



Bibliometric Analysis and Literature Review of Sponge City as an Emerging Concept in Sustainable Urban Water Management

Mahboobeh Noori¹, MohammadReza Rezaei^{2*} and Ebrahim Asgari³

1. Ph.D. Candidate, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran

2. Associate Professor, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran

3. Ph.D. in Watershed Sciences and Engineering, Yazd, Iran

Highlights:

The first case is that the Sponge City Plan can significantly solve the urban environment's water problems, limitations, and challenges and bring many benefits and opportunities. Therefore, implementing this plan in different regions, especially in dry and semi-arid countries like Iran, can become the basis for many city water management successes.

ARTICLE INFO

UPK, 2024

VOL. 8, Issue 2, PP, 18-40

Received: 12 Jan 2023

Accepted: 08 Dec 2023

Article Type:

Research article

Keywords: Sponge city, systematic review, scientific map, sustainable development, Vosviewer software

Cite this article:

Noori, M. Rezaei, M.R. Asgari, E. (2024). Bibliometric analysis and literature review of sponge city as an emerging concept in sustainable urban water management. *Urban Plan Knowl*, 8(2), 18-40.

DOI:

[10.22124/UPK.2024.26456.1916](https://doi.org/10.22124/UPK.2024.26456.1916)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Water resources management is a vital issue in sustainable urban development. Improper water management resulting from rainstorms in cities leads to flooding and flood flow, lack of healthy urban water, soil erosion, and pollution of water bodies. In this way, the lack of proper management and insufficient control of urban floods can cause many problems, such as the spread of infectious diseases and homelessness or the death of people. Sponge City is a comprehensive approach to sustainable urban water management, which, in recent years, has attracted the attention of researchers worldwide as a basic strategy for solving water and environmental challenges. Considering the background of the sponge city concept along with the frequency of urban floods, this concept has drawn more attention to itself in recent years, which has led to the development of the sponge city research area and turned it into a hot research topic in the field of urban water management. In this context, the sponge city is one of the concepts China has achieved regarding sustainable water management. The Sponge City combines all existing concepts and technologies and uses green-blue infrastructure to deal with water shortages and reduce flood risks. The word "sponge" symbolizes a porous structure that absorbs and releases water in line with the primary goals of the concept (rainwater management and urban flood control). In this regard, the present study was conducted to investigate the progress of research related to Sponge City using a bibliometric method.

Methodology: The present research is descriptive-analytical in nature and method, carried out by bibliometric method. Bibliometric analysis is an effective method for quantifying scientific publications using statistical methods. This method is a common tool of systematic analysis in various fields, whose purpose is to evaluate the state of research and trends of a specific subject and identify future research directions to guide researchers. Bibliographic analysis identifies scientific publications through a series of methods, such as the output of different publications, countries, institutions, authors, and citation analysis, as well as paths more focused on content analysis and research evolution. In this context, the statistical community of the research consists of all scientific documents related to the field of Sponge City, which are indexed in the WOS reference database. The WOS database is one of the most important and comprehensive academic databases. It includes numerous publications in different fields, so some consider this citation database the world's number one citation database and the most important source for conducting bibliographic studies.

*Corresponding Author: rezaei58@gmail.com



Copyright: © 2024 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/>



Thus, the term "Sponge City" was searched in the WOS reference database (and on December 8, 2023) without a time limit or document type to retrieve the current research records. Finally, the collected documents were analyzed using Vosviewer software. Vosviewer is a software for drawing and displaying bibliometric maps with an emphasis on different aspects of research components, and two general categories of analysis are performed in this method: Performance analysis and scientific map drawing. Performance analysis helps to identify the contribution of each research component (authors, institutions, countries, and journals), and the output of drawing a scientific map is to determine the relationships between the research components. In general, to answer the research questions and perform bibliometric analysis, the five-step method of Zupic and Cater (2015) was used in the present study. Results: Based on the research findings, 614 documents were published in Sponge City between 2005 and 2023, which has continuously increased. 99.8% of the papers are in English. On the other hand, with the increase in the number of documents, the number of citations obtained by the articles has also increased, and the most cited article, with 260 citations, was published in 2018. Also, Water magazine, with the publication of 88 documents, a researcher named Jia, H.F., with the publication of 17 papers, and China, with the publication of 388 records, has the most scientific productions related to the sponge city. Based on the co-occurrence map of keywords, Sponge City, management, low-impact development, efficiency and performance, and stormwater runoff management became the most frequent keywords. Discussion: Today, water management challenges have been noticed in many cities because with the onset of climate change, the increase in climate variability, and the growing population trend, these challenges have become more serious. So, drought and flood have created problems in the water supply field, especially in arid and semi-arid areas. In this way, guaranteeing access to clean water for all sustainable water management and moving toward making cities resilient are important aspects of the global development program, also mentioned in the United Nations Sustainable Development Goals. In this context, sustainable urban water management is the key to adapting to climate change and achieving resilient cities. This is even though currently, urban water management systems such as water supply, sewage, and rainwater drainage in most urban areas are based on the usual infrastructure of a network of underground pipes that need more flexibility and adaptability to the challenges above. In such a situation, there is a general agreement between water experts, urban managers, and planners, especially in developed cities, about the need to change the direction of urban water management towards more sustainable mechanisms based on decentralized and nature-based systems. Sustainable urban water management can be both a philosophical and a technical approach that can be included in all urban planning and development forms. Current urban water policies in different countries have begun to reflect this philosophy. One of the plans mentioned in this context is the plan of the sponge city. The sponge city is a new sustainable urban water management strategy rooted in the laws of the natural water cycle and related processes. This project was proposed to reduce urban flooding, control urban water pollution, use rainwater resources, and ecologically revitalize the urban water environment. This plan emphasizes the establishment of low-impact development facilities such as rain gardens, biological maintenance ponds, green walls and roofs, lawns, and permeable pavements, etc. Using this plan, The possibility of natural infiltration, storage, natural purification, control of surface runoff, improvement of urban hydrological conditions, and re-use of rainwater resources becomes possible. It ensures the sustainable circulation of water in the urban environment. In this context, the sponge city as a new sustainable urban water management method has attracted wide attention recently. Therefore, due to the need for a comprehensive and systematic review of previous research, the current research was conducted with the aim of a quantitative review of past studies using the method of bibliometric analysis. For this purpose, the process of scientific production of the area of Sponge City indexed in the WOS database was analyzed to draw a scientific map and understand this area's conceptual and social structure using Vosviewer software. Conclusion: According to the present research findings, it was found that due to the novelty of the sponge city issue, not many studies have been conducted in this field, and most of the studies undertaken are in line with the feasibility of its implementation in some regions of China. However, due to the existence of water challenges such as water scarcity and drought as well as the occurrence of numerous floods as well as extensive climate changes in most countries and regions of the world, Studies related to the subject of the sponge city have expanded and are being carried out in many countries of the world. It has identified the study in this field in different time frames to familiarize the researchers with the evolution of knowledge in this field and future research paths. Regarding management, the research findings show the importance of the sponge city as a new idea for the sustainable management of urban water, which can be of interest to managers and urban planners, urban designers, urban environmental experts, water experts, and other researchers. On the other hand, the current research is one of the first studies conducted in the field of sponge cities in Iran. Thus, it is considered a beacon for other researchers in different fields to conduct more research.



تحلیل کتاب‌سنجی و مرور ادبیات شهر اسفنجی به‌عنوان مفهومی نوظهور در

مدیریت پایدار آب شهری

محبوبه نوری^۱، محمدرضا رضایی^{۲*} و ابراهیم عسگری^۳

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲. دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۳. دکتری علوم و مهندسی آبخیز، یزد، ایران

نکات برجسته:

طرح شهر اسفنجی می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای مسائل، محدودیت‌ها و چالش‌های آبی محیط‌های شهری را برطرف نماید و مزایا و فرصت‌های جانبی متعددی را به همراه داشته باشد. بنابراین پیاده‌سازی این طرح در مناطق مختلف به‌ویژه کشورهای خشک و نیمه‌خشک همانند ایران می‌تواند زمینه‌ساز موفقیت‌های بسیاری در بحث مدیریت آب در شهرها شود.

چکیده

اطلاعات مقاله

بیان مسئله: شهر اسفنجی رویکردی جامع از مدیریت پایدار آب شهری است که در چند سال اخیر به منزله راهبردی اساسی در راستای حل چالش‌های آبی و زیست محیطی مورد توجه پژوهشگران سراسر جهان قرار گرفته است.

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی روند پیشرفت تحقیقات مرتبط با شهر اسفنجی به روش کتاب‌سنجی انجام شد.

روش: جامعه آماری کلیه اسناد مرتبط با شهر اسفنجی است که در پایگاه استنادی WOS نمایه شده‌اند. در این راستا به‌منظور دستیابی به تعداد پژوهش‌های انجام شده، جستجوی اصطلاح "Sponge City" بدون محدودیت زمانی و یا نوع سند صورت گرفت و در نهایت اسناد گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار Vosviewer تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های پژوهش، ۶۱۴ سند در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ در حوزه شهر اسفنجی منتشر شده که پژوهش‌ها به‌طور مستمر افزایش داشته است. ۹۹/۸ درصد اسناد به زبان انگلیسی است. از طرفی با افزایش تعداد اسناد، تعداد استنادهایی هم که توسط مقالات کسب شده، افزایش یافته که پراستادترین مقاله با ۲۶۰ استناد در سال ۲۰۱۸ منتشر شده است. همچنین مجله Water با انتشار ۸۸ سند، پژوهشگری با نام Jia, H. F. با انتشار ۱۷ سند و کشور چین با انتشار ۳۸۸ سند بیش‌ترین تولیدات علمی مرتبط با شهر اسفنجی را داشته‌اند. بر اساس نقشه هم‌رخدادی کلمات کلیدی؛ شهر اسفنجی، مدیریت، توسعه کم‌اثر، کارایی و عملکرد رواناب رگبارها، پرتکرارترین کلمات کلیدی شدند.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر توانسته است با شناسایی روندهای نوظهور و در حال رشد حوزه شهر اسفنجی راه‌گشای سایر پژوهشگران برای انجام پژوهش‌های کاربردی بیش‌تر و موفقیت مدیران و متخصصین شهری در به‌کارگیری مفهوم شهر اسفنجی به‌عنوان زیربنای اندیشه فراگیر مدیریت پایدار آب شهری باشد. نتایج مقاله حاضر از دو بُعد نظری و مدیریتی حائز اهمیت است. از دیدگاه نظری، این مطالعه به شناسایی پرکاربردترین و اثرگذارترین نویسندگان، منابع، مؤسسه‌ها و کشورها و اثرگذارترین تولیدات علمی در حوزه شهر اسفنجی پرداخته و ساختار مفهومی آن را آشکار ساخته تا محققان دیدگاهی جامع از ساختار علمی در این حوزه پیدا کنند و مهم‌ترین مفاهیم مورد مطالعه در این حوزه را در بازه‌های زمانی مختلف شناسایی کرده تا پژوهشگران را با روند تکامل دانش در این حوزه و مسیرهای پژوهشی پیش‌برو آشنا سازد. از نظر مدیریتی نیز یافته‌های این مطالعه بیان‌گر اهمیت شهر اسفنجی به‌عنوان ایده‌ای نوین به‌منظور مدیریت پایدار آب شهری است که می‌تواند مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری، طراحان شهری، کارشناسان محیط زیست شهری، متخصصین حوزه آب و سایر پژوهشگران قرار گیرد

دانش شهرسازی، ۱۴۰۳

دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۱۸-۴۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸

نوع مقاله:

پژوهشی

کلید واژه‌ها: شهر اسفنجی، مرور نظام‌مند، نقشه علمی، مدیریت پایدار، نرم‌افزار Vosviewer

ارجاع به این مقاله:

نوری، محبوبه، رضایی، محمدرضا و عسگری، ابراهیم. (۱۴۰۳). تحلیل کتاب‌سنجی و مرور ادبیات شهر اسفنجی به‌عنوان مفهومی نوظهور در مدیریت پایدار آب شهری. دانش شهرسازی، ۸(۲)، ۱۸-۴۰.

DOI:

10.22124/UPK.2024.26456.1916



بیان مسئله

تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت در سطح جهانی باعث وقوع و تشدید رخداد‌های اقلیمی مانند خشکسالی، سیلاب‌های شهری و غیره شده است که امنیت محیط‌های آبی را در بسیاری از مناطق با تهدید مواجه نموده است (Sargolzay, Yaghfoori & Rezaei, 2024; Hansen, Ruedy, Sato & Lo, 2010; Min, Zhang, Zweirs & Hegel, 2011; Luo, Kang, Zhou, Lyu, Aisyah, Binaya, Regmi & Nover, 2019; Zhang, Luo, Zhao, Kang, Wang, Zhou, & Lyu, 2020). بدین شکل که شهرنشینی سریع با تغییر ماهیت اصلی زمین منجر به کاهش فضای سبز و افزایش سطوح سخت و نفوذناپذیر، تخریب ساختار زمین و در نهایت وقوع سیلاب‌های شهری مکرر و تضعیف زهکشی شهری در بسیاری از مناطق شده است (Wu, 2014; Ren, Wang, Wang, Huang, & Wang, 2017; He, Zhu, Zhao, Gou, Qi, & Wang, 2019; Shoja, Pourjafar & Tabibian, 2019; Mu, Luo, Lyu, Zhou, Huo, Duan, Nover, He & Zhao, 2020).

