

Participatory planning for implementing a sponge city in informal settlements of Mashhad with a sustainable water management approach

Saleh Ebrahimipour ¹ and Katayoon Alizadeh ²

1- Department of Geography, Faculty of Theology and Foreign Languages, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

2- Department of Geography, Faculty of Theology and Foreign Languages, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Received:

2026/01/04

Accepted:

2026/05/17

pp:

103-120

Keywords:

Sponge City,
Participatory Planning,
Informal Settlements,
Sustainable Urban
Water Management,
Water Governance.

ABSTRACT

This study aims to elucidate the role of participatory planning in the effective and context-aware implementation of Sponge City principles in the informal settlements of Mashhad, adopting a sustainable urban water management approach. Utilizing a mixed-methods research design (quantitative-qualitative), data were collected through a structured questionnaire (sample of 420 residents), semi-structured interviews with urban managers and local representatives, focus group discussions, and field observations in four selected informal settlements of Mashhad (Khajeh Rabi, Ghal'eh Sakhteman, Seyedi, and Jaddeh Ghadim Ghochan). Quantitative data were analyzed using SPSS and SmartPLS software, while qualitative data were analyzed thematically using MAXQDA. Quantitative findings revealed that the variables "Sustainable Water Management" (path coefficient = 0.52) and "Public Participation" (0.41) had the greatest impact on the readiness for Sponge City implementation, demonstrating higher importance compared to physical components such as "Green Infrastructure" (0.21) and "Surface Water Drainage Systems" (0.29). Qualitative analysis corroborated the pivotal role of institutional weaknesses, organizational fragmentation, lack of local infrastructure, and, simultaneously, the presence of social capacity and willingness to participate among residents. The overall conclusion of the research indicates that the success of the Sponge City approach in informal settlements depends less on technical and physical solutions and more on transforming urban water governance, institutionalizing genuine participation of local stakeholders, and adapting interventions to the specific socio-institutional contexts of these areas. This study provides an operational framework in which participatory planning acts as an essential link between policymaking, technical design, and the sustainable implementation of the Sponge City.



Citation: Ebrahimipour, S., & Alizadeh, K. (2026). Participatory planning for implementing a sponge city in informal settlements of Mashhad with a sustainable water management approach. *Journal of Geography and Regional Future Studies*, 4(3), 103-120.



© Authors retain the copyright and full publishing rights. **Publisher:** Urmia University.

DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2026.56952.1199>

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.3.6.5>

¹ **Corresponding author:** Saleh Ebrahimipour, **Email:** saleh.ebrahimi70@gmail.com, **Tell:** +989309013470

Extended Abstract

Introduction

The rapid growth of global urban populations, particularly in informal settlements, has intensified urban water management challenges, especially in arid and semi-arid regions. Cities like Mashhad in Iran face dual crises of water scarcity and urban flooding, exacerbated by impervious surface expansion, institutional fragmentation, and inadequate infrastructure. Traditional top-down, technocentric water management approaches have proven insufficient in addressing these complex socio-environmental issues. In response, the Sponge City concept has emerged as an integrated framework emphasizing natural-based solutions for absorbing, storing, purifying, and reusing rainwater to enhance urban water resilience. However, successful implementation of Sponge City principles in informal settlements requires more than technical interventions; it demands participatory governance, institutional coordination, and community engagement. This study investigates the role of participatory planning in facilitating the effective and context-sensitive implementation of Sponge City strategies in the informal settlements of Mashhad, with a focus on sustainable urban water management.

Methodology

This study employed a mixed-methods research design, combining quantitative and qualitative approaches to explore the interplay between participatory planning, institutional governance, and Sponge City readiness. Four informal settlements in Mashhad—Khajeh Rabi, Ghal'eh Sakhteman, Seyedi, and Jaddeh Ghadim Ghochan—were selected through purposive sampling based on hydrological, socio-institutional, and physical criteria. Quantitative data were collected through a structured questionnaire administered to 420 residents, selected via stratified random sampling. The survey instrument measured five key constructs: public participation, sustainable water management, green infrastructure, surface water drainage systems, and Sponge City implementation readiness. Reliability and validity were confirmed through Cronbach's alpha, CVI, and CVR assessments. Qualitative data were gathered through semi-structured

interviews with 15 urban managers and 20 local representatives, two focus group discussions per neighborhood, and field observations at 40 sites in each settlement. Quantitative analysis was conducted using SPSS 26 and SmartPLS 4 for structural equation modeling (SEM), while qualitative data were thematically analyzed using MAXQDA. Integration of findings was achieved through triangulation and validation via expert and local stakeholder feedback.

Results and discussion

Quantitative analysis revealed that sustainable water management (path coefficient $\beta = 0.52$) and public participation ($\beta = 0.41$) had the strongest positive effects on Sponge City implementation readiness, surpassing the influence of physical components such as green infrastructure ($\beta = 0.21$) and surface water drainage systems ($\beta = 0.29$). The model explained 68% of the variance in readiness ($R^2 = 0.68$). Correlation analysis indicated significant positive relationships among all constructs, with the strongest correlation between sustainable water management and implementation readiness ($r = 0.71$). Qualitative findings highlighted institutional weaknesses, organizational fragmentation, lack of local infrastructure, and limited technical capacity as major barriers. However, they also underscored the presence of untapped social capital, local knowledge, and willingness to participate among residents. Thematic analysis identified four key themes: institutional participation gaps, need for public education, infrastructure deficits, and local social capacity. Integration of quantitative and qualitative results suggests that Sponge City success in informal settlements depends less on technical solutions and more on transforming water governance, institutionalizing genuine participation, and adapting interventions to local socio-institutional contexts. These findings align with international studies emphasizing participatory governance and multi-level coordination as prerequisites for sustainable urban water management.

Conclusion

This study concludes that the implementation of Sponge City principles in informal settlements

is fundamentally a socio-institutional process rather than a purely technical endeavor. Readiness for Sponge City interventions in Mashhad's informal settlements is more strongly influenced by the quality of water governance and the degree of institutionalized public participation than by physical infrastructure alone. The research provides an operational framework in which participatory planning acts as a critical link between policymaking, technical design, and sustainable implementation. To enhance Sponge City effectiveness, policymakers should prioritize institutional reforms, foster multi-stakeholder coordination, and develop flexible, low-cost interventions that leverage local social capacity. Future research should adopt longitudinal designs to assess long-term impacts on social resilience, water security, and quality of life,

while also considering climate change and demographic pressures. Ultimately, transitioning from top-down, technocratic approaches to participatory, adaptive governance is essential for achieving water-sensitive and resilient urban development in informal settlements.

Declarations

Funding: There is no funding support.

Authors' Contribution: The 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.

Conflict of Interest: The authors declared no conflict of interest.

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



برنامه‌ریزی مشارکتی برای پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد با رویکرد مدیریت پایدار آب

صالح ابراهیمی پور^۱ و کتابون علیزاده^۲

۱- گروه جغرافیا، دانشکده الهیات و زبان‌های خارجی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
۲- گروه جغرافیا، دانشکده الهیات و زبان‌های خارجی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	این پژوهش با هدف تبیین نقش برنامه‌ریزی مشارکتی در پیاده‌سازی مؤثر و زمینه‌مند اصول «شهر اسفنجی» در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد و با رویکرد مدیریت پایدار آب شهری انجام شده است. مطالعه حاضر با روش تحقیق ترکیبی (کمی-کیفی) و با استفاده از ابزارهای پرسشنامه ساختاریافته (نمونه‌ای ۴۲۰ نفره)، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با مدیران و نمایندگان محلی، گروه‌های متمرکز و مشاهده میدانی در چهار محله غیررسمی منتخب مشهد (خواجهری، قلعه‌ساختمان، سیدی و جاده قدیم قوچان) به اجرا درآمد. داده‌های کمی با نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS و داده‌های کیفی با MAXQDA تحلیل شدند. یافته‌های کمی نشان داد که متغیرهای «مدیریت پایدار آب» (با ضریب مسیر ۰٫۵۲) و «مشارکت مردمی» (۰٫۴۱) بیشترین تأثیر را بر آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی دارند و در مقایسه با مؤلفه‌های کالبدی مانند «زیرساخت سبز» (۰٫۲۱) و «سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی» (۰٫۲۹) از اهمیت بالاتری برخوردارند. تحلیل کیفی نیز مؤید نقش محوری ضعف‌های نهادی، ناهماهنگی سازمانی، کمبود زیرساخت‌های محلی و درعین حال وجود ظرفیت اجتماعی و تمایل به مشارکت در بین ساکنان بود. نتیجه‌گیری کلی پژوهش حاکی از آن است که موفقیت شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی، بیش از آنکه منوط به راهکارهای فنی و کالبدی باشد، در گرو تحول در حکمرانی آب شهری، نهادینه‌سازی مشارکت واقعی ذی‌نفعان محلی و انطباق طرح‌ها با شرایط اجتماعی-نهادی خاص این بافت‌ها است. این پژوهش چارچوبی عمل‌محور ارائه می‌دهد که در آن برنامه‌ریزی مشارکتی به‌عنوان حلقه واسط ضروری بین سیاست‌گذاری، طراحی فنی و اجرای پایدار شهر اسفنجی عمل می‌کند.
دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴	
پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۷	
صص: ۱۰۳-۱۲۰	
واژگان کلیدی: شهر اسفنجی، برنامه‌ریزی مشارکتی، سکونتگاه‌های غیررسمی، مدیریت پایدار آب شهری، حکمرانی آب.	

استناد: ابراهیمی پور، صالح و علیزاده، کتابون. (۱۴۰۵). برنامه‌ریزی مشارکتی برای پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد با رویکرد مدیریت پایدار آب. *فصلنامه جغرافیا و آینده‌پژوهی منطقه‌ای*، ۴(۳)، ۱۲۰-۱۰۳.

ناشر: دانشگاه ارومیه.

© نویسندگان حق چاپ و حقوق کامل نشر را حفظ می‌کنند.



DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2026.56952.1199>

DOR: <https://dori.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.3.6.5>



مقدمه

رشد سریع جمعیت جهانی و تمرکز آن در سکونتگاه‌های شهری، یکی از تحولات بنیادین قرن بیست‌ویکم است (UN-Habitat, 2022; Rybski & González, 2022). برآوردهای سازمان ملل متحد نشان می‌دهد که جمعیت شهری جهان، که در سال ۲۰۱۴ از ۵۴ درصد فراتر رفته بود، تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۷۰ درصد خواهد رسید؛ رشدی معادل افزوده شدن بیش از ۲٫۲ میلیارد نفر که نزدیک به ۹۰ درصد آن در آسیا و آفریقا خواهد بود (United Nations, 2018; Dodman et al., 2018; Shand & Ndezi, 2025). این روند، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، با گسترش سریع کالبد شهری و افزایش چشمگیر سطوح نفوذناپذیر همراه بوده است (UN DESA, 2017; WUP, 2018). افزایش سطوح نفوذناپذیر اختلالات قابل‌توجهی در چرخه طبیعی آب ایجاد کرده است؛ کاهش نفوذ، ذخیره و تنظیم طبیعی آب باران، افزایش رواناب سطحی، تشدید سیلاب‌های شهری، کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی و آلودگی منابع آب از پیامدهای آن است (Liu et al., 2015; Higashiyama et al., 2016; Wu et al., 2016; Li et al., 2022). این چالش‌ها در شرایط تغییرات اقلیمی و بارش‌های شدید و کوتاه‌مدت در مناطق خشک و نیمه‌خشک، فشار مضاعفی بر سامانه‌های زهکشی شهری وارد می‌کنند (Speak et al., 2013; Köster, 2021). نتیجه این شرایط، مواجهه هم‌زمان بسیاری از شهرها با دو بحران ظاهراً متناقض کمبود آب و سیلاب‌های شهری است؛ وضعیتی که ناکارآمدی الگوهای سنتی، متمرکز و از بالا به پایین مدیریت آب را آشکار می‌سازد (Hamidi et al., 2021; Liao & Wishart, 2021). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این بحران‌ها، فراتر از محدودیت‌های طبیعی منابع، ریشه در ضعف حکمرانی، ساختارهای نهادی ناکارآمد و غفلت از ابعاد اجتماعی و فضایی چرخه آب شهری دارند (Larsen et al., 2016; Cook & Larsen, 2021). در ایران، به‌ویژه در کلان‌شهرهای خشک و نیمه‌خشک، کاهش منابع آب تجدیدپذیر، افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی و تنش‌های مزمن آبی، شرایطی را رقم زده که از آن با عنوان «ورشکستگی آبی» یاد می‌شود (fattahi, 2018; samimi et al., 2022). هم‌زمان، رشد سریع شهرنشینی و افزایش سطوح نفوذناپذیر، خطر سیلاب‌های شهری را تشدید کرده است (Ghashghaezadeh et al., 2018). به‌منظور پاسخ به این چالش‌ها، رویکردهای نوین مدیریت پایدار آب شهری شکل گرفته‌اند؛ رویکردهایی نظیر توسعه کم‌اثر (LID)، سیستم‌های زهکشی پایدار (SUDS) و طراحی شهری حساس به آب (WSUD) که هدفشان بازگرداندن کارکردهای طبیعی آب به شهر است. در این میان، مفهوم «شهر اسفنجی»^۱ به‌عنوان چارچوبی جامع، بر جذب، ذخیره، تصفیه و استفاده مجدد از آب باران، کاهش سیلاب، ارتقای امنیت آبی و تاب‌آوری شهری تمرکز دارد (Mei et al., 2018; Xu et al., 2021). با وجود ظرفیت‌های چندبعدی شهر اسفنجی، شواهد نشان می‌دهد پیاده‌سازی موفق آن به‌شدت وابسته به زمینه‌های اقلیمی، نهادی، اجتماعی و فضایی هر شهر است. در غیاب این انطباق، مداخلات ممکن است پرهزینه، تکنوکراتیک و کم‌اثر شده و بدون پذیرش اجتماعی یا نگهداری پایدار، کارایی بلندمدت خود را از دست بدهند. یکی از بارزترین نمودهای نابرابری فضایی، سکونتگاه‌های غیررسمی^۲ هستند؛ فضاهایی با تراکم بالا، زیرساخت محدود، ضعف خدمات شهری و استقرار در اراضی پرخطر که بیش از سایر بخش‌های شهر در معرض پیامدهای مدیریت ناپایدار آب‌اند (World Bank, 2022; Ampofo et al., 2024). اسکان غیررسمی عامل برجسته و غالب در شهرنشینی و تهیه مسکن برای فقرای شهری است که به صورت بی‌ضابطه و با تجمع مکانی گروه‌های کم‌درآمد و مهاجر روستایی در نقاط آسیب‌پذیر شهری شکل گرفته‌اند و در درون خود به بازتولید آسیب‌های اجتماعی می‌پردازند (Karbasi Salmasi & Kargar, 2023- Bayramzadeh et al., 2025- Mousavi et al., 2025). این سکونتگاه‌ها در برابر تهدیدهای ناشی از تغییرات اقلیمی بیشترین آسیب‌پذیری را دارند (Ghafelebashi & Keshavarz Tork, 2026). با این حال، این سکونتگاه‌ها دارای شبکه‌های اجتماعی فعال، دانش بومی و ظرفیت‌های کنش جمعی‌اند که می‌توانند اثرگذاری برنامه‌ریزی مشارکتی را افزایش دهند. این چالش‌ها در شهر مشهد، به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای واقع در اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران، نمود عینی‌تری یافته است. رشد سریع جمعیت، توسعه کالبدی ناپیوسته، کاهش پوشش گیاهی و اتکای غالب بر زیرساخت‌های خاکستری و متمرکز، موجب افزایش نفوذناپذیری سطح شهر، اختلال در چرخه طبیعی آب و تشدید سیلاب‌های شهری شده است. این وضعیت در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد، به‌دلیل ضعف زیرساختی و نهادی، با شدت بیشتری بروز می‌کند و مدیریت پایدار و عادلانه آب را به چالشی مضاعف بدل ساخته است. بر این اساس، خلأ پژوهشی اصلی نه در کمبود راهکارهای فنی، بلکه در چگونگی انطباق و اجرای راهکارهای شهر اسفنجی در بسترهای نابرابر اجتماعی و نهادی نهفته است. به‌ویژه، نقش برنامه‌ریزی مشارکتی در بومی‌سازی، پذیرش اجتماعی و نگهداری پایدار شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی، کمتر به‌صورت نظام‌مند مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر با پرسش محوری زیر به این خلأ پاسخ می‌دهد: برنامه‌ریزی مشارکتی چگونه می‌تواند زمینه پیاده‌سازی مؤثر،

1 Sponge City

2 Informal Settlements

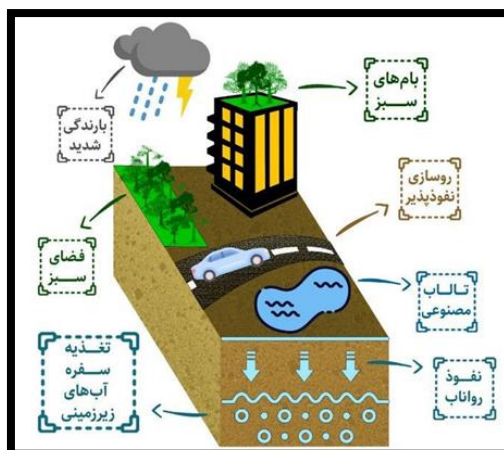
پایدار و زمینه‌مند اصول شهر اسفنجی را در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد فراهم آورد؟ این مطالعه علاوه بر شناسایی موانع نهادی، کالبدی و اجتماعی، به بررسی نقش مشارکت ساکنان در ارتقای پذیرش اجتماعی، نگهداری پایدار زیرساخت‌ها و اثربخشی بلندمدت مداخلات می‌پردازد. فرض بنیادین پژوهش آن است که ادغام اصول شهر اسفنجی با برنامه‌ریزی مشارکتی، در صورت انطباق با شرایط اقلیمی و کالبدی مشهد، می‌تواند به کاهش رواناب سطحی، افزایش نفوذپذیری زمین و ارتقای تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیررسمی منجر شود.

پیشینه و مبانی نظری پژوهش

مدیریت آب شهری در دهه‌های اخیر، تحت تأثیر رشد شتابان جمعیت شهری، افزایش تقاضا برای منابع آب، گسترش سطوح نفوذناپذیر و پیامدهای تغییرات اقلیمی، به یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های توسعه شهری تبدیل شده است (Jeong & Park, 2020; Atkins Ffion et al., 2021). آب نه تنها نیازهای شرب و صنعتی را تأمین می‌کند، بلکه بر کارکردهای اکولوژیکی، سلامت عمومی و کیفیت زندگی شهری اثرگذار است (Dubey et al., 2020). چرخه آب شهری شامل تأمین آب، جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، مدیریت رواناب و استفاده مجدد از منابع است (Oral et al., 2020). تمرکز فعالیت‌های انسانی در شهرها موجب افزایش برداشت از منابع، آلودگی آب و اختلال در چرخه هیدرولوژیک شده است (Chini & Stillwell, 2020).

رویکرد متابولیسم شهری با تحلیل جریان‌های ورودی و خروجی منابع، امکان شناسایی فشارها و نقاط آسیب‌پذیر را فراهم می‌کند، اما به‌تنهایی راهکارهای عملی در بستر اجتماعی و نهادی ارائه نمی‌دهد (Kennedy et al., 2011; Farooqui et al., 2016). الگوهای سنتی مدیریت آب شهری، مبتنی بر زیرساخت‌های خاکستری و انتقال متمرکز آب، در مواجهه با پیچیدگی‌های اقلیمی و اجتماعی شهرهای معاصر کارآمدی خود را از دست داده‌اند (Oates et al., 2020; Kamyab & Samsam Pour, 2022). بروز هم‌زمان سیلاب و تنش‌های مزمن آبی، ضرورت گذار به رویکردهای یکپارچه و پایدار را برجسته کرده است (IPCC, 2018). در پاسخ، مفهوم مدیریت یکپارچه و پایدار آب شهری (IUWM) از دهه ۱۹۹۰ مطرح شد. IUWM با تأکید بر هم‌پیوندی ابعاد زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی، شهر را به‌مثابه بخشی از یک سیستم اکولوژیکی گسترده و وابسته به حوضه آبریز می‌بیند (Ashley et al., 2007; Brown & Keath, 2008; Marlow et al., 2013). هماهنگی میان تأمین آب، استفاده مجدد از فاضلاب، مدیریت رواناب و حفاظت از اکوسیستم‌ها، امکان کاهش تعارضات و افزایش کارایی سیستم را فراهم می‌کند (Loucks & Van Beek, 2017; Oral et al., 2020). یکی از ارکان کلیدی IUWM، بهره‌گیری از زیرساخت‌های سبز و راهکارهای مبتنی بر طبیعت است. اقداماتی مانند روسازی‌های نفوذپذیر، بام‌ها و دیوارهای سبز، باغ‌های بارانی و تالاب‌های مصنوعی، ضمن کاهش رواناب و بهبود کیفیت آب، به تغذیه آبخوان‌ها و افزایش تاب‌آوری شهری کمک می‌کنند (Moore et al., 2018; Kooijman et al., 2021; Vojinovic et al., 2021).

