https://sppl.ui.ac.ir/?lang=en
Spatial Planning
E-ISSN: 2476-3357
Document Type: Research Paper
Vol. 13, Issue 4, No.51, Winter 2023, pp. 1- 3
Received: 08/10/2023 Accepted: 09/01/2024

Application of Environmental Technologies in the Creation of the Pavement of the Sponge Eco-City (Case Study: Shiraz City)

Mahboobeh Noori[1], Mohammad Reza Rezaei *[2]

1- Ph.D. candidate, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran
mahbob.nori70@gmail.com

2- Associate professor, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran
mrezaei@yazd.ac.ir

Abstract

Overexploitation of natural resources and the environment during urban development has led to numerous environmental challenges in cities. This study aimed to identify the key criteria for establishing sponge eco-city pavements using environmental technologies and assess the importance and performance of these criteria in Shiraz. The research adopted an applied approach and utilized a descriptive survey method to analyze the importance-performance of environmental technology components in sponge eco-city pavements. Initially, a Delphi study was conducted, involving 30 expert panel members selected through a snowball sampling method. Following multiple sessions, the criteria with the highest scores were identified through an importance-performance analysis. The findings revealed that permeability and cost-effectiveness were the most and least important criteria with values of 3.78 and 3.30, respectively. In terms of performance, load bearing capacity and water storage capacity scored the highest and lowest with values of 3.16 and 3.04, respectively. The importance-performance matrix positioned permeability and water storage capacity in the 1st quarter, stability and load bearing capacity in the 2nd quarter, strengthening the underground ecosystem in the 3rd quarter, and affordability in the 4th quarter. Ultimately, the study emphasized the prioritization of permeability and water storage capacity, which held the highest weights of 2.646 and 2.442, respectively. thus, they should receive primary attention in the development of pavements in Shiraz.

Keywords: Eco-City, Sponge City, Ecological Approach, Pavement, Shiraz City

*Corresponding Author

Noori, M., & Rezaei, M. R. (2024). The application of environmental technologies in the creation of the pavement of the sponge eco-city (case study: Shiraz city). *Spatial Planning*, 13 (4), 1 -4.

2476-3357 © The Author(s). Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

10.22108/SPPL.2024.139409.1752

Introduction

Rapid urbanization, unplanned urban development, and recent climate changes have had detrimental effects on human settlements and the environment. Consequently, adoption of environmental technologies to achieve a balance between environmental protection and mitigation of the adverse impacts of development has gained significant global importance in creating sustainable societies. In response to water challenges and environmental degradation, the concept of the sponge eco-city initially proposed in China holds promise in addressing environmental issues, enhancing human well-being, fostering growth and development, and achieving sustainability within communities. The sponge eco-city emphasizes the integration of environmental considerations into all physical structures within urban spaces, aiming to harmonize city development with the natural environment and advance the principle of sustainability by aligning human and ecological processes in urban settings. In light of this, the present research endeavored to analyze the importance-performance of fundamental environmental technology components in the pavements of the sponge city of Shiraz with an ecological approach.

Methodology

This study focused on Shiraz, a prominent city in Iran and the capital of Fars Province. It was an applied research with a descriptive nature, employing a survey method through a questionnaire. The documentary section involved gathering theoretical data related to environmental biotechnology, urban ecological approach, sponge city, etc., from articles, books, statistical reports, and relevant documents. In the field section, a questionnaire was used to collect additional data. The Delphi panel comprised 30 experts, including professors specializing in urban planning and management, crisis management, natural resources, and urban environment. They were selected through the snowball sampling method. The identified criteria were presented to the expert panel. Following multiple sessions, the criteria with the highest scores were analyzed using the importance-performance analysis method.

Research Findings

The study revealed that the permeability component held the highest importance with a value of 3.78, while the cost-effectiveness component had the lowest importance at 3.30. Regarding performance, the load-bearing capacity component scored the highest at 3.16, whereas the water storage capacity component had the lowest score at 3.04. Additionally, the positioning of each component in the importance-performance matrix indicated that the components of permeability and water storage capacity were situated in the 1st quadrant, signifying high importance but low performance. This presented a significant weakness in Shiraz City system, necessitating immediate attention and implementation of improvement strategies. Sustainability and load-bearing capacity positioned in the 2nd quadrant demonstrated desirable performance in these areas and recommended maintaining and preserving this situation. The component of underground ecosystem enhancement fell in the 3rd quadrant, indicating low importance and low performance and suggesting a relatively negligible role in the system's efficiency and resilience. The component of cost-effectiveness placed in the 4th quadrant, represented nonessential strengths that could be better utilized by reallocating resources to strengthen other components. Ultimately, based on the weighted prioritization, permeability and water storage capacity with the highest values of respectively 2.646 and 2.442 had to be earnestly considered as fundamental priorities for improving the pavement system in Shiraz City.

Discussion of Results and Conclusion

The findings suggested that the pavements in Shiraz should be constructed or reconstructed based on the principles of sponge eco-city structures. This type of pavement allows rainwater to be stored in the lower layers during rainy days and released as water vapor on sunny days. Essentially, rainwater is stored in an underlying sand layer, creating favorable conditions for the growth of tree roots and microorganisms and leading to the decomposition of absorbed pollutants and enrichment of the ecological system with nutrients, thereby promoting flourishing and diversification of the underground ecosystem and urban biology. Permeable pavement presents a viable alternative to traditional impervious pavements, mitigating adverse environmental impacts across various city areas. Rapid urbanization and unplanned urban development in Shiraz have altered land use patterns, leading to conversion of land into urban construction, expansion of roads, increased impervious surfaces, loss of valuable environmental resources, diminished agricultural lands, reduced and polluted water resources, intensified heat island effect, habitat destruction, and decreased biodiversity. Consequently, decision-making institutions, planners, and urban managers in Shiraz should prioritize the sponge eco-city approach in future development plans as a necessity to address the myriad challenges of urbanization and achieve sustainable development goals.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

برنامه‌ریزی فضایی
سال سیزدهم، شماره چهارم، (پیاپی ۵۱)، زمستان ۱۴۰۲، ص ۱۱۴– ۹۷
تاریخ وصول: ۱۴۰۲/۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

مقاله پژوهشی

کاربرد فناوری‌های زیست‌محیطی در ایجاد روسازی بوم‌شهر اسفنجی (نمونهٔ موردی: شهر شیراز)

محبوبه نوری، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران
mahbob.nori70@gmail.com
محمدرضا رضایی * ، دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران
mrezaei@yazd.ac.ir

چکیده

بهره‌گیری فراتر از ظرفیت قابل تحمل منابع طبیعی و محیط زیست در فرآیند توسعهٔ شهرها زمینه‌ساز چالش‌های متعدّد در محیط شهرهاست. در این زمینه، بوم‌شهر اسفنجی به‌عنوان رویکردی نوظهور در برنامه‌ریزی شهری می‌تواند به کاهش تخریب‌های اکولوژیکی انسان در محیط‌های شهری و تحقق توسعهٔ پایدار منجر شود؛ از این رو محققان در پژوهش حاضر درصدد شناسایی معیارهای مؤثر در ایجاد روسازی‌های بوم‌شهر اسفنجی با رویکرد فناوری‌های زیست‌محیطی، تعیین میزان اهمیت و عملکرد هریک از این معیارها در شهر شیراز و ترسیم ماتریس اهمیت عملکرد آنها هستند. پژوهش حاضر ازنظر هدف، کاربردی و ازحیث ماهیت و روش، توصیفی از نوع پیمایشی است. در این مطالعه ابتدا اعضای پنل خبرگان مطالعهٔ دلفی به تعداد ۳۰ نفر به روش گلوله‌برفی انتخاب شدند و پس از چندین جلسه، معیارهای با بیشترین امتیاز به‌عنوان معیار نهایی با روش تحلیل اهمیت–عملکرد تجزیه‌وتحلیل شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که ازنظر اهمیت، نفوذپذیری و مقرون به صرفه‌بودن با مقدار ۳/۷۸ و ۳/۳۰ به‌ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت و از بُعد عملکرد نیز ظرفیت تحمل بار و ظرفیت ذخیرهٔ آب با مقدار ۳/۱۶ و ۳/۰۴ بیشترین و کمترین عملکرد را دارند. همچنین، ازنظر موقعیت قرارگیری هریک از مؤلفه‌ها در ماتریس IP نفوذپذیری و ظرفیت ذخیرهٔ آب در ربع اول، پایداری و ظرفیت تحمل بار در ربع دوم، تقویت اکوسیستم زیرزمینی در ربع سوم و مقرون به صرفه‌بودن در ربع چهارم واقع شده است. درنهایت، دو مؤلفهٔ نفوذپذیری و ظرفیت ذخیرهٔ آب ازلحاظ وزن‌دهی بیشترین وزن (۲/۶۴۶، ۲/۴۴۲) را دارند و ازنظر اولویت‌بندی جزء اولویت‌های اصلی هستند که باید درزمینهٔ ایجاد روسازی‌های شهر شیراز به آنها توجه شود.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شهر، شهر اسفنجی، رویکرد اکولوژیک، روسازی، شهر شیراز.

*نویسنده مسؤول

نوری، محبوبه، ر ضایی، محمد ر ضا. (۱۴۰۲). کاربرد فناوری‌های زیست محیطی در ایجاد رو سازی بوم شهر ا سفنجی (نمونه موردی: شهر شیراز). *برنامه ریزی فضایی*، ۱۳ (٤)، ۱۱٤– ۹۷ .