در این زمینه مدیریت منابع آب یک موضوع حیاتی و مهم در توسعه پایدار شهری است که مدیریت نامناسب آب‌های حاصل از رگبارهای باران در شهرها منجر به آبگرفتگی و جریان سیل، کمبود آب شهری سالم، فرسایش خاک و آلودگی پهنه‌های آبی می‌شود (Jia, Yao, Tang, Shaw, Field, & Tafuri, 2015; Jiang, Zevenbergen, & Ma, 2018). بدین ترتیب عدم مدیریت مناسب و کنترل ناکافی سیلاب‌های شهری می‌تواند زمینه‌ساز مشکلات متعدد همانند شیوع بیماری‌های عفونی و بی‌خانمانی یا مرگ انسان‌ها و غیره شود (Asgari, Mostafazadeh, & Esmaliouri, 2018). در این راستا به‌منظور کاهش چالش‌های مدیریت آب شهری، کشورهای توسعه‌یافته در توسعه‌ی سیاست‌های مربوطه پیشگام هستند. به‌عنوان مثال کشور سوئیس در دهه ۱۹۷۰، سامانه‌های یکپارچه زهکشی شهری (IUDS¹) را با تمرکز بر ادغام تأسیسات تصفیه فاضلاب، سامانه‌های دریافت آب و مدیریت پایدار آب‌های سطحی مطرح کرد (Parker, Letcher & Jakeman, 2002). در همان دوره، کشور آمریکا مفهوم توسعه کم‌اثر (LID²) را با استفاده از اقدامات کنترلی جامع برای دستیابی به هیدرولوژی طبیعی ارائه نمود (Dietz, 2007) و استرالیا نیز مفهوم طراحی شهری حساس به آب (WSUD³) را به‌منظور کنترل تأثیرات نامطلوب توسعه شهری بر محیط‌های آبی پیشنهاد کرد (Morison & Brown, 2011) که اکنون به‌طور گسترده در انگلستان و نیوزلند نیز استفاده می‌شود (Ashley, Lundy, Ward, Shaffer, Walker, Morgan, Saul, Wong, & Moore, 2013). سامانه زهکشی پایدار شهری (SUDS⁴) نیز یکی از سیاست‌های پیشنهادی در کشور بریتانیا است که بر حفظ فرآیندهای طبیعی هیدرولوژیکی قبل از توسعه شهری و تصفیه آب باران و حذف آلاینده‌ها تا حد امکان تأکید دارد (Cai et al, 2016). کشور چین نیز در واکنش به چالش‌هایی از قبیل سیلاب‌های مکرر شهری، امنیت آب و کمبود آب در محیط‌های شهری (Chan, Griffiths, Higgitt, Xu, Zhu, Tang, Xu, & Thorne, 2018; Wei, Wang, Luo, Yang, Zhang, & Lin, 2021) و با الهام‌گیری از روش‌های پیشرفته مدیریت آب شهری در کشورهای توسعه‌یافته، اقدام به طرح رویکرد شهر اسفنجی در سال ۲۰۱۳ نمود که نسل جدیدی از روش‌های مدیریت آب شهری است (Noori & Rezaei, 2023a). در این رویکرد با ایجاد اقداماتی همانند سلول‌های نگهدارنده زیستی، میدین، پارکینگ‌ها و پیاده‌روهای نفوذپذیر، پوشش گیاهی، بام سبز و غیره، شهر در زمان بارندگی مانند یک اسفنج عمل کرده و با جذب جمع‌آوری، ذخیره، تصفیه و استفاده مجدد از آب، خطر سیل، آبگرفتگی و تخلیه آلاینده‌ها را کاهش می‌دهد و از این طریق سبب افزایش تاب‌آوری در برابر تغییرات محیطی و سازگاری بیشتر شهر با بلایای طبیعی به‌ویژه سیل می‌شود (Noori & Rezaei, 2023b).

با توجه به پیشینه مفهومی شهر اسفنجی همراه با فراوانی سیلاب‌های شهری این مفهوم در سال‌های اخیر توجه بیشتری را به خودش معطوف کرده است که این امر سبب توسعه حوزه تحقیقاتی شهر اسفنجی و تبدیل آن به یک موضوع تحقیقاتی داغ در زمینه مدیریت آب شهری شده است. در این ارتباط پژوهش‌های متعددی در زمینه موضوع شهر اسفنجی انجام و منتشر شده است که در بیشتر این مقالات به بررسی تأثیر برنامه شهر اسفنجی بر فرآیندهای زیست محیطی، مدیریت خطر سیل، کاهش کربن، مدیریت آب و تغییرات هیدرولوژیکی پرداخته شده است (Hou, Mao, Sun, 2019; Wang, Hou, Miller, Brown & Jiang, 2019; Ma, Zhao, Ma, 2019; Wu, Cheng, Shen, Lin & Arulrajah, 2019; Ix & George, 2022; Xi & Sakai,

¹ Integrated Urban Drainage Systems

² Low Impact Development

³ Water-Sensitive Urban Design

⁴ Sustainable Urban Drainage System

(2023; Zhao, Liu, Xie, Li, Zhu & Liu, 2023). مفهوم و کاربرد شهر اسفنجی و فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌روی مدیریت آب در شهرهای اسفنجی نیز در بخشی دیگر از پژوهش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است (Zevenbergen, Fu & Pathirana, 2018; Li, Xu & Yao, 2018; Zhang, 2019; Nguyen, Ngo, Guo, Wang, Ren, Li, Ding, & Liang, 2019; Shang, Wang, Wang, Su, Li & Xia, 2023). با این حال، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته مشخص گردید که هنوز تجزیه و تحلیل سیستماتیک از ابعاد و روندهای تحقیقات مرتبط با شهر اسفنجی نمی‌توانند به‌طور قیق نمای کلی و جامعی از تحولات فعلی شهر اسفنجی را ارائه دهند. در این زمینه باید اشاره کرد زمانی که حجم ادبیات علمی در دسترس در یک حوزه پژوهشی خاص زیاد باشد اغلب محققان را با چالش جدی مواجه می‌کند و مانع از این می‌شود تا بتوانند یک نمای ساختاری از اطلاعات موجود داشته باشند (Rodrigues, van Eck, Waltman, & Jansen, 2014). در چنین شرایطی، تحلیل کتاب‌سنجی روشی است که امکان ارائه یک نمای کلی از حجم زیادی از ادبیات علمی را فراهم می‌کند (Li & Hale, 2015). بدین ترتیب برای ارزیابی عملکرد و الگوهای تحقیق نویسندگان، نشریات، کشورها و مؤسسات می‌توان از این روش استفاده کرد (Li & Zhao, 2015). چرا که دسته‌بندی موضوعی یک حوزه خاص می‌تواند نشان‌گر تنوع مباحث پژوهشی و ماهیت چندرشته‌ای بودن آن حوزه مطالعاتی خاص باشد. پس این روش تحلیل می‌تواند جدیدترین پیشرفت‌ها، جهت‌گیری‌های تحقیقاتی و موضوعات داغ پژوهش‌ها را نشان دهد (Wang, Pan, Ke, Wang, & Wei 2014) و همچنین امکان شناسایی شکاف‌های موجود در یک حوزه تحقیقاتی خاص، هم از نظر محتوا و هم از نظر جغرافیایی را فراهم نماید (Gall, Nguyen & Cutter, 2015) و از این طریق زمینه مناسبی به‌منظور ارائه دیدگاه‌های نوآورانه در ارزیابی روند تحقیقات به‌طور گسترده‌ای فراهم می‌شود (Mao, Liu, Du, Zuo & Wang, 2015). بنابراین مقاله حاضر با هدف ارائه یک مرور کلی در مورد پژوهش‌های شهر اسفنجی بر مبنای یک تحلیل کتاب‌سنجی انجام شده است تا ضمن ارائه یک تصویر روشن از روند پژوهشی مرتبط با حوزه شهر اسفنجی، با شناسایی و ترسیم ساختار علمی و پیگیری آخرین تغییرات این حوزه به چراغ راهی برای پژوهشگران در مطالعات آتی تبدیل شود.

مبانی نظری

رویکرد مدیریت پایدار آب شهری (SUWM²) و مفهوم شهر اسفنجی (SCC³)

مدیریت آب یک عامل حیاتی در پایداری شهری است (Schaffer & Vollmer, 2010). در اکثر شهرهای امروزی، خدمات آب از طریق شبکه‌ای از لوله‌های مدفون در زیر زمین که در نهایت به شبکه فاضلاب متصل است ارائه می‌شود. این زیرساخت‌ها نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی است که برای نسل‌های آینده نیز به جای خواهند ماند (Marlow, Beale & Burn, 2010; Burn, Maheepala & Sharma, 2012; Ghashghaezadeh, Moradi, Malekian, Holisaz & Mahdavi, 2018). از طرفی این بخش از زیرساخت‌های آبی شهر با فشارهای فزاینده ناشی از تغییرات اقلیمی، تغییرات جمعیت، اقتصاد جهانی، افزایش قیمت انرژی، افزایش آگاهی‌های زیست محیطی و شرایط پیچیده اجتماعی مواجه است (Werbeloff & Brown, 2011). در چنین شرایطی، پرداختن به مسائل موجود در بستر شهرها با توجه به محدودیت‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی بسیار مهم است. علاوه بر این، عدم تعادل بین تقاضای روزافزون جمعیت و محدودیت منابع آبی نیز سبب فشارهای بوم‌شناختی، اقتصادی و فرهنگی شده است. این مسئله، متخصصین و پژوهشگران را به این سمت سوق داد که مدل فعلی مدیریت آب و ارائه خدمات کارایی لازم را نداشته و باید این رویکرد با رویکردی پایدارتر در این زمینه تحت عنوان مدیریت پایدار آب شهری جایگزین شود (Pearson, Park, Harman & Heyenga, 2009; Binney, 2012).

مدیریت پایدار آب شهری رویکردی است که در سال ۱۹۹۹ توسط بنیاد تحقیقات راهبردی محیطی سوئد و در پاسخ به نگرانی‌های فزاینده مردم در ارتباط با سلامت زیست محیطی و توسعه پایدار مطرح شد (Marlow, Moglia, Cook & Beale, 2013) و در حال حاضر به رویکردی پذیرفته شده در مدیریت منابع آب شهری تبدیل شده است که با مدیریت مطلوب سامانه‌های آب شهری، جایگزینی مناسب برای روش‌های سنتی به شمار می‌رود. علاوه بر این به‌عنوان یک راهبرد جهت غلبه بر چالش‌های پیش‌روی سامانه‌های آب شهری که بیشتر شامل پیامدهای رشد جمعیت، تغییرات آب و هوایی و اثرات زیست محیطی شیوه‌های

¹ Bibliometric analysis

² Sustainable urban water management

³ Sponge City Concept

سنی مدیریت آب شهری است، پیشنهاد می‌شود. بدین ترتیب در این رویکرد بر ایجاد زیرساخت‌های یکپارچه و سامانه‌های بیوفیزیکی و توجه به مسائل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و زیست‌محیطی، تأمین منابع آب و مصارف انسانی در چشم‌انداز بلندمدت تأکید می‌شود (Ashley, Tait, Styan, Cashman, Luck, Blanksby, Saul & Sandlands, 2007; Browan & Keath, 2008). گرایش نوظهور شهرهای توسعه‌یافته در راستای تطبیق با رویکرد مدیریت پایدار آب شهری منجر به توسعه طیف وسیعی از مفاهیم مختلف مانند سامانه‌های زهکشی پایدار شهری، توسعه کم تأثیر، طراحی شهری حساس به آب و غیره شده است (Fletcher, Shuster, Hunt, Ashley, Butler, Arthur, Trowsdale, Barraud, Semadeni-Davies, Bertland-Krajewski, Mikkelsen, Rivard, Uhl, Dagenais & Viklander, 2015; Jia, Wang, Zhen, Clar & Yu, 2017; Ren et al, 2017).

