

## رهیافت برنامه‌ریزی همکارانه به منظور دستیابی به شهر کم‌کربن در کلانشهر تهران

بهزاد ملک‌پوراصل<sup>۱</sup>

پریمان بوستانی<sup>۲</sup>

### چکیده

با افزایش جمعیت شهری، اغلب کشورها در معرض تغییرات آب‌وهوایی هستند. ضرورت پژوهش در آن است که تهران به عنوان یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان همواره موضوع مورد بحث در مجامع جهانی بوده است و نقش مهمی در افزایش و یا کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای دارد. هدف بکارگیری الزامات برنامه‌ریزی همکارانه جهت دستیابی به تهرانی کم‌کربن می‌باشد. نوآوری پژوهش تلاش در جهت تلفیق برنامه‌ریزی همکارانه با اصول شهر کم‌کربن است؛ موضوعی که تاکنون در کشور مورد بحث قرار نگرفته است. روش کار، تحقیق توسعه‌ای می‌باشد. بدین منظور که هدف کشف ناشناخته‌هایی همچون برنامه‌ریزی همکارانه است که می‌تواند به توسعه شهر کم‌کربن منجر شود. هدف این پژوهش، پیاده‌سازی اصول و راهبردهای برنامه‌ریزی همکارانه به منظور مشارکت شهروندان با نهادها در تصمیم‌سازی‌های شهری در راستای دستیابی به شهر کم‌کربن است. در ابتدا با استناد به مبانی نظری، شاخص‌های پژوهش استخراج و ارزیابی و در نهایت عدم قطعیت‌هایی توسط میک‌مک و ماتریس عدم قطعیت، شناسایی شد و به کمک نرم‌افزار سناریوویزارد، سناریوهای محتمل تدوین شد. با استناد به تحلیل‌ها، سناریوی برتر، سناریویی می‌باشد که در آن به اهداف شهر کم‌کربن و ارتقا مشارکت نهادها و شهروندان پرداخته شده است. سپس با بهره‌گیری از مدل دپسیر سناریو مطلوب تشریح، راهبردها و راهکارهای رسیدن به سناریوی برتر در خلال برنامه‌ریزی همکارانه و اصول مشارکتی تدوین شد تا تهران در مسیر توسعه پایدار شهری گام بردارد. راهکارهای ارائه شده همگی در جهت رسیدن به شهرگرایی سبز و کاهش اثرات نامطلوب محیط شهری می‌باشد. همچنین تمامی نهادهای شهری و شهروندان، در راستای کاهش انتشار آلاینده‌های شهری همکاری می‌کنند تا تهران در جهت رسیدن به توسعه شهری پایدار، راهبردهای رسیدن به شهر کم‌کربن را به کار گیرد. با بکارگیری اصول و راهبردهای این پژوهش می‌توان موجب افزایش اعتماد شهروندی و مشارکت شهروندان در جهت کاهش آلاینده‌های شهری شد تا بتوان در جهت شهرگرایی سبز و توسعه پایدار شهری حرکت کرد.

**واژگان کلیدی:** شهر کم‌کربن، برنامه‌ریزی همکارانه، توسعه پایدار شهری، کلانشهر تهران

### مقدمه

بر پایه نرخ رشد فعلی جمعیت شهری جهان، پیش‌بینی شده است که جمعیت نواحی شهری از ۵۴ درصد در سال ۲۰۱۴ به ۶۶ درصد در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۲۰) نواحی شهری منابع اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای به عنوان عامل مهم افزایش مصرف انرژی و گازهای CO<sub>2</sub> هستند که امروزه در بیشتر شهرهای جهان در حال رخ دادن است. (Herring, 2012: 61) و (Zubelzu & Fernandez, 2016: 24) شهرها ۶۷ تا ۷۶ درصد از مصرف انرژی و ۷۱ تا ۷۶ درصد از مصرف انرژی‌های ناشی از CO<sub>2</sub> را مصرف می‌کنند و این مقدار تا سال ۲۰۵۰ رشد چشم‌گیری می‌یابد. (Van der Heijden, 2016: 1) و (Lehmann, 2014: 32) ۹۰