هم‌زمان، حکمرانی آب شهری به‌عنوان بعدی فراتر از مدیریت فنی اهمیت یافته است. حکمرانی آب شامل سازوکارهای نهادی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی است که فرآیندهای تصمیم‌گیری، تخصیص منابع و ارائه خدمات را سامان می‌دهند (Dubey et al., 2020). بسیاری از بحران‌های آب شهری بیش از کمبود فیزیکی، ناشی از ضعف حکمرانی، چندپارگی نهادی و فقدان مشارکت مؤثر ذی‌نفعان‌اند (Larsen et al., 2016; Jiménez et al., 2020). در این چارچوب، حکمرانی مشارکتی و چندسطحی به‌عنوان پیش‌شرط تحقق مدیریت پایدار آب شهری مطرح می‌شود (Bakker, 2010; Varone et al., 2013; Bolognesi et al., 2022- Hekmatnia et al., 2017). مدیریت رواناب و آب باران شهری، محور کلیدی IUWM، با ادغام در برنامه‌ریزی فضایی و طراحی شهری، زمینه‌ساز گذار از مدیریت واکنشی به پیشگیرانه شده است. رویکردهایی مانند SUDS، LID و WSUD این انتقال را تسهیل می‌کنند (Chen, 2019; Jurczak, 2018; Chan et al., 2018; Li et al., 2016). در این میان، مفهوم «شهر اسفنجی» چارچوبی جامع برای مدیریت آب شهری فراهم می‌کند. این رویکرد، شهر را به‌مثابه سامانه‌ای پویا می‌بیند که قادر به جذب، ذخیره، تصفیه و آزادسازی تدریجی آب است (Mei et al., 2018). شبکه‌های سبز-آبی متشکل از فضاهای نفوذپذیر و عناصر طبیعی، خدمات متنوع اکوسیستمی مانند تنظیم رواناب، بهبود کیفیت آب، کاهش دمای شهری و ارتقای کیفیت فضاهای عمومی را فراهم می‌کنند (Shao et al., 2016; Johannessen & Wamsler, 2017).



شکل ۱- شماتیک نحوه عملکرد فناوری‌های مورد استفاده در شهرهای اسفنجی

تجربه‌های عملی، به‌ویژه در چین، نشان می‌دهد موفقیت شهر اسفنجی صرفاً وابسته به طراحی فنی نیست، بلکه به سازوکارهای حکمرانی، تأمین مالی، هماهنگی نهادی و پذیرش اجتماعی بستگی دارد (Hou et al., 2020; Yin et al., 2022). مشارکت ذی‌نفعان و درگیرسازی جوامع محلی از پیش‌شرط‌های موفقیت این رویکرد است (O'Donnell et al., 2018; Zhou et al., 2019). این موضوع در سکونتگاه‌های غیررسمی اهمیت مضاعفی می‌یابد. این سکونتگاه‌ها، به‌دلیل ضعف زیرساختی، تراکم بالا و استقرار در پهنه‌های پرخطر، به‌طور نامتناسبی در معرض مخاطرات آبی قرار دارند (Agyabeng et al., 2022). با این حال، وجود شبکه‌های اجتماعی محلی و ظرفیت‌های کنش جمعی، امکان به‌کارگیری راه‌حل‌های کم‌هزینه و مقیاس کوچک مبتنی بر طبیعت را فراهم می‌سازد؛ راه‌حلی که در صورت تلفیق با برنامه‌ریزی مشارکتی، می‌تواند به کاهش ریسک، ارتقای تاب‌آوری و افزایش عدالت فضایی منجر شوند. بر پایه مبانی نظری ارائه‌شده، چارچوب مفهومی پژوهش حاضر بر تعامل چهار مؤلفه اصلی استوار است: ۱) فشارهای ناشی از شهرنشینی، تغییرات اقلیمی و گسترش سطوح نفوذناپذیر که موجب اختلال در چرخه آب شهری می‌شوند؛ ۲) گذار از مدیریت سنتی به مدیریت پایدار و یکپارچه آب شهری با تأکید بر حکمرانی کارآمد و مشارکتی؛ ۳) به‌کارگیری راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت و زیرساخت‌های سبز-آبی در قالب رویکرد شهر اسفنجی؛ ۴) توجه به زمینه‌های فضایی-اجتماعی خاص، به‌ویژه سکونتگاه‌های غیررسمی، به‌عنوان بسترهای اولویت‌دار مداخله. در این چارچوب، برنامه‌ریزی مشارکتی به‌عنوان حلقه واسط میان سیاست‌گذاری، طراحی و اجرا عمل کرده و زمینه تحقق مدیریت پایدار، عادلانه و تاب‌آور آب شهری را فراهم می‌سازد.

بررسی ادبیات پژوهشی در چهار حوزه «شهر اسفنجی»، «مدیریت پایدار آب شهری»، «برنامه‌ریزی مشارکتی» و «سکونتگاه‌های غیررسمی» مشهود نشان می‌دهد که هر حوزه به‌طور مستقل پشتوانه نظری و تجربی قابل توجهی دارد، اما پیوند عملی میان آن‌ها همچنان ضعیف است. دانش موجود عمدتاً در مسیرهای موازی تولید شده و کمتر به سطح تلفیق میان‌رشته‌ای و عمل‌محور در بافت‌های شهری پیچیده رسیده است. مطالعات بین‌المللی شهر اسفنجی، به‌ویژه در چین و کشورهای توسعه‌یافته، عمدتاً بر ارزیابی عملکرد هیدرولوژیکی، کارایی فنی راهکارها و نقش زیرساخت‌های سبز در کاهش رواناب و کنترل سیلاب متمرکز بوده‌اند. این پژوهش‌ها، اگرچه اثربخشی فنی شهر اسفنجی را نشان داده‌اند، اما فرضیات ثابت نهادی، ظرفیت مالی کافی و حکمرانی منسجم را پیش‌فرض گرفته‌اند و به قابلیت اجرا، نگهداری و پذیرش اجتماعی در بافت‌های کم‌منبع و غیررسمی توجه کمتری داشته‌اند. در ایران، ادبیات مدیریت پایدار آب و حکمرانی آب بیشتر بر شناسایی موانع ساختاری و مدیریتی تمرکز دارد. این مطالعات ضعف مدیریت یکپارچه، فقدان مشارکت ذی‌نفعان، ناهماهنگی نهادی و محدودیت ظرفیت‌های اجرایی را برجسته کرده‌اند، اما کمتر چالش‌ها را به الگوهای اجرایی مشخص در مقیاس محله و مداخلات کالبدی-زیست‌محیطی نوین ترجمه کرده‌اند. مطالعات سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد نیز ابعاد اجتماعی، اقتصادی و نهادی این پدیده را تبیین کرده‌اند، اما رویکرد توصیفی و مسئله‌محور غالب بوده و راهکارهای ارائه‌شده یا در سطح سیاست کلان باقی مانده یا به مداخلات کالبدی متعارف محدود شده‌اند. ظرفیت بالقوه راهکارهای مبتنی بر طبیعت و رویکردهای نوین مدیریت آب برای بهبود کم‌هزینه و مشارکت‌محور این بافت‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، خلأ اصلی پژوهش نه در کمبود دانش در هر حوزه، بلکه در نبود چارچوبی تلفیقی و عمل‌محور است که بتواند دانش فنی شهر اسفنجی، ملاحظات حکمرانی و برنامه‌ریزی مشارکتی و واقعیت‌های اجتماعی-فضایی سکونتگاه‌های غیررسمی را در یک مدل اجرایی منسجم به هم پیوند دهد. جدول زیر، با هدف روشن‌سازی این گسست‌ها، به تحلیل نقادانه پژوهش‌های کلیدی پیشین پرداخته و جایگاه متمایز پژوهش حاضر را در پر کردن این خلأ تلفیقی نشان می‌دهد.

جدول ۱- تحلیل نقادانه پیشینه پژوهش و جایگاه مطالعه حاضر

مؤلف (ان) و سال	کانون مفهومی	روش‌شناسی	یافته‌های محوری	خلأ پژوهشی	نحوه مواجهه پژوهش حاضر
Yu et al. (2022)	تأثیر ترکیبی LID و حوضچه‌های نگهداری	مدل‌سازی هیدرولوژیک (SWMM)	کاهش معنادار دبی پیک رواناب	غفلت از پذیرش اجتماعی و مدیریت محلی سازه‌ها	ارزیابی همزمان کارایی فنی و امکان نگهداری مشارکتی در مقیاس محله
Yunfei et al. (2021)	NBS در شهر اسفنجی	مطالعه مروری	توان NBS در پاسخ همزمان به مسائل آب و محیط	فقدان چارچوب اجرایی در بافت‌های کم‌منبع	تدوین چارچوب اجرایی مبتنی بر ظرفیت‌های اجتماعی محلات غیررسمی
Griffiths et al. (2020)	بومی‌سازی سیاست شهر اسفنجی در چین	مطالعه موردی کیفی	نقش تعیین‌کننده عوامل محلی	نبود مطالعه مشابه در بستر ایران	تحلیل امکان‌سنجی اصول شهر اسفنجی با ساختار نهادی مشهد
Noori and Rezaei (2024)	معیارهای فنی روسازی اسفنجی	IPA	اولویت معیارهای نفوذپذیری و ذخیره آب	نادیده‌گرفتن عدالت محیطی و تنوع بافت‌ها	بازتعریف معیارهای فنی با ملاحظات اجتماعی-اقتصادی
Hazrati & Heidari (2025)	مؤلفه‌های شهر اسفنجی	GIS و SEM	غلبه مؤلفه رفاهی-فرهنگی	عدم تمرکز بر مناطق حاشیه‌ای	تمرکز صریح بر سکونتگاه‌های غیررسمی
Baastani et al., (2023)	برنامه‌ریزی مشارکتی و تاب‌آوری	تحلیل مضمون	پیوند مشارکت و تاب‌آوری اجتماعی	عدم کاربرد در مدیریت آب شهری	تطبیق مدل مشارکتی با پروژه‌های زیرساخت سبز
Taghaddosi and Sharifzadegan (2020)	موانع نهادی مشارکت	تحلیل نهادی	قواعد بازدارنده مشارکت	عدم بررسی پروژه‌های محیط‌زیستی	شناسایی قواعد نهادی مؤثر در پروژه‌های شهر اسفنجی
Ganjloo & Saeedi Mofrad (2019)	نقش NGOها در سکونتگاه‌ها	گراند تئوری	ضعف جایگاه نهادی NGOها	عدم ورود به پروژه‌های زیرساختی	تعریف نقش مشخص NGOها در چرخه پروژه
Aghajani et al., (2024)	عوامل رشد سکونتگاه‌های غیررسمی	تحلیل عاملی	ضعف مدیریت، عامل غالب	فقدان راهکار اجرایی نوین	پیوند علل ساختاری با مداخله شهر اسفنجی
Ebrahimipour and Alizadeh (2025)	حکمرانی ساماندهی	SWOT و ANP	اولویت راهبردهای نهادی	غفلت از اهداف زیست‌محیطی	تلفیق حکمرانی محلی و تاب‌آوری آبی
Badiei Kheirabadi & Masoudnejad (2022)	موانع نوسازی	MCDM	ضعف مدیریت یکپارچه	نادیده‌گرفتن ظرفیت بهسازی سبز	استفاده از شهر اسفنجی به‌عنوان مدخل نوسازی تدریجی

