرفی کردند؛ رضایی^{۱۲} و وانهوئیس^{۱۳} (۲۰۲۵) وابستگی موفقیت اقتصاد چرخشی شهری به زمینه‌های محلی را نشان دادند؛ علی اسماعیلی^{۱۴} و سبحانی فرد^{۱۵} (۲۰۲۵) بر نقش رهبری تحول‌آفرین تأکید کردند؛ و ژانگ^{۱۶} و همکاران (۲۰۲۵) ناکارآمدی تقلید ساده از سیاست‌های موفق را اثبات نمودند. در ایران، شهیدکار و همکاران (۱۴۰۱) موانع نهادی، اقتصادی و فرهنگی را سطح‌بندی کردند؛ قربان‌پور و همکاران (۱۴۰۱) آمادگی صنایع بزرگ‌تر را برای گذار به اقتصاد چرخشی نشان دادند؛ شهیدکار و همکاران (۱۴۰۲) بر نقش نوآوری فناورانه، شبکه‌سازی و حمایت دولتی تأکید کردند؛ موسوی‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) نقشه علمی پژوهش‌های بین‌المللی را ترسیم نمودند؛ و نوروزی‌احیرلو و همکاران (۱۴۰۲) در یکی از معدود مطالعات مرتبط، رابطه اقتصاد چرخشی و زیست‌پذیری اقتصادی حاشیه تبریز را تأیید کردند.

مرور انتقادی نشان می‌دهد دو جریان پژوهشی اصلی (سکونتگاه‌های غیررسمی و اقتصاد چرخشی) به‌طور موازی اما منفصل رشد کرده‌اند. ادبیات سکونتگاه‌های غیررسمی کمتر به نظام‌های تولید-مصرف به‌مثابه اهرم تحول پرداخته است، و مطالعات اقتصاد چرخشی نیز فضاها را غیررسمی شهری را نادیده گرفته‌اند. معدود مطالعات تلفیقی نیز عمدتاً رابطه مستقیم و بدون توجه به مکانیسم‌های میانجی را بررسی کرده‌اند. بنابراین شکاف دانشی اصلی، فقدان مدلی تجربی است که نشان دهد اقتصاد چرخشی چگونه از طریق متغیرهای میانجی (ظرفیت نهادی، آگاهی زیست‌محیطی و زیرساخت‌های محلی) به تاب‌آوری اقلیمی در سکونتگاه‌های غیررسمی منجر می‌شود. پژوهش حاضر برای پر کردن همین شکاف طراحی شده است: نوآوری نظری آن در بازتعریف اقتصاد چرخشی به‌عنوان چارچوبی فضایی-اجتماعی برای توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی (نه یک الگوی صنعتی)، نوآوری روش‌شناختی در آزمون هم‌زمان سه متغیر میانجی، و نوآوری زمینه‌ای در اجرای این مدل برای نخستین بار در کلان‌شهر مشهد است.

1. Atkinson
2. Cociña
3. Landesman
4. Ouma
5. Geissdoerfer
6. Kirchherr
7. Geissdoerfer
8. Bjørnset
9. Kumar
10. Grafstrom
11. Aasma
12. Rezaie
13. Vanhuysse
14. Ali Esmaeili
15. Sobhanifard
16. Zhang

مبانی نظری

اقتصاد غیررسمی به فعالیت‌های خارج از چارچوب قوانین رسمی اطلاق می‌شود (Hart, 1973; De Soto, 1989) که در سکونتگاه‌های غیررسمی شامل مبادلات پایاپای، استفاده مجدد از مصالح دست دوم، شبکه‌های محلی تأمین مواد و بازیافت غیررسمی است. در مقابل، اقتصاد چرخشی الگویی هنجاری مبتنی بر کاهش مصرف منابع اولیه، بستن چرخه مواد و کاهش پسماند است (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017). رابطه این دو در پژوهش حاضر بدین گونه تعریف می‌شود: اقتصاد غیررسمی بستر تحقق اقتصاد چرخشی است؛ فعالیت‌های غیررسمی موجود با اصول چرخشی همخوانی دارند، اما برای تبدیل شدن به تاب‌آوری اقلیمی نیازمند سازمان‌دهی از طریق عوامل میانجی هستند. بنابراین اقتصاد چرخشی در این پژوهش شناسایی، ساماندهی و تقویت ظرفیت‌های درون‌زای چرخشی موجود در دل اقتصاد غیررسمی تعریف می‌شود و در چهار مؤلفه «استفاده مجدد از مصالح»، «بازیافت پسماند ساختمانی»، «جریان مواد محلی» و «نوآوری بومی» مفهوم‌پردازی می‌گردد. (شکل ۱).



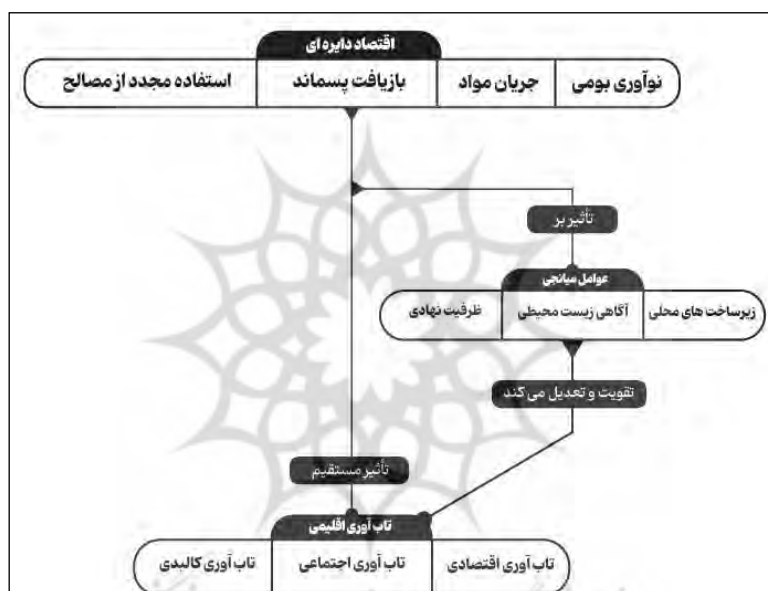
شکل ۱. فرآیند مفهومی اقتصاد چرخشی

تاب‌آوری اقلیمی در این پژوهش بر اساس رویکرد اجتماعی-بوم‌شناختی (Davoudi et al., 2013) که بر ظرفیت تحول، یادگیری و سازگاری تأکید دارد، در سه بعد مفهوم‌پردازی می‌شود: تاب‌آوری کالبدی (مقاومت مسکن و زیرساخت‌ها)، تاب‌آوری اجتماعی (ظرفیت شبکه‌های اجتماعی و کنش جمعی) و تاب‌آوری اقتصادی (تنوع‌بخشی به منابع معیشتی) (Meerow et al., 2016; Satterthwaite et al., 2020).

برای تبیین چگونگی تأثیر اقتصاد چرخشی بر تاب‌آوری اقلیمی از طریق عوامل میانجی، پژوهش حاضر از تلفیق دو چارچوب نظری اصلی بهره می‌برد. چارچوب سرمایه‌های معیشتی (Scoones, 1999) تبیین می‌کند که فعالیت‌های چرخشی از طریق تأثیر بر سرمایه فیزیکی (بهبود کیفیت مسکن)، سرمایه اجتماعی (تقویت شبکه‌های همیاری) و سرمایه مالی (کاهش هزینه‌ها) به افزایش تاب‌آوری منجر می‌شوند. نظریه ساختاری (Giddens, 1984) نیز نشان می‌دهد چگونه کنش‌های چرخشی محلی (عامل) و بستر نهادی-اجتماعی (ساختار) در تعاملی دیالکتیکی یکدیگر را تولید و بازتولید می‌کنند.

مسیر علی دقیق به این شرح است: فعالیت‌های چرخشی از یک سو به طور مستقیم با کاهش انتشار کربن، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محیط ساخته شده به تاب‌آوری می‌انجامند. از سوی دیگر، از طریق سه مسیر غیرمستقیم تأثیر می‌گذارند: (۱) تقویت ظرفیت نهادی (هماهنگی میان بازیگران محلی، حل تعارضات)؛ (۲) افزایش آگاهی زیست محیطی (ناشی از تجربه زیسته مخاطرات اقلیمی)؛ و (۳) بهره‌گیری از زیرساخت‌های محلی (به عنوان نقاط لنگر برای سازمان‌دهی). ظرفیت نهادی و زیرساخت‌های محلی نقش تعدیل کننده (تقویت کننده) رابطه بین اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری را ایفا می‌کنند.

