Journal of Structural and Construction Engineering, 10(3), 2023, pp. 22-45

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Identify and ranking of effective factors in changing urban infrastructure for a carbon-free and sustainable future

Erfan Anjomshoa[1], Ramin Tabatabaei Mirhosseini[2]*

1- M.Sc., Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran

2- Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran

ABSTRACT

The formation of the Industrial Revolution led to great variations in dealing with nature, population increase, industry progress, construction technology improvement, widespread usage of fossil fuels, increase in dependence on cars, etc. It disturbed the balance between humans and nature. Climate change is one of the main crises that threaten human beings today. Due to the incidence of environmental crises, such as energy crisis, increased pollution, and climate change caused by population increase and high energy consumption, the quality of life, especially in urban environments, has been reduced. In this paper, a list of effective factors was prepared by conducting library studies and reviewing previous research, then a questionnaire based on the Likert scale was used to collect the opinions of experts in the field of urban planning and development in Kerman city. Then they were analyzed in SPSS software. Afterward, the decision matrix was formed based on the desired indicators and criteria and was ranked using a questionnaire related to the Fuzzy Vikor method based on the criteria of "impact rate", "importance" and "existence of necessary tools". Based on the research outcomes among all the identified influential factors, ten of the most important influential factors include: "providing easy access to public transportation", "locating local facilities and services at the closest distance", "accessibility", "Easy access to the natural environment without harming it "," Design and location of green spaces for both recreational and air purification "," Establishment of advanced waste recycling systems (waste as a source of energy production) "," Using national and religious teachings ", "reducing energy consumption", "minimal dependence on fossil and non-renewable energy sources", "Investing in lighter, greener, cheaper and smarter infrastructure", "Using new technologies to use clean energy", "Paying special attention to waste segregation", "Sewage collection network", "converting waste to Biogas" were identified.

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

ARTICLE INFO

Receive Date: 18 April 2022
Revise Date: 01 August 2022
Accept Date: 10 August 2022

Keywords:
Urban infrastructure
Carbon-free city
Sustainable city
green City
Fuzzy Victor method

doi: https://doi.org/10.22065/jsce.2022.337222.2774

*Corresponding author: Ramin Tabatabaei Mirhosseini
Email address: tabatabaei@iauk.ac.ir

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار

عرفان انجم شعاع[۱]، رامین طباطبایی میرحسینی[۲*]

۱- کارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران

۲-دانشیار، گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران

چکیده

با شکل‌گیری انقلاب صنعتی، تحولات بزرگی در نحوه‌ی برخورد با طبیعت به وقوع پیوست، افزایش جمعیت، پیشرفت صنعت، بهبود تکنولوژی ساخت‌وساز، استفاده‌ی گسترده از سوخت‌های فسیلی، گسترش روزافزون وابستگی به اتومبیل و... سبب برهم خوردن تعادل میان انسان و طبیعت گردید. پدیده‌ی تغییر اقلیم یکی از اصلی‌ترین بحران‌هایی است که بشر امروز را تهدید نموده است. با بروز بحران‌های زیست‌محیطی، نظیر بحران انرژی، افزایش آلودگی و تغییرات اقلیمی که ناشی از افزایش جمعیت و مصرف بالای انرژی بودند، کیفیت زندگی به‌ویژه در محیط‌های شهری تنزل یافت. به همین منظور متخصصین شهری نیز مانند سایرین، به دنبال ارائه راه‌حل‌هایی، برای مقابله با این معضلات بوده‌اند. در این مطالعه، ابتدا با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و با بررسی تحقیقات پیشین فهرستی از عوامل مؤثر تهیه شد سپس از طریق پرسشنامه مبتنی بر طیف لیکرت نظر خبرگان حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان جمع‌آوری گردید و در نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شد. سپس ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس شاخص‌ها و معیارهای موردنظر تشکیل و با استفاده از پرسشنامه مربوط به روش ویکورفازی (Fuzzy Vikor) و بر اساس معیارهای «میزان تأثیر»، «میزان اهمیت» و «وجود ابزار لازم» رتبه‌بندی شدند. بر اساس یافته‌های تحقیق در میان کلیه عوامل تأثیرگذار شناسایی‌شده، ده مورد از مهم‌ترین عوامل مؤثر شامل: «ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی»، «جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله»، «امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن»، «طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا»، «برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)»، «استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی»، «ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر»، «سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر»، «استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک»، «توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز»،شناسایی شدند.

کلمات کلیدی: زیرساخت‌های شهری، شهر بدون کربن، شهر پایدار، شهر سبز، روش ویکورفازی

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	https://doi.org/10.22065/jsce.2022.337222.2774
۱۴۰۱/۰۱/۲۹	۱۴۰۱/۰۵/۱۰	۱۴۰۱/۰۵/۱۹	۱۴۰۱/۰۵/۱۹	۱۴۰۲/۰۳/۳۱	doi: 10.22065/jsce.2022.337222.2774

نویسنده مسئول*: رامین طباطبایی میرحسینی

پست الکترونیکی: tabatabaei@iauk.ac.ir

۱- مقدمه

آلودگی زیست‌محیطی، گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی از پیامدهای انقلاب صنعتی است که در دهه‌های اخیر به‌ویژه با توسعه‌ی صنعت شهرنشینی بر میزان و شدت آن افزود شده است. عوامل مختلفی ازجمله رشد جمعیت، افزایش گسترده وسایل نقلیه موتوری و مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی در افزایش آلاینده‌ها نقشی مؤثر دارند. دی‌اکسید کربن یکی از این آلاینده‌هاست که بر روی تغییرات اقلیمی نقشی بدیهی دارد. کشورهای درحال‌توسعه‌ای چون ایران در رشد انتشار کربن در جهان پیشرو خواهند بود زیرا که در زمینه توسعه با مصرف بالای کربن از الگوی کشورهای ثروتمند پیروی می‌کنند. شهر بدون کربن یا شهر پاک اصطلاحی جدید در مدیریت انرژی شهرهاست که در برنامه‌ریزی توسعه شهری به‌عنوان روشی نوین در کاهش بحران‌های آب‌وهوایی مطرح می‌گردد. توسعه پایدار برای نخستین بار، به‌عنوان یک الگو برای توسعه فراگیر، در گزارش برانت لند در سال ۱۹۸۷ معرفی شد. این گزارش که به گزارش برانت لند شهرت یافت، نقطه عطفی در اشاعه مباحث توسعه پایدار در سطح جهانی به شمار می‌رود. گروه جهانی محیط‌زیست و توسعه برای نخستین بار اصطلاح توسعه پایدار را به‌عنوان توسعه‌ای تعریف کرد که نیازهای نسل فعلی را بدون ایجاد مشکل در توانایی نسل‌های آینده در برآوردن احتیاجات خود تأمین می‌کند. این تعریف، توسعه پایدار را به‌صورت افزایش مستمر یا حداقل حفظ رفاه انسان در طی زمان تفسیر می‌کند و مفهوم امکان بقا را در خود دارد. چنانچه یک حداقل سطح رفاه را معین می‌کند و در معیاری پایین‌تر از سطح آن، جامعه امکان ادامه حیات ندارد [۱].

باگذشت زمان توسعه پایدار و به‌تبع آن توسعه پایدار شهری به‌تدریج به الگویی نوین و غالب در ادبیات نظری و علمی رایج در باب توسعه و برنامه‌ریزی شهری تبدیل شد. این الگو اگرچه تاکنون برداشت‌ها و تفاسیر گوناگونی از آن شده؛ اما درمجموع بر پایداری و استمرار توسعه برای همگان و نسل‌های آینده درگذر زمان و بر نگرشی همه‌جانبه ازجمله ابعاد پیچیده‌ی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فرآیند توسعه در سطح یک کشور یا شهر تأکید دارد[۲].

به بیانی ساده‌تر، توسعه پایدار تلفیقی از اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای به حداکثر رساندن رفاه نسل فعلی بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل آینده است[۳]. چراکه توجه به عمده شاخصه‌ای تعالی انسانی در حیطه مؤلفه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در شهرها از ویژگی‌های قابل‌توجه توسعه به شیوه پایدار آن در شهرهاست [۴].

به‌طورکلی، رسیدن به توسعه پایدار و داشتن جهانی سالم و محیطی عاری از آلودگی، ایده آلی است که دستیابی به آن مستلزم توجه به محیط‌زیست و حفاظت از تنوع زیستی، بازیافت پسماند و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی است که این موارد ازجمله اصول پایه و اساسی توسعه پایدار است. به همین جهت می‌توان گفت ادبیات پایداری غالباً از جنبش‌های زیست‌محیطی ریشه گرفته است[۵].
به‌بیان‌دیگر موضوع حفاظت از محیط‌زیست و منابع آن‌یکی از مهم‌ترین ابعاد توسعه پایدار است که سایر ابعاد توسعه با آن ارتباط مستقیم و غیرمستقیم دارند[۶].

چراکه بحران زیست‌محیطی به سبب اهمیت ویژه‌ای که دارد نمی‌توان با هیچ مشکل جهانی دیگر مقایسه نمود[۷]؛ و چالش‌های زیست‌محیطی در جهان امروزی توجه بیشتر پژوهشگران را به‌سوی خود جلب نموده است[۸].

شهر پایدار شهری است که حافظ و ارتقادهنده رفاه اهالی چه در بلندمدت و چه در دوره متوسط باشد که در ضمن بالاترین کیفیت زندگی از آن به دست می‌آید. پایداری ایجاب می‌کند که تصمیم‌گیری یکپارچه در نتایج اقتصادی و اکولوژی و اجتماعی خوب به اجرا درآید. پایداری محیطی به معنی حفظ سرمایه طبیعی است که ایجاب می‌کند ما انسان‌ها در مصرف مواد تجدیدشونده و در مصرف آب و منابع انرژی حد و اندازه را رعایت کرده و بیشتر ازآنچه سیستم‌های طبیعی می‌توانند فراهم کنند مصرف نکنیم [۹].

آمار سازمان ملل نشان می‌دهد، پانزده درصد کل جمعیت جهان در ۵۹ شهر تمرکزیافته‌اند که در سال ۲۰۰۰ هرکدام ۵ میلیون و بیشتر جمعیت داشتند. در حال حاضر نیز تقریباً بیش از ۵۵ درصد جمعیت جهان در نواحی شهری زندگی می‌کنند یعنی جاهای که بیشترین منابع را مصرف می‌کنند و بیشترین ضایعات و آلودگی‌ها را تولید می‌کنند. الگوهای موجود توسعه و فعالیت‌های آدمی منجر به بر

هم خوردن نظم زیست‌محیطی شده است و بقای محیط‌زیست و پایداری زندگی روی کره زمین را با تهدیدات جدی روبرو ساخته است بعد از دهه ۶۰ یک اشتراک دیدگاهی به وجود آمد که الگوهای رایج توسعه، موجب دگرگونی‌های زیست‌محیطی و بحران‌های اکولوژیکی شده است و کارشناسان سراسر جهان در اجلاس ریو (۱۹۹۲) با صدور قطعنامه زمین اعلام کردند چنین الگوی توسعه‌ای درازمدت و بدون تغییرات اساسی، پایدار نخواهد ماند و تغییرات عمده و اصلاح کلی درروند توسعه فعلی باید در جهت رسیدن به توسعه پایدار صورت گیرد[۱۰].

توسعه پایدار شهری طی دهه‌های اخیر به‌تدریج به پارادایم (الگوواره) نوین و مسلطی در ادبیات نظری و علمی رایج در باب توسعه و برنامه‌ریزی شهری تبدیل‌شده است. این پارادایم اگرچه ناظر به برداشت‌ها و تفسیرهای گوناگون هست، اما درمجموع بر پایداری و استمرار توسعه برای همگان و نسل‌های آینده طی زمان و بر همه‌جانبه نگری ابعاد پیچیده اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فرایند توسعه در سطح یک کشور یا شهر تأکید دارد[۱۱].

بسیاری بر این باورند پایداری صرفاً ساخت فضاهای باز عمومی و یا استفاده از نکاتی مدیریتی هست اما موضوع پایداری توجه محدودیت‌های زیست‌محیطی و اثرات آن در هر بعدی از برنامه و طرح‌های شهری هست که این امر از توانایی جذب انرژی در سطوح مختلف ساختمان‌ها تا سامانه‌های حمل‌ونقلی و نحوه عمل کرده بخش‌های تجاری صنعتی بازرگانی و غیره هست[۱۲]. گستردگی ابعاد، تغییر در ماهیت مسائل شهری و پیچیدگی آن‌ها، توجه به ابعاد مختلف مسئله به‌منظور حل پایدار آن‌ها را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. در این میان تأکید برنامه‌ریزی شهری بیش از هر زمان دیگری متوجه سطوح پایین‌تر و ابعاد ملموس‌تر زندگی شهری شده است[۱۳].

