Urban Development Policy Making

Online ISSN:

Home Page: https://judpm.ir

Systematic Analysis of the Impact of Life Cycle Assessment of Materials on Urban Heat Island Mitigation: A Path Toward Sustainable Urban Policy Using the PRISMA Method

Morteza Moaven[1] | Mohammadali Allahrabbi Shirazi[2*] | Mohammad Hasan Ghodusinejad[3]

1. Department of Art, School of Art and Architecture, University of Shiraz, Shiraz, Iran. Email: moaven1998@gmail.com
2. Corresponding Author, School of Energy Engineering and Sustainable Resources, College of Interdisciplinary Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: aliallahrabbi@ut.ac.ir
3. School of Energy Engineering and Sustainable Resources, College of Interdisciplinary Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: mh.ghodusi@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received 08 January 2025
Revised 18 January 2025
Accepted 17 February 2025
Published Online 05 April 2025

Keywords:
Urban heat island,
Life cycle assessment,
Sustainability,
Building materials,
Urban policy.

ABSTRACT

Urban heat island (UHI) is a key challenge in densely populated cities, influenced by the thermal properties of materials, reflective and cooling materials, life cycle assessment (LCA) and urban policies. This study, using a systematic review and the PRISMA method, examines the impact of these factors in four categories and shows that materials with high heat capacity and low reflectance contribute significantly to the intensification of thermal effects. In contrast, the use of cooling materials and reflective coatings leads to a reduction in surface temperatures. In addition, LCA has been highlighted as an analytical tool for assessing the environmental impacts of materials and optimizing material selection. However, this method's lack of standardization and integration into urban policymaking has faced challenges. The findings suggest that integrating LCA into urban decision-making processes and developing policies that promote the development and use of sustainable materials can significantly reduce UHI and contribute to urban sustainability in various fields, such as environmental and energy.

Cite this article: Moaven, M.; Allahrabbi Shirazi, M. & Ghodusinejad, M. H. (2025). Systematic Analysis of the Impact of Life Cycle Assessment of Materials on Urban Heat Island Mitigation: A Path Toward Sustainable Urban Policy Using the PRISMA Method. *Urban Development Policy Making*, 2 (1), 95-110. DOI: http//doi.org/10.22034/judpm.2025.512352.1019

© Morteza Moaven, Mohammadali Allahrabbi Shirazi, Mohammad Hasan Ghodusinejad
DOI: http//doi.org/10.22034/judpm.2025.512352.1019

Introduction

Urbanization is a complex socio-economic process with multiple consequences for society, the environment, and biodiversity. Despite covering only, a small portion of the Earth's surface, urban areas are increasingly becoming the most familiar environment for most of the world's population. Over half of the global population now resides in urban regions, a number that is expected to grow in the coming decades. This urban growth, fueled by industrialization and increasing energy consumption, has brought significant benefits in terms of living standards, but also has led to challenges such as global warming, industrial waste, and air pollution. These issues are particularly pronounced in urban areas due to the concentration of industrial activities and the extensive use of building materials. Urban heat islands (UHI), a phenomenon where urban areas experience higher

temperatures than their rural surroundings, is a major environmental issue exacerbated by improper urban planning and construction materials. The use of dark and inappropriate materials in urban spaces, combined with poorly designed building layouts, traps solar energy, raising surface temperatures. In contrast, sustainable materials and reflective coatings can mitigate these effects by reducing surface temperatures. Choosing appropriate materials can significantly contribute to sustainable urban development by reducing environmental harm and supporting energy efficiency. Sustainable materials minimize pollution, require less maintenance, and are reusable. Evaluating these materials through Life Cycle Assessment (LCA) helps to understand their environmental impacts from production to disposal, enabling informed decisions that promote sustainability. While substantial progress has been made in understanding the impacts of materials on UHI, there remains a gap in systematically analyzing the role of LCA in mitigating these effects. Previous research has examined UHI from various perspectives, but few studies have explored how sustainable materials, evaluated through LCA, can reduce UHI. This study aims to fill this gap by systematically reviewing the literature on the impact of LCA on material selection and UHI reduction in urban environments.

The primary objective of this review is to analyze the role of LCA in assessing the effects of construction materials on UHI. The review categorizes relevant studies into four main groups: materials and sustainability, materials and LCA, materials and UHI, and the combination of UHI and LCA. By employing the PRISMA method for systematic article selection, this research provides a comprehensive framework for analyzing the environmental and functional effects of building materials in reducing urban heat islands.

This approach contributes to advancing sustainable urban policy by providing insights into how LCA can influence material selection and UHI mitigation strategies.

Methodology

This study is a systematic review using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) method, which provides a standardized approach for conducting systematic reviews and meta-analyses to enhance transparency and accuracy in reporting and article selection. This method is especially useful for comprehensive scientific reviews to identify, evaluate, and synthesize research findings on a specific topic. The PRISMA approach involves several stages, including identifying articles from various sources, screening titles and abstracts, evaluating the quality of selected articles, and systematically analyzing the data. One key feature of PRISMA is the flowchart, which clearly illustrates the article selection process and the reasons for excluding certain articles, helping readers understand the decision-making process and assess the validity of the study's results. The flowchart of the article review process is shown in Figure 1.

The target population of this study consisted of documents and articles related to the role of LCA in building materials for reducing urban heat islands, which were searched in June 2024. The sampling method involved reviewing relevant documents using keywords such as LCA, sustainable materials, recycling, ecology, climate change, urban heat islands, and sustainability. After preliminary screening, specific research questions were posed:

- What is the current impact of materials on reducing urban heat islands with an LCA approach?
- What improvements can be made in this area that have not been addressed yet?
- What are the limitations in this field?
- How can the impact of materials on reducing urban heat islands using LCA be increased?

The study involved searching for articles in credible academic databases such as Google Scholar, ScienceDirect, SID, and Scopus, using both English and Persian keywords. The articles reviewed were published between 2000 and 2023 and were selected based on criteria such as relevance to LCA, materials, urban heat islands, and sustainability. A total of 213 articles were initially reviewed, and after applying the inclusion and exclusion criteria, 14 articles were selected for final analysis using the PRISMA checklist. EndNote software (version 21) was used to manage references and extract relevant data.

Conclusion

The study concludes that building materials play a significant role in addressing UHI effects and contributing to sustainable urban development. The selection of sustainable materials, which minimize

energy consumption and environmental pollution, is crucial for reducing UHI impacts. LCA is a valuable tool in evaluating the environmental effects of materials throughout their life cycle, helping to make better choices to reduce negative environmental outcomes.

While recent technological developments, such as reflective and cooling coatings, have been proposed to manage excess heat in urban spaces, comprehensive studies on sustainable materials' impact on UHI through LCA are still limited. To reduce UHI and improve environmental conditions, urban policies should promote stricter standards for material selection, encourage the use of sustainable materials, and incorporate LCA into urban planning. Advanced technologies, such as high-reflectivity materials and energy-efficient designs, should be prioritized to help mitigate UHI effects and reduce environmental impact. Additionally, the development of smart monitoring systems and climate-responsive materials will further support sustainable urban solutions.

پیشرفت شهری
سیاستگذاری
سایت نشریه: https://judpmi.ir
شاپا الکترونیکی:

تحلیل سیستماتیک تأثیر ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری: رهیافتی به سوی سیاست‌گذاری پایدار شهری با استفاده از روش PRISMA

مرتضی معاون[۱] | محمدعلی الهربی شیرازی[۲*] | محمدحسن قدوسی‌نژاد[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش هنر، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه شیراز. رایانامه: moaven1998@gmail.com
۲. نویسندهٔ مسئول، دانشجوی دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشکدهٔ مهندسی انرژی و منابع پایدار دانشگاه تهران. رایانامه: aliallahrabbi@ut.ac.ir
۳. دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی، دانشکدهٔ مهندسی انرژی و منابع پایدار دانشگاه تهران. رایانامه: mh.ghodusi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۱۵

کلیدواژه:
جزیرهٔ گرمایی شهری،
ارزیابی چرخهٔ حیات،
پایداری،
مصالح ساختمانی،
سیاست‌گذاری شهری.