در این زمینه، شهر اسفنجی یکی از مفاهیمی است که کشور چین در مسیر حرکت خود به سمت مدیریت پایدار آب بدان دست پیدا کرده است. شهر اسفنجی با ترکیب تمام مفاهیم و فناوری‌های موجود و بهره‌گیری از زیرساخت‌های سبز-آبی برای مقابله با کمبود آب و کاهش خطرات سیل تمرکز دارد که عبارت "اسفنج" نمادی از ساختار متخلخلی است که در راستای اهداف اولیه مفهوم (مدیریت آب باران و کنترل سیلاب شهری)، آب را جذب و آزاد می‌کند (Noori & Rezaei, 2023b). در حالی که مفهوم شهر اسفنجی برای اولین بار در انجمن توسعه و فناوری شهرهای کم کربن در سال ۲۰۱۲ مطرح شد اما پیشنهاد رسمی شهرهای اسفنجی توسط رئیس جمهور چین در سال ۲۰۱۳ در کنفرانس کاری شهرسازی مرکزی ارائه شد. متعاقباً دستورالعمل‌های فنی ساخت این شهرها توسط وزارت مسکن و توسعه شهری روستایی این کشور در سال ۲۰۱۴ منتشر گردید. سپس دولت ملی چین در سال ۲۰۱۵ تحت برنامه شهر اسفنجی، ۳۰ شهر را در دو دسته به‌عنوان شهرهای طرح آزمایشی انتخاب کرد (Xia, Zhang, Xiong, He, Wang & Yu, 2017; Zhou, Koster, Zuo, Che & Wang, 2019; Hou, Guo, Wang, Li, Xue, Liu, & Zeng, 2020; Yunfei, Shun, O'Donnell, Meili, F., Yanfang, S., Colin T. R., James, G. Lingyun, L., Sitong, L., Chunqian, Lei & Dimple, 2021). در سرتاسر شهر اسفنجی با ایجاد عناصر زیرساختی از قبیل؛ روسازی‌های نفوذپذیر، بام‌های سبز، زهکش‌ها و باغچه باران‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌های احیاء شده و غیره اقدام به جذب، نفوذ، جمع‌آوری، ذخیره، تصفیه و استفاده مجدد از آب باران می‌شود که این فرآیند منجر به کنترل و کاهش سطح رواناب و سیلاب‌های شهری، کاهش آب‌گرفتگی معابر، بهبود میکرو اقلیم و بازسازی جریان‌های شهری، بهبود تنوع زیستی، تلطیف هوا، کاهش کربن، ایجاد منبع پایدار آب و غیره می‌شود (Noori & Rezaei, 2023a). شهر اسفنجی در ابتدا بر اساس اهداف اتخاذ و ترویج مفاهیم و اقدامات توسعه کم‌اثر که کنترل مؤثر رواناب شهری را بهبود می‌بخشد و سبب ذخیره، بازیافت و تصفیه رواناب به‌طور موقت می‌شود. همچنین ارتقاء سامانه‌های زهکشی سنتی با بهره‌گیری از زیرساخت‌های مقاوم‌تر در برابر سیل (مانند ساخت مخازن و تونل‌های ذخیره‌سازی آب در زیرزمین) و افزایش استانداردهای حفاظتی سامانه زهکشی موجود از سامانه‌های توسعه کم‌اثر به‌منظور کاهش و تخلیه سریع مازاد رواناب و در نهایت ادغام و یکپارچه‌سازی پهنه‌های آبی طبیعی و مصنوعی (مانند تالاب‌ها و دریاچه‌ها) با عناصر سبز شهری با هدف طراحی چند منظوره برای ارائه خدمات اکوسیستم و رفاهی بیش‌تر در بستر شهرها تدوین و تشکیل شد.

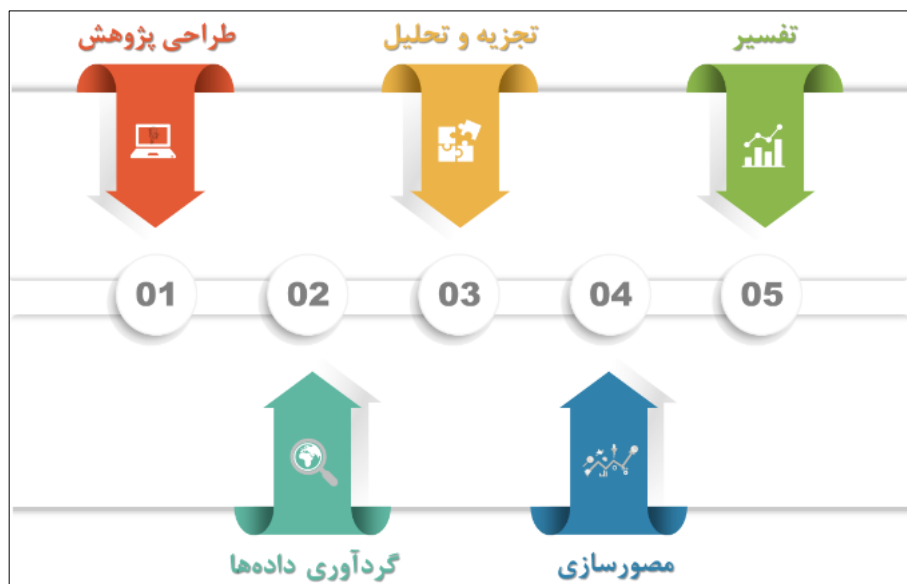
زیرساخت‌های شهر اسفنجی همانند بایوسولزها^۱، باغچه باران‌ها، روسازی‌های نفوذپذیر و بام‌های سبز بر مبنای واکنش هیدرولوژیکی طبیعی طراحی شده‌اند. به‌عنوان مثال این اقدامات می‌توانند دبی اوج در سامانه زهکشی شهری را کاهش دهند و رواناب شهری را از طریق نفوذ، جذب، ذخیره کنترل کنند و به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی کمک کنند (Everett, Lamond, Morzillo, Chan & Matsler, 2015; Qin, Li, Fu, 2013). و یا ایجاد باغچه باران‌ها سبب افزایش سطح کلی فضای سبز شهری می‌شود که این به‌نوبه خود می‌تواند تنوع اکوسیستم شهری را با ایجاد زیستگاه‌های جدید برای طیف وسیعی از موجودات (مانند پرندگان، پروانه‌ها و سنجاقک‌ها و غیره) بهبود بخشد و همچنین برنامه‌ریزی دقیق این زیرساخت‌ها می‌تواند در افزایش ارزش رفاهی یک منطقه میسر باشد و مزایای متعددی را برای عموم مردم به ارمغان آورد (Wang et al, 2017). بدین ترتیب می‌توان مفهوم شهر اسفنجی را به‌عنوان پیشرفتی در برنامه‌ریزی شهری توصیف کرد. زیرا این مفهوم و دستورالعمل‌ها و سیاست‌های مرتبط با آن، قابلیت ارتقای اصل پایداری (با پرداختن به جنبه‌های بوم‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی) و تشویق مدیریت پایدار آب شهری و مدیریت خطر سیلاب‌های شهری، برای ادغام بهتر با برنامه‌ریزی و طراحی شهری را دارند (Xia et al, 2017).

¹ Bio-swales

روش پژوهش

مقاله حاضر از حیث ماهیت و روش توصیفی-تحلیلی است که به شیوه کتاب‌سنجی انجام شده است. تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی یک روش مؤثر برای کمی‌سازی انتشارات علمی با استفاده از روش‌های آماری است (Zhang, Yan, Du, 2015; De la Hoz-Correa, Munoz-Leiva & Bakucz, 2018). این روش یک ابزار رایج تجزیه و تحلیل سیستماتیک در رشته‌های مختلف است که هدف آن ارزیابی وضعیت تحقیق و روندهای یک موضوع خاص و همچنین شناسایی جهت‌گیری‌های پژوهشی آینده به‌منظور هدایت محققان است (Fu, Ho, Sui & Li, 2010). تجزیه و تحلیل کتاب‌شناختی، انتشارات علمی را از طریق یکسری از روش‌ها مانند خروجی نشریات مختلف، کشورها، مؤسسات، نویسندگان و تحلیل استنادی و مسیرهایی که بیش‌تر بر تحلیل محتوا و تکامل تحقیق متمرکز است شناسایی می‌کند (Liu, Zhang & Hong, 2011).

در این زمینه، جامعه آماری مطالعه حاضر متشکل از کلیه اسناد علمی مرتبط با حوزه شهر اسفنجی است که در پایگاه استنادی WOS نمایه شده‌اند. پایگاه WOS از مهم‌ترین و جامع‌ترین پایگاه‌های داده دانشگاهی است و در برگیرنده نشریه‌های متعدد در حوزه‌های مختلف است به‌طوری که برخی این پایگاه استنادی را پایگاه استنادی شماره یک در جهان و مهم‌ترین منبع برای انجام مطالعات کتاب‌شناختی می‌دانند (Ball & Tunger, 2017; Thomas & Autio, 2017). بدین ترتیب برای بازیابی رکوردهای مقاله حاضر، جستجوی اصطلاح "Sponge City" در پایگاه استنادی WOS (و در تاریخ ۰۸ دسامبر ۲۰۲۳ یا ۱۷ آذر ماه ۱۴۰۳) بدون محدودیت زمانی و یا نوع سند صورت گرفت. در نهایت اسناد گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار Vosviewer مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. Vosviewer نرم‌افزاری برای ترسیم و نمایش نقشه‌های کتاب‌سنجی با تأکید بر جنبه‌های مختلف اجزای پژوهش است (Van Eck & Waltman, 2010) که دو دسته کلی تحلیل در این روش انجام می‌شود؛ تحلیل عملکرد و ترسیم نقشه علمی. تحلیل عملکرد به شناسایی سهم هر یک از اجزای پژوهش (نویسندگان، موسسه‌ها، کشورها و مجله‌ها) کمک می‌کند و خروجی ترسیم نقشه علمی، شناسایی روابط بین اجزا پژوهش است (Donthu et al, 2021). به‌طور کلی در راستای پاسخ‌گویی به سؤالات پژوهش و انجام تحلیل کتاب‌سنجی در مقاله حاضر از روش پنج مرحله‌ای ژوپیچ و کاتر^۲ (۲۰۱۵) استفاده شد که مراحل این روش به‌صورت خلاصه در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. فرآیند ترسیم نقشه علمی با روش کتاب‌سنجی
برگرفته از: Zupic & Cater, 2015

¹ Web of Science

² Zupic & Cater

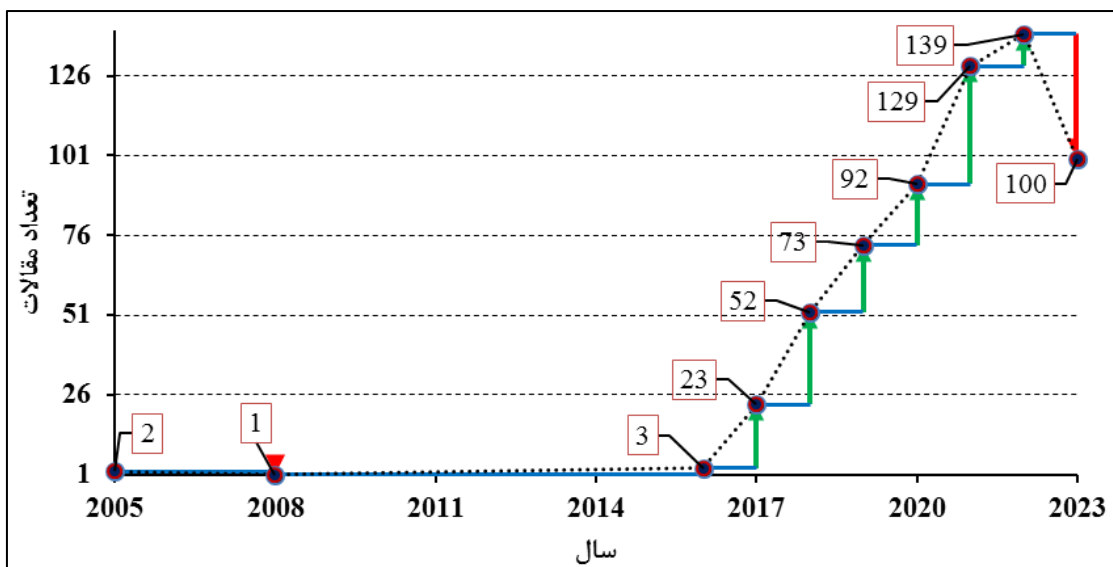
یافته‌ها و بحث

تحلیل و مصورسازی داده‌های مرتبط با حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

با ظهور و رواج فنون متنوع علم‌سنجی این امکان برای پژوهشگران وجود دارد که بتوانند با توجه به نوع روش مورد استفاده، ساختار فکری حاکم بر حوزه مطالعاتی خود را مورد کنکاش قرار دهند. در همین راستا، پژوهشگران زیادی از این روش به‌منظور بررسی شبکه یا ساختار فکری و مفهومی در حوزه‌های موضوعی متنوع و مختلف استفاده کرده‌اند. در واقع از مهم‌ترین شاخص‌هایی که نمایانگر رشد و یا افول یک حوزه پژوهشی است تعداد متون منتشر شده در آن حوزه است. بدین ترتیب تعداد پژوهش‌های منتشر شده، می‌تواند مبنایی برای اندازه‌گیری روند توسعه یک موضوع یا حوزه تحقیقاتی باشد. در این راستا، پایگاه استنادی WOS که جریان اصلی علم در سطح بین‌الملل است (González-Serrano, Jones & Llanos-Contrera, 2020) به‌عنوان منبع استخراج داده‌های این بخش از مطالعه انتخاب شد. در نتیجه این جستجو، ۶۱۴ سند در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ در ارتباط با موضوع شهر اسفنجی بازیابی شد. به‌منظور تحلیل و مصورسازی، داده‌های گردآوری شده وارد نرم‌افزار Vosviewer شد و شاخص‌های مورد نظر اعمال گردید.