یک محله پایدار دربرگیرنده محدوده‌ای از شهر و جمعیت آن است که نیازهای متنوع (نظیر کیفیت زندگی، فرصت‌های شغلی، کیفیت محیطی، تعاملات اجتماعی، هویت وزندگی فرهنگی) ساکنین حال و آینده را برآورده می‌سازد با برآورده شدن این نیازها، در مرحله بعد جمعیت ساکن در ارتقاء عملکرد این مکان و همچنین تسری توسعه پایدار به سطوح گسترده شهری نقش عمده‌ای ایفا خواهند نمود. تغییر جمعیتی ناشی از مهاجرت به شهرها، در جهان میانگین ۶۶ درصد شهرنشینی را تا سال ۲۰۵۰ فراهم می‌سازد. قدم‌های اساسی برای کربن‌زدایی و کاهش تغییرات آب‌وهوایی نیاز است. آب‌وهوا عاملی مهم در بقای انسان وزندگی شهری محسوب می‌گردد. در سال‌های اخیر، دنیا با وخیم‌ترین آب‌وهوایی که در طی صدسال گذشته بتوان تصور کرد مواجه شده است. برخی از کشورها با بهره‌گیری از فنّاوری‌های روز و با برنامه‌ریزی درست توانستند بر مشکلات آب‌وهوایی فائق آیند و برخی دیگر از کشورها دچار مشکلات زیست‌محیطی عدیده‌ای گردیدند. بر اساس پنجمین گزارش «هیشت بین‌الدول تغییر اقلیم» (IPCC) میانگین درجه حرارت سطح کره زمین از سال ۱۸۸۰ میلادی تاکنون به میزان ۰/۸۵ درجه افزایش‌یافته است. از طرفی دیگر در طی قرن گذشته سطح آب دریا در جهان به میزان ۱۹ سانتی‌متر بالاآمده که این پدیده به‌واسطه ذوب یخ‌ها درنتیجه گرمای بی‌سابقه‌ای ست که به دلیل انتشار کربن در هوا به وجود آمده است. علت اصلی انتشار کربن که می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین منشأ ایجاد گازهای گلخانه‌ای نیز از آن نام برد، فعالیت‌های انسانی در شهرهاست[۱۴].

در سال‌های اخیر بسیاری از شهرهای جهان سیاست‌های گوناگونی برای مقابله با گرم شدن آب‌وهوا پیش‌گرفته‌اند، سیاست‌هایی چون ایجاد «شهر سبز»، «شهر با کربن پایین» و «شهر اکولوژیک» یا «بوم شهر» که همگی در جهت مقابله با تغییر اقلیم و کاهش انتشار کربن ایجاد گردیده‌اند. یکی از اقدام‌های کلیدی برای مقابله با آلودگی هوا برنامه‌ریزی شهری برای توسعه شهر کم‌کربن است[۱۴].

این قضیه بدیهی است که شهرهای پایدار می‌بایست شهرهایی با میزان کربن پایین باشند؛ بنابراین تأثیر معماری و طراحی شهری برای حل معضل آلودگی هوا به شد دارای اهمیت است. شواهد علمی «هیشت بین‌الدول تغییر اقلی» نشان می‌دهد ۹۵٪ از میزان گرم شدن کره زمین درنتیجه فعالیت‌های انسانی در شهرهاست. شهرهای بزرگ نه‌تنها منابع انرژی زمین را به‌سرعت مصرف می‌کنند بلکه گرما و آلودگی زیادی را حوزه‌ی شهرها ایجاد نموده که منشأ پیامدهای مخرب شهری منطقه‌ای بر روی جو زمین است. بر اساس آمار به‌دست‌آمده از شواهد علمی مذکور ۸۰٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان مربوط به شهرهای بزرگ می‌باشد و مصرف انرژی در این شهرها نیز تا حدود ۷۵٪ بیشتر از سایر شهرهاست[۱۴].

بر اساس بررسی‌هایی که بر روی نوع انرژی مصرفی در شهرها صورت گرفته مشخص گردید انرژی شهری عمدتاً برای مصارف صنعت، حمل‌ونقل و استفاده شهروندان به‌کاربرده می‌شود که از این میان نسبت انتشار کربن در حوزه صنعت ۲۹٪، بخش حمل‌ونقل ۳۲٪ و

مصرف خانگی نیز ۳۹٪ هست؛ بنابراین بیشترین میزان مصرف انرژی و تولید کربن در حوزه مصارف خانگی شهروندان هست[۱۴].

محدود بودن ذخایر سوخت‌های فسیلی و همچنین آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن آن‌ها باعث گسترش مباحث مربوط به محیط‌زیست و انرژی شده است. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، بحران انرژی و تخریب لایه ازن و گرم شدن کره زمین موجبات اعمال قوانین برای کنترل مصرف انرژی را فراهم آورد. از آن زمان، مبحث توسعه و طراحی پایدار به‌عنوان یکی از مباحث مهم در طراحی معماری مطرح شد. بنا بر اطلاعات منتشرشده در ترازنامه انرژی سال۱۳۸۴ ، در کشور ما بیشترین میزان مصرف انرژی به ترتیب در بخش‌های خانگی، تجاری، حمل‌ونقل، صنعت و کشاورزی است. بر اساس این آمار، مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری، ۴۴/۳۵، حمل‌ونقل ۲۹/۷۳ درصد، صنعت ۲۲ درصد، کشاورزی ۳/۹ درصد، بوده است. به‌عبارت‌دیگر بیشترین سهم مصرف انرژی به بخش خانگی و تجاری تعلق دارد و این در حالی است که در کشورهای توسعه‌یافته این بخش به‌مراتب سهم کمتری را نسبت به بخش صنعت به خود اختصاص می‌دهد[۱۵].

هم‌زمان با پیشرفت فنّاوری و به دنبال آن توسعه شهری، تراکم بیش‌ازحد جمعیت و تجمع فعالیت‌های اقتصادی در شهرها، مسائل مربوط به محیط‌زیست به‌عنوان محور اصلی توسعه پایدار شهری شناخته‌شده و مشخص شد که این مسائل رابطه نزدیکی باکیفیت زندگی و رفاه مردم جامعه دارند[۱۶].

به‌صورت کلی، می‌توان گفت که شهرها عامل اصلی ناپایداری در جهان محسوب می‌شوند. توسعه شهری به‌ناچار با تسلط ساختمان‌ها، صنایع، حمل‌ونقل و فعالیت‌های اقتصادی بر منابع طبیعی همراه است. چنین رابطه‌ای در طول زمان زمینه‌ساز آلودگی‌های گسترده شهری می‌گردد[۱۷]. برای تداوم حیات منابع طبیعی، به‌تدریج به‌جای تفکر تسلط انسان بر طبیعت باید تفکر تعامل انسان و طبیعت تقویت شود[۱۶].

جمعیت شهری توسعه پیدا می‌کند و بیشتر مردم می‌خواهند مستقل و در فضای سبز زندگی کنند؛ بنابراین به‌ناچار به آن‌طرف از محدوده شهر و به‌سوی طبیعت و مناطق کشاورزی می‌روند. غالباً افزایش میزان توسعه به افزایش چند پارگی مناطق طبیعی منجر می‌شود. اگر اتفاقات توسعه بدون تأمل و توجه به ساختار، نیازهای تجاری، کارایی امکانات حمل‌ونقل و کیفیت هوا باشد، تسهیلات و امکانات مجاور جامعه را پایین می‌آورد. بی‌توجهی به پیامدهای بالفعل توسعه جدید و کارایی برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات منفی، پراکنش شهری را ایجاد می‌کند که ما آن را به‌عنوان تراکم کم توسعه در آن‌سوی لبه خدمات شهری می‌دانیم که مردم را از مغازه‌هایشان، کارشان، تفریح و آموزشی جدا می‌کند. پس برای حرکت بین مناطق ماشین نیاز است. شکل شهر به‌عنوان الگوی فضایی فعالیت‌های انسان در برهه‌ای خاصی از زمان تعریف می‌شود[۱۸].

به دو صورت گسترش بیرونی و رشد فیزیکی یا رشد درونی سازمان‌دهی می‌شود که هرکدام از این دو روش می‌تواند کالبد متفاوت و جداگانه‌ای از دیگری ایجاد نماید. گسترش بیرونی به شکل افزایش محدوده شهر، یا به‌اصطلاح گسترش افقی ظاهر می‌شود و رشد درونی به‌صورت درون‌ریزی جمعیت شهری و الگوی رشد فشرده نمایان می‌شود که هریک از این الگوها نتایج متفاوتی به دنبال دارد که در ادامه این پژوهش به بررسی هریک از این پدیده‌ها خواهیم پرداخت[۱۹].

افزایش گرم شدن زمین، تغییرات آب‌وهوا و بحران‌های زیست‌محیطی حاصل از آن طی دهه‌های اخیر از اهمیت خاصی برخوردار بوده است و ۱۴ سال از ۱۵ سالی که به‌عنوان گرم‌ترین سال‌ها در جهان شبت شده‌اند از سال ۲۰۰۰ میلادی به این‌سو بوده است. بااهمیت یافتن دو مقوله‌ی توسعه پایدار و تغییرات آب‌وهوایی در سال ۲۰۱۵ ابعاد توجه جهانیان به این دو موضوع بیشتر گردید. در تاریخ ۸ دسامبر ۲۰۱۵ اجلاسی در پاریس با حضور ۱۹۵ کشور جهان پیرامون تغییر آب‌وهوا برگزار شد که مؤید اهمیت این مطلب است. طبق توافقنامه COP21 در این اجلاس مقرر گردید تا سال ۲۰۲۰ کشورها حداکثر تلاش خود را برای کاهش میزان نشر گازهای گلخانه‌ای بکار گیرند. در این چارچوب بیشترین توجه بر سهم بالای انتشار دی‌اکسید کربن متمرکز گردید. علاوه بر این طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۵ ایران با انتشار ۵۲۹/۹ میلیون تن گاز دی‌اکسید کربن رتبه نهم را در میان ۱۰ کشور منتشرکننده بیشترین میزان دی‌اکسید کربن حاصل از سوخت‌های فسیلی، به خود اختصاص داده است [۲۰]. طیف وسیعی از مشکلات بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی نشاءت

گرفته از انتشار گازهای آلاینده سوخت وسایط نقلیه است [۲۱].

توسعه پایدار شهری

مفهوم پایداری شهری را می‌توان الهامی از نوآوری‌های فنی تلقی کرد که حتی درگذر زمان از پیشرفت‌های فنی نیز گذر کرده است [۲۲].

پایداری یکی از مهم‌ترین و شاخص‌ترین اهداف برنامه‌ریزی محیطی و فضایی در طول سه دهه گذشته بوده و درواقع مجموعه‌ای از برنامه‌های گوناگون باهدف تسهیل توسعه اجتماعی و اقتصادی است که در همین راستا، به دلیل به حداقل رساندن آسیب‌های زیست‌محیطی در کانون توجه جامعه جهانی قرارگرفته[۲۳].

علیرغم، نخستین تعریفی که از توسعه پایدار ارائه شد «توسعه‌ای که نیازهای امروزی ما را بدون کاستن از توانایی‌های نسل‌های آینده بکاهد»، تاکنون بیش از ۳۰۰ مورد تعریف با دیدگاه‌های مختلف از توسعه پایدار انجام‌شده است[۲۴].

درواقع هدف از توسعه پایداری شری، ایجاد شری سالم و همسو با نیاز تمامی شهروندان که مکانی مناسب برای استفاده و بهره‌مندی از انرژی به شمار آید. درنهایت می‌توان نتیجه گرفت که پایداری شری از منظر زیست‌محیطی مستلزم توجه به منابع طبیعی و ذخایر در تمامی فعالیت‌های انسانی و اهتمام به حفاظت از ذخایر طبیعی، امکانات و قابلیت‌های محیط در فرآیند برنامه‌ریزی شهری است [۲۲].

پایداری زیست‌محیطی

فراهم شدن توسعه پایدار مستلزم تأکید ویژه‌ای بر محیط‌زیست است .این تأکید به‌گونه‌ای است که توسعه پایدار با سازمان‌دهی و تنظیم رابطه میان انسان و محیط، مدیریت بهره‌برداری بهینه از منابع و محیط‌زیست، دستیابی به تولید مستمر، امنیت غذایی، ثبات اجتماعی و مشارکت مردم در جامعه را تسهیل می‌کند .به‌این‌ترتیب، حفاظت و نگهداری منابع با رویکرد رفاه پایدار، برابری نسل‌های حاضر و آینده به‌منظور بهره‌برداری بهینه از ذخایر سرمایه‌ای را می‌توان هسته اصلی توسعه پایدار محسوب کرد[۲۵].

پایداری زیست‌محیطی نشانگر اقدامات مادی و غیرمادی است که اطلاعاتی کلیدی از آثار محیط‌زیست، رعایت مقررات، روابط ذینفعان و سیستم‌های سازمانی فراهم می‌آورد و همین نشان‌دهنده تعاریفی از اثربخشی و بهره‌وری اقدامات صورت گرفته در عرصه محیط‌زیستی است [۲۶].

پایداری شهری

در خصوص پایداری تعاریف گوناگونی ارائه‌شده است و شاید رایج‌ترین تعریف از توسعه پایدار، تعریفی است که در اجلاس زمین در ریو بیان‌شده است و برداشت مردم محوری آن عبارت است از: توسعه‌ای که نیاز حال را بدون به مخاطره انداختن توانایی نسل آینده برای دستیابی به نیازها و خواسته‌هایشان برطرف می‌کند.

زیرساخت‌های سبز

زیرساخت سبز به‌عنوان یک مفهوم در طول دو دهه گذشته توسعه‌یافته است. زیرساخت سبز معمولاً به شبکه‌های به هم متصل فضاهای سبز اشاره دارد که می‌توان در مناظر شهری و محدوده‌هایی از نقاط شهری مشاهده کرد[۲۷].

از دیدگاه سازمان ملل متحد، احیا و بهره‌برداری از منابع و زیرساخت‌های سبز و طبیعی در شهر، یکی از شروط اولیه توسعه پایدار شهری است [۲۸].

