Open Access

Urban Ecological Research

Vol. 15(4), (Series 37): 111-126

DOI: 10.30473/grup.2024.64006.2709

ORIGINAL ARTICLE

An Analysis of The Effects of Landscape Quality Indicators on the Ecological Design of the City in the Framework of Renewable Energies, Case Study: Pardis City

Tayebeh GholiPourdomieh[1]*, Haidar Jahan Bakhsh[2]

1. Ph.D. Student, Department Urban planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Architecture, University of Payamnoor, Tehran, Iran.

Correspondence
Tayebeh GholiPourdomieh
Email:
tayebegholipour1372@gmail.com

Receive: 29/May/ 2022
Revise: 08/Sept/2023
Accept: 25/Apr/2024

How to cite
GholiPourdomieh, T., & Jahan Bakhsh, H. (2025). An Analysis of The Effects of Landscape Quality Indicators on the Ecological Design of the City in the Framework of Renewable Energies, Case Study: Pardis City. *Urban Ecological Research*, 15(4), 111-126

ABSTRACT

The purpose of conducting this research; Identifying and measuring the direct effects of landscape quality indicators on ecological design, using renewable energy in the green spaces of Pardis city. The research method is descriptive-analytical and practical in terms of purpose. The statistical population of the research included experts, managers and activists in the field of urban ecological design, who were selected by non-random sampling method due to the ability to measure the Smart-PLS method with a small sample size. To rank the identified variables, fuzzy TOPSIS method with 5-point Likert scale was used in Excel, and to examine the relationship between landscape quality and ecological design of the city, interpretive structural equation method was used in Smart-PLS software. The reliability of the questionnaire is confirmed with Cronbach's alpha values of 0.798 and the combined reliability of the variables at 0.876. The analysis results showed that landscape quality has a direct effect on urban ecological design. In addition, environmental index with urban environment variables and environmental index respectively with urban environment variables at the rate of 65%, urban economy at the rate of 60%, aesthetic at the rate of 55%, socio-cultural at the rate of 55% and with the semantic variable. 45% perception showed a direct and positive relationship. In this research, the direct relationship between landscape quality indicators and ecological design with the use of renewable energy in Pardis city was measured using FUZZY and Smart-PLS.

KEYWORDS

Landscape Quality, Ecological Design of the City, Ecosystem, Renewable Energies, Pardis City.

© 2024, by the author (s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه علمی
پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری

سال پانزدهم، شماره چهارم، (پیاپی سی و هفتم)، زمستان ۱۴۰۳، (۱۲۶-۱۱۱)

DOI: 10.30473/grup.2024.64006.2709

«مقاله پژوهشی»

تحلیلی بر تأثیرات شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهر در چارچوب انرژی‌های تجدیدپذیر، مطالعه موردی: شهر پردیس

طیبه قلی‌پوردمیه[1*]، حیدر جهانبخش[2]

۱. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه پیام نور، ایران.

نویسنده مسئول: طیبه قلی پوردمیه
رایانامه: tayebegholipour1372@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶

استناد به این مقاله:
قلی پوردمیه، طیبه و جهان بخش، حیدر (۱۴۰۳). تحلیلی بر تأثیرات شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهر در چارچوب انرژی‌های تجدیدپذیر (مطالعه موردی: شهر پردیس). *فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱۵(۴)، ۱۱۱-۱۲۶.

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی و سنجش میزان تأثیرات مستقیم شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه، با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در فضاهای سبز شهر پردیس بوده است. روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و از نظر هدف کاربردی بود. جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان، مدیران و فعالان حوزه طراحی بوم‌شناسانه شهری بود که با توجه قابلیت سنجش روش PLS- Smart با حجم نمونه کم، تعداد ۳۴ نفر با روش نمونه‌گیری غیرتصادفی انتخاب شدند. برای رتبه‌بندی متغیرهای شناسایی شده از روش تاپسیس فازی با طیف ۵گانه لیکرت در Excel و برای بررسی رابطه کیفیت منظر و طراحی بوم‌شناسانه شهر از روش معادلات ساختاری تفسیری در نرم‌افزار PLS- Smart استفاده شد. پایایی ابزار با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۹۸ و پایایی ترکیبی با ضریب ۰/۸۷۶ مورد تأیید قرار گرفت. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که عامل کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهری تأثیر مستقیم دارد. علاوه براین شاخص محیط‌زیستی با متغیرهای محیط شهری و شاخص زیست‌محیطی به ترتیب با متغیرهای محیط شهری به میزان ۶۵ ٪، اقتصاد شهری به میزان ۶۰ ٪، زیبایی‌شناختی به میزان ۵۵ ٪، فرهنگی-اجتماعی به میزان ۵۵٪ و با متغیر معنایی- ادراکی به میزان ۴۵٪ رابطه مستقیم و مثبتی را نشان داد. در این پژوهش ارتباط مستقیم تأثیر شاخص‌های کیفیت منظر و طراحی بوم‌شناسانه با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر پردیس با استفاده از FUZZY و Smart-PLS مورد سنجش قرار گرفت.

واژگان کلیدی
کیفیت منظر، طراحی بوم‌شناسانه شهر، زیست‌بوم، انرژی‌های تجدیدپذیر، شهر پردیس.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۳ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.
این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.
This is an open access article under the CC BY (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

یکی از مهم‌ترین رویکردها برای مقابله با مشکلات شهر، ایجاد منظر با کیفیت و طراحی بوم‌شناسانه شهر است که علاوه بر اینکه قطب جهانی جدیدی برای توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شود. از استانداردهای جدید در زمینه زندگی پایدار پیروی می‌کند (آدرانی، ۱۳۹۶). در عین حال، با توجه به اینکه در شکل‌دهی به بافت‌های شهری، نقش ضوابط و مقررات شهرسازی بسیار اهمیت دارد، تدوین چارچوبی برای افزایش کارآمدی ضوابط موجود از جایگاه کارایی انرژی در کیفیت منظر با طراحی بوم‌شناسی شهر و نیز به‌عنوان ابزاری برای بررسی، ارزیابی و ارائه الگوهای منظر با کیفیت و توسعه شهری سالم ضروری است (مرتضایی و همکاران، ۱۳۹۶).

طراحی بوم‌شناسانه شهر خواهان ساختن شهری ایده‌آل بر پایه نظام طبیعت و نظام فرهنگ بومی هر منطقه است تا افراد شهرنشین از یک زندگی متناسب برخوردار شوند. در حالی‌که توانایی‌های نسل‌های بعد برای رفع نیازهای‌شان به خطر نیافتد. از طرفی رشد شتابان و چشمگیر شهرنشینی و به دنبال آن افزایش جمعیت شهرها پیامدهای مختلف و متعددی را در زمینه‌های گوناگون در پی داشته است که از جمله مهم‌ترین این پیامدها، افزایش سطح مصرف و میزان تقاضا برای منابع انرژی مورد نیاز می‌باشد که خود از دو جنبه قابل تأمل است: نخست، محدود بودن منابع انرژی فعلی مورد مصرف و دوم آلودگی‌های زیست‌محیطی که از مصرف این انرژی‌ها به‌ویژه سوخت‌های فسیلی انتشار پیدا می‌کند (شفائی و همکاران، ۱۳۹۷).

فراگیر شدن آگاهی‌های عمومی و کلی نسبت به ابعاد یاد شده و سایر جنبه‌های شهرنشینی، سبب شده تا رویکردهای تازه‌ای مانند: توسعه پایدار، هوشمندسازی و انرژی‌های تجدیدپذیر در شهرسازی ظهور کنند و اهمیت و توجه به بحث کارایی انرژی را در مدل‌ها و رویکردهای شهرسازی بیش از پیش آشکار نمایند. کاربرد دانش بوم‌شناسی شهری در برنامه‌ریزی و طراحی شهرها در قالب راهبردی نظری و عملی، بایستی به‌عنوان یک اولویت ملی برای دستیابی به شهرهای پایدار و منظر با کیفیت مدنظر قرار گیرد. بازیابی شبکه‌های اکولوژیک شهری و طراحی و برنامه‌ریزی زیست بوم محور از مصادیق کاربردی طراحی بوم‌شناسانه در سطوح مختلف محسوب می‌شوند (موحد و طبیبیان، ۱۳۹۷). براین اساس، منظر با کیفیت مبتنی بر طراحی بوم‌شناسی و تعادل بین آنها در شهرهای ایران در مرحله بعد از بحران‌های ایجاد شده، شاخصی برتر از بازآفرینی پایدار شهری خواهد بود (قدیری و شهربایکی، ۱۳۹۵).

با توجه به اینکه برنامه‌های بوم‌شناسانه معمولاً به سمت حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی، کاهش آلودگی و افزایش کیفیت محیط زیست هدفمند هستند، بهبود کیفیت منظر می‌تواند تأثیر به‌سزایی در این روند داشته باشد.