بر اساس سنتز نظری فوق، مدل مفهومی پژوهش بر این پیش فرض استوار است که اقتصاد چرخشی ظرفیتی درون‌زای بالفعل است و تاب‌آوری اقلیمی حاصل تعامل میان کنش‌های چرخشی محلی و بستر نهادی-اجتماعی-زیرساختی می‌باشد. چهار مؤلفه اقتصاد چرخشی به عنوان متغیر برون‌زا، سه عامل میانجی و سه بعد تاب‌آوری اقلیمی به عنوان متغیر درون‌زا در نظر گرفته شده‌اند. روابط علی شامل یک مسیر مستقیم و سه مسیر غیرمستقیم است (شکل ۲).



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش

روش پژوهش

پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش اقتصاد چرخشی در تاب‌آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد و بررسی نقش میانجی عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی، در چارچوب رویکردی کاربردی-تبیینی و به روش آمیخته از نوع تبیینی متوالی طراحی شده است. پژوهش در بازه زمانی شهریور تا دی ۱۴۰۴ اجرا شد.

جامعه آماری پژوهش در بخش کمی شامل کلیه خانوارهای ساکن در سکونتگاه‌های غیررسمی کلان‌شهر مشهد (۸ پهنه، ۶۷ محله، حدود یک میلیون نفر) است. حجم نمونه با فرمول کوکران (سطح اطمینان ۹۵٪، خطای ۵٪) معادل ۳۸۴ نفر برآورد و به منظور افزایش توان تحلیل، ۴۲۰ پرسشنامه توزیع شد که ۳۹۸ پرسشنامه سالم گردآوری شد (نرخ بازگشت ۹۵٪). نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای-تصادفی چندمرحله‌ای انجام شد: ابتدا هر ۸ پهنه وارد نمونه شدند، سپس از هر پهنه محلات به صورت تصادفی و در نهایت خانوارها به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. واحد تحلیل، خانوار و پاسخ‌دهنده اصلی، سرپرست خانوار یا عضو بزرگسال آگاه بوده است.

ابزار اصلی گردآوری داده‌های کمی، پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای است که بر اساس مبانی نظری، پیشینه پژوهش و مدل مفهومی تحقیق طراحی شده است. منابع اصلی اقتباس گویه‌ها عبارت بودند از: مطالعات گایسدورفر و همکاران (Geissdoerfer et al., 2017) و کیرشر و همکاران (Kirchherr et al., 2017) در حوزه اقتصاد چرخشی؛ ساترثویت و همکاران (Satterthwaite et al., 2020) و میرو و همکاران (Meerow et al., 2016) در حوزه تاب‌آوری شهری و اقلیمی؛ و مطالعات روی (Roy, 2005) و خیرالدین و صلاحی مقدم (۱۴۰۰) برای ظرفیت نهادی و سرمایه اجتماعی. ساختار متغیرها، ابعاد و شاخص‌ها در جدول (۱) نمایش داده شده است.

جدول ۱. ساختار متغیرها، ابعاد، شاخص‌ها و تعداد گویه‌های پژوهش

متغیر	ابعاد	تعداد شاخص‌ها	تعداد گویه‌ها	منبع اصلی اقتباس
اقتصاد چرخشی	استفاده مجدد از مصالح، بازیافت پسماند ساختمانی، جریان مواد، نوآوری بومی	۱۶	۱۶	Geissdoerfer et al. (2017); Kirchherr et al (2017)
ظرفیت نهادی	حمایت نهادی، هماهنگی نهادی	۶	۶	Roy(2005)
آگاهی زیست‌محیطی	شناخت اقلیمی، نگرش زیست‌محیطی	۶	۶	خیرالدین و صلاحی مقدم (۱۴۰۰)
زیرساخت‌های محلی	خدمات پسماند، امکانات فیزیکی	۶	۶	برگرفته از مدل مفهومی پژوهش
تاب‌آوری اقلیمی	کالبدی، اجتماعی، اقتصادی	۱۵	۱۵	Satterthwaite et al. (2020); Meerow et al (2016)
مجموع	۱۳ بعد	۴۹ شاخص	۶۳ گویه	-

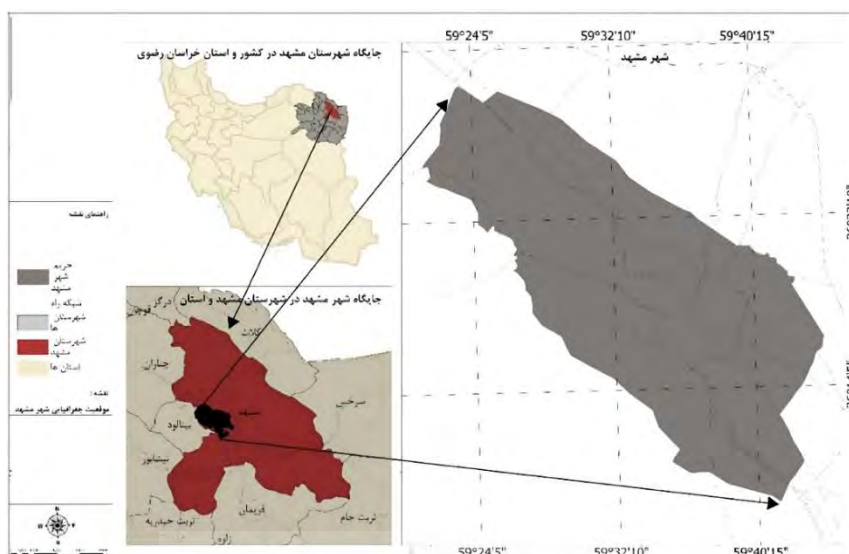
گویه‌ها در قالب طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت طراحی شدند. برای تأمین روایی، از دو شاخص CVI و CVR با نظر ۱۰ نفر از متخصصان استفاده شد. پایایی با آلفای کرونباخ در مطالعه مقدماتی (۳۵ پرسشنامه) و پایایی ترکیبی (CR) در نمونه اصلی ارزیابی شد. روایی همگرا با AVE و روایی واگرا با معیارهای فورنل-لارکر و HTMT بررسی شد. همچنین آزمون تک عاملی هارمن (برای سوگیری روش مشترک) و مقادیر VIF (برای هم خطی چندگانه) محاسبه گردید. (نتایج عددی این آزمون‌ها به دلیل ماهیت آماری، در بخش یافته‌ها گزارش شده است.)

تحلیل داده‌های کمی در دو سطح انجام شد. در سطح نخست از آمار توصیفی (فراوانی، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی) با SPSS 26 استفاده شد. در سطح دوم، مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد PLS-SEM و نرم‌افزار SmartPLS 4 انجام شد. برازش مدل با شاخص‌های R^2 ، Q^2 و SRMR ارزیابی گردید. نقش میانجی با روش بوت‌استرپینگ (۵۰۰۰ نمونه‌گیری مجدد) و ضرایب مسیر مستقیم، غیرمستقیم و کل اثر همراه با فواصل اطمینان ۹۵٪ گزارش شد. (نتایج عددی این شاخص‌ها در بخش یافته‌ها گزارش شده است.)

محدوده مورد مطالعه

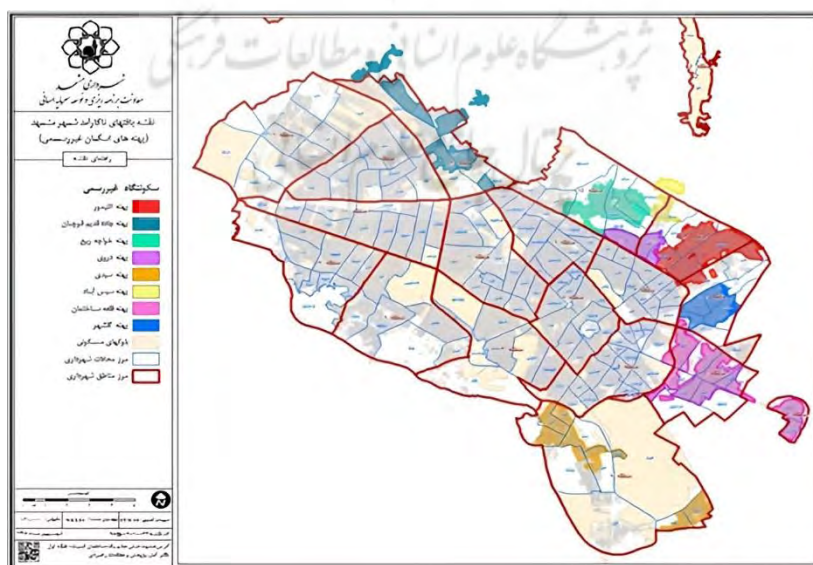
محدوده مورد مطالعه، سکونتگاه‌های غیررسمی کلان‌شهر مشهد است. مشهد به‌عنوان دومین کلان‌شهر ایران با جمعیتی بیش از ۳.۷ میلیون نفر (Statistical Center of Iran, 2025)، یکی از گسترده‌ترین کانون‌های اسکان

غیررسمی در سطح ملی محسوب می‌شود. بر اساس گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس (Islamic Parliament Research Center, 2022)، جمعیت حاشیه‌نشین مشهد از مجموع جمعیت چهار استان کشور بیشتر است.



