





Research Paper

## Assessing the relationship between environmental knowledge and stakeholder priorities in implementing green infrastructure in urban runoff reduction \*

Azar Vaezi Heir<sup>1</sup> , Gholamreza Nabi Bidhendi<sup>2</sup> , Esmaeil Salehi<sup>3</sup> , Ali Daryabeigi Zand<sup>4</sup>   
Mohammad Sadegh Sadeghian<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Ph.D. in Environmental planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

<sup>3</sup> Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

<sup>4</sup> Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

<sup>5</sup> Professor, Faculty of Civil and Earth Resources Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



10.22080/jsn. [10.22080/JSN.2026.31070.1138](https://doi.org/10.22080/JSN.2026.31070.1138)

Received:  
January 15, 2026  
Accepted:  
March 15, 2026

Keywords:  
Ecosystem Services,  
Environmental  
Knowledge, Green  
Infrastructure,  
Stakeholders, Urban  
Runoff

### Abstract

In recent years, the use of green infrastructure has been considered as a new approach in urban runoff management and climate change adaptation. However, understanding the extent of environmental knowledge and how it affects stakeholders' prioritization for implementing these infrastructures, especially in semi-arid urban areas, is still limited. This study aimed to investigate the relationship between stakeholders' environmental knowledge and their priorities in implementing different types of green infrastructures (including rain gardens, bio-retention cells, and vegetative swales) in Darabad, Tehran. The research method was a survey-based questionnaire distributed among representatives of governmental and non-governmental organizations, the municipality, the academic community, and the private sector. The results showed that the level of environmental knowledge has a significant impact on stakeholders' perceptions and preferences towards the performance of green infrastructure ecosystem services. Stakeholders with higher knowledge gave the highest priority to services related to runoff reduction, groundwater recharge, and climate adaptation, while groups with lower knowledge emphasized more on aesthetic and economic values. These findings highlight the importance of education and capacity building among stakeholders in the successful implementation of green infrastructure strategies in urban semi-arid areas.

\* **Corresponding Author:** Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

**Address:** Faculty of Environment, No. 15, corner of Dr. Abdul Hossein Zarinkob Alley, Qods St., Engelab St., Tehran, Iran. **Email:** adzand@ut.ac.ir **Tel:** +982166404647



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

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

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Rapid urbanization, land-use changes, and the expansion of impervious surfaces have significantly increased the volume and intensity of urban runoff while reducing natural infiltration capacities in many cities. In semi-arid regions such as Tehran, these challenges are exacerbated by climate variability, uneven rainfall patterns, and the overexploitation of groundwater resources. In response, Green Infrastructure (GI) has emerged as a sustainable, nature-based solution to urban runoff management by mimicking natural hydrological processes and delivering multiple ecosystem services (Fletcher et al., 2015; Gómez-Baggethun & Barton, 2013).

Despite the proven environmental and social benefits of GI including stormwater regulation, groundwater recharge, temperature moderation, and aesthetic enhancement, its large-scale adoption in developing countries remains limited. Recent studies suggest that beyond technical and economic constraints, stakeholders' environmental knowledge and perceptions play a decisive role in shaping the acceptance and prioritization of GI strategies (Thorne et al., 2018; Meerow & Newell, 2017). Understanding how different stakeholder groups (governmental, municipal, academic, private sector, and NGOs) perceive and value GI can provide critical insights for improving policy integration and practical implementation. Accordingly, this study investigates the relationship between environmental knowledge levels and stakeholders' priorities regarding ecosystem services provided by GI in urban runoff management, using the Darabad catchment in Tehran as a case study.

### 2. Research Methodology

This study employed a quantitative, survey-based approach targeting 45 key stakeholders involved in water management, urban planning, and environmental decision-making within the Darabad sub-catchment of northeastern Tehran. The participants were selected through purposive and snowball sampling methods to ensure inclusion of diverse perspectives from governmental agencies, municipalities, academic institutions, consulting firms, and NGOs.

Data were collected using a structured questionnaire consisting of four sections:

- Knowledge and awareness of environmental and water management concepts;
- Perceptions of the effectiveness of different GI types (Bio-retention Cells, Vegetative Swales, Rain Gardens);
- Assessment of positive and negative ecosystem services provided by GI and
- Demographic and professional background information.

Responses were measured on a 5-point Likert scale ranging from “very low” to “very high.” Data analysis was conducted using descriptive statistics. The validity of the questionnaire was confirmed through expert review, and its reliability was assessed using Cronbach's alpha. Descriptive statistics including mean, median, frequency distributions were calculated to analyze stakeholder environmental knowledge and perceptions. Python's pandas package ensured accurate results for these calculations. In the following, non-parametric tests (Kruskal–Wallis H, Mann–Whitney U, and Tukey) were applied using `scipy.stats.kruskal` and `scipy.stats.mannwhitneyu`, to examine relationships between demographic variables and response variables, including environmental knowledge, ES supply, demand (Virtanen et al., 2020; Corder & Foreman, 2009).

### 3. Research Findings

Findings revealed that 95% of respondents were moderately to highly familiar with the concept of green infrastructure, and 98% recognized its necessity for urban runoff control. However, the prioritization of ecosystem services varied significantly across knowledge levels. Stakeholders with higher environmental knowledge prioritized regulating and hydrological services such as runoff reduction, groundwater recharge, and water quality improvement while those with lower knowledge levels emphasized cultural and aesthetic services. Statistical analysis confirmed a strong positive correlation between environmental knowledge and prioritization of regulating ecosystem services (Spearman's  $r = 0.71$ ,  $p < 0.01$ ). The respondents ranked three GI types (rain gardens, vegetative swales, and bio-retention cells) in their ability to provide 13 ecosystem services to determine the relative contribution of each type of infrastructures to provide these services (Figure 1).

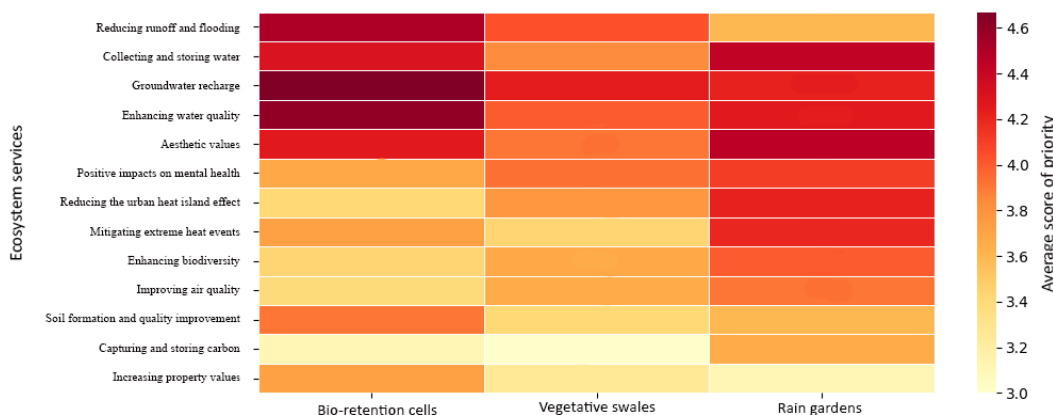


Figure 1. Heatmap of ES supply by rain gardens, bio-retention cells, and vegetative swale

According to results bio-retention cells have the highest rank in reducing the volume and peak runoff, improving water quality, collection and storage of groundwater and supplying groundwater, which reflects the design of these structures with infiltration, filter, and vegetative cover layers (Kabisch et al., 2016; Fletcher et al., 2015). In contrast, the rain garden has gained great points for indicators such as improving the quality of Aesthetic values, enhancing biodiversity, water storage and adjustment of environment temperature and have a dual importance from the viewpoint of stakeholders both in terms of environmental quality and hydrological function (Berland et al., 2013). In general, water-related regulatory services are at the highest level of importance (e.g., runoff and flood reduction is in the first place). These results suggest strong consensus about the key role of reducing flood risk in the face of increasing risks arising from climate change and urban development (Fletcher et al., 2015). Also collecting and storage of water and recharging groundwater highlight the importance of water security in semi-arid urban textures. Services related to mitigation of extreme heat events and reducing the effect of urban heat island are also important in the upper half of the spectrum, although more dispersion is observed in the ratings; a pattern that is consistent with the evidence of the role of urban vegetation in promoting thermal comfort and climate resilience (Bowler et al. 2010). The findings of this section indicate that independent of the organizational role or activity sector, the stakeholders identify water-related ecosystem services as the main priorities of green infrastructure; so that the reduction in runoff and flood, collection and storage of groundwater for future uses and the recharging of groundwater is almost important in all groups of stakeholders. This pattern is restricted to semi-arid conditions of Darabad and the continuity of challenges related to water shortages and the necessity of optimal management of limited resources; a result is consistent with the findings from Kabisch et al. (2016) regarding the importance of nature-based solutions in cities under water stress. Gomez-Baggethun and (2013) have shown that valuation of ecosystem services in urban areas is influenced by local environmental issues and stakeholders' expectations and this has important implications for urban planning and resilience strategies.

## 4. Conclusion

The study highlights that environmental knowledge significantly influences how stakeholders perceive and prioritize the functions of green infrastructure. Enhancing environmental literacy can thus play a pivotal role in shifting stakeholder preferences from short-term aesthetic values toward long-term hydrological and ecological benefits. For cities like Tehran, where water scarcity and flash floods coexist, such a shift in perception is critical for sustainable urban water management.