طراحی محیط‌های شهری مولد انرژی با فضای سبز پوشیده و منظری دلنشین می‌تواند انگیزه ساز ساکنان باشد تا از فضای سبز استفاده کنند و در نتیجه مصرف انرژی را کاهش دهند. همچنین معماری معاصر با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی و طراحی بومی، در کاهش هزینه‌های انرژی کمک می‌کنند. هدف از انجام پژوهش در زمینه تأثیر کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهر با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در فضاهای سبز شهر پردیس، بررسی تأثیرات کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه، انجام پژوهش در این زمینه می‌تواند به بررسی تأثیر کیفیت منظر بر روی مصرف انرژی و استفاده از منابع طبیعی در شهر پردیس کمک کند. بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت منظر، مانند فضای سبز و آب، نقش مهمی در افزایش کیفیت محیط زیست شهری و طراحی بوم‌شناسانه جهت حفظ منابع طبیعی دارد. این پژوهش می‌تواند به شهرداری شهر پردیس کمک کند تا با توجه به نتایج به‌دست آمده، سیاست‌های توسعه شهری خود را برای بهبود کیفیت منظر و حفظ منابع طبیعی، به دنبال کاهش مصرف انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر، بازنگری کند. بنابراین این سؤال مطرح است که تأثیر شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهر با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر پردیس چگونه و به چه میزان است؟

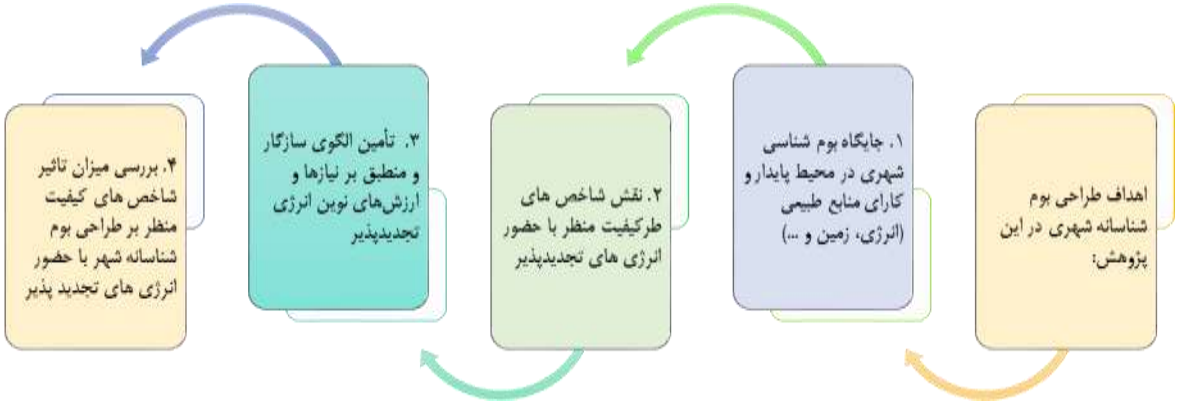
مبانی نظری

چارچوب نظری

کشورهای آسیایی و کشورهای در حال توسعه اکنون می‌توانند توسعه پایدار محیطی‌شان را طبق سنت‌ها، ارزش‌های صحیح فرهنگی و مبانی بوم‌شناختی و طبیعی خود ساختار داده و گسترش دهند. بر این پایه، ابعاد منظر شهری، تلفیق میان جنبه‌های انسان‌ساخت و طبیعت‌ساخت در نوعی حالت پایدار خواهد بود. حفظ و نگهداری ارزش‌های وراثتی، فرهنگی_طبیعی در منظر شهری به پایداری شهری در مداخله‌های محیطی منجر خواهد شد (Antrop, 2006).

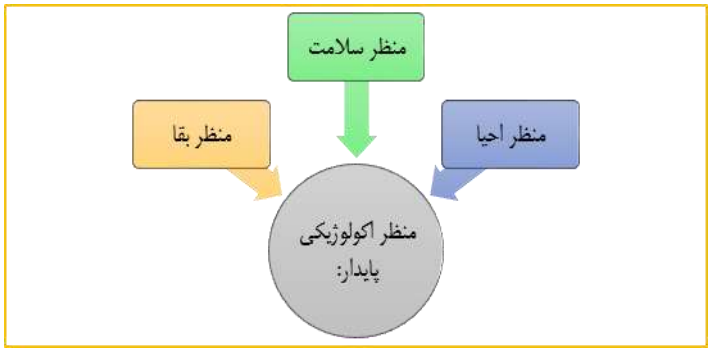
کیفیت منظر شهری، تأثیر به‌سزایی بر کیفیت زندگی و بهبود آن دارد که نباید صرفا به اقتصاد و هزینه یا تصمیمات حرفه-ای وابسته باشد. ادراکات ذهنی شهروندان پیوندی مداوم بین پارادایم فرایندهای ساخت زمین و ارتباط مستقیم با زیبایی دارد که ابعاد فیزیکی زمین را به ابعاد ادراکی منظر تبدیل می‌کند. منظر نوعی درک دارای اهمیت وافر و نیز قابل استفاده از دانش از یاد رفته بشری است که برای نگهداری از آن و کاربرد در طراحی لازم است.

طراحی مناسب مکان، عملکردی بادوام و قابل دفاع را برای مردم به ارمغان می‌آورد که بازتاب دهنده هویت و تفاوت‌های محلی می‌باشد. این امر اهداف اجتماعی، اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی را حمایت می‌کند. بیش‌تر الزامات طراحی مانند جهت‌گیری و شکل ساختمان، ملاحظات پایداری را مدنظر قرار می‌دهند. عوامل دیگر مانند سرزندگی، ایمنی، جنبه‌های کارکردی قلمرو عمومی، تراکم، کاربری مختلط و الگوهای حرکت نیز به‌دست آمده توجه به موضوع پایداری در طراحی شهری می‌باشند (Carmona et al, 2002). مهم‌ترین اهداف طراحی بوم‌شناسانه شهر در پژوهش حاضر در شکل ۱، ارائه شده است.



شکل ۱. اهداف طراحی پایدار شهری پژوهش

در طراحی بوم‌شناسانه منظر با کیفیت شهری، مهم‌تر از مسائل دیگر، مسئله اهداف و ارزش‌های انسانی و همچنین به رسمیت شناختن مسئولیت افراد جامعه که درون روح، ذهن و قلب آنان را جستجو کند، است. هنگامی که روح، ذهن و قلب آنان زیبایی و پاکی خود را بازیافت، منظر شهری نیز مانند آنان زیبا خواهد شد. بحث ناپایداری منظرهای فرهنگی- سنتی و منظرهای نوظهور یک موضوع جدید در بسیاری از کنفرانس‌ها علمی بین‌المللی در سال‌های اخیر برگزار شده است (Wheeler, 2016). آشکار است که منظرها بخشی از میراث فرهنگی بشر هستند و این میراث به‌عنوان بخشی از سرمایه ذهنی و فکری مورد توجه و مهم است. سه مؤلفه پایداری اکولوژیک منظر در جهت اهداف دستیابی به طراحی بوم‌شناسانه شهر شامل محافظت از فرایندها و عملکرد منظر اکولوژیک شهر، حفاظت از منابع طبیعی و زمین، حفظ کیفیت بصری و منحصر به فردی‌ها یا هویت منظر، ارتقای کیفیت زندگی جمعی و سلامت انسان و توجه به جنبه‌های اقتصادی فعالیت‌هایی است که مناظر نمایشگر آن هستند (شکل ۲)، (امین‌زاده، ۱۳۹۵). جدول۱، برخی از رویکردهای اکولوژی شهری در ارتباط با سایر علوم را نمایش می‌دهد.



شکل ۲. مؤلفه‌های پایداری اکولوژیک منظر

جدول ۱. ارتباط اکولوژی و شهر

رویکرد/ گرایش	ارتباط با سایر علوم	تمرکز در محیط‌شهری	چیستی منظر شهری	مقیاس کاربردی
اکولوژی شهری	چندرشته‌ای (جامعه‌شناسی- جغرافیای‌شهری)	انسان‌محور: تعاملات بین جوامع انسانی با ویژگی‌های محیط‌شهری	مکانی برای سکنی‌گزینی و تسلط فعالیت‌های انسان	شهر، حومه‌های‌شهری، محلات شهری
بیواکولوژی شهری	چند رشته‌ای (گیاه‌شناسی- جانورشناسی)	طبیعت‌محور (فلور/فنون): تأثیرات محیط‌شهری، آلودگی‌ها و مخاطرات زیستی بر گیاهان و جانوران	طبیعت تخریب شده	حومه‌ی‌شهر، شهر، پارک‌های- جنگلی شهری و پارک‌های شهری
اکولوژی شهر	بین‌رشته‌ای (گیاه‌شناسی- جانورشناسی، اقلیم‌شناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی)	طبیعت‌محور: شناخت و بررسی الگوها، فرایندها و سیستم‌های طبیعی در شهر	مجموعه‌ای از اعضا طبیعی که تحت تأثیر عوامل انسان‌ساخت قرار دارند	حومه‌شهر، شهر
اکولوژی منظر	بین‌رشته‌ای (اکولوژیک شهرسازی، محیط زیست)	محیط‌محور: ارتباط و تعامل بین اکوسیستم‌ها در شهر	مجموعه‌ای از اکوسیستم‌های طبیعی و پهنه‌های فعالیت انسان	مجموعه‌شهری، کلان‌شهرها، مادر شهرها
شهرسازی منظر	بین‌رشته‌ای (معماری‌منظر، برنامه‌ریزی‌اکولوژیک شهری	محیط‌محور: نبود تعارض در ارتباط بین شهر و طبیعت	ترکیبی مونتاژ گونه (ماشینی) از عناصر منظر	کلان‌شهرها، مادرشهرها
منظر فرهنگی	فرارشته ای	فرهنگ‌محور: مناظر (طبیعی و انسانی) با ارزش فرهنگی و نشان دهنده دانش بومی جوامع	انطباق اکوسیستم طبیعی با فعالیت- های فرهنگ انسانی	مقیاس‌های مختلف از یک منطقه تا سایت
منظر پایدار	فرارشته ای	حیات‌محور: ایجاد تعادل بین مناظر طبیعی و مصنوع با توجه به خصوصیات مکان و بحران‌های محیطی	مجموعه‌ای درهم‌تنیده از سامانه‌های طبیعی و انسانی برهم تأثیرگذار	کلان، میانی و خرد

مأخذ: امین زاده، ۱۳۹۵

از سوی دیگر، انرژی‌های تجدیدپذیر ساختار انرژی متمایزی نسبت به فناوری‌های تولید انرژی متعارف دارند. فواید متفاوتی برای توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر قابل تصور است که اغلب وابسته به شرایط محلی، ویژگی منابع جایگزین و نیز نگرانی‌های اجتماعی است. در شهر اکولوژیک کل کارکرد شهری در فواصل سازگار و بهینه پیاده قرار می‌گیرد. بنابراین وسایل نقلیه موتوری محدود می‌شود. شهر اکولوژیک مبتنی بر طراحی اکولوژیک یعنی ادغام فرایندهای زنده و کاهش آثار تخریب زیست محیطی قرار دارد (Cheshmehzangi, 2021).

