University of Guilan

Urban Planning Knowledge

ISSN: 2645-5412

Developing a "Low-Carbon Neighborhood Model" in Order to Implement It in the Urban Planning & Design

Maryam Roosta [1*], Masoud Jadvadpoor [2] and Maryam Ebadi [3]

[1.] Assistant Professor, Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[2.] Master student in Urban Planning, Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[3.] Master student in Urban Design, Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, University of Shiraz, Shiraz, Iran

* Corresponding Author, m-roosta@shirazu.ac.ir

ARTICLE INFO

UPK, 2020
VOL.4, Issue.1, PP, 33-48
Received: 20 Jan 2020
Accepted: 08 Apr 2020
Dep. of Urban Planning
University of Guilan

KEYWORDS: Low carbon neighborhood, urban design, urban planning

ABSTRACT

Background: The "low-carbon" approach emerged as a goal for the economy, society and the city at the beginning of the last century. This approach has been pursued in recent years at the micro and the urban "neighborhood" scales. But it seems that in the scientific literature of the urbanism in our country, especially at the neighborhood scale, it has not been sufficiently addressed.

Objectives: This study seeks to develop the theoretical model of "the low-carbon neighborhood" with the help of the local experts and with an indigenous approach to prioritize its indicators in order to apply them in the urban planning and design strategies and to study their effect.

Methodology: To this end, while utilizing the library studies, more than 30 scientific sources on the low-carbon development, and the components and indicators of the "low-carbon neighborhood" have been identified and categorized. Then, using a matrix-based questionnaire, 9 of the researchers who studied in this area examined the influence of the components and indicators on the realization of the low-carbon neighborhood. The survey data were analyzed using the combined "Danp" method and the low-carbon neighborhood model was formulated and analyzed in the form of the 6 components and 19 indicators. The main components in this model were "form", "access", "user and activity", "natural environment", "facilities and infrastructure", and "local community".

Results: Findings showed that in the realization of low-carbon neighborhood the most important component was "local community" and the most important indicators were "culture-raising and public awareness" and "public participation". In the category of "component" indicators, "contextual fabric" and "compactness" were identified as the most effective indicators in the realization of low-carbon neighborhood. In this analytical model, "local community" and "form" were identified as the affective factors (cause) and the other four components as the being affected components (effect).

Conclusion: Considering the priorities in achieving a neighborhood with the minimal renewable energy consumption and the minimal pollution emission -as followed in this paper- is a goal that the academic community should seriously demand from the authorities involved in decision-making.

Highlights:

Classification of the components and indicators of a "low-carbon neighborhood" and determining the degree of effectiveness and prioritization of indicators

Developing a conceptual model for a "low-carbon neighborhood" in order to assess the situation of areas and neighborhoods in the country's cities with a low-carbon approach.

Cite this article:
Roosta, M., Javadpoor, M., Ebadi, M. (2020). "Low carbon neighborhood framework" in order to practice in urban planning & design. *Urban Planning Knowledge*, *4*(1), 33-48. doi: 10.22124/upk.2020.15513.1383

ISSN: 2645-5412

تدوین مدل «محله کم‌کربن» به منظور کاربست در برنامه‌ریزی و طراحی شهری

مریم روستا[1*]، مسعود جواد پور[2] و مریم عبادی[3]

۱. استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز، شهرشیراز، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

* نویسنده مسئول: m-roosta@shirazu.ac.ir

اطلاعات مقاله

***دانش شهرسازی*، ۱۳۹۹**
دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۳۳-۴۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰
گروه شهرسازی، دانشگاه گیلان

کلید واژه‌ها: محله کم‌کربن، برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری

چکیده

بیان مسأله: رویکرد «کم‌کربن» به عنوان هدفی برای اقتصاد، جامعه و شهر در ابتدای قرن اخیر مطرح گردید. این رویکرد در سال‌های اخیر در مقیاس‌های خرد و «محله»های شهری پیگیری گردیده است. اما به نظر می‌رسد در ادبیات علمی شهرسازی در کشور ما به خصوص در مقیاس محله هنوز به قدر کافی به آن پرداخته نشده است.

هدف: این پژوهش در پی آن است که ضمن تدوین مدل نظری «محله کم‌کربن»، به کمک متخصصان داخلی و با رویکرد بومی، شاخص‌های آن را به منظور کاربست در راهبردهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری، اولویت‌بندی نموده و اثرگذاری آن‌ها را بررسی نماید.

روش: ابتدا ضمن بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، بیش از ۳۰ منبع علمی در حوزه توسعه کم‌کربن، مؤلفه‌ها و شاخص‌های «محله کم‌کربن» شناسایی و دسته‌بندی گردیده است. پس از آن به کمک پرسشنامه‌ای به شیوه ماتریس، از ۹ تن از پژوهش‌گرانی که در این حوزه موضوعی مطالعه یا پژوهش داشته‌اند، تأثیرگذاری مؤلفه‌ها و شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن، مورد پرسش قرار گرفته است. تحلیل داده‌های حاصل از پیمایش، به کمک روش ترکیبی «دنپ» انجام گرفت و مدل محله کم‌کربن در قالب ۶ مؤلفه و ۱۹ شاخص تدوین و تحلیل گردید.

یافته‌ها: با توجه به یافته ها مهم‌ترین مؤلفه/ شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن، «اجتماع محلی» و شاخص‌های «فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی مردم» و «مشارکت مردمی» است. در دسته شاخص‌های مؤلفه «فرم» نیز «زمینه‌گرایی بافت» و «فشردگی بافت» به عنوان اثرگذارترین شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن شناخته شدند. در این مدل تحلیلی «اجتماع محلی» و «فرم» به عنوان مؤلفه‌های اثرگذار (علت) و سایر چهار مؤلفه، به عنوان مؤلفه‌های اثرپذیر (معلول) شناخته شدند.

نتیجه‌گیری: در نظر گرفتن اولویت‌ها در تحقق محله‌ای با حداقل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و حداقل انتشار آلودگی، هدفی است که بایست به طور جدی از جامعه دانشگاهی به مطالبه‌ای در حوزه تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری تبدیل شود.

نکات برجسته:

دسته بندی مؤلفه‌ها و شاخص‌های یک «محله کم‌کربن» و تعیین میزان اثرگذاری و اولویت بندی شاخص‌ها.

تدوین مدلی مفهومی برای یک «محله کم‌کربن» در راستای ارزیابی وضعیت پهنه‌ها و محله‌ها در شهرهای کشور با رویکرد کم‌کربن.

ارجاع به این مقاله: روستا، مریم، جوادپور، مسعود و عبادی، مریم. (۱۳۹۹). تدوین مدل «محله کم‌کربن» به منظور کاربست در برنامه‌ریزی و طراحی شهری. *دانش شهرسازی*، ۴(۱)، ۳۳-۴۸ doi: 10.22124/upk.2020.15513.1383

دانش شهرسازی، دوره ٤، شماره ۱، ۳۳-٤۸، بهار ۱۳۹۹

بیان مسأله

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی به یک موضوع جهانی تبدیل گردیده است که بر بقا و توسعه انسانی تأثیر می‌گذارد. بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، گرم شدن کره زمین ادامه می‌یابد و میانگین دمای سطح جهانی تا پایان قرن بیست و یکم ۸ -۴ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد. بدین‌ترتیب پرداختن به تغییرات اقلیمی مستلزم کاهش قابل توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای و شیوه مصرف کربن کم به عنوان گزینه‌ای اجتناب ناپذیر است. برای دستیابی به جامعه «کم کربن» و «توسعه پایدار»، دانشمندان تمرکز خود را بر روی طراحی سیستم‌های ارزیابی«محله کم کربن» معطوف کرده‌اند (زو، یو، هی وتو [1]، ۲۰۱۸). با توجه به این که شهرها به عنوان مراکز تجارت، صنعت و توسعه می باشند و تقریباً ۷۰٪ کل مصرف انرژی اولیه را در بر می گیرند، بدین ترتیب سطوح شهری به طور فزاینده ای به عنوان یک سطح مناسب برای پرداختن به تغییرات آب و هوا و ترویج توسعه شهری کم کربن شناخته می‌شوند (زو، وانگ و تو [2]، ۲۰۱۷). پروتکل کیوتو، «شهر کربن کم» را شهری پایدار، همراه با کاهش انتشار های زیست محیطی مانند کربن دی اکسید و ترویج محصولات پاکیزه تلقی نموده و به عنوان یکی از شیوه های در حال ظهور توسعه پایدار، از طریق یک فرایند انتقالی، انواع روش های کم کربن را در مقیاس های متعدد مورد توجه قرار می‌دهد (چشمه زنگی، شی و تان-مولینز [3]، ۲۰۱۸). مقیاس محله‌های شهری، به عنوان واحد اساسی عملکردی یک شهر، فضای اصلی برای دستیابی به استراتژی «کربن کم» به یک روند جهانی تبدیل شده است. برنامه‌ریزی فضایی فشرده، سیستم ترافیک انعطاف پذیر، ساختمان های کم مصرف انرژی، محیط زیست محله ای قابل قبول، راندمان مصرف انرژی بالاتر، امکانات عالی برای شهرداری، آگاهی از کربن کم و حفاظت از محیط زیست و همچنین توانایی مشارکت مؤثر مردم از دغدغه‌هایی است که در رویکرد محله کم‌کربن دنبال می‌شود (زو و همکاران، ۲۰۱۷). در محله کم‌کربن همه‌ی ساکنان، برای ارتقاء زیرساخت های انرژی در جامعه با هدف ارتقاء سطح توسعه اقتصادی محلی تلاش می‌نمایند (راون، هایزکانن، لوویو، هادسون و برهمن [4]، ۲۰۰۸). بنابراین، یک محله کم‌کربن اساسی‌ترین سلول جامعه کربن‌کم و مظهر یک شهر کربن‌کم است و به تعبیری خاص می‌تواند پایه‌ای برای ساختن یک جامعه کم‌کربن و دست‌یابی به یک استراتژی توسعه کم‌کربن در نظر گرفته شود (میدلمیس و پریش [5]، ۲۰۱۰). علیرغم توجهات فزاینده جهانی به این موضوع، در کشور ایران، جایگاه و اهمیت آن در ادبیات نظری و نیز در اولویت‌های اجرایی نهادهای متولی تصمیم‌گیری و اجرا به خصوص در مقیاس محله، هنوز به درستی تبیین نشده است. این مقاله در پی آن است که ضمن تدوین مدلی مفهومی برای یک «محله کم‌کربن»، ابعاد و شاخص‌های آن را به کمک متخصصان داخلی و با رویکرد بومی تحلیل و اولویت‌بندی نماید. این مدل تحلیلی می‌تواند در تدوین راهبردهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری، فراروی متخصصان و مدیران شهری قرار گیرد. این‌که «مؤلفه‌ها و شاخص‌های یک محله کم‌کربن کدامند؟» و «در برنامه‌ریزی و طراحی محله با این رویکرد، کدام ابعاد و شاخص‌ها در اولویت قرار داشته و اثرگذارترند»؟ پرسش‌های اصلی این پژوهش است. در متن مقاله، پس از مرور و تحلیل پژوهش‌های پیشین در این حوزه، مبانی نظری مرتبط تبیین می‌گردد. پس از آن ضمن تبیین روش و فرآیند پژوهش، یافته‌ها و تحلیل لازم و در نهایت جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و پاسخ به پرسش‌های پژوهش، ارائه خواهد شد.