روند کلی انتشار اسناد در حوزه شهر اسفنجی

در حوزه شهر اسفنجی از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ میلادی تعداد ۶۱۴ سند در پایگاه استنادی WOS یافت شد که از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۲۳ روند انتشار متون علمی در این حوزه مطالعاتی رشد پیوسته و صعودی داشته است که در شکل (۲) روند انتشار اسناد علمی منتشر شده مرتبط با موضوع شهر اسفنجی به تفکیک سال‌های مختلف؛ ارائه شده است.



شکل ۲. روند انتشار اسناد علمی مرتبط با موضوع شهر اسفنجی از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳

با توجه به شکل (۲) مشخص می‌شود که در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ به ترتیب فقط دو و یک سند علمی منتشر شده در ارتباط با موضوع شهر اسفنجی یافت شد تا این‌که در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷، روند تحقیقاتی شهر اسفنجی قوت گرفته و افزایش یافته است. به‌طوری که تعداد ۳ و ۲۳ سند در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ یافت شد. در توجیه این آمار باید اشاره کرد که شهر اسفنجی برای اولین بار به طور رسمی در سال ۲۰۱۳ در کشور چین مطرح و در اکتبر ۲۰۱۴ نیز "راهنمای فنی برای ساخت شهرهای اسفنجی" به‌عنوان چارچوب اصلی شهر اسفنجی در این کشور منتشر شد و در نهایت در سال ۲۰۱۵ فاز اول و در سال ۲۰۱۶ فاز دوم اجرایی شهر اسفنجی در تعدادی از شهرهای کشور چین به‌عنوان طرح اولیه پیاده‌سازی شد. بنابراین مطالعات انجام شده در این دوره بیش‌تر محدود به مراحل مقدماتی است. پس از پیاده‌سازی این طرح در شهرهای مختلف، مطالعات در حوزه شهر اسفنجی وارد فاز جدیدی شد. به‌طوری که بر اساس شکل (۲)، در سال ۲۰۱۷ تعداد ۲۳ سند، سال ۲۰۱۸ تعداد ۵۲ سند، سال ۲۰۱۹ تعداد

۷۳ سند، سال ۲۰۲۰ تعداد ۹۲ سند، سال ۲۰۲۱ تعداد ۱۲۹ سند، سال ۲۰۲۲ تعداد ۱۳۹ سند و در نهایت در سال ۲۰۲۳ تعداد ۱۰۰ سند یافت شد. که این تعداد سند نشان‌گر پویایی روند افزایشی انتشارات مربوط به حوزه شهر اسفنجی در چند سال اخیر است. به طوری که از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۲ یعنی در عرض حدود شش سال افزایش ۴۶ برابری در اسناد منتشر شده در حوزه مرتبط با شهر اسفنجی اتفاق افتاده است.

زبان اسناد منتشر شده در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

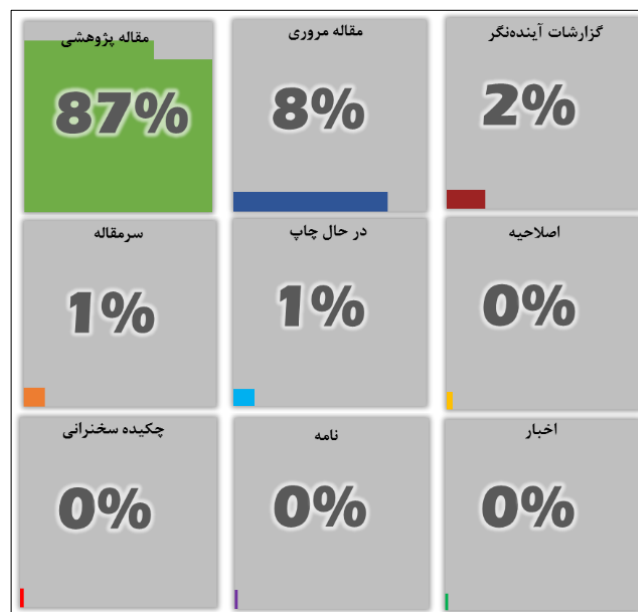
تحلیل کتاب‌سنجی بر مبنای زبان متون علمی منتشر شده در حوزه شهر اسفنجی در پایگاه WOS در جدول (۱) و شکل (۳) ارائه شده است. نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که حدود ۹۹/۸ درصد از اسناد یافت شده در این ارتباط به زبان انگلیسی منتشر شده‌اند.

جدول ۱: تحلیل کتاب‌سنجی موضوع شهر اسفنجی بر اساس زبان انتشار مستندات علمی

ردیف	زبان	تعداد	درصد
۱	انگلیسی	۶۱۳	۹۹/۸
۲	آلمانی	۱	۰/۲

نوع اسناد منتشر شده در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

با توجه به جستجوهای انجام شده در پایگاه WOS از مجموع ۶۱۴ سند علمی که در حوزه مطالعاتی "شهر اسفنجی" یافت شد بر اساس شکل (۳)، حدود ۸۷ درصد از این اسناد مربوط به مقالات اصیل پژوهشی است. با توجه به ماهیت نو و جدید موضوع شهر اسفنجی بیش‌تر مطالعات انجام شده در این زمینه از نوع مطالعات پژوهشی است و حدود ۸ درصد از این اسناد را مقالات مروری شامل می‌شود.



شکل ۳. آمار انتشار اسناد مرتبط با موضوع شهر اسفنجی بر اساس نوع سند انتشار یافته

مطالعات اصلی در حوزه شهر اسفنجی

نتیجه شناسایی پراستادترین (تعداد دفعاتی که یک سند در مجموعه داده، توسط اسناد دیگر در همان پایگاه داده ذکر شده است) مقالات مرتبط با "شهر اسفنجی"، به ترتیب تعداد ارجاع دریافتی؛ در قالب ده مقاله و به صورت جدول (۱-۲) ارائه شده است. با توجه به این جدول مشخص می‌شود که در بین مقالات یافت شده، مقاله (Sponge City" in China-A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context) که توسط چن و همکاران در سال ۲۰۱۸ در مجله

Land Use Policy منتشر شده است تاکنون ۲۶۰ مرتبه مورد استناد قرار گرفته و بیش‌ترین استناد را نسبت به سایر مقالات داشته است. این مقاله به تشریح مفهوم شهر اسفنجی و تحلیل پیامدهای تغییر کاربری زمین و شیوه‌های مدیریت آب شهری در کشور چین پرداخته و نویسندگان مقاله عنوان کردند که امروزه به دلیل شهرنشینی سریع، تغییر کاربری زمین و روند توسعه سریع اجتماعی و اقتصادی، سیلاب‌های شهری در حال حاضر به جدی‌ترین مسئله مرتبط با آب در بسیاری از شهرهای بزرگ چین تبدیل شده است. در چنین شرایطی در سال ۲۰۱۳، چین مفهوم شهر اسفنجی را برای مقابله با سیلاب‌های شهری و سایر مسائل و چالش‌های مربوط به مدیریت آب شهری، مانند تصفیه رواناب شهری، کاهش اوج رواناب و حفاظت از آب مطرح کرد. مفهوم شهر اسفنجی به‌منظور استفاده از فضاهای "آبی" و "سبز" در محیط‌های شهری در راستای مدیریت و کنترل آب باران توسعه یافته است. مفهوم شهر اسفنجی و دستورالعمل‌ها و روش‌های مربوط به آن، فرصت‌های متعددی را از نظر هیدرولوژی شهری، رفاه اجتماعی و زیست محیطی در فرآیند برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری در افق بلندمدت فراهم می‌آورد. به‌عنوان مثال اکوسیستم‌های طبیعی را تقویت کرده، از نظر منظر شهری فضای زیبایی‌شناختی بیش‌تری را برای افرادی که در محیط‌های شهری زندگی می‌کنند، فراهم می‌کند، علاوه بر این با ایجاد زیستگاه‌های متعدد برای پرندگان و سایر موجودات سبب بهبود تنوع زیستی نیز می‌شود. بنابراین برای دستیابی به اهداف دوگانه استفاده پایدار از آب و کنترل بهتر سیل شهر اسفنجی روشی مهم است. در نهایت آن‌ها توصیه کردند که در برنامه‌ریزی کاربری اراضی مواردی از قبیل ارزیابی خطر سیلاب شهری، زهکشی زمین، تغییرات اقلیمی و غیره نیز گنجانده شود.

جدول ۲: پراستنادترین مقالات مرتبط با شهر اسفنجی

ردیف	عنوان مقاله	نویسنده/گان	مجله	سال انتشار	تعداد ارجاعات
۱	"Sponge City" in China-A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context	Chan et al.	Land Use Policy	۲۰۱۸	۲۶۰
۲	Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China	Xia et al.	Science China Earth Sciences	۲۰۱۷	۲۴۵
۳	Urban pluvial flooding and stormwater management: A contemporary review of China's challenges and "sponge cities" strategy	Jiang et al.	Environmental Science & Policy	۲۰۱۸	۲۳۷
۴	Sponge City Construction in China: A Survey of the Challenges and Opportunities	Li et al.	Water	۲۰۱۷	۲۰۰
۵	Implementation of a specific urban water management - Sponge City	Nguyen et al.	Science of the Total Environment	۲۰۱۹	۱۹۶
۶	Integrated assessments of green infrastructure for flood mitigation to support robust decision-making for sponge city construction in an urbanized watershed	Mei et al.	Science of the Total Environment	۲۰۱۸	۱۷۳
۷	Comprehensive performance evaluation of LID practices for the sponge city construction: A case study in Guangxi, China	Li et al.	Journal of Environmental Management	۲۰۱۹	۱۶۰
۸	Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities	Li & Bergen	Cities	۲۰۱۸	۱۴۳
۹	A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city	Wang et al.	Science China Technological Sciences	۲۰۱۸	۱۴۰
۱۰	Public perceptions of and willingness to pay for sponge city initiatives in China	Wang et al.	Resources, Conservation and Recycling	۲۰۱۷	۱۳۸

مقاله پراستناد بعدی (Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China) که در سال ۲۰۱۷ در مجله Science China Earth Sciences منتشر شده است با تعداد ۲۴۵ ارجاع در زمره پراستنادترین مقالات در حوزه "شهر اسفنجی" قرار گرفته است. در این مقاله، ژیا و همکاران با در نظر گرفتن مسائل و چالش‌هایی که اکثر شهرهای چین به دنبال رشد سریع شهرنشینی با آن مواجه‌اند به تحلیل مسائل و مشکلات ساخت شهر اسفنجی پرداخته و فرصت‌ها و چالش‌های شهر اسفنجی در آینده را بررسی کردند و عنوان کردند که در اکثر شهرها مدیریت فعلی آب‌های سطحی مبتنی بر زیرساخت‌های خاکستری (به عنوان مثال، شبکه زهکشی، لوله‌ها و کانال‌های انتقال و غیره) و بر اساس تخلیه سریع متمرکز شده است که با گسترش سریع شهرها و افزایش سطوح نفوذناپذیر در سال‌های اخیر، ایجاد این

زیرساخت‌ها پرهزینه و دشوار شده است، این در حالی است که ایجاد زیرساخت‌های سبز (به‌عنوان مثال بام سبز، رودخانه، دریاچه و تالاب) می‌تواند جایگزین مناسب‌تری برای این سطوح باشد. در این راستا شهر اسفنجی یک رویکرد مؤثر برای حل مسائل آب شهری، به‌ویژه آبگرفتگی شهری به شمار می‌رود. با این وجود در ساخت شهر اسفنجی، سامانه یکپارچه آب شهری و الزامات اولیه آن از جمله برنامه‌ریزی شهری، هیدرولوژی شهری، علوم محیطی، علوم اجتماعی و محیط زیست نسبتاً ضعیف بوده و نیاز به بهبود دارند. بدین ترتیب فرآیند ساخت شهر اسفنجی باید با نگاه یکپارچه و سیستماتیک توسعه پایدار شهری مطابقت داشته باشد. بنابراین، هم تحقیقات نظری پایه و هم زیرساخت‌های اساسی مانند سامانه نظارت، تأسیسات زهکشی باید به بهترین شکل تقویت شود، در عین حال اصلاح و نوآوری در سامانه مدیریت آب شهری و سامانه‌های آموزشی نیز باید با فوریت انجام شود.