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

درصد افزایش جمعیت شهری در کشورهای در حال توسعه اتفاق می‌افتد. بنابراین کشورهای در حال توسعه بیشتر در معرض تغییرات آب‌وهوایی ۱ هستند. (Feliciano & Prospero, 2011:506) و (Colenbrander, 2015:25) رد پای کربن در شهرها مشخصا به عوامل همچون سطح زندگی و درآمد، توسعه اقتصادی- اجتماعی، ساختار فضایی شهری و سیستم‌های حمل‌ونقلی، تکنولوژی انرژی و عوامل تغییرات محلی آب‌وهوایی، بستگی دارد. (Feliciano & Prospero, 2011:506) و (Huang & etc, 2016:1) و (Colenbrander, 2015:25)

بنابراین شهرها هم در شیوه مصرف منابع و هم در ایجاد پایداری نقش دارند و به همین ترتیب در اجرای راه حل‌های پایداری از اهمیت اساسی نیز برخوردار هستند. (Harris & etc, 2020:2) در شهرهای کم کربن، سیاست‌های آزمایشی شهرهای کم کربن به عنوان ابزارهای جامع تنظیم محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرند و تأثیر اجرای آن‌ها مورد توجه تحقیقات زیادی قرار گرفته است. شهرهای کم کربن با کاهش مصرف انرژی و بهبود نوآوری در فن‌آوری، انتشار کربن را کاهش می‌دهند. (Ma & etc, 2021:4)

تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی باعث افزایش نگرانی عمومی در مورد خطرات ناشی از آن می‌شود. برنامه‌ریزی برای پایداری چالش تعیین کننده قرن ۲۱ است. غلبه بر الگوهای اقتصادی و فرهنگی که منجر به تخلیه منابع، بی‌ثباتی آب‌وهوا و تنش‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شود، نیاز به حل مسئله‌ای جامع دارد که بهترین درک علمی از شرایط موجود و فناوری‌های موجود را با عزم عمومی برای اقدام درهم آمیخته است. فرایندهای برنامه‌ریزی به جوامع این امکان را می‌دهد تا نگرانی‌های گذشته را بررسی کنند، گزینه‌ها را برای چگونگی بهترین کار ارزیابی کنند و به سمت آینده‌ای بهتر حرکت کنند. این طرح جامع از اختیار قانونی برخوردار است که به عنوان وسیله‌ای برای هدایت توسعه جامعه، دامنه‌ای برای پوشش عملکردها و امکانات لازم، و تاریخچه عمل می‌کند تا از سیاست‌های خود برای پذیرش عمومی استفاده کند. برنامه‌ریزی می‌تواند تجزیه و تحلیل لازم، تأمل و آموزش لازم در سطح جامعه و حرکت لازم برای پاسخگویی به این چالش‌های عظیم را ارائه دهد. (Leiter & etc, 2021:6)

فرآیند همکارانه باعث ایجاد اعتماد، روابط جدید و شبکه‌های بین فردی می‌شود و در پایان، درجه بالاتری از سرمایه اجتماعی، فکری و سیاسی را در بین بازیگران درگیر تقویت می‌کند. فرایند برنامه‌ریزی همکارانه نهادهای جدید و با انعطاف‌پذیری بیشتری را در جهت توسعه شهر کم کربن به وجود می‌آورد. (Agger & Löfgren, 2008:147)

توسعه پایدار شهرها به هدف مشترک دنیای مدرن تبدیل شده است، در نتیجه توجه را به تنوع بخشی به شهر جلب کرده و زمینه‌های مختلف تفکر را ایجاد می‌کند. تفکر اصلی مفهومی با سه جنبه در ارتباط است، یعنی محیط‌زیست، جامعه و اقتصاد. برای پاسخگویی به توسعه و توسعه پایدار شهری، نیاز به تکیه بیشتر بر ویژگی‌ها و فرصت‌های زندگی شهری وجود دارد. (Wang & Peng, 2020:4)