2476-3357 © The Author(s). Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

10.22108/SPPL.2024.139409.1752

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و ساکن شدن بیشتر مردم در منطقه‌های شهری سبب گسترش سطح‌های نفوذناپذیر در بسیاری از منطقه‌های شهری شده است (United nations department of economic and social affairs, 2017; WUP, 2018; Hibbs & Sharp, 2012, p. 4; Liu et al., 2015, p. 7). گسترش منطقه‌های نفوذناپذیر نیز به سهم خود زمینه‌ساز تشدید مسائل و چالش‌های مرتبط با محیط زیست مانند اثر جزیرهٔ گرمایی، افزایش رواناب سطحی و میزان اوج رواناب ناشی از رگبارها، آلودگی آب‌های سطحی و خشکسالی در بسیاری از نقاط شهری شده است (Roseen et al., 2011, p. 84; Liu et al., 2015, p. 7; Higashiyama et al., 2016, p. 74). بدین ترتیب، ضرورت دارد که در جوامع برای اثرها و خطرهای ناشی از شهرنشینی و تغییرات آب‌وهوایی تدابیری اندیشیده شود؛ زیرا درصورت نبود برنامه‌ریزی و راهبردهای مناسب کاهش و پیشگیری، وضعیت شهرها در آینده‌ای نه چندان دور وخیم‌تر خواهد شد (Hibbs & Sharp, 2012, p. 4; Wilson et al., 2014, p. 3).

در این ارتباط در سال‌های اخیر اصطلاح فناوری زیست‌محیطی (Eco-Technology) (ET) در ادبیات جهانی مطرح و اهمیت زیادی یافته است. فناوری زیست‌محیطی که گاهی از آن به‌عنوان فناوری سبز یا فناوری پاک نیز یاد می‌شود، شامل کلیهٔ ابزارها، امکانات و اقدام‌هایی است که برای پایش، الگوبرداری و حفظ محیط زیست و منابع و نیز جلوگیری از اثرهای منفی دخالت انسان در طبیعت به کار گرفته می‌شود. این نوع فناوری بیشتر شامل صرفه‌جویی در انرژی، پیشگیری از آلودگی، بازیافت ضایعات، مدیریت زیست‌محیطی و غیره است که با هدف ایجاد تعادل در حفاظت از محیط زیست، توسعهٔ اقتصادی و کاهش اثرهای نامطلوب توسعه بر محیط‌زیست پایه‌ریزی شده و به‌منزلهٔ یک مفهوم کلیدی برای ایجاد یک جامعهٔ پایدار است (Sun et al., 2008, p. 1034; Dangelico et al., 2017, p. 492). بنابراین بهره‌گیری از فناوری زیست‌محیطی نقش اساسی در کاهش مشکلات زیست‌محیطی، بهبود رفاه انسان، تسهیل فرآیند رشد و توسعه و دستیابی به توسعهٔ پایدار جوامع دارد (Reid & Miedzinski, 2008; Mavi et al., 2018, p. 555; Zhang et al., 2018, p. 114).

در این زمینه، دولت چین که اهمیت و توجه زیادی به استفاده از آب باران در منطقه‌های شهری می‌دهد، طرح ساخت بوم شهر اسفنجی (Sponge City) را مطرح کرده است. در این طرح بر ایجاد اقدام‌های توسعهٔ کم‌اثر همانند باغچه‌باران، حوضچه‌های نگهداشت زیستی، دیوار و بام سبز، چمن‌زار و روسازی‌های نفوذپذیر تأکید شده است. این اقدام‌ها شرایط اولیهٔ هیدرولوژیکی را حفظ، رواناب را کنترل و انتشار آلاینده‌ها را کاهش می‌دهد و سپس گردش پایدار آب را +٦

در محیط شهری تضمین می‌کند. با استفاده از این طرح امکان نفوذ طبیعی، ذخیره‌سازی، تصفیهٔ طبیعی، کنترل رواناب‌های سطحی، بهبود شرایط هیدرولوژیکی شهری و استفادهٔ مجدد از منابع آب باران میسر می شود (نوری و همکاران، ۱۴۰۲). استفاده از فناوری زیست‌محیطی در روسازی‌های شهر اسفنجی به‌طور کامل، الزام‌های شهر اسفنجی (افزایش نفوذ آب باران، حفظ بخشی از آب باران، جذب آلاینده‌ها و غیره) را تحقق می‌بخشد (Zhang et al., 2018, p. 115) و به‌دنبال آن می‌تواند محیط اکولوژیکی را بهبود بخشد، آب و خاک را حفظ کند، محیط زیست زیبا را احیا

کند، فرآیند رشد سالم درختان و فضای سبز را ارتقا دهد و ضایعات و آلودگی‌های آب را نیز بازیافت کند (عسگری و نوری، ۱۳۹۹، ص. ۵؛ Iqbal et al., 2020, p. 3; Niziolomski et al., 2020, p. 2). به‌طور کلی، شهر اسفنجی برمبنای رویکرد اکولوژیک پایه‌ریزی می شود؛ زیرا شهر اکولوژیک پاسخی به بحران‌های زیست‌محیطی و خسارت‌هایی است که با فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی حاصل شده است. براساس این رویکرد شکل‌گیری کلیهٔ ساختارهای فضای شهر باید براساس ملاحظات زیست‌محیطی و با در نظر گرفتن ارتباط بین توسعهٔ شهر و بستر طبیعی صورت گیرد تا بتوان با همسویی فرآیندهای انسانی و اکولوژیکی در محیط شهری در راستای ارتقای اصل پایداری گام برداشت (Munuzuri et al., 2010, p. 6167).

شهر شیراز ازجمله کلانشهرهایی است که در طی دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت مواجه بوده است؛ به‌طوری که با رشد شهرنشینی و توسعهٔ شهری بدون برنامه، بسیاری از اراضی نفوذپذیر طبیعی به سطح‌های نفوذناپذیری همچون آسفالت، سنگفرش و موزاییک تبدیل شده است که این امر برهم‌زدن جریان طبیعی آب را درسطح شهر به دنبال داشته است و سبب جریان‌یافتن حجم زیادی از آب درسطح خیابان‌ها شده است؛ زیرا میزان پوشش گیاهی کاهش شدیدی در شهر شیراز داشته است. پوششی که می‌تواند سبب کاهش تولید رواناب و به‌تبع آن نفوذ بیشتر آب در خاک و از این طریق مانع از شکل‌گیری سیلاب‌های مخرب درسطح شهر شود. خیابان‌ها، جاده‌ها، پارکینگ‌ها، پیاده‌روها و غیره ازجمله سطح‌های نفوذناپذیری هستند که نقش مهمی در نفوذناپذیری آب به درون خاک و شکل‌گیری رواناب سطحی و سیلاب‌های شهری مخرب دارند. بدین ترتیب، اینگونه استنباط می شود که شهرها به‌عنوان مراکز مهم جمعیتی در سال‌های اخیر با چالش‌های آبی و زیست‌محیطی متعدّد مواجه شدند که این امر اجرای رویکردی نوین با عنوان بوم‌شهر اسفنجی را به‌منزلهٔ شیوه‌ای عملی برای رسیدن به یک سیستم شهری سالم و پایدار به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر تبدیل کرده است؛ بنابراین با در نظر گرفتن مسائل و چالش‌های مطرح شده در شهر شیراز و اینکه تاکنون مطالعه‌ای درزمینهٔ بوم شهر اسفنجی در سطح کشور صورت نگرفته، پژوهش حاضر با هدف تحلیل کاربرد فناوری‌های زیست محیطی در ایجاد روسازی بوم‌شهر اسفنجی در شهر شیراز انجام شده است.

مبانی نظری پژوهش

رشد شهرنشینی و ضرورت تأمین نیازهای انسانی، الگوی توسعهٔ شهری بدون برنامه و تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر تأثیرات منفی زیادی بر انسان‌ها و سکونتگاه‌های انسانی ازنظر اجتماعی، اقتصادی و کیفیت زندگی داشته است. بدین صورت که منجر به مصرف ویژه از منابع طبیعی، تبدیل بسیاری از اکوسیستم‌های اکولوژیکی به منطقه‌های شهری و زوال محیط زیست شده است. برای مقابله با فشارها و چالش‌های ناشی از این مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی باید رویکرد جدیدی برای شهرنشینی اتخاذ شود (Gusmao Caiado et al., 2017, p. 892; Zhang et al., 2019, p. 352; Chen et al., 2019, p. 607; Ersoy et al., 2019, p. 310; Huang et al., 2021, p. 3). بدین ترتیب رویکرد اکولوژی شهری در واکنش به آلودگی‌ها و تخریب‌های زیست‌محیطی و با هدف ایجاد جوامعی پایدار و زیست‌پذیر درسطح جهانی مطرح شد (Chang et al., 2016, p. 931). اکولوژی در لغت به‌معنای بوم‌شناسی و مفهوم

غالب آن ارتباط طبیعی بین گیاهان، حیوانات و انسان‌ها با محیط زیست آنها ست. هدف اکولوژی شهری هم سویی فرآیندهای انسانی و اکولوژیکی در محیط‌های شهری برای ارتقای پایداری جوامع است (Xiu, 2017, p. 4). این مفهوم درطول چند سال اخیر به‌دنبال چالش‌های زیست‌محیطی بوده و بیشتر به آن توجه شده است. برخی از محققان تلاش کرده‌اند تا بوم‌شهر را ازمنظرهای مختلف تبیین کنند. در جدول (۱) به تعدادی از این تعریف‌ها به‌صورت خلاصه اشاره شده است.

