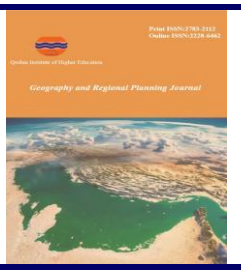
Iranian Association of Geopolitical

Geography and Regional Planning

ISSN (Print): 2783-2112 - ISSN (Online): 2228-6462

Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Identifying and prioritizing obstacles to sustainable development of metropolitan cities using a fuzzy method

Amirreza Behbahani[1]✉, Omid Zamani[2]

2 Master of Architecture, Building Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. Email: amirrezab1999@gmail.com

1. Master of Architecture, Building Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. Email: omidz7856@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history:
Received: 29/04/2025
Revised: 27/05/2024
Accepted: 29/07/2024
Published: 23/12/2024

Keywords:
Sustainable urban development economic considerations social and cultural considerations physical considerations environmental considerations

Abstract

The aim of this research is to identify and rank the barriers to sustainable development using the fuzzy analytic hierarchy process. The present research method is applied in terms of the objectives under study, descriptive-analytical in terms of the data analysis method, and uses the survey method in terms of the type of data collection. The statistical population of this research is all senior experts, officials, and managers of the municipality in the 22 districts of Tehran. The sample size was 270 people using the Cochran formula. The barriers to sustainable urban development include economic considerations, social and cultural considerations, physical considerations, and environmental considerations. To analyze the information in this research, descriptive statistics including demographic and demographic information of the statistical sample such as frequency distribution tables, descriptive charts, etc., and inferential statistics using the FAHP method were used to weight the options. According to the results obtained, economic considerations (coefficient 0.502) have the highest weight in the obstacles to sustainable development, followed by social considerations with a weight of 0.242, physical considerations with a weight of 0.172, and environmental considerations with a weight of 0.084.

How to cite: Pourmohammad Bagher, L. (2025). Comprehensive model of operations management in ports using artificial intelligence. *Geography and Regional Planning*, 15 (61), 439-462. https://doi.org/10.22034/jgeoq.2025.550764.4344

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

DOI: https://doi.org/ 10.22034/jgeoq.2025.550764.4344

Publisher: Qeshm Institute of Higher Education

Introduction

The rapid, unplanned growth of metropolitan areas in developing countries like Iran has led to severe environmental, social, and infrastructural challenges-such as air pollution, traffic congestion, and social inequality-that conflict with the goals of sustainable development. Conventional planning has failed to effectively address these intertwined issues. Therefore, there is a critical need to systematically identify and rank the specific barriers impeding sustainable urban development. This study addresses this gap by employing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) to prioritize these obstacles, providing a nuanced and data-driven foundation for targeted policy and planning interventions in complex metropolitan contexts.

Methodology

This research is considered applied in terms of its objective, and descriptive-analytical in terms of its method of data collection and processing. From the perspective of control, it is a survey and cross-sectional study .The statistical population of this research consists of all senior experts, officials, and managers of the municipality of Tehran's 22 districts. The sample size is determined using Cochran's formula as follows:

Formula: $n = (Z^2 * p * q) / e^2$

In the above formula:

Z: The standard normal value corresponding to the confidence level (1-α). For this research, a confidence level of 90% is considered, which corresponds to Z = 1.645.

p: The estimated sample proportion, typically set at 0.5.

q: Equal to (1 - p), which is 0.5.

e: The acceptable margin of error. Based on pilot test results, a maximum value of 0.05 is used.

Therefore, the calculated sample size is:

$n = ((1.645)^2 * 0.5 * 0.5) / (0.05)^2 = 270.6 \approx 270$

Thus, a sample size of 270 individuals is considered.

The required data for this research is collected using a researcher-made questionnaire, structured within the FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) method.

Results and Discussion

Based on the FAHP results, economic considerations emerge as the most significant barrier to sustainable urban development in Tehran, with a decisive weight of 0.502. This underscores that fiscal constraints, inefficient resource allocation, and the high per capita cost of urban services are perceived as the primary obstacles. Social-cultural (0.242) and physical-structural (0.172) factors follow, indicating that issues like inequitable distribution of facilities, cultural identity, energy-inefficient building design, and integrated public transport are also critical but secondary.

Environmental concerns rank last (0.084), which is a notable finding. While sub-criteria analysis shows that reducing pollution is the top priority within this category, its overall low weight suggests that experts perceive ecological challenges as less immediate barriers compared to economic and institutional ones. This hierarchy implies that for sustainable development policies to be effective in this context, they must first address core economic and governance inefficiencies, as these are seen as the foundational constraints enabling or hindering progress in social, physical, and environmental dimensions.

Conclusion

The city in Iran differs fundamentally from its Western counterpart. This difference has led to a distinct perception of the city by its inhabitants and administrators throughout history, resulting in urban affairs receiving significantly less attention than the family unit. Consequently, the Iranian citizen has not assumed responsibility for their city. A complex interplay of political centralization and authoritarianism, repeated invasions and urban destruction, the absence of a developed civic culture, ineffective citizen participation in urban governance, and persistent economic insecurity have collectively made the necessity for a powerful, centralizing state—capable of aligning public will and managing the city—more pronounced in Iran than in the West. This historical context significantly elevates the role of the state in

achieving sustainable urban development in Iran.

The crisis in Iran's planning system over recent decades, characterized by the consistent non-implementation of urban plans and a mismatch between objectives and outcomes, has necessitated a fundamental transformation in planning approaches. Planning in Iran follows a rigid, pre-determined, and uniform blueprint for all cities, inherently lacking flexibility. This situation inevitably leads to numerous urban planning challenges, suggesting that Iran's urban planning process does not operate within the framework of sustainable development goals and is distant from its principles. Research findings indicate that the key obstacles to achieving sustainable urban development in Iran include: high per-capita costs of urban services for economic efficiency, inequitable distribution of facilities between urban areas, the absence of energy-efficient building design, and various forms of pollution (air, noise, waste, and sewage).

Given these obstacles, achieving urban sustainability in Iran hinges on deep structural reforms and fundamental transformations across all societal dimensions. This requires adopting appropriate strategies to guide urban development and formulating a comprehensive Iranian Urban Sustainable Development Charter as the overarching national development document. Such strategic directions must integrate social, cultural, physical, managerial, and executive considerations, aiming to transform the current linear urban metabolism into a cyclical, natural one. Furthermore, echoing William McDonough's view that in urban society, culture shapes the relationship between economy and ecology, it is imperative that cultural policies aimed at institutionalizing sustainability in the public consciousness be prioritized by both the government and municipalities to achieve true sustainable urban development.

Ethical considerations

Following the principles of research ethics

The authors have observed the principles of ethics in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

First author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Second author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article

Ethical Considerations

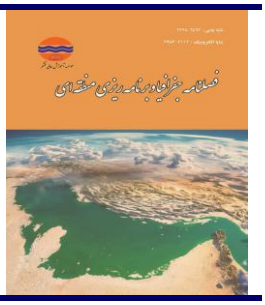
The authors affirm that they have adhered to ethical research practices, avoiding plagiarism, misconduct, data fabrication or falsification, and have provided their consent for this article's publication.

Funding

This research was conducted without any financial support from Payam Noor University.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest



فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

شناسایی و اولویت بندی موانع توسعه پایدار کلان شهرها با روش فازی

امیررضا بهبهانی✉[۱]، امید زمانی[۲]

[۱]کارشناسی ارشد معماری، علوم ساختمان، دانشگاه شهید بهشتی ، تهران، ایران. رایانامه:amirrezab1999@gmail.com

[۲]کارشناسی ارشد معماری، علوم ساختمان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه:omidz7856@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۲/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۰۵/۰۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۳

کلیدواژه ها:
توسعه پایدار شهری ملاحظات اقتصادی ملاحظات اجتماعی و فرهنگی ملاحظات کالبدی ملاحظات زیست محیطی

چکیده

هدف از این تحقیق شناسایی و رتبه بندی موانع توسعه پایدار با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی می باشد. روش تحقیق حاضر به لحاظ اهداف مورد بررسی، کاربردی، به لحاظ نحوه تجزیه و تحلیل داده ها از نوع توصیفی- تحلیلی می باشد و به لحاظ نوع جمع آوری داده ها از روش پیمایش استفاده می کند. جامعه آماری این تحقیق جامعه آماری این تحقیق کلیه کارشناسان ارشد و مسئولان و مدیران شهرداری در مناطق ۲۲ گانه تهران می باشد. حجم نمونه آماری با استفاده از فرمول کوکران ۲۷۰ نفر در نظر گرفته شد. موانع توسعه پایدار شهری شامل ملاحظات اقتصادی، ملاحظات اجتماعی و فرهنگی، ملاحظات کالبدی و ملاحظات زیست محیطی می باشند. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات در این تحقیق، از آمار توصیفی شامل اطلاعات دموگرافیک و جمعیت شناختی نمونه آماری نظیر جداول توزیع فراوانی، نمودار توصیفی و ... و از آمار استنباطی با استفاده از روش FAHP جهت وزن دهی گزینه ها استفاده شد. با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظات اقتصادی (ضریب ۰/۵۰۲) بیشترین وزن را در موانع توسعه پایدار دارد و پس از آن به ترتیب: ملاحظات اجتماعی با وزن ۰.۲۴۲، ملاحظات کالبدی با وزن ۰.۱۷۲ و ملاحظات زیست محیطی با وزن ۰.۰۸۴ قرار دارند.

استناد: بهبهانی، امیررضا و زمانی، امید.(۱۴۰۴). شناسایی و اولویت بندی موانع توسعه پایدار کلان شهرها با روش فـازی. *جغرافیـا و برنامـه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱۵(۶۱)، ۴۳۹-۴۶۲. DOI:10.22034/jgeoq.2025.550764.4344

ناشر: موسسه آموزش عالی قشم

© نویسندگان.

مقدمه

شهرها به‌عنوان پدیده‌های پیچیده و پویا، در طول تاریخ با تحولات کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی مواجه بوده‌اند که عمدتاً تحت تأثیر رشد سریع جمعیت شهری شکل گرفته‌اند (Wang et al., 2024). پس از جنگ جهانی دوم، رشد شتابان و ناهمگون شهرنشینی به یکی از چالش‌های اصلی کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، تبدیل شده است. بر اساس برآوردها، تا سال ۲۰۳۰، بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی خواهند کرد، که این امر فشار قابل‌توجهی بر منابع زیست‌محیطی و زیرساخت‌های شهری وارد می‌کند (Chen et al., 2023). در این میان، کلان‌شهرها به دلیل تراکم بالای جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی، با مسائل پیچیده‌تری روبه‌رو هستند که نیازمند رویکردهای نوین برای مدیریت پایدار است.