شکل ۳. جایگاه جغرافیایی شهر مشهد در تقسیمات سیاسی کشور، منبع: سازمان نقشه‌برداری کشور

سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد حدود ۳۰-۳۲٪ از جمعیت شهر (بیش از یک میلیون نفر) را در خود جای داده‌اند و وسعتی بین ۳۶۹۵ تا ۳۸۹۴ هکتار (حدود ۱۰٪ مساحت کل شهر) را پوشش می‌دهند (Deputy of Planning and Human Capital Development of Mashhad Municipality, 2021; Iran Urban Regeneration Company, 2025). این سکونتگاه‌ها در قالب ۸ پهنه و ۶۷ محله توسعه‌یافته‌اند و الگویی نامنظم از شمال، شمال غرب و غرب تا شرق و جنوب شرق شهر را شکل داده‌اند. از مهم‌ترین محلات می‌توان به التیمور، قلعه ساختمان، گلشهر، خواجه‌ربیع، دروی، جاده قدیم قوچان، سیدی و سیس‌آباد اشاره کرد (Baghban & Minaei, 2023; Aghajani et al., 2024).



شکل ۴. پهنه‌های سکونتگاه‌های غیررسمی در کلان‌شهر مشهد، منبع: شهرداری مشهد، ۱۳۹۸

تراکم جمعیت در این نواحی به‌طور میانگین حدود ۲۳۶ نفر در هکتار برآورد شده که در مقایسه با تراکم متوسط شهر مشهد (حدود ۸۷ نفر در هکتار)، بیانگر فشار مضاعف بر زیرساخت‌ها، خدمات شهری و محیط‌زیست است (Iran Urban Regeneration Company, 2025). این تراکم بالا همراه با کیفیت پایین ساخت‌وساز، کمبود زیرساخت‌ها و استقرار در اراضی پرخطر، ساکنان را در برابر مخاطرات اقلیمی (امواج گرما، سیلاب‌های محلی، تنش‌های انرژی) آسیب‌پذیرتر ساخته است (Boanada-Fuchs et al., 2024; Collins et al., 2024). درعین‌حال، این سکونتگاه‌ها واجد ظرفیت‌های بالقوه در حوزه اقتصاد غیررسمی هستند که با اصول اقتصاد چرخشی همخوانی دارد: استفاده مجدد از مصالح ساختمانی، بازیافت غیررسمی پسماند، مبادلات محلی مواد و نوآوری‌های بومی در ساخت‌وساز به‌طور خودجوش در این فضاها جریان دارد (Akhimien, 2020; نوروزی‌اجیرلو و همکاران، ۱۴۰۲). بر این اساس، سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد به‌عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب‌شده‌اند تا امکان بررسی تجربی پیوند میان اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری اقلیمی در یکی از بحرانی‌ترین و درعین‌حال پویاترین فضاهای شهری کشور فراهم شود.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش در دو بخش کمی و کیفی ارائه می‌شوند. ساختار این بخش به‌گونه‌ای طراحی شده است که ابتدا کیفیت ابزار اندازه‌گیری (روایی و پایایی) تأیید شود، سپس برازش مدل ساختاری گزارش گردد، و در نهایت فرضیه‌ها و نقش میانجی متغیرها مورد آزمون قرار گیرند. یافته‌های کیفی در ادامه، برای تفسیر عمیق‌تر روابط کمی و شناسایی مکانیسم‌های علی به کار گرفته می‌شوند. از مجموع ۴۲۰ پرسشنامه توزیع شده، ۳۹۸ پرسشنامه سالم و قابل‌تحلیل وارد فرآیند شد (نرخ بازگشت ۹۵ درصد). ترکیب نمونه نشان داد که ۵۹/۳ درصد پاسخگویان مرد و ۴۰/۷ درصد زن بودند. از نظر تحصیلات، ۲۴/۶ درصد دارای تحصیلات ابتدایی و کمتر، ۴۳/۰ درصد متوسطه و ۳۲/۴ درصد دانشگاهی بودند. ۵۳/۸ درصد پاسخگویان شاغل و ۴۶/۲ درصد غیر شاغل بودند. این ترکیب حاکی از غالب بودن خانوارهای با درآمد متوسط و پایین در نمونه است. جدول (۲) شاخص‌های آمار توصیفی را نشان می‌دهد. میانگین سازه‌ها: اقتصاد چرخشی (۳.۴۱)، آگاهی زیست‌محیطی (۳.۵۶)، تاب‌آوری اقلیمی (۳.۲۲)، ظرفیت نهادی (۳.۰۸) و زیرساخت‌های محلی (۲.۹۴). مقادیر چولگی و کشیدگی در بازه $2 \pm$ قرار داشت که تأییدکننده توزیع نرمال داده‌هاست.

جدول ۲. شاخص‌های آمار توصیفی و نرمال بودن داده‌ها

سازه	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	چولگی	کشیدگی
اقتصاد چرخشی	۳/۴۱	۰/۶۷	۱/۸۰ - ۴/۷۵	۰/۳۸-	۰/۴۴
ظرفیت نهادی	۳/۰۸	۰/۷۲	۱/۵۰ - ۴/۶۰	۰/۲۱-	۰/۳۶
آگاهی زیست‌محیطی	۳/۵۶	۰/۶۱	۲/۱۰ - ۵/۰۰	۰/۴۷-	۰/۵۱
زیرساخت‌های محلی	۲/۹۴	۰/۶۹	۱/۲۰ - ۴/۴۰	۰/۱۲-	۰/۲۸
تاب‌آوری اقلیمی	۳/۲۲	۰/۶۵	۱/۷۰ - ۴/۸۵	۰/۳۳-	۰/۴۱

مقادیر CVR بالاتر از ۰.۶۲ و CVI بالاتر از ۰.۷۹ نشان‌دهنده روایی محتوای مطلوب ابزار است. به عبارت دیگر، متخصصان اتفاق نظر داشتند که گویه‌ها برای سنجش سازه‌های موردنظر «ضروری» و از نظر محتوا «مرتبط و شفاف» هستند. جدول (۳) شاخص‌های پایایی و روایی همگرا را نشان می‌دهد.

جدول ۳. پایایی و روایی همگرایی سازه‌ها

سازه	آلفای کرونباخ	CR	AVE
اقتصاد چرخشی	۰/۸۸	۰/۹۰	۰/۵۴
ظرفیت نهادی	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۵۲
آگاهی زیست‌محیطی	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۵۶
زیرساخت‌های محلی	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۵۰
تاب‌آوری اقلیمی	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۵۷

همه مقادیر آلفای کرونباخ و CR بالاتر از ۰/۷ و AVE بالاتر از ۰/۵ است که پایایی مطلوب و روایی همگرایی قابل قبول را تأیید می‌کند. نتایج معیار فورنل-لارکر (جدول ۴) و HTMT (جدول ۵) نیز روایی واگرایی مدل را تأیید کردند. آزمون تک عاملی هارمن (۳۲/۷٪ واریانس تبیین شده توسط یک عامل واحد) و مقادیر VIF (کمتر از ۳) به ترتیب عدم وجود سوگیری روش مشترک و هم خطی چندگانه را نشان دادند.

جدول ۴. ماتریس فورنل-لارکر

سازه	اقتصاد چرخشی	ظرفیت نهادی	آگاهی زیست‌محیطی	زیرساخت‌های محلی	تاب‌آوری اقلیمی
اقتصاد چرخشی	۰/۷۳۵				
ظرفیت نهادی	۰/۴۸	۰/۷۲۱			
آگاهی زیست‌محیطی	۰/۵۲	۰/۴۴	۰/۷۴۹		
زیرساخت‌های محلی	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۷۰۷	
تاب‌آوری اقلیمی	۰/۵۵	۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۷۵۵

ریشه دوم AVE هر سازه (اعداد قطر اصلی) از همبستگی آن با سایر سازه‌ها بیشتر است که بیانگر تمایز مفهومی مناسب و تأیید روایی واگرایی مدل بر اساس معیار فورنل-لارکر است. برای بررسی دقیق‌تر روایی واگرا، از معیار HTMT نیز استفاده شد. مقادیر HTMT کمتر از ۰/۸۵ نشان‌دهنده روایی واگرایی مطلوب است. جدول (۵) ماتریس HTMT را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس HTMT برای بررسی روایی واگرا

سازه	اقتصاد چرخشی	ظرفیت نهادی	آگاهی زیست‌محیطی	زیرساخت‌های محلی	تاب‌آوری اقلیمی
اقتصاد چرخشی	-				
ظرفیت نهادی	۰/۵۳	-			
آگاهی زیست‌محیطی	۰/۵۸	۰/۴۸	-		
زیرساخت‌های محلی	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۴۷	-	
تاب‌آوری اقلیمی	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۵۸	-

مقادیر HTMT برای تمامی روابط بین سازه‌ها کمتر از ۰/۸۵ به دست آمد که روایی واگرایی مدل را تأیید می‌کند. برای اطمینان از عدم وجود سوگیری روش مشترک، از آزمون تک عاملی هارمن استفاده شد. نتایج نشان داد که یک عامل واحد تنها ۳۲/۷ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند که کمتر از آستانه ۵۰ درصد است و بنابراین سوگیری روش مشترک مسئله‌ساز نیست. همچنین مقادیر VIF برای تمامی سازه‌ها کمتر از ۳ بود که نشان‌دهنده عدم وجود هم خطی چندگانه است. پس از تأیید مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول (۶) شاخص‌های برازش مدل ساختاری را نشان می‌دهد.