تحلیل نقادانه پژوهش‌های پیشین در جدول فوق نشان می‌دهد که ادبیات موجود را می‌توان در سه جریان اصلی اما نسبتاً منفک دسته‌بندی کرد: جریان نخست، پژوهش‌های فنی و مهندسی با تمرکز بر بهینه‌سازی عملکرد هیدرولوژیکی و زیست‌محیطی سیستم‌های آب شهری؛ جریان دوم، مطالعات نهادی و حکمرانی که بر شناسایی موانع ساختاری، ضعف مدیریت یکپارچه و چالش‌های مشارکت تأکید دارند؛ و جریان سوم، پژوهش‌های اجتماعی-فضایی که به توصیف مسائل و آسیب‌پذیری‌های سکونتگاه‌های غیررسمی می‌پردازند. نقطه ضعف مشترک این سه جریان، فقدان پیوندی روشن میان «دانش» و «اقدام» در بافت‌های پیچیده و کم‌منبع شهری است. پژوهش حاضر بر تولید «دانش تلفیقی عمل‌محور» متمرکز است: نشان دادن چگونگی اجرای راهکارهای فنی شهر اسفنجی از طریق سازوکارهای برنامه‌ریزی مشارکتی و در چارچوب محدودیت‌های نهادی و اجتماعی سکونتگاه‌های غیررسمی. در این راستا، نوآوری پژوهش حاضر در سه سطح قابل تبیین است: در سطح مفهومی، پیوند دادن رویکرد شهر اسفنجی با حکمرانی مشارکتی و عدالت محیطی در بستر سکونتگاه‌های غیررسمی؛ در سطح روش‌شناختی، بهره‌گیری از رویکردهای آمیخته و مشارکتی برای هم‌ساختن دانش فنی و دانش بومی؛ و در سطح کاربردی، ارائه یک مدل یا راهنمای عملیاتی بوم‌آورد که بتواند مبنای طراحی و اجرای پروژه‌های کوچک‌مقیاس، کم‌هزینه و مشارکت‌محور مدیریت پایدار آب شهری در محلات

غیررسمی مشهد قرار گیرد. بدین ترتیب، این پژوهش می‌کوشد فاصله میان آرمان‌های نظری شهر اسفنجی و واقعیت‌های اجرایی سکونتگاه‌های غیررسمی را به شکلی واقع‌بینانه و قابل اقدام کاهش دهد.

مواد و روش پژوهش

این پژوهش با هدف بررسی و ارائه راهکارهای برنامه‌ریزی مشارکتی برای پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد و ارتقای مدیریت پایدار آب، به روش کاربردی و ترکیبی کمی-کیفی طراحی شد. نوع تحقیق، تحلیلی-کاربردی و عمل‌محور است و بر تلفیق داده‌های کمی و کیفی برای ارائه راهکارهای اجرایی تمرکز دارد. جامعه آماری شامل تمامی ساکنان چهار محدوده مورد مطالعه (پهنه‌های خواجه‌ربیع، قلعه‌ساختمان، سیدی و جاده قدیم قوچان) با جمعیتی حدود ۵۵۰ هزار نفر است. برای جمع‌آوری داده‌های کمی، نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انجام شد تا نمایندگی جمعیتی، جنسیتی، سنی و اقتصادی-اجتماعی حفظ شود. حجم نمونه با فرمول کوکران برابر ۳۸۰ نفر تعیین شد و با پیش‌بینی ۱۰٪ عدم پاسخ‌دهی، نمونه نهایی ۴۲۰ نفر در نظر گرفته شد. ابزار کمی پژوهش، پرسشنامه ساختاریافته شامل ۳۶ سوال در پنج شاخص اصلی مرتبط با برنامه‌ریزی مشارکتی و اجرای شهر اسفنجی است. روایی صوری و محتوایی پرسشنامه توسط پنج کارشناس شهرسازی و مدیریت آب و سه پژوهشگر برنامه‌ریزی شهری بررسی شد. شاخص‌های $CVI=0.87$ و $CVR=0.85$ نشان‌دهنده صحت محتوایی ابزار است. پایایی با آلفای کرونباخ برای هر شاخص و پرسشنامه کل اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

جدول ۳- پایایی پرسشنامه با آلفای کرونباخ

شاخص‌ها	تعداد سوالات	آلفای کرونباخ
مشارکت مردمی	۸	۰٫۸۷
مدیریت پایدار آب	۱۰	۰٫۹۰
زیرساخت سبز	۷	۰٫۸۵
جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی	۶	۰٫۸۳
آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی	۵	۰٫۸۸
آلفای کل پرسشنامه	۳۶	۰٫۹۱

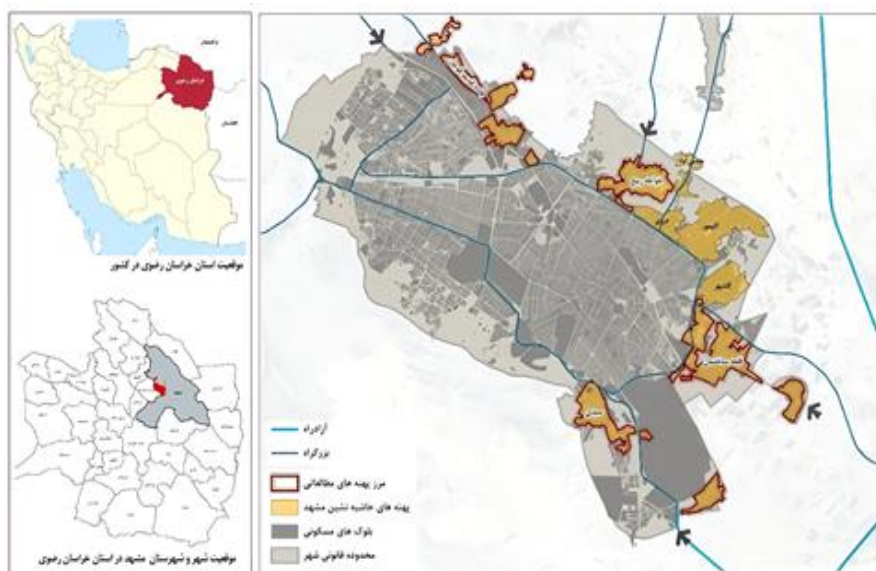
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ مدیر شهری و ۲۰ نماینده محلی انجام شد تا تجربیات مشارکتی و موانع اجرای برنامه‌های شهر اسفنجی شناسایی شود. همچنین دو جلسه فوکوس گروپ با ۱۰ تا ۱۲ نفر از ساکنان هر محله برگزار شد تا یافته‌های کمی و کیفی بازبینی و تکمیل شوند. مشاهده میدانی از ۴۰ نقطه نمونه در هر محله نیز داده‌های مکانی را ثبت و تحلیل کرد. داده‌های کمی ابتدا در Excel و سپس در SPSS ۲۶ وارد شدند. تحلیل‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد و شرایط استفاده از آزمون‌های پارامتری فراهم شد. برای آزمون فرضیات از آزمون t مستقل، همبستگی پیرسون و مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) با SmartPLS استفاده شد. داده‌های کیفی با نرم‌افزار MAXQDA کدگذاری تماتیک شدند و موضوعات اصلی شامل مشارکت مردم، موانع قانونی، ظرفیت محلی و چالش‌های فنی استخراج شد. یافته‌های کیفی با داده‌های کمی تلفیق و از طریق جلسات فوکوس گروپ و تایید کارشناسان محلی اعتبارسنجی شد. مراحل تحقیق به صورت زنجیروار شامل طراحی و تایید روایی و پایایی پرسشنامه، نمونه‌گیری و جمع‌آوری داده‌های کمی و کیفی، تحلیل توصیفی و بررسی نرمال بودن داده‌ها، آزمون فرضیات با استفاده از آزمون‌های t، همبستگی پیرسون و SEM، تحلیل کیفی داده‌ها با کدگذاری تماتیک و تلفیق یافته‌های کمی و کیفی با تایید نهایی از سوی کارشناسان و اعضای محلی بوده است. این روش تحقیق، شفافیت و جامعیت لازم برای پاسخگویی به سوالات پژوهش را فراهم کرده و امکان استنتاج علمی و عملیاتی‌سازی نتایج در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد را میسر می‌سازد.

محدوده مورد مطالعه

پژوهش حاضر در کلان‌شهر مشهد انجام شده است؛ شهری واقع در اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران که هم‌زمان با تنش مزمن منابع آب، با گسترش گسترده سکونتگاه‌های غیررسمی و ضعف ساختاری در مدیریت پایدار آب شهری مواجه است. این هم‌زمانی فشارهای اقلیمی، نهادی و اجتماعی، مشهد را به نمونه‌ای شاخص برای بررسی امکان‌پذیری پیاده‌سازی رویکرد شهر اسفنجی با اتکا بر برنامه‌ریزی مشارکتی

تبدیل کرده است. بر اساس آمار رسمی، حدود ۳۰ تا ۳۲ درصد جمعیت شهر مشهد؛ معادل بیش از یک میلیون نفر؛ در سکونتگاه‌های غیررسمی سکونت دارند (Jalili Sadrabad & Eskandari Dourbati, 2023). این پهنه‌ها با وسعتی در حدود ۳۶۹۵ هکتار، نزدیک به ۱۰ درصد از مساحت شهر را شامل می‌شوند و در قالب ۸ پهنه اصلی و ۶۷ محله، عمدتاً در حاشیه‌های شمالی، شرقی و جنوب‌شرقی شهر گسترش یافته‌اند (Deputy of Planning and Human Capital Development of Mashhad Municipality, 2021) (شکل ۲). ضعف زیرساخت‌های آب، فاضلاب و زهکشی، تراکم بالای جمعیت، نفوذناپذیری گسترده سطوح و محدودیت‌های نهادی، این بافت‌ها را به کانون‌های اصلی آسیب‌پذیری در برابر سیلاب‌های شهری و تنش آبی تبدیل کرده است.