To achieve this, policy efforts should focus on:

- Capacity building and education for municipal officials, engineers, and local communities to deepen understanding of GI functions;
- Institutional coordination among environmental, municipal, and water authorities to integrate GI into urban planning;
- Securing financial mechanisms for operation and maintenance; and
- Designing context-specific GI systems that address local hydrological and social needs.

Ultimately, fostering environmental knowledge and collaboration among stakeholders can enhance the social acceptance, technical effectiveness, and long-term sustainability of green infrastructure, contributing to resilient and climate-adaptive urban environments in Iran and beyond.

## Funding

This work was financially and institutionally supported by the Tehran Urban Research and Planning Center.

## Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

## Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

## Acknowledgments

We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

علمی پژوهشی

## ارزیابی ارتباط بین دانش محیط زیستی و اولویت‌های ذی‌نفعان در اجرای زیرساخت‌های سبز در کاهش رواناب شهری\*

آذر واعظی هیر<sup>۱</sup> ID، غلامرضا نبی بیدهندی<sup>۲</sup> ID، اسماعیل صالحی<sup>۳</sup> ID، علی دریابیگی زند<sup>۴</sup> ID، محمدصادق صادقیان<sup>۵</sup> ID

doi 10.22080/jsn. 10.22080/JSN.2026.31070.1138

### چکیده

در سال‌های اخیر، استفاده از زیرساخت‌های سبز به‌عنوان رویکردی نوین در مدیریت رواناب شهری و سازگاری با تغییرات اقلیمی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، درک میزان دانش محیط زیستی و نحوه تأثیر آن بر اولویت‌گذاری ذی‌نفعان برای اجرای این زیرساخت‌ها، به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک شهری، هنوز محدود است. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط میان دانش محیط زیستی ذی‌نفعان و اولویت‌های آنان در به‌کارگیری انواع مختلف زیرساخت‌های سبز (شامل باغ‌باران، سلول‌های زیست‌نگهدارنده و جوی باغچه‌ها) در دارآباد تهران انجام شده است. روش پژوهش مبتنی بر پیمایش پرسش‌نامه‌ای بوده که میان نمایندگان از سازمان‌های دولتی و غیردولتی، شهرداری، جامعه دانشگاهی و بخش خصوصی توزیع گردید. نتایج نشان داد که سطح دانش محیط زیستی تأثیر معناداری بر درک و ترجیحات ذی‌نفعان نسبت به عملکرد خدمات اکوسیستمی زیرساخت‌های سبز دارد. ذی‌نفعانی با دانش بالاتر، بیشترین اولویت را به خدمات مرتبط با کاهش رواناب، تغذیه آب زیرزمینی و سازگاری اقلیمی داده‌اند، در حالی که گروه‌هایی با دانش کم‌تر، بیشتر بر ارزش‌های زیبایی‌شناختی و اقتصادی تأکید داشتند. این یافته‌ها اهمیت آموزش و ظرفیت‌سازی میان ذی‌نفعان را در موفقیت اجرای راهبردهای زیرساخت سبز در مناطق نیمه‌خشک شهری برجسته می‌کند.

تاریخ دریافت:

۲۵ دی ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش:

۲۴ اسفند ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها:

زیرساخت سبز؛ خدمات اکوسیستمی؛  
دانش محیط زیستی؛ ذی‌نفعان؛  
رواناب شهری

\* نویسنده مسؤول: علی دریابیگی زند

آدرس: دانشیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست و HSE، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ایمیل: adzand@ut.ac.ir  
تلفن: ۰۲۱۶۶۴۰۴۶۴۷. تهران، ایران.

<sup>۱</sup> دکتری تخصصی گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست و HSE، دانشگاه تهران، تهران، ایران. azar.vaeziheir@ut.ac.ir

<sup>۲</sup> استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ghhendi@ut.ac.ir

<sup>۳</sup> استاد گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست و HSE، دانشگاه تهران، تهران، ایران. tehranssaleh@ut.ac.ir

<sup>۴</sup> دانشیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست و HSE، دانشگاه تهران، تهران، ایران. نویسنده مسئول. adzand@ut.ac.ir

<sup>۵</sup> استاد گروه مهندسی عمران، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. moh.sadeghiyan@iauctb.ac.ir

## ۱ مقدمه

رشد شتابان شهرنشینی، تغییر کاربری اراضی و گسترش سطوح نفوذناپذیر در دهه‌های اخیر، موجب افزایش قابل توجه رواناب‌های سطحی و کاهش نفوذ طبیعی آب در مناطق شهری شده است (Fletcher et al., 2015). این روند، علاوه بر تشدید خطر سیلاب‌های ناگهانی، به افت کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی و در نهایت کاهش تاب‌آوری اکولوژیکی شهرها منجر شده است. در این میان، تغییرات اقلیمی و نوسانات بارش در مناطق نیمه‌خشک مانند تهران، وضعیت مدیریت رواناب شهری را بیش از پیش پیچیده کرده است. برای پاسخ به این چالش‌ها، در دو دهه اخیر رویکردی تحت عنوان زیرساخت‌های سبز<sup>۱</sup> به‌عنوان جایگزینی پایدار و طبیعت‌محور برای سامانه‌های زه‌کشی سنتی معرفی شده است (Ranjha, 2016). زیرساخت‌های سبز مجموعه‌ای از سازه‌ها و فضاهای طبیعی یا شبه‌طبیعی‌اند که فرآیندهای اکولوژیکی را در چرخه آب بازتولید کرده و از طریق نفوذ، تبخیر-تعرق و تصفیه زیستی، باعث کاهش حجم رواناب، بهبود کیفیت آب و افزایش خدمات اکوسیستمی می‌شوند (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). از جمله مهم‌ترین این سازه‌ها می‌توان به سلول زیست نگهدارنده<sup>۲</sup>، جوی باغچه‌ها<sup>۳</sup> و باغ‌باران‌ها<sup>۴</sup> اشاره کرد که هر یک، بسته به شرایط اقلیمی، شیب زمین و الگوی بارش، کارکرد متفاوتی در مدیریت آب شهری دارند (Berland et al., 2017).

با وجود اثبات مزایای فنی و زیست‌محیطی زیرساخت‌های سبز در کاهش رواناب و بهبود کیفیت محیط شهری، پذیرش و اجرای گسترده آن‌ها در کشورهای درحال توسعه همچنان محدود است (Brown & Farrelly, 2009). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که موانع اجرایی زیرساخت‌های سبز تنها به جنبه‌های فنی یا اقتصادی مربوط نمی‌شود، بلکه تا حد زیادی با ادراک، نگرش و سطح دانش گروه‌های ذی‌نفع در ارتباط است (Thorne et al., 2018). این ذی‌نفعان شامل سازمان‌های دولتی، شهرداری‌ها، شرکت‌های خدمات آب، مهندسان مشاور، دانشگاهیان و سازمان‌های مردم‌نهاد هستند که هر یک نقش مهمی در طراحی، تصمیم‌گیری و اجرای برنامه‌های مرتبط با مدیریت رواناب دارند (Kabisch et al., 2016).

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که دانش محیط زیستی نقش کلیدی در شکل‌دهی به نگرش‌ها و رفتارهای مرتبط با محیط زیست ایفا می‌کند (Meerow & Newell, 2017). افرادی که درک عمیق‌تری از فرآیندهای اکولوژیکی دارند، تمایل بیشتری به حمایت از سیاست‌ها و طرح‌هایی نشان می‌دهند که بر مبنای خدمات اکوسیستمی طراحی شده‌اند (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). در مقابل، کمبود دانش یا درک ناکافی از کارکردهای اکولوژیکی می‌تواند منجر به مقاومت در برابر نوآوری‌های مدیریتی و ترجیح راه‌حل‌های سخت‌افزاری و پرهزینه شود (Roy et al., 2008). به همین دلیل، درک و سنجش ارتباط بین سطح دانش محیط زیستی و اولویت‌های ذی‌نفعان، گامی اساسی در شناسایی موانع فرهنگی و نهادی اجرای زیرساخت‌های سبز محسوب می‌شود.

در شهر تهران، به‌ویژه در نواحی شمال شرقی مانند دارآباد، تغییرات کاربری اراضی و توسعه بی‌رویه ساخت‌وساز سبب افزایش حجم و شدت رواناب‌های سطحی شده است. از سوی دیگر، محدودیت منابع آب، کاهش نفوذپذیری خاک و فرسایش اراضی، کارایی سامانه‌های سنتی زه‌کشی را به‌شدت کاهش داده است. در چنین شرایطی، رویکرد مبتنی بر زیرساخت سبز می‌تواند نه تنها به کنترل کمی رواناب کمک کند، بلکه با تأمین خدمات اکوسیستمی نظیر تنظیم اقلیم، تغذیه آب زیرزمینی و ارتقاء کیفیت منظر شهری، به بهبود پایداری اکولوژیکی نیز منجر شود (Kabisch et al., 2016; Fletcher et al., 2015).

با توجه به شکاف موجود در درک اولویت‌های ذی‌نفعان محلی در مناطق نیمه‌خشک، این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل ارتباط بین سطح دانش محیط زیستی و اولویت‌بندی خدمات اکوسیستمی زیرساخت‌های سبز از سوی ذی‌نفعان انجام شده است. در این راستا، پرسش‌های اصلی تحقیق عبارت‌اند از: (۱) سطح آگاهی ذی‌نفعان از چالش‌های محیطی منطقه و راه‌حل‌های مبتنی بر زیرساخت سبز چگونه است؟ (۲) اولویت‌های آنان در دریافت کدام خدمات اکوسیستمی متمرکز است؟ و (۳) آیا بین دانش محیط زیستی و این اولویت‌بندی ارتباط معناداری وجود دارد؟ یافته‌های این مطالعه می‌تواند چارچوبی برای برنامه‌ریزی مشارکتی و زمینه‌ساز اجرای موفق زیرساخت‌های سبز در شهرهای با شرایط مشابه فراهم کند.