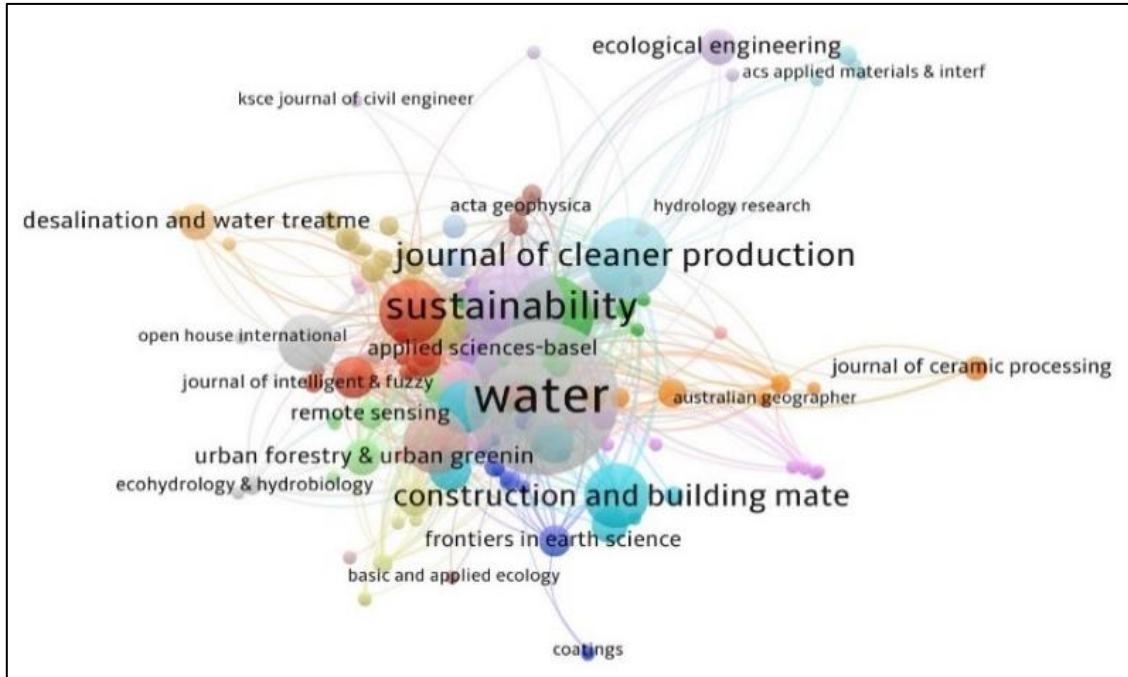
منابع اصلی در حوزه "شهر اسفنجی" و ترسیم نقشه پیوند کتاب‌شناختی منابع

در این بخش با تحلیل کتاب‌سنجی، برجسته‌ترین منابع در حوزه شهر اسفنجی شناسایی شد که از میان منابع یافت شده، نام ده منابع برجسته‌ای که بیش‌ترین سند (بیش از حدود ۱۰ سند) را در این حوزه منتشر کرده‌اند در جدول (۳) ارائه شده است. در این جدول، مجله Water با انتشار ۸۸ سند (۱۴/۳ درصد) به‌عنوان برجسته‌ترین منبع در این حوزه به شمار می‌رود. با توجه به ارتباط بین مسائل مرتبط با آب که یکی از موضوعات مد نظر این مجله برای دریافت و انتشار مقالات است و در زمینه آب به‌عنوان یکی از مجلات تخصصی فعالیت می‌کند، لذا این مجله نسبت به سایر مجلات تعداد اسناد بیش‌تری را دریافت کرده و انتشار داده است.

جدول ۳: برجسته‌ترین منابع در انتشار اسناد مطالعاتی حوزه شهر اسفنجی

ردیف	نام منبع	تعداد	درصد
۱	Water	۸۸	۱۴/۳
۲	Sustainability	۴۰	۶/۵
۳	Journal of Cleaner Production	۲۷	۴/۴
۴	Science of the Total Environment	۲۶	۴/۲
۵	Construction and Building Materials	۱۸	۲/۹
۶	Journal of Environmental Management	۱۸	۲/۹
۷	Journal of Hydrology	۱۸	۲/۹
۸	Environmental Science and Pollution Research	۱۴	۲/۳
۹	Water Science and Technology	۱۲	۱/۹
۱۰	Land	۱۰	۱/۹

در ادامه به کمک نرم‌افزار Vosviewer، اقدام به ترسیم پیوند کتاب‌شناختی منابع شد که این نتایج در قالب شکل (۵) ارائه شده است. در این شکل، هر رنگ نشان‌دهنده یک خوشه است که مجموعه‌ای از گره‌های نزدیک به هم است. منابعی که ارتباط نزدیکی با هم دارند در یک خوشه و یا یک رنگ خاص مجسم می‌شوند. بزرگ بودن یک گره نشان می‌دهد که آن منبع اسناد بیش‌تری را در حوزه مورد نظر منتشر کرده است. در شکل (۵) پیوند کتاب‌شناختی ۱۸۴ منبعی را نشان می‌دهد که حداقل یک سند در این حوزه منتشر کرده‌اند. پیوند کتاب‌شناختی بین منابع، زمانی ایجاد می‌شود که اسناد منتشر شده توسط دو منبع به یک سند از منبع سوم به صورت مشترک استناد کنند. بر اساس نتایج به دست آمده از نرم‌افزار Vosviewer، منبع مجله Water که با انتشار ۸۸ سند جزء برجسته‌ترین منابع حوزه شهر اسفنجی است و دارای قوی‌ترین پیوند کتاب‌شناختی با سایر منابع است. که در این شکل نیز در خوشه با رنگ کرم با سایر منابع این خوشه مشخص شده‌اند.



شکل ۴: پیوند کتاب‌شناختی بین منابع

پژوهشگران اصلی در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی و ترسیم نقشه پیوند کتاب‌شناختی نویسندگان

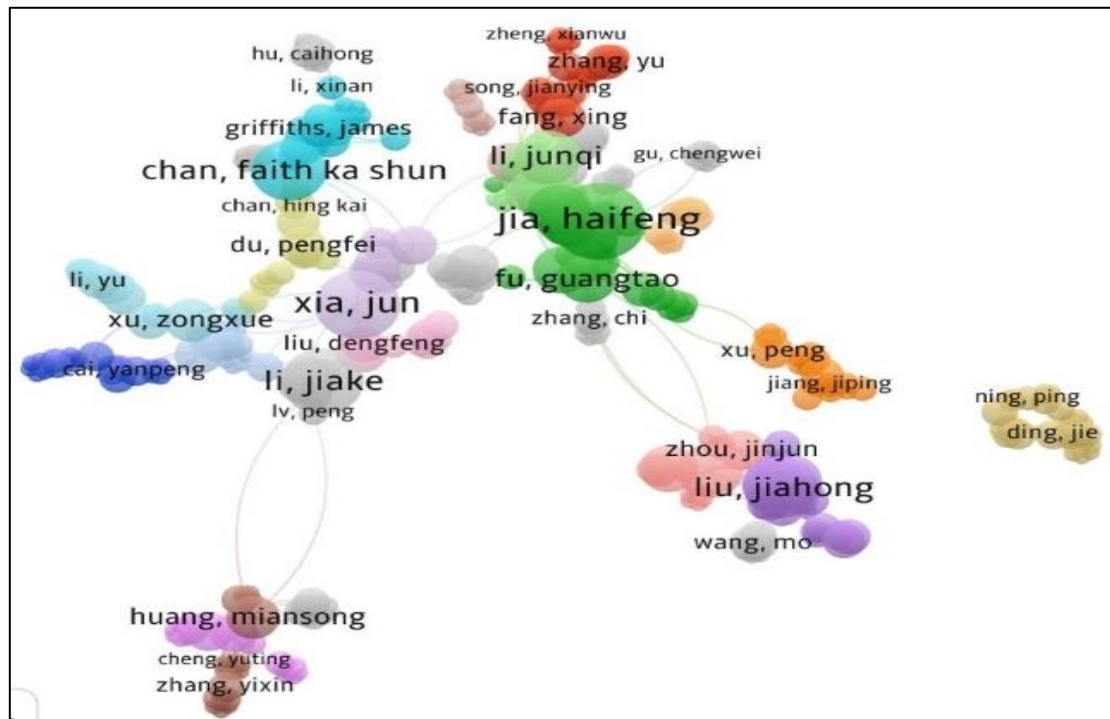
اسامی تعدادی از پژوهشگرانی که بیش‌ترین سند را حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی منتشر کرده‌اند در قالب جدول (۴) ارائه شده است. بر اساس این جدول، بیش‌ترین سند منتشر شده در این حوزه متعلق به پژوهشگری با نام Jia, H. F. است که با انتشار ۱۷ سند (۲/۸ درصد)، به‌عنوان تأثیر‌گذارترین نویسنده و پژوهشگر در این حوزه شناخته می‌شود.

جدول ۴: اسامی برخی از پژوهشگران اصلی در حوزه شهر اسفنجی

ردیف	پژوهشگر	تعداد اثر	درصد
۱	Jia, H. F.	۱۷	۲/۸
۲	Xia, J.	۱۵	۲/۴
۳	Chan, F. K. S.	۱۴	۲/۳
۴	Li, J. K.	۱۴	۲/۳
۵	Li, Y.	۱۴	۲/۳
۶	Wang, H.	۱۳	۲/۱
۷	Liu, J. H.	۱۱	۱/۸
۸	Wang, Y.	۱۱	۱/۸
۹	Li, JQ.	۱۰	۱/۶
۱۰	Wang, Q.	۱۰	۱/۶

در ادامه پیوند کتاب‌شناختی بین ۲۲۲۸ نویسنده که حداقل دارای یک سند در حوزه موضوعی شهر اسفنجی منتشر کرده‌اند در قالب شکل (۶) ارائه شده است. هر گره بیان‌گر یک پژوهشگر بوده و هر چه اندازه گره بزرگ‌تر باشد نشان دهنده انتشار بیش‌تر مقالات توسط نویسنده نبت به سایر نویسندگان است. نزدیک بودن گره‌ها به یکدیگر نیز بیانگر پیوند کتاب‌شناختی قوی بین آن نویسندگان است. بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار Vosviewer مشخص شد که پیوند کتاب‌شناختی نویسندگانی که حداقل یک سند در حوزه موضوعی شهر اسفنجی منتشر کردند در ۲۸ خوشه اصلی دسته‌بندی شد که قوی‌ترین پیوند کتاب‌شناختی مربوط به خوشه دو است که با رنگ سبز در شکل (۶) قابل تشخیص است و این پیوند کتاب‌شناختی مربوط به نویسنده‌ای به نام Jia, H. F.

است که قوی‌ترین پیوند کتابشناختی را با سایر نویسندگان دارد. پیوند کتابشناختی بین نویسندگان زمانی ایجاد می‌شود که دو نویسنده در اسناد خود به سند یک نویسنده سوم به صورت مشترک استناد کنند.



شکل ۵. پیوند کتابشناختی بین نویسندگان حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

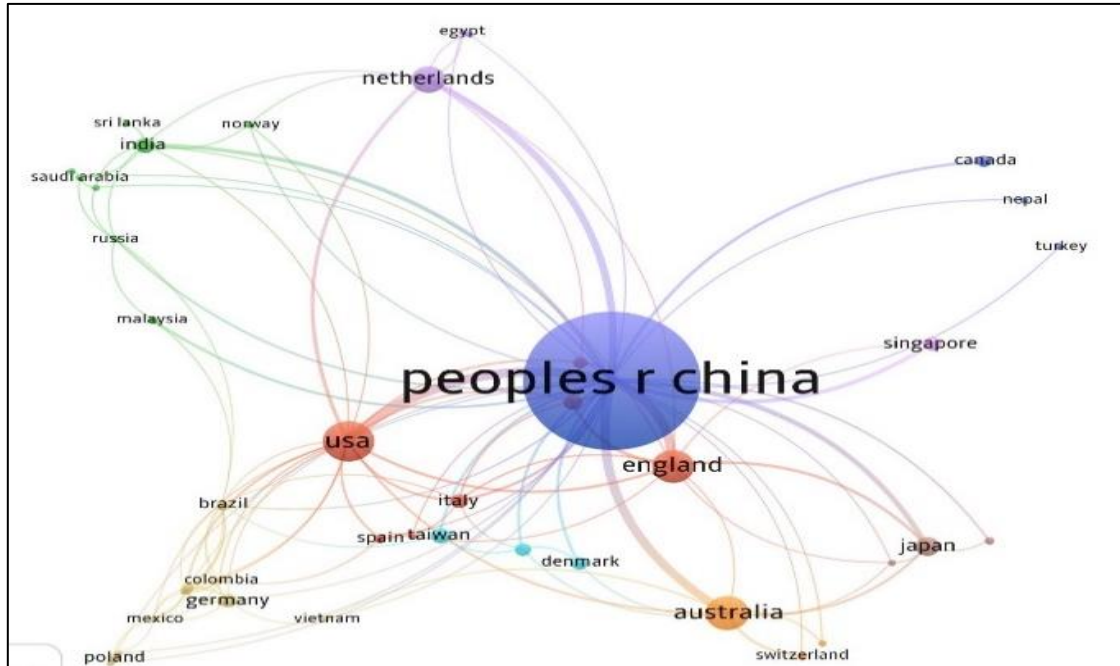
کشورهای اصلی در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی و ترسیم نقشه پیوند کتابشناختی آن‌ها

روند انتشار اسناد علمی مرتبط با شهر اسفنجی در تعدادی از کشورهای پیش‌تاز در این حوزه در قالب جدول (۵) قابل مشاهده است. با توجه به این جدول مشخص می‌شود که، کشور چین با انتشار ۳۸۸ سند (۶۳ درصد) بخش زیادی از تولیدات علمی این حوزه را به خود اختصاص داده است و دو کشور ایالت متحده آمریکا و انگلیس نیز به ترتیب با تعداد انتشار ۳۷ و ۳۱ سند در این حوزه، در مرتبه بعدی قرار دارند. با توجه به این که موضوع شهر اسفنجی برای اولین بار در کشور چین مطرح شده است و در این کشور نیز به‌عنوان طرح اولیه اجرا شده است. بر این اساس در این کشور تعداد آثار منتشر شده نسبت به سایر کشورها بیش‌تر است.