شکل ۲- موقعیت محدوده سکونتگاه‌های غیر رسمی مشهد و پهنه‌های مورد مطالعه
(ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۴)

در راستای اهداف پژوهش و با رویکرد نمونه‌گیری هدفمند، چهار محله از میان سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد انتخاب شد: سیدی، قلعه‌ساختمان، خواجه‌ربیع و جاده قدیم قوچان. انتخاب این محلات بر اساس ترکیبی از معیارهای کالبدی، هیدرولوژیکی و اجتماعی-نهادی صورت گرفته است؛ از جمله: (۱) تنوع در الگوی کالبدی و تراکم جمعیت، (۲) وجود یا فقدان فضاهای باز و مسیرهای طبیعی یا مصنوعی جمع‌آوری آب، (۳) شدت آسیب‌پذیری در برابر رواناب و آب‌گرفتگی و (۴) ظرفیت بالقوه مشارکت ساکنان و کنشگران محلی در فرآیندهای برنامه‌ریزی و مداخله شهری. این محلات، از نظر تنوع شرایط فضایی و نهادی، طیفی از محدودیت‌ها و فرصت‌ها را برای پیاده‌سازی راهکارهای شهر اسفنجی نمایندگی می‌کنند و امکان مقایسه و استخراج الگوهای قابل تعمیم را فراهم می‌سازند. ویژگی‌های عمومی این چهار محدوده در جدول ۲ ارائه شده است. داده‌های جدول بر اساس ترکیبی از آمار رسمی شهرداری مشهد، برآوردهای میدانی و نتایج طرح ساماندهی سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد (۱۴۰۴) گردآوری شده‌اند.

جدول ۲- ویژگی‌های عمومی چهار محدوده مورد مطالعه

معیار	پهنه خواجه ربیع	پهنه قلعه ساختمان	پهنه سیدی	پهنه جاده قدیم قوچان
جمعیت (نفر)	۹۴۲۱۲	۱۸۸۲۶۸	۱۲۵۹۰۵	۱۴۴۹۸۷
مساحت (هکتار)	۴۴۲	۸۶۸	۵۵۶	۶۰۵
تراکم جمعیت (نفر/هکتار)	۲۱۳	۲۱۷	۲۲۶	۲۴۰
الگوی کالبدی غالب	ترکیب بافت سنتی و جدید	بافت متراکم، معابر باریک	بافت فشرده، مصالح غیراستاندارد	توسعه سریع و پراکنده
وضعیت نفوذپذیری سطح	متوسط (وجود فضاهای نیمه‌باز)	پایین	پایین تا متوسط	متوسط
وضعیت رواناب و آب‌گرفتگی	تمرکز رواناب در مسیرهای مشخص	آب‌گرفتگی موضعی و پراکنده	رواناب سطحی شدید در معابر محلی	رواناب گسترده در پهنه‌های باز

معیار	پهنه خواجه ربیع	پهنه قلعه ساختمان	پهنه سیدی	پهنه جاده قدیم قوچان
دسترسی به فضاهای قابل مداخله	فضاهای باز پیرامونی و حاشیه‌ای	بسیار محدود	فضاهای کوچک محلی	فضاهای پراکنده و رها شده
مقیاس مناسب مداخلات شهر اسفنجی	محل‌های ونیمه‌محل‌های	خردمقیاس (قطعه‌ای- معبرمحور)	خردمقیاس و تدریجی	محل‌های با مداخلات پراکنده
ظرفیت مشارکت ساکنان	متوسط تا بالا (شبکه‌های محلی فعال)	متوسط (نیازمند تسهیل‌گری نهادی)	بالا (تجربه کنش جمعی غیررسمی)	متوسط
قابلیت اجرای راهکارهای مبتنی بر طبیعت (NBS)	بالا	پایین تا متوسط	متوسط	بالا
نقش محله در پژوهش	آزمون مداخلات نفوذمحور و ذخیره آب	بررسی محدودیت‌های نهادی-کالبدی	تمرکز بر مشارکت و نگهداشت محلی	ارزیابی انعطاف‌پذیری الگو در توسعه‌های پراکنده

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

تحلیل داده‌های جدول نشان می‌دهد که هر یک از این محلات، علی‌رغم اشتراک در غیررسمی بودن، از منظر کالبدی و ظرفیت مداخله تفاوت‌های معناداری دارند. برای نمونه، پهنه خواجه ربیع به دلیل مجاورت با فضاهای باز و مسیرهای جمع‌آوری آب، از پتانسیل بالاتری برای استقرار مداخلات نفوذمحور و ذخیره آب برخوردار است؛ در حالی که در محلاتی مانند قلعه‌ساختمان، محدودیت فضا و تراکم بالا، ضرورت تمرکز بر راهکارهای کوچک‌مقیاس، پراکنده و مبتنی بر مشارکت ساکنان را برجسته می‌سازد. این تنوع فضایی، بستر مناسبی برای آزمون انعطاف‌پذیری رویکرد شهر اسفنجی در شرایط واقعی سکونتگاه‌های غیررسمی فراهم می‌کند. انتخاب این محدوده‌ها همچنین امکان اجرای مطالعات میدانی، کارگاه‌های مشارکتی و گردآوری دانش بومی ساکنان را فراهم می‌آورد؛ امری که برای شناسایی مسائل اولویت‌دار، ارزیابی قابلیت اجرای راهکارها و طراحی مداخلات بومی‌سازی‌شده شهر اسفنجی ضروری است. از این‌رو، این محلات نه تنها به عنوان قلمرو مکانی پژوهش، بلکه به مثابه «آزمایشگاه‌های محلی سیاستی» برای بررسی پیوند میان برنامه‌ریزی مشارکتی و مدیریت پایدار آب شهری در نظر گرفته شده‌اند.

بحث و ارائه یافته‌ها

یافته‌های تحقیق

در این فصل، یافته‌های پژوهش مطابق با منطق روش تحقیق و در چارچوب توالی تحلیلی ارائه می‌شود. بدین منظور، ابتدا ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه بررسی شده، سپس نتایج آمار توصیفی شاخص‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها، تحلیل روابط همبستگی، نتایج مدل‌سازی معادلات ساختاری و در ادامه یافته‌های کیفی و تلفیق نتایج کمی و کیفی گزارش می‌گردد. از مجموع ۴۲۰ پرسشنامه توزیع شده در چهار سکونتگاه غیررسمی خواجه ربیع، قلعه‌ساختمان، سیدی و جاده قدیم قوچان، تمامی پرسشنامه‌ها قابل تحلیل تشخیص داده شد. نمونه‌گیری به صورت تصادفی طبقه‌ای و متناسب با جمعیت هر محله انجام شد تا نمایندگی جنسیتی، سنی و تحصیلی حفظ شود. نتایج بررسی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نشان داد که توزیع جنسیتی پاسخگویان نسبتاً متعادل بوده و بیشترین فراوانی سنی مربوط به گروه ۳۱ تا ۵۰ سال است. از نظر سطح تحصیلات، اکثریت پاسخگویان دارای تحصیلات دیپلم و پایین‌تر هستند که با ویژگی‌های اجتماعی سکونتگاه‌های غیررسمی مورد مطالعه همخوانی دارد (جدول ۴).

جدول ۴- مشخصات جمعیت‌شناختی پاسخگویان

متغیر	طبقه	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۲۱۴	۵۱,۰
	زن	۲۰۶	۴۹,۰
سن	۳۰-۱۸	۱۲۸	۳۰,۵
	۵۰-۳۱	۲۰۳	۴۸,۳
	بالای ۵۰	۸۹	۲۱,۲
تحصیلات	دیپلم و پایین‌تر	۲۶۸	۶۳,۸
	دانشگاهی	۱۵۲	۳۶,۲

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

در این بخش، شاخص‌های اصلی پژوهش شامل مشارکت مردمی، مدیریت پایدار آب، زیرساخت سبز، جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی و آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی با استفاده از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار بررسی شده‌اند (جدول ۵).

جدول ۵- آمار توصیفی شاخص‌های پژوهش

شاخص	میانگین	انحراف معیار
مشارکت مردمی	۳,۹۱	۰,۶۱
مدیریت پایدار آب	۴,۰۷	۰,۵۸
زیرساخت سبز	۳,۸۲	۰,۶۶
جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی	۳,۸۹	۰,۶۰
آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی	۳,۹۴	۰,۵۷

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

مطابق نتایج، میانگین تمامی شاخص‌ها بالاتر از مقدار میانه مقیاس (۳) قرار دارد. شاخص مدیریت پایدار آب بالاترین میانگین (۴,۰۷) و شاخص زیرساخت سبز پایین‌ترین میانگین (۳,۸۲) را به خود اختصاص داده است. به‌منظور انتخاب آزمون‌های آماری مناسب، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. نتایج نشان داد که سطح معناداری تمامی شاخص‌ها بزرگ‌تر از ۰,۰۵ است؛ بنابراین فرض نرمال بودن داده‌ها تأیید شده و استفاده از آزمون‌های پارامتریک مجاز تشخیص داده شد (جدول ۶).

جدول ۶- نتایج آزمون Shapiro-Wilk

شاخص	آماره آزمون	Sig
مشارکت مردمی	۰,۹۸	۰,۱۲
مدیریت پایدار آب	۰,۹۷	۰,۰۹
زیرساخت سبز	۰,۹۸	۰,۱۱
جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی	۰,۹۹	۰,۱۵
آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی	۰,۹۸	۰,۱۰

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

برای بررسی شدت و جهت روابط خطی بین متغیرهای پژوهش، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که تمامی ضرایب همبستگی مثبت و در سطح معناداری ۰,۰۱ معنادار هستند (جدول ۷).

جدول ۷- ماتریس همبستگی پیرسون بین متغیرهای پژوهش

متغیر	مشارکت مردمی	مدیریت پایدار آب	زیرساخت سبز	جمع‌آوری آب‌های سطحی	آمادگی پیاده‌سازی
مشارکت مردمی	۱	۰,۵۸	۰,۴۶	۰,۴۹	۰,۶۴
مدیریت پایدار آب		۱	۰,۶۱	۰,۶۷	۰,۷۱
زیرساخت سبز			۱	۰,۵۵	۰,۵۹
جمع‌آوری آب‌های سطحی				۱	۰,۶۳
آمادگی پیاده‌سازی					۱

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

دامنه ضرایب همبستگی بین ۰,۴۶ تا ۰,۷۱ متغیر است. بیشترین همبستگی بین مدیریت پایدار آب و آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی مشاهده می‌شود.