جدول ۱: تعریف‌های مختلف از بوم‌شهر

Table 1: Different definitions of ecological city

محقق / سال	مفاهیم / تعریف‌ها
SandovalHamón et al. (2017)	در بوم‌شهر، توسعهٔ شهر باید با سلامتی و حفظ محیط زیست همسو باشد.
Wong & Yuan (2011)	بوم‌شهر باید استفاده از انرژی، آب و سایر منابع طبیعی را به حداقل برساند و با کاهش آلودگی و محدودکردن استفاده از منابع فسیلی به مکانی جذاب برای زندگی و کار تبدیل شود.
Song (2011)	در یک بوم‌شهر باید هماهنگی میان منافع اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی در اولویت کلی برنامه‌ها باشد.
Yu (2010)	بوم‌شهر فرآیندی برای ارائهٔ توسعهٔ یکپارچهٔ اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی است. دستیابی به بوم‌شهر مستلزم تغییر الگوهای تولید و تغییر سبک زندگی است. در این فرآیند، نوآوری یک اولویت حیاتی است.
Kline (2000)	یک بوم‌شهر باید از یکپارچگی اکولوژیکی و امنیت اقتصادی تشکیل شده باشد و در عین حال، باید مکانی برای بهبود کیفیت زندگی و توانمندسازی باشد.

منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲

بدین ترتیب، اکولوژی شهری ازجمله رویکردهای پایداری درمقیاس‌های مختلف شهری است که به‌عنوان جنبشی آینده‌نگر و محرکی مهم در توسعهٔ شهری به پارادایمی عملی در برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است (رمضانی قوام آبادی، ۱۳۹۳؛ Chang et al., 2016, p. 935; Joss, 2015, p. 834). مبتنی بر این رویکرد در کشور چین طرح شهر اسفنجی برای مدیریت پایدار آب شهری در سال 2013 مطرح شد. در شهر اسفنجی برنامه‌ریزی‌ها و ایجاد زیرساخت‌ها برمبنای جذب و جمع‌آوری، نفوذ و ذخیره، تصفیه و استفادهٔ مجدد از آب باران و پیشگیری از آسیب‌پذیری شهرها دربرابر سیل صورت می‌پذیرد. بدین صورت که در زمان بارش باران این شهر همانند یک اسفنج آب را جذب، ذخیره و به‌صورت طبیعی تصفیه می‌کند و در صورت نیاز، در زمان مناسب (کم‌آبی و خشکسالی) آب ذخیره‌شده را آزاد و به منبع آب شهری اضافه می‌کند (Khan & Afroz, 2018, p. 16; Nguyen et al., 2019, p. 150; Oates et al., 2020, p. 6). بنابراین از شهر اسفنجی می‌توان به‌عنوان «بوم‌شهر تاب‌آور دربرابر تغییرات اقلیمی» نیز نام برد. درواقع، بیشتر زیرساخت‌های شهر اسفنجی ازقبیل باغچه‌بارانها، دیوار و بام سبز، روسازی‌های نفوذپذیر و غیره براساس تفکر توسعهٔ کم‌اثر ایجاد شده است و هدف آن ایجاد یک سیستم کنترل آب در منبع اولیه است که می‌تواند مزایای جامعی ازجمله احیای اکولوژیک آب، کاهش آلودگی، تضمین امنیت آبی، حفاظت از منابع و محیط زیست را به دنبال داشته باشد (نوری و همکاران، ۱۴۰۲).

بنابراین برا ساس م سائل و چالش‌های مطرح شده و مزایایی که شهر ا سفنجی می‌تواند در را ستای حل چالش‌ها، تعامل و حفظ محیط زیست به دنبال دا شته با شد، ضروری ا ست که شهرهای پرچالش امروزی به شهرهای ا سفنجی تبدیل شود تا ظرفیت آنها در پی شگیری از سیل، تکمیل منابع آب، کاهش اثر جزیرهٔ گرمایی، تو سعهٔ تنوع زی ستی و بهبود کیفیت هوا و آب و غیره افزایش یابد؛ زیرا بوم‌شهر اسفنجی به‌عنوان یک مسیر جدید در شهرنشینی با تمرکز بر مزایای زی ست‌محیطی و سازگاری با تغییرات اقلیمی به یک برنامه‌ریزی راهبردی میان‌مدت و بلندمدت مهم در سطح جهانی تبدیل شده است.

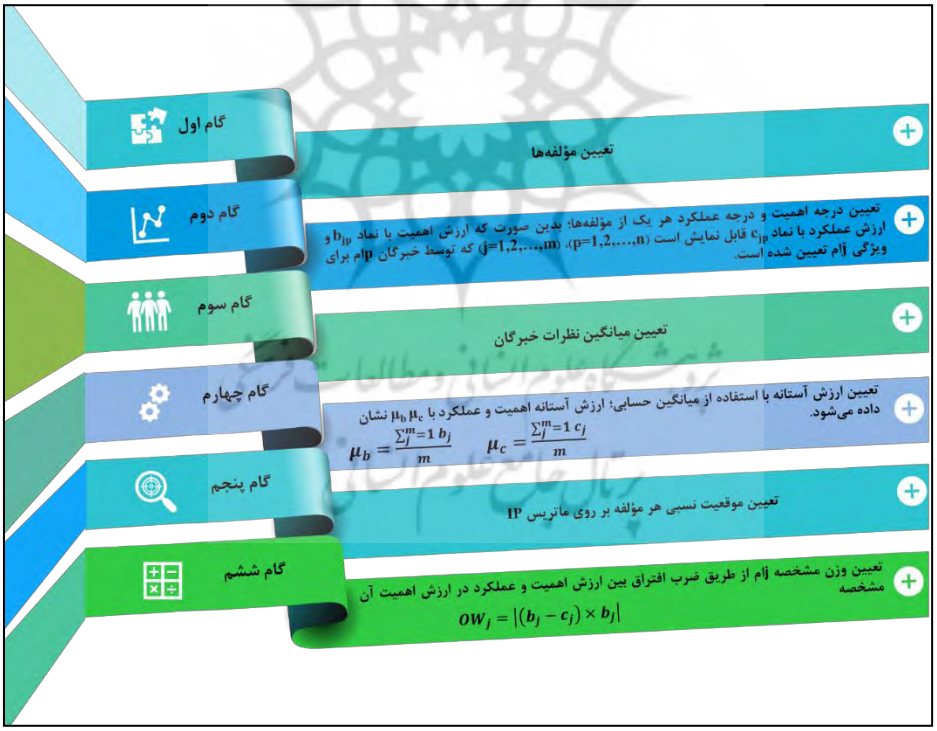
برا ساس نتایج پژوهش چن و همکاران م شخص شد که رو سازی‌های نفوذپذیر با ایجاد فر صت بی‌شتر برای نفوذ آب به لایه‌های زیرین خاک سبب کاهش رواناب سطحی، مدیریت آب باران و بهبود کیفیت آب درمقایسه با بتن نفوذناپذیر می‌شوند (Chen et al., 2019). چشمه زنگی و دنگ در پژوهشی دریافتند که تقاضا برای استفاده از روش‌های مدل سازی یکپارچه در پروژه‌های ساخت‌و ساز بوم شهرهای چینی در را ستای پایداری و بهینه سازی محیط ساخته‌شده افزایش یافته که این به‌عنوان پیشرفتی مهم در راستای مدیریت پایدار شهری است (Cheshmehzangi & Deng, 2016). م صطفوی در پژوه شی که انجام داد، بر لزوم رویکرد اکولوژی در طراحی شهری تأکید و شهر سازی اکولوژیک را روشی برای بهبود محیط‌های طبیعی درون‌شهری و توسعهٔ شهری عنوان کرد (Mostafavi, 2016). یو در مطالعه‌ای عنوان کرد که ک شور چین باتوجه به جمعیت زیاد، سطح مداوم مهاجرت رو ستا به شهر، کمبود منابع برای حمایت از توسعهٔ فعلی و مدل شهرنشینی با چالش‌های بزرگی مواجه است؛ بنابراین مدل بوم‌شهر کم‌کربن باید رویکرد ا صلی برای شهرن شینی و صنعتی سازی چین با شد (Yu, 2014). یافته‌های پژوهش لیو و همکاران نیز ن شان دادند که شهرها برای سازگاری با تغییرات اقلیمی باید برا ساس ساختارهای ا سفنجی ساخته شوند تا از این طریق ظرفیت آنها برای پی شگیری از سیل، تکمیل منابع آب، کاهش جزیرهٔ گرما، تو سعهٔ تنوع زی ستی و بهبود کیفیت هوا و آب افزایش یابد (Liu et al., 2015)؛ بنابراین هرچند جایگزینی کلیهٔ روسازی‌های هر شهری در مدت زمان کوتاهی کار ساده‌ای نیست، با یک کار نظام‌مند و مستمر گسترده این مهم امکان‌پذیر خواهد بود؛ بنابراین از بوم‌شهرهای اسفنجی به‌عنوان تحولی در فرآیند شهرنشینی عصر حاضر یاد می‌شود؛ زیرا گامی مهم در مسیر تحقق اصل پایداری و تاب‌آورکردن شهرهای امروزی است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر هدف، جزء پژوهش‌های کاربردی و ازحیث ماهیت و روش در زمرهٔ پژوهش‌های توصیفی از نوع پیمایشی است. بدین صورت که ابتدا با مطالعه و بررسی گستردهٔ متون نظری از پژوهش‌های مختلف درزمینهٔ مدیریت پایدار آب، بوم شهر، شهر ا سفنجی، زیر ساخت بوم شهر ا سفنجی بهره گرفته و یکسری شاخص‌های اولیه از کاربرد فناوری زیست‌محیطی در رو سازی‌های بوم شهر ا سفنجی ا ستخراج و سپس از روش دلفی برای برر سی نهایی شاخص‌ها بهره گرفته شد. در روش دلفی پنل‌هایی از متخصصان تشکیل می‌شود. مبنای این روش جمع‌آوری نظرها و رسیدن به اجماع گروهی بین شرکت‌کنندگان در پنل است. از آنجا که مشارکت‌کنندگان در موضوع بحث‌شده، افرادی

مطلع و خبره هستند، ایده‌هایی که در این روش جمع‌آوری می شود، بسیار سودمند است (Powell, 2003, p. 378; Ludwig & Starr, 2005, p. 320). در این مرحله از پژوهش صاحب‌نظران که درواقع، اعضای پنل خبرگان مطالعه دلفی را تشکیل می‌دهند (استادان برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، مدیریت بحران، منابع طبیعی و محیط زیست شهری) به تعداد ۳۰ نفر به روش گلوله برفی انتخاب شدند و سپس معیارهای استخراج شده در اختیار تیم قرار گرفت و پس از چندین مرحله رفت‌وبرگشت، معیارهایی که باهم هم‌پوشانی داشتند و ازنظر مفهوم یکسان بودند در یکدیگر ادغام و در پایان جلسه‌ها، معیارهای مشترک با بیشترین امتیاز برای بررسی و تحلیل بیشتر به کمک روش تحلیل اهمیت–عملکرد (Importanace-Performance Analysis) (IPA) به‌عنوان معیار نهایی تعیین شدند.