<sup>1</sup> Green Infrastructure

<sup>2</sup> Bio-retention Cells

<sup>3</sup> Vegetative Swales

<sup>4</sup> Rain Gardens

## ۲ مبانی نظری

### ۱.۲ مفهوم زیرساخت‌های سبز و نقش آن در مدیریت رواناب شهری

زیرساخت‌های سبز به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین مدیریت شهری، بر استفاده از فرآیندهای طبیعی و اکولوژیکی برای بهبود عملکرد سامانه‌های آب و محیط زیست تأکید دارد. در مقابل سیستم‌های خاکستری که مبتنی بر سازه‌های سخت و کانالیزه کردن جریان‌ها هستند، زیرساخت‌های سبز از عناصر طبیعی یا شبه‌طبیعی برای ذخیره، نفوذ و تصفیه رواناب استفاده می‌کند (Fletcher et al., 2015). این مفهوم، نه تنها به کنترل کمی رواناب کمک می‌کند بلکه با بازتولید فرآیندهای زیستی، به ارتقاء کیفیت آب، کاهش دمای شهری، بهبود کیفیت هوا و افزایش تنوع زیستی نیز منجر می‌شود (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). در ادبیات جهانی، زیرساخت‌های سبز به‌عنوان رویکردی چندکارکردی شناخته می‌شود که قادر است هم‌زمان خدمات اکولوژیکی، اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی ارائه دهد (Kabisch et al., 2016). از مهم‌ترین انواع آن در حوزه مدیریت رواناب شامل سلول‌های زیست‌نگهدارنده، جوی باغچه‌ها و باغ‌باران‌ها هستند که هر کدام بسته به ویژگی‌های اقلیمی، نوع خاک و الگوی بارندگی، عملکرد متفاوتی دارند (Berland et al., 2017). در مناطق نیمه‌خشک مانند تهران، زیرساخت‌های سبز می‌توانند علاوه بر کاهش خطر سیلاب، به تغذیه سفره‌های زیرزمینی و تعدیل دمای محیط کمک کنند. این ویژگی‌ها باعث شده است زیرساخت سبز به یکی از مؤثرترین ابزارهای تحقق توسعه شهری پایدار و سازگار با تغییرات اقلیمی تبدیل شود (Thorne et al., 2018).

یکی از مهم‌ترین چارچوب‌های نظری در تحلیل کارکرد زیرساخت‌های سبز، مفهوم خدمات اکوسیستمی است. خدمات اکوسیستمی به منافع و کارکردهایی گفته می‌شود که انسان از اکوسیستم‌های طبیعی دریافت می‌کند (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). براساس طبقه‌بندی سازمان ارزیابی هزاره (MEA)، این خدمات در چهار دسته اصلی شامل تنظیمی، تأمینی، فرهنگی و پشتیبان قرار می‌گیرند.

زیرساخت‌های سبز با ایجاد پیوند میان اکوسیستم‌های طبیعی و بافت‌های مصنوعی، در واقع به بازآفرینی این خدمات در محیط‌های شهری می‌پردازند (Teixeira et al., 2022). برای مثال، کاهش رواناب، تغذیه آب زیرزمینی و بهبود کیفیت آب، مصادیقی از خدمات تنظیمی است؛ در حالی که بهبود منظر شهری، افزایش ارزش اقتصادی ملک و ارتقاء سلامت روانی شهروندان در دسته خدمات فرهنگی قرار می‌گیرند (Berland et al., 2017). مطالعات متعددی تأکید کرده‌اند که درک ذی‌نفعان از این خدمات، نقشی تعیین‌کننده در پذیرش و حمایت از اجرای پروژه‌های زیرساخت سبز دارد (Kabisch et al., 2016; Meerow & Newell, 2017; Venkataramanan et al., 2020).

### ۲.۲ دانش محیط زیستی و نقش آن در شکل‌دهی نگرش و رفتار ذی‌نفعان

مفهوم دانش محیط زیستی یکی از بنیادی‌ترین متغیرها در نظریه‌های رفتار محیط زیستی است. این دانش به میزان آگاهی افراد از مفاهیم، فرآیندها و پیامدهای محیط زیستی اطلاق می‌شود و زیربنای نگرش‌ها و رفتارهای مسؤولانه نسبت به محیط محسوب می‌گردد. در حوزه مدیریت شهری و زیرساخت‌های سبز، دانش محیط زیستی شامل درک علمی از چرخه آب، فرآیندهای اکولوژیکی، اثرات تغییر کاربری اراضی و ارزش خدمات اکوسیستمی است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزایش دانش محیط زیستی موجب ارتقاء نگرش مثبت نسبت به اقدامات پایدار و کاهش مقاومت در برابر راهکارهای نوین مانند زیرساخت‌های سبز می‌شود (Thorne et al., 2018). به‌عبارت دیگر، دانش به‌عنوان محرک شناختی، زمینه‌ساز درک بهتر کارکردهای زیرساخت‌های سبز و در نتیجه، افزایش پذیرش اجتماعی و نهادی آن است (Kremer et al., 2016). در مقابل، کمبود دانش یا درک ناقص از فرآیندهای طبیعی ممکن است باعث گرایش به طرح‌های سنتی و سخت‌افزاری شود که پایداری زیست‌محیطی را تهدید می‌کنند. ذی‌نفعان در مدیریت شهری مجموعه‌ای از نهادها، سازمان‌ها و گروه‌هایی هستند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در تصمیم‌گیری، طراحی و اجرای برنامه‌های مرتبط با محیط زیست و آب نقش دارند. این گروه‌ها شامل سازمان‌های دولتی، شهرداری‌ها، شرکت‌های آب و فاضلاب، مهندسان مشاور، دانشگاهیان و سازمان‌های مردم‌نهاد هستند. درک و اولویت‌های این گروه‌ها نقش کلیدی در میزان موفقیت اجرای زیرساخت‌های سبز دارد (Wang, 2022). مطالعات بین‌المللی نشان داده‌اند که تفاوت در دیدگاه و سطح آگاهی ذی‌نفعان می‌تواند منجر به اختلاف در اولویت‌دهی خدمات اکوسیستمی شود. برای مثال، گروه‌های فنی و مهندسی معمولاً بر خدمات تنظیمی مانند کنترل سیلاب تأکید دارند، در حالی که مدیران شهری ممکن است بیشتر به منافع اقتصادی یا زیبایی‌شناختی توجه کنند (Meerow & Newell, 2017). از این رو، تحلیل رابطه میان دانش محیط زیستی و اولویت‌های ذی‌نفعان، می‌تواند شکاف‌های شناختی و نهادی را آشکار کرده و راه را برای تصمیم‌گیری‌های هماهنگ‌تر هموار کند (Thorne et al., 2018).

### ۳.۲ چارچوب نظری پژوهش: تبیین رابطه دانش، اولویت‌ها و پذیرش ذی‌نفعان

براساس یافته‌های پژوهش‌های پیشین، رابطه میان دانش، نگرش و رفتار محیط زیستی معمولاً در قالب مدل‌های مفهومی سه‌مرحله‌ای توضیح داده می‌شود؛ بدین معنا که دانش محیط زیستی ← نگرش محیط زیستی ← رفتار و تصمیم‌گیری پایدار منجر می‌شود. در زمینه زیرساخت‌های سبز نیز این رابطه به این صورت تبیین می‌شود که هرچه آگاهی ذی‌نفعان از فرآیندهای اکولوژیکی و کارکردهای زیرساخت‌های سبز بیشتر باشد، تمایل آن‌ها به انتخاب و حمایت از پروژه‌های طبیعت‌محور افزایش می‌یابد (Fletcher et al., 2015; Cusens et al., 2023).

بر همین مبنا، چارچوب نظری این پژوهش بر سه محور اصلی استوار است:

- سطح دانش محیط زیستی ذی‌نفعان به‌عنوان متغیر مستقل؛
- اولویت‌دهی به خدمات اکوسیستمی زیرساخت‌های سبز به‌عنوان متغیر وابسته؛
- درک ذی‌نفعان از فرصت‌ها و ملاحظات اجرایی زیرساخت‌های سبز به‌عنوان متغیر میانجی.

این چارچوب در واقع ترکیبی از نظریه رفتار محیط زیستی و مدل پذیرش نوآوری‌های محیط زیستی است و بر این فرض استوار است که درک اکولوژیکی می‌تواند بر تصمیم‌گیری اجرایی و سیاستی در حوزه زیرساخت‌های سبز تأثیر بگذارد.

مطالعات انجام‌شده در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، همگی بر اهمیت آگاهی و آموزش در ترویج رویکرد زیرساخت سبز تأکید دارند. برای مثال، در پژوهش Fletcher و همکاران (۲۰۱۵) مشخص شد که نبود درک مشترک از مفاهیم و اصطلاحات فنی مربوط به زیرساخت‌های سبز، مانع اصلی در پذیرش نهادی آن در اروپا و استرالیا است. در سطح سیاستی، Newell و Meerow (۲۰۱۷) تأکید کرده‌اند که برنامه‌ریزی فضایی برای زیرساخت‌های سبز باید مبتنی بر آموزش و مشارکت چندبخشی باشد تا منافع اکولوژیکی و اجتماعی به‌طور هم‌زمان تحقق یابد. در ایران نیز، پژوهش‌های محدودی در زمینه نگرش ذی‌نفعان نسبت به زیرساخت‌های سبز انجام شده است، اما اغلب تمرکز آن‌ها بر جنبه‌های فنی و طراحی بوده است. در نتیجه، بررسی ارتباط میان دانش محیط زیستی و اولویت‌های تصمیم‌گیری ذی‌نفعان می‌تواند شکاف مهمی را در ادبیات ملی پر کند و زمینه‌ساز توسعه سیاست‌های پایدارتر در مدیریت رواناب شهری گردد.