جدول ۶. شاخص‌های برازش مدل ساختاری

شاخص	مقدار	مقدار مطلوب	نتیجه
R^2 (تاب‌آوری اقلیمی)	۰/۵۶۳	۰/۳ <	قوی
R^2 (ظرفیت نهادی)	۰/۲۲۱	۰/۲ <	متوسط
R^2 (آگاهی زیست‌محیطی)	۰/۲۷۰	۰/۲ <	متوسط
R^2 (زیرساخت‌های محلی)	۰/۱۹۴	۰/۲ ~	ضعیف-متوسط
Q^2 (تاب‌آوری اقلیمی)	۰/۴۱	< ۰	قدرت پیش‌بینی بالا
SRMR	۰/۰۶۸	۰/۰۸ >	برازش مطلوب

مقدار R^2 برای تاب‌آوری اقلیمی برابر با ۰/۵۶۳ است، بدین معنا که متغیرهای پیش‌بین جمعاً ۵۶/۳٪ از واریانس آن را تبیین می‌کنند. اقتصاد چرخشی به‌تنهایی ۲۲/۱٪ از واریانس ظرفیت نهادی، ۲۷/۰٪ از واریانس آگاهی زیست‌محیطی و ۱۹/۴٪ از واریانس زیرساخت‌های محلی را تبیین کرده است. پس از تأیید برازش مدل، فرضیات پژوهش با استفاده از ضرایب مسیر (β) و مقادیر t مورد آزمون قرار گرفتند. جدول (۷) نتایج تحلیل مسیر را نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج تحلیل مسیر و آزمون فرضیات

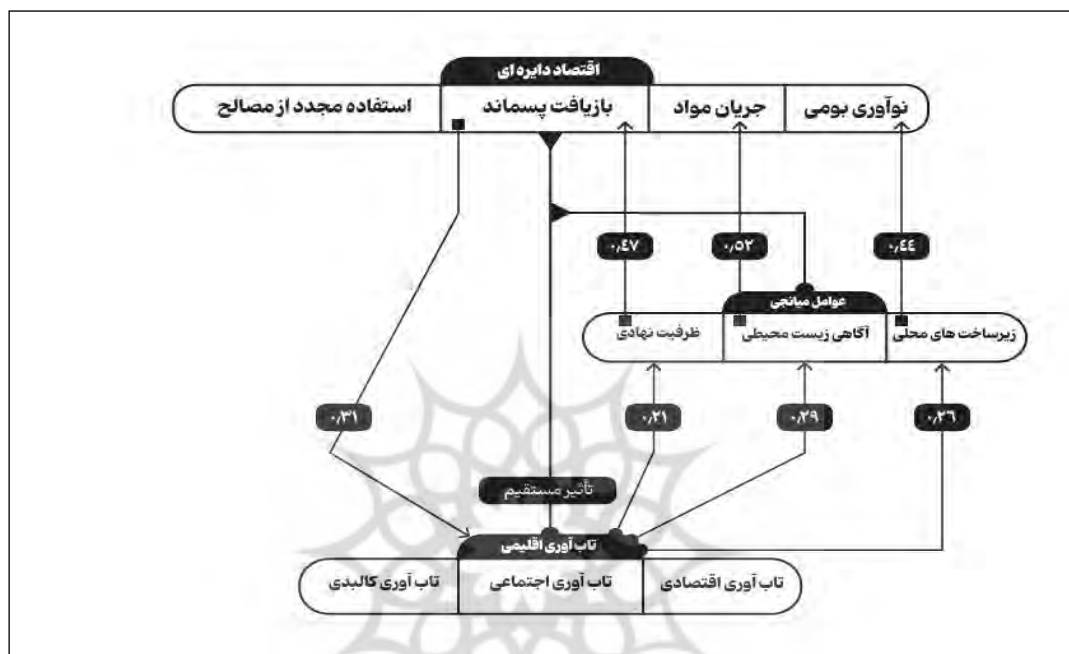
مسیر علی	ضریب مسیر (β)	مقدار t	سطح معناداری (p)	نتیجه
اقتصاد چرخشی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۳۱	۵/۴۲	۰/۰۰۱ >	تأیید
اقتصاد چرخشی → ظرفیت نهادی	۰/۴۷	۷/۱۸	۰/۰۰۱ >	تأیید
اقتصاد چرخشی → آگاهی زیست‌محیطی	۰/۵۲	۸/۰۶	۰/۰۰۱ >	تأیید
اقتصاد چرخشی → زیرساخت‌های محلی	۰/۴۴	۶/۶۳	۰/۰۰۱ >	تأیید
ظرفیت نهادی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۱	۳/۹۴	۰/۰۰۱ >	تأیید
آگاهی زیست‌محیطی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۹	۴/۱۸	۰/۰۰۱ >	تأیید
زیرساخت‌های محلی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۶	۴/۳۱	۰/۰۰۱ >	تأیید

تمام فرضیه‌ها در سطح $p < 0.001$ تأیید شدند. بالاترین ضریب مسیر مربوط به تأثیر اقتصاد چرخشی بر آگاهی زیست‌محیطی ($\beta = 0.52$) است. در میان متغیرهای میانجی، آگاهی زیست‌محیطی ($\beta = 0.29$) بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری اقلیمی دارد. برای درک جامع‌تر نقش متغیرهای میانجی، اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل با روش بوت‌استرپینگ (۵۰۰۰ نمونه‌گیری مجدد) محاسبه شد (جدول ۸).

جدول ۸. اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل در مدل ساختاری پژوهش

مسیر علی	اثر مستقیم (β)	اثر غیرمستقیم (β)	اثر کل (β)
اقتصاد چرخشی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۳۱۰	۰/۳۶۴	۰/۶۷۴
از طریق ظرفیت نهادی	-	۰/۰۹۹	-
از طریق آگاهی زیست‌محیطی	-	۰/۱۵۱	-
از طریق زیرساخت‌های محلی	-	۰/۱۱۴	-
اقتصاد چرخشی → ظرفیت نهادی	۰/۴۷۰	-	۰/۴۷۰
اقتصاد چرخشی → آگاهی زیست‌محیطی	۰/۵۲۰	-	۰/۵۲۰
اقتصاد چرخشی → زیرساخت‌های محلی	۰/۴۴۰	-	۰/۴۴۰
ظرفیت نهادی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۱۰	-	۰/۲۱۰
آگاهی زیست‌محیطی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۱۰	-	۰/۲۱۰
زیرساخت‌های محلی → تاب‌آوری اقلیمی	۰/۲۶۰	-	۰/۲۶۰

مجموع اثرات غیرمستقیم (۰/۳۶۴) از اثر مستقیم (۰/۳۱) بزرگ‌تر است که نشان می‌دهد بیشترین سهم اقتصاد چرخشی در افزایش تاب‌آوری اقلیمی از طریق تقویت سه متغیر میانجی حاصل می‌شود. نوع میانجی‌گری جزئی است. در میان سه متغیر میانجی، آگاهی زیست‌محیطی با ضریب غیرمستقیم ۰/۱۵۱ قوی‌ترین نقش را ایفا می‌کند. این یافته تأکید می‌کند که در بافت سکونتگاه‌های غیررسمی، «آگاهی زیسته» (آگاهی ناشی از تجربه مستقیم مخاطرات و مشارکت در راهکارهای عملی) مهم‌تر از آگاهی انتزاعی و کتاب محور است. اثر کل اقتصاد چرخشی بر تاب‌آوری اقلیمی ۰/۶۷۴ به دست آمد که نشان‌دهنده قدرت تبیین‌کنندگی بالای مدل است.



شکل ۳. اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل در مدل ساختاری پژوهش

این معادلات نشان می‌دهد که اقتصاد چرخشی بیشترین تأثیر را بر آگاهی زیست‌محیطی (۰/۵۲) دارد و پس از آن به ترتیب بر ظرفیت نهادی (۰/۴۷) و زیرساخت‌های محلی (۰/۴۴) تأثیر می‌گذارد. در معادله نهایی تاب‌آوری اقلیمی، آگاهی زیست‌محیطی (۰/۲۹) قوی‌ترین پیش‌بین کننده است.