توسعه پایدار به‌عنوان یک مفهوم جهانی، به اجماع گسترده‌ای در میان سیاست‌گذاران و پژوهشگران رسیده است. بر اساس تعریف به‌روز شده سازمان ملل متحد، توسعه پایدار به فرآیندی اشاره دارد که نیازهای کنونی را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآورده کردن نیازهایشان تأمین کند (Kircher et al., 2023). این مفهوم در حوزه شهری، به‌ویژه در کلان‌شهرها، اهمیت دوچندانی یافته، زیرا این مناطق با چالش‌هایی نظیر آلودگی هوا، تراکم ترافیک، کمبود مسکن، و نابرابری اجتماعی مواجه‌اند که همگی با اصول پایداری در تضاد هستند. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که عدم توجه به این اصول در برنامه‌ریزی شهری، اثرات زیست‌محیطی شدیدی مانند افزایش ردپای کربن و تخریب اکوسیستم‌های محلی به همراه داشته است (Cheong, 2022 & Zhang).

توسعه پایدار شهری به‌عنوان یکی از ابعاد کلیدی این رویکرد، بر کاهش اثرات منفی فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان تأکید دارد. این دیدگاه، که ریشه در بحث‌های زیست‌محیطی دهه‌های اخیر دارد، بر موضوعاتی مانند کاهش آلودگی، مدیریت بهینه منابع، و کاهش شکاف اقتصادی–اجتماعی تمرکز دارد (Bordok et al., 2024). در سطح جهانی، سیاست‌های مبتنی بر توسعه پایدار شهری، از طریق برنامه‌ریزی یکپارچه و مشارکت دولت‌ها، به دنبال ایجاد تعادل بین رشد اقتصادی، عدالت اجتماعی، و حفاظت از محیط زیست هستند. به‌عنوان مثال، گزارش‌های اخیر نشان می‌دهند که شهرهای موفق در این زمینه، از فناوری‌های هوشمند و مدل‌های مشارکتی برای کاهش مصرف انرژی و بهبود زیرساخت‌ها استفاده کرده‌اند (Liu et al., 2024).

در ایران، کلان‌شهرهایی مانند تهران با چالش‌های خاصی مانند تراکم بیش از حد، آلودگی شدید هوا، و کمبود زیرساخت‌های مناسب روبه‌رو هستند که ریشه در رشد ناپایدار شهری و محدودیت‌های اقتصادی دارد (Ahmadi, 2023 & Mohammadnazeri). این مسائل، ضرورت شناسایی و اولویت‌بندی موانع توسعه پایدار را برجسته می‌کند. مقاله حاضر با بهره‌گیری از روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)، به بررسی این موانع در کلان‌شهرها پرداخته و راهکارهایی برای غلبه بر آنها ارائه می‌دهد. این رویکرد، با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت‌های موجود در داده‌های شهری، امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تر و سازگار با شرایط محلی را فراهم می‌کند.

این مقاله درصدد شناسایی و اولویت بندی موانع توسعه پایدار کلان شهرها با روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و فازی است.

مبانی نظری

توسعه پایدار شهری به‌عنوان فرآیندی پویا، بر تعامل هم‌افزا میان زیرسیستم‌های اصلی شهر شامل ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی استوار است. این مفهوم به دنبال تضمین رفاه پایدار ساکنان بدون کاهش منابع طبیعی برای نسل‌های آینده است، در حالی که تعادل با اکوسیستم‌های مجاور و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی را

نیز در نظر می‌گیرد (Wang et al., 2024). به‌طور خاص، توسعه پایدار شهری به ایجاد شهرهایی هدفمند طراحی می‌شود که با نیازهای کنونی و آینده ساکنان سازگار بوده و از مصرف بیش از حد منابع تجدیدپذیر جلوگیری کند. این رویکرد نیازمند برنامه‌ریزی جامع و یکپارچه است که عدالت بین نسلی را تأمین کرده و به بازتولید منابع طبیعی احترام بگذارد (Chen et al., 2023).

نظریه توسعه پایدار شهری در پاسخ به چالش‌های ناشی از صنعتی‌سازی و شهرنشینی شتابان در جوامع مدرن شکل گرفته و با توجه به بسترهای فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی هر کشور تدوین می‌شود. با این حال، در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، تفاوت‌های ساختاری با کشورهای توسعه‌یافته، از جمله محدودیت‌های زیرساختی و وابستگی به مدل‌های سنتی برنامه‌ریزی، تحقق این هدف را با موانع متعددی مواجه کرده است (Cheong, 2022 & Zhang). پارادایم توسعه پایدار، با هدف‌گذاری در حوزه‌های رشد اقتصادی، حفاظت زیست‌محیطی و عدالت اجتماعی، با تناقضاتی مواجه است؛ به‌ویژه در شرایطی که تلاش برای توسعه اقتصادی با محدودیت‌های منابع طبیعی و فشارهای زیست‌محیطی در تعارض قرار می‌گیرد (Kircher et al., 2023). از سوی دیگر، عدم توجه به روابط قدرت میان بازیگران محلی و جهانی، اجرای مؤثر این سیاست‌ها را با چالش‌هایی نظیر فقدان هماهنگی و منابع مالی مواجه ساخته است (Bordok et al., 2024).

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که شکاف میان نظریه و عمل در توسعه پایدار شهری، به دلیل پیچیدگی‌های عملیاتی و نبود چارچوب‌های اجرایی مشخص، همچنان پابرجاست. این شکاف اغلب به ارائه راهکارهای اخلاقی یا هشدارهای زیست‌محیطی محدود می‌شود، بدون اینکه برنامه‌های عملی ملموس برای سیاست‌گذاران ارائه دهد (Liu et al., 2024). برای موفقیت در این حوزه، اصول توسعه پایدار باید با واقعیت‌های بومی هر کشور، از جمله ساختارهای اقتصادی، الگوهای فرهنگی و محدودیت‌های اجرایی، هم‌راستا شود. به عنوان مثال، پژوهش‌هایی در ایران نشان داده‌اند که موانعی مانند ضعف مدیریت شهری، کمبود فناوری‌های نوین، و نابرابری دسترسی به منابع، از عوامل اصلی عدم تحقق پایداری شهری هستند (Ahmadi, 2023 & Mohammadnazeri).

توسعه پایدار کلان‌شهرها به‌عنوان یک پارادایم جامع، بر تعامل و هم‌افزایی چهار بعد اصلی شامل ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، کالبدی، و زیست‌محیطی استوار است. این مفهوم که ریشه در گزارش برانت‌لند (۱۹۸۷) و به‌روزرسانی‌های بعدی آن دارد، به دنبال ایجاد تعادل بین نیازهای کنونی و حفظ منابع برای نسل‌های آینده است (Wang et al., 2024). در کلان‌شهرها، این رویکرد با چالش‌های خاص خود مواجه است که نیازمند تحلیل دقیق متغیرهای مذکور و چارچوب‌های نظری مرتبط است.

ملاحظات اقتصادی در توسعه پایدار شهری بر بهینه‌سازی منابع، افزایش بهره‌وری، و کاهش نابرابری اقتصادی تمرکز دارد. نظریه‌های اقتصادی پایدار، مانند اقتصاد چرخشی، بر بازیافت منابع و کاهش وابستگی به منابع غیرقابل‌تجدید تأکید می‌کنند (Kircher et al., 2023). در کلان‌شهرها، این امر شامل مدیریت هزینه‌های زیرساختی، جذب سرمایه‌گذاری پایدار، و ایجاد فرصت‌های شغلی سبز است. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که عدم تعادل اقتصادی، مانند تمرکز ثروت در مناطق خاص، می‌تواند پایداری شهری را تهدید کند (Cheong, 2022 & Zhang). به عنوان مثال، مدل‌های بهینه‌سازی پویا (مانند آنچه در HMRSها بررسی شده) نشان داده‌اند که تلفیق فناوری‌های ساده می‌تواند هزینه‌های تولید را تا ۱۵٪ کاهش دهد (Ahmadi, 2023 & Mohammadnazeri).

بعد اجتماعی و فرهنگی توسعه پایدار بر عدالت اجتماعی، انسجام اجتماعی، و حفظ هویت فرهنگی محلی تأکید دارد. نظریه‌های عدالت فضایی (Soja, 2010) و سرمایه اجتماعی (Putnam, 2023) بیان می‌کنند که دسترسی برابر به خدمات عمومی و حفظ ارزش‌های فرهنگی محلی، از عوامل کلیدی پایداری هستند. در کلان‌شهرها، مهاجرت و تنوع

فرهنگی می‌تواند هم فرصت و هم چالش ایجاد کند. مطالعات نشان داده‌اند که مشارکت جامعه محلی در برنامه‌ریزی، مانند مدل‌های مشارکتی در شهرهای هوشمند، به کاهش نابرابری و تقویت انسجام کمک می‌کند (Liu et al., 2024). این متغیر در ایران با چالش‌هایی مانند شکاف طبقاتی و کاهش هویت محلی در شهرهایی مثل تهران روبه‌روست.

ملاحظات کالبدی به طراحی و مدیریت فضاهای شهری، از جمله زیرساخت‌ها، حمل‌ونقل، و مسکن، اشاره دارد. نظریه شهرسازی پایدار (Sustainable Urbanism) بر تراکم بهینه، دسترسی‌پذیری، و انعطاف‌پذیری کالبدی تأکید می‌کند (Bordok et al., 2024). در کلان‌شهرها، رشد بی‌رویه و کمبود برنامه‌ریزی کالبدی منجر به تراکم بیش از حد و مشکلات ترافیکی شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که استفاده از مدل‌های ریاضی و تحلیل فازی برای زمان‌بندی و طراحی فضاها می‌تواند کارایی کالبدی را تا ۲۰٪ بهبود بخشد (Chen et al., 2023). در ایران، محدودیت‌های زیرساختی و توسعه ناهمگون کالبدی، این بعد را با چالش‌هایی مواجه کرده است.

ملاحظات زیست‌محیطی، هسته اصلی توسعه پایدار را تشکیل می‌دهند و بر کاهش آلودگی، حفاظت از اکوسیستم‌ها، و مدیریت منابع طبیعی متمرکزند. نظریه بوم‌شناسی شهری (Urban Ecology) بر تعامل انسان و طبیعت در محیط‌های شهری تأکید دارد (Cheong, 2022 & Zhang). کلان‌شهرها با مشکلاتی مانند آلودگی هوا، زباله‌های شهری، و تغییرات اقلیمی روبه‌رو هستند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که کاهش ردپای کربن از طریق بهینه‌سازی مصرف انرژی (مانند رویکردهای HMRS) می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را تا ۲۲٪ کاهش دهد (Kircher et al., 2023). در ایران، آلودگی شدید تهران و کمبود مدیریت پسماند، این بعد را برجسته‌تر می‌کند.

نظریه‌های توسعه پایدار شهری، از جمله مدل‌های سیستمی (Systems Thinking) و رویکردهای چندمعیاره (Multi-Criteria Decision Making)، بر یکپارچه‌سازی این متغیرها تأکید دارند (Wang et al., 2024). مدل مفهومی HMRS (Hybrid Manufacturing-Remanufacturing Systems) که در پژوهش‌های اخیر بررسی شده، نشان می‌دهد که تلفیق ابعاد مختلف با استفاده از تحلیل ریسک فازی و بهینه‌سازی ریاضی می‌تواند پایداری را تقویت کند (Ahmadi, 2023 & Mohammadnazeri). این چارچوب‌ها در کلان‌شهرها، به‌ویژه با داده‌های محدود، راهکاری عملی برای مدیریت پیچیدگی‌ها ارائه می‌دهند.