با توجه به مرور انجام‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که زیرساخت‌های سبز به‌عنوان ابزاری چندکارکردی برای مدیریت رواناب شهری، درک متفاوتی از سوی گروه‌های ذی‌نفع دریافت می‌کند؛ این درک تا حد زیادی تابع میزان دانش محیط زیستی و شناخت فرد از خدمات اکوسیستمی است. براساس نظریه‌های رفتار محیط زیستی و مدل‌های پذیرش نوآوری، افزایش آگاهی علمی می‌تواند به تغییر نگرش و به تبع آن، به تغییر رفتار تصمیم‌گیری منجر شود. از این رو، پژوهش حاضر بر آن است تا با بررسی رابطه میان سطح دانش محیط زیستی و نوع اولویت‌دهی به خدمات اکوسیستمی، نقش آگاهی را به‌عنوان پیش‌شرط موفقیت اجرای زیرساخت‌های سبز در بافت شهری تهران تحلیل کند.

### ۳ روش تحقیق

#### ۳.۱. منطقه مطالعه

این پژوهش در منطقه دارآباد واقع در منطقه ۱ شهرداری تهران انجام شده است. این منطقه با مساحت ۳۳/۲۸ کیلومتر مربع و محیطی برابر با ۳۰/۹۷ کیلومتر، در شمال شرق تهران قرار دارد. ارتفاع آن بین ۱۴۹۹ تا ۳۵۳۳ متر از سطح دریا متغیر است و با توجه به آمار سازمان هواشناسی استان تهران میانگین بارش سالانه ۶۲۳/۰۴ میلی‌متر و شرایط اقلیمی، به‌عنوان منطقه نیمه‌خشک سرد طبقه‌بندی می‌شود. توسعه شهری، افزایش سطوح نفوذناپذیر و احداث پروژه‌هایی که مسیرهای زه‌کشی طبیعی را قطع کرده‌اند، خطر وقوع سیلاب‌های ناگهانی را در این منطقه افزایش داده‌اند. از این رو، منطقه دارآباد به‌عنوان منطقه‌ای با پتانسیل بالا برای اجرا و مطالعه راهکارهای مبتنی بر زیرساخت سبز برای مدیریت رواناب و افزایش تاب‌آوری در نظر گرفته شد.

#### ۳.۲ روش تحقیق: اعتبارسنجی ابزار، گردآوری داده و روش‌های آماری

برای دستیابی به درکی جامع از دانش، برداشت‌ها و اولویت‌های ذی‌نفعان درباره خدمات اکوسیستمی زیرساخت‌های سبز شهری در محدوده دارآباد تهران، پرسش‌نامه‌ای ساختار یافته طراحی و اجرا شد. محتوای این پرسش‌نامه با مرور مبانی نظری خدمات اکوسیستمی و نقش زیرساخت سبز در مدیریت رواناب تنظیم و تلاش شد تمامی جنبه‌های مرتبط با شناخت محیط زیستی، ارزیابی عملکرد زیرساخت سبز، نگرانی‌ها و چالش‌های مرتبط با مدیریت رواناب شهری و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان را پوشش دهد. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه ذی‌نفعان کلیدی در حوزه مدیریت آب و محیط زیست منطقه دارآباد بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی شناسایی و انتخاب شدند. این ذی‌نفعان نمایندگانی از سازمان‌های دولتی و غیردولتی، شرکت‌های آب و فاضلاب، سازمان محیط زیست، شهرداری، جامعه دانشگاهی، بخش حرفه‌ای، نهادهای مدیریت شهری، شورایی محلات و نمایندگان معتمد جامعه محلی را در بر می‌گرفتند. پرسش‌نامه شامل چهار بخش و عمدتاً مبتنی بر مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت (۱= کاملاً مخالف، ۵= کاملاً موافق) بود. بخش نخست به ارزیابی

دانش‌ذی‌نفعان درباره وضعیت کنونی و آینده محیط زیست، ظرفیت‌های مدیریت رواناب، ضرورت منابع جایگزین آب و پیامدهای تغییر اقلیم و رشد جمعیت اختصاص یافت. در بخش دوم، براساس چارچوب ارزیابی خدمات هزاره (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)، اهمیت خدمات اکوسیستمی برای هر نوع زیرساخت سبز سنجیده شد و پاسخ‌دهندگان میزان اهمیت هر خدمت را ارزیابی کردند. در ادامه، عملکرد سه نوع زیرساخت سبز از منظر عرضه خدمات اکوسیستمی و نیز میزان تقاضا برای آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و در پایان اطلاعات حرفه‌ای و جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان ثبت شد. برای تضمین روایی محتوا، نسبت روایی لاوشه (Lawshe, 1975) به کار گرفته شد. دوازده خبره مرتبط با زیرساخت سبز و مدیریت رواناب، هر گویه را در سه سطح «ضروری»، «مفید اما غیرضروری» و «غیرضروری» ارزیابی کردند. مقدار شاخص CVR با فرمول:

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

محاسبه شد که در آن  $N$  تعداد کل متخصصان و  $n_e$  تعداد افرادی است که گزینه «ضروری» را انتخاب کرده‌اند. براساس مقدار حداقلی ۰٫۵۶ برای ۱۲ خبره (Lawshe, 1975)، گویه‌های زیر آستانه حذف شدند. همچنین پایایی با استفاده از آلفای کرونباخ سنجیده شد و مقدار ۰٫۸۲ به دست آمد که طبق معیارهای George & Mallery (۲۰۰۳) نشان‌دهنده انسجام درونی بسیار مناسب ابزار است.

تحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی انجام شد. روایی پرسش‌نامه با استفاده از نظرات خبرگان تأیید و پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ سنجیده شد. آمار توصیفی شامل میانگین، میانه و توزیع فراوانی برای تحلیل دانش و ادراکات زیست‌محیطی ذی‌نفعان محاسبه گردید. بسته pandas پایتون نتایج دقیق این محاسبات را تضمین کرد (Virtanen et al., 2020). برای مقایسه میزان اهمیت خدمات، شاخص وزنی براساس ترکیب رتبه (۱ تا ۱۳) و امتیاز اهمیت (۱ تا ۵) محاسبه گردید که ایده اصلی آن از روش‌های وزن‌دهی چندمعیاره الهام گرفته شده است (Saaty, 2008):

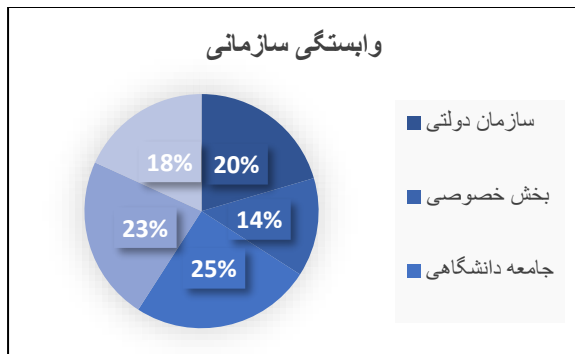
$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i x_i}{N}$$

در این روش، امتیاز نهایی با به‌کارگیری مدل وزن‌دهی خطی به دست آمد؛ به‌طوری‌که مقدار هر گویه ( $x_i$ ) در وزن متناظر آن ( $\omega_i$ ) ضرب و مجموع حاصل‌ها مطابق رابطه به‌عنوان شاخص ترکیبی ثبت شد. در ادامه از آزمون‌های U Kruskal-Wallis و Mann-Whitney (به دلیل داده‌های ناپارامتریک) برای بررسی روابط بین متغیرهای جمعیت‌شناختی و متغیرهای عرضه، از جمله متغیرهای محیطی استفاده شد (Corder & Foreman, 2009).

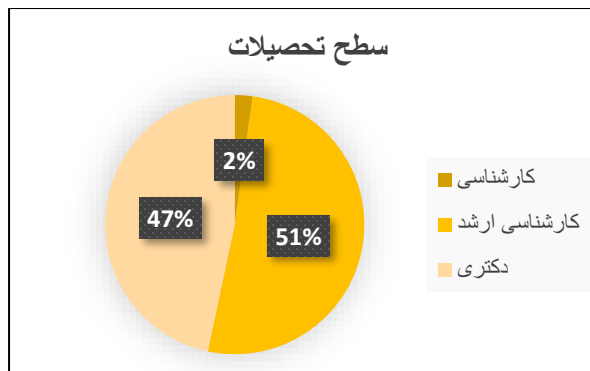
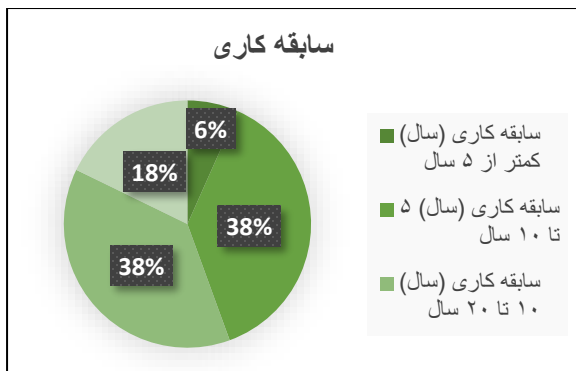
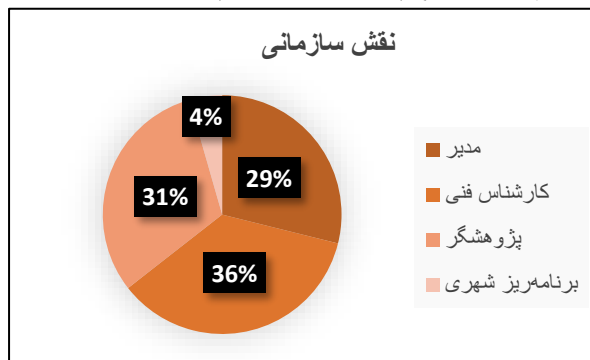
## ۴ یافته‌ها و بحث