روش اهمیت–عملکرد یکی از روش‌های تحلیل اختلاف است. این روش از متداول‌ترین ابزارهای استفاده‌شده برای تشخیص اختلاف میزان اهمیت یک عامل ازدیدگاه ذی‌نفعان و ادراکات واقعی آنان دربارهٔ آن عامل است. این روش نخستین بار برای شناسایی و اولویت‌بندی ویژگی‌های محصول یا خدمتی استفاده شد که سازمان می‌تواند برای افزایش رضایت مشتریانش بر آن تمرکز کند (نوری و همکاران، ۱۴۰۲، ص. ۶؛ Hong et al., 2020, p. 6; Singh et al., 2018, p. 57; Ormanovic et al., 2017, p. 60). پیاده سازی این روش نیازمند طی‌کردن چندین گام است که در شکل (۱) این گام‌ها به‌ترتیب ارائه شده است.



شکل ۱: مراحل تکنیک اهمیت– عملکرد (منبع: Caber et al., 2012)

Figure 1: Stages of the importance-performance technique

از آنجا که تحلیل جداگانهٔ داده‌های بُعد عملکرد و بُعد اهمیت به‌ویژه زمانی که هر دو مجموعه‌داده‌ها همزمان مطالعه می‌شوند، ممکن است معنادار نباشد، داده‌های مربوط به سطح اهمیت و سطح عملکرد شاخص‌ها روی شبکه‌ای

دوبُعدی که در آن محور Y بیانگر بُعد اهمیت و محور X بیانگر بُعد عملکرد است، نمایش داده می‌شود. این شبکهٔ دوبُعدی، ماتریس اهمیت عملکرد نامیده می‌شود. نقش ماتریس اهمیت–عملکرد که درواقع، از چهار قسمت یا ربع تشکیل شده و در هر ربع استراتژی خاصی قرار دارد، کمک به فرآیند تصمیم‌گیری است. از این ماتریس برای شناخت درجهٔ اولویت شاخص‌ها ازجهت بهبود وضعیت استفاده می‌شود. ماتریس (IP) و چهار ربع قابل تشخیص در این ماتریس در قالب شکل (۲) و جدول (۲) ارائه شده است.

شکل ۲: ماتریس (IP) (منبع: Eskildsen & Kristensen, 2006)

Figure 2: IP matrix

جدول ۲: نشانگرهای ماتریس (IP)

Table 2: IP matrix indicators

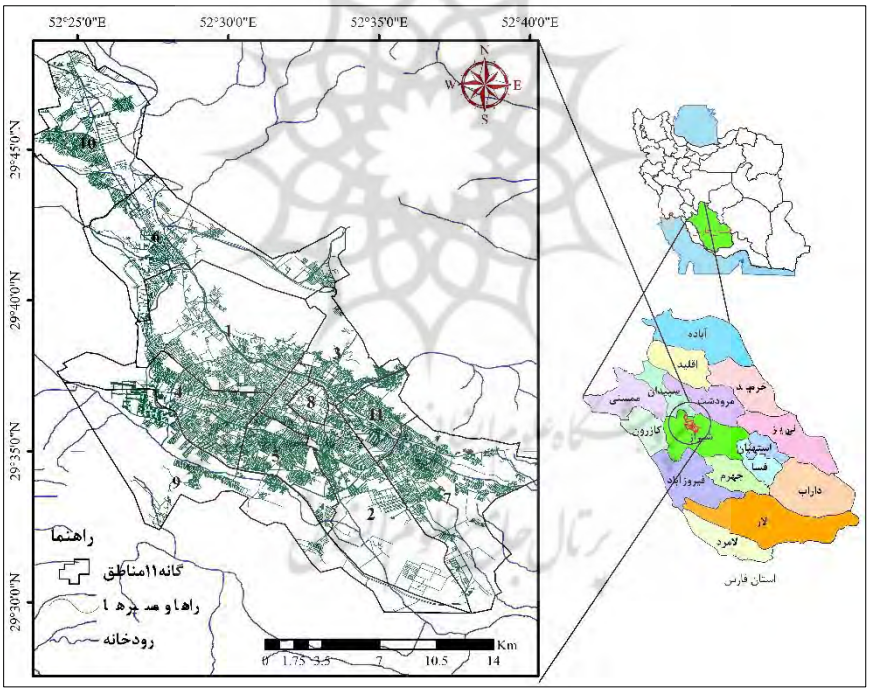
ربع	نشانگر	استراتژی
حیطهٔ ضعف (Q1)	عملکرد پایین–اهمیت بالا	ضعف سیستم، نیازمند توجه فوری
حیطهٔ پذیرفتنی (Q2)	عملکرد بالا–اهمیت بالا	نقطهٔ قوت، تداوم وضعیت
حیطهٔ بی‌تفاوتی (Q3)	عملکرد پایین–اهمیت پایین	عدم تهدید، بی‌نیازی به تمرکز زیاد
حیطهٔ اتلاف (Q4)	عملکرد بالا–اهمیت پایین	نقاط قوت غیرمهم، بهتر است منابع درجای دیگر صرف شود.

منبع: غلامی و همکاران، ۱۴۰۱.

معرفی منطقهٔ مطالعه‌شده

محدودهٔ مطالعه شده در پژوهش حا ضر شهر شیراز یکی از کلان‌شهرهای ایران و مرکز ا ستان فارس ا ست که در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقهٔ شمالی و طول ۵۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۲۶ دقیقهٔ شرقی در ارتفاع ۱۴۸۶ تا ۱۶۷۰ متری از سطح دریا واقع شده ا ست. پ ست‌ترین نقطهٔ جلگهٔ شیراز در جنوب شرقی آن (دریاچهٔ مهارلو) قرار دارد. میانگین دمای سالانهٔ این شهر ۱۷/۷ سانتی‌گراد است. همچنین، میانگین بیشینه و کمینهٔ دما در این شهر به‌ترتیب ۲۵/۷ و ۵/۸ سلسیوس است. مقدار بارندگی سالانهٔ این شهر نیز حدود ۲۶۳/۷ میلی‌متر است (شهرداری شیراز، ۱۴۰۱). باتوجه به آمارهای ثبت‌شده در ایستگاه‌های هیدرومتری شرکت سهامی آب منطقه‌ای

فارس در شش ایستگاه باغ صفا، چنار (راهدار)، چنار سوخته (اعظم)، چنار سوخته (خشک) فرودگاه محمودآباد و قصر قمشه که در داخل شهر شیراز قرار دارند، مقدارهای میانگین دبی روزانه به‌ترتیب در حدود ۱/۹۲، ۰/۷۲، ۱/٦۱، ۰/٦۹، ۰/۱۳ و ۱ مترمکعب بر ثانیه است. به‌طور کلی، شهر شیراز آب‌وهوای گرم و نیمه‌خشک دارد (عبدالعظیمی و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۱٤۵). براساس آخرین تقسیمات اداری این شهر به ۱۱ منطقهٔ مستقل شهری تقسیم شده است و مساحتی در حدود ۵۲۷۱ کیلومتر مربع دارد. مساحت کل فضای سبز شهری این شهر که شامل کمربند سبز، بوستان‌ها و فضای سبز پراکنده است، حدود ٤۰/٦ کیلومتر مربع است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹الف، ص. ۵۹). جمعیت شهر شیراز در چند دههٔ گذشته افزایش چشمگیری داشته است؛ به‌طوری که این شهر برپایهٔ آخرین سرشماری مرکز آمار ایران جمعیتی بالغ بر ۱۵٦۵۵۷۲ نفر دارد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹ب، ص. ۲۳۷). افزایش جمعیت، ساخت‌وسازهای شهری، آبراهه‌ها و رودخانه‌های اطراف شهر شیراز که اغلب فصلی هستند (مهم‌ترین آن رودخانهٔ خشک شیراز است که ازمیان بافت کالبدی شهر عبور می‌کند) طی سال‌های گذشته باعث ایجاد سیل شده است (ازجمله سال ۱۳٦۵، ۱۳۸۰ و سیل فروردین ۱۳۹۸ که خسارت‌های جانی و مالی فروانی برجای گذاشت) در شکل (۳) موقعیت منطقه‌های مختلف شهر شیراز در ایران و استان فارس ارائه شده است.