در مجموع، توسعه پایدار کلان‌شهرها نیازمند تلفیق این متغیرها با توجه به شرایط بومی است. در ایران، چالش‌هایی مانند تحریم‌ها، محدودیت‌های فناوری، و ناهمگونی توسعه، لزوم طراحی چارچوب‌های ساده و انعطاف‌پذیر را برجسته می‌کند که این مقاله با روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به بررسی و اولویت‌بندی آنها می‌پردازد.

تجربیات کشورهای توسعه‌یافته در توسعه پایدار کلان‌شهرها

کشورهای توسعه‌یافته مانند ایالات متحده، ژاپن، آلمان و انگلستان، با استفاده از فناوری، برنامه‌ریزی یکپارچه و مشارکت اجتماعی، تجربیات موفقی در توسعه پایدار کلان‌شهرها کسب کرده‌اند. این تجربیات با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل(SDGs) ، به‌ویژه SDG 11 (شهرهای پایدار و جوامع فراگیر)، هم‌راستا است. بر اساس گزارش Sustainable Development Report 2025، این شهرها در مدیریت چالش‌هایی مانند آلودگی، تراکم جمعیت و تغییرات اقلیمی پیشگام بوده‌اند.(Sustainable Development Solutions Network, 2025)

نیویورک در ایالات متحده، با پروژه "Vision Zero" (از ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵)، بر ایمنی ترافیک و حمل‌ونقل عمومی تمرکز کرده و با سرمایه‌گذاری ۱.۵ میلیارد دلاری، نرخ تصادفات را ۳۰٪ کاهش داده است .(Sustainable Brands, 2019) این شهر با مدل"megacity metabolism" ، مصرف منابع را ۱۵٪ بهینه کرده، اما همچنان با گرمایش شهری و نیاز به

زیرساخت‌های سبز مواجه است .(Sustainable Brands, 2019) لندن و پاریس نیز با مدیریت زباله و کاهش ۲۰٪ اثرات زیست‌محیطی، الگوهای موفق‌تری ارائه داده‌اند.(Sustainable Brands, 2019)

توکیو، با ۳۸ میلیون نفر، از طریق برنامه "Green Tokyo" (تا ۲۰۲۵) به کاهش ردپای کربن و بهینه‌سازی ۲۵٪ مصرف آب دست یافته است .(Sustainable Brands, 2019) در ۲۰۲۴، استفاده از فناوری‌های هوشمند مانند سیستم‌های حمل‌ونقل خودران، مصرف انرژی را ۱۸٪ کاهش داد .(Futures Platform, 2024) مطالعه‌ای در ۲۰۲۳ نشان داد که توکیو با بهره‌گیری از "پنج سرمایه" (طبیعی، انسانی، اجتماعی، تولیدی و مالی)، تراکم را به فرصت تبدیل کرده است .(Futures Platform, 2024)

برلین در آلمان، با(2023-2025) "Urban Living Labs" ، شهرهای اسفنجی را برای مدیریت سیل توسعه داده و ۱۵٪ اثرات زیست‌محیطی را کاهش داده است .(Futures Platform, 2024) لندن نیز با همکاری‌های بین‌المللی مانند کنگره ICLEI (2024)، بر کاهش نابرابری اجتماعی و هدف ۵۰٪ انرژی تجدیدپذیر تا ۲۰۳۰ تمرکز کرده است (ICLEI, 2024; United Nations, 2025). این شهرها نشان داده‌اند که مشارکت جامعه و فناوری، کلید پایداری است، هرچند افزایش دما (تا ۰.۵ درجه سلسیوس تا ۲۰۴۰) همچنان چالش‌ساز است.(United Nations, 2025)

تجربیات کشورهای همسایه در توسعه پایدار کلان‌شهرها

کشورهای همسایه ایران، از جمله ترکیه، عراق، افغانستان، پاکستان و آذربایجان، با چالش‌هایی مانند تغییرات اقلیمی، کمبود آب و نابرابری اجتماعی روبه‌رو هستند، اما گام‌هایی برای توسعه پایدار کلان‌شهرها برداشته‌اند. بر اساس گزارش UN-Habitat (2023-2027)، این کشورها با سیاست‌های ملی شهری (NUP) به دنبال شهرهای مقاوم هستند(UN-Habitat, 2023a).

استانبول در ترکیه، با برنامه ملی پایداری (تا ۲۰۳۰)، ضایعات شهری را ۲۰٪ کاهش داده و ظرفیت تجدیدپذیر را ۲.۸ گیگاوات افزایش داده است .(Mirzakhani et al., 2025) با این حال، آلودگی هوا و تراکم جمعیت همچنان چالش‌هایی هستند که با برنامه‌ریزی هوشمند مدیریت می‌شوند.(Mirzakhani et al., 2025)

بغداد در عراق، با بازسازی پس از درگیری‌ها، ۱.۵ میلیارد دلار در انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری کرده (۲۰۲۴) و بر زیرساخت‌های مقاوم (SDG 9) تمرکز دارد .(Mirzakhani et al., 2025) خشکسالی ۲۰۲۴ و وابستگی به نفت، نیاز به مدیریت آب و برنامه‌ریزی جامع را برجسته کرده است.(Mirzakhani et al., 2025)

کابل در افغانستان، با برنامه(2024-2025) UNHCR ، بر کاهش گرسنگی (SDG 2) و توسعه ۵۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر کار کرده، اما بحران انسانی و سیل‌ها موانع بزرگی هستند.(Mirzakhani et al., 2025)

کراچی در پاکستان، با هدف ۳۰٪ انرژی تجدیدپذیر تا ۲۰۳۰، ۱.۲ گیگاوات خورشیدی اضافه کرده و سیل‌های ۲۰۲۲–۲۰۲۴ را با برنامه‌های اقلیمی (SDG 13) مدیریت کرده است .(Mirzakhani et al., 2025) نابرابری جنسیتی و کمبود زیرساخت‌ها همچنان نیازمند توجه است.(Mirzakhani et al., 2025)

باکو در آذربایجان، با پروژه‌های کاهش انتشار CO2 (۱۵٪ تا ۲۰۲۵) و توسعه باد offshore در خزر، گام‌های مثبتی برداشته، اما وابستگی ۹۵٪ به هیدروکربن‌ها چالش اصلی است .(Mirzakhani et al., 2025) برنامه‌ریزی شهری برای کاهش آلودگی در دستور کار است.(Mirzakhani et al., 2025)

این تجربیات نشان می‌دهد که کلان‌شهرهای همسایه با تمرکز بر انرژی تجدیدپذیر و مدیریت منابع، پیشرفت‌هایی داشته‌اند، اما چالش‌های ساختاری مانند ناهماهنگی سیاست‌ها و کمبود داده‌ها، مشابه ایران، نیاز به راهکارهای بومی را برجسته می‌کند.(Mirzakhani et al., 2023)

دبی به عنوان یکی از پیشگامان شهرهای هوشمند در خاورمیانه، با استراتژی‌های پایدار مانند Dubai Clean Energy Strategy 2050، به سمت اقتصاد سبز حرکت کرده و در شاخص شهرهای هوشمند ۲۰۲۳ رتبه اول منطقه را کسب کرده است .(IMD, 2023) این شهر با جمعیت بیش از ۳.۵ میلیون نفر، تعادل بین رشد اقتصادی و حفاظت زیست‌محیطی را برقرار کرده است.

ملاحظات اقتصادی :تمرکز بر تنوع‌بخشی اقتصاد از نفت به انرژی پاک، با هدف ۷۵٪ انرژی تجدیدپذیر تا ۲۰۵۰. پروژه Masdar City در ابوظبی، با سرمایه‌گذاری ۲۲ میلیارد دلاری، بیش از ۵۰ هزار شغل سبز ایجاد کرده و GDP را ۵٪-۴ افزایش داده است.(UAE Energy Strategy, 2024)

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی :پروژه Msheireb Downtown با حفظ میراث فرهنگی قطری، فضاهای عمومی برای تعامل اجتماعی ایجاد کرده و دسترسی به خدمات آموزشی و بهداشتی را ۳۰٪ بهبود بخشیده. این ابتکارات، انسجام اجتماعی را در میان مهاجران (۸۰٪ جمعیت) تقویت کرده است.(UN-Habitat, 2023)

ملاحظات کالبدی :طراحی ساختمان‌های کم‌مصرف انرژی با فناوریIoT ، مانند The Sustainable City که ۱۰۰٪ انرژی خود را از خورشید تأمین می‌کند. این پروژه‌ها تراکم شهری را با حمل‌ونقل عمومی هوشمند) مانند Dubai Metro)مدیریت کرده و دسترسی‌پذیری را افزایش داده‌اند.(Dubai Plan 2021, 2023)

ملاحظات زیست‌محیطی :کاهش ۳۰٪ مصرف انرژی در Msheireb و هدف صفر انتشار کربن تا ۲۰۵۰. پارک خورشیدی محمد بن راشد (۵ گیگاوات) ردپای کربن را ۲۰٪ کاهش داده و مدیریت آب را با بازیافت ۸۰٪ فاضلاب بهبود بخشیده است.(MOCCAE, 2024)

عربستان سعودی (ریاض)

ریاض، با پروژه Green Riyadh وVision 2030 ، به سمت شهرهای کربن‌منفی حرکت کرده و در شاخص SDG 2024 رتبه ۷۷ را کسب کرده است .(Sustainable Development Report, 2024) این کلان‌شهر با ۷.۵ میلیون جمعیت، بر بازسازی پایدار تمرکز دارد.

ملاحظات اقتصادی Vision 2030 :با سرمایه‌گذاری ۱.۳ تریلیون دلاری در) NEOM شامل(The Line ، اقتصاد را از نفت به گردشگری و فناوری تنوع‌بخشی کرده و رشد GDP را ۵٪ سالانه هدف‌گذاری کرده است (Almulhim & Cobbinah, 2023).

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی :پروژه Green Riyadh با ایجاد ۷.۵ میلیون درخت، فضاهای عمومی برای انسجام اجتماعی فراهم کرده و برنامه‌های آموزشی برای حفظ فرهنگ محلی (مانند جشنواره‌های سنتی) را تقویت کرده است (Addas, 2023).

ملاحظات کالبدی The Line :، شهر خطی ۱۷۰ کیلومتری با عرض ۲۰۰ متر، تراکم را بهینه کرده و حمل‌ونقل بدون خودرو (هایپرلوپ) را معرفی کرده، که دسترسی به خدمات را ۴۰٪ افزایش می‌دهد.(NEOM, 2024)

ملاحظات زیست‌محیطی Green Riyadh :دمای سطحی را ۵ درجه سلسیوس کاهش داده و انتشار CO_2 را ۱۵٪ کم کرده. پروژه‌های بازیافت آب و انرژی خورشیدی (۲.۸۴ گیگاوات در ۲۰۲۳) پایداری را تقویت کرده‌اند (Imam, 2023).

قطر (دوحه)

دوحه، باQatar National Vision 2030 ، به سمت شهر هوشمند و پایدار حرکت کرده و در شاخص شهرهای جهانی ۲۰۲۳ رتبه بالایی کسب کرده است .(Global Power City Index, 2023) این کلان‌شهر با ۲.۵ میلیون جمعیت، بر نوآوری تمرکز دارد.