### ۱.۴ ویژگی‌های ذی‌نفعان و سطح دانش محیط زیستی نسبت به چالش‌های رواناب شهری

این پژوهش با مشارکت ۴۵ نفر از ذی‌نفعان کلیدی در منطقه دارآباد تهران انجام شد که نماینده طیف متنوعی از نهادهای سیاست‌گذار، اجرایی و علمی بودند. ترکیب وابستگی سازمانی پاسخ‌دهندگان (شکل ۱) نشان داد که جامعه دانشگاهی با سهم ۲۵٪ شهرداری با ۲۳٪ و سازمان‌های دولتی با ۲۰٪ بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند؛ درحالی‌که سازمان‌های غیردولتی (مردم‌نهاد) ۱۸٪ و بخش خصوصی ۱۴٪ نیز حضور معناداری در مطالعه داشتند. این تنوع نهادی، امکان بررسی تفاوت‌های ادراکی و دانشی میان گروه‌های مختلف ذی‌نفع را فراهم ساخته و اعتبار تحلیلی نتایج را تقویت می‌کند.



از حیث نقش سازمانی، کارشناسان فنی (۱۶ نفر) و پژوهشگران (۱۴ نفر) بیشترین سهم را در میان پاسخ‌دهندگان داشتند و در کنار مدیران (۱۳ نفر) و برنامه‌ریزان شهری (۲ نفر)، ترکیبی متوازن از دیدگاه‌های اجرایی و تحلیلی را شکل دادند. افزون بر این، ۳۴ نفر از شرکت‌کنندگان دارای سابقه حرفه‌ای بین ۵ تا ۲۰ سال بودند که بیان‌گر تجربه قابل توجه و آشنایی عمیق آنان با شرایط محیطی و مدیریتی منطقه دارآباد است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که چنین سطحی از تجربه می‌تواند به ارزیابی واقع‌بینانه‌تر چالش‌های مدیریت رواناب شهری منجر شود (Brown et al., 2009).



شکل ۱. ترکیب نهادی، نقش سازمانی، سابقه کاری و سطح تحصیلات ذی‌نفعان مشارکت‌کننده در منطقه مورد مطالعه

تحلیل سطح دانش و نگرش ذی‌نفعان نسبت به چالش‌های کلیدی منطقه (شکل ۲) نشان داد که درک آن‌ها از تأثیر هم‌زمان رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی بر منابع آب بسیار بالا است؛ به طوری که ۹۵/۵ درصد از پاسخ‌دهندگان این تأثیر را در سطح «زیاد» تا «خیلی زیاد» ارزیابی کردند (میانگین = ۴/۶۲ از ۵). این سطح بالای آگاهی، حساسیت جامعه ذی‌نفع نسبت به محرک‌های اصلی ناپایداری هیدرولوژیکی را نشان می‌دهد و با یافته‌های مطالعات انجام‌شده در سایر مناطق تحت تنش آبی همخوانی دارد (Cousins, 2017; Walsh et al., 2016).

در مقابل، ارزیابی ذی‌نفعان از وضعیت کنونی مدیریت رواناب شهری به طور چشم‌گیری انتقادی بود. براساس نتایج، ۸۴/۴٪ از شرکت‌کنندگان عملکرد سیستم‌های موجود را در بازه «خیلی ضعیف» تا «متوسط» طبقه‌بندی کردند (میانگین = ۲/۸۰ از ۵). این نارضایتی گسترده، شکاف معنادار میان انتظارات ذی‌نفعان و کارایی سامانه‌های سنتی را آشکار می‌سازد و یافته مطالعات پیشین را تأیید می‌کند که بر ناکارآمدی رویکردهای متعارف در مواجهه با تغییرات سریع هیدرولوژیکی و اقلیمی تأکید دارند (Brown et al., 2009; Ferguson et al., 2013).

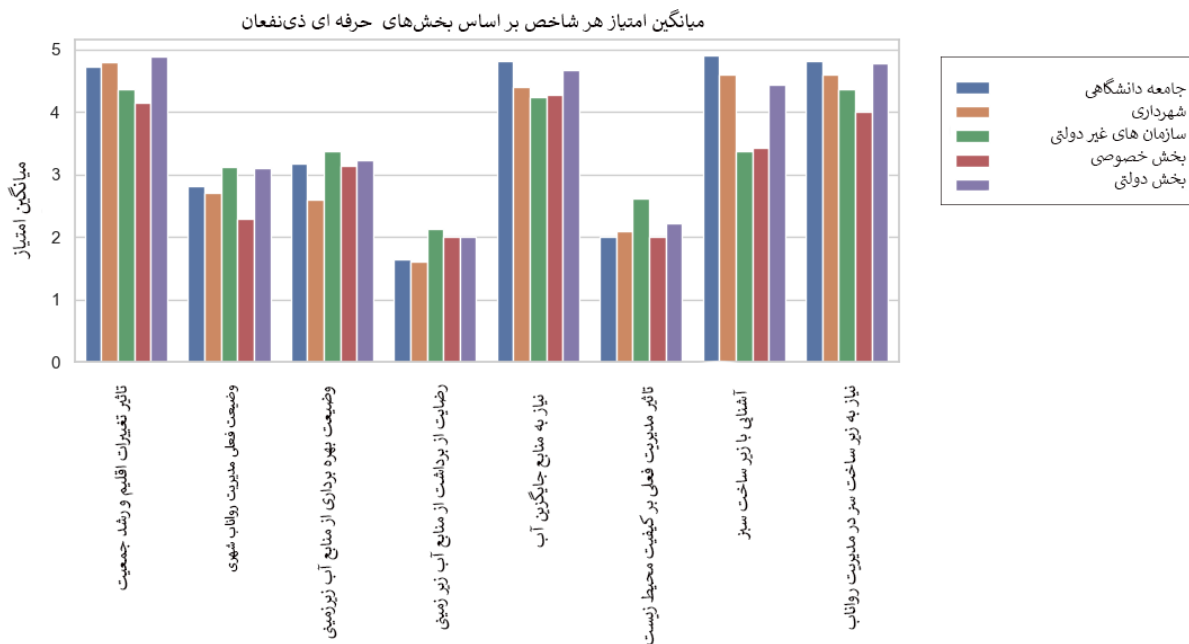
در خصوص وضعیت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی، اگرچه تنها حدود ۱۵٪ از پاسخ‌دهندگان شرایط را «بحرانی» یا «خیلی بحرانی» توصیف کردند، اما مخالفت گسترده‌ای با تداوم روند کنونی برداشت‌ها مشاهده شد. ۸۷٪ از ذی‌نفعان با ادامه بهره‌برداری در سطح فعلی «مخالف» یا «کاملاً مخالف» بودند

(میانگین=۴/۱۵). این الگو نشان می‌دهد که حتی در غیاب بحران حد، ذی‌نفعان نسبت به پیامدهای بلندمدت و غیرپایدار این روند آگاهی دارند و رویکردی پیشگیرانه را ترجیح می‌دهند؛ رویکردی که با اصول مدیریت یکپارچه منابع آب هم‌راستا است (Walsh et al., 2016).

سطح آشنایی ذی‌نفعان با مفهوم زیرساخت سبز نیز در مجموع مطلوب ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ۹۵٪ از پاسخ‌دهندگان با مفهوم زیرساخت سبز «تا حدی» تا «کاملاً» آشنا هستند (میانگین=۴/۳۴) و حمایت بسیار بالایی از ضرورت استفاده از این رویکرد برای مدیریت رواناب شهری وجود دارد؛ به طوری که ۹۸٪ از ذی‌نفعان این نیاز را در سطح «زیاد» تا «خیلی زیاد» ارزیابی کردند (میانگین=۴/۵۶). این اجماع قوی، بستر شناختی مناسبی برای پذیرش نهادی و اجتماعی راهکارهای مبتنی بر طبیعت فراهم می‌کند و با پژوهش‌هایی هم‌سو است که بر نقش زیرساخت‌های سبز در افزایش تاب‌آوری اکولوژیکی-اجتماعی شهرها تأکید دارند (Hansen & Pauleit, 2014; Wilfong & Pavao-Zuckerman, 2020).

نتایج آزمون کای‌دو نشان داد که بین بخش سازمانی و سطح دانش و نگرش ذی‌نفعان تفاوت‌های معناداری وجود دارد ( $p < 0.05$ ). به‌طور مشخص، نگرانی نسبت به پیامدهای تغییر اقلیم و رشد جمعیت در میان ذی‌نفعان دانشگاهی و شهرداری و بخش دولتی به‌طور معناداری بالاتر از سایر گروه‌ها بود و آشنایی با مفهوم زیرساخت سبز نیز در این گروه‌ها بیش از بخش خصوصی و سازمان‌های غیردولتی گزارش شد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که سطح و نوع دانش محیط زیستی همچنان ناهمگن است و بدون تبادل دانش بین‌بخشی و توانمندسازی هدفمند، دستیابی به درک مشترک نهادی با چالش مواجه خواهد شد.