جدول ۵: کشورهای پیش‌رو در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

ردیف	نام کشور	تعداد اثر	درصد
۱	چین	۳۸۸	۶۳
۲	ایالت متحده آمریکا	۳۷	۶
۳	انگلیس	۳۱	۵
۴	استرالیا	۲۹	۴
۵	هلند	۱۸	۳
۶	ژاپن	۹	۱/۶
۷	هند	۷	۱/۱
۸	نیوزلند	۷	۱/۱
۹	تایوان	۶	۱
۱۰	آلمان	۵	۰/۹

تجسم برترین کشورها و پیوند کتاب‌شناختی بین آن‌ها در شکل (۶) نشان می‌دهد که در مجموع در ۵۰ کشور جهان حداقل یک سند در ارتباط با حوزه و موضوع شهر اسفنجی انتشار یافته است که پیوند کتاب‌شناختی این ۵۰ کشور پیشرو را می‌توان در نه خوشه اصلی دسته‌بندی نمود. که هر گره بیان‌گر یک کشور بوده و هر چقدر اندازه گره بزرگ‌تر باشد آن کشور مقالات بیشتری نسبت به سایر کشورها منتشر کرده است. نزدیک بودن گره‌ها به یکدیگر نیز بیان‌گر پیوند کتاب‌شناختی قوی بین آن کشورهاست. بر اساس نتایج به دست آمده از نرم‌افزار وُس‌ویور، کشور چین قوی‌ترین پیوند کتاب‌شناختی را با سایر کشورها دارد. در شکل نیز قابل مشاهده است که این کشور در خوشه آبی قرار دارد. یعنی با سایر کشورهای این خوشه از قبیل استرالیا، سوئیس، ترکیه و غیره پیوند کتاب‌شناختی نزدیک و قوی‌تری دارد. پیوند کتاب‌شناختی بین کشورها زمانی ایجاد می‌شود که دو کشور در اسناد خود به سند یک کشور سوم به صورت مشترک استناد نمایند.



شکل ۶. پیوند کتاب‌شناختی کشورهای پیشرو در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی

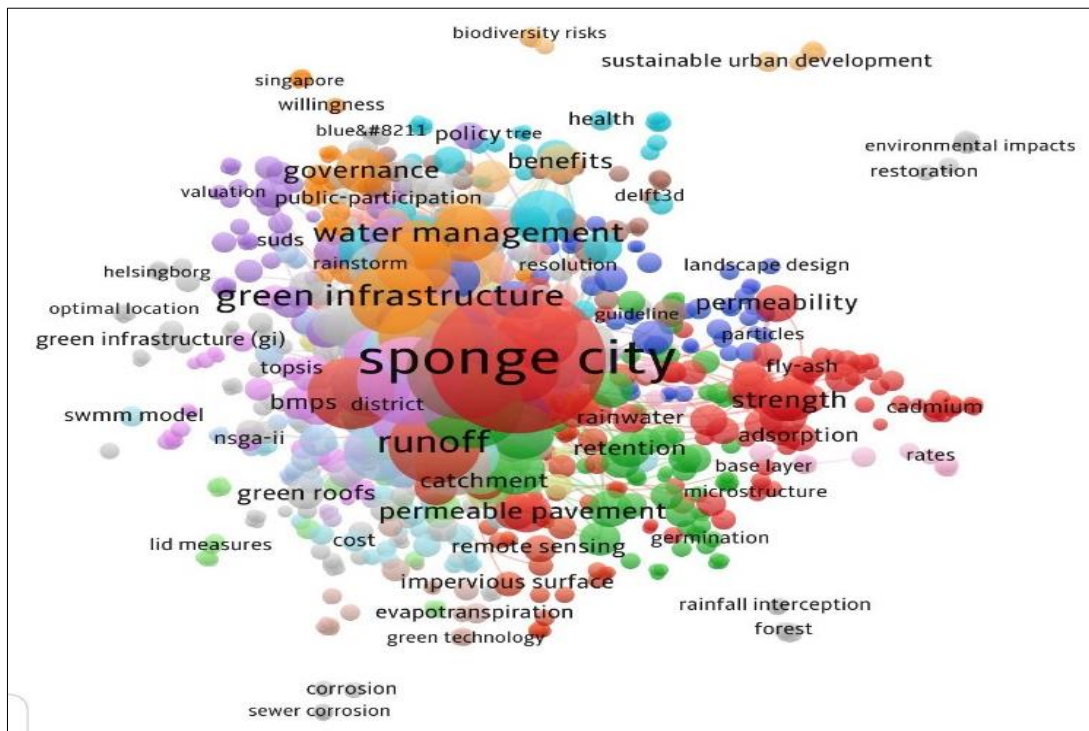
روند جهانی کشورهای پیشرو در حوزه مطالعاتی شهر اسفنجی از نظر زمانی

با توجه به روند تغییرات اقلیمی و افزایش رخدادهای حادی مرتبط با آن در کشورهای مختلف، در برخی از کشورها متناسب با تغییراتی که در شرایط آب و هوایی آن‌ها رخ داده است سبب شده است تا این کشورها به سمت موضوع تاب‌آور نمودن شهر و فضاهای شهری خود با استفاده از طرح شهر اسفنجی حرکت نمایند به طوری که اخیراً در کشورهای غرب، شرق و جنوب شرق آسیا و آفریقا کشورهایی مثل عربستان سعودی، مصر، ترکیه، تایوان، نپال و غیره که درگیر بحث‌های مربوط به خشکسالی و رخدادهایی مثل سیلاب هستند مطالعاتی در این زمینه در حال انجام است. که این کشورها بر اساس شرایط اقلیمی خود با از این طرح در راستای نیل به اهداف خود استفاده می‌نمایند. روند تغییرات جهانی این کشورها در شکل (۷) ارائه شده است. به طوری که هر چه به سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ نزدیک می‌شویم تغییرات رخ داده با رنگ زرد و قرمز قابل تشخیص است و این کشورها به‌عنوان کشورهایی هستند که اخیراً در مورد طرح شهر اسفنجی تحقیقاتی را انجام داده‌اند. اما علی‌رغم ورود کشورهای جدید به این حوزه هنوز کشور چین به‌عنوان پیشروترین کشور در این حوزه فعالیت داشته و بیش‌ترین اسناد را منتشر می‌کند.

جدول ۷: لیست کلیه کلمات کلیدی پرتکرار به تفکیک هر خوشه

ردیف	رنگ خوشه	بزرگ‌ترین گره در خوشه (پرتکرارترین واژه کلیدی در خوشه)	هم‌رخدادی واژگان کلیدی پرتکرار در خوشه مربوطه
۱	قرمز کم‌رنگ	شهر اسفنجی (sponge city)	قوت (strength)، روسازی نفوذپذیر (permeable pavement)، نفوذپذیری (permeability)، جذب (adsorption)، بتن متخلخل (pervious concrete)، جمع‌آوری (aggregate)، آب باران (rainwater)
۲	بنفش پررنگ	مدیریت (management)	تغییر اقلیم (climate change)، تأثیر (impact)، آبگرفتگی (inundation)، زمین (land)، درک عمومی (public perception)، شوری (salinity)، عدم قطعیت (uncertainty)
۳	بنفش کم‌رنگ	توسعه کم‌اثر (low impact development)	رواناب (runoff)، مدل مدیریت آب رگبار (swmm)، برنامه‌های مدیریتی (management-practices)، توسعه کم‌اثر (low impact development)، ساخت (infrastructure)، مسیر سازگاری (adaptation pathway)، بهترین برنامه‌های مدیریتی (bmps)، هیدرولوژی (hydrology)
۴	سبز	کارایی (performance)	حفاظت زیستی (bioretention)، بام سبز (green roof)، نفوذ (infiltration)، نیتروژن (nitrogen)، ماده مغذی (nutrient)، حذف (removal)، حفاظت (retention)
۵	نارنجی	مدیریت آب رگبارها (stormwater management)	توسعه شهر حساس به آب (wsud)، بار آلودگی (pollution load)، ردپای کربن (carbon footprint)، زیرساخت سبز (green infrastructure (gi))

بدین ترتیب از مجموع ۲۷۰۸ کلید واژه مرتبط با حوزه شهر اسفنجی، ۱۰ کلید واژه دست کم ۵۲ مرتبه توسط نویسندگان تکرار شده است. گره‌ها در هر خوشه بیان‌گر یک کلیدواژه است. گره‌های بزرگ‌تر بیان‌گر این است که آن کلیدواژه در اسناد نویسندگان تکرار و اهمیت بیشتری داشته است. در ادامه، کلمات کلیدی که در اسناد منتشر شده نویسندگان، بیش‌ترین هم‌رخدادی را با یکدیگر داشته‌اند در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸: شبکه هم‌رخدادی کلمات کلیدی پرتکرار توسط نویسندگان

به‌طور کلی استفاده از روش کتاب‌سنجی و مرور نظام‌مند مطالعات، پیشینه، روش مناسبی برای شناسایی و طبقه‌بندی فعالیت علمی در یک زمینه خاص است. تحلیل‌های صورت گرفته در این روش، تصویر واضحی از جریان پژوهشی حوزه مورد مطالعه ارائه می‌دهد که می‌تواند به پژوهشگران در شناسایی و ترسیم ساختار علمی و پیگیری آخرین تغییرات آن حوزه مطالعاتی کمک نماید. بر این اساس ارائه مرور کلی کتاب‌سنجی پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه شهر اسفنجی در پایگاه WOS و تحلیل‌های صورت گرفته در نرم افزار Vosviewer نشان داد که مطالعات شهر اسفنجی رشدی کاملاً صعودی داشته است. به‌طوری که اهمیت شهر اسفنجی به‌عنوان یک راهبرد جامع مدیریت پایدار آب شهری که می‌تواند زمینه‌ساز فرصت‌های فراوان در محیط‌های پرچالش شهرهای امروزی باشد در بسیاری از این مطالعات صورت گرفته در سطح ملی و بین‌المللی مورد تأکید قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