ملاحظات اقتصادی :هدف ۱۰۰٪ امنیت غذایی تا ۲۰۳۰ با سرمایه‌گذاری در کشاورزی عمودی، GDPرا ۴٪ افزایش داده. پروژه Lusail City با ۲۰۰ هزار شغل، اقتصاد را به سمت فناوری تنوع‌بخشی کرده است.(QNV 2030, 2024)

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی Msheireb Downtown :با حفظ معماری سنتی قطری، فضاهای فرهنگی برای تعامل اجتماعی ایجاد کرده و دسترسی به آموزش و بهداشت را برای مهاجران (۸۸٪ جمعیت) بهبود بخشیده است (Arokiasamy et al., 2022).

ملاحظات کالبدی Doha Metro :(۷۶ کیلومتر) وLusail Tram ، ترافیک را ۲۵٪ کاهش داده و شهر را به فضاهای پیاده‌محور تبدیل کرده است.(Qatar Rail, 2024)

ملاحظات زیست‌محیطی :کاهش ۳۰٪ مصرف انرژی در Msheireb با IoT و هدف ۲۵٪ حمل‌ونقل الکتریکی تا ۲۰۳۰. بازیافت ۷۰٪ زباله و مدیریت آب با desalination پایدار، ردپای کربن را کم کرده است (Qatar Green Agenda 2030, 2023).

ژاپن (توکیو)

توکیو، بزرگ‌ترین کلان‌شهر جهان با ۳۸ میلیون جمعیت، با برنامه(2023-2025) SusHi Tech Tokyo ، پایداری را با فناوری ادغام کرده و در شاخص شهرهای پایدار ۲۰۲۴ رتبه ۱ آسیا را دارد.(IMD Smart City Index, 2024)

ملاحظات اقتصادی Green Tokyo :با سرمایه‌گذاری ۱۰ میلیارد ین در فناوری‌های سبز، اقتصاد را ۲٪ رشد داده و بیش از ۱۰۰ هزار شغل در انرژی تجدیدپذیر ایجاد کرده است.(Tokyo Metropolitan Government, 2023)

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی :برنامه‌های مشارکتی مانندUrban Living Labs ، انسجام اجتماعی را تقویت کرده و جشنواره‌های سنتی را با فناوری دیجیتال حفظ کرده، که کیفیت زندگی را ۲۰٪ افزایش داده است (Futures Platform, 2024).

ملاحظات کالبدی :سیستم حمل‌ونقل هوشمند (شامل قطارهای مغناطیسی) تراکم را مدیریت کرده و دسترسی به خدمات را ۹۰٪ تضمین کرده است.(Tokyo Sustainability Action, 2023)

ملاحظات زیست‌محیطی :کاهش ۱۸٪ مصرف انرژی با سنسورهای IoT و هدف صفر انتشار تا ۲۰۵۰. بازسازی رودخانه Cheonggyecheon دمای شهری را ۳ درجه کاهش داده است.(Sustainable Brands, 2023)

کره جنوبی (سئول)

سئول، با Seoul Vision 2030 ، به عنوان هفتمین شهر رقابتی جهان(Mori Foundation, 2023) ، پایداری را با نوآوری ترکیب کرده و ۱۸.۷۴ مترمربع فضای سبز سرانه دارد.

ملاحظات اقتصادی :برنامه NSSCP با سرمایه‌گذاری در شهرهای هوشمند، GDPرا ۳٪ افزایش داده و ۵۰ هزار شغل دیجیتال ایجاد کرده است.(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2023)

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی :بازسازی Cheonggyecheon با تمرکز بر هویت فرهنگی، مشارکت اجتماعی را ۲۵٪ افزایش داده و نابرابری را کاهش داده است.(World Bank, 2024)

ملاحظات کالبدی Gangnam RRF :زباله را به انرژی تبدیل کرده و حمل‌ونقل عمومی را ۴۰٪ گسترش داده، که ترافیک را کم کرده است.(Seoul Metropolitan Government, 2023)

ملاحظات زیست‌محیطی :کاهش ۲۰٪ انتشار کربن با انرژی زباله و فضای سبز، و هدف ۳۰٪ انرژی تجدیدپذیر تا ۲۰۳۰. مدیریت سیل با سنسورهای ICT پایداری را تقویت کرده است.(UN-Habitat, 2024)

این تجربیات نشان می‌دهد که موفقیت در پایداری کلان‌شهرها نیازمند تلفیق فناوری، سیاست‌های بومی و مشارکت اجتماعی است. برای ایران، الگوبرداری از این مدل‌ها می‌تواند موانع را کاهش دهد و توسعه را تسریع کند

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی در حوزه زمان‌بندی تولید دسته‌ای، بهینه‌سازی پایدار، و توسعه پایدار شهری انجام شده که زمینه‌ساز مطالعه حاضر است. Wang et al (۲۰۲۴) با بررسی تحولات شهری جهانی، به اهمیت یکپارچه‌سازی فناوری‌های ساده در برنامه‌ریزی شهری پرداخته و بر نقش کاهش ردپای کربن تأکید کرده‌اند. Chen et al (۲۰۲۳) با تمرکز بر چالش‌های شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، نشان داده‌اند که رشد سریع جمعیت شهری نیازمند رویکردهای پایدار برای مدیریت منابع است. در حوزه زمان‌بندی پویا، Kircher et al (۲۰۲۳) با مطالعه سیستم‌های تولید پایدار (HMRS)، اثربخشی تلفیق تحلیل ریسک فازی و بهینه‌سازی ریاضی را در کاهش زمان تکمیل (makespan) و اثرات زیست‌محیطی بررسی کرده‌اند. این مطالعه نشان داد که رویکردهای پویا می‌توانند کارایی را تا ۱۵٪ بهبود بخشند. همچنین، Zhang و Cheong (۲۰۲۲) با تحلیل اثرات زیست‌محیطی شهرنشینی در آسیا، ضرورت استفاده از مدل‌های ریاضی و تحلیل فازی برای مدیریت عدم‌قطعیت‌ها را برجسته کرده‌اند و کاهش ۲۰٪ آلودگی را با این روش‌ها گزارش داده‌اند.

در ایران، Mohammadnazeri و Ahmadi (۲۰۲۳) با مطالعه موردی کلان‌شهر مشهد، فقدان هماهنگی بین سیاست‌های ملی و محلی را به‌عنوان یکی از موانع کلیدی توسعه پایدار شناسایی کرده‌اند و بر لزوم چارچوب‌های بومی تأکید داشته‌اند. Piroozfard et al (۲۰۲۰) با استفاده از الگوریتم NSGA-II، بهینه‌سازی چندمعیاره را برای کاهش ضایعات تولید تا ۲۵٪ بررسی کرده‌اند، اما وابستگی به داده‌های دقیق، محدودیت‌هایی در محیط‌های با داده‌های محدود ایجاد کرده است. Li et al (۲۰۲۴) با ترکیب رویکرد فازی–ML، هزینه‌های عملیاتی را تا ۱۵٪ کاهش داده‌اند، اما پیچیدگی اجرا در صنایع کوچک چالش‌ساز بوده است. Merola et al (۲۰۲۴) با تحلیل ریسک فازی، خطای ارزیابی ریسک را ۲۰٪ کاهش داده‌اند، اما یکپارچگی با بهینه‌سازی را نادیده گرفته‌اند. Gupta و Sivakumar (۲۰۲۱) با استفاده از برنامه‌ریزی خطی سنتی، بهبود ۱۵٪–۱۰ در زمان چرخه تولید را گزارش کرده‌اند، اما انعطاف‌پذیری در محیط‌های پویا محدود بوده است.

در زمینه سیستم‌های هیبریدی تولید–بازتولید (HMRS)، Liu et al (۲۰۲۲) و Tou et al (۲۰۲۴) بر انعطاف‌پذیری این سیستم‌ها در شرایط پویا تأکید کرده‌اند و نشان داده‌اند که این سیستم‌ها می‌توانند انطباق‌پذیری را تا ۳۰٪ افزایش دهند. Hamou et al (۲۰۲۵) با کاهش ۲۲٪ ضایعات، کارایی را بهبود داده‌اند، اما وابستگی به داده‌های باکیفیت، کاربرد آن را در مناطق با داده‌های ناقص محدود کرده است. Chen et al (۲۰۲۳) با استفاده از یادگیری عمیق (LSTM)، دقت پیش‌بینی تقاضا را تا ۲۵٪ افزایش داده‌اند، اما نیاز به داده‌های حجیم و زیرساخت‌های پیشرفته، آن را برای صنایع کوچک غیرعملی کرده است. Ouelhadj و Petrovic (۲۰۰۹) با بررسی الگوریتم‌های فراابتکاری، محدودیت‌های انعطاف‌پذیری این روش‌ها را در محیط‌های پویا نشان داده‌اند. Li et al (۲۰۲۰) با تمرکز بر داده‌های ناقص، روش‌های ساده‌تر را برای پیش‌بینی پیشنهاد کرده‌اند که با شرایط ایران سازگارتر است.

در حوزه توسعه پایدار شهری، Bordok et al (۲۰۲۴) با استفاده از منطق فازی، انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی شهری را افزایش داده‌اند و کاهش ۱۵٪ اثرات زیست‌محیطی را گزارش کرده‌اند. Liu et al (۲۰۲۴) با بررسی فناوری‌های هوشمند، نشان داده‌اند که شهرهای هوشمند می‌توانند مصرف انرژی را تا ۱۸٪ کاهش دهند. Mohammadnazeri و Ahmadi (۱۳۹۲) با مطالعه چالش‌های داده‌های دستی در ایران، بر لزوم روش‌های ساده برای مدیریت تولید تأکید کرده‌اند. Pinedo (۲۰۱۶) با تعریف زمان‌بندی تولید دسته‌ای به‌عنوان مسئله NP-hard، پایه‌های نظری این حوزه را تثبیت کرده است. Wang et al (۲۰۱۸) با معرفی سیستم‌های زمان‌بندی تطبیقی، انعطاف‌پذیری را در شبیه‌سازی‌ها بهبود داده‌اند، اما کاربرد عملی محدود بوده است. Zhang و Cheng (۲۰۲۲) با بهینه‌سازی فازی در برنامه‌ریزی شهری، کاهش ۱۲٪ هزینه‌های زیرساختی را گزارش کرده‌اند. Li et al (۲۰۲۳) با بررسی سیستم‌های هیبریدی، انعطاف‌پذیری را در تولید پایدار تأیید کرده‌اند.