بحث

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد اقتصاد چرخشی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد به‌مثابه سازوکاری اجتماعی-فضایی خود سازمان‌یافته عمل می‌کند که به‌صورت مستقیم ($\beta=0.31$) و غیرمستقیم از طریق ظرفیت نهادی (۰/۰۹۹)، آگاهی زیست‌محیطی (۰/۱۵۱) و زیرساخت‌های محلی (۰/۱۱۴) به تقویت تاب‌آوری اقلیمی می‌انجامد. مجموع اثرات غیرمستقیم (۰/۳۶۴) از اثر مستقیم بزرگ‌تر است که نشان‌دهنده نقش کلیدی متغیرهای میانجی است. یافته‌های این پژوهش از حیث تأثیرگذاری اقتصاد چرخشی بر تاب‌آوری اقلیمی با نتایج مطالعات بین‌المللی همسو است. گایسدورفر و همکاران (Geissdoerfer et al., 2017) نشان دادند اقتصاد چرخشی از طریق بهینه‌سازی منابع می‌تواند ظرفیت سازگاری سیستم‌های شهری را افزایش دهد. کیرشر و همکاران (Kirchherr et al., 2017) بر نقش آن در کاهش وابستگی به منابع اولیه تأکید کرده‌اند. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) در مطالعه تطبیقی چین و اروپا

نشان دادند سیاست‌های اقتصاد چرخشی می‌توانند به افزایش تاب‌آوری شهری منجر شوند. با این حال، تفاوت زمینه‌ای مهم این است که در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد، این سازوکار نه بر پایه فناوری‌های پیشرفته یا سیاست‌های رسمی، بلکه عمدتاً بر مبنای استفاده مجدد از مصالح، بازیافت غیررسمی و شبکه‌های محلی تبادل منابع شکل می‌گیرد. از منظر تاب‌آوری اقلیمی، نتایج با مطالعات میراو و همکاران (Meerow et al., 2016) و شریفی (Sharifi, 2024) که تاب‌آوری شهری را مفهومی چندبعدی و وابسته به زمینه اجتماعی می‌دانند، مطابقت دارد. پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد تاب‌آوری در سکونتگاه‌های غیررسمی بیش از آنکه به شاخص‌های کالبدی یا نهادی وابسته باشد، به ظرفیت‌های اجتماعی، یادگیری جمعی و سازگاری تدریجی ساکنان متکی است.

تعارض نسبی با برخی مطالعات: یافته‌های این پژوهش با مطالعاتی که نبود حکمرانی رسمی را مانعی اساسی برای تحقق تاب‌آوری اقلیمی می‌دانند (Chen, 2020; Pelling, 2011) در تعارض نسبی قرار دارد. نتایج کیفی این پژوهش نشان می‌دهد در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد، شبکه‌های غیررسمی، همیاری اجتماعی و ابتکارات محلی تا حد زیادی این خلأ نهادی را جبران کرده‌اند. این یافته با استدلال روی (Roy, 2005) مبنی بر وجود «منطق خاص» در فضاهای غیررسمی همخوانی دارد.

در سطح ملی، یافته‌ها با پژوهش خیرالدین و صلاحی مقدم (۱۴۰۰) که بر نقش سرمایه اجتماعی و شبکه‌های غیررسمی به‌عنوان دارایی‌های کلیدی تأکید کرده‌اند، همسو است. همچنین با مطالعه نوروزی‌اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲) در تبریز که نشان دادند اقتصاد چرخشی از طریق کارآفرینی اجتماعی بر زیست‌پذیری اقتصادی تأثیر مثبت دارد، مطابقت دارد. با این تفاوت که پژوهش حاضر برای نخستین بار نقش میانجی سه عامل را به‌صورت تجربی و تلفیقی آزموده است. همچنین با مطالعه آقاجانی و همکاران (۱۴۰۳) که عوامل مؤثر بر شکل‌گیری سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد را طبقه‌بندی کرده‌اند، همخوانی دارد. با این حال، پژوهش حاضر با عبور از نگاه صرفاً آسیب محور، این ظرفیت‌ها را در قالب منطق اقتصاد چرخشی صورت‌بندی کرده است.

تحلیل یافته‌ها در چارچوب مدل مفهومی نشان می‌دهد رابطه میان اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری اقلیمی فرآیندی چندلایه و زمینه‌مند است. این یافته با نظریه گذار اجتماعی-فنی (Geels et al., 2011) همخوانی دارد که بر تعامل میان نوآوری‌های محلی و رژیم‌های نهادی تأکید می‌کند. در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد، کنش‌های چرخشی محلی به‌عنوان نوآوری‌های سطح خرد، با فعال‌سازی ظرفیت‌های نهادی غیررسمی و ارتقای آگاهی زیست‌محیطی تجربی، به افزایش تاب‌آوری منجر شده‌اند.

یافته‌ها نشان داد آگاهی زیست‌محیطی ($\beta=0.52$) قوی‌ترین متغیر میانجی است. این یافته با نظریه کنش هنجاری قابل تبیین است، اما با این تفاوت مهم که در بستر غیررسمی مشهد، این آگاهی نه از آموزش رسمی، بلکه از «تجربه زیسته مخاطرات» شکل گرفته است. همان‌طور که ادگون (Adegun, 2023) اشاره کرده، در سکونتگاه‌های غیررسمی، آگاهی محیطی مبتنی بر تجربه، قوی‌ترین پیش‌بین کننده رفتارهای سازگارانه است.

نقش میانجی ظرفیت نهادی ($\beta=0.47$) با نظریه حکمرانی چند سطحی (Marks & Hooghe, 2004) قابل تبیین است. داده‌های کیفی نشان می‌دهد این ظرفیت عمدتاً به نهادهای غیررسمی محلی (معمدان، شوراهای محله، شبکه‌های خویشاوندی) مربوط است، نه نهادهای رسمی. این یافته با نظر ساترثویت و همکاران (Satterthwaite et al., 2020) همخوانی دارد که نشان می‌دهند در غیاب نهادهای رسمی قوی، نهادهای محلی می‌توانند خلأها را پر کنند. نقش میانجی زیرساخت‌های محلی ($\beta=0.44$) با نظریه بوم‌شناسی سیاسی شهری (Swyngedouw, 2006) قابل تبیین است. داده‌های کیفی نشان می‌دهد در نبود زیرساخت‌های رسمی، ساکنان با ابتکارات خودجوش (انبار خانگی

مصالح، تفکیک دستی، حمل سنتی) زیرساخت‌های مورد نیاز خود را ایجاد کرده‌اند. این یافته با نظر لاسون و همکاران (Lawson et al., 2022) که زیرساخت‌های محلی مشارکتی را عامل تقویت تاب‌آوری می‌دانند، همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش اقتصاد چرخشی در ارتقای تاب‌آوری اقلیمی سکونتگاه‌های غیررسمی شهر مشهد و بررسی نقش میانجی عوامل نهادی، اجتماعی و زیرساختی انجام شد. یافته‌ها نشان داد اقتصاد چرخشی هم به صورت مستقیم ($\beta=0.31$) و هم غیرمستقیم از طریق ظرفیت نهادی ($0/099$)، آگاهی زیست‌محیطی ($0/151$) و زیرساخت‌های محلی ($0/114$) بر تاب‌آوری اقلیمی تأثیر معناداری دارد. در پاسخ به سؤالات پژوهش، الگوهای غالب اقتصاد چرخشی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد شامل استفاده مجدد از مصالح، بازیافت غیررسمی، گردش محلی مواد و نوآوری‌های بومی است که از طریق کاهش هزینه‌های ساخت، افزایش تعمیرپذیری مسکن و تقویت همبازی اجتماعی به ارتقای تاب‌آوری کالبدی، اجتماعی و اقتصادی منجر می‌شوند. آگاهی زیست‌محیطی ($0/151$) قوی‌ترین نقش میانجی را ایفا کرد که عمده‌تاً محصول تجربه زیسته مخاطرات اقلیمی و انتقال دانش درون محله‌ای است، نه آموزش رسمی. ظرفیت نهادی ($0/099$) و زیرساخت‌های محلی ($0/114$) نیز نقش میانجی معناداری داشتند، اما داده‌های کیفی نشان داد این ظرفیت‌ها عمدتاً به نهادها و زیرساخت‌های غیررسمی (معتمدان محلی، شبکه‌های خویشاوندی، انبارهای خانگی) مربوط است. این یافته از مهم‌ترین دستاوردهای پژوهش است، زیرا نشان می‌دهد در بسترهای غیررسمی، اقتصاد چرخشی به عنوان سازوکاری خودجوش و انطباقی عمل می‌کند که حتی در شرایط ضعف حمایت رسمی می‌تواند تاب‌آوری اقلیمی را ارتقا دهد. نوآوری پژوهش در بازتعریف اقتصاد چرخشی به عنوان چارچوبی فضایی-اجتماعی برای توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی و صورت‌بندی فعالیت‌های غیررسمی به مثابه ظرفیت‌های درون‌زای چرخشی است. از منظر نظری، نظریه‌های اقتصاد چرخشی و تاب‌آوری اقلیمی نیازمند بازخوانی انتقادی در بسترهای غیررسمی هستند، زیرا مکانیسم‌های علی در این فضاها با بسترهای رسمی تفاوت بنیادین دارد: شبکه‌های غیررسمی جایگزین نهادهای رسمی، تجربه زیسته جایگزین آموزش رسمی، و ابتکارات خودجوش جایگزین زیرساخت‌های برنامه‌ریزی شده می‌شوند.