امروزه چالش‌های مدیریت آب در بسیاری از شهرها مورد توجه قرار گرفته است چرا که با شروع تغییرات اقلیمی، افزایش تنوع آب و هوایی و روند رو به رشد جمعیت این چالش‌ها به شکل جدی‌تری نمود پیدا کرده است. به‌طوری که خشکسالی و سیل در حال حاضر مشکلاتی را در زمینه تأمین آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد کرده است. به این ترتیب، تضمین دسترسی به آب پاک برای همه و مدیریت پایدار آب و حرکت در مسیر تاب‌آور نمودن شهرها یکی از جنبه‌های مهم برنامه توسعه جهانی است که در اهداف توسعه پایدار سازمان ملل نیز بدان اشاره شده است. در این زمینه رویکرد مدیریت پایدار آب شهری به‌عنوان کلیدی جهت سازگاری با تغییرات اقلیمی و دستیابی به شهرهای تاب‌آور محسوب می‌شود. این در حالی است که در حال حاضر سامانه‌های مدیریت آب شهری مانند تأمین آب، فاضلاب و زهکشی رواناب رگبارها در اکثر مناطق شهری بر اساس زیرساخت‌های معمول شبکه‌ای از لوله‌های زیرزمینی است که فاقد انعطاف‌پذیری و سازگاری لازم در برابر چالش‌های ذکر شده هستند. در چنین شرایطی توافق کلی بین متخصصین آب و مدیران و برنامه‌ریزان شهری به‌ویژه در شهرهای توسعه‌یافته در مورد نیاز به تغییر مسیر مدیریت آب شهری به سمت ساز و کارهای پایدارتر که بر اساس سامانه‌های غیرمتمرکز و مبتنی بر طبیعت عمل می‌کند، وجود دارد. در واقع مدیریت پایدار آب شهری را می‌توان هم رویکردی فلسفی و هم تکنیکی در نظر گرفت که می‌تواند در همه اشکال شهرسازی و توسعه گنجانده شود. سیاست‌های کنونی آب شهری در کشورهای مختلف شروع به بازتاب این فلسفه کرده‌اند. یکی از طرح‌های عنوان شده در این زمینه، طرح شهر اسفنجی است. شهر اسفنجی یک راهبرد نوین از مدیریت پایدار آب شهری است که ریشه در قوانین چرخه طبیعی آب و فرآیندهای مرتبط با آن دارد. این طرح با هدف کلی کاهش سیلاب شهری، کنترل آلودگی آب شهری، استفاده از منابع آب باران و احیاء بوم‌شناختی محیط زیست آب شهری مطرح شد. در این طرح بر ایجاد تأسیسات توسعه کماثر همانند باغ باران، حوضچه‌های نگهداشت زیستی، دیوار و بام سبز، چمن‌زار و روسازی‌های نفوذپذیر و غیره تأکید شده است. با استفاده از این طرح؛ امکان نفوذ طبیعی، ذخیره‌سازی، تصفیه طبیعی، کنترل رواناب‌های سطحی، بهبود شرایط هیدرولوژیکی شهری و استفاده مجدد از منابع آب باران میسر می‌شود و گردش پایدار آب را در محیط شهری تضمین می‌کند. در این زمینه شهر اسفنجی به‌عنوان روشی نوین از مدیریت پایدار آب شهری در چند سال اخیر توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. بنابراین با توجه به فقدان مرور جامع و نظام‌مند پژوهش‌های پیشین، مقاله حاضر با هدف مرور کمی مطالعات گذشته با استفاده از روش تحلیل کتاب‌سنجی انجام شد. بدین منظور، تحلیل روند تولیدات علمی حوزه شهر اسفنجی نمایه شده در پایگاه WOS به‌منظور ترسیم نقشه علمی و شناخت ساختار مفهومی این حوزه با استفاده از نرم‌افزار Vosviewer انجام گرفت.

بر این اساس، با توجه به یافته‌های مقاله حاضر مشخص شد که به دلیل نو و جدید بودن موضوع شهر اسفنجی مطالعات خیلی زیادی در این زمینه انجام نشده است و بیش‌تر مطالعات انجام شده در راستای امکان‌سنجی اجرای آن در برخی مناطق کشور چین است. اما با توجه به وجود چالش‌های آبی از قبیل کم‌آبی و خشکسالی و نیز وقوع سیل‌های متعدد و هم‌چنین تغییرات اقلیمی گسترده در بیش‌تر کشورها و مناطق دنیا؛ مطالعات مربوط به موضوع شهر اسفنجی گسترش یافته و در بسیاری از کشورهای دنیا در حال انجام است و این اقدامات فقط مربوط به کشورهای توسعه یافته نشده و بسیاری از کشورهای در حال توسعه نیز به سمت استفاده از این طرح در برنامه‌ریزی‌های شهری و شهرسازی‌های خود حرکت کرده‌اند. اما با توجه به این‌که طرح شهر اسفنجی توسط کشور چین مطرح شده است لذا این کشور در ادامه اقدامات مربوط به مدیریت منابع آبی خود هنوز در این راستا پیش قدم بوده و نسبت به سایر کشورها مطالعات بیش‌تری در این کشور انجام شده است. از سوی دیگر با توجه به نتایج این مقاله مشخص

گردید که در حال حاضر مطالعات مرتبط با شهر اسفنجی از جنبه مطالعات مربوط به سازه‌ای خارج شده و بیش‌تر به سمت مطالعات مربوط به حکروایی و حکمرانی و قوانین سبز حرکت کرده است و در مطالعات مختلف به اهمیت این موارد اشاره شده و این موارد را نسبت به سایر مواردی که جنبه سازه‌ای داشته مهم‌تر انگاشته‌اند. به‌طوری که در برخی از مطالعات موفقیت طرح شهر اسفنجی اجرا شده در برخی کشورها و شهرها را فقط با مشارکت و همراهی مردم میسر دانسته و این مشارکت را در گرو یک قانون‌گذاری صحیح و حرکت به سمت کنترل آب (باران، فاضلاب یا رواناب‌های شهر) در مبدا این منابع را در دستور کار خود قرار داده‌اند. تا بدین طریق بتوان در اولین مرحله اقدام به کنترل سیلاب، ذخیره باران و کنترل آلودگی نمود. هم‌چنین مطالعات انجام شده در حوزه شهر اسفنجی هم اکنون در حال حرکت به سمت افزایش پایداری و تاب‌آوری شهرها در برابر انواع چالش‌های آبی (کمیت و کیفیت) و زیست محیطی در محیط‌های شهری است و این مطالعات با محوریت قرار دادن مسائل و سیاست‌های زیست محیطی بر به‌کارگیری نوآوری در روش‌های نوین مدیریت آب بر اساس سازوکارهای پایدارتر از قبیل؛ فناوری‌های سبز، زیرساخت‌های سبز، فضاهای سبز شهری و غیره تأکید دارند.

بنابراین می‌توان گفت که نتایج مقاله حاضر از دو بُعد نظری و مدیریتی حائز اهمیت است. از دیدگاه نظری، این مطالعه به شناسایی پرکاربردترین و اثرگذارترین نویسندگان، منابع، مؤسسه‌ها و کشورها و اثرگذارترین تولیدات علمی در حوزه شهر اسفنجی پرداخته و ساختار مفهومی آن را آشکار ساخته تا محققان دیدگاهی جامع از ساختار علمی در این حوزه پیدا کنند و مهم‌ترین مفاهیم مورد مطالعه در این حوزه را در بازه‌های زمانی مختلف شناسایی کرده تا پژوهشگران را با روند تکامل دانش در این حوزه و مسیرهای پژوهشی پیش‌برو آشنا سازد. از نظر مدیریتی نیز یافته‌های این مطالعه بیان‌گر اهمیت شهر اسفنجی به‌عنوان ایده‌ای نوین به‌منظور مدیریت پایدار آب شهری است که می‌تواند مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری، طراحان شهری، کارشناسان محیط زیست شهری، متخصصین حوزه آب و سایر پژوهشگران قرار گیرد. از طرفی مقاله حاضر یکی از نخستین مطالعاتی است که در حوزه شهر اسفنجی در ایران انجام شده است بدین ترتیب به‌عنوان چراغ راهی برای انجام پژوهش‌های بیش‌تر توسط سایر پژوهشگران حوزه‌های مختلف به شمار می‌رود.

References

- Asgari, E., Mostafazadeh, R., & Esmaliouri, A. (2018). Determining the contributions of river flow hydrograph components in some river gauge stations of Ardabil Province. *Irrigation and Water Engineering*, 8(2), 56-71. (in Persian) https://www.waterjournal.ir/article_74231.html?lang=en
- Ashley, R., Lundy, L., Ward, S., Shaffer, P., Walker, L., Morgan, C., Saul, A., Wong, T., & Moore, S. (2013). Water-sensitive urban design: Opportunities for the UK. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, 166(2), 65-76. DOI: [10.1680/muen.12.00046](https://doi.org/10.1680/muen.12.00046).
- Ashley, R.M., Tait, S.J., Styan, E., Cashman, A., Luck, B., Blanksby, J., Saul, A., & Sandlands, L. (2007). Sewer system design moving into the 21st century—a UK perspective. *Water Science and Technology*, 55, 273-281. DOI: [10.2166/wst.2007.118](https://doi.org/10.2166/wst.2007.118).
- Ball, R., & Tunger, D. (2017). Science Indicators Revisited – Science Citation Index versus SCOPUS: A Bibliometric Comparison of Both Citation Databases. *Information Services & Use*, 26(4), 293-301. DOI: [10.3233/ISU-2006-26404](https://doi.org/10.3233/ISU-2006-26404).
- Binney, P.D. (2012). A framework for developing sustainable water utilities in the coming decades. In: Howe, C., Mitchell, C. (Eds.), *Water Sensitive Cities*. IWA Publishing, London, pp. 82-94. DOI: [10.2166/9781780400921](https://doi.org/10.2166/9781780400921).
- Brown, R.R., & Keath, N.A. (2008). Drawing on social theory for transitioning to sustainable urban water management: turning the institutional super-tanker. *Australian Journal of Water Resources*, 12, 73-83. DOI: [10.1080/13241583.2008.11465336](https://doi.org/10.1080/13241583.2008.11465336).
- caBurn, S., Maheepala, S., & Sharma, A. (2012). Utilising integrated urban water management to assess the viability of decentralized water solutions. *Water Science and Technology*, 66(1), 113-121. DOI: [10.2166/wst.2012.071](https://doi.org/10.2166/wst.2012.071).
- Cai, Y.P., Yue, W.C., Xu, L.Y., Yang, Z.F., & Rong, Q.Q. (2016). Sustainable urban water resources management considering life-cycle environmental impacts of water utilization under uncertainty. *Resources Conservation and Recycling*, 108, 21-40. DOI: [10.1016/j.resconrec.2016.01.008](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.008).

- Chan, F.K.S., Griffiths, J.A., Higgitt, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y.T., Xu, Y., & Thorne, C.R. (2018). "Sponge City" in China-A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy*, 76, 772-778. DOI: [10.1016/j.landusepol.2018.03.005](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.005).
- De la Hoz-Correa, A., Munoz-Leiva, F., & Bakucz, M. (2018). Past themes and future trends in medical tourism research: A co-word analysis. *Tourism Management*, 65, 200-211. DOI: [10.1016/j.tourman.2017.10.001](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.10.001).
- Dietz, M.E. (2007). Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air & Soil Pollution*, 186(1-4), 351-363. DOI: [10.1007/s11270-007-9484-z](https://doi.org/10.1007/s11270-007-9484-z).
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. DOI: [10.1016/j.jbusres.2021.04.070](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070).
- Everett, G., Lamond, J., Morzillo, A.T., Chan, F.K.S., & Matsler, A.M. (2015). Sustainable drainage systems: helping people live with water. *Proceedings of the ICE-Water Management*, 169:2, 94-104. DOI: [10.1680/wama.14.00076](https://doi.org/10.1680/wama.14.00076).
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertland-Krajewski, J.L., Mikkelsen, P.S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more - The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525-542. DOI: [10.1080/1573062X.2014.916314](https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314).
- Fu, H.Z., Ho, Y.S., Sui, Y.M., & Li, Z.S. (2010). A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993-2008. *Waste Management*, 30(12), 2410-2417. DOI: [10.1016/j.wasman.2010.06.008](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.06.008).
- Gall, M., Nguyen, K.H., & Cutter, S.L. (2015). Integrated research on disaster risk: is it really integrated? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12, 255-267. DOI: [10.1016/j.ijdrr.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.01.010).
- Ghashghaezadeh, N., Moradi, A., Malekian, A., Holisaz, A., & Mahdavi, R. (2018). Urban water challenge and urban runoff management scenarios (Case study: Parts of Bandar Abbas City). *Urban Planning Knowledge*, 2(3), 71-83. (in Persian) DOI: [10.22124/upk.2018.10984.1116](https://doi.org/10.22124/upk.2018.10984.1116)
- González-Serrano, M.H., Jones, P., & Llanos-Contrera, O. (2020). An overview of sport entrepreneurship field: a bibliometric analysis of the articles published in the Web of Science. *Sport in Society Cultures, Commerce, Media, Politics*, 23(2), 294-314. DOI: [10.1080/17430437.2019.1607307](https://doi.org/10.1080/17430437.2019.1607307).
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 48, RG4004. DOI: [10.1029/2010rg000345](https://doi.org/10.1029/2010rg000345).
- He, B.J., Zhu, J., Zhao, D.X., Gou, Z.H., Qi, J.D., & Wang, J. (2019). Co-benefits approach: Opportunities for implementing sponge city and urban heat island mitigation. *Land Use Policy*, 86, 147-157. DOI: [10.1016/j.landusepol.2019.05.003](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.003).
- Hou, J., Mao, H., Li, J., Sun, S. (2019). Spatial simulation of the ecological processes of stormwater for sponge cities. *Journal of Environmental Management*, 232, 574-583. DOI: [10.1016/j.jenvman.2018.11.111](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.111).
- Hou, X., Guo, H., Wang, F., Li, M., Xue, X., Liu, X., & Zeng, S. (2020). Is the sponge city construction sufficiently adaptable for the future stormwater management under climate change? *Journal of Hydrology*, 588, S. 125055. DOI: [10.1016/j.jhydrol.2020.125055](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125055).
- Ix, F.M., & George, E.H. (2022). Review on sponge city construction for flood management. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 10(X), 1-11. DOI: [10.7770/safer-V10N1-art2537](https://doi.org/10.7770/safer-V10N1-art2537).
- Jia, H., Wang, Z., Zhen, X., Clar, M., & Yu, S. L. (2017). China's sponge city construction: A discussion on technical approaches. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(4), 1-18. DOI: [10.1007/s11783-017-0984-9](https://doi.org/10.1007/s11783-017-0984-9).
- Jia, H., Yao, H., Tang, Y., Shaw, L.Y., Field, R., & Tafuri, A.N. (2015). LID-BMPs planning for urban runoff control and the case study in China. *Journal of Environmental Management*, 149, 65-76. DOI: [10.1016/j.jenvman.2014.10.003](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.003).
- Jiang, Y., Zevenbergen, C., & Ma, Y. (2018). Policy. Urban pluvial flooding and stormwater management: A contemporary review of China's challenges and sponge cities strategy. *Environmental Science & Policy*, 80, 132-143. DOI: [10.1016/j.envsci.2017.11.016](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.016).
- Li, J., & Hale, A. (2015). Identification of, and knowledge communication among core safety science journals. *Safety Science*, 74, 70-78. DOI: [10.1016/j.ssci.2014.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.12.003).
- Li, W., & Zhao, Y. (2015). Bibliometric analysis of global environmental assessment research in a 20-year period. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 158-166. DOI: [10.1016/j.eiar.2014.09.012](https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.09.012).