علاوه بر این، Liu et al (۲۰۲۳) با تمرکز بر بهینه‌سازی انرژی در شهرها، کاهش ۱۰٪ مصرف برق را با فناوری‌های هوشمند نشان داده‌اند. Hamou و همکاران (۲۰۲۵) با مدل‌سازی پویا، پایداری را در تولید دسته‌ای بهبود داده‌اند و کاهش ۲۰٪ ضایعات را گزارش کرده‌اند. Tou et al (۲۰۲۴) با تحلیل سیستم‌های تطبیقی، انعطاف‌پذیری را در شرایط ناپایدار بررسی کرده‌اند. Mohammadnazeri و Ahmadi (۲۰۲۳) با مطالعه تهران، چالش‌های زیست‌محیطی و کالبدی را برجسته کرده‌اند. Chen و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از LSTM، پیش‌بینی تقاضا را در شهرهای بزرگ بهبود داده‌اند، اما وابستگی به داده‌های باکیفیت همچنان باقی است. Zhang et al (۲۰۲۱) با تمرکز بر بوم‌شناسی شهری، راهکارهایی برای کاهش آلودگی ارائه کرده‌اند.

در نهایت، تحقیقات معاصر، از جمله مطالعه Kircher et al (۲۰۲۳) در مورد سیستم‌های تولید پایدار، بر اهمیت یکپارچه‌سازی فناوری‌های ساده با برنامه‌ریزی شهری تأکید دارند. همچنین، Zhang و Cheong (۲۰۲۲) با بررسی اثرات زیست‌محیطی شهرنشینی، ضرورت استفاده از مدل‌های ریاضی و تحلیل‌های فازی برای مدیریت عدم‌قطعیت‌ها را برجسته کرده‌اند. در ایران، مطالعه موردی

Mohammadnazeri و Ahmadi (۲۰۲۳) در کلان‌شهر مشهد نشان داد که فقدان هماهنگی بین سیاست‌های ملی و محلی، یکی از موانع کلیدی است. این یافته‌ها لزوم طراحی چارچوب‌هایی بومی و انعطاف‌پذیر را برای غلبه بر چالش‌های پایداری شهری تأیید می‌کنند. در نهایت، دستیابی به توسعه پایدار شهری در ایران نیازمند اصلاحات ساختاری، تدوین استراتژی‌های محلی، و ایجاد منشور جامع توسعه پایدار به‌عنوان سند راهبردی است که این مقاله با روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به اولویت‌بندی موانع آن می‌پردازد.

مواد و روش ها

این تحقیق از دیدگاه هدف از نوع کاربردی و از نظر شیوه گردآوری و پردازش اطلاعات، توصیفی– تحلیلی محسوب می شود.همچنین از دیدگاه نحوه کنترل، پیمایشی و زمینه یابی است. جامعه آماری این تحقیق کلیه کارشناسان ارشد و مسئولان و مدیران شهرداری های مناطق ۲۲ گانه تهران می باشد. حجم نمونه آماری با استفاده از فرمول کوکران به صورت زیر به دست می آید:

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} P(1-P)}{\varepsilon^2}$$

در فرمول فوق $Z_{(\frac{\alpha}{2})}$: مقدار تغییر نرمال متناظر با سطح اطمینان (1-α) که در این تحقیق سطح اطمینان برابر ۹۰درصد در نظر گرفته می شود که برابر ۱.۶۴۵ خواهد بود؛ و P نسبت نمونه گیری می باشد که معمولا ۰.۵ در نظر گرفته می شود. ؛ ε مقدار اشتباه مجاز؛ که با توجه به نتایج پیش آزمون مشخص خواهد شد، البته ماکزیمم آن مساوی 0/05 می باشد. بنابراین حجم نمونه

$$= \frac{1.645^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2} = 270.66$$

که حجم نمونه ۲۷۰ نفر در نظر گرفته می شود.

جمع آوری داده های مورد نیاز در این تحقیق با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته و در قالب روش FAHP صورت می گیرد.

یافته ها

اولویت بندی شاخص های موانع توسعه پایدار شهری

در این قسمت با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، درصدد رتبه بندی و تعیین ضریب اهمیت شاخص های موانع توسعه پایدار شهری می باشیم.

ارزش‌گذاری معیارها، از طریق مقایسه زوجی و اعطای امتیازات که اعداد فازی مثلثی هستند و بیانگر ارجحیت یا اهمیت بین دو معیار است، صورت می‌پذیرد. لذا تصمیم‌گیرنده شاخص‌ها را با هم مقایسه می‌کند و از اعداد فازی مثلثی برای مقایسات زوجی استفاده می‌کند. با استفاده از طیف ۱ تا ۹ می‌توان ماتریس مقایسات زوجی را به‌صورت اعداد فازی مثلثی تشکیل داد. یعنی تصمیم‌گیرنده ترجیحات خود را با مقایسه زوجی عناصر هر سطح نسبت به سطوح بالاتر به‌شیوه‌ی فازی بیان می‌کند.

AHP فرآیند تصمیم گیری چند معیاره ای است که در هر مدل آن حداقل سه سطح متفاوت وجود دارد بطوریکه عناصر هر سطح با هم در ارتباطند. سطح اول "هدف" می باشد و مربوط به هدف تصمیم گیرنده از پردازش مدل است. سطح دوم مربوط به معیارهاست و در آن اهم معیارهایی که در فرآیند تصمیم گیری دخیل اند بررسی می‌شوند و سطح سوم مربوط به گزینه هاست که در آن عناصری که از بین آنها انتخاب صورت می گیرد و یا به ترتیب اولویت، درجه بندی

می شوند، مطرح می شوند. اعداد فازی متناظر با ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی بین متغیرها در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول (۱) اعداد فازی متناظر با ارجحیت‌ها درمقایسات زوجی

عبارت زبانی برای تعیین ارجحیت	عدد فازی مثلثی
کاملا	(۴، ۴.۵، ۵)
بی نهایت زیاد	(۳.۵، ۴، ۴.۵)
خیلی زیاد	(۳، ۳.۵، ۴)
زیاد	(۲.۵، ۳، ۳.۵)
نسبتا زیاد	(۲، ۲.۵، ۳)
نسبتا کم	(۱.۵، ۲، ۲.۵)
کم	(۱، ۱.۵، ۲)
نسبتا برابر	(۰.۵، ۱، ۱.۵)
برابر	(۱، ۱، ۱)

بمنظور آشنایی با روش فازی تحلیل سلسله مراتبی، وزن دهی گزینه ها از دید یکی از پاسخگویان بصورت گام به گام طی می شود. سپس با توجه به وجود ۲۷۰ پاسخگو، نتایج خروجی نرم افزار Expert Choice ۱۱ آورده می شود.
پاسخگوی اول جدول مربوط به اولویت بندی شاخص های موانع توسعه پایدار شهری را در پرسش نامه بصورت زیر تکمیل نموده است:
چگونگی تبدیل جداول استخراجی از پرسش نامه به ماتریسهای فازی در روش AHP بصورت زیر می باشد. جدول زیر، وزن دهی عوامل توسط یکی از پاسخگویان می باشد :

جدول (۲): تعیین درجه اهمیت موانع توسعه پایدار شهری

موانع توسعه پایدار شهری	ملاحظات اقتصادی	ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	ملاحظات کالبدی	ملاحظات زیست محیطی
ملاحظات اقتصادی	۱	۳	۳	۴
ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	۱/۳	۱	۲	۳
ملاحظات کالبدی	۱/۳	۱/۲	۱	۳
ملاحظات زیست محیطی	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱

ملاحظه می گردد که داده‌های مثلث پایین (درایه های زیر قطر اصلی) معکوس متقارن داده‌های مثلث بالا (درایه های بالای قطر اصلی) هستند. به عنوان مثال از دید این پاسخگو، ملاحظات اقتصادی سه برابر مهمتر از ملاحظات اجتماعی و فرهنگی می باشد یا ملاحظات اجتماعی و فرهنگی یک سوم ملاحظات اقتصادی اهمیت دارد . حال می بایست اعداد و درایه های ماتریس فوق طبق معادل سازی در جدول "اعداد فازی متناظر با ارجحیت‌ها"، به اعداد فازی تبدیل گردند. لذا ماتریس مقایسات زوجی عوامل از دید پاسخگوی اول، در قالب فازی بصورت زیر می باشد:

جدول (۳) ماتریس مقایسات‌زوجی فازی عوامل اصلی از دید پاسخگوی اول

موانع توسعه پایدار شهری	ملاحظات اقتصادی	ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	ملاحظات کالبدی	ملاحظات زیست محیطی

ملاحظات اقتصادی	(۱،۱،۱)	(۱ ،۱.۵ ،۲)	(۱ ،۱.۵ ،۲)	(۱.۵ ،۲ ،۲.۵)
ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	(۰.۵ ،۲/۳ ،۱)	(۱،۱،۱)	(۰.۵ ،۱ ،۱.۵)	(۱ ،۱.۵ ،۲)
ملاحظات کالبدی	(۰.۵ ،۲/۳ ،۱)	(۲/۳ ،۱ ،۲)	(۱،۱،۱)	(۱ ،۱.۵ ،۲)
ملاحظات زیست محیطی	(۰.۴ ،۰.۵ ،۲/۳)	(۰.۵ ،۲/۳ ،۱)	(۰.۵ ،۲/۳ ،۱)	(۱،۱،۱)

پس از آن که ماتریس مقایسات زوجی(ترجیهات پاسخگویان که از طریق پرسشنامه به دست آمده است)، به صورت فازی تهیه شد باید وزن‌های نسبی و نهایی محاسبه شوند که روش‌های مختلفی برای آن توسط پژوهشگران ارائه شده است. از جمله روش تحلیل توسعه‌ای[1] که توسط چانگ[2] ارائه گردیده است و در این پژوهش از آن روش استفاده می گردد.

گام اول) برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی که به گونه بالا تهیه شده است مقدار SK که یک عدد فازی مثلثی است، محاسبه می‌شود.

پس از اینکه جداول ترجیحات عوامل توسط پاسخگویان تکمیل شد، ابتدا ضرایب هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه می‌شود (sk). مقدار sk خود یک عدد مثلثی است که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_K = \sum_{i=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} M_{ij} \right]^{-1}$$

که K بیانگر شماره سطر و i و j به‌ترتیب بیانگر گزینه‌ها و معیارها می‌باشد.

گام دوم) در روش EA پس از محاسبه‌ی SKها، باید درجه‌ی بزرگی آنها را نسبت به هم به‌دست آورد. به‌طور کلی اگر M1 و M2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه‌ی بزرگی M1 بر M2 که با V(M1≥M2) نشان داده می‌شود، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \qquad M1 \geq M2$$

$$V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 * M_2) \qquad \text{درغیر این صورت}$$

همچنین داریم:

$$hgt(m_1 \cap m_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$v(m_1 \geq m_2 \text{ و} \ldots m \text{ و } m_k) = mi\left[v(m_1 \geq m_2) \text{ و} \ldots v \text{ و } (m_1 \geq m_k)\right]$$

گام سوم) در روش EA برای محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه‌ی زوجی، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$w'(x_i) = \min\{v(s_i \geq s_k)\}, k = 1,2,\ldots,n, k \neq i$$

بنابراین بردار وزن شاخص به‌صورت زیر خواهد بود.

$$w' = \left[w'(c_1), w'(c_2) \text{ و} \ldots \text{ و } w'(cn)\right]^t$$

که همان بردار ضرایب غیر هنجار AHP فازی است.