با توجه به هدف تبیین عوامل مؤثر بر آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی و پیچیدگی روابط بین متغیرهای اجتماعی، نهادی و کالبدی، از مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) و نرم‌افزار SmartPLS 4 استفاده شد. نتایج بررسی روایی همگرا نشان می‌دهد که مقادیر پایایی ترکیبی (CR) برای تمامی سازه‌ها بالاتر از ۰,۷ و مقادیر AVE بالاتر از ۰,۵ است (جدول ۸) که بیانگر کفایت روایی همگرایی مدل اندازه‌گیری است.

جدول ۸- شاخص‌های روایی همگرا

سازه	CR	AVE
مشارکت مردمی	۰٫۹۱	۰٫۵۹
مدیریت پایدار آب	۰٫۹۳	۰٫۶۲
زیرساخت سبز	۰٫۸۹	۰٫۵۶
جمع‌آوری آب‌های سطحی	۰٫۸۸	۰٫۵۵
آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۹۰	۰٫۶۱

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

همچنین بررسی روایی واگرا بر اساس معیار فورنل-لارکر نشان داد که مقدار جذر AVE هر سازه بزرگ‌تر از ضرایب همبستگی آن با سایر سازه‌هاست (جدول ۹) و تمایز مفهومی سازه‌ها تأیید می‌شود.

جدول ۹- روایی واگرا بر اساس معیار Fornell-Larcker

سازه	مشارکت مردمی	مدیریت پایدار آب	زیرساخت سبز	جمع‌آوری آب‌های سطحی	آمادگی پیاده‌سازی
مشارکت مردمی	۰٫۷۷				
مدیریت پایدار آب	۰٫۵۸	۰٫۷۹			
زیرساخت سبز	۰٫۴۶	۰٫۶۱	۰٫۷۵		
جمع‌آوری آب‌های سطحی	۰٫۴۹	۰٫۶۷	۰٫۵۵	۰٫۷۴	
آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۶۴	۰٫۷۱	۰٫۵۹	۰٫۶۳	۰٫۷۸

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

پس از تأیید مدل اندازه‌گیری، روابط علی بین سازه‌ها بررسی شد. نتایج ضرایب مسیر نشان می‌دهد که تمامی مسیرها در سطح ۰٫۰۵ معنادار هستند (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- ضرایب مسیر مدل PLS-SEM

مسیر	ضریب استاندارد (β)	مقدار t	Sig
مشارکت مردمی → آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۴۱	۶٫۳۲	۰٫۰۰۰
مدیریت پایدار آب → آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۵۲	۸٫۱۴	۰٫۰۰۰
زیرساخت سبز → آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۲۱	۳٫۰۵	۰٫۰۰۲
جمع‌آوری آب‌های سطحی → آمادگی پیاده‌سازی	۰٫۳۹	۴٫۱۸	۰٫۰۰۰

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

بیشترین اثر استاندارد مربوط به مسیر «مدیریت پایدار آب → آمادگی پیاده‌سازی» ($\beta=0.52$) و پس از آن «مشارکت مردمی → آمادگی پیاده‌سازی» ($\beta=0.41$) است. ضریب تعیین (R^2) سازه آمادگی پیاده‌سازی برابر با ۰٫۶۸ به‌دست آمد که نشان می‌دهد ۶۸ درصد از واریانس متغیر وابسته توسط سازه‌های برون‌زا تبیین می‌شود.

تحلیل داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌ها، فوکوس‌گروپ‌ها و مشاهدات میدانی با رویکرد تحلیل تماتیک انجام شد. نتایج نشان داد که مهم‌ترین مضامین تکرارشونده شامل ضعف مشارکت نهادی، نیاز به آموزش عمومی، کمبود زیرساخت‌های محلی و ظرفیت اجتماعی محلی است (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- تم‌های اصلی استخراج‌شده از داده‌های کیفی

تم اصلی	تعداد کد	درصد
ضعف مشارکت نهادی	۴۲	۲۸٪
نیاز به آموزش عمومی	۳۶	۲۴٪
کمبود زیرساخت	۴۱	۲۷٪
ظرفیت اجتماعی محلی	۳۱	۲۱٪

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

یافته‌های کیفی نشان می‌دهد که در کنار محدودیت‌های نهادی و کالبدی، ظرفیت اجتماعی محلی به‌عنوان یک مؤلفه بالفعل نشده در سکونتگاه‌های غیررسمی وجود دارد.

در گام نهایی، نتایج کمی حاصل از مدل‌سازی معادلات ساختاری با یافته‌های کیفی تلفیق شد. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای مشارکت مردمی و مدیریت پایدار آب که در تحلیل‌های کمی اثر معنادار داشتند، در داده‌های کیفی نیز به‌عنوان عوامل کلیدی توسط ساکنان و مدیران شهری مورد تأکید قرار گرفته‌اند (جدول ۱۲).

جدول ۱۲- تلفیق یافته‌های کمی و کیفی و وضعیت فرضیات

فرضیه	شواهد کمی	شواهد کیفی	نتیجه
تأثیر مشارکت مردمی بر آمادگی پیاده‌سازی	$\beta=0.41$	تأکید ساکنان و مدیران بر نقش مشارکت	تأیید
تأثیر مدیریت پایدار آب	$\beta=0.52$	اجماع کارشناسان بر نقش حکمرانی آب	تأیید
نقش زیرساخت سبز	$\beta=0.21$	اشاره به محدودیت‌های کالبدی محلات	تأیید نسبی

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

برآیند نتایج نشان می‌دهد که پیاده‌سازی موفق شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد، بیش از آنکه یک مداخله صرفاً فنی یا کالبدی باشد، مستلزم تقویت حکمرانی آب شهری، طراحی سازوکارهای مشارکتی مؤثر و بهره‌گیری هدفمند از ظرفیت‌های اجتماعی محلی است.

بحث

هدف بخش بحث، تفسیر تحلیلی یافته‌های پژوهش و تبیین معنای آن‌ها در چارچوب نظری شهر اسفنجی، مدیریت پایدار آب شهری و برنامه‌ریزی مشارکتی است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد را نمی‌توان صرفاً به‌عنوان یک مداخله فنی یا کالبدی در نظر گرفت، بلکه این فرایند به‌طور بنیادین متأثر از شرایط نهادی، حکمرانی آب و سازوکارهای مشارکت اجتماعی است. یافته‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان داد که «مدیریت پایدار آب» با بیشترین ضریب اثر ($\beta=0.52$) و پس از آن «مشارکت مردمی» ($\beta=0.41$)، نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به «زیرساخت سبز» ($\beta=0.21$) و «سیستم‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی» ($\beta=0.29$) در آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی دارند. این الگوی ضرایب بیانگر آن است که در بافت‌های غیررسمی، پیش‌نیازهای نهادی و اجتماعی نقش پررنگ‌تری نسبت به مؤلفه‌های صرفاً کالبدی ایفا می‌کنند. به بیان دیگر، حتی در شرایطی که امکان استقرار راهکارهای مبتنی بر طبیعت وجود دارد، نبود چارچوب‌های مدیریتی یکپارچه و مشارکت مؤثر ذی‌نفعان می‌تواند اثربخشی این راهکارها را محدود سازد.

تحلیل تلفیقی یافته‌های کمی و کیفی نشان می‌دهد که اثر بالای مدیریت پایدار آب، بازتاب‌دهنده ضعف‌های ساختاری در نظام حکمرانی آب شهری در سکونتگاه‌های غیررسمی است. داده‌های کیفی به‌روشنی نشان می‌دهند که ناهماهنگی نهادی، پراکندگی مسئولیت‌ها و غلبه نگاه پروژه‌محور، مانع شکل‌گیری یک رویکرد یکپارچه در مدیریت رواناب و آب باران شده است. در چنین بستری، شهر اسفنجی نه به‌عنوان یک سیستم پیوسته، بلکه به‌صورت مداخلات پراکنده و کوتاه‌مدت درک و اجرا می‌شود. در مقابل، معناداری بالای نقش مشارکت مردمی در مدل ساختاری نشان می‌دهد که ساکنان سکونتگاه‌های غیررسمی، برخلاف تصور رایج، ظرفیت بالقوه‌ای برای ایفای نقش فعال در فرایندهای مدیریت آب شهری دارند. یافته‌های کیفی این پژوهش نشان می‌دهد که شبکه‌های اجتماعی محلی، تجربه‌های خودیاری و تمایل به مشارکت، در صورت فراهم شدن بستر نهادی مناسب، می‌تواند به نگهداری و حتی هم‌طراحی مداخلات کوچک‌مقیاس شهر اسفنجی کمک کند. این نتیجه، محدودیت رویکردهای صرفاً بالا به پایین را در این بافت‌ها برجسته می‌سازد و بر ضرورت حرکت به سمت الگوهای مشارکتی تأکید می‌کند. در مقایسه با ادبیات بین‌المللی، یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات انجام‌شده در چین و سایر کشورها هم‌راستا است که نشان می‌دهند موفقیت شهر اسفنجی بیش از آنکه به تنوع ابزارهای فنی وابسته باشد، به کیفیت حکمرانی محلی و مشارکت ذی‌نفعان بستگی دارد (Li et al., 2018; Chan et al., 2020). پژوهش‌هایی مانند Wang et al. (2017) و Xia et al. (2022) نیز نشان داده‌اند که در غیاب مشارکت اجتماعی و هماهنگی نهادی، پروژه‌های شهر اسفنجی به مداخلات کالبدی محدود تقلیل می‌یابند. یافته‌های پژوهش حاضر این الگو را در بستر سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد تأیید می‌کند. در ادبیات کشورهای جنوب جهانی نیز تأکید بر حکمرانی چندسطحی و رویکردهای جامعه‌محور به‌عنوان پیش‌شرط ارتقای تاب‌آوری آبی در بافت‌های کم‌برخوردار مشاهده می‌شود (Adams et al., 2020; Banerjee et al., 2022). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سکونتگاه‌های غیررسمی مشهد از این منظر تفاوت ماهوی با سایر نمونه‌های مشابه ندارند و الگوهای ناکارآمد مدیریت بالا به پایین در آن‌ها نیز قابل مشاهده است. در سطح داخلی، اگرچه پژوهش‌های متعددی به بررسی مسائل فنی