مهم‌ترین و اصلی‌ترین رویکرد شهر اکولوژیک مربوط به مقوله مدیریت انرژی، مدیریت مصرف و بهره‌گیری از آن به شکلی است که در هماهنگی کامل و همسو با پایداری محیط زیست طبیعی باشد. بهره‌وری از انرژی مصرفی، کاهش حداکثری مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده از انرژی پاک و تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی، انرژی باد و انرژی زمین گرمایی از پیشنهادهای تئوری شهر اکولوژیکی در این زمینه است (Juaidi & AlFaris, 2019).

فرصت ارتباط با عناصر طبیعی از طریق افزایش کاربری‌های مرتبط با فضای سبز، ایجاد محل‌هایی برای فعالیت‌های باغبانی و افزایش فضاهای طبیعی و شبه طبیعی فراهم می‌شود. این اقدامات به ارتباط بی‌واسطه بین انسان و طبیعت شهری کمک می‌کنند. ایجاد مزارع شهری به‌عنوان فضایی مستقل از پارک‌های شهری و فعالیتی تفریحی کشاورزی (Ye & Song, 2019)، استفاده از پله‌ای سبز برای تردد عابر پیاده به جای پل‌های فلزی و بتنی، ایجاد بام‌باغ‌ها در مکان‌های عمومی (مجتمع‌های تجاری و اداری به‌ویژه در مراکز متراکم شهر، و تراس باغ‌ها در پارک‌های شهری و پارک‌های جنگلی شهری ارتباط ملموس‌تری با طبیعت را فراهم می‌کنند. باز نگه داشتن کریدورهایی (خیابان‌های اصلی شهر) در جهت اشراف به عناصر طبیعی مانند کوه‌ها و جنگل‌ها، و نیز منظرسازی پس زمینه شهر با درختان در ترکیبی طبیعی، واکنش‌های احساسی مثبتی در ناظران ایجاد می‌کند (Sun SH, 2017). استفاده از الگوهای طبیعی[۱] و ترکیبی در طراحی مسیرهای پیاده اصلی شهر به جای الگوهای متداول شطرنجی، سبب ایجاد زوایای دید متنوع در منظر و افزایش جذابیت و کیفیت فضاهای شهری می‌شود. طراحی بوم‌شناسانه شهر نیز به معنای طراحی منظر شهری است که با هدف ایجاد ارتباط صحیح بین جامعه و محیط زیست، از عناصر طبیعی و فرهنگی منطقه بهره می‌گیرد. این طرح‌ها با توجه به نیازهای متنوع ساکنان و با بهره‌گیری از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر، از پایداری بالایی برخوردار می‌باشد. شهر پردیس به دلیل قرارگیری در منطقه‌ای که از قابلیت بالایی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برخوردار است، امکان مطلوبی برای اجرای طرح‌های بوم‌شناسانه را دارد.

۱. الگوهای غالب در طبیعت شامل الگوی پیچ، مارپیچ، انشعاب، انفجار، ترک خوردگی و انباشتگی هستند. برای اطلاعات بیشتر ر ک. سایمون بل (۱۳۸۶).

پیشینه پژوهش

اکبری و همکاران (۱۳۹۱)، به تحلیل ریخت‌شناسی بافت شهری با رویکرد انرژی کارایی در شهر یزد پرداختند. در این ارزیابی مشخص شد که با تغییر در فرم کالبدی بافت شهری (بلوک‌های مسکونی)، میزان مصرف انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش هر یک از گزینه‌ها تغییر یافت و این موضوع بیانگر تأثیر بعد کالبدی فرم بافت شهر بر میزان وابستگی سوخت‌های فسیلی بود.

رسولی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی روابط کیفیت منظر - شهری و نقش آن در ایجاد حیات اجتماعی و هویت مکانی شهروندان در محدوده نواب شهر تهران پرداختند. طبق یافته‌های مطالعه آنها بین دو متغیر هویت مکانی و کیفیت منظر شهری رابطه معناداری وجود دارد. براساس این قاعده در محدوده نواب، با توجه به سطح نازل کیفیت منظر شهری، هویت مکانی و حس تعلق به مکان و در نتیجه حیات اجتماعی شرایط چندان مناسبی وجود نداشت.

محمدزاده و همکاران (۱۳۹۸)، باهدف شناسایی مهم‌ترین معیارهای زیبایی‌شناختی مسیرهای پیاده در مجموع چهار مسیر پیاده از دو شهر مشهد و گرگان با کمک رویکردهای روش طبقه‌بندی کیفیت بصری و روش ماتریس دستیابی به اقدامات مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش این امکان را برای پژوهشگران ایجاد می‌کند تا با بهره‌برداری از آنها، امکان افزایش کیفیت بصری بیش‌تری از مناظر شهری فراهم شود و از طرف دیگر معیارهای دقیق‌تر و کاربردی‌تر به جای معیارهای انتزاعی مؤثر بر زیبایی مناظر خیابانی شناسایی شوند و روند بررسی زیبایی منظر خیابان‌ها برای طراحان و برنامه‌ریزان محیط شهری تدقیق و تسریع گردد.

بابائی و همکاران (۱۳۹۷)، باهدف پیشنهاد راه‌حلی ارزان و کاربردی برای ساماندهی سیما و منظر شهری و طرحی به منظور افزایش کیفیت زندگی مردم و سرزندگی اجتماعی سایت بین‌المللی دانشگاه امام خمینی (ره) انجام دادند. آنها در نتایج به تحلیل ویژگی‌های شاخص سایت پرداخته و در انتها نیز دستورالعمل طراحی ساماندهی سیما و منظر شهری سایت نیز ارائه شد.

مرادخانی و همکاران (۱۳۹۸)، به شناسایی و مقایسه تطبیقی جداره‌های خارجی متداول مسکن شهری، در قالب روشی بهره گرفته از چرخه حیات ساختمان در پی ارزیابی انرژی نهفته و آلاینده-های زیست‌محیطی در دوره تولید و همچنین انرژی مصرفی دوره بهره‌برداری، پرداخته است. نتایج پژوهش آنها وضعیت نامطلوب و الزام برنامه‌ریزی در سطح مدیریت شهری در رابطه با کاربست جداره-های خارجی مسکن مناطق سه‌گانه شهر سنندج را تأیید کرد.

ساسان‌پور و حکیمی (۱۴۰۲)، به شناسایی و ارزیابی بنیان‌های بوم‌شناختی و ارزیابی تأثیرات آنها بر زیست‌پذیری منطقه یک کلان‌شهر تهران پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که هرچه بنیان‌های بوم‌شناختی در مناطق شهری بیش‌تر و دارای کیفیت بالاتری باشد، نقش آن در زیست‌پذیری مناطق شهری بیش‌تری خواهد بود.

سیلوا و همکاران[1] (۲۰۱۴)، یکپارچه‌سازی فناوری و منابع انتخابی در حوزه آب و انرژی برای ارتقای پایداری منظر شهری را بررسی کردند. تجزیه و تحلیل امکان‌سنجی اقتصادی نشان داد که واحد مفهومی از نظر مالی غیرقابل تحقق است، با این‌حال با برخی مداخلات برای استفاده مجدد از انرژی مازاد و آب و با توجه به هزینه‌های بالاتر که توسط شهرهای دیگر دریافت می‌شود، سرمایه‌گذاری جذاب است. در سناریوی جدید، نرخ بازده داخلی (۱۵ سال) ۲۷/۳ درصد و دوره بازپرداخت با تخفیف ۴/۹ سال بوده است. نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از سنسورهای آبیاری باعث کاهش مصرف آب در ۶۴٪ شد. در تأمین انرژی نیز پانل‌های فتوولتائیک تقاضا را تأمین کرده و مازاد تولید می‌کنند.

هسنا و همکاران[2] (۲۰۱۸)، توسعه یک بهینه‌ساز خودکار برای طراحی منظر شهری پایدار در مصر را انجام دادند. آنها یک بهینه‌ساز مبتنی بر وب برای ارائه طرح‌های منظره‌ای که هدف طراحی معمار، نیازهای آب و هزینه چرخه زندگی را در نظر می‌گیرند، ایجاد کردند. بهینه‌ساز از برنامه‌نویسی پویا استفاده نمود تا فرایندی را فراهم کند که برای هر کشوری که کارخانه DB آن در دسترس است قابل استفاده باشد.