شکل ۳: موقعیت شهر شیراز در ایران و استان فارس (منبع: نویسندگان، ۱٤۰۲)

Figure 3: Location of Shiraz city in Iran and Fars province

یافته‌های پژوهش و تجزیه‌وتحلیل

در راستای هدف‌های پژوهش تحلیل اهمیت-عملکرد مؤلفه‌های مبنایی کاربرد فناوری زیست‌محیطی در روسازی‌های بوم‌شهر اسفنجی با استفاده از مدل دلفی و تکمیل پرسشنامه‌ها با تیم خبرگان و بررسی نظرهای آنها ابتدا

۱۵ معیار استخراج شد که در دور دوم نشست باتوجه به اینکه برخی از مؤلفه‌ها ازنظر مفهوم یکسان یا شباهت زیادی داشتند با یکدیگر ادغام و یا حذف شدند و درنهایت، هفت معیار نهایی شناسایی، انتخاب و تدوین شد که این معیارها درقالب جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: مؤلفه‌های مبنایی کاربرد فناوری زیست‌محیطی در روسازی‌های بوم‌شهر اسفنجی

Table 3: The basic components of the application of environmental technology in the pavements of the sponge ecocity

مؤلفه	مفهوم
نفوذپذیری	روسازی باید بتواند آب را به لایه‌های زیرین نفوذ دهد و از این طریق رواناب سطحی حتی در زمان بارندگی‌های شدید نزدیک به صفر خواهد بود.
ظرفیت ذخیرهٔ آب	روسازی باید بتواند آب حاصل از بارش را مهار و پس از فیلترکردن آلاینده‌ها آن را ذخیره کند که مقدار ذخیرهٔ آب تعیین‌شده بسته به شرایط محیطی هر شهر می‌تواند متفاوت باشد.
ظرفیت تحمل بار	مقاومت روسازی ساخته‌شده باید به میزانی باشد که بتواند فشار ناشی از وزن سنگین را تحمل کند (وزن مخزن، بار وسایل نقلیهٔ عبوری و غیره).
تقویت اکوسیستم زیرزمینی	روسازی باید طوری ساخته شود که امکان تبادل آزادانهٔ جریان هوا و آب به لایه‌های زیر آن وجود داشته باشد تا باعث رشد ریشهٔ درختان و میکروارگانسیم‌ها شود و سپس نقش تالاب زیرزمینی را ایفا کند.
قابلیت تهویهٔ مطبوع	باید هوا بتواند آزادانه در لایهٔ بالایی و زیرین روسازی جریان داشته باشد تا هوای محیط را با تبخیر آب زیرزمینی و جذب آلاینده‌های هوا به‌طور چشمگیری در لایه‌های زیر روسازی خنک کند. همچنین، هوا باید بتواند مواد مغذی و عوامل فعّال لازم را برای اکوسیستم زیرین فراهم کند.
مقرون به صرفه‌بودن	روسازی ازلحاظ اقتصادی هزینه‌بر نباشد. هزینهٔ نگهداری آن نیز باید ناچیز باشد و مهم‌تر از همه نیاز به تعمیر یا تعویض روسازی برای مدت طولانی (بیش از ۳۰ سال) به حداقل برسد.
پایداری	روسازی باید با نگهداری مناسب، قابلیت حفظ و ماندگاری طولانی‌مدت (برای یک دورهٔ ۳۰ ساله یا بیشتر) را داشته باشد.

منابع: Wu, 2005; Mitsch & Gosselink, 2007; Scholz & Grabowiecki, 2007; Paul, 2007; Sansalone et al., 2008; Papagiannakis & Masad, 2008; Gopalakrishnan, 2011; Liu et al., 2012

پس از شناسایی و تدوین مؤلفه‌ها، درجهٔ اهمیت و عملکرد هریک از مؤلفه‌ها باتوجه به نظر خبرگان سنجیده شد که نتایج حاصل از این نظرسنجی در جدول (٤) ارائه شده است.

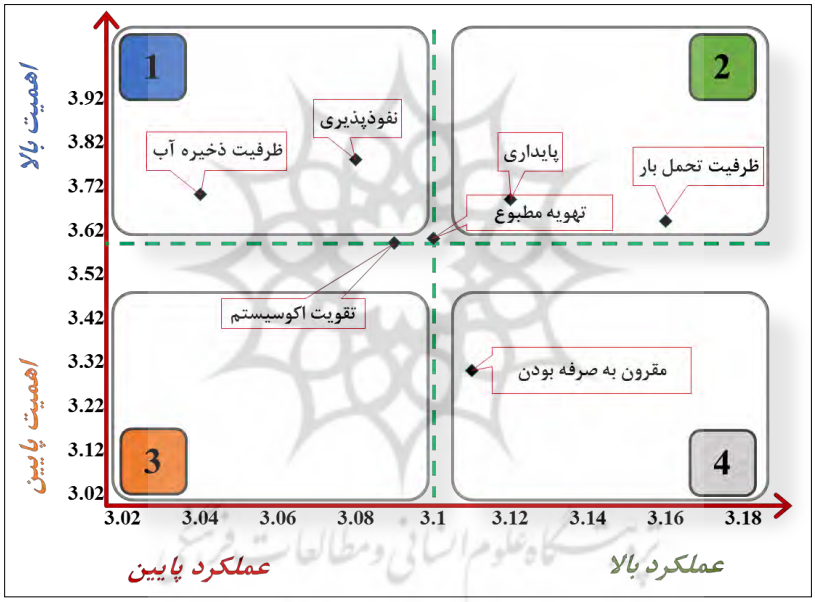
جدول ٤: تحلیل اهمیت-عملکرد مؤلفه‌های پژوهش حاضر

Table 4: Analysis of the importance - performance of the components of the current research

مؤلفه	درجهٔ اهمیت	درجهٔ عملکرد	رُبع ماتریس
نفوذپذیری	۳/۷۸	۳/۰۸	۱
ظرفیت ذخیرهٔ آب	۳/۷۰	۳/۰٤	۱
ظرفیت تحمل بار	۳/٦٤	۳/۱٦	۲
تقویت اکوسیستم زیرزمینی	۳/٥۹	۳/۰۹	۳
تهویهٔ مطبوع	۳/٦۰	۳/۱۰	–
مقرون به صرفه‌بودن	۳/۳۰	۳/۱۱	٤
پایداری	۳/٦۹	۳/۱۲	۲
ارزش آستانه	۳/٦۱	۳/۱	–

منبع: نویسندگان، ۱٤۰۲

براساس نتایج حاصل از تحلیل اهمیت-عملکرد جدول (۵) مشخص شد که مؤلفهٔ نفوذپذیری ازنظر درجهٔ اهمیت با مقدار ۳/۷۸ بیشترین و مؤلفهٔ مقرون به صرفه‌بودن با مقدار ۳/۳۰ کمترین اهمیت را دارد؛ اما ازلحاظ درجهٔ عملکرد باید اشاره کرد که مؤلفهٔ ظرفیت تحمل بار با مقدار ۳/۱۶ بیشترین و مؤلفهٔ ظرفیت ذخیرهٔ آب با مقدار ۳/۰۴ کمترین عملکرد را دارد. در این راستا اگرچه نتایج محاسبات تا حدودی وضعیت اهمیت و عملکردی مؤلفه‌های مبنایی سنجیده‌شده در شهر شیراز را آشکار کرده است، نتایج حاصل از این تحلیل دوبُعدی (اهمیت و عملکرد) زمانی کامل می شود که موقعیت هر مؤلفه در ماتریس IP مشخص شود. برای این منظور باید براساس میانگین اهمیت و میانگین عملکرد هر مؤلفه مختصات آن در ماتریس IP نمایش داده شود تا مشخص شود که مؤلفهٔ مدنظر در کدام یک از ربع‌ها قرار دارد. پس از ترسیم ماتریس مدنظر که متشکل از دو محور X و Y است، موقعیت مؤلفه‌ها باتوجه به ارزش آستانهٔ اهمیت و عملکرد حاصل‌شده، مشخص می‌شود. در شکل (٤) موقعیت قرارگیری مؤلفه‌های بررسی‌شده در ماتریس IP ارائه شده است.



شکل ٤: موقعیت قرارگیری مؤلفه‌ها در ماتریس IP (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۲)

Figure 4: Position of the components in the IP matrix

براساس نتایج حاصل می‌توان عنوان کرد که مؤلفه‌های نفوذپذیری و ظرفیت ذخیرهٔ آب در ربع اول (Q1) قرار گرفته است؛ یعنی براساس نظر خبرگان اهمیت این مؤلفه‌ها زیاد است؛ اما عملکرد در آنها پایین است و از این جهت، این ضعف بزرگی برای سیستم شهر شیراز است که نیازمند توجه فوری و اتخاذ راهکارهایی برای بهبود شرایط است. پایداری و ظرفیت تحمل بار نیز دو مؤلفه‌ای است که باتوجه به موقعیت آنها در ماتریس IP و قرارگیری در ربع دوم (Q2) نشان‌دهندهٔ اهمیت و عملکرد فراوان دو مؤلفهٔ فوق است؛ یعنی باتوجه به اهمیت هر دو مؤلفه سیستم شهر نیز عملکرد مطلوبی در این زمینه داشته است؛ بنابراین استمرار و حفظ این وضعیت توصیه می‌شود. همچنین، مؤلفهٔ تقویت اکوسیستم زیرزمینی در ربع سوم (Q3) ماتریس IP قرار گرفته است که نشان‌دهندهٔ اهمیت نه‌چندان فراوان آن