از نظر سازمان حفاظت از محیط زیست جمهوری اسلامی ایران، آلودگی هوا عبارت است از وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به طوری که زیان‌آور برای انسان و سایر موجودات است، تغییر دهد. (شاه‌محمدی و همکاران، ۲۰۲۰:۱۳۹۹) تهران در ردیف یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان قرار گرفته است. مطابق گزارش‌های سالانه کیفیت هوا در تهران توسط شرکت کنترل کیفیت هوای تهران (AQCC۲)، کیفیت هوای تهران طی دو دهه گذشته بیش از یک سوم سال ناسالم اعلام شده است. (Shahbazi & etc, 2019:1) در نتیجه، با توجه به کیفیت هوای شهر، لازم است تدابیری اندیشیده شود تا تهران در مسیر پایداری و کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی حرکت کند.

در این پژوهش به بررسی الزامات برنامه‌ریزی همکارانه شهر تهران به منظور دستیابی به شهر کم کربن، پرداخته می‌شود. با توجه به موقعیت سیاسی، اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی کلانشهر تهران، این شهر به عنوان مورد پژوهشی انتخاب شده است. با توجه به بعد سیاسی، تهران پایتخت کشور می‌باشد و اکثر تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری‌های شهری در آن به وقوع می‌پیوندد. در نتیجه، با توجه به

1. climate change

2. Air Quality Control Commission



موقعیت ویژه آن، این شهر به عنوان مورد پژوهی انتخاب شده است تا با بررسی و تحلیل شاخص‌های مشارکت شهروندی و همکاری نهادی-سازمانی، راهبردهای مناسب به منظور ارتقای مشارکت نهادی و شهروندی در تصمیم‌سازی‌های شهری ارائه شود. از نظر محیط‌زیستی، آلودگی هوای تهران، که با شیوع ذرات کمتر از ده میکرون اندازه‌گیری می‌شود، تقریباً چهار برابر لس آنجلس است. لازم به ذکر است که برخی از این آلودگی‌ها به دلیل تحریم‌های شدیدتر در سال ۲۰۱۰ به دلیل عدم توانایی ایران در واردات مواد افزودنی با کیفیت بالاتر که برای تولید سوخت تمیزکننده خودرو استفاده می‌شود، بوده است. (Tahbaz, 2016:950)

در این پژوهش، در ابتدا پس از تحلیل شاخص‌های کمی پژوهش و ارزش‌گذاری آن‌ها، عدم قطعیت‌های پژوهش شناسایی خواهند شد. بدین منظور از نرم‌افزار میک‌مک برای شناسایی عدم قطعیت‌ها استفاده می‌شود؛ سپس به کمک ماتریس عدم قطعیت-اثرپذیری، عدم قطعیت‌های بحرانی پژوهش معرفی می‌شوند. این عدم قطعیت‌های بحرانی می‌بایست در روند توسعه تهرانی کم‌کربن مورد استفاده قرار گیرند. در ادامه روند پژوهش، متغیرهایی برای این عدم قطعیت‌های بحرانی تعریف شده و در نرم‌افزار سناریویزارد وارد می‌شوند تا سناریوهای احتمالی و پیش‌روی تهران به دست آید. به کمک سناریوهای به دست آمده از نرم‌افزار، فرایند سناریونویسی آغاز می‌شود. به منظور به تصویر کشیدن بهتر تهران در افق زمانی بلند مدت، از مدل دپسیر نیز استفاده خواهد شد.

### مبانی نظری

امروزه پدیده تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مشکلات اصلی زیست‌محیطی قرن حاضر در سراسر دنیا به حساب می‌آید. (محمدعلیزاده‌فرد و همکاران، ۱۳۹۹:۳۰۶) شهرها نقش مهمی در تغییرات آب‌وهوایی دارند. آن‌ها کمتر از پنج درصد از زمین‌های خاکی جهان را تشکیل می‌دهند، اما در این‌جا است که بیشتر منابع از جمله ۷۰ درصد از مصرف جهانی انرژی و ۷۰ درصد از تولید گازهای گلخانه‌ای جهانی مصرف می‌شوند و مواد زائد تولید می‌شوند. در عین حال، شهرها پتانسیل زیادی برای کاهش قابل توجه در مصرف منابع و تولید زباله دارند. (Van der Heijden, 2016:1)