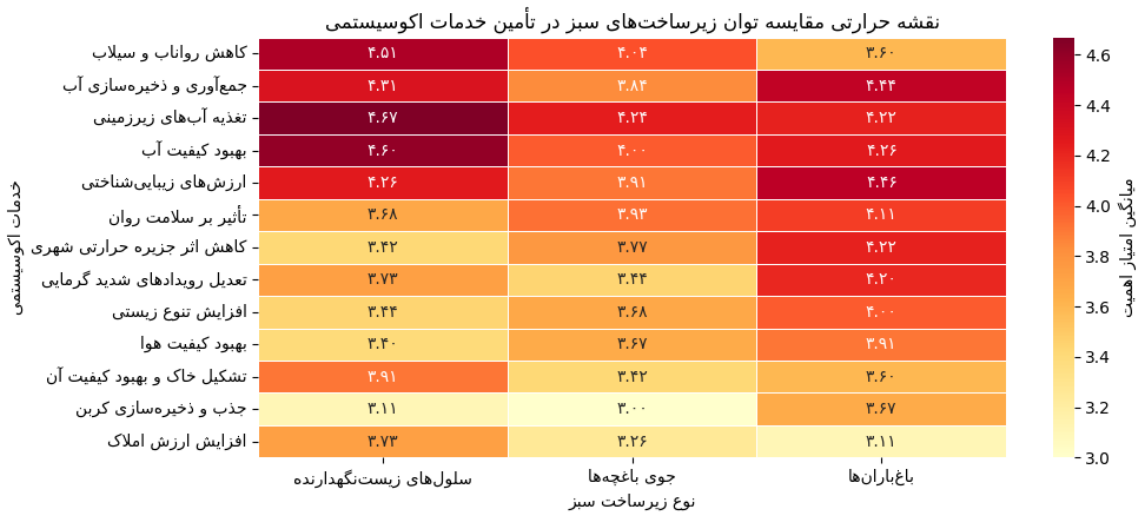
در مجموع، نتایج این بخش تصویری از جامعه‌ای حرفه‌ای، آگاه و درعین‌حال نقاد را ترسیم می‌کند که ضمن تشخیص روشن چالش‌های محیطی و ناکارآمدی سیستم‌های موجود، آمادگی شناختی بالایی برای پذیرش و حمایت از راهکارهای مبتنی بر زیرساخت سبز دارد. این بستر دانشی مناسب، زمینه لازم برای تحلیل اولویت‌بندی خدمات اکوسیستمی و مقایسه عملکرد انواع زیرساخت‌های سبز را در بخش‌های بعدی فراهم می‌کند.



شکل ۲. مقایسه بین‌بخشی نگرش ذی‌نفعان نسبت به مسائل محیط زیستی و مدیریت رواناب در منطقه دارآباد

۲.۴. اولویت‌بندی خدمات اکوسیستمی و ارزیابی عملکرد انواع زیرساخت‌های سبز از دیدگاه ذی‌نفعان

در این بخش، برداشت و ارزیابی ذی‌نفعان از کارکرد انواع مختلف زیرساخت‌های سبز و به‌ویژه خدمات اکوسیستمی مرتبط با مدیریت رواناب شهری در منطقه دارآباد بررسی شده است. پاسخ‌دهندگان سه نوع سازه «باغ باران‌ها»، «سلول‌های زیست‌نگهدارنده» و «جوی باغچه‌ها» را از نظر توانایی آن‌ها در تأمین ۱۳ نوع خدمت اکوسیستمی رتبه‌بندی کردند تا سهم نسبی هر نوع زیرساخت در تأمین این خدمات مشخص شود (شکل ۳). نتایج نشان می‌دهد سلول‌های زیست‌نگهدارنده، بالاترین امتیاز را در کاهش حجم و اوج رواناب، بهبود کیفیت آب، جمع‌آوری و ذخیره آب و تغذیه آب زیرزمینی کسب کرده‌اند؛ امری که بازتاب‌دهنده طراحی مهندسی شده این سازه‌ها با لایه‌های نفوذ، فیلتر و پوشش گیاهی ویژه است (Fletcher et al., 2015). در مقابل، باغ باران‌ها بیشترین امتیاز را برای شاخص‌هایی مانند ارتقاء کیفیت منظر شهری، افزایش تنوع زیستی، ذخیره آب و تعدیل دمای محیط به دست آورده‌اند و از دید ذی‌نفعان، هم از نظر کیفیت زیست‌محیطی و هم از حیث کارکرد هیدرولوژیک، اهمیت دوگانه‌ای دارند (Berland et al., 2017).



شکل ۳. نقشه حرارتی مقایسه‌ای عملکرد انواع زیرساخت‌های سبز در تأمین خدمات اکوسیستمی منتخب در منطقه دارآباد

جوی باغچه‌ها عموماً در سطحی میانی برای بهبود کیفیت هوا، تأثیر مثبت بر سلامت روان، و افزایش ارزش املاک ارزیابی شده‌اند و بیش از آن که به‌عنوان عناصر اصلی مدیریت رواناب تلقی شوند، به‌عنوان اجزای پشتیبان در شبکه زیرساخت سبز در نظر گرفته شده‌اند.

به‌طور کلی، خدمات تنظیمی مرتبط با آب در بالاترین سطوح اهمیت قرار گرفته‌اند؛ به‌گونه‌ای که "کاهش رواناب و سیلاب" با اختلاف قابل توجهی در جایگاه نخست قرار دارد. این نتیجه بیان‌گر اجماع قوی درباره نقش کلیدی کاهش خطر سیلاب در مواجهه با ریسک‌های فزاینده ناشی از تغییر اقلیم و توسعه شهری است (Fletcher et al., 2015). "جمع‌آوری و ذخیره آب" و "تغذیه آب زیرزمینی" نیز در میان خدمات با اولویت بالا قرار گرفته‌اند و اهمیت امنیت آبی را در بافت‌های شهری نیمه‌خشک برجسته می‌کنند. خدمات مربوط به "تعدیل رویدادهای گرمای شدید" و "کاهش اثر جزیره حرارتی شهری" نیز در نیمه بالایی طیف اهمیت قرار گرفته‌اند، هرچند پراکندگی بیشتری در رتبه‌ها مشاهده می‌شود؛ الگویی که با شواهد موجود درباره نقش پوشش گیاهی شهری در ارتقاء آسایش حرارتی و تاب‌آوری اقلیمی همخوان است (Bowler et al., 2010).

در مقابل، خدماتی نظیر "ذخیره و جذب کربن"، "افزایش تنوع زیستی" و "بهبود کیفیت هوا" عمدتاً در میانه طیف اهمیت قرار گرفته‌اند که احتمالاً به دلیل ماهیت غیرمستقیم‌تر یا بلندمدت‌تر اثرات آن‌هاست (Laurans & Mermet, 2014). "ارزش‌های زیبایی‌شناختی"، "افزایش ارزش اقتصادی املاک" و "تشکیل و بهبود کیفیت خاک" معمولاً در طیف‌های پایین‌تر قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد این خدمات نسبت به کارکردهای حیاتی‌تر هیدرولوژیک در درجه دوم اهمیت قرار دارند. با این حال، "تأثیرات مثبت بر سلامت روانی" در بازه میانی ارزیابی شده است که بیان‌گر شناخت متوسط نسبت به منافع اجتماعی و روان‌شناختی زیرساخت‌های سبز است (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). به‌طور کلی، نتایج نقشه حرارتی نشان می‌دهد ترجیحات ذی‌نفعان بیشتر حول خدماتی متمرکز است که به‌صورت ملموس و کوتاه‌مدت به مدیریت آب و سازگاری با تغییر اقلیم کمک می‌کنند.

باغ باران‌ها در مقایسه با سلول‌های زیست‌نگهدارنده، برای تنظیم دمای محیط و افزایش تنوع زیستی امتیاز بالاتری دریافت کرده‌اند. این موضوع با ویژگی‌های باغ باران‌ها که معمولاً دارای تنوع گونه‌ای بیشتر، پوشش گیاهی متراکم‌تر و سطح تعرق-تبخیر بالاتری هستند، همخوانی دارد؛ ویژگی‌هایی که به ارتقاء زیستگاه، افزایش تنوع زیستی و تنظیم ریزاقليم کمک می‌کنند (Bowler et al., 2010). در مقابل، سلول‌های زیست‌نگهدارنده که به‌طور خاص برای نفوذ، ذخیره و تصفیه زیستی آب طراحی شده‌اند، برای خدمات مرتبط با آب از جمله تغذیه آب زیرزمینی و کنترل رواناب در رتبه‌های بالاتری قرار گرفته‌اند؛ الگویی که هم با ویژگی‌های فنی این سازه‌ها و هم با اولویت‌های ذی‌نفعان در محیط نیمه‌خشک دارآباد سازگار است (Fletcher et al., 2015).