چکیده

جزیرهٔ گرمایی شهری (UHI) یکی از چالش‌های کلیدی در شهرهای متراکم است که تحت تأثیر ویژگی‌های حرارتی مصالح، مصالح بازتابنده و خنک‌کننده، ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA) و سیاست‌های شهری قرار دارد. این مطالعه با استفاده از مرور سیستماتیک و روش PRISMA، تأثیر این عوامل را در چهار دسته بررسی می‌کند و نشان می‌دهد مصالح با ظرفیت حرارتی بالا و ضریب بازتاب پایین نقش قابل توجهی در تشدید اثرات گرمایی دارند، در حالی که استفاده از مصالح خنک‌کننده و پوشش‌های بازتابی، کاهش دمای سطحی را به دنبال دارد. همچنین، LCA به عنوان یک ابزار تحلیلی در ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی مصالح و بهینه‌سازی انتخاب مواد مطرح شده است، اما عدم استانداردسازی و یکپارچگی این روش در سیاست‌گذاری‌های شهری، چالش‌هایی را ایجاد کرده است. یافته‌ها بیانگر آن است که ادغام LCA در فرایندهای تصمیم‌گیری شهری و تدوین سیاست‌های تشویقی برای توسعه و استفاده از مصالح پایدار می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش UHI و دستیابی به پایداری شهری در زمینه‌های مختلف، مانند محیط زیستی و انرژی داشته باشد.

استناد: معاون، مرتضی؛ الهربی شیرازی، محمدعلی و قدوسی‌نژاد، محمدحسن (۱۴۰۴). تحلیل سیستماتیک تأثیر ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری: رهیافتی به سوی سیاست‌گذاری پایدار شهری با استفاده از روش PRISMA. *سیاستگذاری پیشرفت شهری*، ۲ (۱) ۹۵-۱۱۰.
DOI: http//doi.org/10.22034/judpm.2025.512352.1019

© مرتضی معاون، محمدعلی الهربی شیرازی، محمدحسن قدوسی‌نژاد
DOI: http//doi.org/10.22034/judpm.2025.512352.1019

۱. مقدمه

در ایران شهرنشینی نوعی فرایند پیچیدهٔ اجتماعی ـ اقتصادی با پیامدهای متعدد برای سطوح مختلف جامعه، محیط زیست و تنوع زیستی است [۱]. علی‌رغم اینکه مناظر شهری تنها بخش کوچکی از سطح زمین را پوشش می‌دهند، به‌تدریج در حال تبدیل شدن به آشناترین محیط برای بیشتر مردم جهان هستند [۲]. در حال حاضر، بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند. در سال ۲۰۱۸، ۵۵ درصد از جمعیت جهان در مناطق شهری سکونت داشتند که در مقایسه با ۳۰ درصد در سال ۱۹۵۰، نشان‌دهندهٔ تغییر در توزیع فضایی جمعیت از روستاها به مناطق شهری است [۳]. پیش‌بینی می‌شود که رشد جمعیت شهری ادامه یابد، به طوری که جمعیت شهری جهان در سال ۲۰۲۸ به پنج میلیارد نفر و در سال ۲۰۴۱ به شش میلیارد نفر خواهد رسید [۴].

تاریخ نشان می‌دهد انسان همواره سطح زمین را تغییر داده است. برخی تغییرات با سرعت نسبتاً آهسته رخ داده‌اند، اما شهرنشینی مدرن نمونه‌ای از تغییرات سریع است که در آن انسان زیستگاه خود را ایجاد کرده است [۵]. شهرنشینی و صنعتی شدن، مواد، زندگی و آسایش ما را بهبود بخشیده است؛ با این‌حال، مشکلات زیادی نیز برای انسان ایجاد کرده، ازجمله گرمایش زمین، زباله‌های صنعتی و آلودگی هوا. جدا از اثرات نامطلوب جهانی، مناطق شهری به طور جدی‌تری تحت تأثیر این مشکلات قرار می‌گیرند، زیرا در این مناطق فعالیت‌های صنعتی و استفاده از مصالح ساختمانی بیشتری مشاهده می‌شود. درنتیجه، محیط طبیعی و اکولوژی به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته و تعادل خود را از دست داده‌اند [۶].

یکی از بخش‌های مهم مرتبط، آلودگی‌های ناشی از مصرف انرژی است؛ زیرا کشورهای نوظهور و درحال‌توسعه به‌تدریج ظرفیت تولید انرژی خود را برای ارتقای صنعتی شدن و توسعهٔ اقتصادی افزایش داده‌اند [۷]. با شتاب توسعهٔ شهرنشینی، ساختار اکولوژیکی شهرها مختل شده است. این امر باعث حذف تدریجی فضاهای سبز، جایگزینی سطوح طبیعی با ساختمان‌های بلند و خیابان‌های متعدد و درنتیجه، افزایش دمای هوا و سطح مناطق شهری شده است. این افزایش دما در مناطق شهری نسبت به مناطق روستایی و اطراف شهر، «جزیرهٔ گرمایی شهری» نامیده می‌شود [۸]. از زمانی که هاوارد برای نخستین‌بار واژهٔ «جزیرهٔ حرارتی» را مطرح کرد، بیش از یک قرن می‌گذرد و تا کنون پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام شده است [۹].

برخی پژوهشگران به دنبال راهکارهایی برای کاهش اثر جزیرهٔ حرارتی و آسیب‌های ناشی از آن بوده‌اند، در حالی که برخی دیگر این پدیده را از لحاظ مکانی و زمانی بررسی کرده‌اند. استفاده از مصالح تیره‌رنگ و نامناسب در معابر و فضاهای شهری و همچنین، آرایش دره‌مانند ساختمان‌ها، بخشی از انرژی خورشید را به دام می‌اندازد. درنتیجه، خورشید سطوح خشک و تیره، مانند آسفالت خیابان‌ها و نماهای ساختمان‌ها را گاهی تا ۲۰ تا ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به محیط اطراف گرم‌تر می‌کند [۱۰]. استفاده از مصالح نامناسب تأثیرات زیادی بر مسائل زیست‌محیطی و منابع طبیعی دارد و درنتیجه موجب آلودگی و آسیب به آن‌ها می‌شود. در حالی که استفاده از مصالح مناسب و پایدار، دستیابی به توسعهٔ پایدار را تسهیل می‌کند. این مصالح به محیط زیست آسیب نمی‌زنند و می‌توانند کاهش‌دهندهٔ مشکلات زیست‌محیطی باشند [۱۱]. به‌کارگیری مصالح و فناوری‌های بادوام که نیازمند نگهداری کمتری هستند، قابلیت استفادهٔ مجدد دارند و از نظر اقتصادی نیز به‌صرفه‌اند، نکتهٔ مهمی است که معماران باید بر آن تمرکز کنند. مصالح باید دارای فاکتورهایی مانند کمترین میزان آلودگی در فرایند تولید باشند. در انتخاب مصالح مناسب، سه عامل دوام، نگهداری و قابلیت دسترسی باید در نظر گرفته شوند [۱۲].

امروزه، کنفرانس‌های بین‌المللی متعددی در زمینهٔ مسائل شهری و زیست‌محیطی برگزار شده و مشخص شده است که آیندهٔ شهرها باید در راستای پایداری، اکولوژی، محیط زیست و سلامت توسعه یابد. موضوع توسعهٔ پایدار یکی از چالش‌های مهمی است که امروزه مردم باید آن را درک کنند و با آن مواجه شوند [۱۳]. مفهوم توسعهٔ پایدار از زمان ظهور آن در گزارش براندتلند در سال ۱۹۸۷، به مرجعی برای تحقیقات علمی در زمینهٔ محیط زیست تبدیل شده و به عنوان یک پارادایم برای توسعه شناخته می‌شود [۱۴].

پایداری واژه‌ای است که امروزه در بسیاری از زمینه‌های مربوط به توسعه و ساخت‌وساز به طور مستمر در چارچوب گفتمان حوزه‌های یادشده به کار گرفته می‌شود [۱۵]. ساخت‌وساز پایدار در سال‌های اخیر به دلیل کاهش منابع به طور سریع در سراسر

جهان در حال رشد است و از این‌رو با چالش‌ها و مشکلاتی از دیدگاه‌های مدیریتی، استراتژیک و عملیاتی مواجه شده است. علاوه بر این، صنعت ساخت‌وساز نقش مهمی در تأمین نیازهای جامعه از طریق بهبود کیفیت زندگی ایفا می‌کند [۱۶]. با این‌حال، این بخش ۳۵ درصد از انتشار CO_2 جهانی را به خود اختصاص داده و بین ۴۵ تا ۶۵ درصد از زباله‌هایی که در دفن‌گاه‌ها جمع‌آوری می‌شود را تولید می‌کند [۱۷].