مفهوم شهر «کم‌کربن» در برنامه‌ریزی شهری

واژه «کم‌کربن» برگرفته از اصطلاح «اقتصاد کم‌کربن» است که توسط دولت بریتانیا در سال ۲۰۰۳ در قالب مقاله‌ای با عنوان «انرژی کاغذ سفید » مطرح گردید که پس‌ازآن با توجه به افزایش سطح آگاهی شهروندان از محیط‌زیست به‌تدریج عبارات "اقتصاد کم‌کربن"، "اجتماع کم‌کربن" و "شهر کم‌کربن" مبنای اصلی خیلی از تحقیقات در حوزه برنامه‌ریزی شهری مورداستفاده قرار گرفت [۲۹]. از منظر برنامه‌ریزی شهری، ایجاد شهر کم‌کربن نیازمند سه عامل اصلی است:

۱-کاهش منبع کربن
۲-کاهش انتشار کربن
۳-تقویت جذب کربن

توسعه شهرهای کم‌کربن در راستای توسعه پایدار شهری موضوعی است که این روزها بیش‌ازپیش توجه جوامع بین‌المللی را به خود جلب کرده است و به‌تدریج الگویی جدید را در ادبیات نظری و علمی رایج در باب توسعه و برنامه‌ریزی شهری بازکرده است. این الگو اگرچه برداشت‌ها و تفسیرهای متفاوتی را در بردارد اما در کل می‌تواند بر پایداری و استمرار توسعه برای همگان و نسل‌های آینده طی زمان و بر تمامی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی فرایند توسعه در سطح یک شهر تأکید دارد به‌طورکلی اولویت‌های توسعه پایدار با تمرکز بر تکنولوژی‌های دوستدار محیط‌زیست و حداقل نمودن اثرات توسعه بر محیط‌زیست است. این سیاست بر چهار بعد انرژی، محیط‌زیست، اقتصاد و اجتماع متمرکز است و در این مسیر اهداف ذیل را دنبال می‌کند:

۱- کاهش رشد مصرف انرژی هم‌زمان با بهبود رشد و توسعه اقتصادی
۲- تسهیل نمودن رشد تولید صنعت با بهره‌گیری از فناوری سبز و بهبود سهم آن در اقتصاد ملی
۳- افزایش قابلیت و ظرفیت ملی به‌منظور نوآوری در توسعه تکنولوژی سبز و بهبود رقابت‌پذیری تکنولوژی سبز در عرصه جهانی
۴- تضمین توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست برای نسل‌های آینده
۵- افزایش آموزش و آگاهی عمومی از فناوری‌های سبز و تشویق و ترویج استفاده گسترده از آن

این اولویت‌ها خواستار سیاست‌ها و استراتژی‌های مناسب در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار هستند و موفقیت آن‌ها با توجه به سه مجموعه هماهنگ شاخص‌های بخشی، یعنی شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی اندازه‌گیری می‌شوند.

برنامه‌ریزی شهر کم‌کربن بر اساس اکولوژی شهری

اکولوژی شهری تعریف می‌کند که شهر یک اکوسیستم پیچیده اقتصادی- اجتماعی- اکولوژیکی انسان‌محور است. این اکوسیستم خاص شامل سه مضمون است: اکوسیستم طبیعی، سیستم اقتصادی، سیستم اجتماعی. این سه بخش‌بر یکدیگر تأثیر گذاشته و یکدیگر را نیز مهار می‌کنند. برنامه‌ریزی هم وسیله کنترل در سطح کلان و هم چشم‌اندازی از توسعه آینده شهرها است.
علاوه بر این، وسیله‌ای برای سیاست‌گذاری و پیاده‌سازی آن است که سیاست مربوطه را به یک سیاست عمومی مبدل می‌کند. لذا می‌توان گفت که برنامه‌ریزی شهری یک سیاست عمومی فنآورانه، حرفه‌ای و آینده‌نگر است ازآنجاکه هدف برنامه‌ریزی شهری کم‌کربن بالا بردن شاخصه‌های کیفیت زندگی در شهر است، استفاده از تکنولوژی‌های دوستدار محیط‌زیست در برنامه‌ریزی شهری کم‌کربن ارائه‌دهنده یک معیار شهری مناسب است.

تجارب جهانی در زمینه شهر کم‌کربن

یک شهر کم‌کربن همکاری عادلانه‌ای را برای تلاش‌های جهانی در جهت ایجاد ثبات در غلظت دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در سطح زمین انجام می‌دهد و از تغییرات خطرناک آب‌وهوا از طریق کاهش عمیق انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری می‌کند. این‌گونه شهرها، سطح بالایی از بهره‌وری انرژی را قابل حصول کرده و از منابع انرژی کم‌کربن و فناوری‌های نوین تولید استفاده می‌کند. از سوی دیگر، الگوهای مصرف و رفتاری جدیدی را ترویج می‌دهد که با سطوح پایین انتشار گازهای گلخانه‌ای مطابقت دارند. این شهرها

محیط‌هایی باکیفیت بالای زندگی، سطح بالای رفاه و عدالت اجتماعی را فراهم می‌کنند و کاملاً منطبق بر اصول شهرهای سبز و برخی از مبانی بنیادی منشور نوشهر سازی هستند. بامطالعه و جمع‌بندی تجارب جهانی، معیارهای شهر کم‌کربن را می‌توان در قالب جدول ۱ دسته‌بندی نمود:

جدول ۱- جمع‌بندی تجارب جهانی در زمینه شهر کم کربن

کشور	اهداف کلی	اهداف خرد	راهبرد
چین	کاهش شدت انتشار کربن، کاهش شدت مصرف انرژی، افزایش پوشش جنگلی، بهکارگیری انرژی غیر فسیلی	ایجاد طرح توسعه کم‌کربن	بهبود بهره‌وری و صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار کربن، راه‌اندازی سازه‌های صنعتی ، بهینه‌سازی ساختار انرژی
		تنظیم سیاست‌های حمایتی برای رشد سبز کم‌کربن	قانون ترویج توسعه کم‌کربن در مناطق ویژه اقتصادی ، تشویق مکانیسم‌های بازار در جهت نیل به اهداف کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای
		ایجاد سیستم صنعتی کم‌کربن	نوآوری سبز و تحقیق و توسعه در این زمینه،پرورش کسب‌وکار سبز در بخش‌های انرژی تجدید پذیر و صرفه‌جویی انرژی،نصب فن‌آوری‌های کم‌کربن در فرایندهای صنعتی
		حمایت از شیوه زندگی و الگوهای مصرف سبز کم‌کربن	آموزش و تبلیغات ضرورت شیوه‌های زندگی کم‌کربن
		ایجاد سیستم‌های مدیریتی و آماری میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای	کنترل شدید انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از حمل‌ونقل، ساختمان‌های مسکونی ، ساختمان‌های عمومی ، بهکارگیری سیستم جمع‌آوری داده‌ها و سیستم حسابداری
تایوان	دستیابی به جامعه کم‌کربن	تحقق شیوه زندگی کم‌کربن	ترویج شیوه‌های غذایی کم‌کربن،ترغیب مردم به استفاده از محصولات متناسب زیست‌محیطی
		بهکارگیری سیستم حمل‌ونقل سبز	ترویج پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری ، توسعه سیستم‌های نوین و کم‌کربن حمل‌ونقلی(مانند اسکوتر برقی، اتوبوس‌های برقی هیبریدی، بیومس، هیدروژنی و...) ، توسعه سیستم های هوشمند حمل‌ونقلی ، استفاده از خودروهای استاندارد با بیشترین بهره‌وری
		ترویج ساختمان‌های کم‌کربن	ایجاد سازمان‌های مدیریتی برای ساختمان کم‌کربن(شامل بنیاد حفاظت، بنیاد حفاظت از آب، صرفه‌جویی در آب، کاهش زباله، منابع آب، بهبود فاضلاب و فضولات) ، استفاده از مصالح ساختمانی سبز
		بهکارگیری انرژی‌های تجدید پذیر و حفاظت از انرژی	استفاده از سیستم‌های روشنایی کم‌کربن(مانند ال ای دی و..) ، برنامه‌ریزی برای استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر(شامل نیروی باد،انرژی حرارتی،خورشیدی،جایگزین گاز طبیعی، فتوولتائیک، انرژی بیومس و انرژی هیدروژن)
مالزی	کاهش شدت انتشار کربن	کنترل تقاضای حمل‌ونقل	برنامه‌ریزی شهر فشرده، برنامه‌ریزی حمل‌ونقلی کم‌کربن، کنترل رشد شهری
		کاهش شدت دی‌اکسید کربن	آموزش و خدمات اطلاع‌رسانی، تدوین استاندارد عملکرد زیست‌محیطی و ارزیابی ساختمان‌ها
		بهبود کارایی(بهره‌وری) انرژی	تخصیص یارانه و تسهیلات برای سرمایه‌گذاری برای تجهیزات کارای انرژی، برچسب‌گذاری زیست‌محیطی مواد و محصولات، تشویق به‌کارگیری تجهیزات و ساختمان‌های باصرفه و کارای انرژی، تشویق به‌کارگیری انرژی‌های تجدید پذیر
کره جنوبی	دستیابی به رشد شهر سبز کم‌کربن	ایجاد سیستم مدیریتی مناسب	سازمان‌دهی مجدد فیزیکی و نهادی، سازمان‌دهی مجدد ساختار فضایی و مناظر
		توسعه زیرساخت‌های سبز	ایجاد استانداردهایی برای ساختمان‌های سبز با کارایی بالای انرژی و ترویج ساخت‌وسازهای سبز
		به‌کارگیری سیستم حمل‌ونقل سبز	ایجاد قانون اساسی برای سیستم حمل‌ونقل دوچرخه محور
		ترویج ساخت‌وساز سبز	تشویق برنامه‌های کاربرد فناوری سبز و صنعت سبز
		تولید محرک‌های جدیدی برای رشد	ایجاد زیرساخت‌ها و چارچوب‌های اقتصاد سبز
هند	ایجاد یک محیط فیزیکی و اجتماعی پایدار برای کاهش ردپای کربن	استفاده بهینه از منابع طبیعی	مدیریت منابع طبیعی
		کاهش آلودگی	کنترل منابع آلاینده
		حفاظت و توسعه منابع	توسعه و حفظ آب، کارایی انرژی، مدیریت مواد زائد جامد
		مدیریت کاربری زمین	توسعه و حفظ فضاهای تفرجگاهی و مناظر، توسعه و حفظ فضاهای باز
انگلستان	کاهش انتشار کربن	ترویج ساخت خانه‌های سبز و ساختمان‌های نمونه و شاخص در جامعه	استفاده از تجهیزات کم‌کربن و سبز در مسکن‌سازی، استفاده از تجهیزات خورشیدی و کم‌کربن در ساخت بناهای شاخص مانند کلیساها و اماکن عمومی
		سبز کردن مدارس	استفاده از تجهیزات خورشیدی در مدارس، ایجاد پایگاه‌های آموزشی ترویجی کم‌کربن در محیط مدارس(مانند کلاسهای آموزشی کم‌کربن و...)
		سبز کردن مشاغل و تجارت	ارائه تجهیزات و تسهیلات جهت توسعه مشاغل سبز
		ترویج شیوه زندگی کم‌کربن	تشویق غذاهای پایدار
		به‌کارگیری سیستم حمل‌ونقل سبز	تشویق سفرهای پایدار
آیک	کاهش انتشار دی‌اکسید کربن	ساختاربندی شهری کم‌کربن	برنامه‌ریزی کاربری زمین‌بر اساس دستیابی به بالاترین حد صرفه‌جویی در انرژی، ارائه طرح شهری پیاده محور و دوچرخه محور
		ترویج ساختمان‌های کم‌کربن	برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر اساس اختلاط کاربری‌ها، کاهش بار حرارتی در ساختمان، بهبود کارایی تجهیزات
		ترویج سیستم‌های مدیریت انرژی	ترویج سیستم‌های مدیریت انرژی ساختمان، ترویج سیستم مدیریت انرژی منطقه یا بخش
		به‌کارگیری سیستم حمل‌ونقل کم‌کربن	به‌روزرسانی سیستم حمل‌ونقل عمومی، استفاده از فناوری‌های نوین صنعت حمل‌ونقل، مدیریت تقاضای ترافیک
		استفاده از انرژی تجدید پذیر	استفاده از انرژی‌های بکر، همسازی با محیط‌زیست حرارتی شهر، مدیریت توسعه شهری برای ترویج استفاده از انرژی تجدید پذیر

سجادیان و سعیدی در پژوهشی به تحلیل و آسیب‌شناسی پایداری زیست‌محیطی در شهر اهواز پرداخته‌اند که یافته‌های این پژوهش نشان داد که آلاینده‌های هوا مهم‌ترین نقش در ناپایداری زیست‌محیطی شهر اهواز دارند[۳۰].

اقلمی و رضائی راد در پژوهشی دیگر به سنجش میزان پایداری زیست‌محیطی بر روی شش پروژه بزرگ‌مقیاس شهری با نمونه موردی شهر همدان پرداخته‌اند که با توجه به نتایج حاصل‌شده هر یک از این شش پروژه بر اساس شاخص پایداری زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار گرفت و از این حیث رتبه‌بندی شد[۳۱].