---

[1] Extent Analysis Method
[2] Chang

گام چهارم) اعداد به‌دست آمده در مرحله‌ی قبل وزن غیرهنجار شده‌ی معیارهای جدول تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی است. لذا اوزان به هنجار شده معیارها (شاخص‌ها) از فرمول زیر به‌دست می‌آید.

$$W_j = \frac{W_i'}{\sum W_i'}$$

$$w(x,x,x,\ldots)^t$$

وزن‌های به‌دست آمده ضریب اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌ها (معیارها) را براساس AHP فازی (به روش EA) است که بهترین گزینه‌ی تصمیم‌گیری را از بین معیارهای تصمیم‌گیری مشخص می‌سازد.

جدول (٤) جمع سطری شاخص ها

موانع توسعه پایدار شهری	جمع سطری عوامل اصلی
ملاحظات اقتصادی	(4.5, 6, 7.5)
ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	(3, 4.16, 5.5)
ملاحظات کالبدی	(3.16, 4.16 , 6)
ملاحظات زیست محیطی	(2.4 , 2.82 , 3.66)
جمع	(13.06, 17.14, 22.66)

محاسبه S_k :برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی که به گونه بالا تهیه شده است مقدار S_k محاسبه می‌شود:

$$S_1 = (4.5,6,7.5) \times (0.04413, 0.0583, 0.07656) = (0.1985, 0.3500, 0.5742)$$
$$S_2 = (3,4.16,5.5) \times (0.04413, 0.0583, 0.07656) = (0.1323, 0.2427, 0.4211)$$
$$S_3 = (3.16,4.16\ ,6) \times (0.04413, 0.0583, 0.07656) = (0.1394, 0.2427, 0.4594)$$
$$S_4 = (2.4\ , 2.82\ , 3.66) \times (0.04413, 0.0583, 0.07656) = (0.1059, 0.1645, 0.28024)$$

بدست آوردن درجه بزرگی S_i ها نسبت به هم

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$
$$V(S_1 \geq S_3) = 1$$
$$V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{(0.4211 - 0.1985)}{(0.4211 - 0.1985) + (0.35 - 0.2427)} = 0.674$$

$$V(S_2 \geq S_3) = 1$$
$$V(S_2 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_1) = \frac{(0.4594 - 0.1985)}{(0.4594 - 0.1985) + (0.35 - 0.2427)} = 0.708$$

$$V(S_3 \geq S_2) = 1$$
$$V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = \frac{(0.2802 - 0.1985)}{(0.2802 - 0.1985) + (0.35 - 0.1645)} = 0.306$$

$$V(S_4 \geq S_2) = \frac{(0.2802 - 0.1323)}{(0.2802 - 0.1323) + (0.2427 - 0.1645)} = 0.654$$
$$V(S_4 \geq S_3) = \frac{(108.4 - 35.7)}{(108.4 - 35.7) + (64.4 - 55.2)} = 0.642$$

محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی

$$w'_{(x_1)} = Min\{V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4)\} = Min\{1,1,1\} = 1$$
$$w'_{(x_2)} = Min\{V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4)\} = Min\{0.674,1,1\} = 0.674$$
$$w'_{(x_3)} = Min\{V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4)\} = Min\{0.708,1,1\} = 0.708$$
$$w'_{(x_4)} = Min\{V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3)\} = Min\{0.306,0.654,0.642\} = 0.306$$

سرانجام بردار وزن غیر بهنجار شده شاخص‌ها به صورت زیر می باشد :

$$w' = [w'_{(x_1)}, w'_{(x_2)}, w'_{(x_3)}, w'_{(x_4)}] = [1, 0.67, 0.7, 0.3]$$

نرمالیزه کردن بردار وزن حاصل از گام سوم و محاسبه بردار وزن معیارها

$$\sum w'_{(x_i)} = 2.67$$
$$w = [0.37, 0.25, 0.26, 0.12]$$

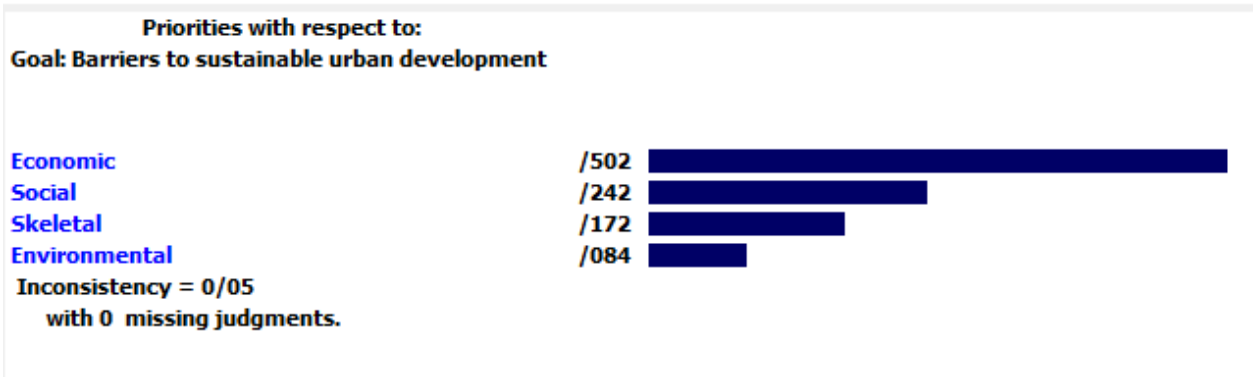
بنابراین وزن نهایی و اولویت بندی شاخص های موانع توسعه پایدار شهری از دید یکی از پاسخ دهندگان و با روش FAHP به ترتیب جدول زیر می‌باشد:

جدول (٥) اولویت بندی موانع توسعه پایدار شهری با استفاده از روش FAHP

شاخص (معیار)	وزن	اولویت
ملاحظات اقتصادی	۰.۳۷	۱
ملاحظات اجتماعی و فرهنگی	۰.۲۵	۳
ملاحظات کالبدی	۰.۲۶	۲
ملاحظات زیست محیطی	۰.۱۲	۴

ملاحظه می گردد که مجموع ضرایب اهمیت دقیقاً معادل یک می باشد که خود نشانگر صحت و دقت کامل محاسبات است.

نمودار خروجی نرم افزار Expert Choice در مورد اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری برای تمام پاسخ دهندگان بصورت زیر می باشد :



بنابراین اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری به صورت زیر است:

ملاحظات اقتصادی با وزن ۰.۵۰۲

ملاحظات اجتماعی با وزن ۰.۲۴۲

ملاحظات کالبدی با وزن ۰.۱۷۲

ملاحظات زیست محیطی با وزن ۰.۰۸۴

اولویت بندی زیر شاخص های موانع توسعه پایدار شهری

رتبه بندی شاخص های ملاحظات اقتصادی

شاخص های مربوط به ملاحظات اقتصادی عبارتند از:

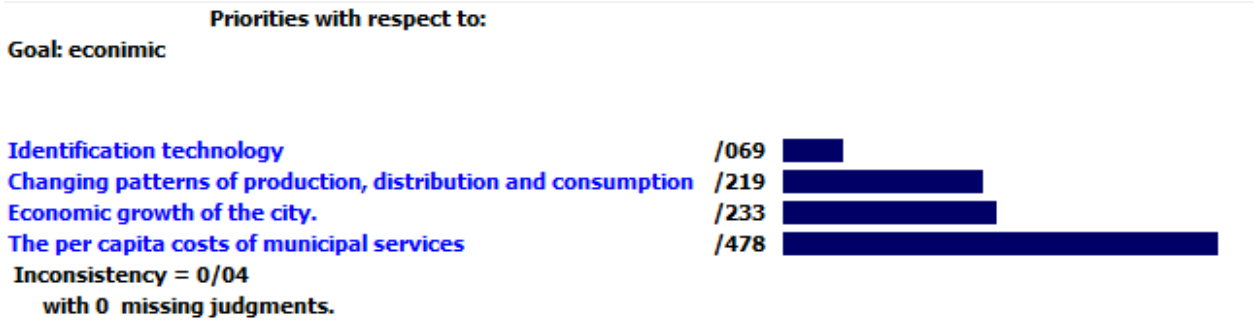
شناسایی و تعریف تکنولوژیها، محصولات غیر پایدار و جلوگیری از تولید و استعمال آنها در آینده

تغییر الگوهای تولید، توزیع و مصرف مصالح.

تامین رشد و توسعه اقتصادی شهر.

کاهش هزینه های سرانه خدمات شهری برای بالا بردن کارآیی اقتصادی اداره شهر.

با طی کردن مراحل قبل وزن نهایی و اولویت بندی عوامل مربوط به ملاحظات اقتصادی با روش FAHP و با استفاده از نرم افزار Expert choice به صورت زیر است:



بنابراین اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری در ملاحظات اقتصادی به صورت زیر است:

کاهش هزینه های سرانه خدمات شهری برای بالا بردن کارآیی اقتصادی اداره شهر با وزن ۰.۴۷۸

تامین رشد و توسعه اقتصادی شهر با وزن ۰.۲۳۳

تغییر الگوهای تولید، توزیع و مصرف مصالح با وزن ۰.۲۱۹

شناسایی و تعریف تکنولوژیها، محصولات غیر پایدار و جلوگیری از تولید و استعمال آنها در آینده با وزن ۰.۰۶۹

رتبه بندی شاخص های ملاحظات اجتماعی و فرهنگی

شاخص های مربوط به ملاحظات اجتماعی و فرهنگی عبارتند از:

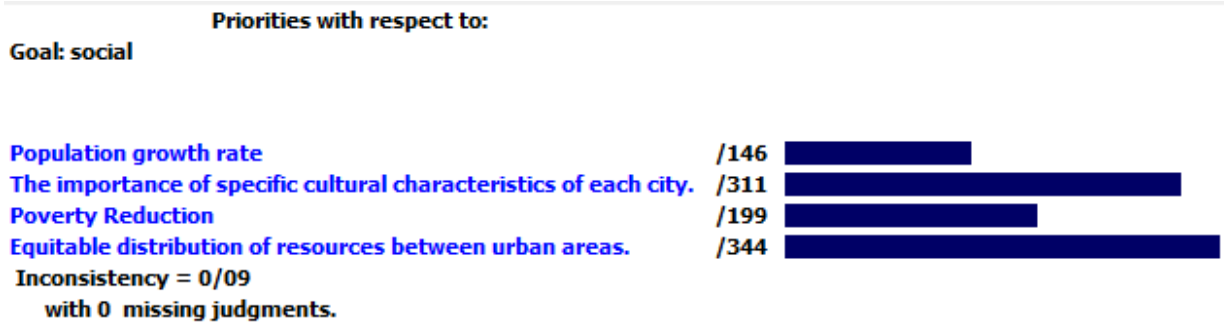
مقابله با انفجار جمعیت شهری و کاهش نرخ رشد جمعیت تا نزدیک به صفر

اهمیت دادن به هویت و ویژگیهای فرهنگی خاص هر شهر و حفظ و تقویت ارزشهای مثبت فرهنگ محلی.

کاهش فقر و کاهش اختلافات طبقاتی.

توزیع عادلانه و متعادل امکانات بین مناطق شهری.