نواحی شهری، منبع اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای، به‌عنوان عامل مهم افزایش مصرف انرژی و گازهای دی‌اکسیدکربن هستند. در واقع یک هم‌افزایی بین برنامه‌ریزی شهری، طراحی زیرساخت‌های شهری و مقدار کربن آزاد شده وجود دارد تا بتوان به سمت آزادسازی کمتر کربن رفت. اثرات کربن در شهرها و پیامد آن بر شهروندان تحت تاثیر تصمیم‌هایی است؛ و این تصمیمات تاثیر زیادی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در مناطق مسکونی، تجاری و بخش‌های حمل‌ونقلی دارد. و تمامی این‌ها بر کیفیت زندگی شهری موثر است. (Zubelzu & Fernández, 2016:61)

مفهوم شهرگرایی سبز در اواخر دهه ۱۹۹۰ پدید آمد و توسعه شهری کم مصرف، با فضاهای سبز انبوه، سقف‌های سبز، باغ‌ها و کشاورزی شهری، به دنبال تغییر شکل و مهندسی مجدد مناطق شهری موجود و بازآفرینی مرکز شهر پس از صنعتی شدن هستند. این نوع خاصی از شهرگرایی است که مبتنی بر یک دید متابولیک از شهرها به‌عنوان ارگانیک‌های زنده است، که مربوط به تعادل بین شهر و مناطق داخلی آن است. شهرگرایی سبز همچنین به منظور تغییر شکل مجدد محیط شهری به شکلی پایدار، شکل گرفته است. (Lehmann, 2014:128) شهرها و محیط‌های شهری انواع مختلفی از دارایی‌های زیست‌محیطی و سبز دارند، نورپردازی روزانه شهری نظیر نصب چراغ در مسیرهای پیاده‌روی، کاشت درختان و جنگل‌های جدید، باغ‌های اجتماعات محلی، نصب دیوارهای سبز و باغ‌های عمودی از جمله روش‌های زیادی است که باعث می‌شوند به شهرها و محیط‌های شهری سبزتر تبدیل شویم. (Beatley & Newman, 2013:3330)

یکی از ارکان اصلی شهرگرایی سبز، توسعه شهرهای کم‌کربن می‌باشد. شهرهای کم‌کربن ۱ در مورد چالش‌های شهرهای امروز و فردا است و آن‌چه که باید انجام دهیم تا شهرها پاک‌تر شوند و در عین حال به‌طور جدی انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهند. این در مورد نحوه الهام بخشیدن و اجرای تغییرات سیستمی بلند مدت برای پایداری شهری است. شهرها قدرت‌های اقتصادی ما هستند و می‌توانند مولد ثروت، نوآوری و شمول اجتماعی باشند. اصطلاح "شهر کم‌کربن" یک مفهوم مشخص نیست، بلکه یک اصطلاح چتری

است که رویکردهای مختلفی را برای شهر پایدار در برمی‌گیرد و اشکال مختلفی از تئوری‌های توسعه پایدار شهری را در مقیاس‌های مختلف و متناسب با محله جمع می‌کند. به طور خلاصه، شهرهای کم‌کربن شهرهای کم‌مصرف و مختلط هستند که به طور قابل توجهی مصرف کربن خود را کاهش داده‌اند. (Lehmann, 2014: 47) در یک شهر کم‌کربن، الگوی ساخت شهر و توسعه اجتماعی با هدف کاهش انتشار کربن و تغییر عقاید و رفتار ساکنان، بدون ایجاد خطر در کیفیت کلی زندگی آن‌ها انجام می‌شود. راهبردهای پیش‌روی برنامه‌ریزان شهری برای دستیابی به شهر کم‌کربن به شرح زیر می‌باشد: (Baeumler & etc, 2012: 65)

ارتقا فرم شهری فشرده: شهرهای فشرده و در دسترس برای توسعه شهری کم‌کربن ضروری است. شهرهای فشرده تراکم بیشتری را ایجاد می‌کنند که به نوبه خود می‌تواند منجر به کاهش سفر و تقاضای انرژی ساختمان، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا، و سایر مزایا شود.