مبانی نظری

سیر پیدایش و تحول رویکرد «کم کربن»

مفهوم «کم کربن» -که کربن در اینجا معادل گاز گلخانه‌ای دی اکسید کربن می باشد به تغییرات آب و هوایی جهانی و افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بر می‌گردد. اولین تحقیقات با این رویکرد، درباره اقتصاد کم‌کربن صورت پذیرفته که برای اولین بار در سال ۲۰۰۳ مطرح گردید. اصطلاح اقتصاد کم‌کربن به طور رسمی در گزارش «انرژی آینده ما»، که در مورد کشور بریتانیا بود مطرح گردید. در واقع اقتصاد کم‌کربن به عنوان یک مدل توسعه‌ی اقتصادی است. مدلی که بهره وری منابع بیشتری را با کمترین

[1] Zhao, Yu, He & Tu, 2018
[2] Zhao, Wang & Li, 2017
[3] Cheshmehzangi, Xie, Tan-Mullins, 2018
[4] Raven, Heiskanen, Lovio, Hodson & Brohmann, 2008
[5] Middlemiss & Parrish, 2010

مخارج طبیعی و کمترین آلودگی دنبال می‌کند. همچنین علاوه بر بهبود کیفیت زندگی بهتر، سبب توسعه فناوری پیشرو، صادرات بهتر و ایجاد کسب و کار و مشاغل لازم می‌گردد. از سال ۲۰۰۴، دولت و محققان در ژاپن شروع به تحقیقات بر روی مدل و راه‌هایی که به سمت «جامعه کم‌کربن» می‌رود را آغاز کرده و اصطلاح جامعه کم‌کربن را برای اولین بار مطرح کردند (وانگ، سانگ، هی، و چی[1]، ۲۰۱۵). مفهوم اصلی جامعه کم‌کربن، به افزایش بهره‌وری استفاده از انرژی به وسیله استفاده از منابع انرژی کم‌کربن، تکنولوژی‌های انرژی کم‌کربن، کم‌کردن مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای اشاره دارد که منجر به ارتقاء شهر کم‌کربن و پایداری در مفهوم و شیوه‌ی زندگی کم‌مصرف می‌گردد. در حالی که اقتصاد کم‌کربن، بر روی کاهش انتشار کربن از طریق تولیدات صنعتی تمرکز دارد (چن و زو[2]، ۲۰۱۳). توسعه جامعه با «کربن‌کم» شامل انواع مختلفی از فناوری‌ها، استراتژی‌ها و سبک‌های زندگی کم‌کربن است. به عنوان مثال برنامه‌ریزی مناسب جامعه، فناوری‌های پیشرفته ساختمان‌سازی سبز، استفاده از منابع انرژی قابل تجدیدپذیر، حمل و نقل پایدار، بازیافت آب و سیستم استفاده مجدد از زباله، تغییر رفتار فردی از انرژی بالا و الگوهای کربن بالا به سبک‌های زندگی کم‌کربن می‌باشد، که بایستی به آن‌ها توجه کافی مبذول داشت (ال وی، بی و یان[3]، ۲۰۱۸). آموزش و ساختارهای تشویقی برای پرورش جوامع مؤثر محلی کم‌کربن (از جمله رفتارهای ساکنان) از اهمیت زیادی برخوردار است. «جوامع محلی کم‌کربن» به عنوان یکی از جنبه‌های اشکال همکاری که با هدف کاهش شدت کربن همراه است در راستای تغییر سبک زندگی اعضای آن‌ها با ارائه زمینه‌ها و مکانیزم‌های قابل ملاحظه‌ای که باعث تغییر رفتار می‌شود، مورد هدف قرار گرفته‌اند (انستیتوی معماران آمریکایی[4]، ۲۰۱۱).

شکل ۱. دغدغه‌های اصلی در حوزه توسعه کم‌کربن (برگرفته از: وانگ و همکاران، ۲۰۱۵)

شهر «کم کربن»

بر طبق پروتکل کیوتو شهرها منبع اصلی انتشار کربن هستند و فعالیت‌های انسانی نقش مهمی در میزان انتشار کربن دی اکسید ایفا می‌کنند. بر این اساس، آستانه نگرانی‌ها برای انتشارکربن دی اکسید و خطرات احتمالی آن به وسیله هیئت دولتی تغییرات آب و هوایی مطرح گردید (ژانگ[5]، ۲۰۱۶). پروتکل کیوتو در سال ۲۰۰۲، به صراحت ضوابط کاهش دی اکسیدکربن و برنامه اقدامات اقلیمی را به تصویب رسانده است و مفهوم «شهر کم‌کربن» را آغاز کرد. «شهر کم‌کربن» شهری است که الگوی توسعه اقتصادی کربن کم و سبک زندگی کم کربن را اتخاذ می کند. طبق گفته پروتکل کیوتو، «شهر کربن کم» شهری پایدار، همراه با کاهش انتشارهای مضر مانند کربن‌دی اکسید و ترویج محصولات پاکیزه تلقی می‌شود (چشمه زنگی و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر آن شهر

[1] Wang, Song, He & Qi,2015
[2] Chen & Zhu, 2013
[3] Lv, Bi & Yan, 2018
[4] American Institute of Architects (AIA), 2011
[5] Zhang, 2016

کم‌کربن یکی از کوشش‌ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در عین حال مشوقی برای هماهنگی با تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی است. در این تعریف، دو نقطه اصلی توسعه شهر کم کربن که شامل رویکرد کاهشی و انطباقی می باشد به کاهش تغییرات اقلیمی و سازگاری با آن با اهمیت یکسان می پردازد و آن را مورد توجه قرار می دهد (آکادمی علوم آفریقای جنوبی[1]، ۲۰۱۱).

محله «کم کربن»

محله به عنوان یک مقیاس بینابین است، واحدی که برای ساخت شهر بسیار اهمیت دارد. محله‌ها نه تنها تسهیلات مورد نیاز زندگی را فراهم کرده بلکه احساس هویت و تعلق را نیز فراهم می‌کنند. مقیاس محله زمینه ایجاد فرصت‌های تفکر طراحی یکپارچه کل‌نگر را گسترش می‌دهد. مطالعات موردی حاکی از اهمیت رویکرد کم‌کربن در ساخت محلات پایدار است (فراکر، ۲۰۱۳[2]، ۲۰۴-۱۹۷). هدف از برنامه‌ریزی محله کم‌کربن تشویق به طراحی محله‌ها و برنامه‌ریزی کاربری اراضی است که ضمن حفظ زندگی جامعه، باعث کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست محیطی گردد. این برنامه‌ریزی بایستی سبب یکپارچه‌سازی کاربری اراضی، چیدمان ساختمان، استفاده از انرژی، مصرف آب، بازیافت زباله، حمل و نقل و زیرساخت‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها، با در نظر گرفتن پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی گردد (میدلمیس و پریش، ۲۰۱۰). گیز و همکاران (۲۰۰۳) معتقدند یک اجتماع محلی پایدار اهدافی دارد که ریشه در احترام به محیط طبیعی و طبیعت انسانی به کمک فن‌آوری مناسب دارد (گیز، کوتزارک و وو[3]، ۲۰۰۳). میدلمیس محله کم‌کربن را به عنوان تجلی همکاری و تعاون با هدف کاهش شدت استفاده از کربن در شیوه زندگی ساکنان با فراهم کردن زمینه‌ها و ساز و کارهای قابل قبول تعریف نموده است. وی اشاره دارد که محله کم کربن زمینه جدیدی را برای تغییر رفتار مصرف کننده نهایی انرژی فراهم می‌کند (میدلمیس[4]، ۲۰۰۸). راون و همکاران محله کم‌کربن را نوعی سازمان می دانند که در آن همه به عنوان یک شهروند به جای مصرف‌کننده عمل می‌کنند. شهروندان برای ارتقاء زیرساخت های انرژی در جامعه در سطح توسعه اقتصادی محلی سخت تلاش خواهند کرد (راون و همکاران، ۲۰۰۸). به گفته وانگ و همکاران (۲۰۱۶) ، محله کم کربن با ساختار فضایی فشرده، سیستم‌های حمل و نقل مناسب و سبز، معماری سبز، استفاده از انرژی کارآمد، بازیافت و استفاده مجدد از مواد زاید و مشارکت عمومی تعریف شده است (وانگ، زو، هی، وانگ و پنگ[5]، ۲۰۱۶).