است و سیستم شهر نیز در آن عملکرد پایینی دارد که این قبیل مؤلفه‌ها در کارایی و بقای سیستم نقش مهمی ندارند و می‌توانند به‌نوعی نادیده گرفته شوند؛ زیرا به‌عنوان تهدید به شمار نمی‌روند و نیازمند اصلاح و بهبود فوری نیستند. درنهایت، اینکه مؤلفهٔ مقرون به صرفه‌بودن در ربع چهارم (Q4) واقع شده است، نشان از اهمیت پایین و عملکرد فراوان آن است. این مؤلفه‌ها به‌عنوان نقاط قوت غیرمهم هستند. بدین ترتیب، بهتر است بخشی از هزینه و منابعی که در این زمینه صرف شده است، برای تقویت سایر مؤلفه‌ها به کار گرفته شود. پس از تعیین موقعیت نسبی هر مؤلفه و نمایش تصویری آن برروی ماتریس IP، وزن و اولویت مؤلفه‌های مبنایی کاربرد فناوری زیست‌محیطی در روسازی‌های شهر شیراز محاسبه و نتایج آن در قالب جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵: وزن و اولویت مؤلفه‌های سنجیده‌شده در پژوهش حاضر

Table 5: The weight and priority of the measured components in the current research

مؤلفه	وزن	اولویت
نفوذپذیری	۲/٦٤٦	۱
ظرفیت ذخیرهٔ آب	۲/٤٤۲	۲
ظرفیت تحمل بار	۱/۷٤۷	۵
تقویت اکوسیستم زیرزمینی	۱/۷۹۵	٤
تهویه مطبوع	۱/۸	٦
مقرون به صرفه‌بودن	۰/٦۲۷	۷
پایداری	۲/۱۰۳	۳

منبع: نویسندگان، ۱٤۰۲

بر این اساس، مشخصه‌هایی که وزن بیشتری دارند باید برای بهبود در اولویت بالاتری قرار گیرند. بدین ترتیب، براساس خروجی حاصل از وزن‌دهی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های سنجیده شده (جدول ۵) باید اشاره کرد که مؤلفه‌های نفوذپذیری، ظرفیت ذخیرهٔ آب و پایداری به‌ترتیب با مقدار ۲/٦٤٦ و ۲/٤٤۲ بیشترین وزن را دارند؛ بنابراین باید به‌عنوان دو اولویت اساسی در راستای بهبود سیستم روسازی شهر شیراز مورد توجه و برنامه‌ریزی جدّی قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

رشد شهرنشینی و توسعهٔ شهری بی‌برنامه در شهر شیراز سبب تغییر در الگوی استفاده از زمین و تبدیل اراضی به ساخت‌و سازهای شهری شده است که این خود گسترش جاده‌ها و سنگفرش شدن خیابان‌ها، افزایش سطح‌های نفوذناپذیر، تخریب منابع با ارزش زیست‌محیطی، بروز مسائلی ازقبیل از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، کاهش منابع آب و آلودگی آنها، تشدید اثر جزیرهٔ گرمایی، تخریب زیستگاه‌ها، کاهش تنوع زیستی و غیره را به دنبال داشته است؛ به‌طوری که در بسیاری از منطقه‌های شهر با حذف پوشش گیاهی و جایگزین‌کردن آن با سطح‌های نفوذناپذیر تغییراتی در خصوصیات هیدروگراف رواناب سطحی، افزایش حجم رواناب و دبی اوج رواناب ایجاد شده است. فعالیت‌های انسانی نیز در بخش‌های مختلف شهر با تولید ضایعات و آلاینده‌های گوناگون و حرکت این مواد زاید به سمت منابع

آب درحین بارندگی سبب کاهش کیفیت منابع آب شهری شده است. رواناب جریان‌یافته درسطح شهر نیز آلودگی‌های مسیر جریان را با خود جمع و باعث آلودگی رودها و نهرها، دریاچه‌ها و منابع آب آشامیدنی می‌شود. همچنین، افزایش رواناب و نفوذناپذیری آن در داخل زمین باعث محروم‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی، شکل‌گیری سیلاب‌های مخرب، آبگرفتگی معابر و چالش‌های مختلف دیگر در شهر شده است. باتوجه به اینکه بخش‌های زیادی از فضاهای باز داخل شهر و پیرامون آن با ساخت‌وسازهای مسکونی، صنعتی، تجاری و غیره جایگزین شده است که این خود سبب ایجاد چالش‌های مختلف و شکل‌گیری شهر سازی ناسازگار با محیط زیست شده است؛ بنابراین استراتژی پیشنهادی این است که همهٔ روسازی‌های شهر مطابق با طرح بوم‌شهر اسفنجی ساخته شود. با بهره‌گیری گسترده از فناوری‌های سبز در واکنش به مسائل و چالش‌های زیست‌محیطی مختلف در شهرهای امروزی طرحی با رویکرد اکولوژیک پیشنهاد می‌شود.

در این ارتباط نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در بین مؤلفه‌های بررسی شده نفوذپذیری و مقرون به صرفه‌بودن ازنظر بُعد اهمیت با مقدار ۳/۷۸ و ۳/۳۰ به‌ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت و دو مؤلفهٔ ظرفیت تحمل بار و ظرفیت ذخیرهٔ آب از بُعد عملکرد نیز با مقدار ۳/۱۶ و ۳/۰۴ به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را دارند. همچنین، ازنظر موقعیت قرارگیری هریک از مؤلفه‌ها در ماتریس IP مؤلفه‌های نفوذپذیری و ظرفیت ذخیرهٔ آب در ربع اول (Q1)، پایداری و ظرفیت تحمل بار در ربع دوم (Q2)، تقویت اکوسیستم زیرزمینی در ربع سوم (Q3) و مقرون به صرفه‌بودن در ربع چهارم (Q4) واقع شده است که هرکدام نیازمند راهبرد خاص خود هستند. نتایج حاصل از وزن‌دهی و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها نیز نشان داد که دو مؤلفهٔ نفوذپذیری و ظرفیت ذخیرهٔ آب به‌ترتیب با مقدار ۲/۶۴۶ و ۲/۴۴۲ بیشترین وزن را دارند که ازنظر اولویت‌بندی جزء اولویت‌های اصلی هستند که باید درزمینهٔ ایجاد روسازی‌های شهر شیراز به آنها توجه شود.

بدین ترتیب، رویکرد اصلی پژوهش این است که روسازی‌های شهر شیراز برمبنای ساختارهای بوم‌شهر اسفنجی ساخته یا بازسازی شود؛ زیرا در این نوع روسازی آب باران در روزهای بارانی در لایه‌های زیرین روسازی ذخیره و سپس بخار آب در روزهای آفتابی آزاد می‌شود. درواقع، آب باران در یک لایهٔ شنی زیرین ذخیره می‌شود. با رسیدن آب‌وهوای کافی به لایهٔ زیرین خاک، ریشه‌های درختان و میکروارگانیسم‌ها شرایط رشد و شکوفایی مناسبی پیدا می‌کنند و سپس آلاینده‌های جذب‌شده تجزیه و به مواد مغذی برای سیستم اکولوژیکی تبدیل می‌شوند که از این طریق سبب شکوفایی اکوسیستم زیرزمینی و بهبود تنوع زیستی شهری نیز می‌شوند (Liu et al., 2012). در این زمینه و همسو با نتایج پژوهش روسازی نفوذپذیر گزینهٔ مناسبی است که می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای روسازی‌های نفوذناپذیر معمولی ازجهت کاهش اثرهای منفی بر محیط زیست در منطقه‌های مختلف شهر مدنظر قرار گیرد (Rushton, 2011; Collins et al., 2007; Luck et al., 2008; Mullaney & Lucke, 2014; Liu et al., 2015). کاربردهای عمومی روسازی‌های نفوذپذیر بیشتر شامل میدان‌ها، پارکینگ‌ها، جاده‌ها و پیاده‌روها ست که مزایای این نوع از روسازی، آن را به روشی جذاب در راستای توسعهٔ کم‌تأثیر و مدیریت بهتر آب در منطقه‌های شهری تبدیل کرده است (Boving et al., 2008; Shah et al., 2013). از آنجایی که مدیریت آب باران یک چالش دائمی در

محیط‌های شهری است، رو سازی‌های نفوذپذیر می‌توانند برای جمع‌آوری و ذخیره سازی آب باران در محل و برای استفاده‌های آتی مورد استفاده قرار گیرند (Nnadi et al., 2015; Antunes et al., 2016). روسازی نفوذپذیر با نگهداری مناسب، مزایای زیست‌محیطی زیادی را به همراه دارد و یک گزینهٔ پیشنهادی مهم برای روسازی‌های شهری شهر شیراز است (نوری و همکاران، ۱۴۰۲). بنابراین با در نظر گرفتن اهمیت، جایگاه و مزایای روسازی‌های منطبق بر فناوری زیست‌محیطی در بوم‌شهر اسفنجی باید کلیهٔ نهادهای تصمیم‌گیر، برنامه‌ریزان و مدیران شهری شیراز باتوجه به مشکلات متعدّد شهرنشینی و به‌دنبال آن ضرورت تحقق هدف‌های توسعهٔ پایدار رویکرد بوم شهر اسفنجی را برای برنامهٔ توسعهٔ آتی شهر شیراز به‌عنوان یک ضرورت در کلیهٔ تصمیمات شهری درنظر داشته باشند.