گسترش مباحث در این موضوع نشان داد دست‌یابی به این هدف تنها از راه توجه به طبیعت و محیط زیست قابل دسترسی نیست، زیرا این رویکرد یک‌جانبه در عمل در مقابل خواسته‌های انسانی برای توسعه و تأمین نیاز قرار گرفت و مانع پذیرش آن شد. صنعت ساخت‌وساز یکی از بخش‌های بزرگ صنعتی جهان است و از این‌رو مصرف‌کنندهٔ بزرگ انرژی است. انتشار گازهای گلخانه‌ای، که به گرم شدن کرهٔ زمین منجر شده، یکی از پیامدهای آن است [۱۸]. تولید مصالح، نگهداری، حمل‌ونقل و تخریب آن مقدار قابل توجهی انرژی مصرف می‌کند که به انتشار کربن‌دی‌اکسید در محیط وآسیب‌های مختلف زیست‌محیطی و اجتماعی منجر می‌شود. از این‌رو، توجه به چرخهٔ حیات مصالح، می‌تواند پاسخی مناسب در جهت دستیابی به پایداری در ابعاد مختلف خود باشد [۱۹]. ارزیابی چرخهٔ عمر ابزاری است که می‌تواند برای ارزیابی فرایند یا فعالیت طی چرخهٔ زندگی یک محصول با در نظر گرفتن بار زیستی محیطی از زمان تولید تا گور آن محصول استفاده شود [۲۰]. مصرف بیش از حد و ناصحیح مصالح جدید موجب آسیب‌های زیست محیطی جبران‌ناپذیری شده است و از این پس با رواج مصالح صنعتی، این آسیب‌ها بیشتر و زیان‌آورتر خواهد شد. انرژی مصرفی برای تهیه مصالح جدید بسیار زیاد است. مصرف بالای انرژی و چالش‌های زیست‌محیطی فراوان، بازبینی در روند ساخت‌وساز در کشور را حیاتی می‌سازد [۲۱]. تصمیمات مؤثر و حیاتی معمولاً در فرایند طراحی اتخاذ می‌شود. در زمان طراحی تصمیماتی گرفته می‌شود که تا پایان عمر طرح و حتی سال‌ها پس از تخریب آن، بر محیط زیست و طبیعت تأثیر می‌گذارد [۲۲].

در حالی که جوامع و شهرها در نقاط مختلف دنیا در حال گسترش و به دنبال آن، استفاده از منابع و انرژی سرعت گرفته است، آلودگی‌های ناشی از این توسعه‌های عموماً ناپایدار آسیب‌های زیست‌محیطی فراوانی مانند تغییرات آب‌وهوایی، زباله‌های صنعتی، مصرف منابع، انتقال کربن به محیط، کاهش لایهٔ ازن و غیره ایجاد کرده است. از این‌رو، متخصصان انجام مطالعات متعدد برای بررسی و شناسایی قوت‌ها و ضعف‌ها و چالش‌ها در زمینه‌های مختلف، ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA) و اثر جزیرهٔ گرمایی شهری را ضروری می‌دانند. علی‌رغم انجام مطالعات مختلف در این زمینه‌ها، بررسی جامعی در مورد تأثیر ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح در طراحی فضاهای شهری بر کاهش جزایر گرمایی شهری صورت نگرفته است. از این‌رو، این مطالعه با هدف شناسایی خلأها و چالش‌های موجود در تأثیر مصالح با رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری با روش پریسما صورت گرفت.

هدف اصلی این مطالعهٔ مروری، بررسی رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات در تحلیل تأثیرات مصالح ساختمانی بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری است. در این مطالعه، مقالات مختلف مرتبط با مصالح ساختمانی و تأثیرات آن‌ها بر جزیرهٔ گرمایی شهری و ارزیابی چرخهٔ حیات انتخاب و بررسی شدند. این مقالات در چهار دستهٔ اصلی شامل مصالح و پایداری، مصالح و ارزیابی چرخهٔ حیات، مصالح و جزیرهٔ گرمایی شهری و ترکیب جزیرهٔ گرمایی شهری با ارزیابی چرخهٔ حیات طبقه‌بندی شده‌اند. در ادامه، نتایج و شاخص‌های کلیدی مرتبط با هر بخش مورد تحلیل و بررسی قرار خواهند گرفت. نوآوری این مطالعه در ارائهٔ یک چارچوب تحلیلی ترکیبی برای ارزیابی هم‌زمان اثرات زیست‌محیطی و عملکردی مصالح ساختمانی در کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری است. این تحقیق از روش پریسما برای انتخاب و دسته‌بندی سیستماتیک مقالات استفاده کرده است. به طورکلی، نوآوری‌های این مطالعه عبارت‌اند از:

۱. ارائهٔ یک چارچوب تحلیلی ترکیبی برای بررسی هم‌زمان اثرات زیست‌محیطی و عملکردی مصالح ساختمانی در کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری.
۲. طبقه‌بندی ساختارمند مقالات در چهار حوزهٔ اصلی شامل مصالح و پایداری، مصالح و ارزیابی چرخهٔ حیات، مصالح و جزیرهٔ گرمایی شهری، و ترکیب جزیرهٔ گرمایی شهری با ارزیابی چرخهٔ حیات.

۳. استفاده از روش PRISMA برای انتخاب و دسته‌بندی سیستماتیک مقالات مرتبط به منظور شناسایی شکاف‌های پژوهشی و چالش‌های موجود در سیاست‌گذاری مصالح شهری پایدار.

۲. روش‌شناسی

این مطالعه، یک پژوهش مروری، از نوع پریسما (PRISMA) است. روش یک رویکرد استاندارد برای انجام مرور سیستماتیک و متاآنالیزها است که به منظور افزایش شفافیت و دقت در فرایند گزارش‌نویسی و انتخاب مقالات طراحی شده است. این روش به‌ویژه در زمینهٔ مرورهای جامع علمی برای شناسایی، ارزیابی و ترکیب نتایج تحقیقاتی در یک موضوع خاص کاربرد دارد [۲۳].

در این رویکرد، مراحل مختلف شامل شناسایی مقالات از منابع مختلف، غربالگری عناوین و چکیده‌ها، ارزیابی کیفیت مقالات منتخب و درنهایت، تحلیل داده‌ها به طور ساختارمند و شفاف انجام می‌شود. یکی از ویژگی‌های کلیدی روش پریسما، استفاده از نمودار جریان انتخاب مقالات است که روند انتخاب مقالات و دلایل حذف هر یک را به‌وضوح نشان می‌دهد. این فرایند کمک می‌کند تا خوانندگان بتوانند روند تصمیم‌گیری در انتخاب مقالات را درک کرده و اعتبار نتایج مطالعه را ارزیابی کنند. فلوچارت روند بررسی مقالات در این پژوهش به روش پریسما در شکل ۱ نشان داده شده است.