بر اساس یافته‌های کمی پیشنهادی سیاستی زیر ارائه می‌شود: نخست، شناسایی و رسمیت‌بخشی به شبکه‌های غیررسمی بازیافت از طریق ایجاد سامانه شناسنامه‌دار کردن فعالان بازیافت غیررسمی و ارائه کارت شناسایی و تسهیلات بیمه‌ای به آن‌ها و همچنین ایجاد بازارهای محلی مصالح دست‌دوم با نظارت نهادهای محلی. دوم، ارتقای آگاهی زیست‌محیطی از طریق کانال‌های محلی و تجربی به جای کارگاه‌های آموزشی مرسوم، از جمله تشکیل گروه‌های همیار محله‌ای با محوریت معتمدان محلی، راه‌اندازی کمپین‌های تصویری با نمایش پیامدهای عینی تغییرات اقلیمی، و ایجاد بانک تجربیات محلی برای مستندسازی دانش بومی. سوم، حمایت حداقلی و هدفمند نهادی با رویکرد تسهیلگری شامل ایجاد ایستگاه‌های محلی جمع‌آوری مصالح قابل بازیافت در نقاط منتخب ۸ پهنه، توزیع کیت‌های ساده تفکیک پسماند، ارائه تسهیلات خرد برای راه‌اندازی کارگاه‌های کوچک بازیافت محلی، و ایجاد چارچوب حقوقی ساده برای مبادلات مصالح با صدور برگه‌های معاملاتی محلی. چهارم، بازنگری در مقررات ساختمانی با رویکرد انعطاف‌پذیر و بومی شامل بازنگری در مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان برای مجاز شمردن استفاده از مصالح بازیافتی در سازه‌های غیر اصلی، تدوین ضوابط تشویقی برای پروژه‌های با حداقل ۳۰ درصد مصالح بازیافتی (تخفیف در عوارض شهرداری)، ایجاد نمادهای محلی تأیید کیفیت برای مصالح دست‌دوم، و تهیه راهنمای مصور ساخت‌وساز سازگار با اقلیم متناسب با دانش

بومی ساکنان. پنجم، ایجاد سازوکارهای مشارکتی در مدیریت محلی شامل تشکیل شوراهای محله‌ای مدیریت پسماند و تاب‌آوری با عضویت معتمدان، فعالان بازیافت و نمایندگان شهرداری، تدوین تفاهم‌نامه‌های محلی برای همکاری در مواقع بحران، و ایجاد صندوق‌های محلی تاب‌آوری با مشارکت ساکنان برای تأمین هزینه‌های اضطراری. در جمع‌بندی نهایی، اقتصاد چرخشی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد نه نسخه‌ای ناقص از الگوهای رسمی، بلکه الگویی متفاوت، سازگار و کارآمد در مواجهه با مخاطرات اقلیمی است و آینده تاب‌آوری شهری مستلزم شناخت هوشمندانه و همکاری با این مسیرهای غیررسمی توسعه می‌باشد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسنده اول، نگارش مقدمه و مبانی نظری و انجام تحقیقات میدانی. نویسنده دوم، بازبینی و بازنویسی مقاله و راهنمایی در خصوص اطلاعات آماری.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- آقاجانی، حسین؛ رزاقیان، فرزانه و قاضی، رضا. (۱۴۰۳). شناسایی عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری و رشد سکونتگاه‌های غیررسمی در شهر مشهد (مورد مطالعه: پهنه‌های سیدی، خواجه‌ربیع، قلعه ساختمان و جاده قدیم قوچان). *مجله جغرافیا و توسعه*، ۲۲ (۷۷)، ۳۱-۵۴. <https://doi.org/10.22111/gdij.2024.8681>
- اسکندری دورباطی، زهرا؛ جواهری پور، مهرداد و ترکمان، فرح. (۱۴۰۱). مالکیت زمین و ساخت‌یابی سکونتگاه‌های غیررسمی در ایران. *توسعه محلی (روستائی-شهری)*، ۱۴ (۱)، ۳۰۵-۳۳۱. <https://doi.org/10.22059/jrd.2022.345452.668743>
- باغبان، ساجده و مینایی، مسعود. (۱۴۰۲). تحلیل فضایی تاب‌آوری اجتماعی محلات حاشیه‌نشین شهر مشهد بر اساس سیستم پشتیبانی تصمیم فضایی چندمعیاره (MC-SDSS). *اطلاعات جغرافیایی*، ۳۲ (۱۲۵)، ۱۴۳-۱۶۱. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2023.545658.2834>
- خیرالدین، رضا و صلاحی مقدم، علیرضا. (۱۴۰۰). توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی با گذر از رویکرد نیازمنا به دارایی مینا (موردکاوی محله فرحزاد تهران). *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، ۶ (۱۷)، ۲۹-۵۸. <https://doi.org/10.22054/urdp.2021.59544.1304>
- رهنما، محمدرحیم؛ احمدیان، محمدعلی و محمدیان، محمد. (۱۳۹۱). مدیریت شهری و ساماندهی سکونتگاه‌های غیررسمی (نمونه موردی: کوی نه دره مشهد). *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۰ (۱۸)، ۱-۱۸. <https://doi.org/10.22067/geography.v10i18.17372>

- سرور، هوشنگ و امین زاده، سیامک. (۱۳۹۸). تبیین علل شکل‌گیری اسکان‌های غیررسمی و ارائه راهکارهای بهینه جهت ساماندهی آن‌ها (مطالعه موردی: محله علی‌آباد بوکان). *جغرافیا و روابط انسانی*، ۲ (۳)، ۱۷-۴۲. <https://doi.org/20.1001.1.26453851.1398.2.3.2.4>
- شرکت بازآفرینی شهری ایران. (۱۴۰۳). *گزارش سکونتگاه‌های غیررسمی کلان‌شهر مشهد [گزارش پژوهشی]*. تهران، ایران: نویسنده.
- شریفی، سیدعلی؛ زیاری، کرامت اله و خطیبی، محمدرضا. (۱۴۰۳). راهبردهای سامان‌دهی فضایی-مکانی سکونتگاه‌های غیررسمی (مطالعه موردی: تپه مرادآب کرج). *نشریه شهر ایمن*، ۷ (۴)، ۵۱-۶۸. <https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2026406.1094>
- شهدکار، فاطمه؛ ترابی، تقی و رهنمای رودپشتی، فریدون. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل مؤثر بر توسعه اقتصاد دایره‌ای در ایران. *تحلیل‌های اقتصادی توسعه ایران*، ۸ (۱)، ۱۷-۴۲. <https://doi.org/10.22051/ieda.2021.34959.1265>
- شهدکار، فاطمه؛ ترابی، تقی و رهنمای رودپشتی، فریدون. (۱۴۰۱). مدل کسب‌وکار دایره‌ای ابزار توسعه در فرایند گذار به اقتصاد دایره‌ای: ارائه یک مدل در سطح شرکت‌های دانش‌بنیان. *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۹ (۴)، ۱۳۳-۱۶۰. <https://doi.org/10.22034/eco.2023.53431.3102>
- شهرداری مشهد. (۱۴۰۲). *شاخص‌های جمعیتی منتخب شهر مشهد برگرفته از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ [داده‌های ثانویه]*. مرکز آمار ایران.
- قربان پور، احمد؛ جلالی، رضا؛ پارسا، حجت و حاجانی، پرویز. (۱۴۰۱). تحلیل تمیز خوشه‌های صنایع غذایی بر اساس مؤلفه‌های اقتصاد دایره‌ای. *پژوهش‌ها و چشم‌اندازهای اقتصادی*، ۲۲ (۱)، ۳۳-۵۲. <https://doi.org/20.1001.1.17356768.1401.22.1.3.8>
- مرکز آمار ایران. (۱۴۰۳). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*. برگرفته در ۱۵ فروردین ۱۴۰۴ <https://amar.org.ir/population-and-housing-census#app3146>
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۱). *حاشیه‌نشین (سکونتگاه‌های غیررسمی) در ایران: رویکردها، سیاست‌ها و اقدامات* (شماره گزارش ۱۷۵۳۸۷۵). تهران، ایران. برگرفته در ۱۵ فروردین ۱۴۰۴ <https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1753875>
- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد. (۱۴۰۰). *برنامه‌ریزی و توسعه*. برگرفته در ۱۵ فروردین ۱۴۰۴ <https://planning.mashhad.ir>
- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد. (۱۴۰۱). *درگاه رسمی*. برگرفته از <https://planning.mashhad.ir>
- ملکی، محمد و موسوی، میرنجف. (۱۴۰۰). توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی با تأکید بر شاخص‌های حکمروایی خوب شهری (مطالعه موردی: محلات غیررسمی شهر ایلام). *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۲ (۱)، ۵۸-۳۷.
- موسوی زاده، سید مجتبی؛ نایب زاده، شهناز؛ حاتمی نسب، سید حسن و طباطبایی نسب، زهره. (۱۴۰۲). اقتصاد دایره‌ای و صنعت مد: ترسیم نقشه علمی پژوهش‌های بین‌المللی در پایگاه استنادی Web of Science. *علوم و فناوری نساجی و پوشاک*، ۱۲ (۳)، ۳۲-۵۴. <https://doi.org/20.1001.1.21517162.1402.12.3.4.7>
- نوروزی اجیرلو، رضا؛ سلیمان پور، مسلم و موحد، سید محمدرضا. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر اقتصاد دایره‌ای بر توسعه زیست‌پذیری اقتصادی مناطق حاشیه‌نشین شهر تبریز با نقش میانجی کارآفرینی اجتماعی. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۲۱ (۲)، ۳۷۳-۳۴۷. <https://doi.org/10.22067/jgrd.2023.84462.1331>