باتوجه به گستردگی و جدیدبودن موضوع پژوهش حاضر، مطالعهٔ حاضر این زمینه را فراهم می‌کند که در پژوهش‌های جداگانه‌ای مفاهیم مرتبط با شهر اسفنجی بسط و توسعه پیدا کند و از این رو، ابعاد و جنبه‌های مختلف موضوع به‌طور دقیق‌تر بررسی شود. باتوجه به اینکه جامعهٔ آماری در این پژوهش خبرگان و متخصصان بوده است، پیشنهاد می شود که در پژوهش‌های دیگر از آحاد مردم دربارهٔ موضوع شهر اسفنجی نظرسنجی و در صورت اجرای چنین طرحی سنجش تمایل به مشارکت شهروندان صورت گیرد؛ زیرا مشارکت و حضور فعّالانهٔ مردم در تمام بخش‌های طراحی، اجرا و نگهداری زیرساخت‌های شهر اسفنجی یکی از ارکان اساسی در بحث مدیریت پایدار منابع آبی در شهرهاست. همچنین، به‌دلیل نداشتن توجه کافی به نقش محوری آب در برنامه‌ریزی شهری لازم است روش‌های برنامه‌ریزی شهری با رویکرد مدیریت پایدار آب و چالش‌های آبی در مطالعات آتی بررسی و نقاط ضعف و قوت این قبیل طرح‌ها مشخص شود. علاوه بر این موارد باتوجه به اینکه موفقیت چنین طرح‌هایی مستلزم مشارکت یکپارچهٔ سازمان‌ها، بخش‌ها و نهادهای مختلف است، نیاز است تا ساختار، اصول و روش‌های فعلی حاکم بر نهادهای مدیریت آب در مطالعات آینده بررسی شود و سپس راهبردهای مناسب برای انجام‌دادن بازنگری‌هایی در این زمینه صورت پذیرد. درنهایت، باتوجه به اینکه بازنگری روش‌های مدیریت پایدار منابع آب پیش‌زمینه‌ای برای توسعهٔ پایدار است، ورود متخصصان مختلف به عرصه و مطالعات بین‌رشته‌ای همانند بحث طرح شهر اسفنجی، بحث توسعهٔ کم‌اثر و غیره زمینه‌ساز تحولات عظیم در راستای نیل به هدف‌های توسعهٔ پایدار خواهد بود.

منابع

رمضانی قوام آبادی، محمد حسین (۱۳۹۳). اقتصاد سبز: گامی به سوی تحقق توسعه پایدار در حقوق بین الملل محیط زیست. *دانشنامه حقوق اقتصادی*، ۲۱(٦)، ۱۱٤-۱٤۱.

https://doi.org/10.22067/le.v21i6.45080

عبدالعظیمی، هادی، روشان، سیدحسین، شمس‌نیا، سیدامیر، و شاهینی‌فر، حمیدرضا (۱۳۹۹). شناسایی مناطق سیل‌خیز شهر شیراز با استفاده از TOPSIS-GIS. *هیدروژئومورفولوژی*، ۷(۲۵)، ۱۳۹-۱۵۹.

https://doi.org/10.22034/hyd.2021.43413.1565

عسگری، ابراهیم، و نوری، محبوبه (۱۳۹۹). ارزیابی پایداری خاک و فرسایش مجاز در راستای مدیریت پایدار محیط ساحلی. *فصلنامهٔ علمی علوم و فنون آبخاکی*، ۱(۲)، ۳۳-۵۵.

https://doi.org/10.22034/jamst.2021.247210

غلامی، عابد، زینلی‌پور، حسین، شیخی‌فینی، علی‌اکبر، و سماوی، سیدعبدالوهاب (۱۴۰۱). سنجش و ارزیابی مؤلفه های برنامهٔ درسی تربیت هنری دورهٔ پیش‌دبستانی با استفاده از مدل تحلیل اهمیت–عملکرد. *فصلنامهٔ رهبری و مدیریت آموزشی*، ۱۶(۱)، ۱۱۰-۸۹.

https://sanad.iau.ir/Journal/edu/Article/856919

شهرداری شیراز (۱۴۰۱). *سالنامهٔ آماری شهر شیراز ۱۴۰۰*. https://shiraz.ir

مرکز آمار ایران (۱۳۹۹الف). *سالنامهٔ آماری استان فارس* (۱- سرزمین و آب‌وهوا).

https://www.amar.org.ir/english?portalid=1

مرکز آمار ایران (۱۳۹۹ب). *سالنامهٔ آماری استان فارس* (۳- جمعیت).

https://www.amar.org.ir/english?portalid=1

نوری، محبوبه، رضایی، محمدرضا، حسینی، سیدموسی، و منصوریان، حسین (۱۴۰۲). تبیین ضرورت کاربست روش‌های نوین در مدیریت رواناب‌های شهری با رویکرد افزایش تاب‌آوری دربرابر سیلاب (نمونهٔ موردی: شهر شیراز). *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۱۱(۱)، ۲۷-۴۹.

10.22059/JURBANGEO.2023.354605.1788

نوری، محبوبه، رضایی، محمدرضا، یاراحمدی، منصوره (۱۴۰۰). تحلیل اهمیت–عملکرد شاخص‌های حکمروایی خوب در شهر میراث جهانی یزد. *فصلنامهٔ علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۲(۴۶)، ۱-۱۶.

https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4128

References

Abdolazimi, H., Roshun, S., Shamsnia, S., & Shahinifar, H. (2021). Identification of potential areas to flood inundation in shiraz city using TOPSIS-GIS. *Hydrogeomorphology*, *7*(25), 139-159. https://doi.org/10.22034/hyd.2021.43413.1565 [In Persian].

Antunes, L. N., Thives, L. P., & Ghisi, E. (2016). Potential for potable water savings in buildings by using stormwater harvested from porous pavements. *Water*, *8*(110), 3214-3312. https://doi.org/10.3390/w8040110

Asgari, E., & Noori, M. (2021). Evaluation of soil sustainability and soil loss tolerance to sustainable management of soil resources. *Amphibious Science and Technology*, *1*(2), 33-55. https://doi.org/10.22034/jamst.2021.247210 [In Persian].

Boving, T. B., Stolt, M. H., Augenstern, J., & Brosnan, B. (2008). Potential for localized groundwater contamination in a porous pavement parking lot setting in Rhode Island. *Environmental Geology*, *55*, 571-582. https://doi.org/10.1007/s00254-007-1008-z

Ceber, M., Albayrak, T., & Matzart, K. (2012). Classification of the destination attributes in the content of competitiveness (by revised importance-performance analysis). *Journal Of Vacation Marketing*, *18*(1), 43-56. https://doi.org/10.1177/1356766711428802

Chang, C. C., Leitner, H., & Sheppard, E. (2016). A green leap forward? eco-state restructuring and the Tianjin–Binhai eco-city model. *Regional Studies*, *50*(6), 929-994. https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1108519

Chen, J., Shi, Q., Shen, L., Huang, Y., & Wu, Y. (2019). What makes the difference in construction carbon emissions between China and USA?. *Sustainable Cities and Society*, *44*, 604-613. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.017

Chen, L. M., Chen, J. W., Chen, T. H., Lecher, T., & Davidson, P. C. (2019). Measurement of permeability and comparison of pavements. *Water*, *11*(3), 444. https://doi.org/10.3390/w11030444

Cheshmehzangi, A., & Deng, W. (2016). Optimizing the complex urban: The case of sustainability and the built environment for the eco-cities in China. *Journal Of Advanced Management Science*, *4*(2), 127-132. https://doi.org/10.12720/joams.4.2.127-132

Collins, K. A., Hunt, W. F., & Hathaway, J. M. (2007). Evaluation of various types of permeable pavements with respect to water quality improvement and flood control. In *World environmental and water resources congress: restoring our natural habitat; American society of civil engineering.* Reston. https://doi.org/10.1061/40927(243)435

Dangelico, R. M., Pujari, D., & Pontrandolfo, P. (2017). Green product innovation in manufacturing firms: a sustainability-oriented dynamic capability perspective. *Business Strategy and The Environment*, *26*(4), 490-506. https://doi.org/10.1002/bse.1932

Ersoy, E., Jorgensen, A., & Warren, P. H. (2019). Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape. *Urban Forestry & Urban Greening*, *40*, 308-322. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.001

Eskildsen, K., & Kristensen, K. (2006.) Enhancing IPA. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *55*(1), 23-41. https://doi.org/10.1108/17410400610635499

Gholami, A., Zeinalipour, H., Sheikhi Fini, A. A., & Samavi, S. A. (2022). Assessing and evaluating components of preschool art education curriculum using the importance-performance analysis model. *Educational Leadership & Administration*, *16*(1), 89-110. https://sanad.iau.ir/Journal/edu/Article/856919 [In Persian].

Gopalakrishnan, K. (2011). *Sustainable highways pavements and materials: An introduction*. CreateSpace independent publishing platform. https://B2n.ir/t91597

Gusmao Caiado, R. G., Dias, R. D. F., Mattos, L. V., Goncalves Quelhas, O. L., & Leal Filho, W. (2017). Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency a systematic literature review. *Journal Of Cleaner Production*, *165*, 890-904. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166

Hibbs, B. J., & Sharp, J. M. (2012). Hydrogeological impacts of urbanization. *Environmental And Engineering Geoscience*, *18*(1), 3-24. https://doi.org/10.2113/gseegeosci.18.1.3

Higashiyama, H., Sano, M., Nakanishi, F., Takahashi, O., & Tsukuma, S. (2016). Field measurements of road surface temperature of several asphalt pavements with temperature rise reducing function. *Case Studies in Construction Materials*, *4*, 73-80. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2016.01.001

Hong, Y., Cai, G., Mo, Z., Gao, W., Xu, L., Jiang, Y., & Jiang, J. (2020). The impact of COVID-19 on tourist satisfaction with B&B in Zhejiang China: An importance–performance analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3747. https://doi.org/10.3390/ijerph17103747

Huang, Z., Fan, H., Shen, L., & Du, X. (2021). Policy instruments for addressing construction equipment emission-a research review from a global perspective. *Environmental Impact Assessment Review*, *86*, 106486. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106486