ارتقا حمل‌ونقل شهری کم‌کربن: حمل‌ونقل ۲۳٪ از انتشار دی‌اکسید کربن جهانی را تشکیل می‌دهد. این بخش با آزادسازی کربن، به دلیل افزایش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و تقاضای حمل‌ونقل در مناطق شهرنشین به وجود می‌آید. بنابراین بسیاری از شهرها در سراسر جهان به دلیل ازدحام ترافیک به طور فزاینده‌ای کربن را در جو آزاد می‌کنند، اما گزینه‌های اثبات شده‌ای وجود دارد که کارآمدتر و پایدار هستند. زیرساخت‌های حمل‌ونقل کم‌کربن می‌تواند با کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، امنیت انرژی را بهبود بخشد.

ارتقای استفاده بهینه از انرژی در ساختمان‌سازی و منابع انرژی پاک محلی: برای اکثر شهرها، کارآمدتر ساختن ساختمان‌ها ستون اصلی هر استراتژی توسعه کم‌کربن خواهد بود. ساختمان‌ها حدود ۳۰٪ از مصرف انرژی جهانی را شامل می‌شوند، سهمی که در بسیاری از کشورهای توسعه یافته به ۴۰٪ نزدیکتر است. برنامه‌های بودجه بهره‌وری انرژی تحت حمایت دولت، اطلاع‌رسانی و آموزش شهروندی، اصلاح قیمت‌گذاری انرژی و نظارت بر مصرف از راهکارهای این بخش می‌باشد.

یک رویکرد متاخر برای مشارکت عمومی که باعث افزایش منافع (توسعه پایدار شهری) می‌شود، برنامه‌ریزی همکارانه یا تصمیم‌سازی مشترک است. ویژگی برجسته برنامه‌ریزی همکارانه این است که مسئولیت برنامه‌ریزی مستقیم را به ذی‌نفعان واگذار می‌کند. برنامه‌ریزی همکارانه اکنون به طور رسمی به عنوان یک الگوی برنامه‌ریزی ارجح در برنامه‌ریزی کاربری جنگل و زمین، برنامه‌ریزی آب‌خیزداری، تصمیم‌گیری مقررات و برنامه‌ریزی شهری اتخاذ شده است. (Gunton & Day, 2003: 6)

فرآیند همکارانه باعث ایجاد اعتماد، روابط جدید و شبکه‌های بین فردی می‌شود و در پایان، درجه بالاتری از سرمایه اجتماعی، فکری و سیاسی را در بین بازیگران درگیر تقویت می‌کند. فرایند برنامه‌ریزی همکارانه نهادهای جدید و با انعطاف‌پذیری بیشتری را به وجود می‌آورد. (Agger & Löfgren, 2008: 147) الگوی نوظهور برنامه‌ریزی ارتباطی یا برنامه‌ریزی همکارانه از اوایل دهه ۱۹۸۰ بر گفتمان نظری حاکم شده است (Allmendinger & Tewdwr-Jones, 2005: 221) شاخص‌های برنامه‌ریزی همکارانه می‌تواند در ۳ بعد مطرح شود: (Simatupang & Sridharan, 2005: 40-50)

- به اشتراک‌گذاری اطلاعات
- هماهنگ‌سازی در تصمیم
- تراز تشویقی

هدف نهایی پژوهش، محقق ساختن اصول توسعه پایدار در شهر تهران می‌باشد. اصطلاح توسعه معطوف به ارتقای سطح و کیفیت زندگی افراد و بهبود رفاه عمومی جامعه است و پایداری آن اشاره به استمرار این فرآیند در طول نسل‌های بشر دارد. به این ترتیب توسعه پایدار، کلیه جنبه‌ها و ابعاد زندگی بشر را در بر می‌گیرد. تقریباً سه دهه است که انقلاب زیست محیطی آغاز شده است، در واقع این انقلاب در دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست. تعاریف توسعه پایدار بر رهیافت‌های اقتصادی، زیست محیطی یا اجتماعی یا تلفیقی از آن‌ها متمرکز است. (Lehmann, 2014: 53) در ادامه به معرفی شهرهایی پرداخته می‌شود که اصول کم‌کربن را در شهرهای خود پیاده کرده‌اند. جدول ۱ به تشریح این شهرها می‌پردازد.