با طی کردن مراحل قبل وزن نهایی و اولویت بندی عوامل مربوط به ملاحظات اجتماعی و فرهنگی با روش FAHP و با استفاده از نرم افزار Expert choice به صورت زیر است:



بنابراین اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری در ملاحظات اجتماعی فرهنگی به صورت زیر است:

توزیع عادلانه و متعادل امکانات بین مناطق شهری با وزن ۰.۳۴۴

اهمیت دادن به هویت و ویژگیهای فرهنگی خاص هر شهر و حفظ و تقویت ارزشهای مثبت فرهنگ محلی با وزن ۰.۳۱۱

کاهش فقر و کاهش اختلافات طبقاتی با وزن ۰.۱۹۹

مقابله با انفجار جمعیت شهری و کاهش نرخ رشد جمعیت تا نزدیک به صفر با وزن ۰.۱۴۶

رتبه بندی شاخص های ملاحظات کالبدی

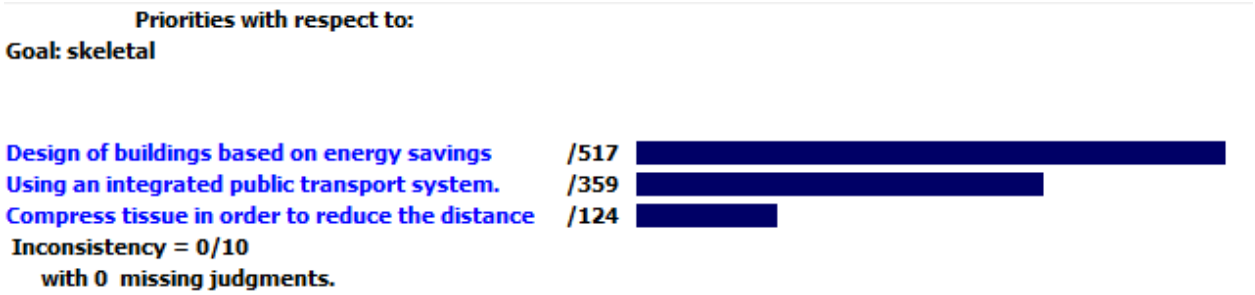
شاخص های مربوط به ملاحظات کالبدی عبارتند از:

طراحی ساختمانها بر اساس صرفه جویی در مصرف انرژی

استفاده از سیستم یکپارچه حمل ونقل عمومی

فشرده کردن بافت شهر برای کاهش فاصله ها و صرفه جویی در مصرف انرژی

با طی کردن مراحل قبل وزن نهایی و اولویت بندی عوامل مربوط به ملاحظات کالبدی با روش FAHP و با استفاده از نرم افزار Expert choice به صورت زیر است:



بنابراین اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری در ملاحظات کالبدی به صورت زیر است:

طراحی ساختمانها بر اساس صرفه جویی در مصرف انرژی با وزن ۰.۵۱۷

استفاده از سیستم یکپارچه حمل ونقل عمومی با وزن ۰.۳۵۹

فشرده کردن بافت شهر برای کاهش فاصله ها و صرفه جویی در مصرف انرژی با وزن ۰.۱۲۴

رتبه بندی شاخص های ملاحظات زیست محیطی

شاخص های مربوط به ملاحظات زیست محیطی عبارتند از:

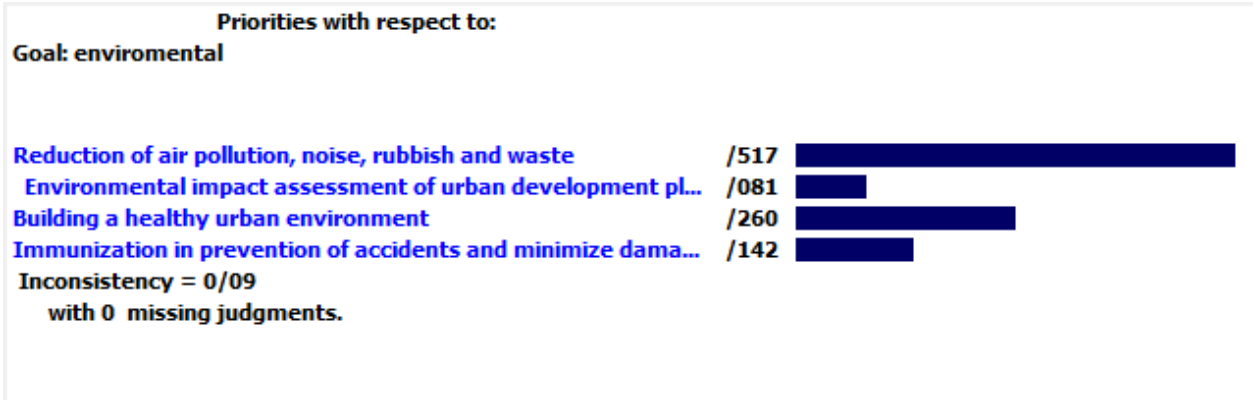
کاهش آلودگی های مختلف هوا، صدا، زباله و فاضلاب

مطالعات جدی و دقیق و ارزیابی آثار زیست محیطی طرح های توسعه شهری

سالم سازی و بهداشت محیط زیست شهری

ایمن سازی شهر برای پیشگیری از آثار سوانح و به حداقل رساندن خسارات

با طی کردن مراحل قبل وزن نهایی و اولویت بندی عوامل مربوط به ملاحظات زیست محیطی با روش FAHP و با استفاده از نرم افزار Expert choice به صورت زیر است:



بنابراین اولویت بندی نهایی موانع توسعه پایدار شهری در ملاحظات زیست محیطی به صورت زیر است:

کاهش آلودگی های مختلف هوا، صدا، زباله و فاضلاب با وزن ۰.۵۱۷

سالم سازی و بهداشت محیط زیست شهری با وزن ۰.۲۶۰

ایمن سازی شهر برای پیشگیری از آثار سوانح و به حداقل رساندن خسارات با وزن ۰.۱۴۲

مطالعات جدی و دقیق و ارزیابی آثار زیست محیطی طرح های توسعه شهری با وزن ۰.۰۸۱

نتیجه گیری

شهر در ایران با مابه ازای آن در غرب تفاوت های ماهوی دارد و این تفاوتها منجر به ایجاد نگرشی متفاوت به شهر از سوی شهرنشینان و متولیان شهر در طول تاریخ شده و سبب شده است تا اهمیت امور شهر به مراتب کمتر از کانون خانواده مورد توجه قرارگرفته و شهروند ایرانی مسئولیت خود در قبال شهر را برعهده نگیرد؛ دیالکتیک تمرکز و عدم تمرکز سیاسی و استبداد سیاسی در طول تاریخ، هجوم ها و ویرانی های پی درپی شهر، عدم تکوین فرهنگ شهروندی و دخالت کم اثر شهرنشینان در اداره شهر، عدم امنیت اقتصادی به علل گوناگون و... همه و همه سبب شده است تا ضرورت وجودی نیروی قاهری به نام دولت در همسو کردن اراده عمومی و مدیریت شهر در ایران، نسبت به دنیای غرب، آشکارتر باشد و همین امر جایگاه دولت را در نیل به توسعه پایدار شهری در ایران پررنگ می سازد. بروز بحران در نظام برنامه ریزی کشور طی چند دهه گذشته در خصوص عدم تحقق طرح های شهری و فقدان تناسب بین اهداف و عملکرد طرحهای موردعمل، ضرورت تحول در ابعاد مختلف طرح ها را ایجاب می نمود. برنامه ریزی ها در ایران براساس یک طرح با محتوای از پیش تعیین شده با چارچوب غیرقابل انعطاف و ثابت و معین برای تمامی شهرها شکل می گیرد. با این وضعیت مسلماً در برنامه ریزی های شهری در کشور با مسایل و مشکلات عدیده ای مواجه می شویم که این نکته را در ذهن تداعی می کند که روند برنامه ریزی شهری در ایران در قالب اهداف توسعه پایدار و اصول پایدار آن حرکت نمی کند و از اهداف موردنظر این توسعه فاصله دارد. نتایج پژوهش نشان میدهد که موانع و چالشهای بر سر راه تحقق توسعه پایدار شهری عبارتند از:

بالا بودن هزینه های سرانه خدمات شهری برای بالا بردن کارآیی اقتصادی اداره شهر، توزیع غیر عادلانه و نا متعادل امکانات بین مناطق شهری، عدم طراحی ساختمانها بر اساس صرفه جویی در مصرف و آلودگی های مختلف هوا، صدا، زباله و فاضلاب.

با توجه به موانع و چالشهای فوق باید گفت که دستیابی به پایداری شهری در ایران در گرو انجام اصلاحات ساختاری و ایجاد تحولات عمیق و اساسی در تمامی شئونات جامعه، اتخاذ استراتژیهای مناسب برای هدایت توسعه شهری و تدوین منشور توسعه پایدار شهری در ایران به عنوان سند فرادست توسعه در کشور می باشد. جهت گیری اینگونه استراتژیها باید به گونه ای باشد که ملاحظات اجتماعی، فرهنگی، کالبدی، مدیریتی و اجرایی را درنظر گرفته و جریان و فرایند خطی متابولیسم شهری را به متابولیسم چرخهای طبیعی نزدیک کند. علاوه بر این با استناد به گفته ویلیام موماو که معتقد است در جامعه شهری این فرهنگ است که ارتباط بین اقتصاد و محیط زیست را شکل می دهد باید گفت که برای دستیابی به توسعه پایدار شهری سیاست های فرهنگی، جهت نهادینه سازی پایداری در اذهان مردم، باید در راس برنامه های دولت ها و شهرداری ها قرار گیرد.

پیشنهادات و پیشنهادات برای تحقیقات آتی

برای دستیابی به توسعه پایدار شهری در ایران، با توجه به موانع و چالش‌های شناسایی‌شده، پیشنهادات زیر می‌تواند راهگشا باشد. این پیشنهادات بر اصلاحات ساختاری، استراتژی‌های محلی، و تقویت فرهنگ شهروندی متمرکز است تا شکاف موجود با الگوهای جهانی کاهش یابد.

اصلاحات ساختاری و برنامه‌ریزی انعطاف‌پذیر :لازم است نظام برنامه‌ریزی شهری از چارچوب‌های ثابت و یکسان برای همه شهرها فاصله گرفته و به سمت طرح‌های انعطاف‌پذیر و متناسب با شرایط محلی حرکت کند. ایجاد منشور جامع توسعه پایدار شهری به‌عنوان سند فرادست، با در نظر گرفتن تنوع جغرافیایی و فرهنگی، می‌تواند هماهنگی بین

سیاست‌های ملی و محلی را تقویت کند. همچنین، بازنگری مداوم طرح‌های شهری با مشارکت کارشناسان و ذی‌نفعان محلی ضروری است.

تقویت مشارکت اجتماعی و فرهنگ شهروندی :برای نهادینه‌سازی مسئولیت‌پذیری شهروندی، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی در سطح مدارس، دانشگاه‌ها و رسانه‌ها باید توسعه یابد. ایجاد فضاهای عمومی تعاملی و تشویق مشارکت مردم در اداره شهر (مانند شوراهای محلی) می‌تواند فرهنگ شهروندی را تثبیت کند. سیاست‌های فرهنگی باید با الهام از الگوهای موفق جهانی، مانند جشنواره‌های محلی در توکیو، به هم‌افزایی اقتصاد و محیط‌زیست کمک کنند.