مدیریت آب شهری یا ابعاد اجتماعی سکونتگاه‌های غیررسمی پرداخته‌اند، اما پیوند میان این دو حوزه و به‌ویژه استفاده از چارچوب شهر اسفنجی در بستر مشارکتی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تمرکز صرف بر راهکارهای فنی یا تحلیل‌های نهادی، بدون تلفیق آن‌ها در یک چارچوب اجرایی، نمی‌تواند به آمادگی واقعی برای پیاده‌سازی شهر اسفنجی منجر شود. بر این اساس، نوآوری پژوهش حاضر نه در معرفی یک مفهوم جدید، بلکه در برجسته‌سازی تقدم مؤلفه‌های نهادی و مشارکتی بر مداخلات کالبدی در پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی است. یافته‌ها نشان می‌دهند که شهر اسفنجی در این بافت‌ها زمانی قابلیت تحقق دارد که به‌عنوان یک فرایند اجتماعی-نهادی دیده شود، نه صرفاً مجموعه‌ای از فناوری‌های مدیریت آب. در مجموع، بخش بحث نشان می‌دهد که شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهود تنها زمانی می‌تواند به اهداف مدیریت پایدار آب نزدیک شود که در چارچوب اصلاح حکمرانی آب شهری و تقویت برنامه‌ریزی مشارکتی تفسیر و اجرا گردد. این تفسیر، زمینه لازم را برای ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد‌های سیاستی در بخش نتیجه‌گیری فراهم می‌سازد.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آمادگی پیاده‌سازی شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی مشهود بیش از آنکه تابع استقرار زیرساخت‌های فنی و کالبدی باشد، به کیفیت حکمرانی آب شهری و میزان نهادینه‌شدن مشارکت مردمی وابسته است. هم‌سویی یافته‌های کمی و کیفی بیانگر آن است که مدیریت پایدار آب و مشارکت اجتماعی، نقش محوری‌تری نسبت به مؤلفه‌های صرفاً فنی در تحقق عملی رویکرد شهر اسفنجی در این بافت‌ها ایفا می‌کنند. این نتیجه نشان می‌دهد که بدون توجه هم‌زمان به ابعاد نهادی و اجتماعی، مداخلات کالبدی مرتبط با شهر اسفنجی با محدودیت‌های جدی در اثربخشی و پایداری مواجه خواهند شد. از منظر نظری، پژوهش حاضر با تلفیق مفاهیم شهر اسفنجی، برنامه‌ریزی مشارکتی و سکونتگاه‌های غیررسمی، بر ضرورت بازتعریف شهر اسفنجی به‌عنوان یک فرایند اجتماعی-نهادی تأکید می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهند که در بافت‌های غیررسمی، شهر اسفنجی نمی‌تواند به‌صورت یک الگوی وارداتی و تکنوکراتیک پیاده‌سازی شود، بلکه نیازمند انطباق با ظرفیت‌های نهادی محلی و سازوکارهای مشارکتی است. این رویکرد، خلأ موجود در ادبیات داخلی و بین‌المللی را که غالباً بر جنبه‌های فنی تمرکز داشته‌اند تا حدی پوشش می‌دهد.

با این حال، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه است. تمرکز مطالعه بر چهار محله منتخب، تعمیم‌پذیری نتایج را به سایر سکونتگاه‌های غیررسمی مشهود و شهرهای مشابه محدود می‌کند. همچنین داده‌های کیفی مبتنی بر مصاحبه و گروه‌های کانونی، اگرچه برای تبیین عمیق یافته‌ها مناسب بوده‌اند، اما می‌توانند با مشارکت طیف گسترده‌تری از ذی‌نفعان تکمیل شوند. پژوهش‌های آتی می‌توانند با رویکردهای طولی، اثرات بلندمدت پیاده‌سازی شهر اسفنجی بر تاب‌آوری اجتماعی، امنیت آب و کیفیت زندگی ساکنان را بررسی کنند و نقش متغیرهایی مانند تغییرات اقلیمی و فشارهای جمعیتی را نیز در این چارچوب لحاظ نمایند.

در بعد کاربردی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی نیازمند یک رویکرد چندسطحی است که در آن اصلاح حکمرانی آب، تقویت هماهنگی نهادی و ایجاد بسترهای مشارکت واقعی جامعه محلی در اولویت قرار گیرد. یافته‌ها تأکید می‌کنند که مداخلات کم‌هزینه، انعطاف‌پذیر و متناسب با ظرفیت‌های محلی، در صورت همراهی با مشارکت اجتماعی، می‌توانند اثربخشی بیشتری نسبت به پروژه‌های بزرگ‌مقیاس و متمرکز داشته باشند.

در مجموع، این پژوهش نشان می‌دهد که موفقیت شهر اسفنجی در سکونتگاه‌های غیررسمی نه صرفاً به «چه چیزی ساخته می‌شود»، بلکه به «چگونه و با مشارکت چه کسانی ساخته می‌شود» وابسته است. این نتیجه، مسیر واقع‌بینانه‌تری برای مدیریت شهری مشهود و سایر کلان‌شهرهای دارای سکونتگاه‌های غیررسمی ترسیم می‌کند و بر ضرورت گذار از رویکردهای صرفاً فنی به حکمرانی مشارکتی در مدیریت آب شهری تأکید دارد.

References:

- Aghajani, H., Razzaghian, F. and 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. doi: 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. doi.org/10.1080/00291951.2022.2113428
- Ampofo, J. A., Iddrisu, A., Arfasa, G. F., Mantey, I., & Aniah, E. (2024). Causes of Informal Settlement in Africa: A systematic review. *Adrii journal of contemporary african development*, 1(1 (1), January 2024-March, 2024), 1-18. https://www.academia.edu/117464757/Causes_of_Informal_Settlement_in_Africa_A_systematic_review

- Ashley, R.M., Tait, S.J., Styan, E., Cashman, A., Luck, B., Blanksby, J., Saul, A., & Sandlands, L. (2007). Sewer system design moving into the 21st century—a UK perspective. *Water Science and Technology*, 55, 273-281. DOI: [10.2166/wst.2007.118](https://doi.org/10.2166/wst.2007.118).
- Baastani, M., mohammadniai gharaee, F., Ostadi, M. and rezaei, M. R. (2023). A study of the components of participatory planning with the social resilience approach: a systematic review. *Human Geography Research*, 55(3), 1-14. doi: [10.22059/jhgr.2022.338200.1008449](https://doi.org/10.22059/jhgr.2022.338200.1008449). [In Persian]
- Badie Kheirabadi, S. R., & Masoudnejad, M. (2022). Model of Barriers to Renovation of Informal Settlements in Metropolitan Areas Using Interpretive Structure Modeling Technique (Case study of Mashhad). *Urban Structure and Function Studies*, 9(32), 119-136. doi: [10.22080/usfs.2022.22504.2199](https://doi.org/10.22080/usfs.2022.22504.2199). [In Persian]
- Bayramzadeh, N., Mousavi, M. N., & Panezai, S. (2025). Provincial inequalities in Iran: A comprehensive planning model for budget allocation. *Town and Regional Planning*, 86, 46-61. <https://doi.org/10.38140/trp.v86i.8271>
- Bolognesi, T., Farrelly, M., & Pinto, F. S. (2022). Urban water governance: Approaching a pressing environmental and social challenge. In *Routledge Handbook of Urban Water Governance* (pp. 1-14). Routledge. DOI: [10.4324/9781003057574-1](https://doi.org/10.4324/9781003057574-1)
- Brown, R.R., & Keath, N.A. (2008). Drawing on social theory for transitioning to sustainable urban water management: turning the institutional super-tanker. *Australian Journal of Water Resources*, 12, 73-83. DOI: [10.1080/13241583.2008.11465336](https://doi.org/10.1080/13241583.2008.11465336).
- Chan, F.K.S., Griffiths, J.A., Higgitt, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y.T., Xu, Y., & Thorne, C.R. (2018). “Sponge City” in China-A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy*, 76, 772-778. DOI: [10.1016/j.landusepol.2018.03.005](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.005).
- Chen, L. M., Chen, J. W., Chen, T. H., Lecher, T., & Davidson, P. C. (2019). Measurement of permeability and comparison of pavements. *Water*, 11(3), 444. <https://doi.org/10.3390/w11030444>
- Chini, C. M., & Stillwell, A. S. (2020). Envisioning blue cities: urban water governance and water footprinting. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 146(3), 04020001. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.000117](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.000117)
- Cook, L. M., & Larsen, T. A. (2021). Towards a performance -based approach for multifunctional green roofs: An interdisciplinary review. *Building and Environment*, 188, 107489. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107489> 9.
- Deputy of Planning and Human Capital Development, Mashhad Municipality. (2021). Official Portal. Retrieved from <https://planning.mashhad.ir/>. [In Persian]
- Dodman, D., Archer, D., Mayr, M., & Engindeniz, E. (2018). Pro-poor climate action in informal settlements. UN-Habitat: Nairobi, Kenya, 46, 1-60. <https://unhabitat.org/pro-poor-climate-action-in-informal-settlement>
- Dubey, S., Chakraborty, I., & Banerjee, S. (2020). Urban Water Governance and Management. *INTERNATIONAL JOURNAL*, 9(7), 1424-1428. DOI: [10.21275/SR20721112514](https://doi.org/10.21275/SR20721112514)
- Ebrahimipour, S. and alizadeh, K. (2025). Urban Governance Strategies for Informal Settlements: Application of an Integrated Model in Mashhad City. (e234810). *Geography and Human Relationships*, (), e234810 doi: [10.22034/gahr.2025.559193.2626](https://doi.org/10.22034/gahr.2025.559193.2626). [In Persian]
- Farooqui T. A., Renouf M. A. and Kenway S. J. 2016. A metabolism perspective on alternative urban water servicing options using water mass balance. *Water research*, 106: 415-428.
- Fattahi, S. (2018). National Water Report and Complexity based policy. *Strategic Studies of public policy*, 8(27), 321-328. https://sspp.iranjournals.ir/article_31143.html?lang=en. [In Persian]
- Ffion Atkins J., Flügel T. and Hugman R. (2021). The urban water metabolism of Cape Town: Towards becoming a water sensitive city. *South African Journal of Science*, 117(5-6): 1-11. <https://doi.org/10.17159/SAJS.2021/8630>
- Ganjloo A, Saeedi Mofrad S. (2019). Analysis the position of Non-governmental Organizations and Community Based Organization about Informal Settlement empowering through Grounded Theory method. *GeoRes*; 34 (4) :483-491. <http://dx.doi.org/10.29252/geores.34.4.483>. [In Persian]
- Ghafelebashi, S. H., & Keshavarz Tork, E. (2026). Delineating an alternative future for Iran's informal settlements in the face of climate change and digital transformations: A case study using participatory scenario-making method (Bagh Neshat neighborhood of Qazvin city). *Geography and Regional Future Studies*, 3(4), 40-58. doi: [10.30466/grfs.2025.56658.1165](https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56658.1165). [In Persian]
- Ghashghaezadeh, N., Moradi, A., Malekian, A., Holisaz, A. and Mahdavi, R. (2018). Urban Water Challenge and Urban Runoff Management Scenarios (Case study: Parts of Bandar Abbas City). *Urban Planning Knowledge*, 2(3), 71-83. doi: [10.22124/upk.2018.10984.1116](https://doi.org/10.22124/upk.2018.10984.1116). [In Persian]
- Griffiths, J., Chan, F. K. S., Shao, M., Zhu, F., & Higgitt, D. L. (2020). Interpretation and application of Sponge City guidelines in China. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2168), 20190222. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0222>
- Hamidi, A., Ramavandi, B., & Sorial, G.A. (2021). Sponge City - An emerging concept in sustainable water resource management: A scientometric analysis. *Resources, Environment and Sustainability*, 5 (2021) 100028. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100028>.
- Hazrati, M., & Heidari. (2025). Strategic analysis of the sponge city for zoning areas susceptible to green infrastructure development in Zanjan city. *Geography and Regional Future Studies*, (), -. doi: [10.30466/grfs.2025.56763.1174](https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56763.1174). [In Persian]