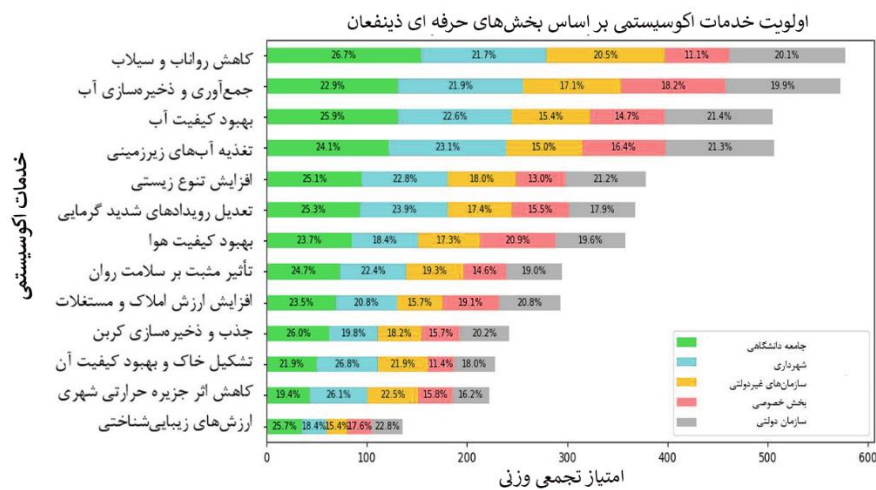
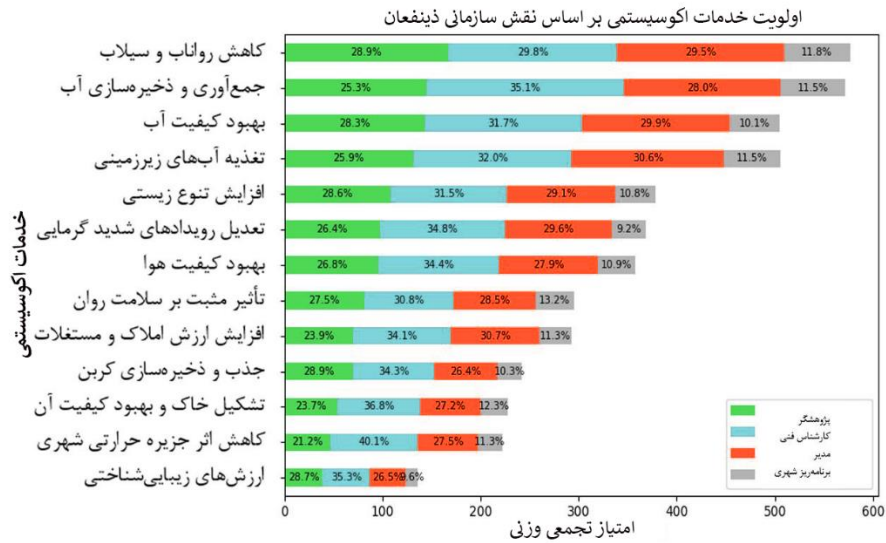
اگرچه جوی باغچه‌ها در بسیاری از خدمات اکوسیستمی امتیازهای پایین‌تری کسب کرده‌اند، اما از منظر ذی‌نفعان به‌عنوان عناصری با منافع اجتماعی و زیبایی‌شناختی قابل توجه شناخته می‌شوند. این سازه‌ها عمدتاً برای هدایت و انتقال رواناب در امتداد معابر و فضاهای شهری طراحی شده‌اند و در عین حال امکان بهبود منظر و کیفیت بصری محیط و ایجاد فضاهای سبز خطی را فراهم می‌کنند؛ هرچند ظرفیت آن‌ها برای ایجاد زیستگاه‌های متنوع و اثرات سرمایه‌ی، نسبت به باغ باران‌ها محدودتر است (Gómez-Baggethun & Barton, 2013).

ذی‌نفعان همچنین خدمات اکوسیستمی مرتبط با زیرساخت سبز را براساس نقش سازمانی و بخش‌های حرفه‌ای خود اولویت‌بندی کرده‌اند که نتایج آن در شکل ۴ ارائه شده است. به‌طور کلی، «کاهش رواناب و سیلاب»، «جمع‌آوری و ذخیره آب» و «تغذیه آب زیرزمینی» تقریباً در میان تمامی گروه‌های حرفه‌ای (کارشناسان فنی، پژوهشگران، مدیران و برنامه‌ریزان شهری) در بالاترین سطح اهمیت قرار گرفته‌اند. کارشناسان فنی بیشترین امتیاز را برای خدمات تنظیمی مرتبط با آب اختصاص داده‌اند، درحالی‌که پژوهشگران اگرچه اغلب خدمات را در سطح بالا ارزیابی کرده‌اند، اما نسبت به کارشناسان فنی تأکید اندکی کم‌تری بر «تغذیه آب زیرزمینی» و «کنترل سیلاب» داشته‌اند. مدیران، عموماً ارزیابی‌های متوسط‌تری ارائه کرده‌اند و در مقایسه با برنامه‌ریزان شهری، به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و اثرات بر سلامت روانی اهمیت کم‌تری داده‌اند.

از منظر بخش‌های مختلف، نمایندگان جامعه دانشگاهی و شهرداری الگوی اولویت‌بندی مشابهی با کارشناسان فنی داشته‌اند و خدمات هیدرولوژیک را در صدر قرار داده‌اند. سازمان‌های غیر دولتی (مردم‌نهاد) ترجیحات متعادلی نشان داده‌اند، اما امتیازات آن‌ها به‌طور کلی، کم‌تر از نمایندگان دانشگاهی و مدیریت شهری بوده است. مشارکت‌کنندگان بخش خصوصی خدماتی نظیر «افزایش تنوع زیستی» و «سلامت روان و رفاه» را در سطوح پایین‌تری نسبت به سایر گروه‌ها رتبه‌بندی کرده و بیشتر بر کارکردهای مستقیم مرتبط با عملکرد اقتصادی و مدیریت ریسک تمرکز داشته‌اند. سازمان‌های دولتی نیز الگوی اولویت‌بندی نسبتاً میانی ارائه کرده‌اند، هرچند «جمع‌آوری و ذخیره آب» و «تغذیه آب زیرزمینی» در میان آن‌ها بالاترین اهمیت را داشته است (Kabisch et al., 2016).

در مجموع، یافته‌های این بخش نشان می‌دهد که مستقل از نقش سازمانی یا بخش فعالیت، ذی‌نفعان خدمات اکوسیستمی مرتبط با آب را به‌عنوان اولویت‌های اصلی زیرساخت سبز شناسایی می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که کاهش رواناب و سیلاب، جمع‌آوری و ذخیره آب برای استفاده‌های آبی و تغذیه آب زیرزمینی تقریباً در تمامی گروه‌ها در صدر قرار دارد. این الگو بازتاب‌دهنده شرایط نیمه‌خشک منطقه دارآباد و تداوم چالش‌های مربوط به کمبود آب و ضرورت مدیریت پهنه منابع محدود است؛ نتیجه‌ای که با یافته‌های (Kabisch et al., 2016) در مورد اهمیت راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت در شهرهای تحت تنش آبی همخوانی دارد. همچنین Gómez-Baggethun و Barton (2013) نشان داده‌اند که ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی در بافت‌های شهری به‌شدت تحت تأثیر مسائل محیطی محلی و انتظارات ذی‌نفعان است و این موضوع پیامدهای مهمی برای برنامه‌ریزی شهری و طراحی راهبردهای تاب‌آوری دارد.

هم‌راستایی میان اولویت‌های ذی‌نفعان و ظرفیت‌های واقعی انواع زیرساخت‌های سبز، بر ضرورت انتخاب ترکیبی هدفمند از این سازه‌ها در برنامه‌ریزی شهری تأکید می‌کند؛ به‌گونه‌ای که راهکارهای انتخاب‌شده بتوانند هم‌زمان به مدیریت رواناب، افزایش تاب‌آوری اقلیمی و پاسخ‌گویی به انتظارات نهادی و اجتماعی کمک کنند (Meerow & Newell, 2017).



شکل ۴. اولویت‌بندی خدمات اکوسیستمی از دیدگاه ذی‌نفعان بر اساس نقش حرفه‌ای و بخش سازمانی در حوضه دارآباد

## ۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این پژوهش با تمرکز بر منطقه دارآباد در شمال تهران، به دنبال تبیین رابطه میان سطح دانش محیط زیستی ذی‌نفعان، آشنایی آنان با مفهوم زیرساخت سبز و اولویت‌هایشان در به‌کارگیری زیرساخت‌های سبز برای کاهش رواناب شهری بود. نتایج نشان داد که بخش قابل توجهی از ذی‌نفعان از حوزه‌های مختلف نهادی (شهرداری، دستگاه‌های دولتی، بخش خصوصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و دانشگاه) از مسائل کلیدی منطقه مانند افزایش رواناب سطحی، افت سطح آب زیرزمینی و تشدید اثرات تغییر اقلیم آگاهی داشته و درک نسبتاً روشنی از ضرورت تغییر رویکرد در مدیریت آب شهری دارند. به‌طور هم‌زمان، آشنایی با مفهوم زیرساخت سبز نیز در میان پاسخ‌دهندگان در سطحی مطلوب ارزیابی شد و اکثریت آن‌ها از به‌کارگیری این رویکرد به‌عنوان مکمل و جایگزین پایدار برای روش‌های متعارف جمع‌آوری و دفع سریع رواناب حمایت کردند (Brown et al., 2009; Ferguson et al., 2013).

یافته‌ها نشان داد که هرچند سطح دانش محیط زیستی و آشنایی با زیرساخت سبز در میان گروه‌های مختلف نسبتاً بالا است، اما تفاوت‌هایی معنادار در نحوه اولویت‌بندی مسائل و راه‌حل‌ها مشاهده می‌شود. به‌عنوان مثال، نمایندگان شهرداری و دستگاه‌های دولتی بیش از سایر گروه‌ها بر چالش‌های مرتبط با

رواناب، فرسایش و تخریب بستر آبراهه‌ها تأکید داشتند؛ درحالی‌که سازمان‌های مردم‌نهاد و دانشگاهیان توجه بیشتری به پیامدهای زیست‌محیطی گسترده‌تر و خدمات اکوسیستمی متنوع معطوف کرده‌اند. این ناهمگونی نشان می‌دهد که اگرچه زبان مشترکی در پذیرش کلی ضرورت تغییر رویکرد وجود دارد، اما ترجمه این ضرورت به برنامه‌ها و اقدامات مشخص، تحت تأثیر موقعیت سازمانی، مسؤلیت‌ها و افق زمانی تصمیم‌گیری هر گروه قرار می‌گیرد (Cousins, 2017).