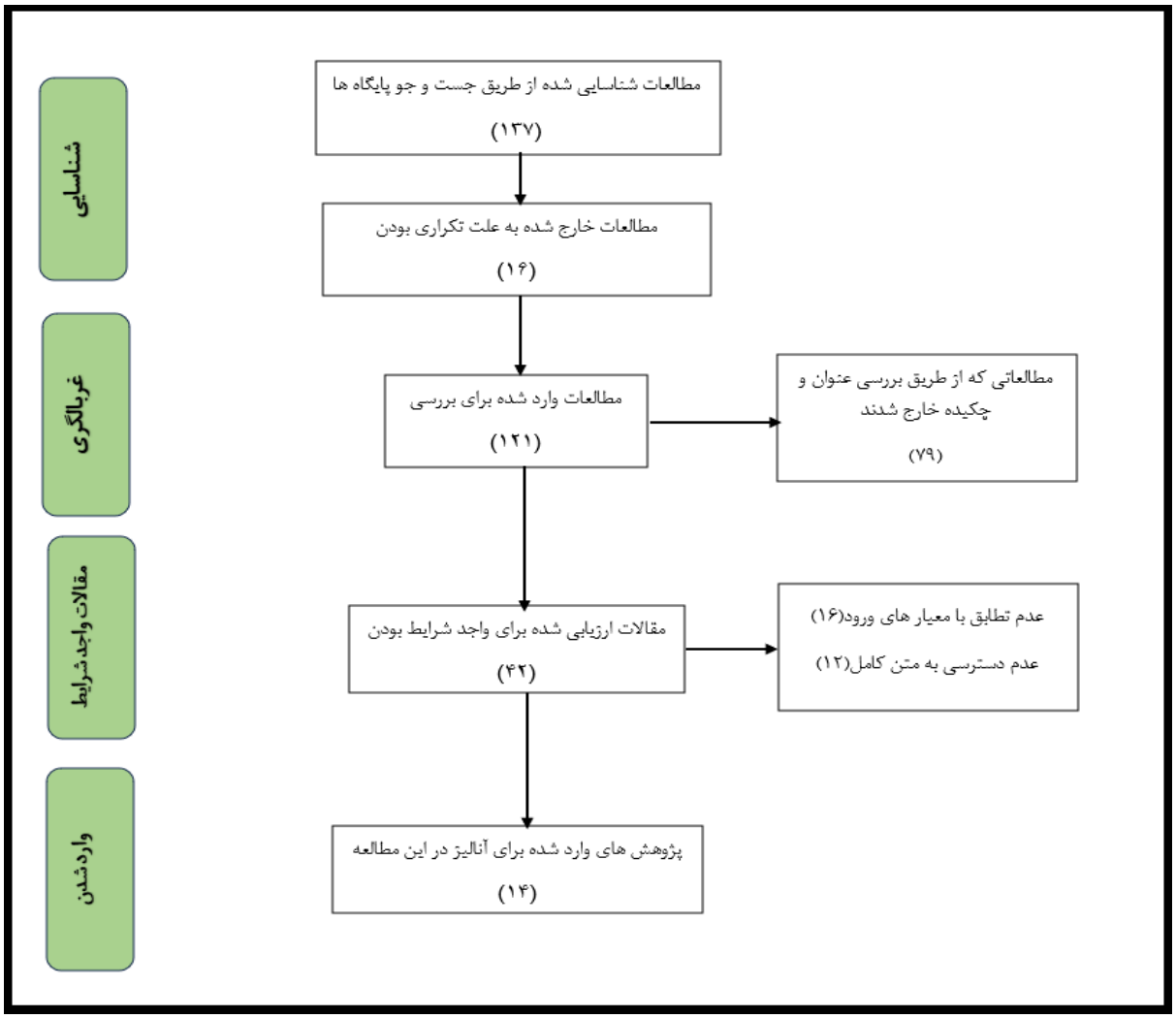
جامعهٔ آماری شامل اسناد و مقالات در دسترس با موضوع بررسی رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات در مصالح بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری در ژوئن ۲۰۲۴ صورت گرفت. روش نمونه‌گیری با ابزار بررسی اسنادی مرتبط با موضوع و با کلیدواژگان ارزیابی چرخهٔ حیات، مصالح پایدار، مصالح، بازیافت، بوم‌آورد، پایداری، معماری منظر، تغییرات اقلیمی، جزایر گرمایی شهری انجام شد. پس از بررسی‌های اولیه و رسیدن به کلیدواژه‌های مشخص‌تر در زمینهٔ تأثیر مواد و مصالح بر کاهش جزیرهٔ گرمایی با رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات؛ سؤالات پژوهش به صورت زیر مطرح شد:

- در حال حاضر، تأثیر مصالح روی کاهش جزیرهٔ گرمایی با رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات چگونه است؟
- چه کارهایی می‌توان برای بهبود این موضوع انجام داد که انجام نمی‌شود؟ چرا؟
- محدودیت‌ها در این موضوع چه چیزهایی است؟
- چگونه می‌شود تأثیر مصالح روی کاهش جزیرهٔ گرمایی با رویکرد ارزیابی چرخهٔ حیات را افزایش داد؟

مطالعهٔ حاضر با جست‌وجوی مقالات در پایگاه‌های معتبر علمی، فارسی و انگلیسی، ازجمله Google Scholar، ScienceDirect، SID و Scopus انجام شد. در این جست‌وجو، از کلیدواژگان ارزیابی چرخهٔ حیات، جزیرهٔ گرمایی شهری، پایداری، مصالح و ارزیابی چرخهٔ حیات مواد به زبان فارسی و معادل‌های آن‌ها به زبان انگلیسی، شامل Urban heat island، Life cycle assessment، Sustainability، Materials، Life cycle assessment of materials استفاده شد.

محدودهٔ زمانی مقالات بررسی‌شده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در نظر گرفته شد و مقالات براساس معیارهای مشخصی انتخاب شدند. این معیارها شامل پژوهشی بودن مقالات به زبان فارسی و انگلیسی، تخصصی بودن آن‌ها در زمینهٔ ارزیابی چرخهٔ حیات، مصالح، جزیرهٔ گرمایی شهری و پایداری و همچنین، بررسی تأثیر این مفاهیم بر یکدیگر بود. علاوه بر این، تنها مقالاتی انتخاب شدند که دسترسی به متن کامل آن‌ها امکان‌پذیر بود و کلمات کلیدی جست‌وجو شده یا معادل‌های آن‌ها در عنوان یا چکیدهٔ مقاله وجود داشت. همچنین، مقالات تکراری از روند انتخاب حذف شدند تا از بررسی‌های مجدد و اطلاعات تکراری جلوگیری شود.

منابع استخراج‌شده مورد بررسی قرار گرفتند؛ به این‌صورت که ابتدا عنوان و چکیدهٔ مقالات و در صورت نیاز متن مقاله مورد مطالعه قرار گرفت. سپس، برای بررسی بیشتر متن کامل مطالعات کاملاً مرتبط با مطالعه شدند و مقالات نهایی انتخاب شدند. برای اطمینان بیشتر، همهٔ مراحل جست‌وجو دوباره تکرار شد. برای مدیریت منابع از نرم‌افزار اندنوت نسخهٔ ۲۱ استفاده شد. برای استخراج اطلاعات مورد نظر از فرمی شامل نام نویسنده، سال چاپ مقاله، عنوان مقاله، حوزهٔ تمرکز پژوهش و یافته‌ها و نتایج اصلی استفاده شد. از ۲۱۳ مقالهٔ مورد بررسی و پس از لحاظ کردن معیارهای ورود و خروج، ۱۴ مقاله در بررسی نهایی و سپس با استفاده از چک‌لیست پریسما، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است.



شکل ۱. فلوچارت پریسما از روند بررسی و انتخاب مقالات در مطالعهٔ حاضر

۳. نتایج

از بین مقالات استخراج‌شده، تعداد ۱۴ مقاله واجد شرایط برای ورود به مطالعه انتخاب شد که شامل ۵ مقالهٔ فارسی و ۹ مقالهٔ انگلیسی است (جدول ۱ مقالات مورد بررسی را نشان می‌دهد). پس از مطالعه و بررسی، این مقالات در چهار دستهٔ کلی طبقه‌بندی شدند: ۱- مصالح و پایداری (۴ مقاله)؛ ۲- مصالح و ارزیابی چرخهٔ حیات (LCA) (۵ مقاله)؛ ۳- مصالح و جزیرهٔ گرمایی شهری (UHI) (۳ مقاله)؛ ۴- جزیرهٔ گرمایی شهری (UHI) و ارزیابی چرخهٔ حیات (۲ مقاله). در ادامه، ابتدا این دسته‌بندی‌ها و شاخص‌های مرتبط با آن‌ها تشریح شده و سپس نتایج مطالعات در جدول ۱ ارائه می‌شود.

• مصالح و پایداری

در دهه‌های اخیر، نگرانی‌های زیادی در مورد کاهش منابع طبیعی و مشکلات زیست‌محیطی ایجاد شده که موجب تلاش‌های گسترده‌ای برای توسعهٔ ساخت‌وساز پایدار شده است. بخش‌های مختلف صنعت ساخت‌وساز یکی از عوامل اصلی کاهش منابع طبیعی هستند، و این واقعیت، فعالان این عرصه را تحت فشار قرار داده تا استراتژی‌های مؤثری برای سازگاری با محیط زیست اتخاذ کنند [۲۴]. این فشارها نیاز به شناخت و هماهنگی میان تکنیک‌ها، مصالح و محیط زیست را برجسته می‌کند. در معماری پایدار، اهمیت استفاده از مصالح بومی که همسویی بیشتری با اقلیم دارند، به‌ویژه در طراحی فضاهای شهری در مناطق بیابانی ایران، قابل مشاهده است. طراحی‌هایی که مصرف انرژی را کاهش می‌دهند و به حفظ منابع طبیعی کمک می‌کنند، مانند بهره‌گیری از نور خورشید برای تأمین انرژی در تمام فصل‌ها، به پایداری زیست‌محیطی بیشتر منجر می‌شود [۲۵].