- Hekmatnia, H., Maleki, M., Mousavi, M. N., & Afshani, A. (2017). Assess the implementation of good urban governance in Iran (Case Study: Ilam city). *Human Geography Research*, 49(3), 607-619. https://jhgr.ut.ac.ir/article_57235.html?lang=en [In Persian]
- Higashiyama, H., Sano, M., Nakanishi, F., Takahashi, O., & Tsukuma, S. (2016). Field measurements of road surface temperature of several asphalt pavements with temperature rise reducing function. *Case Studies in Construction Materials*, 4, 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2016.01.001>
- Hou, X., Guo, H., Wang, F., Li, M., Xue, X., Liu, X., & Zeng, S. (2020). Is the sponge city construction sufficiently adaptable for the future stormwater management under climate change? *Journal of Hydrology*, 588, S. 125055. DOI: [10.1016/j.jhydrol.2020.125055](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125055).
- Iran Urban Regeneration Company. (2025). Report on Informal Settlements of Mashhad Metropolis. <https://udrc.ir/%D8%B3%D8%A7%DB%8C%D8%B1-%D8%B3%D8%A7%D9%85%D8%A7%D9%86%D9%87%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%D9%86%D9%82%D8%B4%D9%87-gis-%D9%85%D8%AD%D8%AF%D9%88%D8%AF%D9%87-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D9%87%D8%AF%D9%81>. [In Persian]
- Jalili Sadrabad, S., & Eskandari Dourbati, Z. (2023). Investigation of policies and regulations for organizing informal settlements in Iran and presenting a legislative draft for revising empowerment and organization plans for informal settlements (No. 19344). *Monthly Expert Reports of the Parliament Research Center*, 31(7), 19344. <https://rc.majlis.ir/under-construction/?action=article&au=12695&au=%D8%AC%D9%84%DB%8C%D9%84%DB%8C%20%D8%B5%D8%AF%D8%B1%D8%A2%D8%A8%D8%A7%D8%AF%D8%8C%20%D8%B3%D9%85%DB%8C%D9%87>. . [In Persian]
- Jiménez, A., Saikiay, P., Ginéy, R., Avello, P., Leten, J., Liss Lymer, B., Schneider, K. & Ward, R. (2020). Unpacking Water Governance: A Framework for Practitioners. *Water*, 12, 1-21. <https://doi.org/10.3390/w12030827>
- Jurczak, T., Wagner, I., Kaczkowski, Z., Szklarek, S., & Zalewski, M. (2018). Hybrid system for the purification of street stormwater runoff supplying urban recreation reservoirs. *Ecological Engineering*, 110, 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.09.019>.
- Karbasi Salmasi, A., & Kargar, B. (2023). Explaining the social dimensions of livability in informal settlements (Case study: Koshtargah neighborhood). *Geography and Regional Future Studies*, 1(2), 17-32. doi: [10.30466/grfs.2023.54897.1019](https://doi.org/10.30466/grfs.2023.54897.1019). [In Persian]
- Kennedy, C., Pincetl, S., & Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental pollution* (Barking, Essex : 1987), 159(8-9), 1965-1973. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022>
- Kooijman, E. D., McQuaid, S., Rhodes, M. -L., Collier, M. J., & Pilla, F. (2021). Innovating with nature: From nature - based solutions to nature -based enterprises. *Sustainability*, 13(3), 1263 . <https://doi.org/10.3390/su13031263> 22 .
- Larsen, T. A., Hoffmann, S., Lüthi, C., Truffer, B., & Maurer, M. (2016). Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world. *Science (New York, N.Y.)*, 352(6288), 928-933. <https://doi.org/10.1126/science.aad8641>
- Li, H., Ding, L., Ren, M., Li, C., & Wang, H. (2017). Sponge city construction in China: A survey of the challenges and opportunities. *Water*, 9(9), 594. <https://doi.org/10.3390/w9090594>
- Liao, X., & Wishart, M. J. (2021). Nature-Based Solutions in China: Financing “Sponge Cities” for Integrated Urban Flood Management. *East Asia & Pacific on the Rise*. <https://blogs.worldbank.org/en/eastasiapacific/nature-based-solutions-china-financing-sponge-cities-integrated-urban-flood>
- Liu, C. M., Chen, J. W., Hsieh, Y. S., Liou, M. L., & Chen, T. H. (2015). Build sponge eco-cities to adapt hydroclimatic hazards in handbook of climate change adaptation Filho (W.L. Leal Filho, Ed.). *Handbook of climate change adaptation*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38670-1_69
- Marlow, D. R., Moglia, M., Cook, S., & Beale, D. J. (2013). Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. *Water Research*, 47(20), 7150-7161. DOI: [10.1016/j.watres.2013.07.046](https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.07.046).
- Moore, T. L., Rodak, C. M., Ahmed, F., & Vogel, J. R. (2018). Urban stormwater characterization, control and treatment. *Water Environment Research*, 90(10), 1821 -1871 . <https://doi.org/10.2175/106143018X15289915807452> 27 .
- Mousavi, M., Jafarpour Ghalehtemouri, K. & Bayramzadeh, N. (2025). Assessing social infrastructure in border areas from a city prosperity perspective: a case study of border townships in West Azarbaijan Province, Iran. *Discov Cities*, 2(13). <https://doi.org/10.1007/s44327-025-00057-3>
- Noori, M. and Rezaei, M. R. (2024). Application of Environmental Technologies in the Creation of the Pavement of the Sponge Eco-City (Case Study: Shiraz City). *Spatial Planning*, 13(4), 97-114. doi: [10.22108/sppl.2024.139409.1752](https://doi.org/10.22108/sppl.2024.139409.1752). [In Persian]
- O'Donnell, E.C., Lamond, J.E., Thorne, C.R., (2018). Learning and Action Alliance framework to facilitate stakeholder collaboration and social learning in urban flood risk management. *Environ. Sci. Policy* 80, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.013>.
- Oates, L., Dai, L., Sudmant, A., & Gouldson, A. (2020). Building climate resilience and water security in cities: Lessons from the sponge city of wuhan China. *University of leeds*. <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/415096>
- Oral, H.V., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., Hullebusch, E.D.V., & Zimmermann, M., (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: a critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems*, 2(1), 112-136. <https://doi.org/10.2166/bgs.2020.932>.

- Rybski, D., & González, M. C. (2022). Cities as complex systems—Collection overview. Plos one, 17(2), e0262964. doi.org/10.1371/journal.pone.0262964
- Samimi, K., Pakan, M. and Sinaei, Y. (2022). A Review of the Components of Sponge Cities based on Pervious Concrete for Sustainable Development. Journal of Concrete Structures and Materials, 7(1), 46-59. [doi: 10.30478/jcsm.2022.344918.1270](https://doi.org/10.30478/jcsm.2022.344918.1270). [In Persian]
- Shand, W., & Ndezi, T. (2025). Community-led Climate Adaptation in Informal Settlements. World Bank. Washington DC. <https://hdl.handle.net/10986/43146>
- Shao, W., Zhang, H., Liu, J., Yang, G., Chen, X., Yang, Z., & Huang, H. (2016). Data integration and its application in the Sponge City construction of China. Procedia Engineering, 154, 779-786. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.583>.
- Speak, A., Rothwell, J., Lindley, S., & Smith, C. (2013). Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof. Science of the Total Environment, 461, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.085>
- Statistical Center of Iran. (2025). Population and Housing Census. Retrieved from <https://amar.org.ir/population-and-housing-census#app3146>. [In Persian]
- Taghaddosi, R. and Sharifzadegan, M. H. (2020). Investigating the Status of Participatory Urban Development Planning and its Challenges in the Institutional School of Thought. Urban Planning Knowledge, 4(4), 37-62. [doi: 10.22124/upk.2020.16334.1457](https://doi.org/10.22124/upk.2020.16334.1457). [In Persian]
- UN-Habitat (2022) Global Action Plan (GAP) Launch: Accelerating for Transforming Informal Settlements and Slums by 2030. www.unhabitat.org/www.mypsup.org
- United Nations. (2018). World Urbanisation Prospects: The 2018 Revision (Key Facts). United Nations, Department of International Economic and Social Affairs. New York, USA.
- Wang, Y., Sun, M., & Song, B. (2017). Public perceptions of and willingness to pay for sponge city initiatives in China. Resources, Conservation and Recycling, 122, 11-20. DOI: [10.1016/j.resconrec.2017.02.002](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.002).
- World Bank. (2022). Informal Settlements In Romania: Situational Analysis. Internet: www.worldbank.org
- World Urbanization Prospects (2018) The Revision. Available online: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts>
- Yin, D., Xu, C., Jia, H., Yang, Y., Sun, C., Wang, Q., & Liu, S. (2022). Sponge city practices in China: From pilot exploration to systemic demonstration. Water, 14(10), 1531. <https://doi.org/10.3390/w14101531>
- Yunfei, Q., Shun, C. F. K., O'Donnell, E. C., Meili, F., Yanfang, S., Colin T. R., James, G. Lingyun, L., Sitong, L., Chunqian, Z., Lei, L., & Dimple, T. (2021). Exploring the development of the Sponge City Program (SCP): The case of Gui'an New District, Southwest China. Frontiers in Water, 3, 1-17. DOI: [10.3389/frwa.2021.676965](https://doi.org/10.3389/frwa.2021.676965).
- Zhou, M., Koster, S., Zuo, J., Che, W., & Wang, X. (2019). Cross-boundary evolution of urban planning and urban drainage towards the water sensitive "Sponge City". Urban water management for future cities, technical and institutional aspects from Chinese and German perspective. Cham: Springer International Publishing, S. 303-329. DOI: [10.1007/978-3-030-01488-9_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01488-9_14).



COPYRIGHTS



© Authors retain the copyright and full publishing rights. This is an open access article under the CC BY-NC license:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Publisher: Urmia University.