Journal of Geography

Journal Homepage: https://mag.iga.ir

Online ISSN: 2717-2996

Research Paper 2025, 22 (83)

Developing a model of a low- carbon cities in order to reduce climate change and sustainable development (Case study of Ahvaz metropolis)

Nasrin Mehdizadeh[1], Gabriel Ghoribanan[2], Reza Borna[3] , Jafar Morshedi[4], Hamid Nilsaz[5]

1. PhD Student of Climatology of Geography Group, Ahvaz Branch, Islamic Azad university, Ahvaz , Iran.
2. Associate Professor of phisycal Geography Group, Ahvaz Branch, Islamic Azad university, Ahvaz , Iran. E: ghr1391@gmail.com (Corresponding Authors)
3. Assistant Professor of phisycal Geography Group, Research Science Unit of Tehran Brench, Islamic Azad university, Tehran, Iran. E: Bornareza@yahoo.com,
4. Associate Professor of Urban planning Group, Shoshtar, Branch, Islamic Azad university, Shoshtar , Iran. E: Jafarmorshedi@gmail.com
5. Assistant Professor Statistics Group, Mahshahr Branch, Islamic Azad university, Mahshahr , Iran. E: hmid.nilsaz@gmail.com

ARTICLEINFO **ABSTRACT**

Keywords
City Ahvaz metropolis
Climate change DANP
Low-carbon
Sustainable evelopment

Article History:
Received:
20 NO 2024
Received in revised form:
08 DE 2024
Accepted
28 DE 2024
Available online:
19 FE 2025

Urban development is considered the most important factor in the emission of greenhouse gases and climate change, which, if accompanied by an increase in population, will create very critical conditions for the residents of a city. The aim of this research is to identify the important influencing factors in order to formulate a model of a low carbon cities in order to reduce climate change and sustainable development of Ahvaz metropolis. This research is applied in terms of purpose and in terms of the nature of descriptive survey data collection and based on library studies and field investigations. To achieve the goals of the research, a questionnaire was compiled in the form of a matrix of couple influence in 6 criteria and 15 sub-criteria and was given to 20 experts, then data analysis was done with the (DANP-ANP) method and Excel software. The results show that the facilities and infrastructures sector, the cultural and social sector, the green spaces sector and the industries sector in Ahvaz city have an impacting nature. In terms of importance, the access and transportation services sector with a weight of 1810/0, the building sector with a weight of 1768/0 and the section to facilities and infrastructures with a weight of 1681/0 have obtained the first to third importance in reducing carbon among the following criteria, the design and form of the building with 0901/0,the use of energy-efficient devices with a weight of 0878/0, and the promotion of low-carbon lifestyles with 0846/0 have been ranked first to third, respectively.

Citation: Mehdizadeh, N., Ghoribanan, G., Reza Borna, R., Morshedi, J. & Nilsaz, H. (2025). Developing a model of a low- carbon cities in order to reduce climate change and sustainable development (Case study of Ahvaz metropolis). Journal of Geography, 22 (83), 123-141.

http:// doi.org/10.22034/iga.2024.2043983.1339

© The Author (s). Publisher: Iranian Geographical Associati
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Extended Abstract

Introduction

Today, climate change has created unstable conditions on the earth, population increase, urbanization, industrial development and excessive use of fossil fuels, destruction of forests, etc. have greatly increased carbon dioxide gas. Since the carbon footprint in cities, especially the cities of industrialized countries, is very large, today many countries in the world are trying to create low-carbon and zero-carbon cities and neighborhoods in order to reduce this footprint. Despite the increasing global attention to this issue in Iran and consequently Khuzestan province and Ahvaz metropolis, its position and importance is not known and it requires managers, planners and specialists in this field to take examples from successful global examples and implement them. with local and regional conditions and using the existing capabilities, to design and present an example of a low-carbon and zero-carbon geographical space in order to reduce carbon emissions and its negative consequences by building such spaces with scientific and modern methods Provide stable environmental conditions. The purpose of this research is to develop a model of low-carbon cities in order to reduce climate change in order to achieve the sustainable development of Ahvaz city in Khuzestan province. In this research, the questions that are raised in order to achieve the goals of this research are, which components and indicators can have a greater impact and importance in reducing greenhouse gas emissions and climate changes in Ahvaz metropolis? And how Ahvaz metropolis will be able to become a low carbon city?

Methodology

In this research, the DANP method was used to form the data and weights of the criteria and sub-criteria in order to obtain the relationships and weights: creating the Dimtel decision matrix, normalizing the Dimtel matrix, forming the Dimtel total communication matrix (TC) forming the communication matrix criteria (TD), normalizing the TC and TD matrix and creating the weighted supermatrix, exponentiation of the weighted matrix and obtaining the final weight. In order to develop a model of a low-carbon geographic space, 7 criteria (components) and 26 sub-criteria (indicators) were extracted and compiled according to the studies and review of related texts. In order to achieve the goals of the research, a questionnaire was compiled in the form of a matrix to examine the effectiveness of pairs in 6 criteria and 15 sub-criteria and was given to 20 experts and they were asked to consider the degree of influence of the two indicators on each other in a spectrum (0 to 4) (no impact to maximum impact) to evaluate, after that data analysis is done by DANP method with Excel software. In order to analyze the carbon reduction of Ahvaz metropolis, selected criteria and sub-criteria were coded. In this section, the analysis of the research data is done. The goal in this compilation is to develop a model of low-carbon cities for the metropolis of Ahvaz in order to reduce climate change and sustainable development. Used. First, the factors are introduced and at the end, the factors are prioritized by the Denap method. Also, the indicators affecting low-carbon cities were extracted in order to reduce climate change and sustainable development, which include 15 indicators (sub-criteria) in 6 main sectors.

Results and Discussion

Using the DNAP method, the effectiveness and effectiveness of the research factors are first investigated, and then the importance and weight of the factors are determined. In this step, to evaluate the relationship between the criteria (the effect of one criterion on another criterion) using the opinion of experts based on the spectrum of the table, 20 experts have been used to check the criteria, and we take an arithmetic mean to consider the opinion of all the experts. In this step, we normalize the matrix of direct connections. In order to normalize, we first obtain the sum of the row and column values of the direct communication matrix, then we select the largest number among the total numbers, and each value of the direct communication matrix (Table 8) is based on this number. We divide In this research, the largest number of row and

column sum is equal to 41.4. Then we divide all the values of table (8) by this number to get the normalized matrix. To calculate the complete correlation matrix, the same matrix (I_(15*15)) is formed first. Then we subtract the same matrix from the normal matrix (Table 9) and invert the resulting matrix. Finally, we multiply the normal matrix by the inverse matrix. The total relationship matrix is given in table (10). In the next step, the effectiveness of the sub-criteria is determined. The effective sub-criteria are causal criteria and the affectable sub-criteria are of the handicap type. The results are given in table (11). Also, the cause and effect diagram of the indicators is drawn in Figures 2 to 7. Based on this, the following indicators have the nature of cause and effect on the carbon reduction of Ahvaz metropolis in order to reduce climate change and sustainable development. These criteria are considered as important indicators due to their direct and indirect impact on reducing greenhouse gas emissions and improving the urban environment. 1. Use of low energy consumption devices. The development of public transportation, easy and quick access to various places, participation of citizens in the implementation of low-carbon practices, raising awareness and participation of citizens in the implementation of low-carbon measures, has an important impact on energy consumption management and reducing greenhouse gas emissions. Preservation and development of green spaces, 7. Development of supporting and environmentally friendly industries, the results showed that among the main criteria, the access and transportation services sector with a weight of 0.1810 ranked first, the construction sector with a weight of 0.1768 ranked second and the facilities and infrastructure sector It ranks third with a weight of 0.1681. Among the following criteria, the design and form of the building with a weight of 0.0901, the use of low energy consumption devices with a weight of 0.0878, and the promotion of low-carbon lifestyles with a weight of 0.0846 have been ranked first to third, respectively.

Conclusion

According to the findings, it is expected that officials, urban planners, architects and those involved in the field of urban issues, through the development of public transportation and the increase of communication and service routes for quick and easy access, not in the patterns of energy consumption, to remove vehicles Worn out from the transportation cycle, use the natural and climatic conditions of the region to reduce energy demand, etc., pay more attention in order to bring Ahvaz metropolis closer to the standards of a low-carbon city and avoid the harmful effects of greenhouse gas emissions and changes Caste climate.

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 consultants of this paper.

References

1) Birge, D. & Berger, A.M. (2019).Transitioning to low-carbon suburbs in hot-arid :regions:A case-study of Emirati villas in Abu Dhabi. Building and Environment, (147) 77-96. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.013
2) Chalthorpe, P .(2011).Urbanism in The Age of Climate Change, Washington DC. Island press 2011. Journal of urban, Desingn (19)1. https://doi.org/10.1080/13574809.2013.853244
3) Guo, R., Zhao, J., Liu, X & Zhang, J. (2024). Impcacts of urban scale on Low- carbon development: evidence form 265 cities in china, ORIGINAL RESEARCH article Front. Environ. Sci; 01 March