با ورود مصالح جدید ساختمانی مانند آهن و بتن، آسیب‌هایی در زمینهٔ همساز بودن با اقلیم و پایداری ایجاد شد (رستمی و جاویدی‌نژاد، ۲۰۱۷). معماری پایدار، به‌ویژه با استفاده از مصالح سبز که زیست‌محیطی، تجدیدپذیر و قابل بازیافت هستند، می‌تواند در کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در انرژی و جلوگیری از آلودگی هوا کمک کند. استفاده از مصالح بادوام، با نیاز کمتر به نگهداری و بازیافت‌پذیر، برای معماران امری ضروری است. انتخاب مصالح مناسب باید بر اساس دوام، نگهداری و قابلیت دسترسی صورت گیرد [۲۶].

پیچیدگی و تعدد ذی‌نفعان در صنعت ساخت‌وساز، تصمیم‌گیری در مورد مصالح پایدار را دشوار می‌کند. انتخاب نادرست مصالح می‌تواند تأثیر منفی بر اهداف پروژه داشته باشد. استفاده از مصالح پایدار، علاوه بر کمک به کاهش گازهای گلخانه‌ای، در صرفه‌جویی هزینه‌ها و جلوگیری از هدررفت منابع و آلودگی ناشی از زباله‌ها مؤثر است. در نهایت، سازگاری مصالح با محیط زیست، به عنوان یک اصل کلیدی در معماری پایدار، به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی در صنعت ساختمان‌سازی کمک می‌کند [۲۷].

- **مصالح و LCA**

در دنیای امروز، صنعتی شدن و استفادهٔ بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی موجب بروز مشکلات زیست‌محیطی فراوانی شده است، از جمله افزایش زباله‌ها و پسماندها. یکی از راه‌های مقابله با این مشکل، استفادهٔ مجدد از ضایعات و بازگرداندن آن‌ها به چرخهٔ مصرف است [۲۸]. برای کاهش خطرات زیست‌محیطی ناشی از مصالح ساختمانی، ضروری است چرخهٔ حیات این مصالح از زمان استخراج تا بازگشت به طبیعت و انرژی مصرفی در این فرایند مورد بررسی قرار گیرد. استفاده از مصالح با کمترین آلودگی، مصرف انرژی پایین در تولید، صرفه‌جویی در انرژی حمل‌ونقل و بهره‌برداری، و بازگشت سریع به طبیعت از مزایای این مصالح است.

تأثیرات منفی مصالح را می‌توان با ترویج تکنیک‌های نوآورانهٔ زیست‌محیطی در فرایند تولید، مصرف و دفع آن‌ها کاهش داد، که باعث افزایش رقابت در تولید محصولات سازگار با محیط زیست می‌شود [۲۹]. به‌ویژه در طراحی پارک‌های شهری، که ابتدا کربن زیادی جذب می‌کنند، استفاده از مصالح مناسب می‌تواند با در نظر گرفتن چرخهٔ حیات مواد، به کاهش تولید کربن و ایجاد پارک‌های کربن منفی منجر شود. ارزیابی شاخص‌های زیست‌محیطی از طریق مراحل ارزیابی چرخهٔ حیات برای دستیابی به استانداردهای پایداری در ساخت‌وساز و حفاظت از محیط زیست ضروری است.

- **مصالح و UHI**

گرمای بیش از حد شهرها یکی از مشکلات عمدهٔ زیست‌محیطی، بهداشتی و انرژی است [۳۰]. مواد تشکیل‌دهندهٔ مناطق شهری تابش خورشید را جذب کرده و گرما را به جو منتشر می‌کنند؛ به این معنا که پوشش‌های شهری نقش کلیدی در افزایش یا کاهش دمای سطح و هوا در شهر دارند. تحقیقات نشان می‌دهد پوشش‌های افقی شهرها در مواجهه با پخش گرما به محیط، در وضعیت بحرانی قرار دارند، بنابراین بهبود رفتار این سطوح در اثر جزیرهٔ گرمایی شهری ضروری است. استفاده از مصالح بومی و همساز با محیط می‌تواند به کاهش این اثرات کمک کند. همچنین تغییر رنگ و بافت مصالح می‌تواند رفتار حرارتی آن‌ها را تغییر دهد و موجب کاهش اثر جزیرهٔ گرمایی شود [۳۱].

مواد به‌کاررفته در ساختمان‌ها و محیط‌های شهری تأثیر زیادی بر انرژی، کیفیت محیط زیست و سلامت دارند و در افزایش یا کاهش جزیرهٔ گرمایی مؤثر هستند. برای جبران گرمای اضافی در فضاهای شهری، پوشش‌های سطوح توسعه یافته‌اند. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند استفاده از مواد سرد در فضاهای شهری می‌تواند به خنک‌سازی محیط کمک کند. افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، کاهش فضاهای سبز، مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی و استفاده از مصالح نامناسب، موجب بروز جزایر حرارتی در شهرها شده است که دمای هوای آن‌ها را چندین درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به مناطق اطراف افزایش می‌دهد. عوامل تأثیرگذار بر شدت جزیرهٔ حرارتی شامل ظرفیت و هدایت حرارتی مصالح، ضریب انتشار و انعکاس، نفوذپذیری مصالح و انرژی نهفته در آن‌ها است. تعادل حرارتی محیط نیز عمدتاً از بازتاب پرتوهای خورشیدی و انتشار پرتو مادون قرمز مصالح به محیط پیرامون ناشی می‌شود. در نتیجه، مصالح پوستهٔ شهر نقش مهمی در کاهش دریافت و ذخیرهٔ حرارت و انتقال آن به محیط شهری دارند [۳۲].

- **UHI و LCA**

جزیرهٔ گرمایی شهری (UHI)، یکی از اثرات LCA است. بسیاری از تحقیقات جزیرهٔ گرمایی شهری در درجهٔ نخست بر نقش آلبدو متمرکز و محدود شده است. مسائل متعددی بر جزیرهٔ گرمایی شهری تأثیرگذار است، (از جمله ویژگی‌های مختلف چرخهٔ زندگی در روسازی‌ها)؛ به این معناست که پارامترهای مؤثر در جزیرهٔ گرمایی شهری علاوه بر مسائلی که به آن پرداخته می‌شود باید در مطالعات ارزیابی چرخهٔ حیات نیز تحلیل شود [۳۳]. برای کاهش تأثیرات مخرب بر سلامت انسان و محیط انجام اقدامات مؤثر در حوزهٔ جزیرهٔ گرمایی شهری بسیار مهم است. ارزیابی چرخهٔ زندگی، نوعی ابزار ارزیابی است که توانایی گرفتن آن اقدامات را دارد. ارزیابی چرخهٔ حیات به تعاملات محیط ساخته‌شده و طبیعی توجه می‌کند و تأثیرات نامناسب ناشی از آن‌ها را روی هم حذف می‌کند. باید توجه داشت که با اعمال ارزیابی چرخهٔ حیات بر شهرها و در نظر نگرفتن مسائل دیگر پایداری ممکن است نتایج گمراه‌کننده‌ای برای ذی‌نفعان ایجاد شود. بنابراین باید به تمامی جنبه‌ها و با نگرشی سیستماتیک به ارزیابی چرخهٔ حیات و تأثیرات آن بر جزیرهٔ گرمایی شهری پرداخت. شهرها از اهمیت بالایی برخوردار هستند، چرا که از کانون‌های اصلی تأثیرات زیست‌محیطی هستند [۳۴].