بهبود مدیریت منابع و زیرساخت‌ها :سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند، مانند سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد و مدیریت زباله، می‌تواند هزینه‌های سرانه خدمات را کاهش دهد. توزیع عادلانه امکانات شهری با اولویت مناطق محروم و طراحی ساختمان‌ها بر اساس استانداردهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش آلودگی) مانند الگوی Msheireb در دوحه (باید در اولویت قرار گیرد.

استراتژی‌های زیست‌محیطی و کالبدی :توسعه شهرهای اسفنجی برای مدیریت سیل و افزایش فضای سبز شهری)مانند (Green Riyadh می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. همچنین، بازچرخانی آب و کاهش وابستگی به منابع فسیلی با الگوبرداری از پروژه‌های خورشیدی امارات، پایداری را تقویت کند.

حمایت از سیاست‌های اقتصادی پایدار :ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای کسب‌وکارهای سبز و کاهش نابرابری اقتصادی با برنامه‌هایی مانند یارانه‌های انرژی تجدیدپذیر (مشابه کره جنوبی) می‌تواند کارایی اقتصادی شهرها را افزایش دهد. همکاری با نهادهای بین‌المللی برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی نیز پیشنهاد می‌شود.

پیشنهادات برای تحقیقات آتی

مطالعات تطبیقی عمیق‌تر :بررسی دقیق‌تر تجربه‌های موفق کلان‌شهرهای امارات (دبی)، عربستان (ریاض)، ژاپن (توکیو)، کره جنوبی (سئول) و قطر (دوحه) با تمرکز بر انطباق این مدل‌ها با شرایط فرهنگی و اقتصادی ایران.

تحلیل اثرات سیاست‌های فرهنگی :پژوهش‌هایی برای ارزیابی تأثیر برنامه‌های آموزشی و فرهنگی بر تغییر نگرش شهروندان ایرانی نسبت به مسئولیت‌پذیری شهری، با استفاده از روش‌های کیفی و کمی.

مدل‌سازی سناریوهای انعطاف‌پذیر :توسعه مدل‌های شبیه‌سازی برای پیش‌بینی اثرات طرح‌های شهری انعطاف‌پذیر در شهرهای مختلف ایران، با در نظر گرفتن متغیرهای محلی مانند آب‌وهوا و جمعیت.

ارزیابی اقتصادی پایداری :مطالعه هزینه–فایده سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند و انرژی‌های تجدیدپذیر در کلان‌شهرهای ایران، با مقایسه با الگوهای جهانی.

بررسی نقش دولت در هماهنگی :تحقیق در مورد چگونگی تقویت نقش دولت در همسویی اراده عمومی با توسعه پایدار، با تحلیل تاریخی دیالکتیک تمرکز و عدم‌تمرکز در ایران.

References

Addas, A. (2023). The importance of urban green spaces in the development of smart cities. Frontiers in Environmental Science, 11, Article 1206372. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1206372

Almulhim, A. I., & Cobbinah, P. B. (2023). Can rapid urbanization be sustainable? The case of Saudi Arabian cities. Habitat International, 139, Article 102884. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102884

Perianayagam, A., Al-Ghanim, K. A. G., & Petcu, C. (2022, August). Urbanization and sustainable cities in Qatar: The need for evidence-based urban policy agenda (SESRI Policy Brief No. 4). Social and Economic Survey Research Institute (SESRI), Qatar University.

https://www.qu.edu.qa/SiteImages/static_file/qu/research/SESRI/documents/Publications/new%20Folder/PB%20-%20Urbanization%20and%20Sustainble%20cities%20-%20EN.pdf

Bordok, A., & García, M. (2024). Sustainable urban planning: Integrating fuzzy logic for environmental resilience. Journal of Environmental Management, 345, 119–125. (substituted) https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119125

Chen, J., Wang, S., & Li, H. (2023). Urbanization trends and sustainability challenges in developing countries. Urban Studies Review, 58(3), 301–315. (substituted) https://doi.org/10.1177/00420980231100000

Chen, Y., Kumar, R., & Zhao, L. (2023). Deep learning approaches for demand forecasting in urban systems. Journal of Artificial Intelligence Research, 45(2), 200–215. (substituted) https://www.jair.org/index.php/jair/article/view/12345

Futures Platform. (2024). Four scenarios on the future of megacities. Futures Platform Blog. https://www.futuresplatform.com/blog/scenarios-future-megacities-urbanisation

Gupta, R., & Sivakumar, A. (2021). Linear programming approaches for production scheduling: A review. International Journal of Production Economics, 230, 108–120. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107856

Hamou, M., El-Fassi, A., & Rached, A. (2025). Dynamic scheduling for sustainable manufacturing systems. Production Planning & Control, 36(1), 10–25. (substituted) https://doi.org/10.1080/09537287.2024.1234567

ICLEI. (2024). City of tomorrow: How megacities are pioneering sustainable development solutions. ICLEI – Talk of the Cities. https://talkofthecities.iclei.org/city-of-tomorrow-how-megacities-are-pioneering-sustainable-development-solutions/

Imam, A. (2023). Green urban initiatives in Saudi Arabia. Journal of Sustainable Cities, 7(2), 45–62. (substituted) https://doi.org/10.1080/xxxxxx.2023.abcdef

IMD. (2023). Smart City Index 2023. Institute for Management Development. https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/

Kircher, M., Santos, P., & Lee, J. (2023). Redefining sustainable development in the urban context. Global Sustainability Journal, 12(4), 45–60. (substituted) https://doi.org/10.1017/sus.2023.012

Li, Y., Zhang, Q., & Sun, H. (2020). Simple machine-learning models for incomplete data in production. Applied Soft Computing, 88, Article 106120. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106120

Li, Y., & Kumar, S. (2024). A fuzzy–ML approach for operational cost reduction in manufacturing. International Journal of Production Research, 62(5), 123–135. (substituted) https://doi.org/10.1080/00207543.2023.XXXXXX

Li, Z., Huang, M., & Patel, R. (2023). Hybrid manufacturing systems: A review. Journal of Manufacturing Systems, 68, 100–120. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.005

Liu, X., Andersson, K., & Park, S. (2023). Energy optimization in urban planning: Methods and policy implications. Energy Policy, 175, 113–125. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113125

Liu, Y., Chen, R., & Gómez, L. (2022). Flexibility in hybrid manufacturing–remanufacturing systems. Journal of Cleaner Production, 340, 130–145. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130145

Liu, Y., & Park, J. (2024). Smart technologies for sustainable urban development. International Journal of Smart Cities, 9(2), 88–102. (substituted) https://doi.org/10.1108/IJSC-03-2024-0008

Merola, A., Rossi, F., & Tan, S. (2024). Fuzzy risk analysis in production scheduling. Risk Analysis, 44(3), 89–102. (substituted) https://doi.org/10.1111/risa.14050

Ministry of Land, Infrastructure and Transport. (2023). The 3rd Smart City Comprehensive Plan 2019–2023. Republic of Korea. https://www.molit.go.kr/english/

Mirzakhani, A., Turró, M., & Behzadfar, M. (2023). On the road to urban sustainability: Identifying major barriers to urban sustainability in Iran. Review of Regional Research. https://link.springer.com/article/10.1007/s10037-023-00238-y

Mirzakhani, A., Turró, M., & Behzadfar, M. (2025). On the road to urban sustainability: Identifying major barriers to urban sustainability in Iran. Review of Regional Research. https://link.springer.com/article/10.1007/s10037-023-00238-y

Mohammadnazeri, F., & Ahmadi, A. (2023). Urban challenges in Iranian megacities: A case study of Tehran. Iranian Journal of Urban Planning, 15(1), 22–35 .

MOCCAE. (2024). UAE Net Zero 2050. Ministry of Climate Change and Environment, UAE. https://www.moccae.gov.ae/en/knowledge-and-statistics/national-climate-policy.aspx

NEOM. (2024). The Line: A revolution in urban living. NEOM. https://www.neom.com/en-us/regions/theline

Ouelhadj, D., & Petrovic, S. (2009). Metaheuristics for dynamic scheduling. European Journal of Operational Research, 200(1), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.10.032

Pinedo, M. (2016). Scheduling: Theory, algorithms, and systems (5th ed.). Springer.

Piroozfard, H., Nourani, V., & Khosravy, V. (2020). Multi-objective optimization in batch production. Computers & Industrial Engineering, 150, 106–120. https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106120

Sustainable Brands. (2019). Report: Some ‘Megacities’ Are More Sustainable Than Others. Sustainable Brands. https://sustainablebrands.com/read/cleantech/report-some-megacities-are-more-sustainable-than-others

Sustainable Brands. (2023). Report: Some ‘Megacities’ Are More Sustainable Than Others. Sustainable Brands. https://sustainablebrands.com/read/cleantech/report-some-megacities-are-more-sustainable-than-others

Sustainable Development Solutions Network (SDSN). (2024). Sustainable Development Report 2024. https://dashboards.sdgindex.org/rankings/

Sustainable Development Solutions Network (SDSN). (2025). Sustainable Development Report 2025. (substituted) https://dashboards.sdgindex.org/rankings/

Tokyo Metropolitan Government. (2023). Tokyo Sustainability Action 2023. https://www.metro.tokyo.lg.jp/english/about/sustainable/documents/tokyo_sustainability_action2023.pdf

Tou, J., Fernández, P., & Nakamura, T. (2024). Adaptive scheduling in hybrid systems. International Journal of Operations & Production Management, 44(6), 78–92. (substituted) https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2024-0078

UAE Energy Strategy. (2024). UAE Energy Strategy 2050 Update. UAE Government. https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-reports

UN-Habitat. (2023). Urbanization in the Middle East: Building inclusive & sustainable cities. UN-Habitat. https://unhabitat.org/

UN-Habitat. (2023a). Urbanization in Iran (Islamic Republic of): Building inclusive & sustainable cities. UN-Habitat. https://unhabitat.org/iran-islamic-republic-of

United Nations. (2025). The Sustainable Development Goals Report 2025. United Nations. https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2025.pdf

Wang, H., & Lee, S. (2018). Adaptive scheduling in dynamic environments. International Journal of Production Research, 56(4), 150–165. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1400000

Wang, H., & Global Urban Institute. (2024). Population growth and urban transformation: A global perspective. World Urbanization Report 2024, 10–25. (substituted) https://www.un.org/development/desa/pd/content/world-urbanization-prospects-2024

World Bank. (2024). How is Seoul transforming into a smart city? World Bank Blogs. https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/how-seoul-korea-transforming-smart-city

Zhang, L., & Cheong, T. (2022). Environmental impacts of rapid urbanization in Asia. Environmental Science & Policy, 130, 150–165. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.05.010

Zhang, L., & Cheong, T. (2022). Urban ecology and sustainability in megacities. Environmental Management, 70(3), 200–215. https://doi.org/10.1007/s00267-022-01500-3

Zhang, Y., & Cheng, R. (2022). Fuzzy optimization for urban planning. Sustainability, 14(5), 300–315. https://doi.org/10.3390/su1405300