2024, Sec. Social- Ecological Urban Systems, (12),2024. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1347146
4) Cheshmehzangi, A; Xie, L. & T.M. (2018). The role of international actors in Iow-carbon ttansitions of shenzhens International Low carbon city in china, Cities, volume 74, April 2018, 64-74. https://Doi:1016/10/j.cities.11/2017.004.
5) Hsu, C.C., Liou, J.H & Chuang, Y.C. (2013). Integrating DANP and modified grey relation theory for the seiection of an outsourcing Drovider. Expert systems with Applications 2013, 40(6), 2297-2304. https://Doi:1016/10/j.eswa.10/2012.040.
6) Jabarpur Mehrabad, F., & Abedini, A. (2023). Evaluation and Feasibility of Realization of Low Carbon City Approach in Urmia City, Danesh Shahr Sazi Publication, (4) 7, 25-51. [Persian] https://Doi.22124/10/upk.25538/2024.1886
7) Lotfi, S., Shole, M., Fermand, M., & Fatahi, K. (2015). Compilation of urban design criteria for carbon-free neighborhoods, Naqsh Jahan Scientific Research Quarterly, (1)6, 99-80. [Persian] http://doi/20.1001.1.23224991.1395.6.1.6.4
8) Malekpour Asl, B., & Bustani, P. (2022). Collaborative planning approach to achieve a low carbon city in the metropolis, Scientific Journal of Geography and Planning, (81) 26, 209-226. [Persian] . https://Doi:gp.46529/2021.2856/22034/10
9) Mohammadi De Cheshme, M., Gaedi, S., & Shanbepoor, F (2022). Modeling the structural consequences of climate change in Ahvaz using the System Dynamic model, Geographical
10) Information Scientific Research Quarterly, 31(124), 87-101. [Persian]. https://Doi:22131/10/sepehr.551734/2023.2863
11) Mohammadi De Cheshme, M., Gaedi, S., & Peyvand, N. (2019). Feasibility of Zero Carbon City Environmental Strategy in Kurdish City, Scientific Journal of Geography and Environmental Planning, (3) 31, 60-41. [Persian] https://Doi:22108/10/GEP.122584/2020.1291
12) Moradi, A., & Charejo, F. (2021). Strategic planning of sustainable urban development, especially the low-carbon city program, a case study: Sanandaj city (taken from Master's thesis), Urban Planning Scientific Research Quarterly, Islamic Azad University, Maroodasht Branch, (46) 12, 111-129. [Persian] https://Doi:30495/10/JUPM.4063/2021
13) Motadel, M., & Juomepour, M. (2023). Compilation of local indicators and criteria effective on low-carbon city planning (case study: Sari city), two scientific quarterly journals of human-made environment studies, (2) 1, 222-243. [Persian]. https://Doi:30487/10/HMES.1975475/2023.1025
14) Noorian, F., Fath Jalali, A., & Savejbalaghi, T. (2021). Analysis of the effects of land use and transportation network on greenhouse gas emissions with a low carbon city approach, Armanshahr Architecture and Urbanization Journal, (35) 14, 330-311. [Persian] https://Doi.22034/10/AAUD.142938/2021.1638 20
15) Pei, F. & Wang, P. (2022). The impact of the low-carbon city pilot policy on green innovation in firms, Frontiers/Frontiersin Envirionmental, Science, PUBLISHED 22 September 2022. 1-13.
16) Rosta, M., Javadipour, M, & Ebadi, M. (2019). Development of a low-carbon neighborhood model for use in urban planning and design, Danesh Shahrsazi, (1) 4, 33-48. [Persian] https://Doi:upk.15513/2020.1383/22124/10
17) Shababi, H., Yahyazadeh Far, M., Raskhi, S., & Shirkhodai, M. (2016). Explaining the relationship between science development, technology development and economic growth in Iran with Dimtel's approach based on the network analysis process, Technology Development Management Quarterly, (3)5, 105-142. [Persian] https://Doi:22104/10/JTDM.2382/2018.1807
18) Sheikhi, S., Habib, F., & Habib, F. (2022). Developing a conceptual and evaluation model of low carbon cities, Environmental Science and Technology Quarterly, 24(8), 61-75. [Persian]
19) Sun, D. & Xia, J .(2023). Research on road trans port planning aiming at near zero carbon emissions: Taking Ruicheng County as an example, Energy, (263), part 13, 15 January 2023, 125834. https://Doi.org/1016/10/j.energy.125834/2022.
20) Wei, J. & Wenmei, K .(2019). A Review on the Low-Carbon City Study: Development and Trends, Chinese Journal of Urban and Environmental Studies, (7), 2 (2019) 1950006 (12 p), World Scientific Publishing Company and Social Sciences Academic Press (China),
21) Yang, T; Chen, H., Zhang, Y., Zhang, SH. & Fengc, F. (2016). Towards Low-Carbon Urban Forms: Aomparative Study on Energe Efficiencies of Residential Neighboods in Chongming Eco- Island, Energy Procedia 88 (2016) 321-324. https://Doi:1016/10/j.egy.pro.06/2016.142
22) Yu, L. (2014). Low carbon eco-city: New approach for Chinese urbanization ;Habital International, 2014, 44, Complete,102-110. https://Doi:1016/10/j.habitatint.05/2014.004

نشریهٔ جغرافیا

Journal Homepage: https://mag.iga.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۹۹۶-۲۷۱۷

مقاله مستخرج از رساله دکتری

دوره۲۲، شمارهٔ ۸۳، ۱۴۰۳

تدوین مدلی از شهرهای کم کربن به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه (مطالعه موردی کلانشهراهواز)

نسرین مهدی زاده[۱]، جبرائیل قربانیان[۲]، رضا برنا[۳]، جعفر مرشدی[۴]، حمید نیل ساز[۵]

۱. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. E: nelimehdizadeh@gmail.com

۲. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول). E: ghr1391@gmail.com

۳. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. E: Bornareza@yahoo.com

۴. استادیارگروه شهرسازی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران. E: Jafarmorshedi@gmail.com

۵. استادیار گروه آمار، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران. E: hmid.nilsaz@gmail.com

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
تغییرات آب و هوایی
توسعه پایدار
شهرهای کم کربن
کلانشهر اهواز
DANP

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۸/۳۰
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۱۰/۱۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۰/۰۸
تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۱۲/۰۱

چکیده

توسعه شهری مهمترین عامل در انتشار گازهای گلخانه ای و تغییرات آب و هوایی به شمار می رود که اگر با افزایش جمعیت همراه باشد شرایطی بسیار بحرانی برای ساکنان یک شهر به وجود خواهد آورد. هدف پژوهش حاضر شناسایی عوامل مهم تاثیرگذار به منظور تدوین مدلی از شهرهای کم کربن به منظورکاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار کلان شهر اهواز می باشد. این تحقیق از نظر هدف کاربردی و ازنظر ماهیت گردآوری داده، توصیفی - پیمایشی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای و بررسی های میدانی است. برای دستیابی به اهداف پژوهش پرسشنامه ای به صورت ماتریس بررسی اثرگذاری زوجی در ۶ معیار و ۱۵ زیر معیار تدوین و در اختیار ۲۰ نفر از متخصصین قرار گرفت سپس تحلیل داده ها با روش دنپ (DANP_ANP) و نرم افزار اکسل صورت گرفت. نتایج نشان می دهد بخش تاسیسات و زیرساخت ها، بخش فرهنگی و اجتماعی ، بخش فضاهای سبز و بخش صنایع، در شهر اهواز از ماهیت تاثیرگذاری برخوردارند. از نظر اهمیت نیز بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی با وزن، ۰/۱۸۱۰، بخش ساختمان با وزن ۰/۱۷۶۸ و بخش تاسیسات و زیر ساخت ها با وزن ۰/۱۶۸۱ به ترتیب رتبه اول تا سوم اهمیت را در جهت کاهش کربن کسب نموده اند،در بین زیر معیارها نیز طراحی و فرم ساختمان با وزن ۰/۰۹۰۱، استفاده از وسایل کم مصرف انرژی با وزن ۰/۰۸۷۸ و ترویج سبک و شیوه های زندگی کم کربن با ۰/۰۸۴۶ به ترتیب رتبه اول تا سوم را کسب نموده اند.

استناد: مهدی زاده، نسرین؛ قربانیان، جبرائیل؛ برنا، رضا؛ مرشدی، جعفر و نیل ساز، حمید. (۱۴۰۳). تدوین مدلی از شهرهای کم کربن به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعهپایدار (مطالعه موردی کلانشهر اهواز)، نشریهٔ جغرافیا، (۸۳) ۲۲، ۱۴۱-۱۲۳.

http:// doi.org/10.22034/iga.2024.2043983.1339

© نویسندگان

صاحب امتیاز: انجمن جغرافیایی ایران

مقدمه و پیشینه

اخیرا گرم شدن کره زمین به یکی از مهمترین موضوعات مورد توجه جهانی تبدیل شده است. شواهد قابل توجهی وجود دارد که اثبات می‌کند بیشترین بخش از این گرم شدن، ناشی از فعالیت‌های انسانی است. به طور کلی می‌توان سه دسته خطرات مرتبط با تغییر اقلیم برای کلان شهرهای ایران تعریف نمود: تغییرات دمایی، تغییرات بارش و تغییرات در شدت طوفان‌ها و گرد و غبارها (محمدی ده چشمه و همکاران، ۱۴۰۱: ۸۹). همچنین به طور کلی، سه رویکرد وابسته برای مقابله با پدیده تغییر اقلیم وجود دارد: سبک زندگی، حفاظت و استفاده از انرژی پاک. سبک زندگی، در برگیرنده‌ی شیوه زندگی ماست؛ مسافتی که رانندگی می‌کنیم، اندازه خانه‌هایمان، غذایی که می‌خوریم و مقدار موادی که مصرف می‌کنیم این موارد تحت تاثیر جامعه و فرهنگ ما هستند. حفاظت، حول محور بازدهی و کارآمدی، در ساختمان‌ها، خودروها، لوازم خانگی و سیستم‌های صنعتی است. رویکرد سوم نیز در برگیرنده فناوری‌های جدید برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، باد، موج، زمین گرمایی، زیست توده، انرژی هسته‌ای یا همجوشی است (Calthorpe, 2011: 8) و (لطفی و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۲). شهرها سهم عمده‌ای در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند به طوری که نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و بر اساس پیش بینی‌های صورت گرفته این سهم به ۷۰ درصد در سال ۲۰۵۰ می رسد؛ شهرها۸۰ درصد از مصرف انرژی جهان و به همین میزان، انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را به خود اختصاص می‌دهند (نوریان و همکاران ، ۱۴۰۰: ۳۱۲). امروزه تغییرات آب و هوایی شرایط ناپایداری را در زمین ایجاد کرده است، افزایش جمعیت، شهرنشینی، توسعه صنعتی و استفاده بی رویه از سوخت‌های فسیلی، ازبین بردن جنگل‌ها و ... شدیدا باعث افزایش گاز دی اکسید کربن شده است. از آن جا که رد پای‌کربن در شهرها، خصوصا شهرهای کشورهای صنعتی بسیار بزرگ بوده به همین منظور بسیاری از کشورها جهان در صدد ایجاد شهرها و محله های کم کربن و کربن صفر به منظور کاهش این ردپا هستند. علی‌رغم توجهات فزاینده جهانی به این موضوع در کشور ایران و به تبع آن استان خوزستان و کلان شهر اهواز، جایگاه و اهمیت آن شناخته شده نیست و می طلبد مدیران، برنامه‌ریزان و متخصصان این حوزه ضمن الگو برداری از نمونه‌های موفق جهانی و تطبیق آن‌ها با شرایط بومی و منطقه‌ایی و استفاده از توانمندی‌های موجود، نمونه ای از فضای جغرافیایی کم کربن و کربن صفر را طراحی و ارائه نمایند تا با ساخت این گونه فضا با شیوه‌های علمی و نوین به منظورکاهش انتشار کربن و پیامدهای منفی آن شرایط زیست محیطی پایداری را فراهم کنند. بنابراین انجام چنین پژوهش‌هایی به منظور آگاهی بخشی و تسریع در ایجاد چنین پروژه هایی لازم و ضروری است. در این تحقیق پرسش هایی که در جهت رسیدن به اهداف این پژوهش مطرح می‌شود این است که توجه به کدام مولفه‌ها و شاخص‌ها می‌تواند تاثیر و اهمیت بیشتری در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و تغییرات آب و هوایی در کلانشهر اهواز داشته باشد؟ و اینکه چگونه کلانشهر اهواز قابلیت تبدیل شدن به شهر کم کربن را خواهد داشت؟

پژوهش‌هایی در این زمینه صورت گرفته که در ادامه به مواردی از آن ها اشاره می‌شود. در پژوهش خود به این نتیجه رسید شهری را می‌توان به عنوان یک شهر زیست محیطی کم کربن نامید که بکارگیری انرژی‌های تجدید پذیر و کم کربن در الگوی تولید انرژی در سطوح شهری و منطقه‌ای، برخورداری از سیستم حمل و نقل نوین و نیز تسهیل کننده فرایندهای پیاده-روی، دوچرخه سواری و حمل و نقل عمومی، برخورداری از الگوی مدیریت هدفمند پسماندهای شهری و جلوگیری از اتلاف انرژی با استفاده از افزایش کارایی تکنولوژی، مدیریت منابع آب و طراحی چرخه بازیافت منابع طبیعی و تولیدات صنعتی-مصنوعی، بازیابی صدمات زیست محیطی احتمالی ناشی از الگوهای غلط تولید و مصرف انرژی، تضمین حقوق شهروندی برای تمامی اقوام و آحاد جامعه، در راستای ارتقای حس مسئولیت‌پذیری در جامعه شهری، داشته باشد (Yang, 2016: 321) در

پژوهش خود به بررسی رابطه متقابل بین فرم شهری و بهره‌وری انرژی محله‌های مسکونی، در جزیره بوم‌گرد چانگ مینگ[1] پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی سالانه ساختمان آن‌ها، به دلیل رفتارهای مختلف ساکنان، متفاوت است. (Wei & Wenmei, 2019)در پژوهش مطالعات توسعه شهر کم کربن، به این نتیجه رسیدند که برای ساخت شهرهای کم کربن در چین، محققان داخلی و خارجی تحقیقات عمیقی را در مورد مفاهیم اقتصاد کم کربن، شهر کم کربن، شاخص های کم کربن، مقدار اوج تخلیه کربن و فن آوری انجام داده اند (Birge and Berger, 2019: 77).

در پژوهش خود با نام انتقال به حومه‌های کم کربن در مناطق گرم و خشک به مطالعه ویلاهای اماراتی در شهر ابوظبی پرداختند. برای تخمین انتشار گازهای گلخانه‌ای برای یک خط پایه و مجموعه‌ای از سناریوهای احتمالی آینده به سمت انتقال خانوارهای تک خانواده در منطقه به انتشار کربن کم و در نهایت نزدیک به صفر، تحلیلی از تاثیر ترکیبی دستاوردهای بهره‌وری انرژی از طریق: ۱- پذیرش فناوری و طراحی بهتر. ۲-کاهش شدت کربن با استفاده از انرژی تجدیدپذیر. و۳- ترسیب کربن از کاشت درخت در مقیاس قطعه، استفاده کردند. نتایج پژوهش آن‌ها برای انتشار ۶۴/۳ تن کربن از هر خانوار در سال از ساخت و سازهای جدید، نشان داد که ۳۳/۷ تا ۴۹ درصد کاهش بالقوه انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده ناشی از بهبود طراحی خانه، ۹۸/۱ درصد از برق رسانی و منبع انرژی خورشیدی، و ۹۹/۴ درصد از بهبود طراحی و فناوری ترکیبی است، همچنین این مطالعه نشان داد که اگر پیوند آب- انرژی در ابوظبی به نمک زدایی با انرژی خورشیدی و اسمز معکوس تبدیل شود، درختان باعث از بین رفتن کربن خالص می شوند در نتیجه در آینده محله های کم تراکم با مناطق متراکم کاشت درخت به یک گونه شناسی مسکن پایدار تبدیل شوند؛ این واقعیت چندین فرضیه فعلی برنامه‌ریزان غربی در مورد توسعه پایدار برای مناطق خشک را برهم می زند. (Pei & Wang, 2022: 12) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که سیاست شهرهای آزمایشی کم کربن، تاثیر قابل توجهی بر برنامه‌های کاربردی برای ثبت اختراع سبز دارد. این رابطه برای شرکت‌های خصوصی در مقایسه با شرکت‌های دولتی قوی‌تر است. (Sun & Xia, 2023: 14) در پژوهش خود به برنامه‌ریزی حمل و نقل جاده‌ای با هدف انتشار کربن تقریبا صفر در شهرستان روئیچنگ‌شانشی[2] چین پرداختند. نتایج نشان داد که اقدامات متنوعی مانند: جایگزینی وسایل نقلیه معمولی با وسایل نقلیه الکتریکی و تشویق حمل و نقل عمومی می‌تواند به طور موثر حمل و نقل جاده‌ای را تسهیل کند.

(Guo etal, 2024: 82) در پژوهش خود اثرات مقیاس شهری بر توسعه کم کربن را با توجه به ۲۶۵ شهر در چین مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که مقیاس شهری می‌تواند به طور قابل توجهی توسعه کم کربن را ارتقا دهد. (لطفی و همکاران ، ۱۳۹۵: ۹۹) در پژوهش خود به بررسی اصول کلی طراحی و برنامه ریزی محله‌های کم کربن و بدون کربن پرداختند و این معیارها را در پنج لایه تدوین کردند که به ترتیب اولویت عبارتند از ۱) فرم و کالبد، ۲) حمل و نقل و کاربری، ۳) انرژی، ۴) منظر، ۵) خلاقیت. (محمدی‌ده‌چشمه و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۱) در پژوهش خود با عنوان امکان سنجی راهبرد زیست محیطی شهرکربن صفر در شهرکرد، شاخص های پنجگانه را با توجه به اهداف پژوهش استخراج کردند که برمبنای نتایج بررسی آن‌ها، شاخص‌های موثر بر استقرار شهر کم‌کربن در شهر کرد، شاخص‌های خلاقیت زیست محیطی با وزن ۰/۲۹۸ به مثابه اثرگذارترین و پایدارترین شاخص زیست محیطی شهر کربن صفر و شاخص طراحی منظر شهری با وزن ۰/۲۲۹ در رده بعدی مهم‌ترین و پایدارترین شاخص‌ها و شاخص انرژی با وزن ۰/۱۰۷ به مثابه کم اهمیت ترین و ناپایدارترین شاخص زیست محیطی در شهر کرد شناخته شدند. (روستا و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۳) در پژوهش خود به ارزیابی تاثیر شاخص‌های رویکرد کم کربن بر میزان پایداری و قیاس تلفیقی آن‌ها در محله جولان شهر همدان پرداختند و یافته‌های آن‌ها نشان داد تمامی ابعاد رویکرد کم کربن و میزان کلی آن با محله پایدار شهری رابطه مثبت و معنی داری دارد. (مرادی و چاره جو، ۱۴۰۰: ۱۱۱) با شش مولفه (محیط زیست کم کربن،

[1]. Chong ming

[2]. Ruicheng, Shanxi

حمل و نقل کم کربن، جامعه کم کربن، اقتصاد کم کربن، توسعه شهری کم‌کربن و برنامه ریزی کم کربن) به این نتیجه رسیدند که مولفه توسعه شهری کم کربن بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. (ملک پور اصل و بوستانی، ۱۴۰۱: ۲۰۹) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که برای دست یابی به شهر کم کربن می بایست کلیه ی نهادها و سازمان‌های شهری برای خود اهداف مشترک تعریف شده‌ای داشته باشند (معتدل و جمعه‌پور، ۱۴۰۲: ۲۲۲) در پژوهش خود نشان دادند آگاهی‌سازی و سیاست‌گذاری صحیح در جهت مشارکت شهروندان می‌تواند شکل‌گیری شهر کم‌کربن را تسریع بخشد. (جبارپور مهرآباد و عابدینی، ۱۴۰۲: ۲۵) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که با اصلاح شبکه شهری، توسعه پیاده راه‌ها، حذف پارکینگ‌ها و ترویج استفاده از وسایل نقلیه پاک و کم مصرف می‌توان به استانداردهای شهر کم کربن نزدیک شد و اثرات مخرب گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد.

مبانی نظری

شهر کم کربن[7] طبق گفته پروتکل کیوتو شهر کربن کم، شهری پایدار همراه با کاهش انتشارهای مضر مانند کربن دی اکسید و ترویج محصولات پاکیزه تلقی می‌شود (Cheshmezangi etal, 2018: 65). در توسعه شهرهای کم کربن به عنوان یک شکل توسعه غالب شهری و ساخت مبنا، این دسته از شهرها با عنوان شهر کم کربن در بردارنده‌ی فاکتورها، معیارها و بخش بندی-های وسیعی از حیث جمعیت، منابع، نوع استقرار جامعه و محیط زیست بوده و بنابراین شهر کم کربن یک پروژه نظام‌مند پیچیده محسوب می‌گردد (شیخی و همکاران ، ۱۴۰۱: ۶۸). از سال ۲۰۰۴، دولت و محققان در ژاپن شروع به تحقیقات بر روی مدل و راه‌هایی که به سمت جامعه کم کربن می‌رود را آغاز کرده و اصطلاح جامعه کم کربن را برای اولین بار مطرح کردند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۵) و (روستا و همکاران ، ۱۳۹۹: ۳۵). دانشمندان چینی نیز شهرهای کم کربن را به سه دسته تقسیم می‌کنند (جدول۱) (محمدی‌ده‌چشمه و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۷).

جدول۱. انواع شهرهای کم کربن

شهر به مثابه محل اجرای اقتصاد شهر کم کربن	با هدف نهایی کاهش انتشار کربن	شهر به مثابه الگوی جدید توسعه
تبدیل الگوی توسعه اقتصادی سنتی با مصرف انرژی های عظیم و هزینه های زیست محیطی، به انرژی های کم مصرف	حفظ میزان مصرف و انتشار انرژی در پایین ترین سطح ممکن با فرض رشد اقتصادی و پیشرفت اجتماعی	در نظر گرفتن ایده ی شهر کم کربن در همه ی زمینه های توسعه شهری از جمله تولید صنعت، مصرف و امور زندگی، سیستم و مدیریت

منبع: (محمدی ده چشمه و همکاران، ۱۳۹۹)

کاندون هفت قانون اصلی را برای طراحی شهری کم کربن بیان نموده است که عبارتند از: ۱- دسترسی آسان به حمل و نقل عمومی.۲- طراحی سامانه معابر سواره به صورت پیوسته و متصل.۳-استقرار خدمات وسایل حمل و نقل همگانی و مدارس در فاصله‌ی پنج دقیقه پیاده روی.۴- استقرار شغل‌های خوب در نزدیکی خانه‌های ارزان قیمت.۵- ارائه طیف متنوعی از انواع خانه-های مسکونی.۶- به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها.۷- سرمایه‌گذاری برای زیر ساخت‌های سبک تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر. این اصول نماینده‌ی اجرای یک کل هستند. دست‌یابی به یکی از این اصول، بدون بقیه آن‌ها به خصوص اگر به قیمت بقیه تمام شود ارزش محدودی خواهد داشت و می‌تواند نتیجه معکوس داشته باشد (محمدی‌ده-چشمه و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۷).

7. Low carbon city

روش پژوهش

روش دنپ (Dematel and Anp) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که با استفاده از ماتریس ارتباطات DEMATEL، سوپرماتریس Anp را تشکیل داده و وزن معیارها و زیر معیارها را محاسبه می‌کند (Hsu etal, 2013: 25). در روش دنپ گام‌های ذیل دنبال می‌شوند تا بتوان روابط و اوزان را به دست آورد: ایجاد ماتریس تصمیم دیمتل، نرمال‌سازی ماتریس دیمتل، تشکیل ماتریس ارتباطات کل دیمتل (TC) تشکیل ماتریس ارتباطات معیارها (TD)، نرمال سازی ماتریس TC وTD و ایجاد سوپرماتریس موزون، به توان رساندن ماتریس موزون و به دست آوردن وزن نهایی (شبابی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۲-۱۱۱). جهت دستیابی به اهداف پژوهش پرسشنامه به صورت ماتریس بررسی اثرگذاری زوجی در ۶ معیار و ۱۵ زیرمعیار تدوین و در اختیار ۲۰ نفر از متخصصین قرار خواهد گرفت و از آن‌ها خواسته شد با توجه به میزان اثرپذیری دو به دوی شاخص-ها بر یکدیگر در یک طیف (۰ تا ۴) (بدون تاثیر تا حداکثر تاثیرگذاری) ارزیابی کنند سپس به تجزیه و تحلیل داده های پژوهش پرداخته می‌شود.

آمار توصیفی پاسخ دهندگان

امار توصیفی پاسخ دهندگان از جنبه‌های: جنسیت، تحصیلات، سن و سابقه کار، در جدول (۲ تا ۵) آورده شده است. با توجه بـه جداول فوق: ۴۹ درصد از پاسخ دهندگان مرد و ۵۱ درصد آن‌ها زن بوده‌اند. ۵۱ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۴۹ درصد دارای مدرک دکترا، از نظر سنی، ۱۵ درصد سنی بین ۳۰ تا ۴۰ سال، ۶۵ درصد بین ۴۰ تـا ۵۰ سـال و ۲۰ درصـد بـالاتر از ۵۰ سال دارند، ۱۵ درصد از پاسخ دهندگان دارای سابقه‌کار ۵ تا ۱۵سال، ۵۰ درصد، ۱۵ تا ۲۰ سال و ۳۵ درصـد بـالاتر از ۲۰ سـال سابقه بوده‌اند.

جدول۱: توزیع فراوانی جنسیت پاسخگویان منبع: (نگارندگان)

جنسیت	فراوانی	درصد
مرد	۹	۴۹
زن	۱۱	۵۱
جمع	۲۰	۱۰۰

جدول۳: توزیع فراوانی سطح تحصیلات متخصصان منبع: (نگارندگان)

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد
کارشناسی ارشد	۱۱	۵۱
دکترا	۹	۴۹
جمع	۲۰	۱۰۰

جدول۴: توزیع فراوانی سن متخصصان منبع: (نگارندگان)

سن	فراوانی	درصد
۳۰ تا ۴۰ سال	۳	۱۵
۴۰ تا ۵۰ سال	۱۳	۶۵
بالاتر از ۵۰ سال	۴	۲۰
جمع	۲۰	۱۰۰

جدول۵. توزیع فراوانی سابقه کار متخصصان منبع: (نگارندگان)

سابقه کار (سال)	فراوانی	درصد
۵ تا ۱۵ سال	۳	۱۵
۱۵ تا ۲۰ سال	۱۰	۵۰
بالاتر از ۲۰ سال	۷	۳۵
جمع	۲۰	۱۰۰

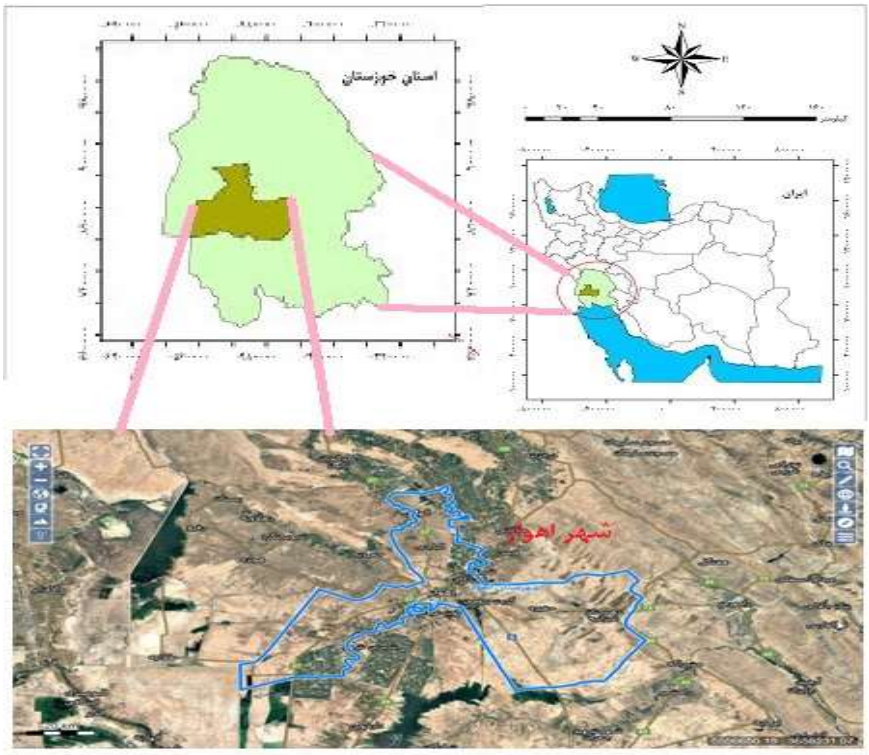
جدول۶. شاخص‌های تاثیرگذار بر شهرهای کم کربن به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار منبع: (نگارندگان)

معیار	کد	زیرمعیار	کد
بخش ساختمان	A	طراحی و فرم ساختمان.	A1
		استفاده از وسایل کم مصرف انرژی	A2
بخش تاسیسات و زیر ساخت‌ها	B	استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک	B1
		بازیافت ضایعات و پسماند	B2
		تصفیه فاضلاب های شهری (بازچرخانی آب)	B3
		توسعه خدمات دولت الکترونیک و هوشمند	B4
بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی	C	توسعه حمل و نقل عمومی	C1
		جریمه های نقدی برای خودروهای آلاینده هوا	C2
		امکان دسترسی آسان و سریع به اماکن مختلف(مراکز خرید، مدارس، مراکز درمانی، فضای سبز، بانک ها و...)	C3
بخش فرهنگی و اجتماعی	D	ترویج سبک و شیوه های زندگی کم کربن	D1
		مشارکت شهروندان در اجرای شیوه های کم کربن	D2
بخش فضاهای سبز	E	حفظ و توسعه فضاهای سبز	E1
		ایجاد پوشش های گیاهی متناسب با اقلیم منطقه	E2
بخش صنایع	F	استفاده از سیستم فیلتراسیون آلاینده های هوا در مراکز و شرکت‌های صنعتی	F1
		توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست	F2

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر اهواز مرکز استان خوزستان، با وسعت ۴۸۶۴ کیلومترمربع (۷/۶ درصد مساحت استان) در ۹۲۲ کیلومتری تهران واقع شده است. از شمال به دزفول و شوشتر، از شمال غربی به شوش از مشرق به رامهرمز و هفتکل، از جنوب به بندر ماهشهر و خرمشهر و از غرب به سوسنگرد محدود و در موقعیت ۳۱ درجه و۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۳۱ متر و ارتفاع شهر اهواز از سطح دریا ۱۸ متراست (آمارنامه شهرداری اهواز، ۱۳۹۴: ۱۰). با توجه به آمارنامه

۱۴۰۱ شهرداری اهواز، جمعیت این شهر در سال ۱۴۰۰، برابر با ۱۲۶۲۵۸۰ نفر بوده است و دارای ۸ منطقه شهری است. اهواز یکی از شهرهای صنعتی ایران است و صنایع بزرگی همچون شرکت نفت، فولاد خوزستان، کربن ایران، ملی حفاری در محدوده آن قرار دارد.



شکل۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع: (نقشه تقسیمات کشوری و سایت گوگل ارث)

بحث و یافته‌ها

با استفاده از روش دنپ، ابتدا تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عوامل پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس اهمیت و وزن عوامل مشخص می‌شود. در این گام جهت ارزیابی روابط میان معیارها (تاثیر یک معیار بر معیار دیگر) با استفاده از نظر خبرگان، بر اساس طیف جدول استفاده شده است برای بررسی معیارها از نظر ۲۰ خبره استفاده شده که برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان میانگین حسابی گرفته شد. نتایج در جدول (۷) آورده شده است.

جدول۷. ماتریس ارتباطات مستقیم معیارها

	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	F1	F2
A1	۰	۲/۶	۱/۶	۲/۳۵	۲/۱۵	۲/۳	۱/۴۵	۲/۸	۲/۲	۲/۰۵	۲/۲۵	۲/۰۵	۱/۳۵	۲/۲	۲
A2	۲/۷	۰	۱/۸	۲/۷۵	۲/۴	۲/۳۵	۲/۰۵	۲/۷۵	۲/۴۵	۲/۴۵	۲/۴	۲/۳۵	۲/۰۵	۲/۴	۲/۲۵
B1	۲/۸۵	۳/۴۵	۰	۳/۱	۳	۲/۹۵	۲/۹	۳/۲۵	۳/۱	۲/۷	۲/۹۵	۲/۷	۲/۶۵	۲/۸۵	۲/۹۵
B2	۲/۷	۱/۹	۱/۱	۰	۲/۴۵	۲/۵۵	۲/۲۵	۲/۹	۲/۲۵	۲/۴	۲/۴۵	۲/۳۵	۲/۳	۲/۲۵	۲/۲۵
B3	۱/۹	۱/۶	۰/۹	۱/۸۵	۰	۲/۵	۲/۳۵	۲/۷۵	۲/۲۵	۲/۳۵	۲/۲	۲/۳	۱/۹۵	۱/۹	۲/۲
B4	۲/۴۵	۲/۱۵	۱/۸	۲/۰۵	۲/۶	۰	۲/۳۵	۲/۵	۲/۱۵	۲/۳	۱/۹۵	۲/۰۵	۱/۹	۲/۱	۲/۰۵
C1	۲/۷۵	۲/۲۵	۲/۳	۲/۵۵	۲/۹	۲/۶	۰	۳/۱	۲/۵۵	۲/۶	۲/۵	۲/۲۵	۲/۳۵	۲/۴	۲/۳
C2	۱/۳	۱	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۱/۵	۰	۱/۹	۱/۶	۱/۶	۱/۴۵	۱/۴	۱/۳۵	۱/۴۵
C3	۳/۰۵	۳/۱۵	۲/۳	۳/۱	۳/۱۵	۳	۳/۱	۳	۰	۲/۱۵	۲/۱۵	۱/۸۵	۲/۱۵	۲/۰۵	۲/۰۵
D1	۱/۸	۲/۳	۱/۵	۲/۵۵	۱/۹	۲/۶	۲/۹	۳/۲	۲/۳۵	۰	۲/۱	۲/۱	۲	۱/۹۵	۲/۱۵
D2	۳/۱۵	۳/۲	۳/۱	۳	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۶	۳/۲	۲/۸۵	۰	۱/۸۵	۲/۰۵	۲/۳	۲/۲۵
E1	۲/۰۵	۲/۷۵	۲/۴۵	۲/۶	۳/۲۵	۳	۲/۵	۲/۹۵	۱/۹۵	۲/۷۵	۱/۸۵	۰	۲/۳۵	۲/۵	۲/۵
E2	۲/۹	۲/۲۵	۱/۵	۲/۰۵	۱/۹	۱/۹	۱/۹۵	۲/۷۵	۲/۰۵	۲/۴	۱/۶	۱/۷۵	۰	۲/۳	۲/۶
F1	۲/۶۵	۲/۵۵	۱/۵۵	۲/۳۵	۲/۹	۲/۲۵	۲/۲	۱/۹	۱/۶۵	۲	۱/۲۵	۱/۵	۲/۶۵	۰	۲/۶۵
F2	۳/۲۵	۳/۱۵	۲/۶۵	۳	۳/۳	۲/۹۵	۲/۵۵	۳/۱۵	۲/۳۵	۲/۵۵	۲	۲/۲۵	۳/۰۵	۳/۳	۰

منبع: (یافته‌های تحقیق)

در این مرحله ماتریس ارتباطات مستقیم نرمال می‌گردد. نتایج در جدول (۸) آورده شده است. جهت نرمال‌سازی ابتدا مجموع درایه‌های سطر و ستون ماتریس ارتباطات مستقیم را بدست آورده سپس از بین اعداد مجموع، بزرگترین عدد را انتخاب و تک تک درایه‌های ماتریس ارتباطات مستقیم (جدول۷)، بر این عدد تقسیم می‌شود. در این پژوهش بزرگترین عدد مجموع سطر و ستون برابر با ۴۱/۴ است. سپس تمام درایه‌های جدول (۷) را بر این عدد تقسیم می‌کنیم تا ماتریس نرمال‌شده حاصل شود.

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل، ابتدا ماتریس همانی (I_{15*15}) تشکیل می‌شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال (جدول۹) کرده و ماتریس حاصل معکوس گردیده است. و در نهایت ماتریس نرمال در ماتریس معکوس ضرب می‌شود. در مرحله بعدی تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیرمعیارها مشخص می‌گردد. زیرمعیارهای تاثیرگذار از نوع معیارهای علی هستند و زیرمعیارهای تاثیرپذیر از نوع معلول هستند. نمودار علی و معلولی شاخص‌ها در شکل (۲ تا ۷) رسم شده است. بر این اساس شاخص‌های زیر ماهیت علت و تاثیرگذار، بر کاهش کربن کلان شهر اهواز به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار دارند. استفاده از وسایل کم مصرف انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک، توسعه حمل و نقل عمومی، امکان دسترسی آسان و سریع به اماکن مختلف (مراکز خرید، مدارس، مراکز درمانی، فضای سبز، بانک‌ها و...)، مشارکت شهروندان در اجرای شیوه های کم‌کربن، حفظ و توسعه فضاهای سبز، توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست. در واقع شاخص‌هایی که در

زمینه کاهش کربن کلان در شهر اهواز ارائه شده‌اند، به منظور تحقق اهداف مرتبط با کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار می‌باشند. این معیارها به دلیل تأثیر مستقیم و غیرمستقیمی که بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود محیط زیست شهری دارند، به عنوان شاخص‌های مهمی در نظر گرفته می‌شوند.

جدول۸. ماتریس نرمال ارتباطات مستقیم معیارها

	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	F1	F2
A1	۰/۰۰۰	۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۰/۰۵۷	۰/۰۵۲	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵	۰/۰۶۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵۰	۰/۰۳۳	۰/۰۵۳	۰/۰۴۸
A2	۰/۰۶۵	۰/۰۰۰	۰/۰۴۳	۰/۰۶۶	۰/۰۵۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۰	۰/۰۶۶	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹	۰/۰۵۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۰	۰/۰۵۸	۰/۰۵۴
B1	۰/۰۶۹	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۰۷۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵	۰/۰۶۴	۰/۰۶۹	۰/۰۷۱
B2	۰/۰۶۵	۰/۰۴۶	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۵۴	۰/۰۷۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵۸	۰/۰۵۹	۰/۰۵۷	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴
B3	۰/۰۴۶	۰/۰۳۹	۰/۰۲۲	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۰/۰۶۰	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	۰/۰۵۴	۰/۰۵۷	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶	۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	۰/۰۵۳
B4	۰/۰۵۹	۰/۰۵۲	۰/۰۴۳	۰/۰۵۰	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷	۰/۰۶۰	۰/۰۵۲	۰/۰۵۶	۰/۰۴۷	۰/۰۵۰	۰/۰۴۶	۰/۰۵۱	۰/۰۵۰
C1	۰/۰۶۶	۰/۰۵۴	۰/۰۵۶	۰/۰۶۲	۰/۰۷۰	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۰۶۲	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵۷	۰/۰۵۸	۰/۰۵۶
C2	۰/۰۳۱	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	۰/۰۳۳	۰/۰۳۵
C3	۰/۰۷۴	۰/۰۷۶	۰/۰۵۶	۰/۰۷۵	۰/۰۷۶	۰/۰۷۲	۰/۰۷۵	۰/۰۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	۰/۰۴۵	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰
D1	۰/۰۴۳	۰/۰۵۶	۰/۰۳۶	۰/۰۶۲	۰/۰۴۶	۰/۰۶۳	۰/۰۷۰	۰/۰۷۷	۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۴۸	۰/۰۴۷	۰/۰۵۲
D2	۰/۰۷۶	۰/۰۷۷	۰/۰۷۵	۰/۰۷۲	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۷۷	۰/۰۶۹	۰/۰۰۰	۰/۰۴۵	۰/۰۵۰	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴
E1	۰/۰۵۰	۰/۰۶۶	۰/۰۵۹	۰/۰۶۳	۰/۰۷۹	۰/۰۷۲	۰/۰۶۰	۰/۰۷۱	۰/۰۴۷	۰/۰۶۶	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰
E2	۰/۰۷۰	۰/۰۵۴	۰/۰۳۶	۰/۰۵۰	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۴۷	۰/۰۶۶	۰/۰۵۰	۰/۰۵۸	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	۰/۰۰۰	۰/۰۵۶	۰/۰۶۳
F1	۰/۰۶۴	۰/۰۶۲	۰/۰۳۷	۰/۰۵۷	۰/۰۷۰	۰/۰۵۴	۰/۰۵۳	۰/۰۴۶	۰/۰۴۰	۰/۰۴۸	۰/۰۳۰	۰/۰۳۶	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۴
F2	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۰/۰۶۴	۰/۰۷۲	۰/۰۸۰	۰/۰۷۱	۰/۰۶۲	۰/۰۷۶	۰/۰۵۷	۰/۰۶۲	۰/۰۴۸	۰/۰۵۴	۰/۰۷۴	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰

منبع: (یافته‌های تحقیق)

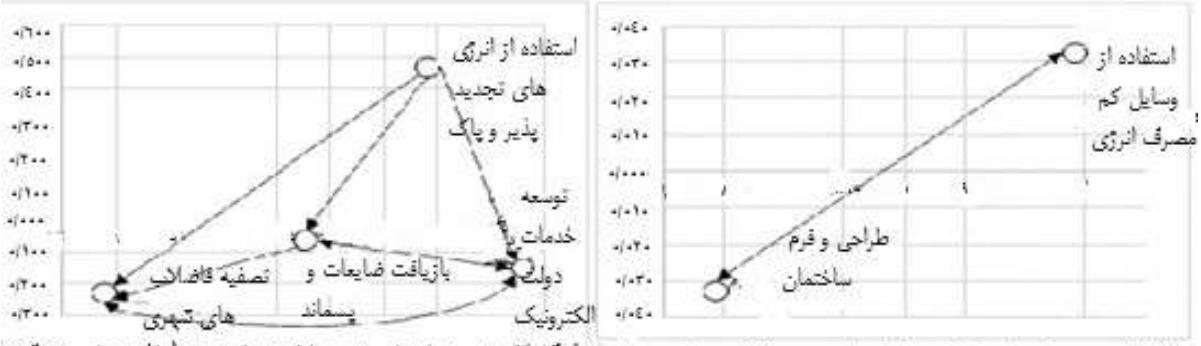
جدول۹. تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیرمعیارها

	نام معیار	کد	D	R	D+R	D-R	نوع معیار
بخش ساختمان	طراحی و فرم ساختمان	A1	۰/۴۲۳	۰/۴۵۶	۰/۸۷۹	-۰/۰۳۳	معلول
	استفاده از وسایل کم مصرف انرژی	A2	۰/۴۷۱	۰/۴۳۸	۰/۹۰۹	۰/۰۳۳	علت
بخش تاسیسات و زیر ساخت ها	استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک	B1	۱/۱۶۳	۰/۶۹۶	۱/۸۵۹	۰/۴۶۶	علت
	بازیافت ضایعات و پسماند	B2	۰/۸۸۳	۰/۹۶۵	۱/۸۴۸	-۰/۰۸۲	معلول
	تصفیه فاضلاب های شهری (بازچرخانی آب)	B3	۰/۷۹۸	۱/۰۳۱	۱/۸۲۹	-۰/۲۳۲	معلول
	توسعه خدمات دولت الکترونیک و هوشمند	B4	۰/۸۵۸	۱/۰۱۰	۱/۸۶۸	-۰/۱۵۲	معلول
بخش دسترسی و خدمات حمل و	توسعه حمل و نقل عمومی	C1	۰/۷۹۶	۰/۶۴۱	۱/۴۳۷	۰/۱۵۵	علت
	جریمه های نقدی برای خودروهای آلاینده هوا	C2	۰/۴۴۰	۰/۷۸۹	۱/۲۲۸	-۰/۳۴۹	معلول

	نام معیار	کد	D	R	D+R	D-R	نوع معیار
نقلی	امکان دسترسی آسان و سریع به اماکن مختلف(مراکز خرید، مدارس، مراکز درمانی، فضای سبز، بانک ها و...)	C3	۰/۸۲۰	۰/۶۲۶	۱/۴۴۶	۰/۱۹۳	علت
بخش فرهنگی و اجتماعی	ترویج سبک و شیوه های زندگی کم کربن	D1	۰/۴۰۰	۰/۴۸۷	۰/۸۸۷	-۰/۰۸۸	معلول
	مشارکت شهروندان در اجرای شیوه های کم کربن	D2	۰/۵۱۴	۰/۴۲۶	۰/۹۴۱	۰/۰۸۸	علت
بخش فضاهای سبز	حفظ و توسعه فضاهای سبز	E1	۰/۴۲۸	۰/۳۸۰	۰/۸۰۸	۰/۰۴۹	علت
	ایجاد پوشش های گیاهی متناسب با اقلیم منطقه	E2	۰/۳۵۷	۰/۴۰۶	۰/۷۶۳	-۰/۰۴۹	معلول
بخش صنایع	استفاده از سیستم فیلتراسیون آلاینده های هوا در مراکز و شرکت های صنعتی	F1	۰/۴۰۳	۰/۴۶۸	۰/۸۷۰	-۰/۰۶۵	معلول
	توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست	F2	۰/۵۱۶	۰/۴۵۱	۰/۹۶۸	۰/۰۶۵	علت

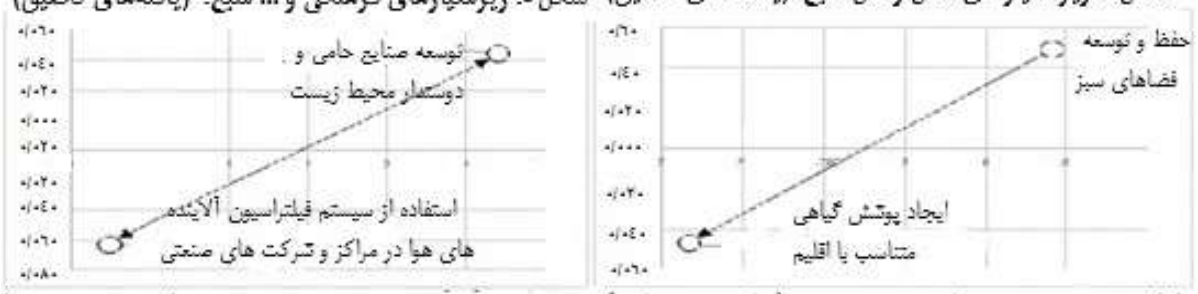
منبع: (یافته‌های تحقیق)

در (جدول ۸)، شاخصی که دارای D-R مثبت است نشان از علت بودن آن دارد یعنی از تاثیرگذاری بالایی برخوردار است. با توجه به شکل ۲ تا ۷ معیارهایی که دارای D+R بزرگتری هستند دارای ارتباط بیشتری با سیستم اند، بنابراین در بین زیرمعیارهای بخش ساختمان؛ استفاده از وسایل کم مصرف انرژی، در بین زیرمعیارهای بخش تاسیسات و زیرساخت‌ها استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک دربین زیرمعیارهای بخش دسترسی و خدمات حمل ونقلی، امکان دسترسی آسان و سریع به اماکن مختلف و توسعه حمل و نقل عمومی، در بین زیربخش های فرهنگی و اجتماعی، مشارکت شهروندان در اجرای شیوه‌های کم مصرف، در بین زیرمعیارهای بخش فضای سبز، حفظ و توسعه فضای سبز و در بین زیرمعیارهای بخش صنایع، توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست، دارای بیشترین مقدار D+R هستند که نشان از بیشترین ارتباط با دیگر عوامل دارد.



شکل۲: زیرمعیارهای بخش ساختمان منبع: (یافته های تحقیق) شکل۳: زیر معیارهای زیرساخت ها منبع: (یافته های تحقیق

شکل۵: زیرمعیارهای فرهنگی و ... منبع: (یافته‌های تحقیق) شکل٤: زیر معیارهای حمل و نقل منبع: (یافته های تحقیق)



شکل٦: زیر بخش‌های فضای سبز منبع: (یافته‌های تحقیق) شکل ۷: زیر معیارهای بخش صنایع منبع: (یافته‌های تحقیق)

تشکیل ماتریس ارتباط کامل ابعاد (T_D^{∞}) و نرمال سازی آن:

با استفاده از این رابطه ماتریس ارتباطات کامل ابعاد را ایجاد می‌کنیم نتیجه در جدول (۱۰) آورده شده است همچنین از روی این نمودار نیز تاثیرگذاری و تاثیرپذیری معیارهای اصلی تعیین می‌شود که در شکل (۴) آورده شده است. سپس این ماتریس را نرمال می‌کنیم نتایج در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول۱۰. ماتریس ارتباط کامل ابعاد (T_D^{∞}) معیارها

	A	B	C	D	E	F
A	۰/۲۲۳	۰/۲۳۳	۰/۲۵۰	۰/۲۲۸	۰/۲۱۱	۰/۲۲۸
B	۰/۲۵۹	۰/۲۳۱	۰/۲۶۸	۰/۲۴۱	۰/۲۲۸	۰/۲۴۱
C	۰/۲۳۷	۰/۲۲۴	۰/۲۲۸	۰/۲۱۷	۰/۲۰۴	۰/۲۱۵
D	۰/۲۸۰	۰/۲۶۸	۰/۲۹۵	۰/۲۲۸	۰/۲۳۵	۰/۲۵۲
E	۰/۲۵۸	۰/۲۴۲	۰/۲۵۹	۰/۲۳۲	۰/۱۹۶	۰/۲۴۱
F	۰/۲۷۹	۰/۲۶۰	۰/۲۷۰	۰/۲۳۸	۰/۲۳۷	۰/۲۳۰

منبع: (یافته‌های تحقیق)

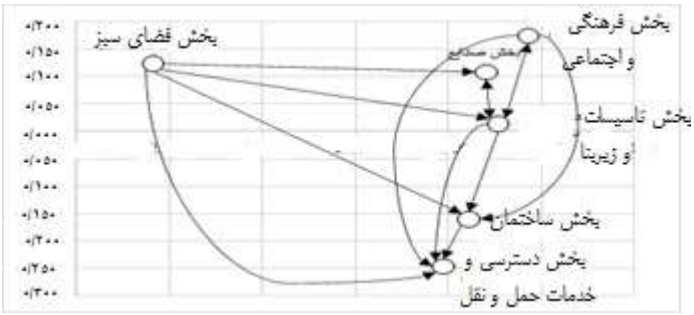
با استفاده از جدول (۱۰) تاثیرگذاری و تاثیرپذیری معیارهای اصلی تعیین می‌شود و به طریق مشابه مقادیر D و R را محاسبه می‌کنیم. طبق جدول (۱۱)، معیار بخش تاسیسات وزیرساخت‌ها، بخش فرهنگی و اجتماعی، بخش فضاهای سبز و بخش صنایع، دارای D-R مثبت هستند یعنی جنبه علت دارند و از تاثیرگذاری بالایی برخوردارند.

جدول۱۱. تاثیرگذاری و تاثیرپذیری معیارهای اصلی

نام معیار	کد	D	R	D+R	D-R	نوع معیار
بخش ساختمان	A	۱/۳۷۳	۱/۵۳۶	۲/۹۰۹	۰/۱۶۳-	معلول
بخش تاسیسات و زیر ساخت‌ها	B	۱/۴۶۹	۱/۴۵۸	۲/۹۲۶	۰/۰۱۱	علت
بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی	C	۱/۳۲۵	۱/۵۷۲	۲/۸۹۷	۰/۲۴۷-	معلول
بخش فرهنگی و اجتماعی	D	۱/۵۵۹	۱/۳۸۴	۲/۹۴۳	۰/۱۷۵	علت
بخش فضاهای سبز	E	۱/۴۲۹	۱/۳۱۲	۲/۷۴۱	۰/۱۱۷	علت
بخش صنایع	F	۱/۵۱۵	۱/۴۰۷	۲/۹۲۲	۰/۱۰۸	علت

منبع: (یافته‌های تحقیق)

در واقع بخش‌های زیر در شهر اهواز ماهیت تاثیرگذارتردارند، بخش تاسیسات و زیر ساخت‌ها، بخش فرهنگی و اجتماعی، بخش فضاهای سبز و بخش صنایع. با توجه به شکل (۸) بخش تاسیسات و زیر ساخت‌ها دارای بیشترین مقدار D+R است پس بیشترین ارتباط را با سایر عوامل سیستم دارد.



شکل (۸) نمودار علی عوامل اصلی
منبع: (یافته‌های تحقیق)

در مرحله بعدی ماتریس ارتباط کامل (جدول ۱۰) نرمال شده و سوپرماتریس ناموزون تشکیل می‌گردد و ترانهاده ماتریس نرمال ارتباطات کامل را تشکیل می‌دهیم که این ماتریس ترانهاده همان ماتریس ناموزون اولیه است. سپس سوپرماتریس موزون راتشکیل می دهیم، در این گام ماتریس ارتباط کامل نرمال T_D^{∞} ترانهاده شده در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌شود.

محدود کردن سوپر ماتریس موزون: مرحله بعدی باید سوپر ماتریس موزون را به توان رساند تا همگرا شود در این مقاله ماتریس موزون در توان ۵ همگرا شده است. نتایج در جدول (۱۲) آورده شده است.

جدول۱۲. سوپرماتریس حدی

	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	F1	F2
A1	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰	/۰۹۰۱ ۰
A2	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰	/۰۸۶۸ ۰
B1	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰	/۰۳۳۲ ۰
B2	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰	/۰۴۳۹ ۰
B3	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰	/۰۴۶۰ ۰
B4	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰	/۰۴۵۰ ۰
C1	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰	/۰۵۶۸ ۰
C2	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰	/۰۶۸۴ ۰
C3	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰	/۰۵۵۷ ۰
D1	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰	/۰۸۴۶ ۰
D2	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰	/۰۷۵۶ ۰
E1	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰	/۰۷۴۴ ۰
E2	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰	/۰۷۷۱ ۰
F1	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰	/۰۸۱۳ ۰
F2	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰	/۰۸۱۲ ۰

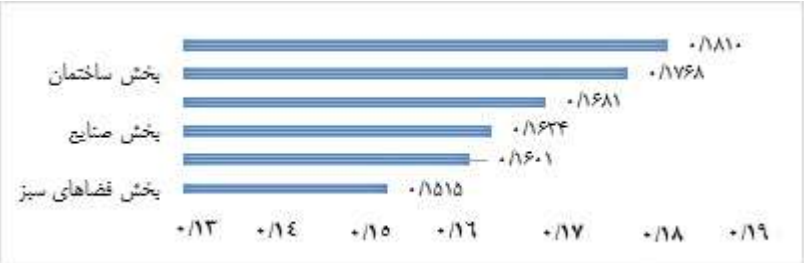
منبع: (یافته‌های تحقیق)

وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها از سوپرماتریس محدود شده (جدول۱۲) استخراج می‌شود و در جدول (۱۳) آورده شده است. باتوجه به جدول (۱۳) در بین معیارهای اصلی، بخش دسترسی و خدمات حمل و نقل با وزن۰/۱۸۱۰ رتبه اول، بخش ساختمان با وزن ۱۷۶۸ /۰ رتبه دوم و بخش تاسیسات و زیرساخت‌ها با وزن ۰/۱۶۸۱ رتبه سوم می‌باشد.

جدول۱۳. اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها

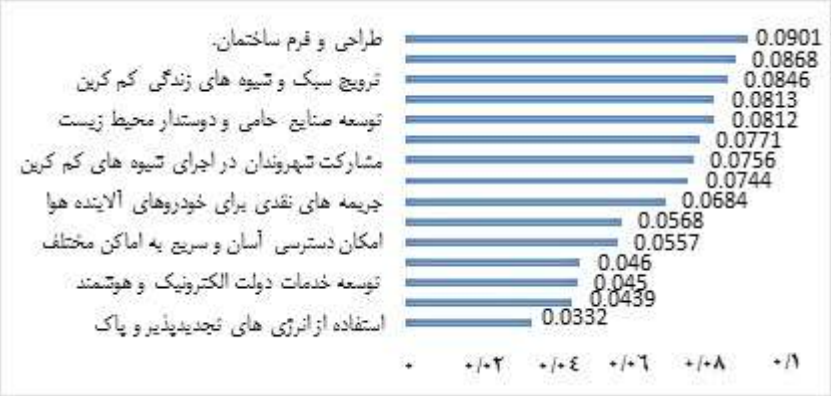
نام معیار	وزن معیار	وزن زیرمعیار
بخش ساختمان (A)	۰/۱۷۶۸	
طراحی و فرم ساختمان.		۰/۰۹۰۱
استفاده از وسایل کم مصرف انرژی		۰/۰۸۶۸
بخش تاسیسات و زیر ساخت ها (B)	۰/۱۶۸۱	
استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک		۰/۰۳۳۲
بازیافت ضایعات و پسماند		۰/۰۴۳۹
تصفیه فاضلاب‌های شهری (بازچرخانی آب)		۰/۰۴۶۰
توسعه خدمات دولت الکترونیک و هوشمند		۰/۰۴۵۰
بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی (C)	۰/۱۸۱۰	
توسعه حمل و نقل عمومی		۰/۰۵۶۸
جریمه های نقدی برای خودروهای آلاینده هوا		۰/۰۶۸۴
امکان دسترسی آسان و سریع به اماکن مختلف		۰/۰۵۵۷
بخش فرهنگی و اجتماعی (D)	۰/۱۶۰۱	
ترویج سبک و شیوه های زندگی کم کربن		۰/۰۸۴۶
مشارکت شهروندان در اجرای شیوه های کم کربن		۰/۰۷۵۶
بخش فضاهای سبز (E)	۰/۱۵۱۵	
حفظ و توسعه فضاهای سبز		۰/۰۷۴۴
ایجاد پوشش های گیاهی متناسب با اقلیم منطقه		۰/۰۷۷۱
بخش صنایع (F)	۰/۱۶۲۴	
استفاده از سیستم فیلتراسیون آلاینده های هوا در مراکز و شرکت های صنعتی		۰/۰۸۱۳
توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست		۰/۰۸۱۲

منبع: (یافته‌های تحقیق)



شکل۹. وزن و رتبه نهایی معیارهای اصلی
منبع: (یافته‌های تحقیق)

به بیان دیگر بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی در شهر اهواز به عنوان اهمیت اول در جهت کاهش کربن به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار به دلایل انتشار گازهای گلخانه‌ای، ترافیک و آلودگی هوا، تغییر سبک زندگی، توسعه پایدار و مدیریت ترافیک مورد تأکید قرار می‌گیرد. به طور خلاصه، در بین معیارها، بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی، مهم‌ترین اثر را در کاهش کربن و بهبود تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار شهر اهواز دارد چرا که به طور مستقیم و غیرمستقیم به عوامل کلانی که بر کربن و تغییرات آب و هوایی تأثیر می‌گذارند، مرتبط است و اقدامات در این بخش می‌تواند به تحقق اهداف پایداری و محیط زیستی کمک کند.



شکل۱۰. وزن و رتبه نهایی زیرمعیارها
منبع: (یافته‌های تحقیق)

همچنین بر اساس شکل (۱۰) در بین زیرمعیارها نیز، طراحی و فرم ساختمان رتبه اول را کسب کرده است.

دلایل اهمیت:

۱) مصرف انرژی: طراحی و فرم ساختمان تأثیر مستقیم بر مصرف انرژی در ساختمان دارد. این تأثیر شامل استفاده از نورپردازی طبیعی، سیستم‌های گرمایش و سرمایش کارآمد، عایق‌های حرارتی بهینه و تهویه مناسب است. ساختمان‌های طراحی شده به دقت به کمک این اقدامات می‌توانند مصرف انرژی را به شدت کاهش داده و انتشار کربن کلان را کاهش دهند.

۲) استفاده از منابع دوباره‌پذیر: طراحی ساختمان می‌تواند از استفاده از منابع دوباره‌پذیر مانند نورپردازی خورشیدی، سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی، و سیستم‌های مدیریت آب باران بهره‌برداری کند. این منابع دوباره‌پذیر می‌توانند مصرف انرژی را به حداقل برسانند و به کاهش انتشار کربن کلان کمک کنند.

۳) کیفیت هوا و آلودگی: طراحی ساختمان می‌تواند به بهبود کیفیت هوا در داخل ساختمان و در محیط زیست کمک کند. استفاده از سیستم‌های تهویه کارآمد و تصفیه هوا می‌تواند آلودگی هوا را کاهش داده و به تغییرات آب و هوایی مثبتی منجر شود.

۴) زیبایی و استفاده از فضاها: طراحی و فرم ساختمان می‌توانند فضایی زیبا و استفاده‌پذیر ایجاد کنند که به افراد انگیزه بدهند تا در مکان‌های ساختمانی زمان بگذرانند و از حمل و نقل عمومی استفاده کنند. این به ترافیک و انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند.

۵) پایداری و بلندمدتی: طراحی ساختمان با تأکید بر پایداری و دوام می‌تواند از دید بلندمدت به انتشار کربن کلان و تغییرات آب و هوایی نگاه کند. ساختمان‌های با فرم و طراحی پایدار به توسعه پایدار شهری کمک می‌کنند.

با توجه به موارد ذکر شده، طراحی و فرم ساختمان‌ها اهمیت بالایی در کاهش کربن و تغییرات آب و هوایی در شـهر اهـواز دارد. طراحی ساختمان‌های پایدار و دوستدار محیط زیست می‌تواند به بهبود کیفیت محیط زیست شـهر و کـاهش تـأثیرات منفـی بـر تغییرات آب و هوایی کمک کند. بنابراین، به طور کلی می‌توان گفت، نوسازی و مدرنیته در روسـتای شـهرک گلخـانی تـاثیرات متفاوتی در تغییر سبک زندگی داشته است. چنانچه نوسـازی موجـب ثـروت‌انـدوزی، درآمـدزایی، تنـوع شـغلی، مکـانیزه شـدن کشاورزی، عدم کمک مالی به دیگران، افزایش رفاه زندگی، مادی گرایی، کاهش اعتقادات، مصرف‌گرایی، کاهش تعلـق مکـانی، تجمل‌گرایی، مدگرایی، تغییر زبانی، تغییرات کالبدی روستا، تغییر رفتار، الگوی تغذیه، اسـتفاده از فـن‌آوری‌هـای نـوین، تغییـر در پوشش و لباس، تغییر در نگرش و اندیشه، تغییر مشارکت جمعی، تغییر در تعصب به خانواده و زادگاه، کاهش ارتباطات، گسـترش استفاده از شبکه‌های اجتماعی و تغییر باورها در سطح شهرک گلخانی شده است. البته این نکته را باید یادآور شـد اگرچـه هنـوز روستای مورد مطالعه به طورکلی درهمه زمینه دچار تغییر و تولات نشده است ولی این را باید در نظر گرفت کـه سـبک زنـدگی سنتی و بومی به طور چشمگیری دچار تغییر و تحول شده و سبک زندگی سنتی در بین روستاییان کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

تغییرات آب و هوایی شرایط ناپایداری را در زمین ایجاد کرده است؛ افزایش جمعیت، شهر نشینی توسعه صنعتی و استفاده بی رویه ازسوخت‌های فسیلی، از بین بردن جنگل‌ها و... شدیدا باعث افزایش گاز دی اکسید کربن شده است. دی اکسید کربن مهمترین گازگلخانه‌ای است. از آنجایی که شهرها درصد قابل توجهی از انرژی‌های تولید شده را مصرف می‌کنند و رد پای کربن در شهرها، خصوصا شهرهای کشورهای صنعتی بسیار بزرگ است. امروزه بسیاری از کشورهای جهان را بر آن داشته است؛ تا با ایجاد شهرها و محله‌های کم کربن و کربن صفر در کاهش انتشار کربن و در نهایت کاهش تغییرات آب و هوایی منفی اقدام کنند. در کشور ما نیزمصرف سوخت‌های فسیلی بالاست و شهرها خصوصا کلانشهرها با مشکلات شدید آلودگی روبرو هستند. اگرچه اقداماتی در جهت ایجاد شهرهای پایدار صورت گرفته است اما این اقدامات کوچک و بسیار ناچیز است. اهواز یکی از ۱۰ کلانشهرهای ایران است که درکنار هوای آلوده، تغییرات آب و هوایی باعث ایجاد شرایط نامطلوبی شده است. در این پژوهش برای گذر از این شرایط و نزدیک شدن به استانداردهای شهرهای کم کربن و توسعه پایدار سعی شد عوامل مهم و تاثیرگذار شناسایی شود تا مسئولین و برنامه ریزان حوزه شهری با توجه به آن ها در بهبود شرایط ایجاد شده و پیش رو، اقدامات لازم را صورت دهند. در این مطالعه به دو پرسش پاسخ داده شد توجه به کدام مولفه‌ها و شاخص‌ها می‌تواند تاثیر و اهمیت بیشتری در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی در کلانشهر اهواز داشته باشد؟ و اینکه چگونه کلانشهر اهواز قابلیت تبدیل شدن به شهر کم کربن را خواهد داشت؟ در جهت دستیابی به اهداف پژوهش پرسشنامه‌ای به صورت ماتریس بررسی اثرگذاری زوجی در ۶ معیار (مولفه) و ۱۵ زیر معیار (شاخص) تدوین گردید. یافته‌ها به دست آمده نشان داد در بین معیارهای اصلی، بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی با وزن ۰/۱۸۱۰ رتبه اول را کسب کرده است. بخش ساختمان با وزن ۰/۱۷۶۸ رتبه دوم و بخش تاسیسات و زیرساخت‌ها با وزن ۰/۱۶۸۱ رتبه سوم را کسب کرده است. در بین معیارها، بخش دسترسی و خدمات حمل و نقلی، اهمیت اول را در کاهش کربن و بهبود تغییرات آب و هوایی و توسعه پایدار در شهر اهواز دارد. چرا که به طور مستقیم و غیرمستقیم به عوامل که بر کربن و تغییرات آب و هوایی تأثیر می‌گذارند، مرتبط است و اقدامات در این بخش می‌توانند به تحقق اهداف پایداری و محیط زیستی کمک کنند. در بین زیر معیارها نیز طراحی و فرم ساختمان با وزن ۰/۰۹۰۱، استفاده از وسایل کم مصرف انرژی با وزن۰/۰۸۷۸ و ترویج سبک و شیوه‌های زندگی کم کربن با ۰/۰۸۴۶ به ترتیب رتبه اول تا سوم را کسب نموده اند. باتوجه به یافته‌ها انتظار می‌رود مسئولین، برنامه‌ریزان شهری، معماران و دست اندرکاران حوزه مسایل

شهری، با توجه به پیشنهادات ارائه شده کلانشهر اهواز را در تحقق به استانداردهای شهر کم کربن نزدیک کنند و از اثرات زیان بار انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی آن بکاهند. برخی از پیشنهادات: توسعه و تجهیز وسایل نقلیه عمومی، اصلاح شبکه ارتباطی شهری و توزیع عادلانه دسترسی‌ها، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک، افزایش دسترسی به حمل و نقل عمومی و ایجاد امکاناتی مانند مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، استفاده از وسایل نقلیه الکترونیکی و دوستدار محیط زیست، گسترش فرهنگ صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، استفاده از عایق های حرارتی در ساختمان، استفاده از شیشه‌های دوجداره، کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی و چیدمان ساختمان، استفاده از لامپ‌های کم مصرف LED، استفاده از وسایل و لوازم خانگی دارای برچسپ انرژیA، تنظیم درجه حرارت مناسب در ساختمان‌ها، استفاده از بام و دیوار سبز، کاهش مصرف آب و بازچرخانی آن، به حداقل رساندن ضایعات و پسماند و بازیافت آن، استفاده از سیستم‌های تهویه کارآمد و تصفیه هوا مدیریت ترافیک، مشارکت شهروندان در اجرای شیوه‌های کم کربن، توسعه صنایع حامی و دوستدار محیط زیست، ایجاد پوشش‌های گیاهی متناسب با اقلیم منطقه، افزایش و نوسعه خدمات دولت الکترونیک، خارج کردن وسایل نقلیه فرسوده از چرخه حمل ونقل، استفاده از شرایط طبیعی و اقلیمی منطقه برای کاهش تقاضای انرژی و...

حامی مالی

بنابه اظهار نویسندۀ مسئول، این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد است و این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان

نویسندگان در انجام این پژوهش سهم برابر دارند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می دارند، هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از افرادی که در نشر این مقاله همکاری داشته اند، تشکر می کنند.

منابع

۱) جبارپور مهرآباد، فاطمه و عابدینی، اصغر (۱۴۰۲). ارزیابی و امکان سنجی تحقق رویکرد شهر کم کربن در شهر ارومیه، نشریه دانش شهرسازی، (۴)۷، ۵۱-۲۵. https://doi.22124/10/upk.25538/2024.188

۲) روستا، مریم؛ جوادی پور، مسعود و عبادی، مریم (۱۳۹۹). تدوین مدل محله کم کربن به منظور کاربست در برنامه ریزی و طراحی شهری، نشریه دانش شهرسازی، (۱)۴، ۴۸-۳۳. https://doi:upk.15513/2020.1383/22124/10

۳) شبابی، هومن؛ یحیی زاده فر، محمود؛ راسخی، سعید و شیرخدایی، میثم (۱۳۹۶). تبین ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران با رویکرد دیمتل مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، (۳)۵، ۱۴۲-۱۰۵. https://doi:22104/10/JTDM.2382/2018.1807

۴) شیخی، سعیده؛ حبیب، فرشته و حبیب، فرح (۱۴۰۱). تدوین مدل مفهومی و ارزیابانه شهرهای کم کربن، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۴(۸)، ۷۵- ۶۱. https://dio: 10.30495/jest.2023.68388.5713

۵) لطفی، سهند؛ شعله، مهسا؛ فرمند، مریم و فتاحی، کاوه (۱۳۹۵). تدوین معیارهای طراحی شهری برای محله های بدون کربن، فصلنامه علمی پژوهشی نقش جهان، (۱)۶، ۹۹-۸۰.

۶) احمدی ده چشمه، مصطفی؛ قائدی، سهراب و پیوند، ندا (۱۳۹۹). امکان سنجی راهبرد زیست محیطی شهر کربن صفر در شهر کرد، مجله علمی جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، (۳)۳۱، ۶۰-۴۱. https://Doi:22108/10/GEP.122584/2020.1291

۷) محمدی ده چشمه، مصطفی؛ قائدی، سهراب و شنبه پور، فرشته (۱۴۰۱). مدل سازی پیامدهای ساختاری تغییرات اقلیمی در شهر

اهواز با بهره گیری از مدل System Dynamic، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، (۱۲۴)۳۱، ۱۰۱-۸۷ . https://doi:22131/10/sepehr.551734/2023.286

۸) مرادی، آذر و چاره جو، فرزین (۱۴۰۰). برنامه ریزی راهبردی توسعه پایدار شهری با ویژه برنامه شهر کم کربن مطالعه موردی: شهر سنندج (برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد)، فصلنامه علمی پژوهشی برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، (۴۶) ۱۲، ۱۲۹-۱۱۱. https://doi:30495/10/JUPM.4063/2021

۹) معتدل، مارال و جمعه پور، محمود (۱۴۰۲). تدوین شاخص ها و معیارهای بومی موثر بر برنامه ریزی شهرهای کم کربن (مطالعه موردی: شهر ساری)، دو فصلنامه علمی مطالعات محیط انسان ساخت، (۲) ۱، ۲۴۳-۲۲۲. https://Doi:30487/10/HMES.1975475/2023.1025.

۱۰) ملک پور اصل، بهزاد و بوستانی، پریمان (۱۴۰۱). رهیافت برنامه ریزی همکارانه به منظور دست یابی به شهر کم کربن در کلانشهر، نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، (۸۱) ۲۶، ۲۲۶-۲۰۹.https://doi:gp.46529/2021.2856/22034/10

۱۱) نوریان، فرشاد؛ فتح جلالی، آرش و ساوجبلاغی، تارا (۱۴۰۰). تحلیل اثرات کاربری اراضی و شبکه حمل و نقلی بر انتشار گازهای گلخانه ای با رویکرد شهر کم کربن، نشریه معماری و شهرسازی آرمان شهر، (۳۵)۱۴، ۳۳۰-۳۱۱. 318. https://doi.22034/10/AAUD.142938/2021.1638

12) Birge, D. & Berger, A.M. (2019).Transitioning to low-carbon suburbs in hot-arid :regions:A case-study of Emirati villas in Abu Dhabi. Building and Environment, (147) 77-96. https://doi.org/1016/10/j.buildenv.09/2018.013

13) Calthorpe, p .(2011).Urbanism in The Age of Climate Change. Island press. Washington DC.

14) Cheshmehzangi, A; Xie, L. & T.M. (2018). The role of international actors in Iow-carbon ttansitions of shenzhens International Low carbon city in china, Cities, 74, 64-74. https://doi:1016/10/j.cities.11/2017.004

15) Jabarpur Mehrabad, F., & Abedini, A. (2023). Evaluation and Feasibility of Realization of Low Carbon City Approach in Urmia City, Danesh Shahr Sazi Publication, (4) 7, 25-51. [Persian] https://Doi.22124/10/upk.25538/2024.1886

16) Lotfi, S., Shole, M., Fermand, M., & Fatahi, K. (2015). Compilation of urban design criteria for carbon-free neighborhoods, Naqsh Jahan Scientific Research Quarterly, (1)6, 99-80. [Persian]

17) Guo, R., Zhao, J., Liu, X. & Zhang, J. (2024). Impcacts of urban scale on Low- carbon development: evidence form 265 cities in china, ORIGINAL RESEARCH article Front. Environ. Sci; 01 March 2024, Sec. Social- Ecological Urban Systems, (12), 2024. https:// doi.org/ 3389/10/fenvs.1347146/2024

18) Hsu, C.C., Liou, J.H & Chuang, Y.C. (2013). Integrating DANP and modified grey relation theory for the seiection of an outsourcing Drovider. Expert systems with Applications 2013, 40(6), 2297-2304. https://doi:1016/10/j.eswa.10/2012.040.

19) Pei, F. & Wang, P. (2022). The impact of the low-carbon city pilot policy on green innovation in firms, Frontiers/Frontiersin Envirionmental, Science, PUBLISHED 22 September 2022. 1-13.

20) Malekpour Asl, B., & Bustani, P. (2022). Collaborative planning approach to achieve a low carbon city in the metropolis, Scientific Journal of Geography and Planning, (81) 26, 209-226. [Persian]. https://Doi:gp.46529/2021.2856/22034/10

21) Mohammadi De Cheshme, M., Gaedi, S., & Shanbepoor, F (2022). Modeling the structural consequences of climate change in Ahvaz using the System Dynamic model, Geographical

22) Information Scientific Research Quarterly, 31(124), 87-101. [Persian] https://Doi:22131/10/sepehr.551734/2023.2863

23) Mohammadi De Cheshme, M., Gaedi, S., & Peyvand, N. (2019). Feasibility of Zero Carbon City Environmental Strategy in Kurdish City, Scientific Journal of Geography and Environmental Planning, (3) 31, 60-41. [Persian] https://Doi:22108/10/GEP.122584/2020.1291

24) Moradi, A., & Charejo, F. (2021). Strategic planning of sustainable urban development, especially the low-carbon city program, a case study: Sanandaj city (taken from Master's thesis), Urban Planning Scientific Research Quarterly, Islamic Azad University, Maroodasht Branch, (46) 12, 111-129. [Persian] https://Doi:30495/10/JUPM.4063/2021

25) Motadel, M., & Juomepour, M. (2023). Compilation of local indicators and criteria effective on low-carbon city planning (case study: Sari city), two scientific quarterly journals of human-made environment studies, (2) 1, 222-243. [Persian] https://Doi:30487/10/HMES.1975475/2023.1025

26) Noorian, F., Fath Jalali, A., & Savejbalaghi, T. (2021). Analysis of the effects of land use and transportation network on greenhouse gas emissions with a low carbon city approach, Armanshahr Architecture and Urbanization Journal, (35) 14, 330-311. [Persian] https://Doi.22034/10/AAUD.142938/2021.1638 20

27) Sun, D. & Xia, J .(2023). Research on road trans port planning aiming at near zero carbon emissions: Taking Ruicheng County as an example, Energy, (263), part 13, 15 January 2023, 125834. https://doi.org/1016/10/j.energy.125834/2022.

28) Rosta, M., Javadipour, M, & Ebadi, M. (2019). Development of a low-carbon neighborhood model for use in urban planning and design, Danesh Shahrsazi, (1) 4, 33-48. [Persian] https://Doi:upk.15513/2020.1383/22124/10
29) Shababi, H., Yahyazadeh Far, M., Raskhi, S., & Shirkhodai, M. (2016). Explaining the relationship between science development, technology development and economic growth in Iran with Dimtel's approach based on the network analysis process, Technology Development Management Quarterly, (3)5, 105-142. [Persian] https://Doi:22104/10/JTDM.2382/2018.1807
30) Sheikhi, S., Habib, F., & Habib, F. (2022). Developing a conceptual and evaluation model of low carbon cities, Environmental Science and Technology Quarterly, 24(8), 61-75. [Persian]
31) Wei, J. & Wenmei, K .(2019). A Review on the Low-Carbon City Study: Development and Trends, Chinese Journal of Urban and Environmental Studies, (7), 2 (2019) 1950006 (12 p), World Scientific Publishing Company and Social Sciences Academic Press (China), https://doi; 1142/10/S2345748119500064
32) Yang, T., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, SH. & Fengc, F. (2016). Towards Low-Carbon Urban Forms: Aomparative Study on Energe Efficiencies of Residential Neighboods in Chongming Eco- Island, Energy Procedia 88 (2016) 321-324. https://doi:1016/10/j.egy.pro.06/2016.142
33) Yu, L. (2014). Low carbon eco-city: New approach for Chinese urbanization ;Habital International,2014,44,Complete,102-110. https://doi:1016/10/j.habitatint.05/2014.004