جدول (۱). نمونه‌های پرداخته شده در پژوهش در ارتباط با کربن کم

| شهرها        | معرفی پروژه                         | شیوه محقق شدن  |
|--------------|-------------------------------------|--|
| برلین، آلمان | قانون انتقال انرژی ۲۰۵۰             | نوزایی شهری، توسعه ساختمان‌هایی با انرژی کارا، همکاری شرکت‌ها، انجمن‌ها، ادارات، موسسات دولتی، شهروندان و انجمن توسعه (Federal ministry for the environment, nature conservation and (nuclear safety,2016:8) |
| کپنهاگ       | برنامه اقلیمی C40 سال ۲۰۲۵: شهر سبز | ارتقا دوچرخه‌سواری، استفاده از پنل خورشیدی، توسعه حمل‌ونقل عمومی (Whiteman & etc,2011:252) (Jensen & Baykal,2018:8)  |
| پورتلند      | برنامه کربن-صفر                     | توسعه حمل‌ونقل عمومی، تراکم شهری مناسب و ساخت‌وساز سبز، بام‌های خورشیدی، قیمت‌گذاری کربن، بازیافت ضایعات، آموزش (Office of Sustainable Development,2015:8) (Bureau of planning and sustainability,2019:5)    |

در ادامه، باتوجه به مبانی نظری و هدف پژوهش، مدل مفهومی در شکل ۱ ارائه می‌گردد.



شکل ۱: مدل مفهومی و معیارهای پژوهش

## داده‌ها و روش‌ها

روش تحقیق، روش توسعه‌ای می‌باشد که در جهت حل مشکل شهری مطرح می‌شود و به صورت یک فرایند مرحله‌ای چون تدوین طرح، بررسی و ارزیابی، دادن سناریوهای محتمل و در نهایت ایجاد یک ساختار یکپارچه به منظور تحقق اهداف طرح است. در این بخش، با مطالعه کتب و مقالات مرتبط با شهر کم‌کربن و برنامه‌ریزی همکارانه، متغیرها و شاخص‌های اولیه تدوین گردید. در ادامه، با بکارگیری نرم افزار سوپردیسیژن ۱، معیار و شاخص‌ها ارزش‌گذاری شد و هرکدام امتیازهای مخصوص به خود را به دست آوردند. در زمینه مسئله تصمیم‌گیری، اگر تأثیرات / وابستگی‌ها بین معیارهایی وجود داشته باشد، که روش تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را در نظر نمی‌گیرد، استفاده از این مدل ممکن است منجر به تصمیمی شود که کمتر از حد مطلوب باشد. در این موارد، استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

مناسب‌تر است. با استفاده از این مدل، می‌توانیم وابستگی‌ها و بازخورد بین عناصر تصمیم‌گیری را مدل کنیم و وزن دقیق‌تر معیارها و اولویت‌های محلی و جهانی گزینه‌ها را محاسبه کنیم. (Kadoić & etc, 2017:3)

در مدل تحلیل سلسله مراتبی وزن نهایی براساس ضرب ساده اهمیت هر عنصر در خوشه بالایی خود بدست می‌آید اما در تکنیک تحلیل شبکه‌ای با محاسبه سوپرماتریس حد وزن نهایی عناصر بدست خواهد آمد. اگر در یک ساختار سلسله مراتبی میان عناصر مدل رابطه وجود داشته باشد مدل از حالت سلسله مراتبی تبدیل به حالت شبکه می‌شود. در این ارزش‌گذاری که به وسیله مدل ای‌ان‌پی<sup>۱</sup> انجام شده است، خوشه‌های هدف، معیار و شاخص تدوین گردید. تاثیرگذاری دو نوع است: بیرونی و درونی. در مورد اول تأثیر عناصر در یک خوشه بر عناصر موجود در یک خوشه دیگر با توجه به معیار کنترل مقایسه می‌شود. در تأثیر درونی، تأثیر عناصر یک گروه بر روی هر یک مقایسه می‌شود. (Saaty & Vargas, 2013:6) با مقایسه معیارها با یکدیگر و سپس شاخص‌هایی که در هر خوشه قرار گرفته بودند، امتیاز هر شاخص به دست آمد. لازم به ذکر است درستی این ارزیابی توسط درصد ناسازگاری مورد بازبینی قرار گرفته است. تمامی خوشه‌ها مقداری کمتر از ۰.۱ را به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۲ این امتیازدهی را نشان می‌دهد.