جدول ۱. مطالعات منتخب و مورد بررسی در پژوهش حاضر

ردیف	نویسنده	عنوان	تمرکز پژوهش	یافته‌ها و نتایج اصلی	منابع
۱	گووندان و همکاران	انتخاب مصالح پایدار برای صنعت ساخت‌وساز – رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره	ارزیابی پایداری مصالح ساخت‌وساز بر اساس شاخص‌های پایدار با رویکرد MCDM	۱_شاخص‌های پایدار مناسب برای انتخاب بهترین مصالح ساختمانی پایدار انتخاب شدند: ۲_ تأثیرگذارترین شاخص پایدار آشکار شد «پتانسیل بازیافت و استفادهٔ مجدد.» ۳_ مناسب‌ترین مادهٔ پایدار به عنوان آجر پشمی در میان گزینه‌های دیگر یافت شد.	[۳۵]
۲	رستمی و همکاران	هماهنگی تکنیک، مصالح و محیط زیست و کاربرد آن در زیبایی و عملکرد بناهای سنتی شهرهای کویری ایران	تشریح چگونگی تطابق آب‌وهوایی و پاسخ‌گویی محیطی ابنیهٔ سنتی ایرانی به شرایط اقلیمی خاص کویر	یکی از عوامل مهم طراحی پایدار بناهای سنتی مناطق کویری ایران، استفادهٔ مناسب از مصالح محلی با طراحی ویژه‌ای است که موجبات و امکان بهره‌وری از گرمای روز در سرمای شب و به‌عکس را با توجه به خاصیت تأخیری انتقال دما در مصالح یادشده فراهم می‌کند.	[۳۶]
۳	جعفری فشارکی و همکاران	مصالح سبز؛ سکوی بلند موفقیت در معماری پایدار مطالعهٔ موردی: برج هرست نیویورک	نقش تعیین‌کنندهٔ مصالح سبز و چگونگی کاربرد و طراحی این نوع مصالح با توجه به شرایط محیطی کشور ایران در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی	در نهایت به این نتیجه می‌رسیم که استفاده از مصالح سبز یک مؤلفه و فاکتوری کلیدی در راه رسیدن به معماری پایدار است و برای نسل‌های آینده می‌توان محیط زیستی پایدار فراهم آورد.	[۳۷]
۴	ایزه و همکاران	عوامل تعیین‌کنندهٔ انتخاب مصالح ساختمانی پایدار (SBM) در پروژه‌های ساختمانی	ارزیابی پارامترهای اصلی انتخاب مصالح ساختمانی سبز و پایدار در پروژه‌های ساختمانی در منطقهٔ ژئوپلیتیک جنوب شرقی نیجریه	عوامل کلیدی مؤثر بر انتخاب مصالح ساختمانی پایدار در ساخت‌وساز عبارت‌اند از: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از ساختمان‌ها، هزینهٔ انرژی متشکل از مواد، هزینه‌های عملیاتی و نگهداری، انتشار غیرسمی محصولات/مواد، قابلیت بازیافت مصالح ساختمانی، در دسترس بودن مهارت‌های فنی، قابلیت تجدیدپذیری	[۳۸]
۵	اکرمی و همکاران	نقش مصالح بومی در معماری پایدار از دیدگاه زیست‌محیطی	مشکلات زیست‌محیطی ساخت‌وساز امروزین که به دلیل استفاده نامناسب از مصالح جدید در ساختمان‌سازی پدید آمده است	با بررسی و مقایسهٔ مصالح بومی و مصالح جدید، مشخص می‌شود که مزایای استفاده از مصالح بومی به مراتب بیشتر است. عدم تخریب طبیعت در برداشت، کمترین آلودگی در تولید، پایین بودن مصرف انرژی در تولید، صرفه‌جویی در انرژی حمل‌ونقل، کاهش مصرف انرژی در بهره‌برداری، کاهش هزینه‌های تمام شده و از همه مهم‌تر بازگشت سریع به طبیعت و عدم تخریب محیط زیست از مزایای مصالح بومی به شمار می‌رود.	[۳۹]
۶	طالقانی و همکاران	بررسی نقص بازیافت و کاربرد مواد بازیافتی در معماری به عنوان روشی نو در طراحی همساز با محیط زیست	تشریح ضرورت استفاده از مواد بازیافتی بر اساس رویکرد معماری پایدار	ارائهٔ پیشنهاد بناهای بافت زیستی که از نظر مصرف انرژی مستقل هستند و بدون نیاز به افراد ماهر ساخته می‌شوند. این بناها روشی از ساخت را ایجاد می‌کند که نتیجهٔ آن، کاهش زباله‌های موجود و همین‌طور کاهش مصرف انرژی است.	[۴۰]

ادامهٔ جدول ۱.

ردیف	نویسنده	عنوان	تمرکز پژوهش	یافته‌ها و نتایج اصلی	منابع
۷	ساسترسا و همکاران	ارزیابی چرخهٔ عمر مصالح ساختمانی: تحلیل مقایسه‌ای انرژی و اثرات زیست‌محیطی و ارزیابی پتانسیل بهبود بهره‌وری زیست‌محیطی	بررسی مشخصات مصرف انرژی و زیست‌محیطی مصالح ساختمانی، تجزیه‌وتحلیل امکانات آن‌ها	این مطالعه ثابت می‌کند که تأثیرات نامطلوب محصولات ساختمانی را می‌توان به میزان قابل توجهی با استفاده از بهترین تکنیک‌های موجود و نوآورانهٔ زیست‌محیطی در کارخانه‌های تولیدی کاهش داد و جایگزین استفاده از منابع طبیعی محدود در سایر فرایندهای تولید، که به صورت محلی در دسترس هستند کرد.	[۴۱]
۸	پارک و همکاران	طراحی زیست‌محیطی و استراتژی‌های ساخت‌وساز از طریق ارزیابی چرخهٔ حیات‌ای کربن برای پارک‌های شهری در کره	بررسی استراتژی‌های ساخت‌وساز برای به حداقل رساندن میزان کربن با رویکرد LCA	ارائهٔ راهبردهای اکولوژیکی طراحی و ساخت از جمله گسترش فضای سبز شهری، استفاده از سطوح نفوذپذیر، استفاده از مصالح بوم‌آورد باعث می‌شود که جذب خالص کربن حدود ۹/۲ برابر افزایش یابد.	[۴۲]
۹	پتروویچ و همکاران	ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح ساختمانی برای یک خانهٔ مستقل	بررسی مصالح ساختمانی در رویکرد LCA با تمرکز بر فواصل حمل‌ونقل مصالح و جایگزینی مواد ضروری	نتایج نشان می‌دهد دال بتنی ساخته‌شده در ساختمان بیشترین میزان تأثیر در انتشار کربن‌دی‌اکسید است، در حالی که قاب‌های چوبی تأثیرات زیست‌محیطی مخرب کمتری دارند. جایگزین کردن مصالح ساختمانی مخرب با نمونه‌های کم‌اثرتر برای حفظ محیط زیست ضروری است.	[۴۳]
۱۰	آلچاپار و همکاران	طبقه‌بندی مصالح ساختمانی مورد استفاده در سطوح شهری با توجه به ظرفیت آن‌ها برای کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری در مناطق نیمه‌خشک	بررسی عملکرد حرارتی سطوح مختلف شهری با رویکرد SRI	نتایج نشان می‌دهند سطوح عمودی مانند نمای ساختمان‌ها تأثیر کمتری در ایجاد جزیرهٔ حرارتی شهری نسبت به سطوح افقی مانند روسازی‌ها دارند، اما امکان بیشتری برای مدیریت رفتار حرارتی این سطوح وجود دارد.	[۴۴]
۱۱	سانتاموری و همکاران	توسعهٔ اخیر و اولویت‌های تحقیق در مورد مصالح سرد برای کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری	بررسی روند پیشرفت‌های طراحی، توسعه و اجرای مواد کاهش‌دهندهٔ دما	نتایج تجربی در مورد ظرفیت خنک‌کننده و عملکرد حرارتی معمولی و مواد پیشرفته به صورت مقایسه‌ای شرح داده شده است. نتایج نشان می‌دهد مواد نوآورانه می‌تواند دمای محیط را کاهش دهد و به کاهش گرمای بیش از حد شهری کمک زیادی کند.	[۴۵]
۱۲	حاجی فتحعلی و همکاران	رابطهٔ گرمای هوا، میانگین گرمای تابشی و آلبدو در کاهش جزایر حرارتی شهرها	۱_شناخت عوامل مؤثر بر ایجاد جزایر حرارتی؛ ۲_ معرفی استراتژی‌های کاهشی؛ ۳_ بررسی پارامترهایی همچون میانگین دمای تابشی و دمای هوا در سه آلبدوی بالا ، متوسط و پایین	با وجود مناسب بودن مصالح سرد با آلبدوی بالا برای کف خیابان‌ها و بام‌ها، اما مصالح دارای آلبدوی بالا در نما به دلیل انعکاس زیادی که به محیط دارند، آسایش حرارتی را پایین‌تر می‌آورند و محیط را گرم‌تر می‌کنند و در شهرهایی که دارای جزیرهٔ حرارتی هستند مصالح روشن باعث گرم شدن محیط می‌شوند	[۴۶]
۱۳	سوسا و همکاران	اثرات جزیرهٔ گرمایی در ارزیابی چرخهٔ حیات شهری بینش‌های جدید شامل اثرات جزیرهٔ گرمایی شهری و کاهش UHI در LCA برای اقدامات مؤثر در سیاست‌گذاری	بررسی تعاملات بین محیط ساخته‌شده و آب‌وهوای محلی در LCA	لزوم گسترش رویکردهای LCA افزایش تعاملات مدل‌های اقلیمی بین اقلیم محلی با محیط ساخته‌شده یک ارزیابی جامع در جهت اقدامات کاهشی اثرات جزیرهٔ حرارتی شهری با رویکرد LCA تبیین می‌شود.	[۴۷]
۱۴	سن و همکاران	ارزیابی سازهٔ روسازی بتنی در جزیرهٔ حرارتی شهری	اثرات بالقوهٔ UHI توسط یک سیستم روسازی بتنی کنترلی و انجام تنظیمات مستقل در لایه‌های مختلف خواص حرارتی برای آب‌وهوای شیکاگو	یک سیستم روسازی بتنی با جرم حرارتی بالاتر تجزیه‌وتحلیل شد و نشان داد دمای سطح را در فصل گرم کاهش می‌دهد و در فصل سرد حدود ۶۰ درصد نسبت به مورد شاهد در هر دو شهر افزایش می‌دهد. تجزیه‌وتحلیل نشان داد خواص حرارتی لایه روسازی بر UHI تأثیر دارد و باید علاوه بر آلبدو، باید در مطالعات LCA اندازه‌گیری شود.	[۴۸]