شکل ۲. رویکردهای مختلف در تعریف محله کم‌کربن

[1] Academy of Science of South Africa (ASSAf), 2011
[2] Fraker, 2013
[3] Geis, Kutzmark & Wu, 2003
[4] Middlemiss, 2008
[5] Wang, Zhao, He, Wang & Peng, 2016

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های حوزه «توسعه کم‌کربن»

پژوهش‌هایی که با رویکرد توسعه کم‌کربن در ابعاد و مقیاس‌های مختلف انجام شده است را می‌توان در چند رویکرد و دسته کلی تفکیک نمود. برخی از این پژوهش‌ها به «تحلیل شرایط موجود» با رویکرد کم‌کربن پرداخته‌اند. عمده آن‌ها در مقیاس شهر طرح شده و به مقایسه تحلیلی کلانشهرهای دنیا با رویکرد توسعه کم‌کربن پرداخته‌اند. دسته‌ای از پژوهش‌ها رابطه میان مؤلفه‌های محیطی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحقق شهرهای کم‌کربن را بررسی نموده‌اند. در این پژوهش‌ها مقررات کاربری زمین، تراکم و فرم شهری بیش از همه مد نظر بوده است. پژوهش‌هایی نیز به دنبال تدوین سیستم‌های ارزیابی پهنه‌های شهری با رویکرد کم‌کربن بوده‌اند. سیستم شاخص‌های ارزیابی استفاده از انرژی‌های نوین در شهر، سیستم شاخص‌های اندازه‌گیری تاثیر ساخت و ساز شهری بر تولید کربن، سیستم داده‌های آماری کمی برای پایش تغییرات اقلیم، سیستم شاخص توسعه سبز و سیستم ارزیابی توسعه شهری بر مبنای حفظ محیط زیست طبیعی از این دسته است. تلاش برای الگوسازی و تدوین مدل شهر کم‌کربن نیز رویکردی است که در دسته‌ای دیگر از پژوهش‌ها دنبال شده است. در پژوهش‌های دیگر، گام نزدیک‌تری به سمت تحقق شهر کم‌کربن برداشته شده و به تدوین راهبردها و راهکارها در ابعاد مختلف به این منظور پرداخته شده است. در آخرین دسته مورد اشاره تمرکز بر مقیاس محله، به عنوان مقیاس اصلی به منظور تحقق شهر کم‌کربن مورد توجه قرار گرفته است. در این دسته پژوهش‌ها، توجه به مقیاس محله، نه تنها به عنوان بخشی از فرآیند تحقق شهر کم‌کربن بلکه به عنوان اصلی‌ترین مقیاس هدف، برای عملیاتی‌کردن راهکارهای این حوزه دیده می‌شود. در پژوهش‌های داخلی در حوزه موضوعی «کم‌کربن» کمتر به مقیاس محله توجه شده است. یکی از معدود پژوهش‌های داخلی در این حوزه و این مقیاس، پژوهش لطفی و همکاران (۱۳۹۵)، می‌باشد که معیارهای طراحی محله‌های شهری مبتنی بر رویکرد کم‌کربن را تدوین نموده است. در این پژوهش معیارهای محله کم کربن در ۴ دسته «حمل و نقل و کاربری»، «منظر»، «انرژی» و «خلاقیت» تدوین گردیده است (لطفی، شعله، فرمند، مریم، فتاحی پور، ۱۳۹۵). بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد؛ تمرکز بیشتر بر مقیاس محله به عنوان مقیاسی که امکان تحقق‌پذیری بیشتر در برنامه‌ریزی و طراحی شهری دارد، نیازمند تحقیق و توسعه بیشتری است. این موضوع به خصوص با رویکرد بومی و اولویت‌بندی شاخص‌ها با توجه به شرایط داخلی کشور، حائز اهمیت بیشتری است. در این پژوهش در راستای توسعه و تکمیل پژوهش‌های پیشین، ضمن تمرکز بر مقیاس محله و ابعاد مختلف آن، از یک‌سو «رویکرد بومی» با بررسی نظرات متخصصان داخلی این حوزه دنبال شده و از سوی دیگر، «اهمیت» و «اثرگذاری» شاخص‌های تأثیرگذار در تحقق محله کم‌کربن مورد نظر قرار گرفته است. در جدول شماره یک، رویکردها و موضوعات مورد توجه در هر رویکرد و نیز پژوهش‌هایی که به هر دسته پرداخته‌اند، به طور خلاصه نشان داده شده است. بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد؛ تمرکز بیشتر بر مقیاس محله به عنوان مقیاسی که امکان تحقق‌پذیری بیشتر در برنامه‌ریزی و طراحی شهری دارد، نیازمند تحقیق و توسعه بیشتری است. این موضوع به خصوص با رویکرد بومی و اولویت‌بندی شاخص‌ها با توجه به شرایط داخلی کشور، حائز اهمیت بیشتری است. در این پژوهش در راستای توسعه و تکمیل پژوهش‌های پیشین، ضمن تمرکز بر مقیاس محله و ابعاد مختلف آن، از یک‌سو «رویکرد بومی» با بررسی نظرات متخصصان داخلی این حوزه دنبال شده و از سوی دیگر، «اهمیت» و «اثرگذاری» شاخص‌های تأثیرگذار در تحقق محله کم‌کربن مورد نظر قرار گرفته است.

دانش شهرسازی، دوره ٤، شماره ۱، ۳۳-٤۸، بهار ۱۳۹۹

جدول ۱

رویکردها و موضوعات مورد توجه در پژوهش‌های پیشین حوزه «شهر کم کربن»

رویکردهای متداول	موضوعات مورد توجه	پژوهش‌ها و سال
۱-تحلیل شرایط موجود	-بررسی روند مصرف انرژی در بخش‌های مختلف شهر با رویکرد کم‌کربن -بررسی روند انرژی مصرفی در شهرهای مختلف دنیا با رویکرد کم‌کربن -بررسی و دسته‌بندی شهرها از طریق میزان سرانه انتشار کربن و تبیین چالش‌ها و فرصت‌ها و توصیه هایی در راستای توسعه کم کربن. -بررسی رابطه بین توسعه اقتصادی شهر و عملکرد انتشار کربن -ارزیابی وضعیت انتشار کربن توسط سیستم حمل و نقل شهر	- (موراکامی و همکاران[1]، ۲۰۰۹) - (براردی[2]، ۲۰۱۷) -(یانگ، وانگ و زو[3]، ۲۰۱۸) -(شن و همکاران[4]، ۲۰۱۸) -(عبادی نیا، اجزا شکوهی، رهنما، خوارزمی، ۱۳۹۵)
۲-بررسی روابط میان شاخص‌های محیطی و توسعه کم‌کربن	-بررسی رابطه میان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقررات کاربری زمین - بررسی پارامترهای برنامه‌ریزی جهت کاهش میزان انتشار کربن درمقیاس محله -بررسی فرم شهری و کارایی در بهره وری انرژی با رویکرد کم‌کربن -بررسی میزان تاثیرات فرم شهری در مقیاس محله در رابطه با میزان انتشار CO2	-(گلازر و کان[5]، ۲۰۱۰) -(کوئین و هان[6]، ۲۰۱۳) -(یانگ، چن، ژانگ، ژانگ و فنگ[7]، ۲۰۱۶) -(لیو، ما و چای[8]، ۲۰۱۶)
۳-شاخص‌سازی و تدوین سیستم‌های ارزیابی	- تهیه چارچوبی برای ارزیابی شهر کم‌کربن از دیدگاه اقتصادی الگوهای مختلف انرژی ، اجتماعی و زندگی، کربن و محیط زیست، جابجایی شهری، زباله‌های جامد و آب -سیستم شاخص های ارزیابی استفاده از انرژی های نوین در شهر - سیستم شاخص های اندازه گیری تاثیر ساخت و ساز شهری بر تولید کربن - سیستم داده های آماری کمی برای پایش تغییرات اقلیم -سیستم شاخص توسعه سبز -سیستم ارزیابی توسعه شهری بر مبنای حفظ محیط زیست طبیعی -سیستم شاخص جهت ارزیابی و سنجش کم کربن برای محله های روستایی	-(تان و همکاران[9]، ۲۰۱۷) -(مدیریت انرژی ملی چین[10]، ۲۰۱۲) -(کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین[11]، ۲۰۱۳) -(کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین[12]، ۲۰۱۶) -(زو و همکاران، ۲۰۱۸)
٤-الگوسازی	-تدوین سناریوهای ممکن برای تحقق شهر کم‌کربن و الگوسازی بر اساس رویکردهای «سبز»، «متوازن» و «هم‌زیست با طبیعت» -شبیه‌سازی الگوی ایجاد یک شهر زیست‌محیطی کم کربن اصول جوامع محلی کم‌کربن	-(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(آکادمی علوم آفریقای جنوبی، ۲۰۱۱) -(قائمی اصل،سلیمی فر، مهدوی عادلی، رجبی مشهدی، ۱۳۹۵)
۵-ارائه راهبرد و راهکار	تدوین اصول و معیارهای شهر کم‌کربن - صفات محله کم کربن -شاخص های مرتبط با ایجاد «محله کم کربن» در نواحی روستایی ارائه راهکار و سیاستهای مناسب برای تحقق شهر کم‌کربن ارائه راهبرد به تفکیک لایه‌های مختلف شهر اصول طراحی کم‌کربن انگلستان -استراتژی های کم کربن در سطح جامعه محلی -ارائه راهکار و سیاستهای مناسب برای تحقق شهر کم کربن برای منطقه ۲۰ تهران (شهر ری) -راهنمای طراحی محله کم کربن در کشور آلمان -تدوین پارامترهای برنامه‌ریزی شهری به منظور کاهش میزان انتشار کربن - مولفه های کلیدی محله هایی با کربن صفر (با کربن خنثی)	- (کاندون، ۲۰۱۰[13]، ۱۲۶) -(زو و همکاران، ۲۰۱۷) -(زو و همکاران، ۲۰۱۸) -(فراکر، ۲۰۱۳) -(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱). -(سلیگ[14]، ۲۰۱۱) -(کوئین و هان، ۲۰۱۳) -(کوکباس، ۲۰۱۳) -(فرمند، ۱۳۹۳) -(آقاعمو، ۱۳۹۲)

[1] Murakami et al., 2009
[2] Berardi, 2017
[3] Yang, Wang & Zhou, 2018
[4] Shen et al., 2018
[5] Glaeser & Kahn, 2010
[6] Qin & Han, 2013
[7] Yang, Chen, Zhang, Zhang & Feng, 2016
[8] Liu, Ma & Chai, 2016
[9] Tan et al., 2017
[10] NEA (National Energy Administration), 2012
[11] NDRC (National Development and Reform Commission), 2013
[12] NDRC (National Development and Reform Commission), 2016
[13] Condon, 2010
[14] Seelig, 2011

		–(گیز و همکاران، ۲۰۰۳) –(راون و همکاران، ۲۰۰۸) –(میدلمیس، ۲۰۰۸)
٦-تمرکز بر مقیاس خرد (مقیاس محله)	–توجه به محله به عنوان مقیاس مناسب توسعه کم‌کربن –تغییر سبک زندگی و رفتارهای فردی در مقیاس محلی –تدوین مؤلفه‌ها و شاخص‌های محله با رویکرد کم‌کربن	–(میدلمیس و پریش ، ۲۰۱۰) –(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) –(فراکر، ۲۰۱۳) –(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) –(وانگ و همکاران، ۲۰۱۶) –(لطفی و همکاران، ۱۳۹۵)

روش پژوهش

این پژوهش، از نظر هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد و رویکرد حاکم بر آن، توصیفی- تحلیلی است. در مرحله اول مانند بسیاری از پژوهش‌های مشابه، «مطالعات کتابخانه‌ای» به منظور تبیین مفاهیم و استخراج شاخص‌های محله کم‌کربن از منابع پژوهشی پیشین انجام پذیرفت. در این گام، شاخص‌های محله کم‌کربن، از پژوهش‌های پیشین، جمع‌آوری و پس از تحلیل محتوای کیفی و اکتشافی، در هفت مؤلفه محلی دسته‌بندی شدند. این هفت مؤلفه شامل؛ «فرم محله»، «دسترسی»، «کاربری و فعالیت»، «محیط زیست محلی»، «تأسیسات و زیرساخت‌های شهری»، «اجتماع محلی» و «مدیریت محلی» است. هر مؤلفه خود شامل تعدادی زیر مؤلفه و شاخص است که در جدول شماره ۲ تدوین شده است.

جدول۲

مؤلفه‌ها، زیرمؤلفه‌ها و شاخص‌های «محله کم‌کربن»

مؤلفه	زیرمؤلفه	شاخص	پژوهش
۱-فرم محله	–سازمان فضایی	توجه به وضعیت طبیعی سایت محله در برنامه‌ریزی افزایش کیفی و کمّی پهنه‌های و محورهای سبز	–(وانگ و همکاران، ۲۰۱۶) -(یانگ و همکاران، ۲۰۱۶)
	–مورفولوژی و هندسه بافت	بافت فشرده و مقابله با پراکنده‌رویی	-(لیو و همکاران، ۲۰۱۶)
	–تراکم	افزایش تراکم در نقاط خدمات‌رسان محله‌ای	–(زو و همکاران، ۲۰۱۸)
	–الگوی ساخت تک‌بنا	جانمایی و جهت‌گیری مناسب طراحی معماری متناسب با اقلیم (نور/تهویه/ انرژی و...) بهینه‌سازی اندازه و مقیاس توجه به مواد و مصالح ساختمانی تنوع مساکن برای طبقات مختلف درآمدی کاهش هدررفت انرژی (عایق‌بندی، جذب و ...) ساخت انعطاف‌پذیر	–(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) –(فراکر، ۲۰۱۳) –(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(سلیگ، ۲۰۱۱) -(کوئین و هان، ۲۰۱۳) –(کوکباس، ۲۰۱۳) -(فرمند، ۱۳۹۳)
۲-دسترسی	–ساخت جاده‌های محلی	استفاده از مواد و مصالح جاده‌ای کم‌کربن	–(کاندون، ۲۰۱۰)
	–تأمین دسترسی (دسترسی‌پذیری)	تسهیلات حمل و نقل عمومی کاهش حمل و نقل شخصی موتوری تأمین دسترسی پیاده و دوچرخه به خدمات محله‌ای	–(زو و همکاران، ۲۰۱۷) –(زو و همکاران، ۲۰۱۸) –(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸)
	–الگوی شبکه دسترسی	الگوی مقطع عرضی کم‌کربن فرم شبکه دسترسی باریک، کاهنده سرعت و پیاده‌مدار	–(لیو و شین[1]، ۲۰۱۱) –(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱)
	–پارگینگ	محدویت پارکینگ	–(فراکر، ۲۰۱۳) –(کوکباس، ۲۰۱۳)

[1] Liu & Xin, 2011

۳-کاربری و فعالیت	-الگوی کاربری	توسعه کاربری مختلط جانمایی مناسب کاربری‌ها	-(کاندون، ۲۰۱۰) -(زو و همکاران، ۲۰۱۷) -(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) -(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(فراکر، ۲۰۱۳) -(سلیگ، ۲۰۱۱) -(کوئین و هان، ۲۰۱۳)
	-الگوی فعالیت	تنوع فعالیت‌های محلی و تجاری خرد	
٤- زیست محلی	-آب و خاک	مدیریت مصرف و بازیافت آب حفظ منابع خاک	-(کاندون، ۲۰۱۰) -(آکادمی علوم آفریقای جنوبی، ۲۰۱۱) -(مدیریت انرژی ملی چین، ۲۰۱۲)
	-سبزینگی	حفظ و ارتقاء پوشش گیاهی در فرم‌های مختلف	
٥-تأسیسات و زیرساخت‌های شهری	-آب و انرژی (سوخت، برق و ...)	مدیریت حفظ انرژی در محله استفاده از انرژی‌های سبز (باد، تابش، زمین‌گرمایی و ...) حداقل استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر	-(کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین، ۲۰۱۳) -(کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین، ۲۰۱۶) -(زو و همکاران، ۲۰۱۷) -(زو و همکاران، ۲۰۱۸) -(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) -(بیتلی[1]، ۱۹۹۹) -(لیو و شین، ۲۰۱۱) -(گروه توسعه زیست منطقه ای[2]، ۲۰۱۱) -(فراکر، ۲۰۱۳) -(فرمند، ۱۳۹۳) -(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(سلیگ، ۲۰۱۱) -(کوکباس، ۲۰۱۳)
	-فاضلاب و پسماند	سیستم جمع‌آوری، تصفیه و بازیابی فاضلاب شهری بازیافت ضایعات و پسماند	
٦-اجتماع محلی (مردم)	-عدالت و همه‌شمولی	حضور گروه‌های مختلف و متنوع مردم در محله تمرکز بر روی نیاز گروه‌های خاص	-(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) -(فراکر، ۲۰۱۳) -(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(کوکباس، ۲۰۱۳)
	-مشارکت	مشارکت حداکثری در تحقق محله کم‌کربن	
۷-مدیریت محلی	مدیریت اقتصادی	تسهیلات عمومی در راستای ساخت کم‌کربن توسعه اقتصاد محلی و فرصت‌های شغلی محلی کاهش فقر و برآورد نیازهای اساسی	-(آکادمی علوم آفریقای جنوبی، ۲۰۱۱) -(زو و همکاران، ۲۰۱۷) -(ال وی و همکاران، ۲۰۱۸) -(فراکر، ۲۰۱۳) -(انستیتوی معماران آمریکایی، ۲۰۱۱) -(زو و همکاران، ۲۰۱۷) -(کوکباس، ۲۰۱۳)
	-همکاری‌های میان‌سازمانی	همکاری گروه‌ها، سازمان‌ها و تخصص‌های مؤثر	
	-سیاست‌گذاری و قانون‌گذاری	تدوین طرح‌های تشویقی صرفه‌جویی در مصرف تنظیم مقررات ساختمان در مقیاس خرد	
	-آموزش و فرهنگ‌سازی	ارتقاء سطح آگاهی و فرهنگ مردم با رویکرد توسعه کم‌کربن	

[1] Beatley, 1999

[2] Bio-Regional Development Group, May 22, 2011

در مرحله دوم پژوهش، به منظور بررسی اولویت و نیز بررسی نحوه تأثیرگذاری/ پذیری این مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌ها، روش «دنپ»[1] مورد استفاده قرار گرفت. این روش، جهت تحلیل روابط میان معیارها و همچنین وزن، اهمیت و وابستگی، معیارها به کار می رود (هسو، لیو و چوانگ[2]، ۲۰۱۳). روش «دنپ» به عنوان ترکیبی از مدل‌های «دیمتل»[3] و «فرآیند تحلیل شبکه‌ای»[4] است و روش مناسبی برای حل مسائل دارای عوامل وابسته می باشد (چیو، تزنگ و لی[5]، ۲۰۱۳). دراین روش، ارتباط متقابل بین معیارها و ابعاد مسئله توسط روش دیمتل به دست می آید و سپس وزن تاثیری معیار و ابعاد با استفاده از تکنیک «فرآیند تحلیل شبکه‌ای» محاسبه می شود (لی، هانگ، چانگ و چنگ[6]، ۲۰۱۱). در این مرحله، مؤلفه‌ها و شاخص‌های حاصل از جدول شماره ۲، ویرایش گردیده و با توجه به آن‌که پژوهش از خاستگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری صورت پذیرفته است، مؤلفه «مدیریت محلی» از لیست تحلیل حذف گردید. جدول شماره ۳ شاخص‌ها و مؤلفه‌های مورد استفاده در پرسشنامه به همراه کدگذاری آن‌ها به منظور تحلیل را نشان می دهد. پرسشنامه مبتنی بر این روش به صورت ماتریس بررسی اثرگذاری زوجی، در قالب ۶ مؤلفه و ۱۹ شاخص تدوین گردید. نمونه‌گیری به صورت هدف‌مند انجام شده و پرسشنامه‌ی ماتریسی در اختیار ۹ نفر از اعضای هیأت علمی و پژوهش‌گرانی قرار گرفت که سابقه مطالعه و پژوهش در حوزه «شهر کم‌کربن» را داشتند و از آن‌ها خواسته شد میزان اثرگذاری دو به دوی شاخص‌ها بر یکدیگر را در یک طیف از ۰ تا ۴ (بدون تأثیر تا حداکثر تأثیرگذاری) ارزیابی کنند. پس از آن، تحلیل داده‌ها با روش «دنپ» با استفاده از نرم افزار «اکسل» صورت پذیرفت.

جدول۳

مؤلفه‌ها و شاخص‌های منتخب و کدگذاری آن‌ها به منظور انجام تحلیل

	فرم محله				دسترسی		کاربری و فعالیت			محیط طبیعی			تأسیسات و زیرساخت‌ها			اجتماع محلی		
	A				B		C			D			E			F		
بافت زمینه‌گرا	بافت فشرده	تراکم بالا در مجاورت پهنه‌های	الگوی ساخت تک‌بنا	مصالح کم‌کربن در ساخت جاده	تسهیلات حمل و نقل عمومی	حمل و نقل پیاده‌مدار	کاربری مختلط	مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها	تنوع فعالیت‌های خرد و محلی	حفظ و ارتقاء پوشش گیاهی	حفظ منابع خاک	مدیریت مصرف منابع آب	مدیریت چرخه انرژی در محله	استفاده از انرژی‌های پاک	بازیافت پسماند	مشارکت مردمی	ارتقاء عدالت اجتماعی	فرهنگ‌سازی و افزایش سطح آگاهی
A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3

یافته‌ها و بحث

پس از جمع‌آوری داده‌ها، به منظور انجام تحلیل «دنپ»، ابتدا به کمک تکنیک «دیمتل» ماتریس نرمال شده روابط مستقیم تشکیل شده و سپس ماتریس روابط کلی(T) در دو مقیاس مؤلفه‌ها و شاخص‌ها به دست آمد (شکل‌های شماره ۳ و ۴).

[1] DANP
[2] Hsu, Liou & Chuang, 2013
[3] DEMATEl
[4] A.N.P.
[5] Chiu, Tzeng & Li, 2013
[6] Lee, Huang, Chang & Cheng, 2011

TD	A	B	C	D	E	F
A	0.150	0.161	0.159	0.185	0.173	0.159
B	0.153	0.154	0.153	0.174	0.178	0.173
C	0.154	0.158	0.147	0.160	0.161	0.166
D	0.152	0.155	0.143	0.175	0.175	0.163
E	0.164	0.176	0.158	0.201	0.188	0.186
F	0.189	0.208	0.200	0.237	0.229	0.210

شکل ۳. ماتریس روابط کلی مولفه های اصلی محله کم‌کربن

T	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3
A1	0.130	0.165	0.159	0.180	0.124	0.171	0.209	0.148	0.178	0.146	0.210	0.214	0.198	0.214	0.199	0.157	0.173	0.183	0.157
A2	0.158	0.123	0.183	0.173	0.111	0.192	0.231	0.185	0.175	0.163	0.189	0.190	0.181	0.206	0.182	0.139	0.175	0.182	0.146
A3	0.139	0.173	0.115	0.159	0.109	0.177	0.214	0.173	0.168	0.149	0.180	0.177	0.171	0.195	0.169	0.133	0.155	0.162	0.131
A4	0.151	0.132	0.148	0.111	0.096	0.138	0.164	0.139	0.153	0.127	0.174	0.171	0.169	0.187	0.168	0.132	0.145	0.160	0.141
B1	0.115	0.090	0.096	0.108	0.065	0.132	0.150	0.093	0.102	0.085	0.143	0.145	0.123	0.152	0.151	0.106	0.103	0.107	0.111
B2	0.162	0.174	0.183	0.180	0.133	0.144	0.240	0.186	0.179	0.160	0.189	0.180	0.165	0.205	0.215	0.144	0.203	0.209	0.188
B3	0.178	0.188	0.180	0.186	0.129	0.207	0.188	0.188	0.198	0.183	0.224	0.206	0.190	0.224	0.242	0.162	0.212	0.219	0.206
C1	0.141	0.161	0.165	0.147	0.100	0.166	0.188	0.113	0.155	0.159	0.156	0.144	0.141	0.174	0.157	0.126	0.156	0.168	0.141
C2	0.166	0.171	0.155	0.156	0.112	0.185	0.216	0.169	0.131	0.153	0.184	0.186	0.170	0.201	0.182	0.150	0.176	0.202	0.154
C3	0.138	0.155	0.149	0.146	0.099	0.163	0.195	0.183	0.153	0.105	0.154	0.153	0.154	0.174	0.160	0.129	0.173	0.178	0.146
D1	0.180	0.134	0.137	0.163	0.119	0.144	0.207	0.140	0.164	0.126	0.144	0.199	0.186	0.191	0.182	0.143	0.173	0.182	0.161
D2	0.163	0.142	0.141	0.156	0.134	0.142	0.186	0.141	0.152	0.114	0.204	0.133	0.176	0.178	0.174	0.143	0.144	0.154	0.143
D3	0.163	0.142	0.141	0.157	0.126	0.148	0.189	0.144	0.171	0.131	0.206	0.191	0.136	0.205	0.198	0.161	0.153	0.189	0.165
E1	0.194	0.168	0.173	0.192	0.157	0.202	0.242	0.179	0.191	0.157	0.207	0.213	0.206	0.179	0.239	0.189	0.185	0.214	0.197
E2	0.189	0.168	0.174	0.191	0.152	0.189	0.238	0.168	0.187	0.151	0.208	0.215	0.208	0.246	0.167	0.181	0.180	0.200	0.189
E3	0.139	0.116	0.123	0.142	0.114	0.132	0.156	0.119	0.147	0.122	0.180	0.195	0.176	0.195	0.184	0.107	0.169	0.168	0.168
F1	0.212	0.187	0.187	0.197	0.141	0.210	0.262	0.199	0.202	0.191	0.252	0.238	0.239	0.253	0.245	0.214	0.170	0.240	0.228
F2	0.173	0.166	0.172	0.187	0.136	0.214	0.242	0.195	0.210	0.183	0.218	0.205	0.216	0.221	0.208	0.170	0.224	0.166	0.204
F3	0.205	0.176	0.188	0.216	0.164	0.224	0.277	0.206	0.224	0.195	0.261	0.252	0.254	0.267	0.259	0.226	0.246	0.246	0.170

شکل ۴. ماتریس روابط کلی مولفه های اصلی محله کم‌کربن

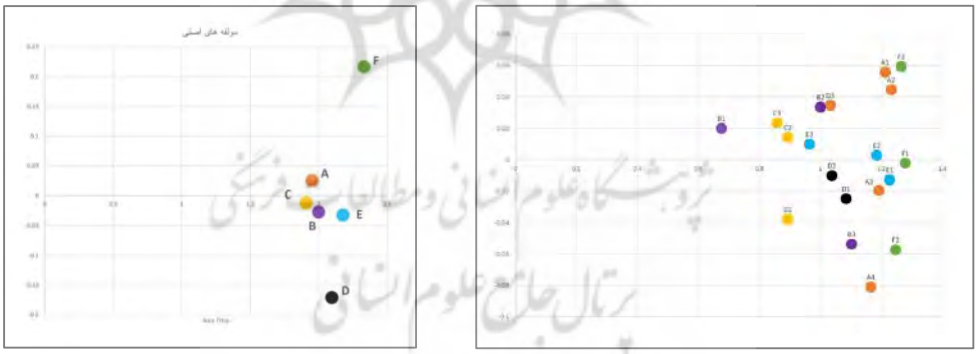
بر اساس یافته‌های نشان داده شده در این جدول، «اجتماع محلی» و «فرم شهری»، مؤلفه‌های «علت» و «دسترسی»، «کاربری و فعالیت»، «محیط طبیعی» و «تاسیسات و زیرساخت‌ها» مؤلفه‌های «معلول» در تحقق محله کم‌کربن هستند. در این میان، «اجتماع محلی» و «تأسیسات و زیرساخت‌ها» بیشترین رابطه را با سایر مؤلفه‌ها در حوزه محله کم‌کربن دارند. در میان شاخص‌ها نیز، «فرهنگ‌سازی و افزایش سطح آگاهی مردم» هم بیشترین تأثیر را بر تحقق محله کم‌کربن داراست و هم پرتکرارترین شاخص در ایجاد رابطه با سایر شاخص‌ها در این مهم بوده است. در این میان، بر اساس یافته‌ها، «مصالح کم‌کربن در ساخت جاده» کمترین تأثیر را بر تحقق محله کم‌کربن داشته است. شکل شماره ۵ نیز در قالب نمودارهای علّی[1]، میزان، شدت و نوع اثرگذاری را هم میان مؤلفه‌های اصلی پژوهش و هم میان شاخص‌های هر مؤلفه به طور مجزا نشان داده است. در این نمودارها، محور طولی (ایکس) (D+R)، میزان تأثیر و محور عرضی (ایگرگ) (D-R)، تأثیرپذیری خالص (علت و معلولی) را نشان می‌دهد. مؤلفه/ شاخص‌هایی که در ناحیه مثبت محور ایگرگ قرار گرفته‌اند اثرگذار (علت) و مؤلفه / شاخص‌هایی که در پایین محور قرار دارند اثرپذیر/ معلول شناخته شده‌اند.

[1]Casual Diagram

جدول۴

مجموع تاثیر گذاری و تاثیر پذیری مولفه ها و معیارها

مولفه	R	D	D +R	D-R	شاخص	R	D	D+R	D-R
A	۰.۹۶۲	۰.۹۸۸	۱.۹۵۰	۰.۰۲۶	A1	۰.۵۷۸	۰.۶۳۴	۱.۲۱۲	۰.۰۵۶
					A2	۰.۵۹۳	۰.۶۳۸	۱.۲۳۲	۰.۰۴۵
					A3	۰.۶۰۵	۰.۵۸۶	۱.۱۹۱	-۰.۰۱۹
					A4	۰.۶۲۳	۰.۵۴۲	۱.۱۶۵	-۰.۰۸۱
B	۱.۰۱۳	۰.۹۸۵	۱.۹۹۸	-۰.۰۲۷	B1	۰.۳۲۸	۰.۳۴۸	۰.۶۷۵	۰.۰۲۰
					B2	۰.۴۸۳	۰.۵۱۷	۱.۰۰۰	۰.۰۳۴
					B3	۰.۵۷۸	۰.۵۲۴	۱.۱۰۲	-۰.۰۵۴
C	۰.۹۵۹	۰.۹۴۷	۱.۹۰۶	-۰.۰۱۲	C1	۰.۴۶۵	۰.۴۲۷	۰.۸۹۳	-۰.۰۳۸
					C2	۰.۴۴۰	۰.۴۵۴	۰.۸۹۳	۰.۰۱۴
					C3	۰.۴۱۷	۰.۴۴۱	۰.۸۵۸	۰.۰۲۳
D	۱.۱۳۳	۰.۹۶۲	۲.۰۹۵	-۰.۱۷۱	D1	۰.۵۵۴	۰.۵۳۰	۱.۰۸۴	-۰.۰۲۵
					D2	۰.۵۲۴	۰.۵۱۴	۱.۰۳۷	-۰.۰۱۰
					D3	۰.۴۹۹	۰.۵۳۳	۱.۰۳۲	۰.۰۳۵
E	۱.۱۰۴	۱.۰۷۲	۲.۱۷۶	-۰.۰۳۲	E1	۰.۶۲۰	۰.۶۰۷	۱.۲۲۷	-۰.۰۱۳
					E2	۰.۵۹۱	۰.۵۹۴	۱.۱۸۵	۰.۰۰۳
					E3	۰.۴۷۷	۰.۴۸۷	۰.۹۶۴	۰.۰۱۰
F	۱.۰۵۷	۱.۲۷۴	۲.۳۳۱	۰.۲۱۷	F1	۰.۶۴۰	۰.۶۳۸	۱.۲۷۸	-۰.۰۰۲
					F2	۰.۶۵۲	۰.۵۹۴	۱.۲۴۶	-۰.۰۵۷
					F3	۰.۶۰۳	۰.۶۶۲	۱.۲۶۵	۰.۰۵۹



شکل ۵. نمودار «علّی» میزان و نحوه اثرگذاری مؤلفه‌ها و شاخص‌های محله کم‌کربن

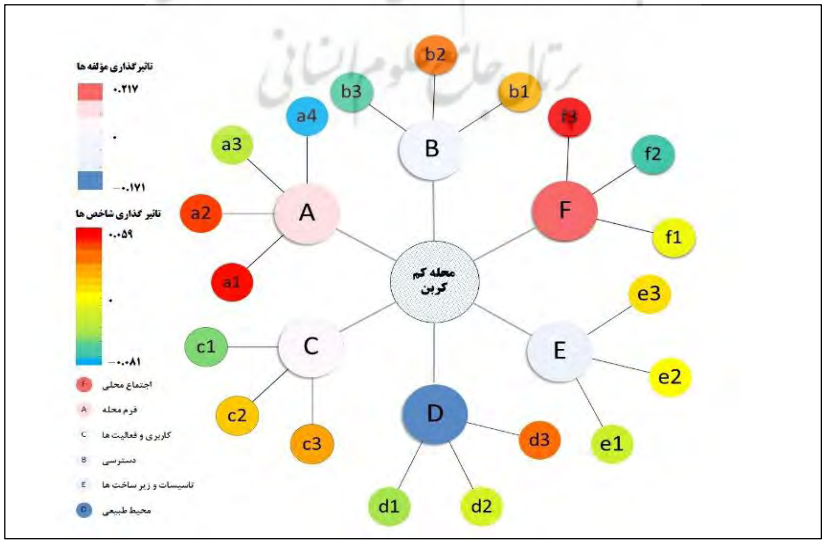
در مرحله آخر تحلیل، اولویت‌بندی مؤلفه‌ها و شاخص‌ها به منظور تحقق محله کم‌کربن صورت پذیرفته است. یافته‌های این تحلیل، نشان می‌دهد، مؤلفه «محیط طبیعی» با زیرشاخص‌های «حفظ و ارتقاء پوشش گیاهی»، «حفظ منابع خاک» و «مدیریت منابع آب» مهم‌ترین شاخص در تحقق محله کم‌کربن است. پس از آن، مؤلفه «تأسیسات و زیرساخت‌ها» با شاخص‌های «بازیافت پسماند»، «استفاده از انرژی‌های پاک» و «مدیریت چرخه انرژی در محله» قرار گرفته است. نتایج حاصل از این رتبه‌بندی به تفکیک مؤلفه و شاخص‌ها در جدول شماره ۵ دیده می‌شود.

جدول۵

وزن شاخص‌ها و مؤلفه‌ها در تحقق محله کم‌کربن

مولفه		وزن نهایی	شاخص	وزن نهایی
فرم	A	۰,۱۵۵	A1	۰.۰۴۰
			A2	۰.۰۳۷
			A3	۰.۰۳۸
			A4	۰.۰۴۰
دسترسی	B	۰,۱۶۳	B1	۰.۰۴۰
			B2	۰.۰۵۵
			B3	۰.۰۶۷
فعالیت و کاربری	C	۰,۱۵۴	C1	۰.۰۵۲
			C2	۰.۰۵۵
			C3	۰.۰۴۷
محیط طبیعی	D	۰,۱۸۲	D1	۰.۰۶۲
			D2	۰.۰۶۱
			D3	۰.۰۵۸
تأسیسات و زیرساخت‌ها	E	۰,۱۷۷	E1	۰.۰۶۵
			E2	۰.۰۶۳
			E3	۰.۰۴۹
اجتماع محلی	F	۰,۱۷۰	F1	۰.۰۵۶
			F2	۰.۰۶۰
			F3	۰.۰۵۴

در نهایت، در تصویر شماره ۶، نمودار مدل مفهومی محله کم‌کربن بر اساس میزان تأثیرگذاری مؤلفه‌ها و شاخص‌ها آمده است.