جینگ و همکاران[3] (۲۰۲۰)، یک رویکرد جامع برای بهینه سازی کاربری چندمنظوره بام پشت بام شهری تحت مبحث طراحی پایدار شهری ارائه دادند. یافته‌های این تحقیق برای نمونه مورد مطالعه در شهر پکن نشان داد که گزینه‌های کشاورزی پشت‌بام می‌تواند انعطاف‌پذیری طراحی سیستم انرژی را افزایش می‌دهد وPV گزینه‌ای بهینه از نظر هزینه برای تأمین انرژی پایدار مصرفی است. بعلاوه وجود گلخانه‌ای مطبوع تحت این رویکرد، با کمک به خدمات اکوسیستم تنظیم آب و هوا، به طور بالقوه استفاده از زمین را با محیط زیست پایدار ارائه می‌دهد.

چشم‌مه‌زنگی و همکاران (۲۰۲۱)، زیرساخت‌های سبز برای پایداری شهری را از حیث محتوا، کاربردها و راه‌حل‌های مربوطه در مناطق توسعه نیافته مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها نشان داد که زیرساخت‌های سبز اغلب در زمینه‌های نسبتاً مرفه استفاده می‌شود،

1. Silva et al
2. Hosny et al
3. Jing et al

دومین نیاز رفع شده پتانسیل راه‌حل‌های ساده و کم هزینه زیرساخت‌های سبز برای مناطق شهری توسعه نیافته است.

با توجه به تحقیقات پیشین، تغییرات پویای شرایط فضایی و زمانی، همواره نیازمند به‌روزرسانی و ارتقاء دارند. این تحقیقات برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفظ محیط زیست بسیار دارای اهمیت می‌باشند. تفاوت پژوهش حاضر با تحقیقات قبل، در زمینه بهبود کیفیت منظر و طراحی بوم‌شناسانه شهر و بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر در محیط شهری و ارائه راه‌حل‌های نوین مبتنی بر داده‌های روزآمد برای بهبود کارایی انرژی و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن و نیز نوآوری آن از نظر انجام پژوهش مشابه در فضاهای سبز شهر پردیس بوده است که می‌تواند به شناخت مطلوب‌تر از تأثیرات مصرف انرژی، کارایی انرژی و هزینه‌های مرتبط با مصارف انرژی در طراحی بوم‌شناسانه شهر منجر گردد. اگر کیفیت منظر به‌عنوان مؤثرترین عامل در طراحی بوم‌شناسانه شهر در نظر گرفته نشود، فرصت‌های بهبود در این حوزه تبدیل به تهدید خواهد شد و امکان بهره‌برداری مناسب از منابع تجدیدپذیر وجود نخواهد داشت. بنابراین از دست دادن اطلاعات و نداشتن نتایج قابل مقایسه و قابل استفاده برای تحقیقات و مطالعات آینده در زمینه طراحی بوم‌شناسانه شهر و همچنین منجر به عدم پذیرش ایده و طرح‌های طراحی بوم‌شناسانه شود.

روش انجام پژوهش

در این پژوهش روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و از نظر هدف کاربردی بود. جامعه پژوهشی مجموعه‌ای متشکل از مدیران و کارشناسان فعال در کیفیت منظر شهری و انرژی‌های تجدیدپذیر در مجموعه شهرداری، انجمن مهندسین و نظام مهندسی شهر پردیس بوده است. حجم جامعه ۳۴ نفر بود و با توجه قابلیت سنجش روش PLS - Smart با حجم نمونه اندک طبق اطلاعات جدول۲، در این تحقیق سعی شده از تمام افراد فعال در رابطه با متغیر مورد بررسی، به‌عنوان نمونه تحقیق استفاده می‌شود. این پژوهش با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته نظرات نمونه را جمع آوری کرده است و تأیید روایی با نظر اساتید، پایایی با آلفای کرونباخ ۰/۷۹۸ و نیز پایایی ترکیبی متغیرها ۰/۸۷۶ تأیید شد.

جدول ۲. تعداد حجم نمونه با توجه به جامعه آماری پژوهش

جایگاه	فراوانی	درصد
مدیر	۹	۲۶/۹
کارآفرین	۲	۵/۹
کارشناس	۱۵	۴۴/۱
کارمند/نیروی کار	۸	۲۳/۵
جمع	۳۴	۱۰۰ درصد

برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش از پرسشنامه محقق‌ساخته شامل ۲بخش «وضع موجود» و «اهمیت» در مقیاس پنج درجه‌ای لیکرت برای شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شناسایی شده شامل مؤلفه‌های: زیست‌محیطی (۱۴ گویه)، عملکردی-خدماتی (۷ گویه)، زیبایی‌شناختی (۱۰ گویه)، کالبدی-ساختاری (۹ گویه)، فرهنگی-اجتماعی (۱۰ گویه)، اقتصاد شهری (۶ گویه)، ادراکی-معنایی (۸ گویه) و محیط شهری (۱۰ گویه) می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- الف. ابعاد و شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه

ابعاد کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه	شاخص‌ها	سنجه یا گویه
طراحی بوم‌شناسانه	زیست-محیطی	کاهش آلودگی‌های شهری، رعایت الزامات زیست‌محیطی بومی شهر، کاهش آلودگی در تولید انرژی، روشهای تولید انرژی پاک در شهر، اصلاح روشهای مصرف انرژی در شهر، بهبود چرخه مصرف انرژی در شهر، حمایت از چشم‌اندازهای طبیعی و بومی، استفاده چند منظوره از فضاهای سبز شهری، کیفیت چشم اندازهای مصنوعی، افزایش بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه فضای سبز مصنوع، کارایی از نظر مصرف انرژی، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، حفاظت از زیست‌بوم‌ها و منابع طبیعی شهر
	فرهنگی-اجتماعی	عزت، اعتماد به نفس و حس مشارکت در اجرای طرحها، حمایت از سلامتی و ایمنی اجتماعی در فضاهای شهری، کیفیت زندگی اجتماعی و همگانی، میزان خود اتکایی شهری در تولید انرژی ارزان و پاک، میزان نظارت و مراقبت غیر محسوس، فرصت هایی برای تولید انرژی‌های نو، همگانی بودن و دردسترس بودن انرژی، محیط اجتماعی هدایت کننده و تقویت کننده حس مکان، برخورداری از فضاهای سرزنده و هویت‌بخشی اجتماعی، توجه به جامعه محلی
	محیط-شهری	کیفیت منظر شهری خوب، کیفیت سلامت محیط، مقیاس انسانی (پیاده) در نصب درخت توربین بادی، مسئولیت‌پذیری مبتنی بر بوم‌شناسی، طراحی بوم‌شناسانه یک روش جدید در بهبود محیط شهری، پاسخگویی به ویژگی‌ها و نیازهای بافت محلی، تغییر درالگوی تولید انرژی در شهر، وجود آلودگی های تاثیرگذار بر زندگی انسانی، وضعیت پوشش گیاهی و عناصر مصنوع، استقرار روشهای تولید انرژی نو در فضاهای شهری

جدول ۳- ب. ابعاد و شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه

ابعاد کیفیت منظر بر طراحی بوم-شناسانه	شاخص‌ها	سنجه یا گویه
انرژی‌های تجدیدپذیر	عملکردی (خدماتی) اقتصاد شهری	سازگاری فعالیتهای تولید انرژی در زیست‌بوم شهری، امنیت محیط برای فعالیتها، کیفیت عرصه همگانی با رویکردهای جدید تولید انرژی پاک، کاربری و فعالیت‌های مختلط، توزیع پارکهای تولید انرژی شهری، میزان نفوذپذیری خیابانها، کارایی زیست‌بوم از نظر تولید انرژی پاک و فضای سبز صرفه‌های اقتصادی در ساماندهی انرژی، بهبود الگوی مصرف، ارزان بودن انرژی، توزیع مناسب خدمات، صرفه‌جویی در منابع انرژی ،طراحی فضای-سبز جدید با کارایی تولید انرژی
کیفیت منظر شهری	زیبایی-شناختی	میزان امنیت خیابانها با تولید انرژی در دسترس، سرزندگی و تنوع استفاده محیط‌شهری، کیفیت عرصه‌های عمومی شهر، بکارگیری درخت توربین بادی در فضاهای‌سبز، کیفیت ادراک محیط شهری، کیفیت منظر عینی شهر، خوانایی و ادراک سیمای شهر، نصب پنلهای کوچک خورشیدی در ساختمانها، کارآیی و میزان مصرف انرژی در محیط، کیفیتهای مورد نظر مردم برای افزایش هویت و زیبایی شهر
	کالبدی (ساختاری)	افزایش پیوستگی منظر سبز خیابان بر مبنای فرایند انرژی پاک، بیان واضح فرم قرارگاههای مصنوع، کیفیت خدمات حمل و نقل و ارتباطات، طراحی و نصب پنلهای خورشیدی، دید و چشم انداز طبیعی، کیفیت فضاهای سبز و عمومی، کیفیت فضاها و بناها، کیفیت چیدمان درخت توربین بادی در فضاهای سبز، ارتباط روش‌های تولید انرژی تجدیدپذیر با نیازهای انسان
	معنایی- ادارکی	حس تعلق شهروندان به محیط شهر، کاهش آلودگی‌های بصری در منظر شهری، کیفیت اقلیم خرد (آسایش اقلیمی)، میزان استفاده از انرژی‌های در دسترسی، طراحی ابنیه کم مصرف از لحاظ مصرف انرژی، میزان تجارب حسی مثبت، تداعی و هویت معنایی شهر، خوانایی و تناسبات بصری

پردازش تحقیق در دو مرحله انجام گردید: مرحله اول با استفاده از روش Fuzzy TOPSIS و (Run in Excel) اهمیت کامپوننت مشخص شد. در مرحله دوم، روابط بین مؤلفه‌ها با استفاده از روش SEM در نرم‌افزار PLS - Smart بررسی گردید. داده‌های مورد نیاز برای مرحله دوم مانند پرسشنامه «وضعیت موجود» مرحله اول بود. پایایی ابزار دارای مقادیر آلفای کرونباخ و نیز پایایی ترکیبی متغیرها با ضریب ۰/۷۹۸ و ۰/۸۷۶ تأیید گردید (جدول ۴).

جدول ۴. شاخص‌های کیفیت منظر شهری و طراحی پایدار شهری

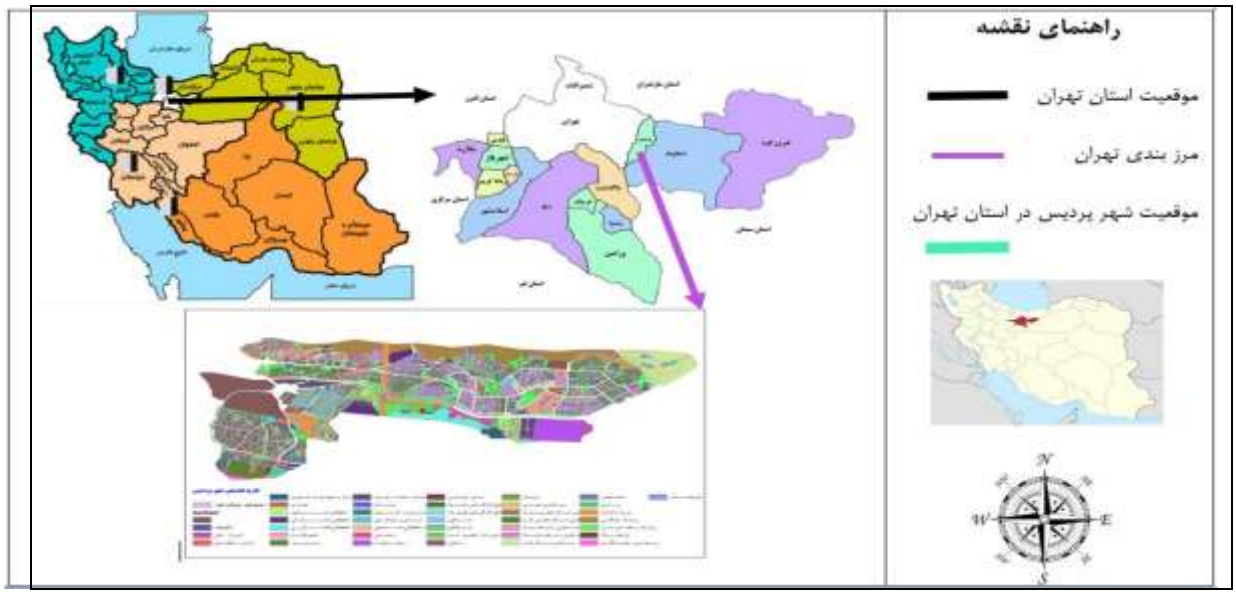
موضوع	ابعاد	تعداد گویه	مقدار آلفای کرونباخ
منظر و طراحیبوم¬شناسانه شهر	کالبدی (ساختاری)	۹	۰/۸۳
	زیست‌محیطی	۱۴	۰/۸
	معنایی- ادراکی	۸	۰/۸
	زیبایی‌شناختی	۱۰	۰/۷۸
	فرهنگی - اجتماعی	۱۰	۰/۷۵
	محیط شهری	۱۰	۰/۷۵
	عملکردی (خدماتی)	۷	۰/۷۲
	اقتصاد شهری	۶	۰/۷۲
		۷۴	

دیاگرام فرایند تحقیق در شکل ۳، نشان داده شده است.

شکل ۲. فلوچارت پژوهش

محدوده مورد مطالعه

شهر پردیس در استان تهران واقع شده است و جمعیت این شهر بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ ایران ۷۳/۳۶۳ نفر (۲۳/۹۳۸ خانوار) است. پردیس با شهرستان‌های دماوند در شرق، تهران در غرب، شمیرانات در شمال و پاکدشت در جنوب همجوار است. شهر جدید پردیس با ۴۲۰۰ هکتار وسعت در محور تهران _ آبعلی و در ۱۷ کیلومتری پایتخت واقع شده است. این شهر نوپا از شمال به سلسله کوه‌های البرز، از غرب به منطقه جاجرود، از شرق به بومهن و از جنوب به روستاهای کرکشت و طاهر آباد محدود می‌شود . از نظر آب و هوایی، پردیس دارای آب و هوای معتدل کوهستانی و چهار فصل و شیب و پوشش گیاهی مناسب است. شهر جدید پردیس دارای حریم شهری ۹۰ کیلومتری و ۱۰ فاز است که فازهای یک، دو، سه، چهار، پنج، هشت و یازده کاربری مسکونی دارند (علیزاده، ۱۴۰۰).



شکل۳. موقعیت جغرافیایی شهر پردیس

یافته‌ها

رتبه‌بندی متغیرها در FUZZY

در راستای پاسخگویی به سوال اول پژوهش؛ که شاخص‌های کیفیت منظر و طراحی بوم‌شناسانه شهر در شهر پردیس کدامند؟ مهم‌ترین متغیرهای شناسایی شده ارتقای کیفیت منظر مبتنی بر طراحی بوم‌شناسانه در شهر پردیس طبق نظرسنجی انجام گرفته باتوجه به تجزیه و تحلیل فازی صورت گرفته، شامل: مؤلفه زیست‌محیطی، عملکردی-خدماتی، زیبایی‌شناختی، کالبدی-ساختاری، فرهنگی-اجتماعی، اقتصاد شهری، ادراکی-معنایی و محیط شهری هستند که در بهبود کیفیت منظر شهر تأثیر به‌سزایی خواهند داشت. مقادیر نرمالایز شده هر یک از مؤلفه‌ها و سایر اطلاعات تکمیلی (جدول ۵) مهم‌ترین مؤلفه تأثیرگذار و دارای اولویت‌بندی را برای تقویت جایگاه طراحی منظر با کیفیت در شهر پردیس و نقش طراحی پایدار شهری با رویکرد به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر را ایفاء می‌کنند.

جدول ۵. وزن‌دهی معیارها و رتبه‌بندی معیارها در وضع موجود بر اساس مقادیر

مؤلفه ها	رتبه	C1	C2	.	C34	مقادیر Cci	مقادیر نرمالایز شده
زیست‌محیطی	۸	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۳۳۵	۰/۰۹۸۴
عملکردی-خدماتی	۲	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۴۶۸	۰/۱۳۷۶
زیبایی شناختی	۶	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۴۱۳	۰/۱۲۱۳
کالبدی-ساختاری	۴	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۴۲۲	۰/۱۲۴۱
فرهنگی-اجتماعی	۷	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۳۹۸	۰/۱۱۷۱
اقتصاد شهری	۳	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۴۴۵	۰/۱۳۰۹
ادراکی-معنایی	۱	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۵۰۰	۰/۱۴۶۹
محیط شهری	۵	(۰/۷۵، ۰/۹۷، ۰/۹۸)	(۰/۷۷، ۱، ۱)	.	(۰/۵۵، ۰/۷۶، ۰/۸۷)	۰/۴۲۰	۰/۱۲۳۵

مقادیر CC (شاخص شباهت) حاکی از تأثیرات مثبت و جایگاه بالاتر هر یک از مؤلفه‌ها در بهبود کیفیت منظر شهر پردیس خواهد بود و از آنجایی که رتبه‌بندی نهایی براساس مقادیر CC انجام گرفت، لذا هرچه این مقدار بیش‌تر باشد، به‌عنوان مؤلفه/ بعد موفق‌تر معرفی می‌شوند. جدول ۶، نتایج به‌دست آمده از رتبه‌بندی cc را ارائه کرده است. به ترتیب: معیارهای A7 (معنایی–ادراکی)، A2 (عملکردی–خدماتی)، A6 (اقتصاد شهری)، A4 (کالبدی–ساختاری)، A8 (محیط شهری)، A3 (زیبایی‌شناسی)، A5 (فرهنگی–اجتماعی) و A1 (عوامل زیست‌محیطی) با مقادیر شاخص شباهت به ترتیب برابرند با: ۰/۵۰، ۰/۴۹۸، ۰/۴۴۵، ۰/۴۲۲، ۰/۴۲، ۰/۴۱۳، ۰/۳۹۸ و ۰/۳۳۵ که در رتبه‌های اول تا هشتم در ارتقای کیفیت منظر شهر پردیس قرار می‌گیرند.

جدول۶. رتبه‌بندی معیارها در وضع موجود بر اساس مقادیر CC

معیار	رتبه	مقادیر Cci	مقادیر نرمالایز شده
زیست‌محیطی	۸	۰/۳۳۵	۰/۰۹۸
عملکردی–خدماتی	۲	۰/۴۶۸	۰/۱۳۷
زیبایی شناختی	۶	۰/۴۱۳	۰/۱۲۳
کالبدی–ساختاری	۴	۰/۴۲۲	۰/۱۲۴
فرهنگی–اجتماعی	۷	۰/۳۹۸	۰/۱۱۷
اقتصاد شهری	۳	۰/۴۴۵	۰/۱۳۰
ادراکی–معنایی	۱	۰/۵۰۰	۰/۱۴۶
محیط شهری	۵	۰/۴۲۰	۰/۱۲۳

آنالیز یافته‌های معادلات ساختاری‌تفسیری

پایایی و روایی مدل ساختاری تفسیری پیشنهادی در روش معادلات ساختاری تفسیری (جدول ۴): مقادیر آلفای کرونباخ (بالاتر ۰/۷۱ بوده است)، همچنین مقادیر Rho (بالاتر ۰/۷۲ بوده است)، همچنین پایایی ترکیبی یافته‌های این پژوهش نیز (بالاتر ۰/۸۱ می‌باشد) و نیز میانگین مقدار استخراج شده (بیش‌تر ۰/۵۳ می‌باشد) استفاده شده است. پایایی و روایی پرسشنامه‌ها تأیید شده است.

جدول ۴. ارزیابی پایایی و روایی پرسشنامه‌های در دسترس برای مدلسازی مسئله

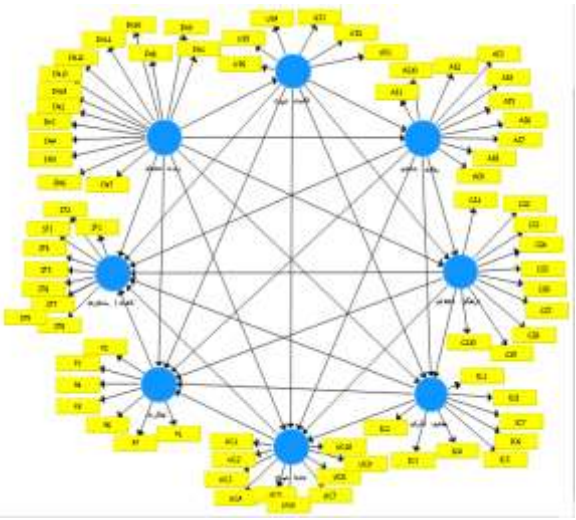
موضوع	ابعاد	تعداد گویه	مقدار آلفای کرونباخ	Rho	پایایی ترکیبی	میانگین مقدار استخراج شده (AVE)
طراحی شهری پایدار و منظر شهری	کالبدی (ساختاری)	۹	۰/۸۳	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۵۳
	زیست‌محیطی	۱۴	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۵۹
	معنایی- ادراکی	۸	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۵۲
	زیبایی شناختی	۱۰	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۷۲	۰/۵۵
	فرهنگی - اجتماعی	۱۰	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۵۶
	محیط شهری	۱۰	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۵۳
	عملکردی (خدماتی)	۷	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۵۳
	اقتصاد شهری	۶	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۵۳
پرسشنامه		۷۴				

ارزیابی برازش مدل معادلات ساختاری تفسیری، در این پژوهش از آزمون‌های نیکویی برازش بهره گرفته است. ماهیت این آزمون‌ها بر مبنای آزمون کای‌اسکوئر است. در جدول ۵، سه معیار برای برازش نتایج تحقیق حاضر در نظر گرفته می‌شود. برازندگی مدل با مقادیر قابل قبول برای این تحقیق و نتایج به‌دست آمده از آن تأیید می‌شود.

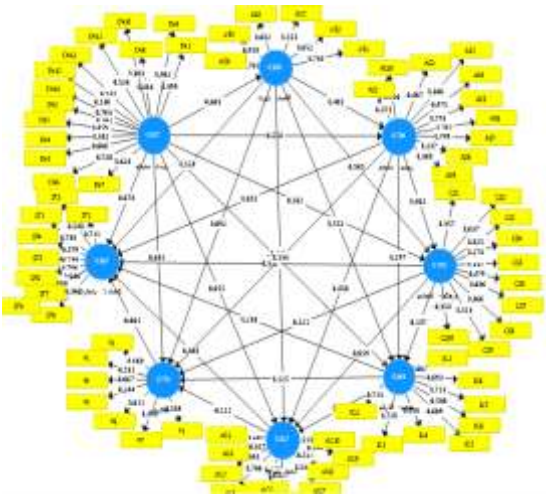
جدول۷. ارزیابی برازندگی مدل پیشنهادی مسئله

ردیف	نام آزمون	چه زمانی مدل برازنده است؟	میزان در مدل	نتیجه
۱	χ2	معنادار باشد (sig < ۰/۰۵)	۰/۰۱	مدل برازنده است
۲	RMR	هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد.	۰/۰۱۶	مدل برازنده است
۳	NFI	باید بزرگتر از ۰/۹ باشد.	۰/۹۹	مدل برازنده است

مدل پیشنهادی برای رابطه‌سنجی مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر شهری و طراحی پایدار شهری در شهر پردیس طراحی شد و سپس از بهینه‌سازی این مدل میزان تأثیرات مثبت و سازنده و منفی و غیر سازنده، مؤلفه‌های ۸ گانه: مؤلفه‌های طراحی شهری پایدار شامل: زیست‌محیطی، کالبدی–ساختاری و عملکردی (خدماتی)، همچنین مؤلفه‌های منظر شهری شامل: زیبایی‌شناختی، فرهنگی–اجتماعی، معنایی– ادراکی، اقتصاد شهری و محیط شهری بر یکدیگر مشخص می‌شوند (شکل۴). دایره‌های آبی در شکل معرف و مربوط به معیارهای اصلی و مؤلفه‌های آن‌ها هست و مستطیل‌های زرد رنگ متصل به هر معیار در مدل نیز گویه‌های هر مؤلفه را نشان می‌دهند که با علائم اختصاری مربوط به حروف انگلیسی (حروف اصلی کلمه انگلیسی هر مؤلفه) در آن نمایش داده شده است. مدل نهایی همراه با پردازش‌های مدل ساختاری نهایی به‌دست آمده (شکل ۵) شامل ارتباطات معنادار بین معیارها با یکدیگر و زیرمعیارها با معیار مربوط به آن است، به‌دست آمده است. شکل‌های ۴ و ۵، از خروجی‌های اصلی نرم‌افزار PLS - Smart و روش معادلات ساختاری تفسیری است.



شکل۴. مدل ساختاری طراحی شده در نرم‌افزار PLS - Smart



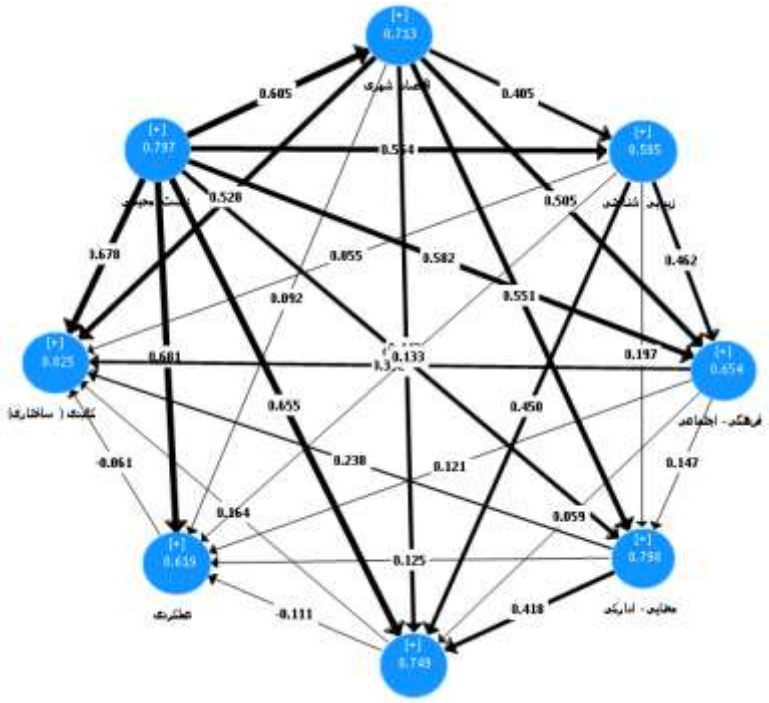
شکل۵. مدلسازی ساختاری به‌دست آمده نهایی

تأثیر متقابل شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه-های ارتقای کیفیت منظر شهری

شکل۶، مدل تأثیر مستقیم شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر شهری رانشان می‌دهد. هرچه تأثیر متقابل مؤلفه‌ها نسبت به هم به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، میزان اثر مؤلفه‌ها بر یکدیگر بیش‌تر و قوی‌تر است. نتایج به‌دست آمده از تحلیل داده‌ها در PLS - Smart نشان می-دهد، تأثیر متقابل شاخص‌های طراحی شهری پایدار بر مؤلفه-های ارتقای منظر شهری به شرح زیر است:

- ✓ مؤلفه زیست‌محیطی به میزان ۶۵ ٪ بر مؤلفه محیط شهری تأثیر مستقیم سازنده دارد.
- ✓ مؤلفه زیست‌محیطی به میزان ۶۰ ٪ بر مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست‌محیطی به میزان ۵۵ ٪ بر مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست‌محیطی به میزان ۵۵ ٪ بر مؤلفه فرهنگی–اجتماعی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست‌محیطی به میزان ۴۵ ٪ بر مؤلفه معنایی–ادراکی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۵۳ ٪ بر مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۵ ٪ بر مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۳۵ ٪ بر مؤلفه فرهنگی–اجتماعی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۳۴ ٪ بر مؤلفه معنایی–ادراکی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۱۶ ٪ بر مؤلفه محیط شهری تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.

- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۱۳ ٪ بر مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عمکلردی(خدماتی) به میزان ۱۲٪ بر مؤلفه فرهنگی–اجتماعی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۱۲ ٪ بر مؤلفه معنایی–ادراکی تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۹ ٪ بر مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۱۱ ٪ – بر مؤلفه محیط شهری تأثیر مستقیم معکوس دارد.



شکل۶. تأثیر مستقیم شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر شهری

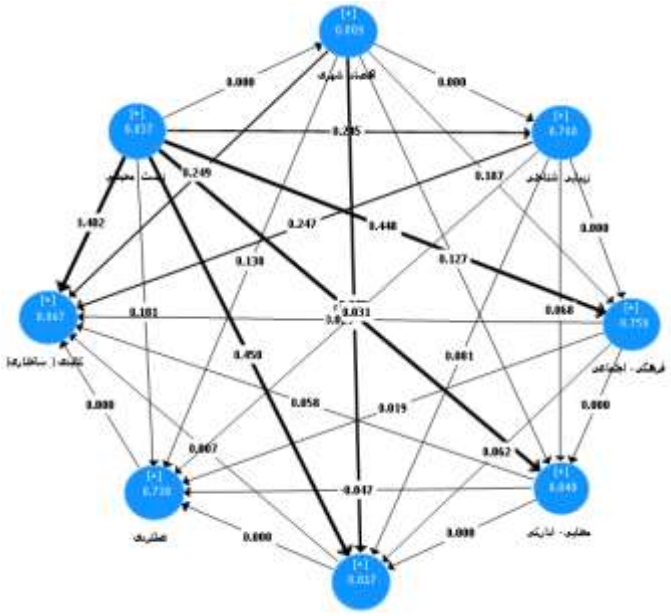
تأثیر غیرمستقیم شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر شهری

شکل ۷، نتایج به‌دست آمده از تحلیل داده‌ها در PLS - Smartنشان می‌دهد. تأثیر غیرمستقیم شاخص‌های طراحی شهری نسبت به یکدیگر شامل مقادیر زیر است:

- ✓ مؤلفه زیست محیطی به میزان ۴۵ ٪ با مؤلفه معنایی–ادراکی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست محیطی به میزان ۴۵ ٪ با مؤلفه محیط شهری تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست محیطی به میزان ۴۵ ٪ با مؤلفه فرهنگی–اجتماعی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست محیطی به میزان ۲۴ ٪ با مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه زیست محیطی به میزان ۰/۰ با مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر غیر مستقیم ندارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۲۵ ٪ با مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۲۵ ٪ با مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۶ ٪ با مؤلفه معنایی–ادراکی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۱ ٪ با مؤلفه فرهنگی–اجتماعی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه کالبدی–ساختاری به میزان ۰۷ ٪ با مؤلفه محیط شهری تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.

- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۱۴ ٪ با مؤلفه اقتصاد شهری تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۹ ٪ با مؤلفه زیبایی شناختی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عمکلردی (خدماتی) به میزان۲ ٪ با مؤلفه فرهنگی-اجتماعی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۴ ٪ با مؤلفه معنایی-ادراکی تأثیر غیر مستقیم سازنده و معنادار دارد.
- ✓ مؤلفه عمکلردی (خدماتی) به میزان ۰/۰ نشان می‌دهد با مؤلفه محیط شهری تأثیر غیر مستقیم ندارد.

با توجه به مدل ساختاری به‌دست آمده، معیار زیست‌محیطی بیش‌ترین تأثیر غیر مستقیم را بر سایر معیارها دارد که به ترتیب برابر است با: معنایی-ادراکی، محیط شهری و فرهنگی-اجتماعی و ... .



شکل ۷. تأثیرات غیرمستقیم شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر شهری

بحث و نتیجه‌گیری

شهر پردیس در شمال شرق تهران بزرگ واقع شده که با جذب جمعیت و شهرک‌سازی‌های گسترده و قابل توجه، نیازمند ایجاد زیرساخت‌های توسعه فضای سبز در جهت ایجاد منظر شهری پایدار با هدف تبدیل شدن به یک شهر خود اکتفا و مولد انرژی به جای مصرف‌گرایی است. موقعیت جغرافیایی این شهر و ضرورت ایجاد منظر شهری مطلوب از طریق شناسایی شاخص‌های مرتبط در آن دارای اهمیت بالایی است. بنابر جایگاه ارزشمند منظر شهری و نیز کیفیت و ضرورت استفاده از انرژی‌های پاک و در دسترس برای طراحی بوم‌شناسانه شهری، به نظر می‌رسد شهرهای ایران و حتی شهر جدید پردیس دچار کاستی‌هایی اساسی می‌باشند. هدف این پژوهش شناسایی شاخص‌های کارآمد و تأثیرگذار بر بهبود منظر شهری با رویکرد زیست‌بوم پایدار است که بر بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در شهر پردیس تاکید دارد.

از این‌رو به منظور دست‌یابی به اهداف پژوهش از روش تاپسیس فازی با طیف ۵ درجه‌ای لیکرت (برای رتبه‌بندی متغیرهای شناسایی شده) در Excel و روش معادلات ساختاری تفسیری در نرم‌افزار PLS - Smart برای رابطه-سنجی کیفیت منظر و طراحی بوم‌شناسانه شهر بهره‌گیری شد. برای انجام مراحل پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهر، بر مبنای وضعیت موجود و کسب جایگاه مطلوب انجام پذیرفت و با استفاده از رتبه‌بندی معیارها در تاپسیس فازی، مقادیر (محاسبه شاخص شباهتCC) براساس مقادیر کسب شده در جدول ۳، تعیین شد. همچنین موفق‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های این حوزه برای سیمای مطلوب که دستیابی به طراحی پایدار برای نسل‌های جاری و آتی را نیز فراهم می‌آورد. به ترتیب شامل: شاخص A7 (معنایی-ادراکی)، شاخص A2 (عملکردی-خدماتی)، شاخص A6 (اقتصاد شهری)، شاخص

A4 (کالبدی-ساختاری)، شاخص A8 (محیط شهری)، شاخص A3 (زیبایی شناسی)، شاخص A5 (فرهنگی-اجتماعی) و شاخص A1 (عوامل زیست محیطی) با مقادیر شاخص شباهت به ترتیب برابرند با: ۰/۵۰، ۰/۴۹۸، ۰/۴۴۵، ۰/۴۲۲، ۰/۴۲، ۰/۴۱۳، ۰/۳۹۸ و ۰/۳۳۵ که در رتبه‌های اول تا آخر به ترتیب قرار گرفتند.

در ادامه برای ارزیابی صحت مدل‌سازی ساختاری تفسیری انجام شده در نرم‌افزار PLS - Smart حاکی از: تأیید مقادیر آلفای کرونباخ و نیز پایایی ترکیبی متغیرها ۰/۷۹۸ و ۰/۸۷۶ برای تمامی معیارهای طراحی بوم‌شناسانه شهر و کیفیت منظر می‌باشد. برازش مدل ساختاری نهایی ارائه شده با در نظر گرفتن سه مؤلفه: $\chi 2$، RMR و NFI نتایج به‌دست آمده نیز مورد تأیید بود. ارزیابی و آنالیز وضعیت آمار توصیفی (میانگین حسابی) ۳ «طراحی بوم‌شناسانه» و ۳ «شاخص ارتقای منظر شهری» ۲ «کیفیت منظر» نشان می‌دهد که تأثیر رعایت الزامات شاخص‌های بوم‌شناسانه شهر و بکارگیری آنها بر مؤلفه‌های ارتقای کیفیت منظر با میزان شاخص زیست‌محیطی به میزان با مؤلفه محیط شهری ۶۵ ٪، مؤلفه اقتصاد شهری ۶۰ ٪، مؤلفه زیبایی‌شناختی ۵۵ ٪، مؤلفه فرهنگی-اجتماعی ۵۵٪ و مؤلفه معنایی-ادراکی ۴۵٪ تأثیر مستقیم و سازنده دارد. شاخص کالبدی – ساختاری به میزان ۵۳ ٪ بر مؤلفه اقتصاد شهری، ۵ ٪ بر مؤلفه زیبایی‌شناختی، ۳۵ ٪ بر مؤلفه فرهنگی-اجتماعی، ۳۴ ٪ بر مؤلفه معنایی-ادراکی و ۱۶ ٪ بر مؤلفه محیط شهری تأثیر مثبت و سازنده دارد. مؤلفه عملکردی (خدماتی) به میزان ۱۳ ٪ بر مؤلفه زیبایی‌شناختی، ۱۲ ٪ بر مؤلفه فرهنگی-اجتماعی، ۱۲ ٪ بر مؤلفه معنایی-ادراکی، ۹ ٪ بر مؤلفه اقتصاد شهری رابطه مستقیم و سازنده دارد. و نیز به میزان ۱۱ ٪ – بر مؤلفه محیط شهری تأثیر غیرمستقیم و معکوس را نشان می‌دهد.

نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات قبلی، اعم از رسولی و همکاران (۱۳۹۵)، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۸)، مرادخانی و همکاران (۱۳۹۸) و جینگ و همکاران (۲۰۲۰)، در رابطه با تأثیر کیفیت منظر شهری بر زندگی افراد همخوانی دارد. اما نتایج ما با چشم‌مه‌زنگی و همکاران (۲۰۲۱) و سیلوا و همکاران (۲۰۱۴) در تضاد است. بنابراین نیازمندی به تقویت کیفیت منظر شهری و ایجاد زیرساخت‌های توسعه طراحی شهری بومی با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و توزیع همگانی برای تأمین منابع مالی گسترده است.

با تحلیل‌های انجام شده در این پژوهش و در نظر گرفتن کاستی موجود در متغیرها، شاخص‌های موثر بر بهبود کیفیت منظر منطبق بر زیست‌بوم شهر پردیس برای کارشناسان و مدیریت شهری می‌توانند، در جهت توجه به هریک از شاخص‌های کیفیت منظر بر طراحی بوم‌شناسانه شهری و بکارگیری شاخص‌های فوق با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با افزایش نوآوری در روش‌های بهبود منظر و آینده شهر پاک را تقویت نمایند. همچنین شناخت نقش شاخص‌های کاربردی طراحی بوم‌شناسانه شهر، در تقویت کیفیت منظر زیست‌بوم محیط شهری و معنایی- ادراکی شهر پردیس کمک به‌سزایی خواهد کرد.

راهکارها

با عنایت به یافته‌های پژوهش راهکارهای زیر برای ارتقای کیفی منظر شهری بوم‌شناسانه پیشنهاد می‌شود:

- ✓ توجه به ابعاد کیفی منظر در طراحی فضاهای عمومی شهر پردیس طبق با تقویت مؤلفه کالبدی_ساختاری در طراحی مبتنی بر بومی شهر؛
- ✓ بکارگیری فناوری‌های سبز در تولید انرژی خورشیدی و بادی، به منظور کاهش مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌های محیطی در فضای سبز شهر با توجه به اهمیت مؤلفه زیست-محیطی در ارتقای کیفی منظر شهر؛
- ✓ ایجاد فضاهای سبز پایدار، همچون پارک‌ها، باغ‌ها و فضاهای باز، برای ایجاد محیط زیستی مطلوب برای ساکنان برای بهبود محیط شهری؛
- ✓ ارائه آموزش‌های لازم به ساکنان و اهالی منطقه در رابطه با استفاده مناسب از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر، با هدف بهره‌برداری بهینه از منابع در جهت تقویت مؤلفه فرهنگی_اجتماعی و نقش مشارکت و آگاهی مردم در ایجاد محیط پایدار شهری.

References

Akhgari sang Atash, Z., Mirkarimi, S.H., Mohammadzadeh, M,. & Salman Mahini, A.R. (2018). *Clarification streetscape visual quality criteria with visual quality classification method and measures achievement matrix, case study: Mashhad and Gorgan footpaths, Urban Ecology Journal*, 10(20), 57-76. (In Persian)

Aminzadeh, B. (2015). The book of Values in Urban Landscape Design: Sustainability, Beauty and Identity. *Publishing and Printing Institute of Tehran University, Iran*, 37-55.(In Persian)

Antrop, M. (2006). Sustainable landscapes: contradiction, fiction or utopia? Landscape and Urban Planning, 75(3–4), 187–197. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.014

Bahmani, S., Motahari, S., Burhani, F., & Rasouli, S.H. (2015). Investigating the effects of urban landscape quality on defining urban identity in the city. *The 5th National Conference on Sustainable Development in the Sciences of Geography and Planning, Architecture and Urban Planning, Center for Sustainable Development Solutions - Mehr Arvand Institute of Higher Education*. Tehran, Iran. (In Persian)

Babaei, R., Sanmari, M.M., & Fatemi, M. (2017). *The urban landscape design of the residential complex of Mir Emad Qazvin is based on the strengthening of sustainable socio-economic dimensions.* Master's thesis, Faculty of Art and Architecture, Imam Khomeini International University (RA), Iran. (In Persian)

Cheshmehzangi, A., Butters, C., Xie, L., Dawodu, A. (2021). Green infrastructures for urban sustainability: Issues, implications, and solutions for underdeveloped areas. *Urban Forestry & Urban Greening*,13(4), 127028. DOI:10.1016/j.ufug.2021.127028

Carmona, M., Heath, T., Oc, T. & Tiesdell, S. (2002). *Public Places-Urban Spaces.* Architectural Press, Oxford.

Gholipurdamieh, T., & Haider, J. B. (2022). Identifying and explaining the components of improving landscape quality based on sustainable urban design indicators under the Clean City approach. *Discourse on urban design, a review of contemporary literature and theories*, 2(4), 58-45. (In Persian)

Ghadiri, M., & Shahrbabaki, S. (2015). Comparative analysis of landscape quality and services of Bam neighborhoods. *Scientific and research quarterly of research and urban planning*, 7(25), 173-190. (In Persian)

Hu, G., Ma, X., Ji, J. (2019). Scenarios and policies for sustainable urban energy development based on LEAP model – A case study of a postindustrial city: Shenzhen China. *Applied Energy*, 238: 876-886. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.01.162

Singh, K., & Hachem-Vermette, C. (2021). Economical energy resource planning to promote sustainable urban design. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 137, 110619. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110619

Haji Ali Akbari, H., Bahraini, S.H., & Ghale Noi, M. (2011). *Morphological analysis of urban fabric with energy efficiency approach, case example*: Yazd city. Master's thesis in urban planning, Faculty of Art and Architecture, Isfahan University of Arts, Iran. (In Persian)

Hosny, O. A., Dorra, E. M., Tarabieh, K. A., Nassar, K. A., Zahran, S., Amer, M., & Ibrahim, A. (2018). Development of an automated optimizer for sustainable urban landscape design. Automation in Construction, 94, 93–103. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.031

Juaidi, A., AlFaris, F., Saeed, F., Salmeron-Manzano, E., & Manzano-Agugliaro, F. (2019). Urban design to achieving the sustainable energy of residential neighbourhoods in arid climate. Journal of Cleaner Production, 228, 135–152. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.269

Jing, R., Hastings, A., & Guo, M. (2020). Sustainable Design of Urban Rooftop Food-Energy-Land Nexus. IScience, 23(11), 101743. https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101743

Meshkini, A., Rostam Maidan, A., Ahdanjad, M., & Mahmoudzadeh, H. (2021). Explaining the livable eco-city pattern of Tabriz metropolis with fuzzy model. *Scientific Quarterly of Urban Ecology Research*, 12(23), 69-88. (In Persian)

Mortezaei, G., Mohammadi, M., Nasrallahi, F., & Ghale Nui, M. (2016). A morphological-typological analytical framework of urban tissues from the perspective energy efficiency: a case study of Sepahan Shahr. *Quarterly Journal of Energy Planning and Policy Studies*, 3(4), 177-147. (In Persian)

Moradkhani, A., Nik Kadam, N., & Tahbaz, M. (2018). Evaluation of energy consumption and equivalent carbon emissions in the life cycle of common exterior walls of urban housing, an approach to sustainable energy development (case study: areas of Sanandaj city). *Journal of Human Settlements Planning Studies*, 14(4), 1035-1056. (In Persian)

Modarres, A. (2017). Commuting, energy consumption, and the challenge of sustainable urban development. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 25: 1-7(In Persian).

Mohed, S., & Tabibian, M. (2017). Analyzing attitudes and using the knowledge of urban ecology in planning; Looking at case examples from national to local programs. *Environmental Science and Technology*, 20(2), 169-189. (In Persian)

Rozbahani, M., Janbazghobadi, Gh., Trustee, S., & Azimi Amoli, J. (2021). Revealing and regional analysis of urban green cover changes in 22 districts of Tehran. *Scientific Quarterly of Urban Ecology Research*, 12(25), 49-68. (In Persian)

Shafai, S., Alikhani, B., & Saseh, M. (2017). *The role of solar energy in the sustainable development of Tehran (a case study of buildings).* Specialized Ph.D. Thesis, Faculty of Geographical Sciences, Khwarazmi University, Iran. (In Persian)

Sasanpour, F., & Hakimi, M. (1402). The Impact of Ecological Fundamentals and Their Effect on Livability of Urban Areas (Case Study: District 1-Tehran). *Journal of Urban Ecology Researches*, 14(Vol 1. Series 30). (In Persian)

Silva, M. D. F. M. e, Calijuri, M. L., Sales, F. J. F. de, Souza, M. H. B. de, & Lopes, L. S. (2014). Integration of technologies and alternative sources of water and energy to promote the sustainability of urban landscapes. Resources, Conservation and Recycling, 91, 71–81. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.07.016

Singh, K., & Hachem-Vermette, C. (2021). *Economical energy resource planning to promote sustainable urban design*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

Wheeler, S.M. (2016). *Planning for sustainability: Creating livable, equitable and ecological communities.* New York: Routledge.

Xu, X., Sun, S., Liu, W., García, E. H., He, L., Cai, Q., Xu, S., Wang, J., & Zhu, J. (2017). The cooling and energy saving effect of landscape design parameters of urban park in summer: A case of Beijing, China. Energy and Buildings, 149, 91–100. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.052

Ye, H., He, X., Song, Y., Li, X., Zhang, G., Lin, T., & Xiao, L. (2015). A sustainable urban form: The challenges of compactness from the viewpoint of energy consumption and carbon emission. Energy and Buildings, 93, 90–98. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.011