در تفسیر جدول ۱، مقالات انتخاب‌شده به چهار دستهٔ اصلی تقسیم شده‌اند که هریک به جنبه‌های مختلف تأثیر مصالح بر محیط زیست، پایداری، و جزیرهٔ گرمایی شهری پرداخته‌اند. اولین دسته شامل مقالاتی است که به رابطهٔ مصالح و پایداری می‌پردازد. در این مقالات، اهمیت انتخاب مصالح بومی و تجدیدپذیر برای کاهش مصرف انرژی و حفظ منابع طبیعی در صنعت ساخت‌وساز تأکید شده است. این مقالات نشان می‌دهند استفاده از مصالح پایدار به بهینه‌سازی هزینه‌ها و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک می‌کند. دستهٔ دوم مقالات مربوط به LCA است. این مقالات بررسی می‌کنند که چگونه با تحلیل اثرات زیست‌محیطی مصالح از مرحلهٔ استخراج مواد اولیه تا بازیافت آن‌ها می‌توان انتخاب‌های بهتری برای کاهش تأثیرات منفی بر محیط زیست داشت. این دسته از مقالات به راهکارهایی برای کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌ها اشاره دارند. دستهٔ سوم شامل مقالاتی است که به ارتباط مصالح ساختمانی با پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی شهری UHI می‌پردازند. این مقالات نشان می‌دهند انتخاب مصالح مناسب می‌تواند به کاهش دمای زیاد در مناطق شهری و مقابله با اثرات منفی جزیرهٔ گرمایی کمک کند. درنهایت، دستهٔ چهارم مقالاتی است که به ترکیب دو رویکرد جزیرهٔ گرمایی شهری و ارزیابی چرخهٔ حیات LCA پرداخته‌اند. این مقالات بر اهمیت توجه به تأثیرات زیست‌محیطی تمام مراحل زندگی مصالح در مقابله با جزیرهٔ گرمایی تأکید دارند. این تحلیل‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاری‌های مؤثری در جهت کاهش جزیرهٔ گرمایی و بهبود شرایط زیست‌محیطی کمک کنند. در مجموع، این ۱۴ مقاله به طور کلی به بررسی تأثیرات مصالح بر محیط زیست، کاهش آلودگی‌ها، پایداری و چالش‌های مربوط به جزیرهٔ گرمایی شهری می‌پردازند و نشان می‌دهند انتخاب مصالح مناسب می‌تواند راه‌حل‌های مؤثری برای کاهش مشکلات زیست‌محیطی و بهبود کیفیت زندگی شهری ارائه دهد.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه دیدگاهی جامع از نقش مصالح ساختمانی در پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی شهری ارائه می‌دهد و بر اهمیت ارزیابی چرخهٔ حیات مواد در مسیر دستیابی به توسعهٔ پایدار تأکید دارد. مصالح ساختمانی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در تغییرات اقلیمی شهری، تأثیر مستقیم بر انرژی، کیفیت محیط زیست، سلامت عمومی و شدت جزیرهٔ گرمایی دارند. انتخاب مصالح مناسب، با در نظر گرفتن ویژگی‌هایی نظیر حداقل تولید آلاینده‌ها، دوام، قابلیت نگهداری و دسترسی، نقش کلیدی در طراحی شهری پایدار ایفا می‌کند.

ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح نشان می‌دهد رویکردهای نوآورانهٔ زیست‌محیطی، از مرحلهٔ تولید تا مصرف و بازیافت، می‌توانند به طور قابل توجهی اثرات مخرب محیطی را کاهش دهند. در سال‌های اخیر، توسعهٔ فناوری‌های جدید در پوشش‌های سطوح شهری و استفاده از مصالح بازتاب‌دهنده یا خنک‌کننده، به عنوان راهکارهایی برای مدیریت گرمای اضافی در فضاهای شهری مطرح شده‌اند. با این‌حال، هنوز مطالعات جامع و سیستماتیکی که تأثیر مصالح پایدار را بر کاهش جزیرهٔ گرمایی شهری از منظر ارزیابی چرخهٔ حیات مورد بررسی قرار دهند، محدود است.

در این راستا، سیاست‌گذاری شهری باید به سمت تدوین استانداردهای سخت‌گیرانه‌تری در حوزهٔ انتخاب و استفاده از مصالح ساختمانی سوق پیدا کند. توسعهٔ مشوق‌های اقتصادی برای تولیدکنندگان و طراحان شهری برای استفاده از مصالح پایدار، تصویب مقرراتی برای کاهش اثرات گرمایی ساختمان‌ها و ارتقای فناوری‌های سازگار با محیط زیست، از جمله اقداماتی هستند که می‌توانند در کاهش پدیدهٔ جزیرهٔ گرمایی مؤثر باشند. همچنین، لازم است که در فرایند برنامه‌ریزی شهری، شاخص‌های مربوط به ارزیابی چرخهٔ حیات مصالح به عنوان یکی از معیارهای کلیدی در تصمیم‌گیری‌های کلان در نظر گرفته شوند. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده به بررسی دقیق‌تر نحوهٔ تأثیرگذاری انواع مختلف مصالح پایدار بر کاهش جزیرهٔ گرمایی پرداخته و دستورالعمل‌های اجرایی برای پیاده‌سازی این مصالح در پروژه‌های شهری ارائه شود. علاوه بر این، سیاست‌های توسعهٔ شهری باید به سمت استفاده از فناوری‌های نوین در تولید و بازیافت مصالح هدایت شوند تا بتوان اثرات زیست‌محیطی ناشی از چرخهٔ حیات این مواد را به حداقل رساند و گامی مؤثر در راستای پایداری شهری برداشت.

برای کاهش اثرات جزیرهٔ گرمایی شهری، سیاست‌گذاران باید استانداردهای اجباری برای مصالح کم‌آلاینده و با ضریب بازتاب بالا تدوین کنند. توسعهٔ فناوری نانو در پوشش‌های خنک‌کننده، افزایش ضریب آلبدو در زیرساخت‌های شهری و استفاده از بتن‌های پرواکنشی (HPC) و کامپوزیت‌های حرارتی باید در اولویت قرار گیرد. الزام به تحلیل LCA در پروژه‌های کلان‌شهری،

ایجاد سیستم اعتباری کربن برای تولیدکنندگان مصالح پایدار و محدودیت در استفاده از مواد با چرخهٔ حیات کوتاه می‌تواند به بهینه‌سازی انتخاب مصالح کمک کند. یکپارچه‌سازی طراحی پارامتریک با مدل‌های انرژی شهری (UBEM)، توسعهٔ پوشش‌های تغییر فازدهنده (PCM) در نمای ساختمان و استفاده از مصالح فوتوکاتالیستی برای کاهش آلودگی و گرمایش ضروری است. همچنین، شهرداری‌ها باید الزام به خنک‌سازی سطحی از طریق تکنیک‌های ژئوترمال سطحی و سیستم‌های متخلخل را در کدهای ساخت‌وساز بگنجانند. توسعهٔ سیستم‌های هوشمند سنجش دمای سطحی و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای برای پایش اثرات UHI باید در سیاست‌گذاری لحاظ شود.