شکل۶ مدل مفهومی محله کم‌کربن بر اساس اثرگذاری مؤلفه‌ها و شاخص‌ها

یافته‌های پژوهش بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده را در سه دسته «مؤلفه/ شاخص‌های مهم»، «مؤلفه/ شاخص‌های اثرگذار» و «مؤلفه/ شاخص‌های فعال» در تحقق محله کم‌کربن می‌توان دسته‌بندی نمود. در هر سه این دسته‌ها با تغییر در اولویت، مؤلفه‌های «اجتماع محلی»، «محیط طبیعی» و «زیرساخت‌ها و تأسیسات» دیده می‌شود. در این میان «اجتماع محلی»، هم در لایه اهمیت، هم در لایه اثرگذاری و هم در لایه فعال بودن در روابط مؤثر بر تحقق محله کم‌کربن، مهم‌ترین مؤلفه به شمار می‌رود. اگرچه این پژوهش از خاستگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری به مسأله می‌نگرد، اما از ابتدا مؤلفه «اجتماع محلی» به عنوان وجه غیرقابل انکار محله در مدل اولیه به منظور تحلیل قرار گرفت. بدیهی است که در تحقق اجتماع محلی منسجم، مشارکت‌جو، مطالبه‌گر و تأثیرگذار، عوامل کالبدی – عملکردی همواره تأثیرگذار بوده و هست. در این مؤلفه، طبق یافته‌ها، دو شاخص «مشارکت» و «فرهنگ‌سازی و افزایش سطح آگاهی مردم» نیز در زمره مهم‌ترین و اثرگذارترین شاخص‌ها قرار گرفتند. انستیتوی معماران آمریکایی، آموزش و ساختار تشویقی را مهم‌ترین عامل در تحقق محله کم‌کربن می‌داند (انستیتوی معماران آمریکایی ، ۲۰۱۱). در یافته‌های این پژوهش نیز «فرهنگ‌سازی و افزایش سطح آگاهی مردم»، ضمن اثرگذاری مستقیم بر بسیاری از شاخص‌های دیگر در تحقق محله کم‌کربن، در اولویت‌بندی نیز از مهم‌ترین شاخص‌ها به حساب آمد. این مهم با تأثیرگذاری بر سبک زندگی مردم و رفتار مصرف، زیرساخت‌های عمیق تحقق محله کم‌کربن را فراهم می‌کند. « مشارکت مردم» نیز یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن نشان داده شد، همان‌گونه که در پژوهش‌های پیشین نیز بر آن تأکید شده بود، میدلمیس و همکاران، نقش «مشارکت مردم» در تحقق محله کم‌کربن و نیز تغییر در شیوه و سبک زندگی ساکنان را به عنوان یکی از شروط تحقق محله کم‌کربن مطرح نموده‌اند (میدلمیس، ۲۰۰۸). راون و همکارانش نیز محله کم‌کربن را نوعی سازمان معرفی کرده‌اند که در آن همه به عنوان یک شهروند به جای مصرف‌کننده عمل می‌کنند و نهایت تلاش خود را برای کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر به کار می‌بندند (راون و همکاران، ۲۰۰۸). زیرساخت‌های بهنجار اجتماعی مانند مشارکت و فرهنگ‌سازی، ضمن بازتولید سبک زندگی و الگوی رفتار کم‌کربن در محله، ضامن تولید و حفظ الگوهای فرمی و فعالیتی متناسب و نیز حفظ و احیای ساختارهای طبیعی در محله خواهند بود. بر اساس یافته‌ها، دومین مؤلفه نیازمند تأکید در لایه اهمیت، «زیرساخت‌ها و تأسیسات کم‌کربن» است. در این لایه، مهم‌ترین شاخص‌ها بر اساس فرآیند تحلیل شبکه، به ترتیب شاخص‌های «مدیریت مصرف انرژی»، «استفاده از انرژی‌های پاک» و نیز «مدیریت چرخه و بازیافت پسماند در محله» است. در این دسته مؤلفه، شاخص‌های مدیریت پسماند و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر «علت» محسوب شده‌اند. این مهم نیز در پژوهش‌های حوزه توسعه کم‌کربن و در مقیاس محله مورد توجه بوده است (کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین، ۲۰۱۳؛ کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی چین، ۲۰۱۶). استقلال نسبی محله در تأمین و بازتولید انرژی و مدیریت پسماند، موضوعی است که در بسیاری از محله‌های پایدار موفق در دنیا مورد توجه بوده است. در محله اکولونیا در هلند ، واحدهای گرمایش خورشیدی آب گرم، جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن در موارد خاص، مورد استفاده قرار می‌گیرد (بیتلی، ۱۹۹۹، ۲۵۱). در محله بِد زِد در انگلستان ، نیروگاه‌های ترکیبی گرما و نیروگاه(سی، اچ، پی[1]) با استفاده از زباله‌های محلی و تابلوهای (پی وی[2]) خورشیدی فعال هستند در محله ووبان آلمان و نیز محله تانکشان چین ، بهره گیری از منابع خورشیدی و فتوولتائیک‌ها به طور گسترده بر روی بام‌های محله، انجام پذیرفته است. در محله دریک لندینگ کانادا ، تامین بیش از ۹۰٪ از نیازهای گرمایش فضای مسکونی توسط انرژی حرارتی خورشیدی و استخراج انرژی حرارتی درون زمین به منظور ذخیره انرژی فصلی مورد نظر قرار گرفته است (گروه توسعه زیست منطقه ای، ۲۲مه ۲۰۱۱). نمونه‌های متعدد دیگری نیز در دنیا قابل پیگیری است که در بسیاری از موارد، می‌تواند در برنامه‌ریزی محله کم‌کربن در ایران نیز مورد توجه و الگوسازی قرار گیرد. سومین مؤلفه‌ای که در لایه «مؤلفه/ شاخص‌های اثرگذار» دسته‌بندی می‌شود و مرتبط‌ترین مؤلفه به خاستگاه شهرسازی نیز هست، مؤلفه «فرم» است. در این دسته، همان‌گونه که پیش‌بینی می‌شد، «زمینه‌گراییِ بافت» و «فشردگی بافت» از اثرگذارترین شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن شناخته شده است. این شاخص‌ها در دسته خود نیز از شاخص‌های «علت» به شماره آمده‌اند. زمینه‌گرایی در فرم و نیز فشردگی بافت در مقابل پراکنده‌رویی در ادبیات «محله پایدار» و «رشد هوشمند» نیز یکی از پرتکرارترین شاخص‌ها در پژوهش‌های اخیر است. ساختار فضایی فشرده در پژوهش وانگ و همکارانش در چین نیز به عنوان یکی از بارزه‌های محله کم‌کربن شناخته شده است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۶). در بسیاری از الگوهای اجرا شده از محله کم‌کربن نیز، بافت فشرده و متراکم در دستور کار بوده است (گروه توسعه زیست منطقه ای، ۲۲مه

[1] CHP
[2] PV

۲۰۱۱). «زمینه‌گرایی بافت» نیز هم در الگوگیری از نمونه‌های موفق فرمی و هم در توجه به بستر سایت و اقتضائات اقلیمی-جغرافیایی آن مطرح است. مؤلفه «محیط طبیعی» در اولویت‌بندی مؤلفه‌ها به کمک فرآیند تحلیل شبکه، به عنوان «مهم‌ترین مؤلفه» و شاخص‌های «حفظ پوشش گیاهی» و «حفظ منابع خاک» از زمره مهم‌ترین شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن بوده‌اند. در باب حفظ پوشش گیاهی در پژوهش‌های پیشین بسیار پرداخته شده است، اما حفظ منابع و لایه‌های طبیعی خاک در فرآیندهای ساخت و سازهای شهری، موضوعی است که گاه به سادگی از کنار آن عبور می‌شود. در میان شاخص‌های مؤلفه «دسترسی» نیز، «حمل و نقل پیاده‌مدار» یکی از شاخص‌های اولویت‌دار در تحقق محله کم‌کربن شناخته شد.

نتیجه‌گیری

تحقق محله‌ای با حداقل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و حداقل انتشار آلودگی و به خصوص گازهای گلخانه‌ای، هدفی است که بایست به طور جدی در پژوهش‌های حوزه شهرسازی دنبال گردیده و از خاستگاه جامعه دانشگاهی به مطالبه‌ای برای برنامه‌ریزان و طراحان شهری در حوزه تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری تبدیل شود. این پژوهش با رویکرد کاربردی در پی آن بود که ضمن تدوین مدلی مفهومی برای یک «محله کم‌کربن»، ابعاد و شاخص‌های آن را به کمک متخصصان داخلی و با رویکرد بومی تحلیل و اولویت‌بندی نماید. اولین پرسش پژوهش به چیستی مؤلفه‌ها و شاخص‌های یک محله کم‌کربن اشاره داشت. به این منظور ضمن بررسی پژوهش‌های پیشین و تدوین لیست اولیه‌ای از مؤلفه‌ها و شاخص‌های محله کم‌کربن و نیز انجام تحلیل کیفی، مدلی متشکل از ۶ مؤلفه و ۱۹ شاخص تدوین گردید. در مؤلفه فرم؛ زمینه‌گرایی بافت، فشردگی بافت، تراکم بالا و الگوی ساخت تک‌بنا، در مؤلفه «دسترسی» ساخت جاده با مصالح کم‌کربن، حمل و نقل عمومی و حمل و نقل پیاده‌مدار، در مؤلفه «کاربری و فعالیت»، اختلاط کاربری، مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها و تنوع فعالیت‌های خرد و محلی، در مؤلفه «محیط طبیعی»، حفظ پوشش گیاهی، حفظ منابع خاک و مدیریت مصرف منابع آب، در مؤلفه «تأسیسات و زیرساخت‌ها»، مدیریت چرخه انرژی در محله، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و بازیافت پسماند، و در مؤلفه «اجتماع محلی»؛ افزایش مشارکت مردم، ارتقاء عدالت اجتماعی و فرهنگ‌سازی و ارتقاء سطح آگاهی مردم به عنوان مؤلفه‌ها و شاخص‌های محله کم‌کربن شناخته شدند. در پرسش دوم میزان اثرگذاری و اولویت‌بندی شاخص‌ها و مؤلفه‌ها در تحقق محله کم‌کربن مد نظر بود که به شیوه پرسشنامه متخصصان و تحلیل «دنپ» به آن پاسخ داده شد. یافته‌ها نشان داد، مؤلفه‌های «اجتماع محلی»، «تأسیسات و زیرساخت‌ها» و «فرم» مهم‌ترین و اثرگذارترین مؤلفه‌ها و شاخص‌های «فرهنگ‌سازی و افزایش سطح آگاهی مردم»، «مدیریت چرخه انرژی در محله»، «بافت زمینه‌گرا»، «بافت فشرده» و «حمل و نقل پیاده‌مدار»، مهم‌ترین و اثرگذارترین شاخص‌ها در تحقق محله کم‌کربن هستند. در این مدل دو مؤلفه، «فرم» و «اجتماع محلی» اثرگذار (علت) و سایر چهار مؤلفه موجود اثرپذیر و معلول هستند. به نظر می‌آید این مدل تحلیلی و اولویت‌بندی‌های آن بتواند در تدوین راهبردهای برنامه‌ریزی و طراحی شهری ، فراروی متخصصان و مدیران شهری قرار گیرد. در پژوهش‌های آتی به کمک این مدل می‌توان به طور مصداقی از وضعیت پهنه‌ها و محله‌ها در شهرهای کشور بررسی به عمل آورد و وضع موجود این پهنه‌ها با رویکرد کم‌کربن را به طور علمی ارزیابی نمود. این ارزیابی می‌تواند در تدوین راهبردهای طرح‌ها و برنامه‌های شهری به خصوص در مقیاس محله، راهگشا باشد.

منابع

آقا عمو، راضیه السادات. (۱۳۹۲). *ارائه راهکار و سیاست های مناسب برای تحقق شهر کم کربن، (نمونه موردی: شهر ری، تهران)*. پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر تهران، دانشکده شهرسازی و معماری، گروه برنامه ریزی شهری.