شمس‌الدینی و همکاران به بررسی وضعیت پایداری زیست‌محیطی در سکونتگاه‌های روستایی شهرستان روانسر در استان کرمانشاه پرداخته‌اند که نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که به‌استثنای سکونتگاه‌های روستایی و واقع در شمال و شمال غربی شهرستان، فضای حاکم بر محدوده جغرافیایی شهرستان روانسر، ازلحاظ زیست‌محیطی ناپایدار است[۳۲].

نظامفر و همکاران در پژوهشی دیگر نیز به سنجش و ارزیابی میزان پایداری محیط‌زیستی در بین شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی پرداخته‌اند که نتایج این پژوهش نشان داد که شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی ازلحاظ پایداری محیط‌زیستی در موقعیت نیمه پایدار قرار دارند[۳۳].

حاتمی نژاد و همکاران به سنجش پایداری زیست‌محیطی گردشگری شهری شهر رشت پرداخته‌اند که با توجه نتایج این پژوهش می‌توان گفت، نبود تناسب میان منابع موجود و میزان مصرف و به‌تبع آن ناپایداری زیست‌محیطی منطقه، باعث ایجاد فشار بر فضای بوم‌شناختی می‌شود[۳۴].

ارفین و همکاران با عنوان ارزیابی ادراک شهروندان از سیستم مدیریت پسماند جامد شهری به بررسی میزان رضایتمندی شهروندان از خدمات ارائه‌شده به آن‌ها پرداخت. در این پژوهش یک پروژه ابتکاری برای مدیریت پسماند جامد در گویمارائس پرتقال موردبررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد بین ارائه خدمات عمومی و رضایت شهروندی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد و شهروندان از روش نوین و نوآورانه خدمات در خصوص مدیریت پسماند جامد راضی بوده‌اند[۳۴].

کاوای و اساکو باهدف تبیین مزایا و معایب خدمات جمع‌آوری پسماند جامد شهری برای شهروندان چهار منطقه مرکزی شهر هانوی، ویتنام، با انجام مصاحبه با ۲۰۰ خانواده و ۲۰۰ شرکت تجاری در رابطه با رضایت آن‌ها از خدمات انجام دادند. نتایج بررسی نشان داد که شهر هانوی یک سرویس جمع‌آوری اقتصادی و در زمان مناسب برای شهروندان فراهم نموده است. بااین‌حال، تعدادی از شهروندان در مورد شرایط غیربهداشتی در منطقه اطراف محل سکونت خود ناراضی بوده‌اند. پژوهش خود را با تمرکز بر رضایت شهروندان از ارائه خدمات عمومی در مراقبت‌های بهداشتی، پاک‌سازی زباله‌های جامد و ... در شهرداری منطقه سدیبنگ آفریقای جنوبی انجام دادند. نتایج پژوهش نشان داد پاسخ‌دهندگان، از شهرداری محلی امفولنی نسبت به تحویل خدمات عمومی احساس رضایت بیشتری دارند؛ اما پاسخ‌دهندگان ساکن در میدوال احساسات مثبت از ارائه خدمات عمومی در شهرداری محلی خود ندارند[۳۶].

با توجه به بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده و مقایسه با پژوهش حاضر، وجه تمایز این پژوهش با پژوهش‌های پیشین در بررسی پایداری با سویه‌های مدیریتی در سه حوزه: مدیریت زیرساخت‌های سبز، مدیریت پسماند و مدیریت رودخانه‌هاست که سبب جامعیت و تمایز این پژوهش نسبت به پژوهش‌های پیشین می‌شود. همچنین این پژوهش به بررسی رابطه میان این سه شاخص و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر نیز پرداخته است. هدف اصلی تحقیق حاضر شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار می‌باشد و لذا با توجه به اهداف تحقیق سؤالاتی که مطرح می‌شود شامل موارد ذیل هست:

- مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار چه می‌باشند؟
- رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار با استفاده از روش ویکور فازی چگونه است؟
- چه راهکارهایی جهت بهبود شرایط موجود و ایجاد شهری بدون کربن و پایدار ارائه می‌دهید؟

همان‌طور که مشخص است با توجه به اهداف و سؤالات پژوهش فرضیه‌های زیر در مورد این پژوهش متصور است:

- با توجه به شرایط اقلیمی و نیازهای کشور تغیر در زیرساخت‌های شهری دارای توجیه فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی می‌باشد.
- روش‌های سنتی فعلی در زیرساخت‌های شهری ازلحاظ پایداری و زیست‌محیطی مناسب نیست.

- عدم آشنایی کافی با روش‌های نوین برنامه‌ریزی و توسعه شهری یکی از دلایل عدم به‌کارگیری این روش‌ها می‌باشد.

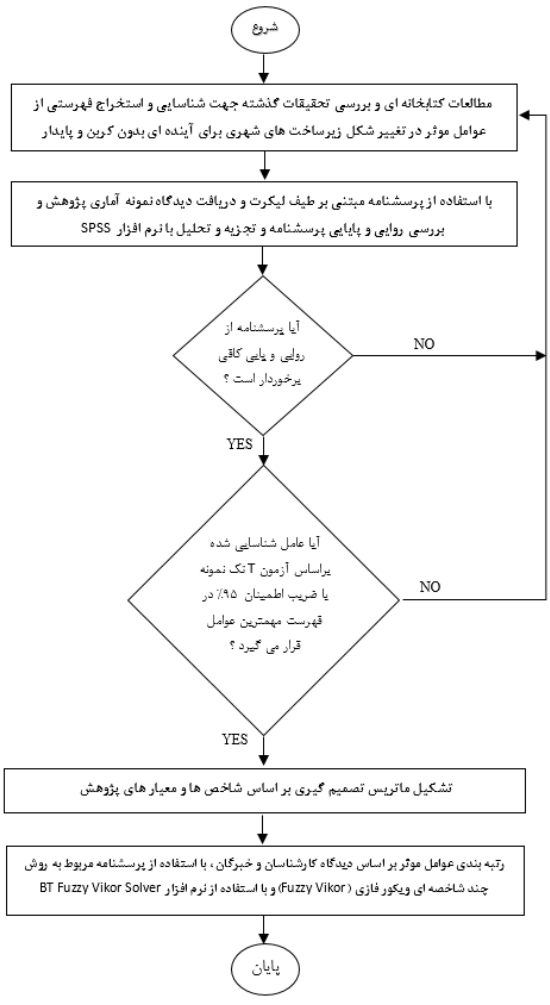
۲- روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی، توصیفی و پیمایشی است. در تحقیق حاضر، جامعه آماری تحقیق شامل گروهی از اساتید دانشگاه، متخصصان و کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان هست. روش نمونه‌گیری هدفمند بوده و آن دسته از افراد که در بخش‌های مرتبط با موضوع تحقیق مشغول فعالیت هستند و از شناخت و درک قابل قبولی نسبت به موضوع برخوردارند برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز انتخاب‌شده‌اند. نمونه انتخابی در این تحقیق شامل ۲۸ تن از اساتید دانشگاه، متخصصان و کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان هست که مشخصات آن‌ها در جدول۲ نمایش داده‌شده است.

جدول۲- شاخص‌های دموگرافیک (مشخصات عمومی) مصاحبه‌شوندگان

جنسیت	۲۲ نفر مرد (۷۹٪) – ۶ نفر زن (۲۱٪)
سن	۲۱ نفر سن ۳۶ سال و بیشتر (۷۵٪) – ۵ نفر سن ۳۱ تا ۳۵ (۱۸٪) – ۲ نفر سن ۲۶ تا ۳۰ (۷٪)
مدرک تحصیلی	۱۱ نفر مدرک دکتری (۳۹٪) – ۱۴ نفر کارشناسی ارشد (۵۰٪) – ۳ نفر کارشناسی (۱۱٪)
سابقه کاری	۱۸ نفر سابقه بیش از ۱۵ سال (۶۴٪) – ۸ نفر سابقه ۱۱ تا ۱۵ سال (۲۹٪) – ۲ نفر سابقه ۶ تا ۱۰ سال (۷٪)

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری ویکور فازی (Fuzzy Vikor) هست، به‌طورکلی مراحل انجام تحقیق به شرح زیر می‌باشد (شکل ۱)



شکل ۱: مراحل انجام تحقیق به‌صورت فلودیاگرام (فلوچارت)

- در فاز نخست، مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی تحقیقات گذشته جهت شناسایی و استخراج فهرستی از عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار انجام می‌شود.
- در فاز دوم با انجام مطالعات میدانی، با استفاده از پرسشنامه مبتنی بر طیف لیکرت، پس از بررسی روایی پرسشنامه توسط خبرگان و تأیید پرسشنامه و بررسی پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ، دیدگاه اساتید و کارشناسان مشغول به کار در حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان گردآوری‌شده و پس از تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS، مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار، تعیین می‌شود.
- در فاز سوم ماتریس تصمیم‌گیری روش ویکور فازی به‌صورت شاخص و معیار ترسیم می‌گردد و بر اساس دیدگاه کارشناسان و خبرگان در حوزه موردمطالعه، عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار از منظر میزان تأثیر، میزان اهمیت و وجود ابزار لازم بر مبنای داده‌های به‌دست‌آمده، بر اساس تکنیک چند شاخصه‌ای (Fuzzy Vikor) و با استفاده از نرم‌افزار Fuzzy BT Vikor Solver رتبه‌بندی می‌گردد. در این مرحله به‌منظور گردآوری داده‌های موردنیاز، از پرسشنامه استفاده می‌شود.
- در فاز چهارم بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از روش ویکور فازی، عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار در این تحقیق ارائه می‌گردد.

۱-۲- استفاده از تکنیک ویکور فازی:

نخستین بار سرافیم اپریکویک در مقاله‌ای با عنوان روش ویکور فازی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی منابع آب از تکنیک ویکور با رویکرد فازی استفاده کرده است [۳۸]. روش ویکور فازی برای تعیین راه‌حل توافقی مسئله چند معیاره فازی توسعه‌یافته است. در ماتریس تصمیم تکنیک ویکور مقادیر J امین گزینه به‌صورت $A_j=\{X_1,X_2,...,X_n\}$ نمایش داده می‌شود. هر X_{ij} نشان‌دهنده مقدار گزینه J ام بر اساس معیار i ام است. هدف این روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین گزینه (توافقی) هست.

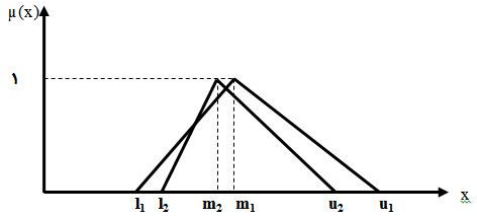
$$X=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12}\cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22}\cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix}$$

شکل ۲: ماتریس تصمیم ویکور

گزینه‌ها را می‌توان ایجاد نمود و با مدل‌های ریاضیاتی، مدل‌های فیزیکی و یا به‌وسیله آزمایش‌ها بر روی سیستم موجود یا دیگر سیستم‌های مشابه، مورد آزمون قرارداد. محدودیت‌ها به‌عنوان اهداف با اولویت بالا تلقی می‌شوند که باید در فرایند ارزیابی گزینه‌ها لحاظ شوند. در این بحث، اعداد فازی مثلثی با نماد $\tilde{F}_{ij}=(l_{ij},m_{ij},u_{ij})$ نمایش داده می‌شوند. مجموعه معیارهایی که بار مثبت دارند (سودمندی) با lb و مجموعه معیارهایی که بار منفی دارند (هزینه) با lc نشان داده می‌شوند.

۱-۱-۲- تشکیل ماتریس تصمیم فازی برای تکنیک ویکور:

ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها بر اساس معیارها تشکیل می‌شود. ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با xij نشان داده‌شده است. دقت کنید تکنیک ویکور برخلاف تکنیک تاپسیس بر آمار و ارقام واقعی متکی است و کمتر برای ارزیابی از طیف لیکرت استفاده می‌شود. در مورد بسیاری از ارزیابی‌های کمی می‌توان کمترین مقدار ممکن، بیشترین مقدار ممکن و محتمل‌ترین مقدار ممکن را شناسایی کرد. نمایش این دو مقدار به‌صورت زیر است:



شکل ۳: نمایی از اعداد فازی مثلثی

این روش ارزیابی برای m گزینه بر اساس n معیار قابل‌تعمیم است. به‌این‌ترتیب می‌توان یک ماتریس ارزیابی فازی تشکیل داد. در غیر این صورت اگر بخواهید از همان روش طیف لیکرت برای ارزیابی استفاده کنید از طیف زیر بهره بگیرید:

جدول ۳: طیف فازی ۷ درجه جهت ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها

متغیر زبانی	مقدار فازی	عدد فازی مثلثی
خیلی ضعیف (Very poor)	$\tilde{1}$	(0, 0, 1)
ضعیف (Poor)	$\tilde{2}$	(0, 1, 3)
ضعیف تا متوسط (Medium poor)	$\tilde{3}$	(1, 3, 5)
متوسط (Fair)	$\tilde{4}$	(3, 5, 7)
تقریباً خوب (Medium good)	$\tilde{5}$	(5, 7, 9)
خوب (Good)	$\tilde{6}$	(7, 9, 10)
خیلی خوب (Very good)	$\tilde{7}$	(9, 10, 10)

۲-۱-۲- فازی زدایی مقادیر در تکنیک ویکور

در روش‌های مختلف که با رویکرد فازی صورت می‌گیرد پژوهشگر درنهایت به دنبال آن است که مقادیر فازی نهایی را به یک عدد قطعی و قابل‌درک تبدیل کند. روش‌های متعددی برای فازی زدایی وجود دارند: برای نمونه روش مرکز ثقل، روش مرکز سطح و میانگین ماکسیمم از این دسته هستند. زنگ و تنگ (۱۹۹۳) روش ساده‌ای را برای فازی زدایی اعداد فازی مثلثی بر اساس روش مرکز سطح (COA)ارائه کرده‌اند. اپریکویک و زنگ (۲۰۰۳) مقاله‌ای با عنوان «فازی زدایی در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره» ارائه کرده‌اند. در این مقاله به‌طورکلی روش‌های متعدد فازی زدایی بررسی‌شده است و درنهایت تکنیک CFCS به‌عنوان یک روش مناسب فازی زدایی در تکنیک‌های MCDM پیشنهادشده است[۳۸].