- Li, Z., Xu, S., & Yao, L. (2018). A Systematic Literature Mining of Sponge City: Trends, Foci and Challenges Standing Ahead. *Sustainability*, 10, 1-19. DOI: [10.3390/su10041182](https://doi.org/10.3390/su10041182).
- Liu, X., Zhang, L., & Hong, S. (2011). Global biodiversity research during 1900–2009: a bibliometric analysis. *Biodiversity and Conservation*, 20, 807-826. DOI: [10.1007/s10531-010-9981-z](https://doi.org/10.1007/s10531-010-9981-z).
- Luo, P., Kang, S., Zhou, M., Lyu, J., Aisyah, S., Binaya, M., Regmi, R.K., & Nover, D. (2019). Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLoS ONE*, 14(7), e0219009. DOI: [10.1371/journal.pone.0219009](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219009).
- Ma, W., Zhao, B., & Ma, J. (2019). Comparison of heavy metal accumulation ability in rainwater by 10 sponge city plant species. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 26733-26747. DOI: [10.1007/s11356-019-05827-2](https://doi.org/10.1007/s11356-019-05827-2).
- Mao, G., Liu, X., Du, H., Zuo, J., & Wang, L. (2015). Way forward for alternative energy research: A bibliometric analysis during 1994-2013. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 276-286. DOI: [10.1016/j.rser.2015.03.094](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.094).
- Marlow, D. R., Moglia, M., Cook, S., & Beale, D. J. (2013). Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. *Water Research*, 47(20), 7150-7161. DOI: [10.1016/j.watres.2013.07.046](https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.07.046).
- Marlow, D., Beale, D., & Burn, S. (2010). Linking asset management with sustainability: views from the Australian sector. *Journal AWWA*, 102(1), 56-67. DOI: [10.1002/j.1551-8833.2010.tb10026.x](https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2010.tb10026.x).
- Min, S.K., Zhang, X., Zwiern, F.W., & Hegerl, G.C. (2011). Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470(7334), 378-381. DOI: [10.1038/nature09763](https://doi.org/10.1038/nature09763).
- Morison, P.J., & Brown, R.R. (2011). Understanding the nature of publics and local policy commitment to water sensitive urban design. *Landscape and Urban Planning*, 99(2), 83-92. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2010.08.019](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.08.019).
- Mu, D., Luo, P., Lyu, J., Zhou, M., Huo, A., Duan, W., Nover, D., He, B., & Zhao, X. (2020). Impact of temporal rainfall patterns on flash floods in Hue City, Vietnam. *Journal of Flood Risk Management*, 14, 12668. DOI: [10.1111/jfr3.12668](https://doi.org/10.1111/jfr3.12668).
- Nguyen, T.T., Ngo, H.H., Guo, W., Wang, X.C., Ren, N., Li, G., Ding, J., & Liang, H. (2019). Implementation of a specific urban water management - Sponge city. *Science of the Total Environment*, 652, 147-162. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.10.168](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168).
- Noori, M., & Rezaei, M. (2023a). Evaluation of the analysis of the opportunities and implementation challenges of the water recycling policy in the Sponge city. The second national conference on water quality management and the fourth national conference on water consumption management with reduced consumption and recycling, 27 November 2023, 1-9. (in Persian) <https://civilica.com/doc/1975581/>.
- Noori, M., & Rezaei, M. (2023b). Explaining the function of the sponge city as a nature-based approach in the sustainable management of urban water resources (case study: Shiraz city). (in press) (in Persian) URL: <https://sanad.iau.ir/en/Article/1171782>
- Parker, P., Letcher, R., & Jakeman, A. (2002). Progress in integrated assessment and modelling. *Environmental Modelling & Software*, 17(3), 209-217. DOI: [10.1016/S1364-8152\(01\)00059-7](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(01)00059-7).
- Pearson, L.J., Park, S., Harman, B., & Heyenga, S. (2010). Sustainable land use scenario framework: framework and outcomes from peri-urban south-east Queensland, Australia. *Landscape Urban Planning*, 96(2), 88-97. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2010.02.006](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.02.006).
- Qin, H.-P., Li, Z.-X., & Fu, G. (2013). The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics. *Journal of Environmental Management*, 129, 577-585. DOI: [10.1016/j.jenvman.2013.08.026](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.026).
- Ren, N., Wang, Q., Wang, Q., Huang, H., & Wang, X. (2017). Upgrading to urban water system 3.0 through sponge city construction. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(4), 1-8. DOI: [10.1007/s11783-017-0960-4](https://doi.org/10.1007/s11783-017-0960-4).
- Rodrigues, S.P., van Eck, N.J., Waltman, L., & Jansen, F.W. (2014). Mapping patient safety: a large-scale literature review using bibliometric visualisation techniques. *BMJ Open*, 4(3), 1-8. DOI: [10.1136/bmjopen-2013-004468](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004468).
- Sargolzayi, S., Yaghfoori, H., & Rezaei, M. (2024). Theoretical conceptualization of the fragile city and presentation of its measurement dimensions and indicators using a metacomposite approach. *Urban Planning Knowledge*, 7(4), 52-70. (in Persian) DOI: [10.22124/upk.2024.24671.1868](https://doi.org/10.22124/upk.2024.24671.1868)
- Schaffer, D., & Vollmer, D. (2015). Pathways to urban sustainability: research and development on urban systems. In: Summary of a Workshop. National Academies Press, Washington D.C., United States. <https://www.amazon.com/Pathways-Urban-Sustainability-Research-Development/dp/0309158958>.

- Shang, S., Wang, L., Wang, Y., Su, X., Li, L., & Xia, X. (2023). Exploration of sponge city construction in China from the perspective of typical cases. *Frontiers in Earth Science*, 11:1238203. DOI: [10.3389/feart.2023.1238203](https://doi.org/10.3389/feart.2023.1238203)
- Shoja, S., Pourjafar, M., & Tabibian, M. (2019). Meta-Analysis of the Relationship between Urban Form and Energy: A Review of Approaches, Methods, Scales and Variables. *Urban Planning Knowledge*, 3(1), 85-107. (in Persian) DOI: [10.22124/upk.2019.13602.1220](https://doi.org/10.22124/upk.2019.13602.1220)
- Thomas, L. D. W., & Autio, E. (2012). Modeling the Ecosystem: A Meta-synthesis of Ecosystem and Related Literatures. DRUID Conference. Copenhagen, Denmark, 1-28. https://www.researchgate.net/publication/282122759_Modeling_the_ecosystem_A_meta-synthesis_of_ecosystem_and_related_literatures
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing Bibliometric Networks. In *Measuring Scholarly Impact*, Book Chapter, 285-320. DOI: [10.1007/978-3-319-10377-8_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13)
- Wang, B., Pan, S.Y., Ke, R.Y., Wang, K., & Wei, Y.M. (2014). An overview of climate change vulnerability: a bibliometric analysis based on Web of Science database. *Natural Hazards*, 74, 1649-1666. DOI: [10.1007/s11069-014-1260-y](https://doi.org/10.1007/s11069-014-1260-y)
- Wang, C., Hou, J., Miller, D., Brown, I., & Jiang, Y. (2019). Flood risk management in sponge cities: The role of integrated simulation and 3D visualization. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 39, 101139. DOI: [10.1016/j.ijdrr.2019.101139](https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101139)
- Wang, Y., Sun, M., & Song, B. (2017). Public perceptions of and willingness to pay for sponge city initiatives in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 11-20. DOI: [10.1016/j.resconrec.2017.02.002](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.002)
- Wei, X., Wang, N., Luo, P., Yang, J., Zhang, J., & Lin, K. (2021). Spatiotemporal assessment of land marketization and its driving forces for sustainable urban-rural development in Shaanxi Province in China. *Sustainability*, 13(14), 1-20. DOI: [10.3390/su13147755](https://doi.org/10.3390/su13147755)
- Werbeloff, L., & Brown, R. (2011). Working towards sustainable urban water management: the vulnerability blind spot. *Water Science and Technology*, 64(12), 2362-2369. DOI: [10.2166/wst.2011.774](https://doi.org/10.2166/wst.2011.774)
- Wu, H. L., Cheng, W. C., Shen, S. L., Lin, M. Y., & Arulrajah, A. (2019). Variation of hydroenvironment during past four decades with underground sponge city planning to control flash floods in Wuhan. In: China: An Overview. *Underground Space*, 5(2), 184-198. DOI: [10.1016/j.undsp.2019.01.003](https://doi.org/10.1016/j.undsp.2019.01.003)
- Wu, J. G. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2014.01.018](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018)
- Xi, C., & Sakai, N. (2023). Urban waterlogging mitigation based on the concept of sponge City. 7th Malaysia-Japan Joint International Conference 2022, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1144 (2023) 012010. DOI: [10.1088/1755-1315/1144/1/012010](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1144/1/012010)
- Xia, J., Zhang, Y., Xiong, L., He, S., Wang, L.F., & Yu, Z. (2017). Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China. *Science China Earth Sciences*, 60, 652-658. DOI: [10.1007/s11430-016-0111-8](https://doi.org/10.1007/s11430-016-0111-8)
- Yunfei, Q., Shun, C. F. K., O'Donnell, E. C., Meili, F., Yanfang, S., Colin T. R., James, G. Lingyun, L., Sitong, L., Chunqian, Z., Lei, L., & Dimple, T. (2021). Exploring the development of the Sponge City Program (SCP): The case of Gui'an New District, Southwest China. *Frontiers in Water*, 3, 1-17. DOI: [10.3389/frwa.2021.676965](https://doi.org/10.3389/frwa.2021.676965)
- Zevenbergen, Ch., Fu, D., & Pathirana, A. (2018). Transitioning to Sponge Cities: Challenges and opportunities to address urban water problems in China. *Water*, 10(9), 1-13. DOI: [10.3390/w10091230](https://doi.org/10.3390/w10091230)
- Zhang, D. (2019). Analysis on Problems of Sponge Cities in China. *Advances in Economics, Business and Management Research*, Vol. 118. International Conference on Management Science and Industrial Economy (MSIE 2019). DOI: [10.2991/msie-19.2020.7](https://doi.org/10.2991/msie-19.2020.7)
- Zhang, P., Yan, F., & Du, C. (2015). A comprehensive analysis of energy management strategies for hybrid electric vehicles based on bibliometrics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48: 88-104. DOI: [10.1016/j.rser.2015.03.093](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.093)
- Zhang, Y., Luo, P., Zhao, S., Kang, S., Wang, P., Zhou, M., & Lyu, J. (2020). Control and remediation methods for eutrophic lakes in the past 30 years. *Water Science and Technology*, 81(6), 1099-1113. DOI: [10.2166/wst.2020.218](https://doi.org/10.2166/wst.2020.218)
- Zhao, Z., Liu, C., Xie, H., Li, Y., Zhu, C., Liu, M. (2023). Carbon Accounting and Carbon Emission Reduction Potential Analysis of Sponge Cities Based on Life Cycle Assessment. *Water*, 15, 1-15. DOI: [10.3390/w15203565](https://doi.org/10.3390/w15203565)

- Zhou, M., Koster, S., Zuo, J., Che, W., & Wang, X. (2019). Cross-boundary evolution of urban planning and urban drainage towards the water sensitive “Sponge City”. Urban water management for future cities, technical and institutional aspects from Chinese and German perspective. *Cham: Springer International Publishing*, S. 303-329. DOI: [10.1007/978-3-030-01488-9_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01488-9_14).
- Zupic, I., & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 1-44. DOI: [10.1177/1094428114562629](https://doi.org/10.1177/1094428114562629).