عبادی نیا، فهیمه؛ اجزاشکوهی، محمد، رهنما، محمدرحیم، خوارزمی، امیدعلی. (۱۳۹۵). ارزیابی سناریوهای حمل ونقل کم کربن شهرمشهد با استفاده از رویکرد جاپای بوم شناختی. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۹(۵)، ۱۱۵-۱۲۹

فرمند، مریم. (۱۳۹۳). *طراحی محله شهری با رویکرد کم کربن و بدون کربن، (نمونه موردی: منطقه ۲۲ شهر تهران)*. پایان نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده شهرسازی و معماری، گروه طراحی شهری.

قائمی اصل، مهدی، سلیمی فر، مصطفی، مهدوی عادلی، محمد حسین، رجبی مشهدی، مصطفی. (۱۳۹۵). شبیه سازی ایجاد شهر زیست محیطی کم کربن با بهره گیری از پسماندهای شهری و تکنولوژی فتوولتائیک: برنامه ریزی پایدار انرژی بخش شهری مشهد مقدس. *اقتصاد و مدیریت شهری*، ۱۷(۱)، ۶۷-۸۱.

لطفی، سهند، شعله، مهسا، فرمند، مریم، فتاحی پور، کاوه. (۱۳۹۵). تدوین معیارهای طراحی شهری برای محله های بدون کربن. *نقش جهان*،۱(۶)، ۹۲-۸۰

References

Academy of Science of South Africa. (2011). Towards a low carbon city: focus on durban (Report PO. Box 72135, Lynnwood Ridge, Pretoria, South Africa, 0040). South Africa: the official Academy of Science of South Africa (ASSAf).

Aghaamoo, R. S. (2014). Presentation of appropriate strategies and policies toward a low-carbon city: Case study: Rey city, Tehran. (Unpublished master's dissertation). Tehran University, Tehran, MA. (in Persian)

Beatley, T. (1999). Green Urbanism: Learning From European Cities. Washington, D.C: Island Press.

Berardi, U. (2017). A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 230-241.

Bio-Regional, Development Group. (2011, May 22). BedZED-the UK's Largest Mixed Use Zero Carbon Community [Website Post Retrieved 2011, May. 22, from http://www.bioregional.com/fi les/publicatio-ns/ BedZedbriefi ngsheet.pdf.

Chen, F., Zhu, D. (2013). Theoretical research on low-carbon city and empirical study of Shanghai. *Habitat International*, 37, 33-42.

Cheshmehzangi, A., Xie, L., & Tan-Mullins, M. (2018). The role of international actors in low-carbon transitions of Shenzhen's International Low Carbon City in China. *Cities*, 74, 64-74.

Chiu, W. Y., Tzeng, G. H., & Li, H. L. (2013). A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. *Knowledge-Based Systems*, 37, 48-61

Condon, P. M. (2010). Seven Rules for Sustainable Communities: Design Strategies for the Post Carbon World. Washington, D.C: Island Press.

Ebadinia, F., Ajza Shokouhi, M., Rahnama, M. R., Kharazmi, O. A. (2016). Evaluation of Low-Carbon Transport Scenarios in Mashhad Using Ecological Footprint Approach. *Geography and environmental Hazards*, 5 (19), 115-129. (in Persian)

Farmand, M. (2014). Low to Zero Carbon Neighborhood Design: Case Study: 22th District of Tehran. (Unpublished master's dissertation). Shiraz University, Shiraz, MA. (in Persian)

Fraker, H. (2013). The Hidden Potential of Sustainable Neighborhoods: Lessons from Low-Carbon Communities. Washington, D.C, London: Island Press.

Geis, D., Kutzmark, T., & Wu, Z. G. (2003). Developing Sustainable Communities: The Future Is Now (in Chinese). *Urban Planning Overseas*, 18, 43–46.

Ghaemi Asl, M., Salimifar, M., Mahdavi Adeli, M. H., Rajabi Mashhadi, M. (2017). Simulation of low-Carbon Eco-City by Using Urban Waste and Photovoltaic Technology: Sustainable Energy Planning of Urban Sector in Holy Mashhad. *Urban Economics and Management*, 1 (17), 68-81. (in Persian)

Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2010). The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development. *Urban Economics*, 67 (3), 404-418.

Hsu, C. C., Liou, J. J., & Chuang, Y. C. (2013). Integrating DANP and modified grey relation theory for the selection of an outsourcing provider. *Expert Systems with Applications*, *40* (6), 2297-2304.

Kocabas, A. (2013). The transition to low carbon urbanization in Turkey: Emerging policies and initial action. *Habitat International*, 37, 80-87.

Lee, W. S., Huang, A. Y., Chang, Y. Y., & Cheng, C. M. (2011). Analysis of decision-making factors for equity investment by DEMATEL and Analytic Network Process. *Expert Systems with Applications*, *38* (7), 8375-8383.

Liu, L., & Xin, X. R. (2011). A Study on the Sustainable Development of Sweden Stockholm Hammarby Low Carbon Community. *E-J. China Urban Studies*, 6, 89–97.

Liu, Z., Ma, J., & Chai, Y. (2016). Neighborhood-scale urban form, travel behavior, and CO_2emissions in Beijing: implications for low-carbon urban planning. *Urban Geography*, 38 (3), 381-400.

Lotfi, S., Sholeh, M., Farmand, M., Fattahi, K. (2016). Urban Design Criteria for Zero-Carbon Neighborhoods. *Naqshejahan*, 6 (1), 80-92. (in Persian)

Lv, Y., Bi, J., & Yan, J. (2018). State-of-The-Art in Low Carbon Community. *Energy for a Clean Environment*, 19 (3-4), 175-200.

Middlemiss, L. (2008). Influencing individual sustainability: a review of the evidence on the role of community-based organisations. *Environment and Sustainable Development*, 7 (1), 78-93.

Middlemiss, L., & Parrish, B. D. (2010). Building capacity for low-carbon communities: The role of grassroots initiatives. *Energy Policy*, 38 (12), 7559-7566.

Murakami, S., Levine, M. D., Yoshino, H., Inoue, T., Ikaga, T., Shimoda, Y., Fujisaki, W. (2009). Overview of energy consumption and GHG mitigation technologies in the building sector of Japan. *Energy Efficiency*, 2 (2), 179-194.

NDRC (National Development and Reform Commission). (2013, May 18). Notice of the National Bureau of Statistics Issuing Opinions of Statistical Work on Strengthening the Response to Climate Changes [Website Writing]. Retrieved 2013, May. 18, from http://qhsndrc.gov.cn/zcfg/201312/t20131209_569600.html.

NDRC (National Development and Reform Commission). (2016, Nov 20). Notice on Publishing Green Development Index System and Evaluation Target System of Ecological Civilization Construction [Website Writing]. Retrieved 2016, Nov. 20, from http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201612/t20161222_832303.html.

NEA (National Energy Administration). (2012, Dec. 25). Notice on Application for New Energy Demonstration City and Industrial Park [Website Writing]. Retrieved 2012, Dec. 25, from http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto87/201207/t20120702_1493.htm.

Qin, B., & Han, S. S. (2013). Planning parameters and household carbon emission: Evidence from high- and low-carbon neighborhoods in Beijing. *Habitat International*, 37, 52-60.

Raven, R. P. J. M., Heiskanen, E., Lovio, R., Hodson, M., & Brohmann, B., (2008). The Contribution of Local Experiments and Negotiation Processes to Field-Level Learning in Emerging (Niche) Technologies. *Bulletin of Science, Technology & Society on Renewable Energy & Sustainability*, 28, 464–477.

Seelig, S. (2011). Municipal Guidelines for Low-Carbon Urban Planning and Design in Germany -An investigation into Scopes, Strategies and International Transferability. Guidelines for low-carbon urban development. Paper presented at the 47th ISOCARP Congress, Wuhan, China (pp.1-11).

Shen, L., Wu, Y., Shuai, C., Lu, W., Chau, K. W., & Chen, X. (2018). Analysis on the evolution of low carbon city from process characteristic perspective. *Cleaner Production*, 187, 348-360.

Tan, S., Yang, J., Yan, J., Lee, C., Hashim, H., & Chen, B. (2017). A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development. *Applied Energy*, 185, 1919-1930.

Tyler, B. (2011). Low -carbon communities: an analysis of the state of low -carbon community design. United States: American Institute of Architects (AIA).

Wang, X. M, Zhao, G. C., He, C. C., Wang, X., & Peng, W. J., (2016). Low-Carbon Neighborhood Planning Technology and Indicator System, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1066–1076.

Wang, Y., Song, Q., He, J., & Qi, Y. (2015). Developing low-carbon cities through pilots. *Climate Policy*, 15, 81-103.

Yang, T., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, S., & Feng, F. (2016). Towards Low-Carbon Urban Forms: A Comparative Study on Energy Efficiencies of Residential Neighborhoods in Chongming Eco-Island. *Energy Procedia*, 88, 321-324.

Yang, X., Wang, X. C., & Zhou, Z. Y. (2018). Development path of Chinese low-carbon cities based on index evaluation. *Advances in Climate Change Research*, 9 (2), 144-153.

Zhang, M. S. Y. (2016). Low-Carbon Indicator System –Sino: Evaluating Low-Carbon City Development Level in China. (Unpublished doctoral dissertation). Tianjin University, Tianjin, PHD.

Zhao, G. C., Wang, X. M., & Li, X. K. (2017). Life-Cycle Low-Carbon Neighborhood: A Genetic Perspective in China. *Applied Mechanics and Materials*, 858, 249-254.

Zhao, G., Yu, X., He, C., & Tu, F. (2018). Low-carbon evaluation of rural neighborhood: A case study of Yanhe Village, Hubei Province, China. *Growth and Change*, 50, 247-265.