References

- Adegun, O. B. (2023). Flood-related challenges and impacts within coastal informal settlements: A case from Lagos, Nigeria. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 15(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/19463138.2022.2159415>
- Aghajani, H., Razzaghian, F., & Ghazi, R. (2024). Identifying factors influencing the formation and growth of informal settlements in Mashhad (Case study: Seyedi, Khajeh Rabi, Ghal'e Sakhteman, and Jaddeh Qadim Ghochan areas). *Geography and Development*, 22(77), 31-54. <https://doi.org/10.22111/gdij.2024.8681> [In Persian]
- Agyabeng, A.N., Peprah, A.A., Mensah, J.K., & Mensah, E.A. (2022). Informal settlement and urban development discourse in the Global South: Evidence from Ghana. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 76(4), 242-253. <https://doi.org/10.1080/00291951.2022.2113428>
- Akhimien, N.G., Latif, E., & Hou, S.S. (2020). Application of circular economy principles in buildings: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 38, 41-54. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102041>
- Alene, E.T. (2022). Determinant factors for the expansion of informal settlement in Gondar city, Northwest Ethiopia. *Journal of Urban Management*, 11(3), 321-337. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2022.04.005>
- Ali Esmaeili, Z., & Sobhanifard, Y. (2025). Leadership style model for commercial supply chain transformation based on capabilities 5.0: Sustainability and circular economy. *Circular Economy and Sustainability*, 1-41. <https://doi.org/10.1007/s43615-025-00710-4>
- Ampofo, J.A., Iddrisu, A., Arfasa, G.F., Mantey, I., & Aniah, E. (2024). Causes of informal settlement in Africa: A systematic review. *Adri Journal of Contemporary African Development*, 1(1), 1-18. https://www.academia.edu/117464757/Causes_of_Informal_Settlement_in_Africa_A_systematic_review
- Atkinson, C.L. (2024). Informal settlements: A new understanding for governance and vulnerability study. *Urban Science*, 8(4), 158. <https://doi.org/10.3390/urbansci8040158>
- Baghban, S., & Minaei, M. (2023). Spatial analysis of social resilience in suburbs of Mashhad based on multi-criteria spatial decision support system (MC-SDSS). *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 32(125), 143-161. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2023.545658.2834> [In Persian]
- Barros, M.V., Salvador, R., Francisco, G., Carlos, A., & Piekarski, C. (2021). Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2020.100006>
- Bertaud, A. (2021). Order without design: How markets shape cities. *Town and Regional Planning*, 79, 2-5. <https://doi.org/10.1177/2399808320902312>
- Bettencourt, L.M., & Marchio, N. (2025). Infrastructure deficits and informal settlements in sub-Saharan Africa. *Nature*, 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09465-2>
- Bjørnbet, M.M., Skaar, C., Fet, A.M., & Schulte, K. (2021). Circular economy in manufacturing companies: A review of case study literature. *Journal of Cleaner Production*, 294, 268-280. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126268>
- Boanada-Fuchs, A., Kuffer, M., & Samper, J. (2024). A global estimate of the size and location of informal settlements. *Urban Science*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.3390/urbansci8010018>
- Chen, C.W. (2020). Improving circular economy business models: Opportunities for business and innovation: A new framework for businesses to create a truly circular economy. *Johnson Matthey Technology Review*, 64(1), 48-58. <https://doi.org/10.1595/205651320X15710564137538>
- Clube, R.K., & Tennant, M. (2020). The circular economy and human needs satisfaction: Promising the radical, delivering the familiar. *Ecological Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106772>
- Cociña, C., & Landesman, T. (2025). Rethinking urban tenure in the Global South: The role of local institutions. *International Journal of Urban and Regional Research*, 49(2), 145-166.
- Collins, P.Y., Sinha, M., Concepcion, T., Patton, G., Way, T., McCay, L., ... & Zeitz, L. (2024). Making cities mental health friendly for adolescents and young adults. *Nature*, 627(8002), 137-148. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-07005-4>

- Davoudi, S., Brooks, E., & Mehmood, A. (2013). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation. *Planning Practice & Research*, 28(3), 307-322. <https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787695>
- De Soto, H. (1989). The other path. Retrieved April 15, 2025, from <https://pdfs.semanticscholar.org/ed48/ad31ae1779a3dce330c1afdf152e1f7fc55.pdf>
- Deputy of Planning and Human Capital Development of Mashhad Municipality. (2021). Planning and development. Retrieved April 15, 2025, from <https://planning.mashhad.ir/> [In Persian]
- Deputy of Planning and Human Capital Development, Mashhad Municipality. (2022). Official portal. Retrieved April 15, 2025, from <https://planning.mashhad.ir/> [In Persian]
- Dodman, D., Archer, D., Mayr, M., & Engindeniz, E. (2018). Pro-poor climate action in informal settlements. Nairobi, Kenya: *UN-Habitat*. <https://unhabitat.org/pro-poor-climate-action-in-informal-settlement>
- Dovey, K., van Oostrum, M., Chatterjee, I., & Shafique, T. (2020). Towards a morphogenesis of informal settlements. *Habitat International*, 104, 102240. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102240>
- Eskandari Dorbati, Z., Javaheripour, M., & Torkaman, F. (2022). Land ownership and construction of informal settlements in Iran (1978-2021). *The Journal of Community Development (Rural-Urban)*, 14(1), 305-331. <https://doi.org/10.22059/jrd.2022.345452.668743> [In Persian]
- European Parliament. (2023). Circular economy: Definition, importance and benefits. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Evans, B.E., Huizink, A.C., Greaves-Lord, K., Tulen, J.H.M., Roelofs, K., van der Ende, J., & Santana, G.L. (2020). Urbanicity, biological stress system functioning and mental health in adolescents. *PLOS ONE*, 15(3), 1-24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228659>
- Geels, F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24-40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E.J. (2017). The circular economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401-416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>
- Giddens, A. (1984). Elements of the theory of structuration. In *Practicing history: New directions in historical writing after the linguistic turn* (pp. 119-140). <https://books.google.com/books?id=jdphGynmCo8C>
- Grafstrom, J., & Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. *Journal of Cleaner Production*, 292, 2-18. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>
- Hart, K. (1973). Informal income opportunities and urban employment in Ghana. *The Journal of Modern African Studies*, 11(1), 61-89. <https://doi.org/10.1017/S0022278X00008089>
- Heinzle, C., Robert, B., Hémond, Y., & Serre, D. (2020). Operating urban resilience strategies to face climate change and associated risks: Some advances from theory to application in Canada and France. *Cities*, 104, 102762. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102762>
- Hossain, M.S. (2021). Exploring the architectural dimensions of vulnerability: A case of the participatory upgradation in informal settlement at Talaimari, Rajshahi. *Journal of Engineering Science*, 12(2), 29-46. <https://doi.org/10.3329/jes.v12i2.54629>
- Iran Urban Regeneration Company. (2025). Report on informal settlements of Mashhad metropolis [In Persian].
- Islamic Parliament Research Center (IPRC). (2022). Marginalization (informal settlement) in Iran: Approaches, policies, and measures. Tehran, Iran. Retrieved April 15, 2025, from [In Persian]
- Kheiroddin, R., & Salahimoghdam, A. (2021). The empowerment of informal settlements by moving from the need-based to asset-based approach (Case study of Farahzad, one of the Tehran's neighborhoods). *Quarterly Journals of Urban and Regional Development Planning*, 6(17), 29-58. <https://doi.org/10.22054/urdp.2021.59544.1304> [In Persian]
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