باوجود همه انتقاداتی که اپریکویک (۲۰۰۳) برای روش‌های ساده و مرسوم فازی زدایی مطرح کرده است وی در الگوریتم پیشنهادی خود برای فازی زدایی $\tilde{Q}_j$,$\tilde{R}_j$,$\tilde{S}_j$ و j=1,...,J از روش ساده زیر استفاده کرده است:

رابطه (۱) – تبدیل عدد فازی به قطعی

$$\text{Crisp(N)} = (1 + 2m + u)/4$$

در اینجا برای تبدیل یک عدد فازی به عدد قطعی، دومین روش فازی زدایی میانگین موزون که توسط بوجادزیف نیز توصیه‌شده است مورداستفاده قرارگرفته است. برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از طبقه‌بندی با استفاده از مقادیر قطعیS ، Rو Q به ترتیب کاهنده استفاده می‌شود. نتایج سه فهرست رتبه‌بندی $Q_{\{A\}}$ و $R_{\{A\}}$ و $S_{\{A\}}$ هستند. در این زمینه درست مانند الگوریتم اجرای تکنیک ویکور با مقادیر قطعی عمل می‌شود.

۳-۱-۲- گام‌های روش ویکور فازی:

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم فازی

گام دوم: شناسایی بهترین مقدار و بدترین مقدار در هر معیار ماتریس (جواب‌های ایده آل مثبت و منفی).

برای معیار مثبت (با ماهیت سود) بزرگ‌ترین مقدار بهترین مقدار است و کوچک‌ترین مقدار بدترین مقدار است و برای معیار منفی برعکس است.

رابطه (۲)- شناسایی بهترین و بدترین در هر معیار ماتریس

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij} \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij}$$

گام سوم: محاسبه مقادیر شاخصه‌ای مطلوبیت یا سودمندی (S) و عدم مطلوبیت و نارضایتی (R):

رابطه (۳) - محاسبه مقادیر شاخصه‌ای سودمندی (S)

$$\check{S}_j = \sum_{j=1}^{n} \frac{\tilde{w}_j\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(f_j^{u*} - f_j^{l}\right)}$$

رابطه (۴)- محاسبه عدم مطلوبیت (R)

$$\check{R}_j = \max_j \frac{\tilde{W}_j\left(\tilde{x}_{ij} - \tilde{f}_j^*\right)}{\left(f_j^u - \tilde{f}_j^{l*}\right)}$$

مقدار S و R به ترتیب مقادیر میزان مطلوبیت و عدم مطلوبیت را نشان می‌دهد. هرچقدر این دو شاخص که عددهای فازی مثلثی هستند کوچک‌تر باشند در حالت بهتری می‌باشند.

به عبارات زیر که هنگام محاسبه شاخص مطلوبیت یا عدم مطلوبیت باید محاسبه کرد به‌صورت مستقل ماتریس اختلاف‌فازی نرمال شده (dij) می‌نامند.

رابطه (۵)- ماتریس اختلاف‌فازی نرمال شده (dij)

$$\dot{d}_{ij} = \frac{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(\tilde{f}_j^{u*} - \tilde{f}_j^{l-}\right)} \quad \text{for } i \in B$$

$$\check{d}_{ij} = \frac{\left(\tilde{x}_{ij} - \tilde{f}_j^*\right)}{\left(\tilde{f}_j^u - \tilde{f}_j^{l*}\right)} \quad \text{for } i \in C$$

حرف B منظور معیارهای وزن سود است و حرف C معیارهای جنس هزینه است

گام چهارم محاسبه شاخص Q با استفاده از مقادیر شاخصه‌ای S و R:

رابطه (۶) – محاسبه شاخص Q

$$\check{Q}_j = v\frac{\left(\check{S}_j - \tilde{S}^*\right)}{\left(S^u - S^{*l}\right)} + (1-v)\frac{\left(\check{S}_j - \tilde{S}^*\right)}{\left(R^u - R^{*l}\right)}$$

گام پنجم: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس شاخصه‌ای Q, S, R

۳- یافته‌ها

۳-۱- تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار:

در تحقیق حاضر برای تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار، با انجام مطالعات کتابخانه‌ای بر مبنای تحقیقات گذشته پیرامون موضوع تحقیق، فهرستی از عوامل مؤثر تهیه گردید. فهرست یادشده در جدول ۴ ارائه‌شده است.

جدول ۴: عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار

دسته‌بندی	عامل
آگاهی بخشی، آموزشی و پژوهشی	تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)
	کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری
	ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا
	ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی
	استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی
	سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر
زیست‌محیطی	توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز
	بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی بومی
	استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب
	استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی
	استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری
رویکرد منظر	طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل
	به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها
	تغیر هندسه و فرم شهر متناسب بانظم دهی ساختار فضایی محدوده توسعه
	جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله
	ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی
	طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا
	استفاده خلاقانه از برگه‌های معماری بومی در طراحی
	استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز

	تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی
	استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان
	امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن
حمل‌ونقل و کاربری	ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی
	استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت
	آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه
	جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات
انرژی	استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک
	ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر
	ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)
	برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)
	کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان
	ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی
محیطی	ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی
	توجه به حفاظت از زمین‌های کشاورزی
	ایجاد فرصت برای رونق و شکل‌گیری مشاغل خانگی

پس از استخراج فهرست عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار که بر اساس مطالعات و تحقیقات انجام‌شده صورت گرفت به‌منظور اخذ دیدگاه اساتید دانشگاه، متخصصان و کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان، فهرست مذکور در اختیار اعضای نمونه تحقیق یعنی ۲۸ تن از این اساتید و کارشناسان قرار گرفت و نظر ایشان در رابطه با میزان تأثیر عوامل استخراج‌شده با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری گردید. برای این منظور از پرسشنامه‌ای تحت عنوان پرسشنامه مبتنی بر طیف لیکرت که شامل پنج گزینه (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) است استفاده شد نتایج حاصل از آن با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. خروجی این نرم‌افزار در جدول ۵ نمایش داده‌شده است.

جدول ۵: خروجی نرم‌افزار SPSS

One-Sample Test

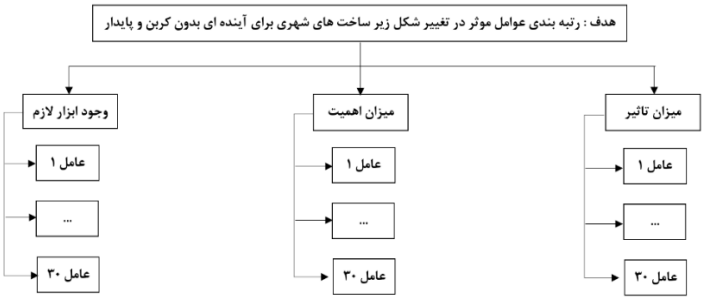
	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)	۵/۳۰۸	۲۷	.۰۰۰	۰/۸۲۱	۰/۵۰	۱/۱۴
استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک	۶/۹۷۱	۲۷	.۰۰۰	۰/۸۵۷	۰/۶۰	۱/۱۱
ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی	۱۰/۲۳۴	۲۷	.۰۰۰	۱/۱۴۳	۰/۹۱	۱/۳۷
طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل	۲/۲۶۰	۲۷	۰/۰۳۲	۰/۲۵۰	۰/۰۲	۰/۴۸
استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت	۱/۵۴۴	۲۷	۰/۱۳۴	۰/۱۷۹	-۰/۰۶	۰/۴۲
ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی	۳/۵۴۵	۲۷	۰/۰۰۱	۰/۴۶۴	۰/۲۰	۰/۷۳
به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها	۶/۷۳	۲۷	.۰۰۰	۰/۸۲۱	۰/۶۰۸	۱/۱۷
سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر	۴/۳۸۵	۲۷	.۰۰۰	۰/۶۷۹	۰/۳۶	۱/۰۰
ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر	۳/۲۸۶	۲۷	۰/۰۰۳	۰/۵۷۱	۰/۲۱	۰/۹۳
کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	۳/۸۶۳	۲۷	۰/۰۰۱	۰/۶۰۷	۰/۲۸	۰/۹۳
ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)	۱/۶۵۵	۲۷	۰/۱۰۹	۰/۲۵۰	-۰/۰۶	۰/۵۶
برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)	۱/۸۸۸	۲۷	۰/۰۷۰	۰/۲۵۰	۰/۰۲	۰/۵۲
کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان	۳/۳۰۶	۲۷	۰/۰۰۳	۰/۳۹۳	۰/۱۵	۰/۶۴
ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا	۱/۳۰۷	۲۷	۰/۲۰۲	۰/۱۷۹	-۰/۱۰	۰/۴۶

ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی	۴/۳۶۱	۲۷	.۰۰۰	۰/۶۴۳	۰/۳۴	۰/۹۵
تغیر هندسه و فرم شهر متناسب بانظم دهی ساختار فضایی محدوده توسعه	-۳/۸۲۷	۲۷	۰/۰۰۱	-۰/۵۷۱	-۰/۸۸	۰/۲۷
ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی	۱/۳۶۲	۲۷	۰/۱۸۴	۰/۲۱۴	-۰/۱۱	۰/۵۴
توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز	۳/۰۵۷	۲۷	۰/۰۰۵	۰/۴۲۹	۰/۱۴	۰/۷۲
امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن	۶/۰۰۰	۲۷	.۰۰۰	۰/۸۵۷	۰/۵۶	۱/۱۵
توجه به حفاظت از زمین‌های کشاورزی	-۴/۳۶۱	۲۷	.۰۰۰	۰/۶۴۳	-۰/۹۵	۰/۳۴
جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله	۱/۱۵۴	۲۷	۰/۲۵۹	۰/۱۷۹	-۰/۱۴	۰/۵۰
آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه	۱/۰۴۴	۲۷	۰/۳۰۶	۰/۱۷۹	-۰/۱۷	۰/۵۳
جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات	۱/۴۴۱	۲۷	۰/۱۶۱	۰/۲۱۴	-۰/۰۹	۰/۵۲
ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی	۱/۶۵۲	۲۷	۰/۱۱۰	۰/۲۱۴	-۰/۰۵	۰/۴۸
طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا	۲/۲۰۲	۲۷	۰/۰۳۶	۰/۳۲۱	-۰/۰۲	۰/۶۲
بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی بومی	-۳/۹۸۲	۲۷	۰/۰۵۸	-۰/۲۸۶	-۰/۵۸	۰/۰۱
استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب	۳/۲۳۵	۲۷	۰/۰۰۵	۰/۴۲۹	۰/۱۴۸	۰/۷۲۳
استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی	۱/۵۴۴	۲۷	۰/۱۳۴	۰/۱۷۹	۰/۰۶	۰/۴۲
ایجاد فرصت برای رونق و شکل‌گیری مشاغل خانگی	-۱/۱۶۲	۲۷	۰/۲۵۵	-۰/۱۴۳	-۰/۴۰	۰/۱۱
استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی	۲/۴۹۹	۲۷	۰/۰۱۹	۰/۳۹۳	۰/۰۷	۰/۷۲
استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز	۳/۰۳۴	۲۷	۰/۰۰۵	۰/۳۹۳	۰/۱۳	۰/۶۶
استفاده خلاقانه از برگه‌های معماری بومی در طراحی	-۱/۳۶۲	۲۷	۰/۲۵۵	-۰/۱۵۳	-۰/۴۰	۰/۱۱۶
تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی	۱/۲۹۵	۲۷	۰/۲۰۶	۰/۲۱۴	۰/۱۳	۰/۵۵
استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان	۵/۱۵۷	۲۷	۰/۰۰۵	۰/۸۹۴	۰/۱۴	۰/۴۳
استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری	۴/۰۲۷	۲۷	۰/۰۰۵	۰/۶۲۹	۰/۱۴	۰/۵۲۵

بر اساس آنالیزهای انجام‌شده و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS با استفاده از آزمون آماری T تک نمونه با اطمینان ۹۵٪ بنا بر دیدگاه اساتید دانشگاه، متخصصان و کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی و توسعه شهری در شهر کرمان، از میان فهرست استخراج‌شده از تحقیقات پیشین به‌جز پنج مورد شامل: «تغیر هندسه و فرم شهر متناسب بانظم دهی ساختار فضایی محدوده توسعه»، «توجه به حفاظت از زمین‌های کشاورزی»، «بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی بومی»، «ایجاد فرصت برای رونق و شکل‌گیری مشاغل خانگی»، «استفاده خلاقانه از برگه‌های معماری بومی در طراحی»، سایر موارد به‌عنوان عوامل مهم و حائز اهمیت در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار می‌باشند.

۲-۳- تشکیل ساختار سلسه‌مراتبی و ماتریس تصمیم‌گیری روش ویکور فازی (هدف، معیار، گزینه)

برای تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی، عوامل شناسایی‌شده به‌عنوان شاخص و بر اساس معیارهای میزان تأثیر، میزان اهمیت و وجود ابزار لازم موردبررسی قرار می‌گیرند. (شکل ۲)



شکل ۳: ساختار سلسله‌مراتب روش ویکورفازی (هدف، معیار، گزینه)

۳-۳- مراحل اجرای روش ویکورفازی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم فازی (جدول ۶)

۲- شناسایی بهترین مقدار و بدترین مقدار در هر معیار ماتریس (جواب‌های ایده آل مثبت و منفی) در (جدول ۷)

۳- محاسبه مقادیر شاخصه‌ای مطلوبیت یا سودمندی (S) و عدم مطلوبیت و نارضایتی (R) در (جدول ۸)

۴- محاسبه شاخص Q با استفاده از مقادیر شاخصه‌ای S و R در (جدول ۹)

۵- رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس شاخصه‌ای Q, S, R (جدول ۱۰)

جدول ۶: تشکیل ماتریس تصمیم فازی

	میزان تأثیر			میزان اهمیت			وجود ابزار لازم		
وزن معیارها ←	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
جهت معیارها ←	+			+			+		
ماتریس میانگین	میزان تأثیر			میزان اهمیت			وجود ابزار لازم		
حد ←	L	M	U	L	M	U	L	M	U
تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷	۴/۹۳	۶/۹۳	۸/۹۳	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰
استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک	۵/۹۳	۷/۹۳	۹/۹۳	۴/۲۹	۶/۲۹	۸/۲۹	۲/۷۹	۴/۷۱	۶/۷۱
ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶
طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷	۴/۹۳	۶/۹۳	۸/۹۳	۱/۰۷	۳/۰۷	۵/۰۷
استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰	۵/۰۰	۷/۱۱	۹/۰۰	۱/۲۳	۳/۶۸	۵/۰۰
ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی	۱/۲۱	۳/۲۱	۵/۲۱	۱/۰۰	۳/۲۲	۵/۳۸	۱/۶۶	۱/۰۰	۳/۲۵
به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۱/۱۵	۳/۱۷	۵/۵۴
سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر	۶/۳۶	۸/۳۶	۱۰/۳۶	۴/۴۳	۶/۴۳	۸/۴۳	۲/۸۶	۴/۸۶	۶/۸۶
ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶	۵/۱۴	۷/۱۴	۹/۱۴	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰
کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	۳/۲۰	۵/۴۴	۷/۲۳	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷	۴/۹۳	۶/۹۳	۸/۹۳
ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)	۵/۱۴	۷/۶۸	۹/۵۵	۱/۸۴	۳/۲۹	۵/۰۰	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷
برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶	۲/۵۷	۴/۵۷	۶/۵۷	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰
کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷	۱/۲۱	۳/۲۱	۵/۲۱	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷
ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا	۳/۰۷	۵/۰۷	۷/۰۷	۴/۸۶	۶/۷۹	۸/۷۹	۱/۲۱	۱/۳۶	۳/۳۶
ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی	۱/۱۰	۳/۰۰	۵/۱۳	۳/۵۴	۵/۷۴	۷/۷۰	۱/۳۵	۳/۳۱	۵/۲۲
ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۳۹	۳/۱۸	۵/۸۳	۷/۳۳	۱/۰۷	۳/۰۷	۵/۰۷
توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶	۲/۵۰	۳/۳۶	۵/۳۶	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰
امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن	۶/۲۱	۸/۲۱	۱۰/۲۱	۴/۳۶	۶/۳۶	۸/۳۶	۴/۷۱	۶/۷۱	۸/۷۱
جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله	۶/۸۶	۸/۸۶	۱۰/۸۶	۵/۰۰	۷/۲۶	۹/۵۸	۷/۲۳	۹/۷۶	۱۱/۰۰
آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۴۷	۱/۱۴	۳/۱۴	۵/۱۴	۱/۱۴	۳/۱۴	۵/۱۴
جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۱/۳۶	۳/۰۰	۵/۳۷	۱/۰۷	۳/۰۷	۵/۰۷
ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی	۷/۰۰	۹/۷۵	۱۱/۰۰	۲/۹۳	۴/۹۳	۶/۹۳	۱/۰۷	۱/۱۴	۳/۱۴
طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا	۷/۸۴	۹/۰۰	۱۱/۰۰	۳/۶۹	۵/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰
استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب	۳/۶۹	۵/۲۴	۷/۵۵	۵/۰۰	۷/۵۸	۹/۰۰	۱/۰۷	۱/۱۴	۳/۱۴
استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی	۶/۹۳	۸/۹۳	۱۰/۹۳	۲/۵۰	۴/۵۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۰
استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰	۱/۲۵	۳/۸۹	۵/۹۵	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۴۸
استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۱/۵۵	۳/۰۰	۵/۲۸
تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی	۳/۳۶	۵/۰۰	۷/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۹/۰۰	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۱۵
استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان	۱/۰۰	۱/۰۷	۳/۰۷	۳/۰۰	۵/۰۰	۷/۰۰	۱/۲۱	۳/۲۱	۵/۲۱

استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری	۵/۲۷	۷/۰۰	۹/۴۶	۱/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۰	۱/۷۷	۳/۰۰	۵/۰۰

در جدول ۶ ماتریس تصمیم بر مبنای اعداد فازی مثلثی تشکیل گردید که این اعداد فازی شامل کمترین ، بیشترین و محتمل‌ترین مقدار مطابق با طیف فازی ۷ درجه می‌باشند.

جدول ۷: شناسایی بهترین مقدار و بدترین مقدار در هر معیار ماتریس (جواب‌های ایده آل مثبت و منفی)

راه‌حل‌ها	میزان تأثیر			میزان اهمیت			وجود ابزار لازم		
حد←	L	M	U	L	M	U	L	M	U
ایده آل مثبت	۷	۹	۱۱	۷	۹	۱۱	۷	۹	۱۱
ایده آل منفی	۱	۱/۰۷	۳/۰۷	۱	۳	۵	۱	۱	۳

در جدول ۷ به شناسایی جواب‌های ایده آل مثبت و منفی پرداخته‌شده که بدین منظور برای معیار مثبت (با ماهیت سود) بزرگ‌ترین مقدار بهترین مقدار است و کوچک‌ترین مقدار بدترین مقدار است و برای معیار منفی برعکس است.

جدول ۸: محاسبه مقادیر شاخصه‌ای مطلوبیت یا سودمندی (S) و عدم مطلوبیت و نارضایتی (R)

مطلوبیت و عدم مطلوبیت	S			R		
حد←	L	M	U	L	M	U
تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)	-۰/۳۹۹۳	۰/۳۸۴۳	۲/۱۱۷۱	-۰/۰۰۸۲	۰/۲۲۳	۰/۹۰۸۲
استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک	-۰/۴۸۷۶	۰/۳۳۴۶	۲/۰۳۶۳	۰/۰۰۸۶	۰/۱۶۰۷	۰/۸۳۹۳
ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی	-۱/۲۳۱۱	۰/۰۱۳۵	۱/۲۸۵۳	-۰/۲۸۹۳	۰/۰۰۸۱	۰/۵
طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل	-۰/۱۹۱۴	۰/۵۳۱۶	۲/۴۱۱۸	۰/۰۵۷۹	۰/۲۲۳	۰/۹۰۸۲
استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت	-۰/۶۴۸۲	۰/۳۰۸۳	۱/۹۵۸۲	۰/۰۶	۰/۲۲۵	۰/۷۵
ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی	۰/۲۵۰۴	۰/۸۷۸۴	۳/۱۲۰۹	۰/۱۲	۰/۳۲۸۴	۱/۲۵
به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها	-۰/۱۶۹۱	۰/۵۰۵۲	۲/۴۳۷۳	۰/۰۶	۰/۲۲۵	۱
سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر	-۰/۵۵۸۸	۰/۲۹۹	۱/۹۶۴	۰/۰۰۴۳	۰/۱۵۵۴	۰/۸۲۱۴
ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر	-۰/۷۰۹۷	۰/۲۳۵۵	۱/۸۰۶۷	۰	۰/۱۵	۰/۷۳۲۱
کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	-۰/۱۵۳۶	۰/۴۶۸۴	۲/۳۶۲۸	۰	۰/۲۲۷	۰/۹۹۱۱
ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)	-۰/۱۸۴۴	۰/۵۱۰۸	۲/۵۳۱۹	۰/۰۵	۰/۲۵	۱/۲۵
برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)	-۰/۷۳۱۱	۰/۱۹۲۶	۱/۸۲۸۱	۰/۰۱۰۷	۰/۱۸۴۵	۱/۰۵۳۶
کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان	۰/۰۳۱۱	۰/۶۱۱۴	۲/۷۲۶	۰/۰۴۴۶	۰/۲۴۱۱	۱/۲۲۳۲
ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا	-۰/۱۲۲۱	۰/۶۰۱۸	۲/۴۱	۰/۱۰۹۳	۰/۲۸۶۶	۰/۹۰۸۲
ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی	۰/۱۵	۰/۷۳۲۲	۲/۸۹۵۵	۰/۰۹	۰/۳۴۰۵	۱/۱۴۵۵
ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی	-۰/۱۷۱۲	۰/۵۰۲۵	۲/۴۳۱۹	۰/۰۵۷۹	۰/۲۲۲۳	۱
توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز	-۰/۷۰۰۷	۰/۲۴۳۲	۱/۸۳۷	۰/۰۴۱۱	۰/۲۳۵۱	۱/۰۶۲۵
امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن	-۰/۶۶۶۴	۰/۲۴۰۴	۱/۸۵	-۰/۱۲۸۶	۰/۱۱۰۱	۰/۸۳۰۴
جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله	-۰/۹۹۱۸	۰/۰۹۱۴	۱/۵۲۴۵	-۰/۲۵	۰/۰۸۳۳	۰/۷۵
آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه	۰/۱۹۲۱	۰/۸۰۴۲	۳/۱۱۶۹	۰/۰۹	۰/۳۴۰۵	۱/۲۳۲۱
جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات	۰/۱۰۷۹	۰/۶۹۹۳	۲/۹۱۱	۰/۰۵۷۹	۰/۲۵	۱/۲۵
ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی	-۰/۳۴۰۷	۰/۴۶۴۳	۲/۲۱۱۸	۰/۱۱۵۷	۰/۲۹۴۶	۱/۰۰۸۹
طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا	-۰/۷۵۸۲	۰/۱۶۶۷	۱/۷۵۸۲	۰	۰/۱۶۶۷	۱
استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب	-۰/۱۳۴۳	۰/۶۰۵	۲/۴۱۱	۰/۱۱۵۷	۰/۲۹۴۶	۰/۹۱۶۴
استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی	-۰/۷۳۷۵	۰/۱۹۱۶	۱/۸۲۸۹	۰/۰۱۲۵	۰/۱۸۷۵	۱/۰۶۲۵
استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی	-۰/۱۷۹۱	۰/۵۱۳۵	۲/۵۳۷۳	۰/۰۵	۰/۲۵	۱/۲۵
استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز	۰/۱۵	۰/۷۳۲۲	۲/۸۹۵۵	۰/۰۹	۰/۳۴۰۵	۱/۱۴۵۵
تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی	-۰/۱۹	۰/۵۳۵۴	۲/۴۱۶۴	۰/۰۶	۰/۲۲۷	۰/۹۱۶۴

استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان	۰/۲۳۰۴	۰/۸۳۳۶	۲/۸۷۹۴	۰/۱۷۶۸	۰/۴۵	۱/۱۴۵۵
استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری	-۰/۱۱۹۱	۰/۵۸۸۵	۲/۶۸۷۳	۰/۰۶	۰/۲۵	۱/۲۵

در جدول ۸ مقدارهای S و R به ترتیب مقادیر میزان مطلوبیت و عدم مطلوبیت را نشان می‌دهد. هرچقدر این دو شاخص که عددهای فازی مثلثی هستند کوچک‌تر باشند در حالت بهتری می‌باشند

جدول ۹: محاسبه شاخص Q با استفاده از مقادیر شاخصه‌ای S و R

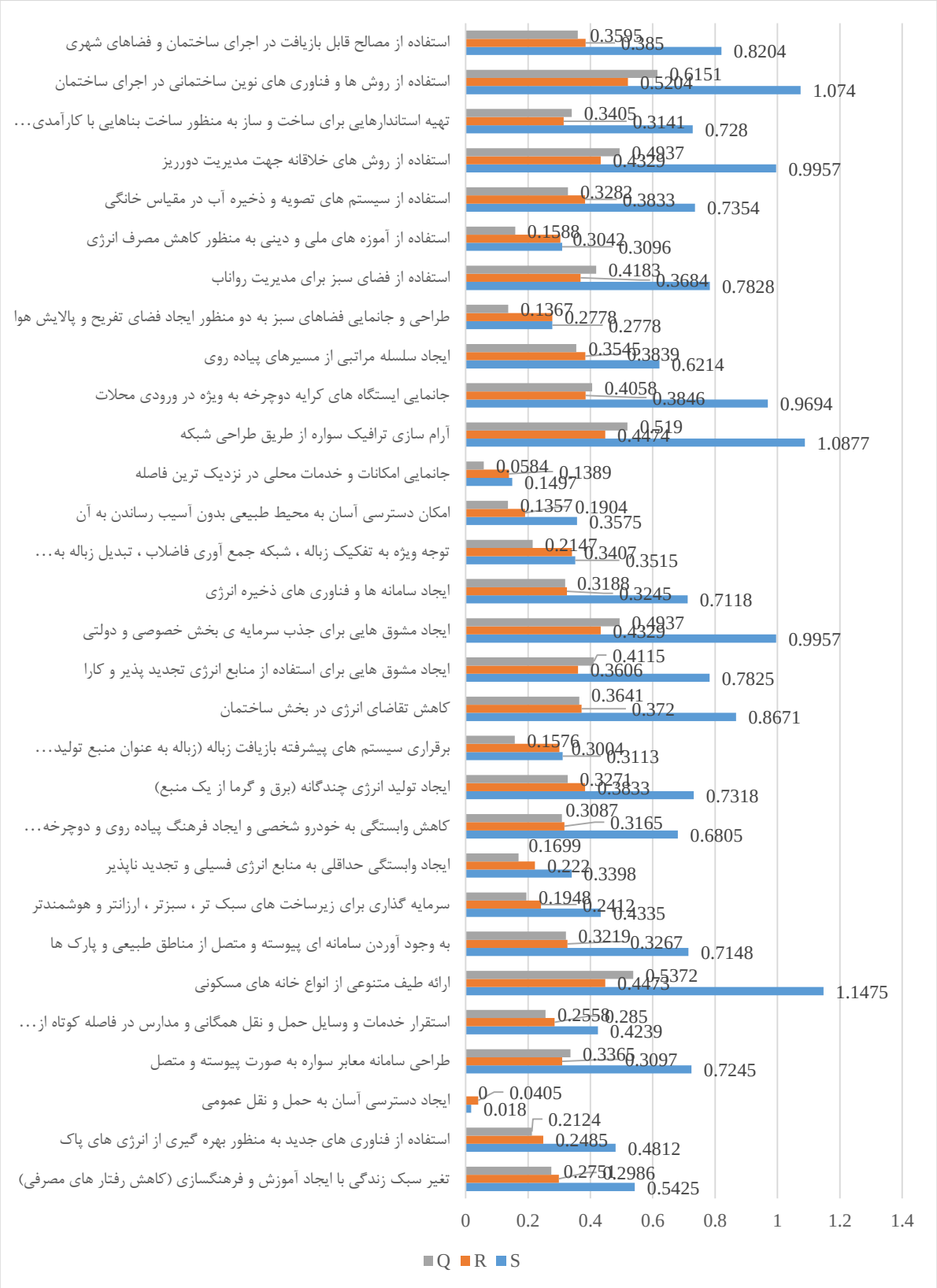
شاخص ویکور	Q		
حد ←	L	M	U
تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)	-۳/۴۷۰۱	۰/۴۵۷۵	۳/۲۹۰۵
استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک	-۳/۳۲۴۴	۰/۳۵۸۳	۳/۱۶۵۸
ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی	-۲/۶۷۵۷	۰	۲/۶۷۵۷
طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل	-۳/۶۱۲۴	۰/۵۴۲۷	۳/۴۶۰۸
استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت	-۳/۱۴۸۶	۰/۴۱۵۹	۳/۰۱۹۷
ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی	-۴/۴۸۳۸	۰/۸۶۲۴	۴/۲۵۷۶
به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها	-۳/۷۶۶۸	۰/۵۲۹۷	۳/۵۷۹۵
سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر	-۳/۲۶۱۹	۰/۳۳۱۷	۳/۱۰۳۸
ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر	-۳/۰۴۷۸	۰/۲۸۸۹	۲/۹۱۱۹
کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	-۳/۷۱۷	۰/۵۱۰۷	۳/۵۲۶۳
ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)	-۴/۱۹۹۳	۰/۵۶۱۲	۳/۹۱۷۱
برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)	-۳/۵۵۵۴	۰/۳۰۳۲	۳/۲۸۸
کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان	-۴/۲۵۱۶	۰/۶۰۹۲	۳/۹۹۹
ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا	-۳/۶۱۱۶	۰/۶۵۵۳	۳/۴۵۹۸
ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی	-۴/۲۱۳۲	۰/۷۹۱۶	۴/۰۰۸۹
ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی	-۳/۷۶۴۲	۰/۵۲۵۱	۳/۵۷۶۴
توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز	-۳/۵۷۳۵	۰/۳۸۹۷	۳/۳۰۳۲
امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن	-۳/۲۲۰۶	۰/۲۴۶۶	۳/۰۴۸
جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله	-۲/۹۳۹۱	۰/۱۳۰۲	۲/۷۶۹
آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه	-۴/۴۵۴۳	۰/۸۳۳۳	۴/۲۳۵
جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات	-۴/۳۸۲۴	۰/۶۷۰۲	۴/۱۳۶۲
ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی	-۳/۶۷۱۷	۰/۵۸۴۸	۳/۴۵۹۲
طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا	-۳/۴۳۸۷	۰/۲۶۸	۳/۱۸۶۹
استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب	-۳/۶۲۴۷	۰/۶۶۶۲	۳/۴۶۹۷
استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی	-۳/۵۶۹۵	۰/۳۰۵۹	۳/۲۹۸۵
استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی	-۴/۲۰۱۹	۰/۵۶۲۸	۳/۹۲۰۲
استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز	-۴/۲۱۳۲	۰/۷۹۱۶	۴/۰۰۸۹
تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی	-۳/۶۲۷۳	۰/۵۴۹۴	۳/۴۷۲۸
استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان	-۴/۲۰۵۴	۰/۹۷۴۱	۳/۹۹۹۶
استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری	-۴/۲۷۴۳	۰/۶۰۶۱	۴/۰۰۶۹

در جدول ۹ به محاسبه شاخص ویکور (Q) با استفاده از مقادیر شاخصه‌ای مطلوبیت یا سودمندی (S) و عدم مطلوبیت یا نارضایتی (R) پرداخته‌شده.

جدول ۱۰: رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس شاخصه‌ای Q, S, R

مقادیر قطعی / رتبه	S	رتبه	R	رتبه	Q	رتبه
تغیر سبک زندگی با ایجاد آموزش و فرهنگ‌سازی (کاهش رفتارهای مصرفی)	۰/۵۴۲۵	۱۲	۰/۲۹۸۶	۹	۰/۲۷۵۱	۱۲
استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک	۰/۴۸۱۲	۱۱	۰/۲۴۸۵	۶	۰/۲۱۲۴	۹
ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی	۰/۰۱۸	۱	۰/۰۴۰۵	۱	۰	۱
طراحی سامانه معابر سواره به‌صورت پیوسته و متصل	۰/۷۲۴۵	۱۷	۰/۳۰۹۷	۱۲	۰/۳۳۶۵	۱۸
استقرار خدمات و وسایل حمل‌ونقل همگانی و مدارس در فاصله کوتاه از محل سکونت	۰/۴۲۳۹	۹	۰/۲۸۵	۸	۰/۲۵۵۸	۱۱
ارائه طیف متنوعی از انواع خانه‌های مسکونی	۱/۱۴۷۵	۳۰	۰/۴۴۷۳	۲۸	۰/۵۳۷۲	۲۹
به وجود آوردن سامانه‌ای پیوسته و متصل از مناطق طبیعی و پارک‌ها	۰/۷۱۴۸	۱۶	۰/۳۲۶۷	۱۶	۰/۳۲۱۹	۱۵
سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر	۰/۴۳۳۵	۱۰	۰/۲۴۱۲	۵	۰/۱۹۴۸	۸
ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر	۰/۳۳۹۸	۶	۰/۲۲۲	۴	۰/۱۶۹۹	۷
کاهش وابستگی به خودرو شخصی و ایجاد فرهنگ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	۰/۶۸۰۵	۱۴	۰/۳۱۶۵	۱۴	۰/۳۰۸۷	۱۳
ایجاد تولید انرژی چندگانه (برق و گرما از یک منبع)	۰/۷۳۱۸	۱۹	۰/۳۸۳۳	۲۱	۰/۳۲۷۱	۱۶
برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)	۰/۳۱۱۳	۵	۰/۳۰۰۴	۱۰	۰/۱۵۷۶	۵
کاهش تقاضای انرژی در بخش ساختمان	۰/۸۶۷۱	۲۴	۰/۳۷۲	۲۰	۰/۳۶۴۱	۲۲
ایجاد مشوق‌هایی برای استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و کارا	۰/۷۸۲۵	۲۱	۰/۳۶۰۶	۱۸	۰/۴۱۱۵	۲۴
ایجاد مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌ی بخش خصوصی و دولتی	۰/۹۹۵۷	۲۶	۰/۴۳۲۹	۲۶	۰/۴۹۳۷	۲۶
ایجاد سامانه‌ها و فناوری‌های ذخیره انرژی	۰/۷۱۱۸	۱۵	۰/۳۲۴۵	۱۵	۰/۳۱۸۸	۱۴
توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز	۰/۳۵۱۵	۷	۰/۳۴۰۷	۱۷	۰/۲۱۴۷	۱۰
امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن	۰/۳۵۷۵	۸	۰/۱۹۰۴	۳	۰/۱۳۵۷	۳
جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله	۰/۱۴۹۷	۲	۰/۱۳۸۹	۲	۰/۰۵۸۴	۲
آرام‌سازی ترافیک سواره از طریق طراحی شبکه	۱/۰۸۷۷	۲۹	۰/۴۴۷۴	۲۹	۰/۵۱۹	۲۸
جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه به‌ویژه در ورودی محلات	۰/۹۶۹۴	۲۵	۰/۳۸۴۶	۲۴	۰/۴۰۵۸	۲۳
ایجاد سلسله‌مراتبی از مسیرهای پیاده‌روی	۰/۶۲۱۴	۱۳	۰/۳۸۳۹	۲۳	۰/۳۵۴۵	۲۰
طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا	۰/۲۷۷۸	۳	۰/۲۷۷۸	۷	۰/۱۳۶۷	۴
استفاده از فضای سبز برای مدیریت رواناب	۰/۷۸۲۸	۲۲	۰/۳۶۸۴	۱۹	۰/۴۱۸۳	۲۵
استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی	۰/۳۰۹۶	۴	۰/۳۰۴۲	۱۱	۰/۱۵۸۸	۶
استفاده از سیستم‌های تصفیه و ذخیره آب در مقیاس خانگی	۰/۷۳۵۴	۲۰	۰/۳۸۳۳	۲۲	۰/۳۲۸۲	۱۷
استفاده از روش‌های خلاقانه جهت مدیریت دورریز	۰/۹۹۵۷	۲۷	۰/۴۳۲۹	۲۷	۰/۴۹۳۷	۲۷
تهیه استانداردهایی برای ساخت‌وساز به‌منظور ساخت بناهایی با کارآمدی انرژی	۰/۷۲۸	۱۸	۰/۳۱۴۱	۱۳	۰/۳۴۰۵	۱۹
استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین ساختمانی در اجرای ساختمان	۱/۰۷۴	۲۸	۰/۵۲۰۴	۳۰	۰/۶۱۵۱	۳۰
استفاده از مصالح قابل بازیافت در اجرای ساختمان و فضاهای شهری	۰/۸۲۰۴	۲۳	۰/۳۸۵	۲۵	۰/۳۵۹۵	۲۱

در جدول ۱۰ رتبه‌بندی شاخص‌ها قرارگرفته است که بدین منظور اعداد فازی R و S و Q دی فازی شده و سپس گزینه‌ها بر اساس مقادیر دی فازی شده رتبه‌بندی گردیده‌اند، کمترین مقادیر رتبه اول را اختیار کردند و رتبه آخر بیشترین مقادیر را دارا می‌باشند.



شکل ۴: رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار

۴- نتیجه‌گیری:

۱- در طول سال‌های اخیر دانش طراحی شهری با برخوردهای مختلفی مواجه بوده و در سطوح مختلفی به کاربسته شده است. بروز بحران‌های زیست‌محیطی نظیر پدیده‌ی تغییر اقلیم، سبب گردیده تا رویکرد زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین رویکردهای دانش طراحی شهری مطرح‌شده و هرروز توجه بیشتری را به خود جلب نماید. یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های زیست‌محیطی که امروزه توجه محافل علمی و حتی سیاسی دنیا را به خود جلب نموده، روند افزایش انتشار گاز Co2 ناشی از مصرف (به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه) است. بر اساس گزارش سالانه مجمع بین‌الدولی تغییر اقلیم، این عامل به‌عنوان اصلی‌ترین دلیل پدیده‌ی تغییر اقلیم معرفی‌شده است. همان‌طور که پیش‌ازاین نیز گفته شد، اصول و چهارچوب‌های طراحی شهری امکان کاربست در مقیاس‌های مختلف (از ساختمان تا شهر) را دارا هستند.