Iqbal, R., Raza, M. A. S., Valipour, M., & Saleem, M. F. (2020). Potential agricultural and environmental benefits of mulches-a review. *Bulletin of the National Research Centre*, *44*(1). https://doi.org/10.1186/s42269-020-00290-3

Joss, S. (2015). Eco-cities and sustainable urbanism. *International Encyclopedia of The Social & Behavioral Sciences*, *6*, 829-837. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.74010-4

Khan, I., & Afroz, R. (2018). Adapting sponge city concept for Dhaka city. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*, *12*(12), 16-18. https://doi.org/10.9790/2402-1212011618

Kline, E. (2000). Planning and creating eco-cities: Indicators as a tool for shaping development and measuring progress. *Local Environment*, *5*(3), 343-350 . https://doi.org/10.1080/13549830050134275

Liu, C. M., Chen, J. W., Hsieh, Y. S., Liou, M. L., & Chen, T. H. (2015). Build sponge eco-cities to adapt hydroclimatic hazards in handbook of climate change adaptation Filho (W.L. Leal Filho, Ed.). *Handbook of climate change adaptation*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38670-1_69

Liu, C. M., Chen, J. W., Tsai, J. H., Lin, W. S., Yen, M. T., & Chen, T. H. (2012). Experimental studies

of the dilution of vehicle exhaust pollutants by environment-protecting pervious pavement. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *62*, 92-102. https://doi.org/10.1080/10473289.2011.630628

Luck, J. D., Workman, S. R., Coyne, M. S., & Higgins, S. F. (2008). Solid material retention and nutrient reduction properties of pervious concrete mixtures. *Biosystems Engineering*, *100*(3), 401-408. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.03.011

Ludwig, L., & Starr, S. (2005). Library as place: Results of a Delphi study. *Journal of the Medical Library Association*, *93*(3), 315-327. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1175798/

Mavi, R. K., Saen, R. F., & Goh, M. (2018). Joint analysis of eco-efficiency and eco-innovation with common weights in two-stage network DEA: A big data approach. *Technological Forecasting and Social Change*, *144*, 553-562. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.035

Mitsch, W.J., & Gosselink, J.G. (2007). *Wetlands*. John Wiley & Sons. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=882257

Mostafavi. M. (2016). *Why ecological urbanism? Why now? Book Section* (M. Mostafavi, G. Dogherty Eds.). Lars muller publishers. https://www.harvarddesignmagazine.org/articles/why-ecological-urbanism-why-now/

Mullaney, J., & Lucke, T. (2014). Practical review of pervious pavement designs. *CLEAN–Soil Air Water*, *42*, 111-124. https://doi.org/10.1002/clen.201300118

Munuzuri, J., Duin, J. H. R., & Escudero, A. (2010). How efficient is city logistics? Estimating ecological footprints for urban freight deliveries. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *2*(3), 6165-6176. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.028

Nguyen, T. T., Ngo, H. H., Guo, W., Wang, X., Ren, N., Li, G., Ding, J., & Liang, H. (2019). Implementation of a specific urban water management-Sponge city. *Journal Of Science of The Total Environment*, *652*, 147-162. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168

Niziolomski, J. C., Simmons, R. W., Rickson, R. J., & Hann, M. J. (2020). Efficacy of mulch and tillage options to reduce runoff and soil loss from asparagus interrows. *Catena*, *191*, 104557. https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104557

Nnadi, E. O., Newman, A. P., Coupe, S.J., & Mbanaso, F. U. (2015). Stormwater harvesting for irrigation purposes: An investigation of chemical quality of water recycled in pervious pavement system. *Journal Of Environmental Management*, *147*, 246-256. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.08.020

Noori, M., Rezaei, M. R., & Yarahmadi, M. (2021). Importance analysis-performance of good governance indicators in Yazd world heritage city. *Journal Of Research and Urban Planning*, *12*(46), 1-16. https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4128 [In Persian].

Noori, M., Rezaei, M. R., Hosseini, S. M., & Mansourian, H. (2023). Explaining the necessity of using modern methods in the management of urban runoff with the approach of increasing resilience against floods (Case study: Shiraz city). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, *11*(1), 27-49. 10.22059/JURBANGEO.2023.354605.1788 [In Persian].

Oates, L., Dai, L., Sudmant, A., & Gouldson, A. (2020). *Building climate resilience and water security in cities: Lessons from the sponge city of wuhan China*. University of leeds. https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/415096

Ormanovic, S., Ciric, A., Talovic, M., Alic, H., Jeleskovic, E., & Causevic, D. (2017). Importance-performance analysis: Different approaches. *Acta Kinesiologica*, *11*(2), 58-66. https://www.researchgate.net/publication/322790903

Papagiannakis, A. T., & Masad, E. A. (2008). *Pavement design and materials*. Wiley-Blackwell. https://www.wiley.com/en-ie/Pavement+Design+and+Materials-p-9781119412779

Paul, E. A. (2007). *Soil microbiology ecology and biochemistry*. Academic Press.

https://doi.org/10.1016/C2011-0-05497-2

Powell, C. (2003). The delphi technique: myths and realities. *Journal Of Advanced Nursing*, *41*(4), 376-382. https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02537.x

Ramazani Ghavamabadi, M. (2014). Green economy: A step towards sustainable development in international law. *Journal Encyclopedia of Economic Law*, *21*(6), 114-141. https://doi.org/10.22067/le.v21i6.45080. [In Persian].

Reid, A., & Miedzinski, M. (2008). *Eco-Innovation final report for sectoral innovation watch*. systematic eco-innovation report https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=2196403

Roseen, R. M., Ballestero, T. P., Houle, J. J., Briggs, J. F., & Houle, K. M. (2011). Water quality and hydrologic performance of a porous asphalt pavement as a storm-water treatment strategy in a cold climate. *Journal Of Environmental Engineering*, *138*, 81-89. https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000459

Rushton, B.T. (2001). Low-impact parking lot design reduces runoff and pollutant loads. *Journal Of Water Resources Planning and Management*, *127*(3), 172-179. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2001)127:3(172)

Sandoval Hamón, L. A., Bayas Aldaz, C. E., Rodríguez Pomeda, J., Sánchez Fernández, F., Casani F., & De Navarrete, F. (2017). From ecocity to ecocampus: sustainability policies in university campuses. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *12*(3), 541-551. https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N3-541-551

Sansalone, J., Kuang, X., & Ranieri, V. (2008). Permeable pavement as a hydraulic and filtration interface for urban drainage. *Journal Of Irrigation and Drainage Engineering*, *134*(5), 666-674. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2008)134:5(666)

Scholz, M., & Grabowiecki, P. (2007). Review of permeable pavement systems. *Building And Environment*, *42*(11), 3830-3836. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.016

Shah, D.S., Pitroda, J., & Bhavsar, J.J. (2013). Pervious concrete: new era for rural road pavement. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, *4*(8), 3495-3499. https://ijettjournal.org/archive/ijett-v4i8p141

Shiraz municipality. (2022). *Shiraz city annual report 2021-2022*. https://en.shiraz.ir/ [In Persian].

Singh, Y. V., Kumar, B., Chand, S., & Kumar, J. (2018). A comparative analysis and proposing ANN fuzzy AHP model for requirements prioritization. I*nternational Journal of Information Technology and Computer Science*, *10*(4), 55-65. https://doi.org/10.5815/ijitcs.2018.04.06

Song, Y. (2011). Ecological city and urban sustainable development. *Procedia Engineering*, *21*, 142-146. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.1997

Statistical center of Iran (2020a). *Fars province annual report (1- land and climate).* https://www.amar.org.ir/english?portalid=1 [In Persian].

Statistical center of Iran (2020b). *Fars province annual report*. https://www.amar.org.ir/english?portalid=1 [In Persian].

Sun, Y., Lu, Y., Wang, T., Ma, H., & He, G. (2008). Pattern of patent-based environmental technology innovation in China. *Technological Forecasting and Social Change*, *75*(7), 1032-1042. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.09.004

United nations department of economic and social affairs, population division. (2017). *World population prospects: The 2017 revision, key findings and advance tables; working paper no*. United nations. https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf

Wilson, C. E., Hunt, W. F., Winston, R. J., & Smith, P. (2014). Comparison of runoff quality and quantity from a commercial low-impact and conventional development in Raleigh, North Carolina. *Journal Of Environmental Engineering*, *41*(2), 05014005. https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000842

Wong, T., & Yuan, B. (2011). *Understanding the origins and evolution of eco-city development: an introduction* (T.-C. Wong, B. Yuen Eds.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0383-4_1

World Urbanization Prospects (2018) *The Revision*. Available online: https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts

Wu, C. S. (2005). *Analysis of the environmental benefits of the permeable pavements*. [Master thesis, Institute of Engineering, National central university].

Xiu, N. (2017). *Urban green networks: A socio-ecological framework for planning and design of green and blue spaces in sweden and China* [Doctoral thesis, University of Uppsala]. https://pub.epsilon.slu.se/13902/1/xiu_n_161219.pdf

Yu, L. (2010). Study on development objectives and implementing policies of Chinese eco-city. *Urban Planning International*, *24*(6), 102-107. https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/20531/

Yu, L. (2014). Low carbon eco-city: new approach for Chinese urbanization. *Habitat International*, *44*, 102-110. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.05.004

Zhang, S., Zhu, D., Shi, Q., & Cheng, M. (2018). Which countries are more ecologically efficient in improving human well-being? An application of the index of ecological well-being performance. *Resources Conservation and Recycling*, *129*, 112-119. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.015

Zhang, Y., Shen, L., Shuai, C., Bian, J., Zhu, M., Tan, Y., & Ye, G. (2019). How is the environmental efficiency in the process of dramatic economic development in the Chinese cities?. *Ecological Indicators*, *98*, 349-362. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.006

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی