



## Evaluation of Objective Indicators of the Green City in Mashhad

Seyed Mostafa Hosseini <sup>a</sup>, Mohammad Rahim Rahnama <sup>b</sup> ✉, Mohammad Ajza Shokouhi <sup>c</sup>,  
Omid Ali Kharazmi <sup>d</sup>

<sup>a</sup>. Department of Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: [s.mhosseini@mail.um.ac.ir](mailto:s.mhosseini@mail.um.ac.ir)

<sup>b</sup>. (Corresponding Author) Department of Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: [rahnama@um.ac.ir](mailto:rahnama@um.ac.ir)

<sup>c</sup>. Department of Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: [shokouhim@um.ac.ir](mailto:shokouhim@um.ac.ir)

<sup>d</sup>. Department of Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: [kharazmi@um.ac.ir](mailto:kharazmi@um.ac.ir)

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Shannon Entropy,  
Objective Index,  
Green City,  
Mashhad,  
VIKOR.

#### Article History:

##### Received:

25 August 2023

##### Received in revised form:

27 November 2023

##### Accepted:

30 December 2023

##### Available online:

30 January 2024

pp. 135-150

### ABSTRACT

Green city is one of the approaches to sustainable development. “green city” is an environmentally friendly city compatible with the concept of sustainable development and can be used for the welfare and security of its inhabitants. Based on the concept of a “green city,” urban managers try to have the least destructive effect on the ecosystems upon which cities rely. Green city is one of the sustainable development approaches that reduce the environmental footprint of cities. The purpose of this study is to evaluate the situation of Mashhad metropolis in terms of the objective characteristics of the green city. In this study, 14 indicators of electricity consumption per capita, green space per capita, population density, water availability, sewage availability, superior public transportation network, urban mass transportation, traffic reduction, annual production waste per capita, carbon monoxide, concentration nitrogen dioxide, sulfur dioxide concentration, particulate matter concentration, and air quality were exerted. To determine the importance of research indicators, the Shannon entropy method, and the status of Mashhad city areas in terms of green city indicators, the VIKOR multi-criteria decision-making method has been applied. The results showed that most areas of Mashhad are average and below average in terms of green city characteristics, and only District 9 is in very good condition (0.636). Also, based on the results of this part of the research, District 5, with the value of VIKOR index of 0.969, is in the last rank in terms of objective characteristics of the green city.

**Citation:** Hosseini, S. M., Rahnama, M. R., Shokouhi, M. A., & Kharazmi, O. A. (2023). Evaluation of Objective Indicators of the Green City in Mashhad. *Geographical planning of space quarterly journal*, 13 (4), 135-150.

<http://doi.org/10.30488/GPS.2023.381265.3610>



© The Author (s)

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Publisher:** Golestan University Press

## Extended Abstract

### Introduction

Green city is one of the approaches to sustainable development. A “Green city” is an environmentally friendly city compatible with the concept of sustainable development and can be used for the welfare and security of its inhabitants. Based on the concept of a “green city,” urban managers try to have the least destructive effect on the ecosystems upon which cities rely. Green cities constantly try to manage their environmental effects by reducing waste, increasing recycling, reducing air pollution, increasing population density, developing open urban spaces, and encouraging the development of sustainable local businesses.

Green cities were first used to evaluate 30 European cities by the Economist Intelligence Unit (EIU) in 2009 with the financial support of Siemens and the aim of reducing the environmental effects of human activities in cities. In that study, eight indices of carbon dioxide, energy, construction, transportation, water, recycling and land use, air quality, and environmental governance were used. Later, the Economist Intelligence Unit, with the financial support of Siemens, evaluated the status of the green city index in 17 Latin American cities, 15 African cities, 22 major Asian cities, and 27 cities in United States, Canada, Australia, and New Zealand. In recent years, even some Western Islamic scholars have, in various publications, shown that Islam is an ecological religion. In Iran, the issue of protecting the environment has not received much attention regardless of its rich cultural and religious background and its confirmation in Article 50 of the Constitution of the Islamic Republic of Iran.

Mashhad is the second metropolis of Iran, located in North-East of Iran, and is one of the counties of Khorasan Razavi Province. According to the 2016 Iranian Population and Housing Census, its population was 3057679 people (The Vice-Presidency of Planning and Development of Mashhad Municipality). In Mashhad, due to several reasons including the presence of Imam Reza Shrine (PBUH) and arrival of millions

of pilgrims per year, population growth, increased garbage production (production of 896534 tons of garbage in 2016 (The Vice-Presidency of Planning and Development of Mashhad Municipality), air pollution (increased number of unhealthy days from 46 days per year in 2015 to 88 days in 2016 for sensitive groups and 4 days of unhealthy air for all groups in 2016 (Center for Monitoring Environmental Pollutants of Mashhad Municipality) the 2025 vision of the city has paid attention to the environment in the form of five general objectives; however, just like the national level, no specific pattern for environmentally-compatible urban development, such as green city, is determined.

Analysis of the green city index in Mashhad metropolis can considerably contribute to urban managers and planners in addition to providing a pattern for evaluating the present situation in other cities of Iran and improving the quality of life regardless of the current status of the urban environment in Iranian cities; we can preserve these environments as parts of the natural environment for future generations.

### Methodology

In terms of its goal, the present study is an applied one; in the study, drawing upon other studies and library sources and considering the conditions of Iran and the metropolis of Mashhad in terms of green city, 14 quantitative indices were exerted. To this end, the required data for the quantitative indices was gathered by library research from the relevant institutions. Next, the weights of quantitative indices were determined using Shannon's entropy. Then, using the VIKOR method of multi-criteria decision-making, the status of various districts of the metropolis of Mashhad in terms of quantitative indices of green city was determined. Finally, the map of the spatial distribution of quantitative indices was drawn using the ARC GIS software package.

### Results and discussion

In this study, to analyze the status of the metropolis of Mashhad in terms of green

city features, 14 quantitative indices were used. Considering the value of the VIKOR index ranges from 0 to 1, various districts of Mashhad can be classified into five categories; very satisfactory, satisfactory, average, unsatisfactory, and very unsatisfactory in terms of quantitative indices of green city. The results of the current situation of Mashhad showed that in terms of objective indicators of the green city, District 9 of Mashhad metropolis with a value of VIKOR index of 0.056 is in first place, and the seventh region with a value of VIKOR index of 0.433 is in second place. Also, based on the results of this part of the research, District 5, with the value of VIKOR index of 0.969, is in the last rank in terms of objective characteristics of the green city.

### **Conclusion**

Similarly, the results of studies by Afshar (2011) and Shabani et al. (2017) on Tehran metropolis are indicative of the unsatisfactory situation of Tehran (the biggest metropolis of Iran) in terms of green city features. Comparing the results of the studies by Afshar (2011) and Shabani et al. (2017) with the present study on Mashhad (the second biggest metropolis of Iran) reveals the necessity for a comprehensive plan toward achieving green cities. It should be mentioned that, due to the specific conditions of Mashhad metropolis and availability or unavailability of the required data, the indices used in the present study are somewhat different from the ones used by Afshar (2011) and Shabani et al. (2017).

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' Contribution**

All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

### **Conflict of Interest**

Authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We are grateful to all the scientific.



## ارزیابی شاخص‌های عینی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد

سید مصطفی حسینی<sup>۱</sup>، محمد رحیم رهنما<sup>۲</sup>✉، محمد اجزاءشکوهی<sup>۳</sup>، امید علی خوارزمی<sup>۴</sup>۱- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. Email: [s.mhosseini@mail.um.ac.ir](mailto:s.mhosseini@mail.um.ac.ir)۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. Email: [rahnama@um.ac.ir](mailto:rahnama@um.ac.ir)۳- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. Email: [shokouhim@um.ac.ir](mailto:shokouhim@um.ac.ir)۴- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. Email: [kharazmi@um.ac.ir](mailto:kharazmi@um.ac.ir)

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>شهر سبز یکی از رویکردهای توسعه پایدار است که سبب کاهش ردپای محیط‌زیستی شهرها می‌شود. هدف این پژوهش ارزیابی وضعیت کلان‌شهر مشهد از نظر ویژگی‌های عینی شهر سبز است. در این پژوهش از ۱۴ شاخص سرانه برق مصرفی، سرانه فضای سبز، تراکم جمعیت، برخورداری از آب، برخورداری از فاضلاب، شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر، حمل‌ونقل انبوه شهری، کاهش ترافیک، سرانه سالانه ضایعات تولیدی، مونواکسید کربن، میزان غلظت دی‌اکسید نیتروژن، میزان غلظت دی‌اکسید گوگرد، میزان غلظت ذرات معلق و کیفیت هوا استفاده شده است. این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت از نوع توصیفی - تحلیلی است. به منظور تعیین اهمیت شاخص‌های تحقیق از روش آنتروپی شانون و جهت تعیین وضعیت مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های شهر سبز از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که اکثر مناطق شهر مشهد در شرایط متوسط و پایین‌تر از متوسط از نظر ویژگی‌های شهر سبز قرار دارد و تنها منطقه نه در وضعیت بسیار خوبی از نظر ویژگی‌های شهر سبز قرار دارد. به‌طور کلی میانگین ویکور در شهر مشهد (۰/۶۳۶) گویای ضرورت برنامه‌ریزی جامع در حوزه برنامه‌ریزی اکولوژیک با رویکرد شهر سبز و ارائه چارچوب برنامه‌ریزی سازمانی در جهت تحقق آن در کلان‌شهر مشهد است که مدیریت شهری، سازمان آب، اداره برق و سایر دستگاه‌های مربوطه از طریق هم‌افزایی و مدیریت جامع و یکپارچه می‌توانند در جهت تحقق آن برآیند.</p>	<p><b>واژگان کلیدی:</b> آنتروپی شانون، شاخص عینی، شهر سبز، کلان‌شهر مشهد، ویکور.</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۲/۰۶/۰۳</p> <p><b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۲/۰۹/۰۶</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۲/۱۰/۰۹</p> <p><b>تاریخ چاپ:</b> ۱۴۰۲/۱۱/۱۰</p> <p>صص. ۱۵۰-۱۳۵</p>

**استناد:** حسینی، سید مصطفی؛ رهنما، محمد رحیم؛ اجزاءشکوهی، محمد و خوارزمی، امید علی. (۱۴۰۲). ارزیابی شاخص‌های عینی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۳ (۴)، ۱۳۵-۱۵۰.

<http://doi.org/10.30488/GPS.2023.381265.3610>



## مقدمه

از سال ۱۹۵۰ میلادی، جهان به سرعت در حال تغییر و تحول است. پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که جمعیت شهرها در سال ۲۰۳۰ میلادی به ۵/۰۶ میلیارد نفر (۶۰ درصد) خواهد رسید (برنامه اسکان بشر ملل متحد در ایران، ۱۳۹۴:۱۰). شهرها یکی از اصلی‌ترین مکان‌هایی هستند که باید به انحاء مختلف، اصول توسعه پایدار را مورد توجه قرار دهند (ملکی، ۱۳۹۰). شهر سبز یکی از رویکردهای توسعه پایدار است. «شهر سبز»، شهری دوستدار محیط‌زیست و سازگار با ایده توسعه اقتصادی پایدار است که می‌تواند برای ساکنین خود رفاه، آسایش و امنیت به همراه داشته باشد. در ایده «شهر سبز»، مدیران شهری می‌کوشند تا کمترین تأثیر تخریبی را بر روی زیست - بوم داشته باشند که شهر به آن اتکا دارد (کان، ۲۰۰۶). شهرهای سبز همواره سعی دارند تأثیرات محیطی خود را با کاهش زباله، گسترش بازیافت، کاهش انتشار آلودگی‌ها، افزایش تراکم مسکونی در کنار گسترش فضاهای باز شهری، کنترل کرده و توسعه کسب‌وکارهای محلی پایدار را تشویق کنند (Abdul Latif, Bidin & Awang, 2013:646; Hosam & Shalaby, 2016:497). ایده شهر سبز اولین بار در سال ۲۰۰۹ میلادی، توسط واحد اطلاعات اکونومیست (EIU) با حمایت مالی زمینس او با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسان در شهرها بر روی ۳۰ شهر اروپایی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش از هشت شاخص دی‌اکسید کربن، انرژی، ساخت‌وساز، حمل‌ونقل، آب، بازیافت و کاربری زمین، کیفیت هوا، حکمروایی محیط‌زیستی استفاده شده است (EIU & Siemens, 2009). پس‌از آن واحد اطلاعات اکونومیست با حمایت مالی موسسه زمینس به بررسی وضعیت شاخص‌های شهر سبز در ۱۷ شهر آمریکای لاتین (EIU & Siemens, 2010)، ۱۵ شهر آفریقا (EIU & Siemens, 2011a)، ۲۲ شهر بزرگ آسیا (EIU and Siemens, 2011b)، ۲۷ شهر آمریکا و کانادا (EIU & Siemens, 2011c)، و استرالیا و نیوزیلند (EIU & Siemens, 2012b). اندنگسیج<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) به ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی شهر دپوک در اندونزی با استفاده از شاخص‌های شهر سبز پرداخت.

ایران علیرغم داشتن سابقه شهرنشینی بسیار طولانی، در دهه‌های اخیر همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه رشد شهرنشینی سریعی را تجربه کرد به طوری که جمعیت شهرنشین ایران از ۳۱ درصد در سال ۱۳۳۵ به ۷۴ درصد در سال ۱۳۹۵ رسیده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۳۵-۱۳۹۵). در ایران مسائل حفاظت از محیط‌زیست علیرغم برخورداری از سابقه فرهنگی و دینی غنی و تأیید در اصل پنجاه قانون اساسی، در عمل چندان مورد توجه قرار نگرفته است. حتی عده‌ای از محققان اسلامی در غرب در سال‌های اخیر با انتشار مقالاتی دین اسلام را زیست‌بوم محور می‌دانند (Fulter, Danny & Beloved, 2015). در ماده ۱۱ برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۵-۱۳۹۹) به منظور تحقق اهداف مندرج در اصل پنجاهم قانون اساسی کشور مبنی بر جلوگیری از تخریب و آلودگی محیط‌زیست، بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب مندرج در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و اجرای سیاست‌های کلی ابلاغی محیط‌زیست (پایگاه اطلاع‌رسانی دولت، ۱۳۹۵) قوانین و مقرراتی وضع شده است. این سند دارای ۲۹۴ هدف کلی، ۶۵۴ راهبرد و ۱۵۵۱ سیاست است که حوزه محیط‌زیست دارای ۴ هدف کلی، ۱۵ راهبرد و ۸۶ سیاست می‌باشد (عظیمی و ذاکری، ۱۳۹۵: ۶-۸). به‌طور کلی بررسی طرح‌ها و اسناد فرادست در ایران نشان می‌دهد علیرغم اینکه محیط‌زیست همواره یکی از ارکان اصلی در سطوح ملی، منطقه‌ای و شهری بوده است. اما، این توجه به صورت کلی بوده و هیچ نوع الگوی خاصی از توسعه شهری همچون شهر سبز که سازگار با محیط‌زیست باشد، در نظر گرفته نشده است. با این حال در ایران پژوهش‌هایی در زمینه شهر سبز انجام شده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش محمدی و کنعانی (۱۳۹۵) با عنوان

1. Siemens  
2. Endangsih

بررسی وضعیت محیط‌زیستی کلان‌شهر اصفهان با رویکرد شهر سبز اشاره کرد، بر اساس تحقیق آن‌ها کلان‌شهر اصفهان بر اساس شاخص‌های شهر سبز در مؤلفه هوا در سال ۱۳۹۰، در مؤلفه آب در سال ۱۳۸۷ و در مؤلفه خاک در سال ۱۳۹۰ از مطلوب‌ترین وضعیت برخوردار بودند، اما کلیه مؤلفه‌ها در سال ۱۳۸۸ در ناپایدارترین وضعیت خود قرار داشتند. همچنین از دیگر تحقیقات در این زمینه می‌توان به تحقیق افشار (۱۳۹۰) که نشان‌دهنده وضعیت نامناسب شهر تهران از نظر ویژگی‌های شهر سبز و تحقیق شعبانی (۱۳۹۶) که نشان‌دهنده وضعیت مناسب مناطق ۸، ۴ و ۱ و وضعیت نامناسب مناطق ۱۰، ۱۱ و ۱۲ شهر تهران از نظر رویکرد شهر سبز و تحقیق گمار و همکاران (۱۳۹۹) که گویای وضعیت مناسب منطقه ۲ شهر همدان نسبت منطقه ۴ آن است، اشاره کرد.

مشهد دومین کلان‌شهر ایران واقع در شمال شرق آن و یکی از شهرستان‌های استان خراسان رضوی است. جمعیت این کلان‌شهر در سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ برابر با ۳۰۵۷۶۷۹ نفر بوده است (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری مشهد، ۱۳۹۶:۶۴). در شهر مشهد به دلایلی از جمله وجود حرم مطهر امام رضا (ع) و ورود سالانه میلیون‌ها زائر، رشد جمعیت، افزایش تولید زباله (تولید ۸۹۶۵۳۴ تن زباله در سال ۱۳۹۵ (همان: ۲۲۰))، آلودگی هوا (افزایش تعداد روزهای ناسالم از ۴۶ روز در سال ۱۳۹۴ به ۸۸ روز در سال ۱۳۹۵ و سال ۱۴۰۰ برای گروه‌های حساس و ۴ روز هوای ناسالم برای تمامی گروه‌های سنی در سال ۱۳۹۵ و ۳ روز در سال ۱۴۰۰ (مرکز پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرداری مشهد، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۴ و ۱۴۰۰)) توجه به محیط‌زیست در چشم‌انداز ۱۴۰۵ این شهر در قالب پنج هدف کلی موردتوجه قرار گرفته است؛ اما هیچ نوع الگوی خاصی از توسعه شهری سازگار با محیط‌زیست همچون شهر سبز در نظر گرفته نشده است. تحلیل شاخص شهر سبز در کلان‌شهر مشهد می‌تواند کمک شایانی به برنامه ریزان و مدیران شهری نماید، تا از این طریق ضمن ارائه الگویی برای سنجش وضعیت موجود شهر مشهد بتوان گامی مؤثر در جهت ارتقا سطح کیفیت زندگی و ارتقا شرایط محیط‌زیستی برداشت. بر این مبنا در این پژوهش در جهت پاسخگویی به سؤالاتی همچون، شاخص‌های عینی شهر سبز چیست؟، وزن و اهمیت هر یک از شاخص‌ها به چه صورت است؟ به ارزیابی وضعیت مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز پرداخته شده است.

## مبانی نظری

### شهر سبز

شهر سبز همانند شهر پایدار بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر خورشید و باد، حمل‌ونقل عمومی سالم و آسان و قابل‌دسترس، ساختمان‌های سازگار با محیط‌زیست را مدنظر دارد (Johnston et al, 2013). طرح شهر سبز پیشنهادی ساده برای تمیز کردن محیط‌زیست نیست، بلکه برای تأمین امنیت متقابل بین روش شهرنشینی در زندگی و شبکه زندگی طبیعی که آن را حمایت می‌کند، شکل گرفته است. برنامه‌های شهر سبز می‌توانند بر منابع طبیعی از طریق ارائه برنامه‌های آموزشی و هنری که افراد مختلف (با زبان‌ها و فرهنگ‌های مختلف) توانایی برقراری ارتباط با آن را دارند، ترویج گردد (Berg, 1987: 8-9). شهرهای سبز شهرهایی هستند که تلاش می‌کنند تا با کاهش زباله‌ها، گسترش بازیافت، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش تراکم مسکونی و گسترش فضای باز، به کاهش اثرات محیط‌زیستی، تشویق و توسعه کسب‌وکارهای محلی پایدار بپردازند (The Environmental Magazine, 2009; Hosam and Shalaby, 2016: 497). شهرهای سبز به‌عنوان شهرهایی تعریف می‌شوند که همواره سعی دارند تأثیرات محیطی خود را

با کاهش زباله، گسترش بازیافت، کاهش انتشار آلودگی‌ها، افزایش تراکم مسکونی در کنار گسترش فضاهای باز شهری، کنترل کرده و توسعه کسب‌وکارهای محلی پایدار را تشویق کنند ( Abdul Latif, Bidin and Awang, 2013:646; Hosam & Shalaby, 2016:497). در تعریفی دیگر، شهر سبز شهری است که به‌عنوان یک مکان محیط زیستی شناخته‌شده و در آن افرادی سکونت دارند که درصدد به حداقل رساندن آلودگی‌ها و کاهش زباله‌های خود در امور زندگی‌شان هستند (Abdul Latif, Bidin and Awang, 2013:646). از نظر کان در یک شهر سبز، شهر و شهروندان علاوه بر اینکه از مزایای آب‌وهوای تمیز لذت می‌برند، نباید آثار و نتایج منفی را به مردمی که ساکن آن‌سوی مرزهای شهر آن‌ها هستند، تحمیل کنند (Kahn, 2006).

### شهرنشینی سبز

اهمیت شهرنشینی سبز به حدی است که امروزه ترویج پایداری شهری و شهرنشینی سبز در شهرها اولویت بالایی برای بسیاری از کشورهای اروپایی دارد. شواهد قابل توجهی از سبز شدن در برنامه‌ریزی شهرها و دستیابی به توسعه پایدار در کشورهای اروپایی (به‌ویژه در کشورهای شمال و غرب اروپا) وجود دارد. در دهه گذشته برنامه‌های شهر سبز از طریق ترکیب ابزارهای دولتی و خصوصی انجام می‌شود (Beatley, 2000:37). به‌عنوان مثال قانون دولت‌های محلی ۱۹۹۵ کشور فنلاند می‌گوید، شهرداری‌ها باید زمینه‌های توسعه پایدار را برای ساکنان درون مرزهایشان را فراهم سازند. بر اساس قانون ساختمان فنلاند ایجاد توسعه پایدار مبنا و پایه برنامه‌ریزی استفاده از زمین است و برنامه‌های شهری باید به‌گونه‌ای کمک به توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست فنلاند کنند (Association of Finnish Local Authorities, 1996:10). در دانمارک پروژه شهرداری سبز در سطح ملی منجر به حمایت از طرح‌های پیشتازی در عرصه محیط‌زیست (۵۰۰ طرح) و توسعه شبکه‌ای از اجتماعات شده است (Danish Ministry of Environment and Energy, 1995).

### شهر گرایی سبز

هدف اولیه شهر گرایی سبز کاهش ردپای زیست‌محیطی شهرها و تغییر طبیعت بین شهرها و طبیعت است. شهر گرایی سبز می‌گوید برای چرخه متابولیسم شهرها (سوخت‌وساز شهرها) و دستیابی به یک چرخه سوخت و سازی مناسب شهری، باید به ورودی‌ها و خروجی‌های اکوسیستم شهری به‌صورت هماهنگ توجه کرد (Beatley, 2000:5). شهر گرایی سبز اغلب به‌عنوان راهی برای توصیف سکونتگاه‌های هوشمند (به دلیل سازگاری با فناوری‌های نوین قرن بیست و یکم)، امن (به دلیل بهره‌گیری از سیستم‌های انسان‌ساخت و توان پاسخگویی نسبت به حوادث غیرمترقبه) و پایدار (به دلیل توان ارائه راه‌حل برای مسائلی از قبیل تغییرات اقلیمی، مصرف انرژی و تنوع زیستی) بیان می‌گردد. از نظر نیومن هفت ویژگی شهرسازی سبز که به‌عنوان رویکردی نوین در عرصه جهانی مطرح است، عبارت‌اند از: ۱- شهری با انرژی‌های تجدید پذیر؛ ۲- شهری با کربن خنثی<sup>۲</sup> (بدون کربن)؛ ۳- شهری تقسیم‌شده<sup>۳</sup>؛ ۴- شهری زیست‌فیزیکی<sup>۴</sup>؛ ۵- شهر سازگار با محیط‌زیست کارآمد<sup>۵</sup>؛ ۶- شهری مکان‌مبنا<sup>۶</sup> و ۷- شهر با حمل‌ونقل پایدار<sup>۷</sup> (Newman, 2010). باید توجه

1. The renewable energy city
2. The carbon-neutral city
3. The distributed city
4. The biophilic city
5. The eco-efficient city
6. The place-based city
7. The sustainable transport city

داشت که آنچه امروزه به‌عنوان چالش برنامه ریزان مطرح است، ادغام هدفمند تمامی این رویکردها با یکدیگر، با استفاده از ترکیب فناوری‌های نوین و نوآوری اجتماع‌محور است (Beatley & Newman, 2009).

## روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی بوده که با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی انجام شده است. در این پژوهش ابتدا بر اساس مطالعات و منابع کتابخانه‌ای (مقالات، کتاب‌ها و گزارش‌ها) اطلاعات مورد نیاز در زمینه شهر سبز جمع‌آوری شد. سپس با در نظر گرفتن شرایط ایران و کلان‌شهر مشهد پیرامون شهر سبز، ۱۴ شاخص عینی (سرانه برق مصرفی، سرانه فضای سبز، تراکم جمعیت، برخورداری از آب، برخورداری از فاضلاب، شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر، حمل‌ونقل انبوه شهری، کاهش ترافیک، سرانه سالانه ضایعات تولیدی، مونواکسیدکربن، میزان غلظت دی‌اکسید نیتروژن، میزان غلظت دی‌اکسید گوگرد، میزان غلظت ذرات معلق و کیفیت هوا) در حوزه شهر سبز شناسایی گردید (جدول ۱). در مرحله بعد داده‌های مورد نیاز پیرامون ۱۴ شاخص عینی از طریق منابع اسنادی و مراجعه به سازمان‌ها جمع‌آوری گردید. سپس برای آماده‌سازی شاخص‌ها برحسب واحد تحلیل با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS و ابزارهایی همچون IDW و Summary Statistic ماتریس اولیه داده‌ها تشکیل گردید. در مرحله بعد به دلیل یکسان نبودن اهمیت شاخص‌ها از روش آنتروپی شانون وزن و اهمیت نسبی شاخص‌ها تعیین گردید. سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره وایکور (ابداع‌شده توسط آپروکوویچ و تزنگ در سال ۱۹۸۴) برای اولویت‌بندی مناطق شهر مشهد از نظر ویژگی‌های عینی شهر سبز استفاده شد. این تکنیک، از جمله تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جبرانی از نوع سازشی است که به‌منظور اولویت‌بندی گزینه‌ها به کار می‌رود (سرایی و حسینی، ۱۳۹۳: ۵۲). راه‌حل جبرانی، راه‌حل‌های موجه را که به راه‌حل ایده آل نزدیک است، به‌عنوان توافق ایجادشده به‌وسیله اعتبارات ویژه تصمیم‌گیرندگان تعیین می‌کند ( Opricovic & Tzeng, 2004: 447). در نهایت با بهره‌گیری از نرم‌افزار ARC GIS نقشه توزیع فضایی شاخص‌های عینی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد ترسیم گردید و با توجه به شرایط کلان‌شهر مشهد پیشنهادهایی ارائه گردید.

جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های شهر سبز به کار گرفته‌شده در تحقیق

شاخص	اختصار	تشریح شاخص
انرژی پاک (سرانه مصرف برق)	EL <sup>۱</sup>	میزان برق مصرف‌شده بر حسب منطقه (کیلووات ساعت)؛
سرانه فضای سبز	EL <sup>۲</sup>	سرانه دسترسی به فضاهای سبز (از جمله پارک‌ها، مناطق حفاظت‌شده و ...) برحسب منطقه (مترمربع)؛
تراکم جمعیت	EL <sup>۳</sup>	تراکم جمعیت برحسب منطقه (نفر در هکتار)؛
برخورداری از آب	WW <sup>۱</sup>	نسبت برخورداری از آب آشامیدنی شبکه آبرسانی عمومی (درصد)؛
برخورداری از فاضلاب	W.W <sup>۲</sup>	نسبت واحدهای مسکونی معمولی متصل به شبکه فاضلاب شهری (درصد)؛
شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر	T <sup>۱</sup>	مجموع طول تمام حالت‌های حمل‌ونقل عمومی برتر، یعنی مترو، اتوبوس، تاکسی و دوچرخه (متر)؛
حمل‌ونقل انبوه شهری	T <sup>۲</sup>	میزان دسترسی به حمل‌ونقل همچون، مترو، اتوبوس، تاکسی، دوچرخه (جمعیت تحت پوشش به نفر)؛
کاهش ترافیک	T <sup>۳</sup>	مساحت پارکینگ‌های موجود در سطح منطقه (مترمربع)
سرانه سالانه ضایعات تولیدی	WR <sup>۱</sup>	سرانه میانگین سالانه تولید زباله خانگی در مناطق شهر مشهد؛
میزان غلظت مونواکسید کربن (CO)	CW <sup>۱</sup>	میانگین غلظت آلاینده مونواکسید کربن (CO)؛
میزان غلظت دی‌اکسید نیتروژن (NO <sub>2</sub> )	CW <sup>۲</sup>	میانگین غلظت آلاینده دی‌اکسید نیتروژن (NO <sub>2</sub> )؛
میزان غلظت دی‌اکسید گوگرد (SO <sub>2</sub> )	CW <sup>۳</sup>	میانگین غلظت آلاینده دی‌اکسید گوگرد (SO <sub>2</sub> )؛
میزان غلظت ذرات معلق (PM <sub>2.5</sub> )	CW <sup>۴</sup>	میانگین ذرات دارای قطر کمتر از ۲/۵ میکرومتر (PM <sub>2.5</sub> )؛
کیفیت هوا	CW <sup>۵</sup>	میانگین کیفیت هوا (AQI)؛

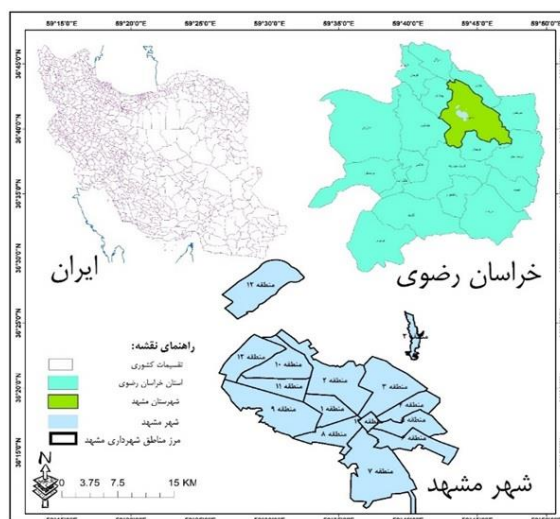
منبع: EIU and Siemens, 2009, 2010, 2011a, 2011b, 2011c, 2012a, 2012b; Beatley, 2000; Beatley, and Newman, 2009



## محدوده مورد مطالعه

شهر مشهد هم‌اکنون دومین کلان‌شهر ایران، پس از تهران است. شهر مشهد، مرکز شهرستان مشهد و در شمال شرقی استان خراسان رضوی قرار دارد. این شهر در ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ عرض شمالی؛ و در ۵۹ درجه و ۲ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۸ درجه طول شرقی قرار دارد (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری مشهد، ۱۳۹۵:۱۹۲).

بررسی وضعیت شهر مشهد در دوره زمانی ۱۳۳۵-۱۳۹۵ نشان می‌دهد که جمعیت شهر مشهد از ۲۴۱۹۸۹ نفر در سال ۱۳۳۵ با احتساب نواحی منفصل قرقی و توس به ۲۸۰۷۴۶۴ نفر در سال ۱۳۹۰ و ۳۰۵۷۶۷۹ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. بررسی وضعیت متوسط سالانه رشد جمعیت در این دوره زمانی نیز نشان می‌دهد که رشد جمعیت در شهر مشهد از دهه ۱۳۶۵ به بعد به سرعت رو به کاهش رفته است، به طوری که متوسط رشد سالانه از ۸/۲ درصد در سال ۱۳۶۵ به ۱/۷ درصد در سال ۱۳۹۰ و ۱/۰۲ در سال ۱۳۹۵ رسیده است. همچنین بررسی وضعیت جمعیتی شهر مشهد به تفکیک منطقه نشان می‌دهد که بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ به ترتیب مناطق دو، سه و نه بیشترین میزان جمعیت و مناطق ثامن، دوازده و هشت به ترتیب کمترین میزان جمعیت را در سرشماری ۱۳۹۰ و مناطق ثامن، هشت و دوازده کمترین میزان جمعیت را در سرشماری سال ۱۳۹۵ دارا می‌باشند. البته به لحاظ بعد خانوار در سال ۱۳۹۰ مناطق پنج و چهار و در سال ۱۳۹۵ مناطق پنج و شش بیشترین بعد خانوار و مناطق یک و هشت در سال ۱۳۹۰ و منطقه یک در سال ۱۳۹۵ کمترین میزان بعد خانوار را دارا هستند، همچنین بعد خانوار در سطح شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ برابر با ۳/۴ نفر و در سال ۱۳۹۵ برابر با ۳/۳ نفر است که این امر نشان از کاهش بعد خانوار در دوره سرشماری ۱۳۹۰-۱۳۹۵ است (معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری مشهد، ۱۳۹۵:۶۳؛ ۱۳۹۶:۶۴). همچنین تجمع ۸۱ درصد جمعیت مجموعه شهری در کلان‌شهر مشهد عدم تعادل فضایی را تشدید می‌کند (مهندسی مشاور فرهاد، ۱۳۸۶:۱۵).



شکل ۱. موقعیت شهرستان و شهر مشهد در استان خراسان رضوی و کشور

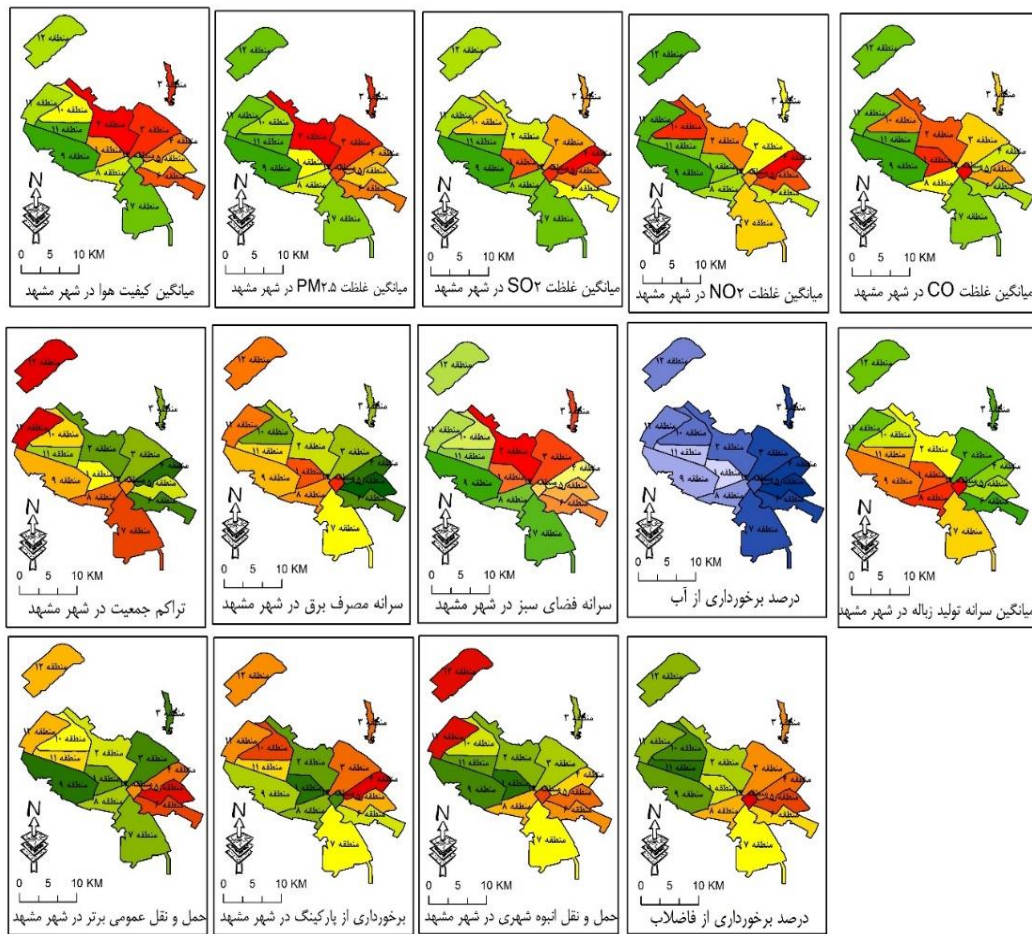
## یافته‌ها

پس از انجام مطالعات و منابع کتابخانه‌ای و شناسایی شاخص‌های شهر سبز و گردآوری داده‌های لازم از طریق منابع اسنادی و مراجعه به سازمان‌ها و بهره‌گیری از نرم‌افزار ARC GIS و ابزارهایی همچون IDW و Summary Statistic، ماتریس اولیه تصمیم‌گیری متشکل از ۱۴ شاخص عینی شهر سبز و ۱۳ گزینه برای مناطق شهر مشهد

تشکیل گردید. شکل (۲) وضعیت شهر مشهد از نظر هر یک از شاخص‌ها و جدول (۲) ماتریس اولیه شاخص‌های عینی شهر سبز را در کلان‌شهر مشهد نشان می‌دهد.

جدول ۲. ماتریس اولیه شاخص‌های عینی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد

اختصار	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	ثامن
EL <sub>1</sub>	۳۴۰۵۱۳	۱۱۲۰۸۴	۸۶۴۹۵	۷۷۳۲۵	۷۶۲۹۹	۷۷۶۸۳	۱۲۰۶۸۹	۳۱۳۷۹۹	۱۴۶۶۲۹	۸۱۵۸۸	۱۳۷۱۲۴	۲۲۰۳۹۴	۴۹۱۸۴۵
EL <sub>2</sub>	۳۰۷۷	۳۰۵۱	۳۰۵۳	۴۰۸۷	۴۰۵۲	۴۰۳۲	۲۷۹۵	۱۵۷۸	۵۸۳۳	۷۰۰۴	۸۰۳۳	۸۰۱۷	۴۰۶
EL <sub>3</sub>	۱۱۷۰۵	۱۳۴	۱۲۴۰۷	۱۸۳۰۸	۱۱۹۰۸	۱۵۷۰۱	۴۷۰۱	۵۸۰۵	۶۷۰۸	۱۱۵۰۱	۱۲۳۰۱	۱۰۰۸	۶۰
WW <sub>1</sub>	۹۱۰۶	۹۸۰۷	۹۹۰۶	۹۹۰۷	۹۹۰۹	۹۹۰۶	۹۹۰۴	۹۶۰۷	۹۵۰۴	۹۷۰۲	۹۳۰۳	۹۷	۹۹
W.W <sub>2</sub>	۲۷۰۵	۱۴۰۸	۱۴۰۳	۱۴۰۳	۳۰۴	۱۷۰۷	۱۹۰۹	۱۷	۷۱۰۷	۸۸۰۲	۹۱۰۸	۶۴	۱۰۲
T <sub>1</sub>	۰۰۰۲۸	۰۰۰۲۴	۰۰۰۲۴	۰۰۰۲۴	۱	۰۰۰۲۳	۰۰۰۲۳	۰۰۰۲۵	۰	۰۰۰۲۷	۰۰۰۲۷	۰۰۰۸۹	۰۰۰۹۲
T <sub>2</sub>	۰۰۰۰۶	۰۰۰۲۴	۰۰۰۲۸	۰۰۰۲۸	۰۰۰۲۸	۰۰۰۲۷	۰۰۰۲۷	۰۰۰۲۳	۰۰۰۲۷	۰۰۰۴۳	۰۰۰۰۷	۱	۰۰۰۹۱
T <sub>3</sub>	۲۶۹۷۶۴	۱۹۵۷۳۸	۱۳۱۵۰	۰	۳۱۰۷۵	۶۰۷۰۰	۶۰۳۳۳	۱۷۶۸۶۴	۶۹۵۰۰	۶۷۴۰	۵۸۶۳۹	۲۲۲۵۰	۲۰۰۱۹۴
WR <sub>1</sub>	۲۴۷	۱۸۵	۱۵۱	۱۵۹	۱۶۷	۱۵۰	۱۹۹	۲۹۱	۲۱۷	۱۸۱	۲۱۳	۱۵۳	۷۵۰
CW <sub>1</sub>	۱۰۹۸	۱۰۸۹	۱۰۵۴	۱۰۶۵	۲	۱۰۹۲	۱۰۷۹	۱۰۷۵	۱۰۸۶	۱۰۷۳	۱۰۶۷	۱۰۷۸	۱۰۴۶
CW <sub>2</sub>	۳۶۰۱۷	۵۲۰۶	۳۳۰۹۱	۳۳۰۳	۴۶۰۷۳	۴۸۰۵۲	۴۳۰۸۱	۵۸۰۹۹	۴۸۰۸۶	۴۰۰۷۹	۴۶۰۶۶	۳۶۰۹	۳۱۰۴
CW <sub>3</sub>	۱۵۰۵۲	۱۵۰۱۵	۱۱۰۱۱	۱۳۰۳۵	۱۶۰۲۷	۱۳۰۴۱	۱۵۰۳۳	۱۸۰۷۱	۱۵۰۳۵	۱۳۰۴۲	۱۱۰۵۶	۱۳۰۳۴	۱۰۰۸۲
CW <sub>4</sub>	۳۲۰۸	۳۲۰۳۴	۲۶۰۶	۲۹۰۴۱	۳۶۰۰۹	۳۹۰۲۸	۳۷۰۷۹	۳۴۰۳	۳۴۰۱۶	۳۴۰۳۶	۲۹۰۸۵	۳۲۰۶۸	۲۶۰۴۶
CW <sub>5</sub>	۸۶۰۵۲	۸۲۰۷۹	۷۳۰۶	۸۰۰۸۱	۷۷۰۹۲	۹۵۰۸۷	۹۱۰۹۶	۸۶۰۷۷	۸۶۰۳	۸۶۰۹۴	۷۷۰۱	۸۲۰۶۷	۷۳۰۳۱



شکل ۲. وضعیت شهر مشهد از نظر هر یک از شاخص‌های عینی شهر سبز

## تعیین وزن شاخص‌ها

پس از تشکیل ماتریس اولیه داده‌ها، با استفاده از روش نورم داده‌های اولیه بی مقیاس شدند. در گام بعد با توجه به یکسان نبودن اهمیت شاخص‌ها، از روش آنتروپی جهت تعیین اهمیت نسبی شاخص‌ها استفاده شد (جدول ۳). در این روش هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص، بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است (کمانگر و قادری، ۱۳۹۵: ۲۵). مراحل انجام روش آنتروپی به صورت زیر است:

$$H_j = -K \sum_{i=1}^n [f_{ij} \ln(f_{ij})] \Rightarrow \text{where } f_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^n r_{ij}; k = 1 / \ln n$$

وزن هدف برای هر معیار به صورت زیر داده خواهد شد:

$$W_j = \frac{1 - H_j}{m - \sum_{j=1}^m H_j} \rightarrow C_j (j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

توضیح بر اینکه وزن هر شاخص به صورت مقادیری از نرمال خواهد بود (Peng, Du, Liao, 2017).

جدول ۳. وزن و اهمیت نسبی شاخص‌های عینی شهر سبز

-	EL <sub>1</sub>	EL <sub>2</sub>	EL <sub>3</sub>	WW <sub>1</sub>	W.W2	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	WR <sub>1</sub>	CW <sub>1</sub>	CW <sub>2</sub>	CW <sub>3</sub>	CW <sub>4</sub>	CW <sub>5</sub>
Ej	۰/۶۹۸	۰/۶۰۰	۰/۷۱۷	۰/۷۵۴	۰/۶۴۵	۰/۷۱۸	۰/۶۸۲	۰/۶۱۹	۰/۷۱۰	۰/۷۵۲	۰/۷۴۹	۰/۷۵۰	۰/۷۵۲	۰/۷۵۳
Dj	۰/۳۰۱	۰/۳۹۹	۰/۲۸۲	۰/۲۴۵	۰/۳۵۴	۰/۲۸۱	۰/۳۱۷	۰/۳۸۰	۰/۲۸۹	۰/۲۴۷	۰/۲۵۰	۰/۲۴۹	۰/۲۴۷	۰/۲۴۶
وزن نهایی	۰/۰۷۳	۰/۰۹۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۰	۰/۰۸۶	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۹۳	۰/۰۷۰	۰/۰۶۰	۰/۰۶۱	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰

نتایج حاصل از وزن نسبی شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی نشان داد که شاخص سرانه فضای سبز با وزن ۰/۰۹۷۶ و شاخص کاهش ترافیک با وزن ۰/۰۹۳ بیشترین اهمیت را در بین شاخص‌های عینی شهر سبز دارند.

تشکیل ماتریس بی مقیاس موزون

به منظور تشکیل ماتریس بی مقیاس موزون، از طریق رابطه زیر، استفاده می‌شود:  $V = N \times W_{n \times n}$ . در این رابطه،  $V$  ماتریس بی مقیاس شده موزون و  $W_{n \times n}$  وزن شاخص‌های مورد مطالعه است.

جدول ۴. ماتریس بی مقیاس موزون شاخص‌های عینی شهر سبز

اختصار	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	منطقه نامن
EL <sub>1</sub>	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۰/۰۲۳	۰/۰۵۱
EL <sub>2</sub>	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۳۹	۰/۰۲۲	۰/۰۸۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶
EL <sub>3</sub>	۰/۰۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۳۱	۰/۰۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
WW <sub>1</sub>	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
W.W2	۰/۰۱۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۳۶	۰/۰۴۴	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰۶
T <sub>1</sub>	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۲۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲
T <sub>2</sub>	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۳۵
T <sub>3</sub>	۰/۰۵۶	۰/۰۴۰	۰/۰۰۲	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۲۶	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۴۱
WR <sub>1</sub>	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	۰/۰۵۲
CW <sub>1</sub>	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۳
CW <sub>2</sub>	۰/۰۱۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۲۲
CW <sub>3</sub>	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲۸

۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	CW۴
۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۷	CW۵

تعیین بهترین و بدترین مقدار برای توابع شاخص‌ها در این مرحله با توجه به نوع تابع معیار (تابع سود مثبت) و تابع هزینه (منفی) به تعیین بهترین و بدترین مقدار در هر شاخص پرداخته می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵. مقادیر بهترین و بدترین شاخص‌های عینی شهر سبز

شاخص عینی		شاخص
F-	F*	
۰/۰۵۱	۰/۰۰۷	انرژی پاک (سرانه مصرف برق)
۰/۰۰۴	۰/۰۸۲	سرانه فضای سبز
۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	تراکم جمعیت
۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	برخورداری از آب
۰/۰۰۰۶	۰/۰۴۶	برخورداری از فاضلاب
۰/۰۲۴	۰	شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر
۰/۰۳۸	۰/۰۰۲	حمل‌ونقل انبوه شهری
۰	۰/۰۵۶	کاهش ترافیک
۰/۰۵۲	۰/۰۱	سرانه سالانه ضایعات تولیدی
۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	میزان غلظت مونواکسید کربن (CO)
۰/۰۲۲	۰/۰۱۲	میزان غلظت دی‌اکسید نیتروژن (۲NO)
۰/۰۲۲	۰/۰۱۲	میزان غلظت دی‌اکسید گوگرد (۲SO)
۰/۰۱۹	۰/۰۱۳	میزان غلظت ذرات معلق (۵.۲PM)
۰/۰۱۹۱	۰/۰۱۴۶	کیفیت هوا

نتایج حاصل از تعیین بهترین و بدترین مقادیر شاخص‌های عینی نشان داد که شاخص سرانه فضای سبز با مقدار ۰/۰۸۲ دارای مناسب‌ترین وضعیت و شاخص کاهش ترافیک با مقدار ۰/۰۰ در نامناسب‌ترین وضعیت نسبت به سایر شاخص‌های عینی شهر سبز قرار دارد.