- Lawson, A.J., Kalasz, K., Runge, M.C., Schwarzer, A.C., Stantial, M.L., Woodrey, M., & Lyons, J.E. (2022). Application of qualitative value of information to prioritize uncertainties about eastern black rail population recovery. *Conservation Science and Practice*, 4(7), e12732. <https://doi.org/10.1111/csp2.12732>
- Mahabir, R., Crooks, A., Croitoru, A., & Agouris, P. (2016). The study of slums as social and physical constructs: Challenges and emerging research opportunities. *Regional Studies, Regional Science*, 3(1), 399-419. <https://doi.org/10.1080/21681376.2016.1229130>
- Maleki, M., & Mosavi, M.N. (2021). Empowerment of informal settlements with emphasis on indicators of good urban governance (Case study: Informal neighborhoods of Ilam city). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 2(1), 37-58. [In Persian]
- Marks, G., & Hooghe, L. (2004). Contrasting visions of multi-level governance. In *Multi-level governance* (p. 30). <https://doi.org/10.1093/0199259259.003.0002>
- Mashhad Municipality. (2022). Selected demographic indicators of Mashhad city derived from the 2016 population and housing census, Statistical Center of Iran [In Persian].
- 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>
- Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2017). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 703-722. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1363/1/012005>
- Moreno, J., Ormaz, M., Alvarez, M.J., & Jac, C. (2021). Advancing circular economy performance indicators and their application in Spanish companies. *Journal of Cleaner Production*, 279, 605-617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123605>
- Mousavizadeh, S.M., Nayeibzadeh, S., Hataminasab, S.H., & Tabatabaianasab, Z. (2023). Circular economy and fashion industry: Drawing a scientific map of international research in the reference database Web of Science. *Journal of Textile Science and Technology*, 12(3), 32-54. <https://doi.org/20.1001.1.21517162.1402.12.3.4.7> [In Persian]
- Nassar, D.M., & Elsayed, H.G. (2018). From informal settlements to sustainable communities. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 2367-2376. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.09.004>
- Norouzi Ajirloo, R., Soleymanpor, M., & Movahed, S.M.R. (2023). Exploring the impact of circular economy on boosting the economic viability of marginal areas of Tabriz considering the mediating role of social entrepreneurship. *Journal of Geography and Regional Development*, 21(2), 347-373. <https://doi.org/10.22067/jgrd.2023.84462.1331> [In Persian]
- Oraiopoulos, A., Wieser, M., Verdier, M., Lambert, R., Fennell, P., & Ruyssevel, P. (2025). Improving habitability in informal settlements in the Global South: Exploring the impact of community urban green infrastructure on outdoor heat stress. *Building and Environment*, 113787. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113787>
- Ouma, S., Beltrame, D.C., Mitlin, D., & Chitekwe-Biti, B. (2024). Informal settlements: Domain report (ACRC Working Paper 2024-09). Manchester, UK: African Cities Research Consortium, *The University of Manchester*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4765001>
- Rahnama, M.R., Ahmadian, M.A., & Mohammadian, M. (2012). Urban management and organization of informal settlements: Case study of Kuye Nohdarreh, a suburb of Mashhad. *Journal of Geography and Regional Development*, 10(1). <https://doi.org/10.22067/geography.v10i18.17372> [In Persian]
- Rezaie, S., & Vanhuyse, F. (2025). Urban circularity in Latin America and the Caribbean: A comparative case study of Bogotá and Mexico City. *Circular Economy and Sustainability*, 5, 6275-6303. <https://doi.org/10.1007/s43615-025-00554-y>
- Roy, A. (2005). Urban informality: Toward an epistemology of planning. *Journal of the American Planning Association*, 71(2), 147-158. <https://doi.org/10.1080/01944360508976689>
- Rybski, D., & González, M.C. (2022). Cities as complex systems—Collection overview. *PLOS ONE*, 17(2), e0262964. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262964>
- Sarvar, H., & Aminzadeh, S. (2019). Explaining causes of the formation of informal settlements and providing optimal solutions to organize them (Case study: Boukan-Aliabad

- neighborhood). *Geography and Human Relationships*, 2(3), 17-42. <https://doi.org/20.1001.1.26453851.1398.2.3.2.4> [In Persian]
- 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>
- Scoones, I. (1999). New ecology and the social sciences: What prospects for a fruitful engagement? *Annual Review of Anthropology*, 28(1), 479-507. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.28.1.479>
- Shahdekar, F., Torabi, T., & Rahnama Roodposhti, F. (2022). Analysis of effective factors on development of circular economy in Iran. *Iranian Economic Development Analyses*, 8(1), 17-42. <https://doi.org/10.22051/ieda.2021.34959.1265> [In Persian]
- Shahdekar, F., Torabi, T., & Rahnama Roudposhti, F. (2023). Providing a circular economy business model for knowledge-based companies. *Journal of Technology Growth*, 19(75), 33-
<https://doi.org/10.61186/jstpi.37987.19.75.33> [In Persian]
- Shand, W., & Ndezi, T. (2025). Community-led climate adaptation in informal settlements. Washington, DC: *World Bank*. <https://hdl.handle.net/10986/43146>
- Sharifi, S., Zeyari, K., & Khatibi, M. (2024). Spatial-locative organization strategies of informal settlements (Case study: Murad Ab Karaj Hill). *Safe City*, 7(4), 51-68. <https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2026406.1094> [In Persian]
- Statistical Center of Iran. (2025). Population and housing census. Retrieved April 15, 2025, from <https://amar.org.ir/population-and-housing-census#app3146> [In Persian]
- Swyngedouw, E. (2006). Circulations and metabolisms: (Hybrid) natures and (cyborg) cities. *Science as Culture*, 15(2), 105-121. <https://doi.org/10.1080/09505430600707970>
- Triandafyllidou, A., Moghadam, A., Kelly, M., & Şahin-Mencütek, Z. (2024). Migration and cities: An introduction. In *Migration and cities: Conceptual and policy advances* (pp. 1-18). Cham, Switzerland: *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55680-7_1
- Umar, T. (2020). A comparative study of MSW to emery in Oman. In *Biotechnological applications of biomass*. Winchester, UK: *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93745>
- UN-DESA. (2019). World urbanization prospects: The 2018 revision (ST/ESA/SER.A/420). New York, NY: *United Nations*. <https://www.un.org/en/desa/2018-revision-world-urbanization-prospects>
- UNDP. (2021). Climate change: Challenges and responses. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.undp.org/georgia/publications/climate-change-challenges-and-responses>
- UN-Habitat. (2017). New Urban Agenda (A/RES/71/256). Quito, Ecuador: United Nations.
- UN-Habitat. (2022a). Gender-responsive urban planning and design. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/gender-responsive-urban-planning-and-design>
- UN-Habitat. (2022b). Global action plan (GAP) launch: Accelerating for transforming informal settlements and slums by 2030. Retrieved from www.unhabitat.org
- UN-Habitat. (2022c). World cities report 2022: Envisaging the future of cities. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities>
- UN-Habitat. (2025). From housing informality to adequate housing: Background paper and draft recommendations. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme. https://unhabitat.org/sites/default/files/2025/06/informal_settlements_-_background_paper_and_draft_recommendations.pdf
- United Nations. (2018). World urbanization prospects: Key facts. New York, NY: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Vasseur, L., & Jones, M. (2015). Adaptation and resilience in the face of climate change: Protecting the conditions of emergence through good governance. Gland, Switzerland: IUCN-Swedish Biodiversity Centre. <https://www.preventionweb.net/publication/documents-and-publications/adaptation-and-resilience-face-climate-change>
- Vearey, J., Thomson, K., Sommers, T., & Sprague, C. (2017). Analysing local-level responses to migration and urban health in Hillbrow: The Johannesburg Migrant Health Forum. *BMC Public Health*, 17(3), 427. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4352-2>
- Voyatzis-Bouillard, D., & Kelman, I. (2021). Do climate change interventions impact the determinants of health for Pacific Island peoples? A literature review. *The Contemporary Pacific*, 33(2), 466-496. <https://doi.org/10.1353/cp.2021.0039>

- World Bank. (2022). Informal settlements in Romania: Situational analysis. Retrieved April 15, 2025, from <https://www.worldbank.org>
- World Bank. (2023). Urban heat in South Asia: Integrating people and place in adapting to rising temperatures. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org>
- Zhang, A., Zhang, C., Munir, H., & Seuring, S. (2025). Circular economy policies in China and Europe: A systematic literature review. *Circular Economy and Sustainability*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s43615-025-00689-y>