۲- تغییر الگوی شهرسازی در راستای رسیدن به اهداف شهر بدون کربن درگرو برنامه‌ریزی‌های دقیق و مدون پایدار شهری و آشنایی ساکنان شهر با مباحث زیست‌محیطی می‌باشد. در این پژوهش سعی گردید تا با استفاده از منابع موجود، تعریفی جامع از شهر بدون آلاینده و پایدار ارائه گردد و معیارهایی نیز برای طراحی چنین الگوهایی تدوین و پیشنهاد گردد. به‌علاوه در این پژوهش به دنبال ارائه اهداف و معرفی برنامه‌ریزی شهری، به معرفی تجارب موفق جهانی در حوزه شهر پایدار و بدون آلاینده پرداخته شد تا جهت مقابله با معضلات آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی بتواند در طراحی شهرهای جدید به متخصصان و طراحان شهری و شهروندان معرفی گردد.

۳- همان‌طور که مشاهده می‌شود، ده عامل مؤثر در تغییر شکل زیرساخت‌های شهری برای آینده‌ای بدون کربن و پایدار به ترتیب شامل: «ایجاد دسترسی آسان به حمل‌ونقل عمومی»، «جانمایی امکانات و خدمات محلی در نزدیک‌ترین فاصله»، «امکان دسترسی آسان به محیط طبیعی بدون آسیب رساندن به آن»، «طراحی و جانمایی فضاهای سبز به دو منظور ایجاد فضای تفریح و پالایش هوا»، «برقراری سیستم‌های پیشرفته بازیافت زباله (زباله به‌عنوان منبع تولید انرژی)»، «استفاده از آموزه‌های ملی و دینی به‌منظور کاهش مصرف انرژی»، «ایجاد وابستگی حداقلی به منابع انرژی فسیلی و تجدید ناپذیر»، «سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های سبک‌تر، سبزتر، ارزان‌تر و هوشمندتر»، «استفاده از فناوری‌های جدید به‌منظور بهره‌گیری از انرژی‌های پاک»، «توجه ویژه به تفکیک زباله، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تبدیل زباله به زیست‌گاز»، هست.

۵- پیشنهادات:

۱- کم کردن اثرات گازهای گلخانه‌ای به‌صورت هم‌زمان با دیگر گازها

۲- استفاده از طرح‌های کارآفرینی مبتنی بر فناوری ارتباطات به‌منظور طراحی نرم‌افزارهایی برای گردآوری و خرید زباله تفکیک‌شده در مبدأ

۲- تجدیدنظر در رابطه با نحوه بازیافت زباله‌ها از طریق استفاده مؤثر در راستای کاهش آسیب‌رسانی به طبیعت با استفاده از تجهیزات و دانش روز

۳- پایش آلودگی‌های شیمیایی و فیزیکی آب‌وخاک در محدوده مناطق دفع پسماند و اطلاع‌رسانی عمومی در خصوص شاخص‌های مرتبط با آلودگی زیست‌محیطی

۴- طراحی سیاست‌های تشویقی به‌منظور کاهش تولید زباله در مبدأ توسط شهروندان و همچنین تفکیک از مبدأ می‌باشد.

۵- تشدید کنترل بر نحوه دفع زباله‌های صنعتی و بیمارستانی بر اساس ضوابط و استانداردهای بهداشتی در سطح ملی

۶- توسعه همکاری با بخش خصوصی در ایجاد زیرساخت‌های مناسب جهت دفع بهداشتی پسماند و همچنین بهره‌وری اقتصادی از پسماندهای شهری

۷- استفاده از هوای سالم با افزایش پوشش درخت و فضای سبز شهری، آب‌وهوای میکرو (میلینیوم) از طریق خنک‌کننده تبخیری و سایه

۸- توزیع متوازن کاربری‌ها و فعالیت‌ها در سطح محله

۹- توجه به مقیاس عملکرد کاربری‌ها هنگام طراحی و جانمایی آن‌ها در محله‌ها

۱۰- جانمایی فضاهای سبز در نزدیکی حوزه‌های سکونت

۱۱- جانمایی امکانات و خدمات محلی در فاصله نزدیک به‌منظور اصلاح سبک زندگی با ایجاد مشوق‌هایی جهت پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری

۱۲- جانمایی ایستگاه‌های کرایه دوچرخه خصوصاً در ورودی محلات

۱۳- ایجاد سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی به‌صورت گسترده از طریق طراحی شبکه‌ای

۱۴- امکان‌سنجی و انتخاب منابع انرژی تجدید پذیر با توجه به پتانسیل‌های محدوده

۱۵- استفاده از ترکیبی از منابع انرژی تجدید پذیر در صورت امکان

۱۶- استفاده از سیستم‌های cogeneration plant به‌منظور تولید هم‌زمان برق و حرارت در جهت کاهش وابستگی به منابع خارجی تأمین انرژی

۱۷- به‌منظور کاهش انرژی در ساختمان‌ها توجه به عواملی نظیر عایق‌کاری، استفاده از تجهیزات به‌روز و پیشرفته در بحث گرمایش و سرمایش.

۱۸- توجه به اینکه حدود ۸۹٪ تولید گازهای گلخانه‌ای به‌وسیله حمل‌ونقل جاده‌ای ایجاد می‌گردد و حدود نیمی از این رقم را ماشین‌ها تشکیل می‌دهند توجه به تولید ماشین‌های سازگار با محیط‌زیست (همسان‌سازی سوخت خودرو با طبیعت مانندِ تولید خودروهای برقی، تولید باتری‌های بهینه، کاهش مصرف سوخت و...)

۱۹- وجود مدیران دوراندیش، کار در سراسر حوزه‌های اداری (برداشتن یا کاهش ناکارآمدی بوروکراتیک) ، آزادی برای کنترل زمین و دارایی مالکان زمین و سایر سرمایه‌گذاران می‌توانند در سرمایه‌گذاری‌های مشترک مشارکت داشته باشند، تمرکز کامل بر ارزش‌های زندگی سالم که از طریق روش‌های ارزیابی ناقص و یا اشتباه و کاربردشان غلط بوده است؛ و درنهایت مسئولیت‌های مردمی است، زیرا اداره یک شهر و یا شهرک بستگی به تعامل کل جامعه دارد.

منابع

[1] Mohammadi Deh Cheshmeh, M., Firoozi, M., and Saeedi, J. (2015). Evaluation environmental instability indicators in Ahvaz metropolis. *Journal of Environmental Studies*, *41*(2), 447-464.

[2] Firouzbakht, A., Parhizgar, A., and Rabifar, V. (2012). Strategies of environmental structure city with approach urban sustainable development (case study: city of Karaj). *Human Geography Research*, 44, 213-239.

[3] Roknadin Eftekhari, A., and Badri, S. (2012). Development model system in rural areas: Learning from the experiences of the exemplary villages in the world and Iran. *Tehran: Nour-Elm Publications.*

[4] Liu, H., Zhou, G., Wennersten, R., and Frostell, B. (2014). Analysis of sustainable urban development approaches in China. *Habitat international*, *41*, 24-32.

[5] Jamini, D., and Jamshidi, A. (2015). Analysis of the factors that explain the social stability in rural areas (case study: Chardavol township). *Journal of Spatial Planning*, *4*(4), 147-65.

[6] Jalalian, H., and Dadgar, H. (2014). The location analysis of rural waste sanitary case: Vill of Qaleh Dareh-C in Makoo County, 2(6), 97-114.

[7] Mohammadi Ashnani, M. H., Mohammadi Ashnani, A., and Hassani, A. (2008). Integration of environmental ethics with the strategic environmental assessment approach to achieve sustainable development. *Ethics in Science and Technology*, *3*(3), 1-9.

[8] Anand, S. V. (2013). Global environmental issues, *Open Access Scientific Reports*, 2(2), 1-9.

[9] Ranjeh, J. (2021). Achieving sustainable development in metropolises with smart city applications. In: *8th National Conference on New Studies and Research in the Field of Humanities, In Management and Entrepreneurship*, Iran, Tehran.

[10] Shahanaghi, A.W. (2010). Sustainable city, carbon free city (introduction of carbon free city Masdar - UAE). In: *First Conference on Sustainable Urban Development*, Tehran.

[11] Rahnamaei, M.T., Poor Mousa, S.M. (2006). Study of security instabilities in Tehran metropolis based on indicators of sustainable urban development. *Journal of Geographical Research*, No. 57, Fall.
[12] Minaei, A. and Nourbakhsh, A.H. (1400). Review and presentation of strategies for sustainable neighborhood development (case study: Bayani neighborhood of Rasht). *In: National Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Planning and Horizons of Islamic Art in the Second Step Statement of the Revolution*, Tabriz
[13] Friedmann, J. (1993). Toward a non-Euclidian mode of planning. *Journal of the American Planning Association*, *59*(4), 482-485.
[14] Hu, C. (2017, April). Research on the strategy of low-carbon urban planning based on residents' living and consumption. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 61, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
[15] Rozikhah, M. (2021). The optimal form of high-rise buildings with a green energy approach in the city of Tabriz. In: *National Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Planning and Horizons of Islamic Art in the Second Step Statement of the Revolution*, Tabriz.
[16] Jirroudi, M., Sarvar, R. and Nawabakhsh, M. (2018). Comparative comparison of green city in urban planning system of Germany and Iran (case study: Berlin and Tehran metropolises). *Quarterly Journal of New Attitudes in Human Geography*, 10 (4), 75-88.
[17] Firoozbakht, A., Parhizgar, A. and Rabiifar, V. (2012). Strategies of urban ecological structure with sustainable urban development approach (case study: Karaj city). *Journal of Human Geography Research*, 44 (80), 239-213.
[18] Anderson, W.P., Kanaroglou, P.S., and Miller, E.J. (1996). Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy. *Urban studies*, *33*(1), 7-35.
[19] Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., Wolman, H., Coleman, S., and Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, *12*(4), 681-717.
[20] Qaderi, I., Ziaee, M., Soltani, E. (2016). Study of factors affecting the tendency of low carbon behaviors in tourists. *Quarterly Journal of Tourism Management Studies*, 35, 1-40.
[21] Heal, M. R., Kumar, P., and Harrison, R. M. (2012). Particles, air quality, policy and health. *Chemical Society Reviews*, *41*(19), 6606-6630.
[22] Yaghfoori, H., Kashefidust, D., Sargolzayi, S. and Ghasemi, S. (2021). Assessing urban environmental sustainability, case study: Zahedan city. *Spatial Planning*, 11(1), 47-66.
[23] Orenstein, D.E., and Shach-Pinsley, D. (2017). A comparative framework for assessing sustainability initiatives at the regional scale. *World Development*, *98*, 245-256.
[24] Ihuah, P.W., Kakulu, I.I., and Eaton, D. (2014). A review of critical project management success factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. *International Journal of Sustainable Built Environment*, *3*(1), 62-71.
[25] Pourtaheri, M. and Nemati, R. (2012). Prioritization of rural development issues with an emphasis on rural viewpoint, case study: central part of Khorramabad city. *Rural Economy and Spatial Development*, 1(2), 113-128.
[26] Henri, J.F., and Journeault, M. (2008). Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms. *Journal of environmental management*, *87*(1), 165-176.
[27] Norouzi, M. and Bemanian, M. (2019). Analysis of the effect of urban green infrastructure on promotion of environmental sustainability components. *Journal of Architectural Thought*, 3(6), 175-189.
[28] Ebrahimi, A., Tavakoly, M. and Eftekhari, A. (2019). Spatial analysis of green infrastructures in Tehran's district 22 using the principles of spatial planning. *Journal of Urban Social Geography*, 6(2), 235-253.
[29] Jami, M., Jami, M. and Ameri Siahoui, H. (2017). Pollution-free city, sustainable city (case study: carbon-free city). In: National Conference on Urban Architecture and Civil Engineering, Torbat-e Jam.
[30] Sajadian, N., and Saeedi, J. (2020). Pathology of Environmental sustainability with an emphasis Ahvaz metropolis. *Sustainability, Development & Environment*, *1*, 53-67.
[31] Aghlami. A. and Rezaei Rad. H. (2018). The assessment of environmental sustainability of large scale projects of Hamadan (case study: the large-scale projects of Hamadan). *Haft Hesar Journal of Environmental Studies*, 6 (24), 79-92.
[32] Shamsoddini, A., Dehghani, A., Manochehri, F. and Abizadeh, S. (2020). Environmental sustainability assessment and serving its spatial distribution in rural settlements in Kermanshah province (case study: ravansar township). *Geography and Development Iranian Journal*, 18(58), 75-92.
[33] Nazmfar, H., Eshgi, A., Aslani Alavi, M. and Ahmadzadeh, G. (2020). Evaluation of Environmental Sustainability East Azerbaijan Province. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1), 185-199.
[34] Hataminejad, H., Ziari, K., Pourahmad, A. and Ghaemi Rad, T. (2020). Environmental sustainability assessment of urban tourism (case study: Rasht city). *Geography (Regional Planning)*, 10(1), 185-194.

[35] Arfeen, M.I., Sarantis, D., Pereira, A.F., and Shah, B.A. (2020). Assessment of citizen perception: a case study of municipal solid waste management system in Guimaraes, Portugal. *Assessment*, *18*(1).

[36] Kawai, K., and Osako, M. (2013). Advantages and disadvantages of a municipal solid waste collection service for citizens of Hanoi City, Vietnam. *Waste management & research*, *31*(3), 327-332.

[37] Salaripour, A., Hamidi, A., Sabouri, H., and Sadati, A. (2022). Evaluate urban management's performance in achieving sustainable environmental development from citizens' perspective (Rasht city, Iran). *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, *10*(1), 107-122.

[38] Zhang, N., and Wei, G. (2013). Extension of VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy set. *Applied Mathematical Modelling*, *37*(7), 4938-4947.