منابع

1. Nations, United, World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights. Department of Economic and Social Affairs. Population Division, United Nations, 2014. 32: p. 1–1.
2. de Barros Ruas, R., Costa, L.M.S., and Bered, F., Urbanization driving changes in plant species and communities–A global view. Global Ecology and Conservation, 2022. 38: p. e02243.
3. Parris, K.M., Ecology of urban environments. John Wiley & Sons, 2016.
4. Rehman, E., and Rehman, S., Modeling the nexus between carbon emissions, urbanization, population growth, energy consumption, and economic development in Asia: Evidence from grey relational analysis. Energy Reports, 2022. 8: p. 5430–5442.
5. Darbani, E.S., et al., Urban design strategies for summer and winter outdoor thermal comfort in arid regions: The case of historical, contemporary and modern urban areas in Mashhad, Iran. Sustainable Cities and Society, 2023. 89: p. 104339
6. Rizwan, A.M., and Dennis, L.Y.C., A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 2008. 20(1): p. 120–128.
7. Allah, Rabbi Shirazi Mohammad Ali. "Idea generation and examination of environmental challenges of floating solar photovoltaic power plants on wetlands and its economic advantage for local communities." (2024): 39-51.
8. Taghvaie, A., et al., Assessment of Urban Heat Mitigation Strategies to Improve Outdoor Thermal Comfort Regarding Carbon Dioxide Concentration in Tehran Metropolis. International Journal of Environmental Research, 2023. 17(3): p. 36.
9. Goward, S.N., Thermal behavior of urban landscapes and the urban heat island. Physical Geography, 1981. 2(1): p. 19–33.
10. Rezaeei Rad, H., and Rafieyan, M., Estimating the spatial-temporal changes in intensity of the heat island in Tehran Metropolitan by using ASTER and Landsat8 satellite images. Regional Planning, 2017. 7(27): p. 47–60.
11. Eze, E.C., et al., Determinants of sustainable building materials (SBM) selection on construction projects. International Journal of Construction Supply Chain Management, 2021. 11(2): p. 166–194.
12. Rey-Álvarez, B., Sanchez-Montanes, B., and García-Martínez, A., Building material toxicity and life cycle assessment: A systematic critical review. Journal of Cleaner Production, 2022. 341: p. 130838.
13. Hsu, C.Y., and Ou, S.J., Innovative practice of sustainable landscape architecture education—parametric-aided design and application. Sustainability, 2022. 14(8): p. 4627.
14. WCED, U., Our common future—The Brundtland report. Report of the World Commission on Environment and Development, 1987. 11: p. 1–1.
15. Hwang, B.G., Zhu, L., and Tan, J.S.H., Green business park project management: Barriers and solutions for sustainable development. Journal of Cleaner Production, 2017. 153: p. 209–219.
16. Doan, D.T., et al., A critical comparison of green building rating systems. Building and Environment, 2017. 123: p. 243–260.
17. Lima, L., et al., Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature. Journal of Cleaner Production, 2021. 289: p. 125730.
18. Allahrabbi Shirazi, M.A., Goldoust, A., Khatami, M., Abedi, E., and Janfeshan, M.H., Modeling and simulation of a solar tracker with bifacial panel: A case study of Tehran city. Journal of Sustainable Energy Systems, 2024. 3(3): p. 271–287.
19. Ding, G.K.C., Life cycle assessment (LCA) of sustainable building materials: An overview. Eco-efficient construction and building materials, 2014: p. 38–62.
20. Zahedi, R., Shoaei, M., and Aslani, A., Life cycle assessment and comparison of the conventional and third generation of photovoltaic panels. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2025. 47(2): p. 1–11
21. Zahedi, R., et al., Optimization of solar heating system for heating urban spaces and domestic water heating. Urban Development Policymaking, 2025. 1(1): p. 1–17.
22. Pajchrowski, G., et al., Wood as a building material in the light of environmental assessment of full life cycle of four buildings. Construction and Building Materials, 2014. 52: p. 428–436.

23. Page, M.J., et al., Updating guidance for reporting systematic reviews: Development of the PRISMA 2020 statement. Journal of Clinical Epidemiology, 2021. 134: p. 103–112.
24. Govindan, K., et al., Accelerating the transition towards sustainability dynamics into supply chain relationship management and governance structures. Journal of Cleaner Production, 2016. 112: p. 1813–1823.
25. Qaidi, S.M.A., et al., Engineering properties of sustainable green concrete incorporating eco-friendly aggregate of crumb rubber: A review. Journal of Cleaner Production, 2021. 324: p. 129251.
26. Coffetti, D., et al., Pathways towards sustainable concrete. Cement and Concrete Research, 2022. 154: p. 106718.
27. Wicke, D., et al., Emissions from building materials—a threat to the environment?. Water, 2022. 14(3): p. 303.
28. Christensen, T.H., et al., Application of LCA modelling in integrated waste management. Waste Management, 2020. 118: p. 313–322.
29. Cherubini, F., Bargigli, S., and Ulgiati, S., Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. Energy, 2009. 34(12): p. 2116–2123.
30. Stewart, I.D., A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. International Journal of Climatology, 2011. 31(2): p. 200–217.
31. Kim, H.H., Urban heat island. International Journal of Remote Sensing, 1992. 13(12): p. 2319–2336.
32. Yadav, N., et al., Systematic exploration of heat wave impact on mortality and urban heat island: A review from 2000 to 2022. Urban Climate, 2023. 51: p. 101622.
33. Susca, T., and Pomponi, F., Heat island effects in urban life cycle assessment: Novel insights to include the effects of the urban heat island and UHI-mitigation measures in LCA for effective policy making. Journal of Industrial Ecology, 2020. 24(2): p. 410–423.
34. Sen, S., and Roesler, J., Contextual heat island assessment for pavement preservation. International Journal of Pavement Engineering, 2018. 19(10): p. 865–873.
35. Govindan, K., Kannan, D., and Shankar, M., Evaluation of green manufacturing practices using a hybrid MCDM model combining DANP with PROMETHEE. International Journal of Production Research, 2015. 53(21): p. 6344–6371.
36. Rostami, Z., Nezhad, J., and Mansouri, M., Coordination of technique, materials, and environment and its application in the beauty and performance of traditional buildings in the desert cities of Iran. Studies in Islamic Art, 2019. 15(34): p. 215–239.
37. Jafari Fesharaki, M., Mahmoudi Farahani, Y., and Podineh, A.H., Green materials: A successful platform in sustainable architecture (Case study: Hearst Tower, New York). Scientific Journal of Civil Engineering and Architecture Research in Iran, 2019. 4(13): p. 49–55.
38. Eze, E.C., Ugulu, R.A., Onyeagam, O.P., and Adegboyega, A.A., Determinants of sustainable building materials (SBM) selection on construction projects. International Journal of Construction Supply Chain Management, 2021. 11(2): p. 166–194.
39. Akrami, G., and Alipour, L., The role of local materials in sustainable architecture from the environmental perspective of housing and rural environments. Journal of Journal Name, 2016. 35(156): p. 29–48.
40. Taleghani, A., and Kaboudar Ahangi, M., Investigating the role of recycling and the application of recycled materials in architecture as a novel method for environmentally harmonious design. Elite of Science and Engineering, 2017. 8(2): p. 135–145
41. Sastresa, E.L., Usón, A.A., Bribián, I.Z., and Scarpellini, S., Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010. 14(2): p. 679–690.
42. Park, H.M., and Jo, H.K., Ecological design and construction strategies through life cycle assessment of carbon budget for urban parks in Korea. Forests, 2021. 12(10): p. 1399.
43. Petrovic, B., Myhren, J.A., Zhang, X., Wallhagen, M., and Eriksson, O., Life cycle assessment of building materials for a single-family house in Sweden. Energy Procedia, 2019. 158: p. 3547–3552.

44. Alchapar, N.L., Correa, E.N., and Cantón, M.A., Classification of building materials used in the urban envelopes according to their capacity for mitigation of the urban heat island in semiarid zones. Energy and Buildings, 2014. 69: p. 22–32.
45. Santamouris, M., and Yun, G.Y., Recent development and research priorities on cool and super cool materials to mitigate urban heat island. Renewable Energy, 2020. 161: p. 792–807.
46. Haji Fathali, M., Feyzi, M., and Dehghan, A., The relationship between air heat, mean radiant heat, and albedo in reducing heat islands in cities. Geography, 2021. 19(71): p. 173–190.
47. Susca, T., and Pomponi, F., Heat island effects in urban life cycle assessment: Novel insights to include the effects of the urban heat island and UHI-mitigation measures in LCA for effective policy making. Journal of Industrial Ecology, 2020. 24(2): p. 410–423.
48. Sen, S., Li, H., and Khazanovich, L., Effect of climate change and urban heat islands on the deterioration of concrete roads. Results in Engineering, 2022. 16: p. 100736