در ارزیابی ذی‌نفعان سه نوع زیر ساخت سبز سلول زیست‌نگهدارنده، جوی باغچه‌ها و باغ باران‌ها به‌طور کلی کارکردهای تنظیمی مرتبط با آب را در صدر اولویت‌ها قرار داده‌اند. کاهش حجم و اوج رواناب، بهبود کیفیت آب، جمع‌آوری و ذخیره آب و تغذیه آب زیرزمینی، مهم‌ترین خدمات اکوسیستمی تلقی شده‌اند و سلول‌های زیست‌نگهدارنده، بیشترین امتیاز را برای این دسته از خدمات دریافت کرده‌اند. باغ باران‌ها بیش از همه به‌عنوان سازه‌هایی با کارکرد دوگانه زیست‌محیطی و منظرین ارزیابی شده‌اند؛ به‌گونه‌ای که علاوه بر مشارکت در کاهش رواناب، برای ارتقاء تنوع زیستی، بهبود کیفیت منظر شهری و تعدیل دمای محیط اهمیت یافته‌اند. جوی باغچه‌ها، در مقایسه با دو سازه دیگر، بیشتر به‌عنوان عناصر پشتیبان در شبکه زیرساخت سبز شناخته شده‌اند که در هدایت رواناب، افزایش نفوذپذیری موضعی و بهبود کیفیت بصری عرصه‌های شهری نقش دارند.

تحلیل ترجیحات ذی‌نفعان در خصوص خدمات اکوسیستمی نشان داد که در بستر نیمه‌خشک تهران، خدمات مربوط به تنظیم رژیم هیدرولوژیک و سازگاری با گرمایش شهری، اولویت غالب را دارند. این الگو به‌روشنی نشان می‌دهد که در فضای تصمیم‌گیری منطقه دارآباد، امنیت آبی و مدیریت ریسک سیلاب، محور اصلی ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی مرتبط با زیرساخت سبز است و سایر منافع، هرچند مهم، در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

به‌طور کلی، نتایج پژوهش تأکید می‌کند که برنامه‌ریزی و طراحی زیرساخت‌های سبز در شهرهایی مانند تهران، زمانی می‌تواند اثربخش و پایدار باشد که از یک‌سو، بر مبانی بوم‌شناختی و کارکردهای هیدرولوژیک سازه‌ها استوار باشد و از سوی دیگر، با ادراکات، ترجیحات و ظرفیت‌های نهادی ذی‌نفعان هم‌تراز شود. صرف اتکا بر تخصص فنی، بدون توجه به برداشت‌ها، اولویت‌ها و محدودیت‌های اجتماعی و سازمانی، می‌تواند به شکاف میان ظرفیت بالقوه خدمات اکوسیستمی و خدمات بالفعل منجر شود و پذیرش و اجرای پروژه‌های زیرساخت سبز را با چالش روبه‌رو سازد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از چارچوب خدمات اکوسیستمی و تحلیل هم‌زمان عرضه و تقاضا می‌تواند مبنایی نظام‌مند برای شناسایی ترکیب‌های مناسب سازه‌های سبز، متناسب با شرایط اقلیمی، هیدرولوژیک و نهادی هر منطقه فراهم کند.

از منظر سیاست‌گذاری و مدیریت شهری، نتایج این پژوهش چند پیام اصلی دارد:

نخست، ضرورت گذار از رویکردهای صرفاً مهندسی و دفع سریع رواناب به رویکردهای تلفیقی مبتنی بر طبیعت که در آن سلول‌های زیست‌نگهدارنده، باغ باران‌ها و جوی باغچه‌ها به‌عنوان اجزای مکمل شبکه مدیریت آب شهری تلقی شوند.

دوم، اهمیت تقویت آموزش و گفت‌وگوی بین نهادی برای افزایش درک مشترک از مزایا و محدودیت‌های زیرساخت سبز و کاهش فاصله میان ادراک متخصصان، مدیران و سایر گروه‌های ذی‌نفع.

سوم، لزوم به‌کارگیری ابزارهای ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی در فرآیندهای برنامه‌ریزی و ارزیابی طرح‌ها، به‌گونه‌ای که انتخاب نوع و مکان استقرار سازه‌ها، بر پایه منافع چندگانه و بلندمدت آن‌ها صورت گیرد، نه صرفاً بر اساس هزینه اولیه یا ملاحظات فنی کوتاه‌مدت.

این پژوهش، به‌عنوان یک مطالعه موردی در منطقه دارآباد، دارای محدودیت‌هایی نیز هست؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، مطالعات مشابهی در سایر منطقه‌های شهری تهران و شهرهای نیمه‌خشک دیگر انجام شود، ترکیب داده‌های ادراکی با پایش‌های میدانی و مدل‌سازی هیدرولوژیک تقویت گردد، و دامنه سازه‌های سبز مورد بررسی گسترش یابد. با وجود این محدودیت‌ها، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که رویکرد ذی‌نفع‌محور مبتنی بر خدمات اکوسیستمی می‌تواند چارچوبی عملی برای برنامه‌ریزی و اجرای زیرساخت‌های سبز در جهت ارتقاء تاب‌آوری آبی و اقلیمی شهرهای نیمه‌خشک و در صورت تعمیم و توسعه، مبنایی برای تصمیم‌گیری عادلانه‌تر و کارآمدتر در مدیریت آب شهری فراهم کند.

## حامی مالی

این مقاله با حمایت‌های مادی و معنوی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران انجام شده است.

## سه‌م نویسندگان در پژوهش

نویسندگان این مقاله سهم برابری در انجام این پژوهش داشته‌اند.

## تضاد منافع

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

## تقدیر و تشکر

نویسنده (نویسندگان)، از هم‌همی افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت‌شان در این مقاله تشکر و قدردانی می‌نماید (می‌نمایند).

## منابع

- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.
- Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. (2009). Urban water management in cities: historical, current and future regimes. *Water science and technology*, 59(5), 847-855.
- Berland, A., Shiflett, S. A., Shuster, W. D., Garmestani, A. S., Goddard, H. C., Herrmann, D. L., & Hopton, M. E. (2017). The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and Urban Planning*, 162, 167-177.
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2009). Nonparametric statistics for non-statisticians.
- Cusens, J., Barraclough, A.D., Måren, I.E., 2023. Integration matters: Combining sociocultural and biophysical methods for mapping ecosystem service bundles. *Ambio* 52 (6), 1004-1021.
- Ferguson, B. C., Frantzeskaki, N., & Brown, R. R. (2013). A strategic program for transitioning to a Water Sensitive City. *Landscape and urban planning*, 117, 32-45.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., & Bertrand-Krajewski, J.-L. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban water journal*, 12(7), 525-542.
- George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: answers to selected exercises. *A simple guide and reference*, 63(1), 1461-1470.
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological economics*, 86, 235-245.
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43, 516-529.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., & Stadler, J. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2).



- Kremer, P., Hamstead, Z., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., Kabisch, N., Larondelle, N., Rall, E. L., & Voigt, A. (2016). Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society*, 21(2).
- Laurans, Y., & Mermet, L. (2014). Ecosystem services economic valuation, decision-support system or advocacy? *Ecosystem Services*, 7, 98-105.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4).
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and urban planning*, 159, 62-75.
- Millennium ecosystem assessment, M. (2005). *Ecosystems and human well-being* (Vol. 5). Island press Washington, DC.
- Ranjha, S., 2016. Green Infrastructure\_Planning for Sustainable and Resilient Urban Environment.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Thorne, C. R., Lawson, E. C., Ozawa, C., Hamlin, S. L., & Smith, L. A. (2018). Overcoming uncertainty and barriers to adoption of Blue-Green Infrastructure for urban flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*, 11, S960-S972.
- Teixeira, C. P., Fernandes, C. O., Ryan, R., & Ahern, J. (2022). evaluations and preferences towards plants in urban green spaces: Implications for the design and management of Novel Urban Ecosystems. *Journal of environmental management*, 314, 115103.
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., Burovski, E., Peterson, P., Weckesser, W., & Bright, J. (2020). SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature methods*, 17(3), 261-272.
- Venkataramanan, V., Lopez, D., McCuskey, D. J., Kiefus, D., McDonald, R. I., Miller, W. M., Packman, A. I., & Young, S. L. (2020). Knowledge, attitudes, intentions, and behavior related to green infrastructure for flood management: A systematic literature review. *Science of the Total Environment*, 720, 137606.
- Wang, L. (2022). Exploring a knowledge map for urban resilience to climate change. *Cities*, 131, 104048.
- Walsh, C. J., Booth, D. B., Burns, M. J., Fletcher, T. D., Hale, R. L., Hoang, L. N., Livingston, G., Rippy, M. A., Roy, A. H., & Scoggins, M. (2016). Principles for urban stormwater management to protect stream ecosystems. *Freshwater Science*, 35(1), 398-411.
- Wilfong, M., & Pavao-Zuckerman, M. (2020). Rethinking stormwater: analysis using the hydrosocial cycle. *Water*, 12(5), 1273.