محاسبه فاصله مناطق شهر مشهد با راه‌حل ایده آل مثبت و منفی

در این مرحله، فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده آل مثبت و منفی، و سپس تجمیع آن‌ها بر اساس روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شود.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j (f_j^* - f_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \quad (1)$$

$$R_i = \text{Max } S_i \quad (2)$$

که در آن،  $S_j$  فاصله از گزینه  $i$  نسبت به راه‌حل ایده آل (ترکیب بهترین) و  $R_j$  فاصله گزینه  $i$  از راه‌حل ایده آل منفی (ترکیب بدترین) است. رتبه‌بندی برترین بر اساس  $S_j$  و رتبه‌بندی بدترین بر اساس مقادیر  $R_j$  انجام می‌گیرد.

جدول ۶. محاسبه مقادیر فاصله‌ها با راه‌حل ایده آل

اختصار	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	منطقه ثامن
EL <sub>۱</sub>	-/۰.۲۹۰	-/۰.۰۰۶	-/۰.۰۰۱	-/۰.۰۰۱	۰	-/۰.۰۰۲	-/۰.۰۰۷	-/۰.۲۴۳	-/۰.۱۲	-/۰.۰۰۱	-/۰.۱۰۷	-/۰.۲۵	-/۰.۷۳۶
EL <sub>۲</sub>	-/۰.۹۷۱	-/۰.۰۹۷	-/۰.۰۹۷	-/۰.۰۹۵	-/۰.۰۹۵	-/۰.۰۹۶۱	-/۰.۰۵۴	-/۰.۷۵۷	۰	-/۰.۹۱۳	-/۰.۸۹	-/۰.۸۹۳	-/۰.۹۵۶
EL <sub>۳</sub>	-/۰.۲۶۴	-/۰.۱۹	-/۰.۲۳	۰	-/۰.۲۲۵۵	-/۰.۱۰۶	-/۰.۰۵۴	-/۰.۴۹۹	-/۰.۴۶۲	-/۰.۲۷۴	-/۰.۲۴۶	-/۰.۰۶۹	-/۰.۴۹۳
WW <sub>۱</sub>	-/۰.۰۶۰۱	-/۰.۰۰۸	-/۰.۰۰۲	۰	۰	-/۰.۰۲۱	-/۰.۰۳۶	-/۰.۲۳۱	-/۰.۳۲۵	-/۰.۱۹۵	-/۰.۴۷۷	-/۰.۲۰۹	-/۰.۰۶۵
W.W <sub>۲</sub>	-/۰.۰۶۱	-/۰.۰۴۵	-/۰.۰۷۳	-/۰.۰۷۷	-/۰.۸۴۴	-/۰.۰۷۰۷	-/۰.۰۶۸۶	-/۰.۷۱۴	-/۰.۱۹	-/۰.۰۳۴	۰	-/۰.۲۶۵	-/۰.۸۶۵
T <sub>۱</sub>	-/۰.۲۶۱	-/۰.۰۵۶	-/۰.۲۳	-/۰.۰۶۶	-/۰.۶۸۷	-/۰.۰۶۷	-/۰.۰۵۰۱	-/۰.۵۱۵	۰	-/۰.۵۹۷	-/۰.۵۹۷	-/۰.۰۶۱	-/۰.۶۳۲
T <sub>۲</sub>	۰	-/۰.۱۴۸۶	-/۰.۱۸۱	-/۰.۳۷	-/۰.۶۶۸	-/۰.۰۴۲	-/۰.۳۲۸	-/۰.۲۸۸	-/۰.۰۰۸	-/۰.۳۰۵	-/۰.۰۰۸	-/۰.۰۷۷	-/۰.۰۷۰۱
T <sub>۳</sub>	۰	-/۰.۲۵۵	-/۰.۸۸۴	-/۰.۰۹۳	-/۰.۸۲۲	-/۰.۰۷۲	-/۰.۷۲۲	-/۰.۳۲۰۲۷	-/۰.۰۶۹۰	-/۰.۰۰۶	-/۰.۰۷۲۷	-/۰.۰۸۵	-/۰.۲۳
WR <sub>۱</sub>	-/۰.۱۱	-/۰.۰۴۱	-/۰.۰۰۱	-/۰.۰۱۰	-/۰.۰۲۰	۰	-/۰.۰۵۷	-/۰.۱۶۶	-/۰.۰۷۸	-/۰.۰۳۶	-/۰.۰۲۴	-/۰.۰۰۳	-/۰.۰۷۰۷
CW <sub>۱</sub>	-/۰.۵۸۰	-/۰.۰۴۰	-/۰.۰۸۹	-/۰.۲۱۲	-/۰.۰۳	-/۰.۵۱۳	-/۰.۳۶۸	-/۰.۲۳۲	-/۰.۴۴۶	-/۰.۳۰	-/۰.۲۳	-/۰.۳۵۷	۰
CW <sub>۲</sub>	-/۰.۱۰	-/۰.۰۴۷۱	-/۰.۰۰۵۵	-/۰.۰۰۴	-/۰.۰۳۴۰۶	-/۰.۳۸	-/۰.۲۷۵	-/۰.۶۱۳	-/۰.۳۸۷	-/۰.۲۰۸	-/۰.۳۳۹	-/۰.۱۱۲	۰
CW <sub>۳</sub>	-/۰.۳۶	-/۰.۰۳۳۴	-/۰.۰۲۲	-/۰.۱۹	-/۰.۰۴۲۰	-/۰.۱۹	-/۰.۳۴۸	-/۰.۰۶۰۹	-/۰.۳۴۹	-/۰.۲۰۰	-/۰.۰۵۷	-/۰.۱۸۶	۰
CW <sub>۴</sub>	-/۰.۲۹۹	-/۰.۰۲۷۷	-/۰.۰۰۶	-/۰.۱۱۳	-/۰.۰۴۵۴	-/۰.۰۶۰۵	-/۰.۰۵۳۴	-/۰.۳۶۹	-/۰.۳۶۳	-/۰.۳۷۲	-/۰.۱۵۹	-/۰.۲۹۳	۰
CW <sub>۵</sub>	-/۰.۲۵۳	-/۰.۰۲۵۳	-/۰.۰۰۷	-/۰.۰۲۰	-/۰.۱۲۳	-/۰.۰۶۰۳	-/۰.۰۴۹۸	-/۰.۲۵۹	-/۰.۳۴۷	-/۰.۳۶۴	-/۰.۱۰	-/۰.۲۵	۰

## محاسبه مقدار شاخص ویکور شهر سبز مشهد

مقدار  $Q_i$  برای  $i=1,2,3,\dots,m$  بر اساس رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$Q_i = v \left[ \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1 - v) \left[ \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right] \quad (۶)$$

که در آن،  $S^+ = \max S_i$ ،  $S^- = \min S_i$ ،  $R^+ = \max R_i$  و  $R^- = \min R_i$  و  $v$  وزن راهبرد (اکثریت موافق

معیار) یا حداکثر مطلوبیت گروهی است. همچنین در این ارتباط، رابطه  $\left[ \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right]$  بیانگر نسبت فاصله گزینه  $i$  ام از

راه‌حل ایده آل مثبت و رابطه  $\left[ \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right]$  بیانگر نسبت فاصله گزینه  $i$  ام از راه‌حل ایده آل منفی است.

هنگامی که مقدار  $v$  بزرگ‌تر از  $0.5$  باشد، شاخص  $Q_i$  به اکثریت موافق منجر می‌شود و هنگامی که مقدار آن کمتر از

$0.5$  باشد، شاخص  $Q_i$  بیانگر نگرش منفی اکثریت است. به‌طور کلی، وقتی مقدار  $v$  برابر  $0.5$  است، توافق گروهی

یکسان است و به‌طور معمول، مقدار  $v = 0.5$  در نظر گرفته می‌شود (Opricovic, 1998).

در نهایت پس از محاسبه مقادیر مطلوب و نامطلوب، مقدار نهایی شاخص ویکور ( $Q$ ) محاسبه گردید. جدول (۷)

اولویت‌بندی مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های شهر سبز را نشان می‌دهد.

جدول ۷. اولویت‌بندی مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های شهر سبز

نام منطقه	شاخص‌های عینی	
	Qi	Si
منطقه ۱	-/۰.۷۴۰	-/۰.۴۸۲
منطقه ۲	-/۰.۷۰۷	-/۰.۴۶
منطقه ۳	-/۰.۴۹۹	-/۰.۳۴۷
منطقه ۴	-/۰.۶۵۱	-/۰.۴۵۲
منطقه ۵	-/۰.۹۶۹	-/۰.۶۲
منطقه ۶	-/۰.۹۲۵	-/۰.۵۹۲
منطقه ۷	-/۰.۴۳۳	-/۰.۵۵۳
منطقه ۸	-/۰.۶۰۲	-/۰.۶۱۱

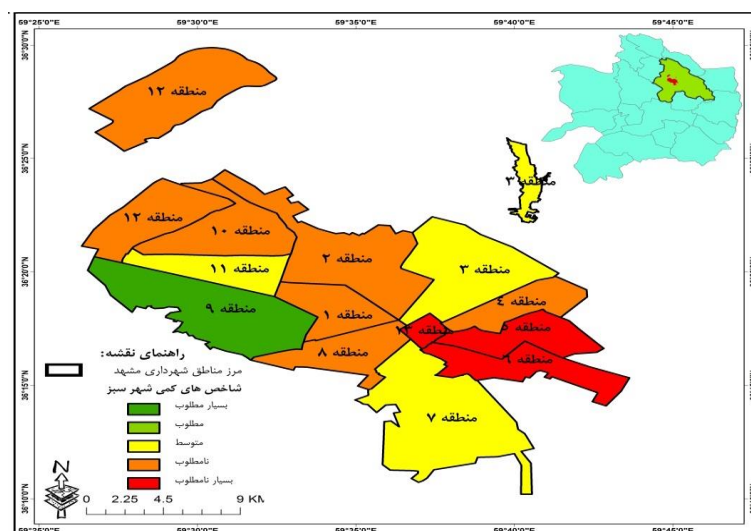
منطقه ۹	۰/۳۷۸	۰/۰۶۹	۰/۰۵۶
منطقه ۱۰	۰/۴۷۲	۰/۰۹۱	۰/۶۲۰
منطقه ۱۱	۰/۴۰۲	۰/۰۸۹	۰/۴۵۱
منطقه ۱۲	۰/۵۷۷	۰/۰۸۹	۰/۷۷۶
منطقه ثامن	۰/۵۴	۰/۰۹۶	۰/۸۱۹
میانگین	-	-	۰/۶۳۴

نتایج حاصل از بررسی وضعیت موجود شهر مشهد نشان داد که از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز منطقه نه کلان‌شهر مشهد با مقدار شاخص ویکور ۰/۰۵۶ در رتبه اول و منطقه هفت با مقدار شاخص ویکور ۰/۴۳۳ در رتبه دوم قرار دارند. همچنین بر اساس نتایج حاصل از این قسمت تحقیق منطقه پنج با مقدار شاخص ویکور ۰/۹۶۹ در رتبه آخر از نظر ویژگی‌های عینی شهر سبز قرار دارد. از دلایل این امر می‌توان به وجود تفاوت زیاد بین برخورداری از سرانه‌ها، ضعف در دسترسی مناسب به شبکه حمل‌ونقل همچون مترو (به‌ویژه در منطقه ۵)، عدم دسترسی به سایر خدمات شهری اشاره نمود. با توجه به اینکه مقدار شاخص ویکور در محدوده بین صفر تا یک است، از این رو می‌توان مناطق شهر مشهد را از نظر شاخص‌های شهر سبز در پنج طبقه بسیار مطلوب، مطلوب، متوسط، نامطلوب و بسیار نامطلوب طبقه‌بندی نمود.

جدول ۸. طبقه‌بندی مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز

وضعیت	بسیار مطلوب	مطلوب	متوسط	نامطلوب	بسیار نامطلوب
امتیاز	۰,۲-۰	۰,۴-۰,۲۱	۰,۶-۰,۴۱	۰,۸-۰,۶۱	۱-۰,۸۱
عینی مناطق	۹	-	۷,۱۱,۳	۱۰,۴,۲,۱,۱۲,۸	۱۳,۶,۵

نتایج تحقیق نشان داد که در حالت عینی تنها منطقه نه در وضعیت بسیار خوبی از نظر ویژگی‌های شهر سبز قرار دارد و اکثر مناطق در شرایط متوسط و پایین‌تر از متوسط قرار دارد (جدول ۸). وجود فضاهای سبز و پارک‌های وسیع در منطقه ۹ شهر مشهد یکی از دلایل اصلی این تفاوت می‌باشد.



شکل ۳. وضعیت مناطق کلان‌شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز

به‌طور کلی در حالت عینی میانگین مقدار ویکور برای کلان‌شهر مشهد برابر با ۰/۶۳۴ است (جدول ۷) که این امر نشان‌دهنده وضعیت نه‌چندان مناسب شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز می‌باشد. بی‌توجهی به عدالت فضایی و تفاوت بسیار در برخورداری از خدمات هفت‌گانه و سایر خدمات زیربنایی و روبنایی باعث شده است تا ضمن کاهش کیفیت زندگی در برخی از مناطق شهر مشهد همچون منطقه ۵، وضعیت این مناطق از نظر الگوهای مدیریت اکولوژیکی همچون شهر سبز که به دنبال توسعه الگوی سکونت و زندگی انسان بر اساس شاخص‌های محیط‌زیستی و به‌تبع پایداری اکولوژیک و توسعه پایدار است، در شرایط نامناسبی قرار گیرد.

### بحث

در این پژوهش به بررسی وضعیت کلان‌شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز بر حسب منطقه پرداخته است. بدین منظور شاخص‌های عینی شهر سبز با بررسی تحقیقات جهانی شناسایی گردید و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره وضعیت شاخص‌های مذکور در مناطق کلان‌شهر مشهد بررسی گردید. بررسی وضعیت مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های عینی شهر سبز نشان از شرایط نه‌چندان مطلوب شهر مشهد از نظر ویژگی‌های شهر سبز در بعد عینی دارد. همچنین در بین شاخص‌های تحقیق، شاخص سرانه فضای سبز و کاهش ترافیک بیشترین اهمیت را داشته‌اند. این تفاوت که تا حدودی ناشی از بی‌توجهی به توسعه متوازن و عدالت فضایی بوده، ضمن آنکه باعث برخورداری متفاوت شهروندان از خدمات زیربنایی و روبنایی شده، سبب کاهش کیفیت زندگی در برخی از مناطق شده است که این امر در یک چرخه علت و معلولی بی‌توجهی به مسائل محیط‌زیستی و گسترش حاشیه‌نشینی را به همراه دارد. ضعف در شبکه حمل‌ونقل انبوه شهری، ضعف در دسترسی مناسب به فضاهای سبز شهری، ضعف در برخورداری از فاضلاب، ضعف در دسترسی به پارکینگ از جمله عواملی است که باعث پایین بودن شاخص شهر سبز در مناطقی مانند منطقه ۵ است.

### نتیجه‌گیری

شهر سبز یکی از رویکردهای نوین توسعه پایدار شهری است که به دلیل سازگاری با محیط‌زیست در سال‌های اخیر مورد توجه مدیران و مسئولان قرار گرفته است. شاخص‌های به‌کاررفته در این پژوهش برگرفته از تجربیات واحد اکونومیست می‌باشد که از سال ۲۰۰۹ در حوزه شهر سبز در کشورهای مختلف فعالیت داشته است، البته به دلیل شرایط محیطی کلان‌شهر مشهد و نبود برخی از داده‌ها تفاوت‌هایی با شاخص‌های واحد اکونومیست دارد که این مسئله در تحقیقات سایر محققان از جمله اندنگسیچ (۲۰۲۰) افشار (۱۳۹۰)، شعبانی (۱۳۹۶) قابل‌رویت می‌باشد. همچنین روش تعیین وزن در این پژوهش با روش استفاده‌شده در مقاله محمدی و کنعانی (۱۳۹۵) یکسان است. به‌طور کلی مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات افشار (۱۳۹۰) و شعبانی (۱۳۹۶) بر روی شاخص‌های شهر سبز در کلان‌شهر تهران و نتایج تحقیق محمدی و کنعانی (۱۳۹۵) بر روی شهر اصفهان گویای آن است که وضعیت کلان‌شهرهای ایران از نظر شاخص شهر سبز در شرایط مطلوبی نمی‌باشد، با این حال لازم است با مطالعه وضعیت شاخص‌های شهر سبز در سایر کلان‌شهرها و مطالعات بیشتر این امر بررسی شود.

به‌طور کلی بر اساس نتایج حاصل از تحقیق پیشنهادهای ذیل ارائه می‌گردد:

- ❖ ضرورت برنامه‌ریزی جامع و تدوین سند زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد و ارائه چارچوب برنامه‌ریزی سازمانی در جهت تحقق آن؛

- ❖ اصلاح شبکه آبرسانی و جداسازی سیستم آب شرب از غیر شرب در بخش مسکونی و سایر بخش‌های مصرفی؛
- ❖ آگاه‌سازی شهروندان شهر مشهد نسبت به مسائل زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد از جمله کمبود آب؛
- ❖ ضرورت تفکیک زباله و ترویج فرهنگ بازیافت به‌ویژه در مناطق چهار، پنج و شش؛
- ❖ گسترش شبکه حمل‌ونقل انبوه شهری (به‌ویژه مترو و BRT)؛
- ❖ رعایت عدالت فضایی در جهت برخورداری یکسان از خدمات هفت‌گانه شهری در بین تمامی مناطق شهر مشهد.

### حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

### سهام نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

### تضاد منافع

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

### تقدیر و تشکر

نویسنده از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

### منابع

- افشار، یاسمین. (۱۳۹۰). *ارزیابی زیست‌محیطی با رویکرد شهر سبز، نمونه موری: شهر تهران*. پایان‌نامه کارشناسی شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران.
- برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد. (۱۳۹۴). *راهنمای بین‌المللی برنامه‌ریزی شهری و سرزمینی*. تهران: سازمان ملل متحد در ایران.
- پایگاه اطلاع‌رسانی دولت. (۱۳۹۵). *لایحه برنامه ششم توسعه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی*. بازیابی ۱۳۹۵/۰۹/۲۵ از سایت <http://dolat.ir/detail/281959>.
- سرای، محمدحسین، و حسینی، سید مصطفی. (۱۳۹۳). *کاربرد تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چندمنظوره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای*. یزد: دانشگاه یزد.
- شعبانی، مرتضی، علوی، سید علی، مشکینی، ابوالفضل، و ماهینی، عبدالرسول سلمان. (۱۳۹۶). *ارزیابی و سنجش فضایی محیط‌زیست شهری با رویکرد شهر سبز (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)*. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۱(۱)، ۱۱۱-۱۲۷. doi: 10.22059/JHGR.2017.61799
- عظیمی، میکائیل، ذاکری، زهرا. (۱۳۹۵). *سند برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۹-۱۳۹۵) حوزه آمایش، توسعه و توازن منطقه‌ای*. تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی ایران.
- کمانگر، محمد، قادری، فیروزه، کرمی، پیمان. (۱۳۹۵). *بررسی دقت روش وزن‌دهی آنتروپی شانون در تعیین عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی دشت سرخون*. *تحقیقات آب‌و خاک ایران*، ۴۷(۲)، ۲۴۷-۲۵۸. doi: 10.22059/IJSWR.2016.58331
- گمار، منا، ملک حسینی، عباس، شمس، مجید. (۱۳۹۹). *ارزیابی معیارهای شهر سبز در مناطق ۲ و ۴ شهر همدان*. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۱۲(۴۴)، ۱۹۹-۲۱۴.



- محمدی، جمال، کنعانی، محمدرضا. (۱۳۹۵). تحلیل وضعیت محیط‌زیست کلان‌شهر اصفهان در چارچوب رویکرد شهر سبز. *فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا*، ۶(۱۹)، ۱۸۳-۱۹۸.
- مرکز آمار ایران. (۱۳۳۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر مشهد ۱۳۳۵.
- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر مشهد ۱۳۹۵.
- مرکز پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرداری مشهد. (۱۳۹۴). گزارش کیفیت هوای مشهد در سال ۱۳۹۴. معاونت خدمات و محیط‌زیست شهرداری مشهد و اداره کل حفاظت محیط‌زیست خراسان رضوی، مشهد: شهرداری مشهد.
- مرکز پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرداری مشهد. (۱۳۹۵). گزارش کیفیت هوای مشهد در سال ۱۳۹۵. معاونت خدمات و محیط‌زیست شهرداری مشهد و اداره کل حفاظت محیط‌زیست خراسان رضوی.
- مرکز پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی شهرداری مشهد. (۱۴۰۰). گزارش کیفیت هوای مشهد در سال ۱۴۰۰. معاونت خدمات و محیط‌زیست شهرداری مشهد و اداره کل حفاظت محیط‌زیست خراسان رضوی.
- ملکی، سعید. (۱۳۸۸). درآمدی بر توسعه پایدار شهری. اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز.
- مهندسان مشاور فرهاد. (۱۳۸۶). چشم‌انداز و الگوی عمومی توسعه و عمران کلان‌شهر مشهد. ویرایش اول، سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی.

## References

- Abdul Latif, S., Bidin, Y., and Awang, Z. (2013). Towards the Realization of Green Cities: The Moderating Role of the Residents' Education Level. *Procardia - Social and Behavioral Sciences*, 85(2013), 646-652, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.392>.
- Afshar, Y. (2011). *Environmental Assessment with Green City Approach, Murray Sample: Tehran*. B.Sc. Thesis in Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, Mazandaran University. [In Persian]
- Association of Finnish Local Authorities. (1996). *Learning New Skills: Finnish Municipalities Towards Sustainability*. Helsinki: Association of Finnish Local Authorities.
- Azimi, M., & Zakeri, Z. (2016). *Document of the Sixth Economic, Social and Cultural Development Plan of the Islamic Republic of Iran (2016-2021) in the field of regional planning, development and balance*. Tehran: Research Center of the Islamic Consultative Assembly of Iran. [In Persian]
- Beatley, T. (2000). *Green Urbanism Learning from European Cities*. Washington DC: Island Press.
- Beatley, T., & Newman, P. (2009). *Green Urbanism Down Under: Learning from Sustainable Communities in Australia*. Washington DC: Island Press.
- Berg, P. (1987). Watershed-scaled governments and green cities. *Land use policy*, 4(1), 5-10, [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(87\)90003-2](https://doi.org/10.1016/0264-8377(87)90003-2).
- Danish Ministry of Environment and Energy. (1995). *The European City-Sustaining Urban Quality*. Working conference, Copenhagen, April, Spatial Planning Department.
- Deputy of Planning and Development of Mashhad Municipality. (2017). *Statistics of 2017 Mashhad city*. Mashhad: Mashhad Municipality.
- Deputy of planning and development of Mashhad Municipality with supervision of statistics management, analysis and performance evaluation. (2016). *Statistics of 2016 Mashhad city, Mashhad: Mashhad Municipality*.
- Deputy of planning and development of Mashhad Municipality with supervision of statistics management, analysis and performance evaluation. (2015). *Statistics of 2014 Mashhad city, Mashhad: Mashhad Municipality*.
- EIU and Siemens. (2009). *European Green City Index*. London: Siemens AG.
- EIU and Siemens. (2010). *Latin American Green City Index*. London: Siemens AG.
- EIU and Siemens. (2011a). *African Green City Index*. London: Siemens AG.
- EIU and Siemens. (2011b). *Asian Green City Index*. London: Siemens AG.

- EIU and Siemens. (2011c). *US and Canada Green City Index*. London: Siemens AG.
- EIU and Siemens. (2012a). *The Green City Index; A summary of the Green City Index research series*. London: Siemens AG.
- EIU and Siemens. (2012b). *Australia and New Zealand Green City Index*. London: Siemens AG.
- Farnhad Consulting Engineers. (2007). *Vision and general pattern of development and construction of Mashhad metropolis*. First edition, Razavi Khorasan Housing and Urban Development Organization. [In Persian]
- Fulter, R., Danny, F., Beloved, B. (2015). *Islam and the environment*. Translators: Mohammad Khajeh Hosseini and Seyed Shahabuddin Moinuddini, University Jihad Publications.
- Gamar, M., & Malek Hosseini, A., Shams, M (2020). Evaluation of Green City criteria in areas 2 and 4 of Hamadan city. *Journal of Geography and Urban Planning The landscape of Zagros*, 12(44),199, doi: 10.22059/JJSWR.2016.58331 [In Persian]
- Government information Base. (2016). Sixth Cultural, Social and Economic Development Plan Bill. Retrieved 2016/Dec/15 from the site <http://dolat.ir/detail/281959>. [In Persian]
- Hosam, H.K.EL., Shalaby, H. (2016). Eco and Green cities as new approaches for planning and developing cities in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(2016), 495-503, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.12.018>.
- Johnston, S.A., Nicholas, S., & Parzen, J. (2013). *The Guide to Greening Cities*. Island Press.
- Kahn, M. E. (2006). *Green cities; Urban Growth and the Environment*. Maryland: Potomac.
- Kamangar, M., & Ghaderi, F. (2016). *Investigating the accuracy of Shannon entropy weighting method in determining suitable areas for artificial feeding in Sarkhon plain*. Iranian Soil and Water Research, 47 (2), 247-258. [In Persian]
- Maleki, S. (2011). *An income on sustainable urban development*. Ahvaz: Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian]
- Mashhad Municipality Environmental Pollutants Monitoring Center. (2015). Mashhad air quality report in 2015. Deputy of Services and Environment of Mashhad Municipality and General Department of Environmental Protection of Khorasan Razavi. [In Persian]
- Mashhad Municipality Environmental Pollutants Monitoring Center. (2016). Mashhad air quality report in 2016. Deputy of Services and Environment of Mashhad Municipality and General Department of Environmental Protection of Khorasan Razavi. [In Persian]
- Mashhad Municipality Environmental Pollutants Monitoring Center. (2021). Mashhad air quality report in 2021. Deputy of Services and Environment of Mashhad Municipality and General Department of Environmental Protection of Khorasan Razavi. [In Persian]
- Mohammadi, J., & Kanani, M.R. (2016). Analysis of the environmental situation of Isfahan metropolis in the framework of the green city approach. *Journal of Spatial Planning*, 6 (19), 183-198. [In Persian]
- Newman, P. (2010). Green Urbanism and its Application to Singapore. *Environment and Urbanization ASIA*, 2010, 1(2), 149–170. doi:10.1177/097542531000100204.
- Opricovic, S., & Tzeng, G.H. (2004). Decision Aiding Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156.
- Opricovic, S. (1998). *Multi-criteria Optimization of Civil Engineering Systems*. Faculty of Civil Engineering, Belgrade.
- Peng, C., Du, H., Liao, T.W. (2017). A research on the cutting database system based on machining features and TOPSIS. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 43(February 2017), 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.10.011>.
- Sarai, M. H., & Hosseini, S. M. (2013). *Application of new multi-purpose decision making techniques in urban and regional planning*. Yazd: Yazd University. [In Persian]
- Shabani, M., Alavi, S.A., Meshkini, A., & Mahini, A.R S. (2017). Spatial evaluation and measurement of urban environment with green city approach (Case study: Tehran metropolis). *Human Geography Research*, 51(1),111-127, doi: 10.22059/JHGR.2017.61799. [In Persian]

- Statistical Center of Iran. (1956). *Results of the general population and housing census of Mashhad 1956*. [In Persian]
- Statistical Center of Iran. (2016). *Results of the general population and housing census of Mashhad 2016*. [In Persian]
- The Environmental Magazine. (2009). What are 'Green cities'?. At website; <http://phys.org/news157055703.html>
- Tri Endangsih, H. (2020) Evaluation of Environmental Performance Using the Green City Index in Depok City, Indonesia, *Journal of Physics: Conference Series*. doi:10.1088/1742-6596/1625/1/012001
- United Nations Human Settlement Program. (2015). *International Guide to Urban and Territorial Planning*. Tehran: United Nations in Iran. [In Persian]