جدول (۲). معیارها و شاخص‌های پژوهش

| معیار   | امتیاز معیار | ناسازگاری<br>( $>0.1$ ) | شاخص   |
|---|--------------|-------------------------|--|
| عدالت اجتماعی (Langhelle, 2000:296)                     | ۰.۰۶         | ۰.۰۵                    | جمعیت شهری (Ohshita & etc, 2017)                           |
| کارایی اقتصادی (Bojnec & Papler, 2011:355)              | ۰.۱۶         | ۰.۰۵                    | نرخ رشد اقتصادی (Tan & etc, 2015)                          |
| تعادل اکولوژیک (Linnerud & Holden, 2016:306)            | ۰.۳۲         | ۰.۰۸                    | سهم فضای سبز و باز (Zhang & Y, 2016) (Ohshita & etc, 2017) |
| حکم‌روایی شایسته (Ramzy & etc, 2019:130)                | ۰.۱۸         | ۰.۰۶                    | میزان مشارکت بخش خصوصی و دولتی (Stimson & etc, 2009)       |
| مطلوبیت حمل‌ونقل شهری (Mosaberpanah & Khaled, 2013:444) | ۰.۰۹         | ۰.۰۹                    | سهم مترو از سفرهای روزانه شهری (Ohshita & etc, 2017)       |
| کیفیت مطلوب محیط کالبدی (Mella & Gazzola, 2015:545)     | ۰.۰۶         | ۰.۰۹                    | اختلاط کاربری (Lehmann, 2014) (Zhang & Y, 2016)            |

در ادامه، مهم‌ترین معیارهای پژوهش به ترتیب بالاترین امتیازهایی که کسب کردند به ترتیب شامل تعادل اکولوژیک، حکم‌روایی شایسته، کارایی اقتصادی، کارایی انرژی، مطلوبیت حمل‌ونقل شهری، کیفیت مطلوب محیط کالبدی و عدالت اجتماعی می‌باشد. با توجه به اهداف اصلی پژوهش که شامل تهران کم‌کربن و پیاده‌سازی اصول برنامه‌ریزی همکارانه می‌باشد، دو معیار تعادل اکولوژیک و حکم‌روایی شایسته بسیار مورد توجه پژوهشگر می‌باشند.

### تجزیه و تحلیل

در این بخش، ابتدا به تحلیل شاخص‌های پژوهش پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است برخی از این شاخص‌ها کیفی می‌باشند؛ در نتیجه به منظور دستیابی به تحلیلی هدفمند، مصاحبه‌هایی با کارشناسان و متخصصان در حوزه‌های مربوطه صورت گرفته است. لیست متخصصین در جدول ۳ قرار داده شده است.

جدول (۳). لیست متخصصین مصاحبه‌شونده

| سازمان مربوطه   | تعداد مصاحبه شونده‌ها |
|---|-----------------------|
| شهرداری تهران   | ۲ نفر                 |
| سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران                     | ۱ نفر                 |
| وزارت بهداشت (معاونت توسعه مدیریت، منابع و برنامه‌ریزی) | ۸ نفر                 |
| وزارت راه و شهرسازی (معاونت معماری و شهرسازی)           | ۴ نفر                 |
| اداره کل هواشناسی استان تهران                           | ۴ نفر                 |
| سازمان حفاظت از محیط‌زیست تهران                         | ۲ نفر                 |

1. ANP model

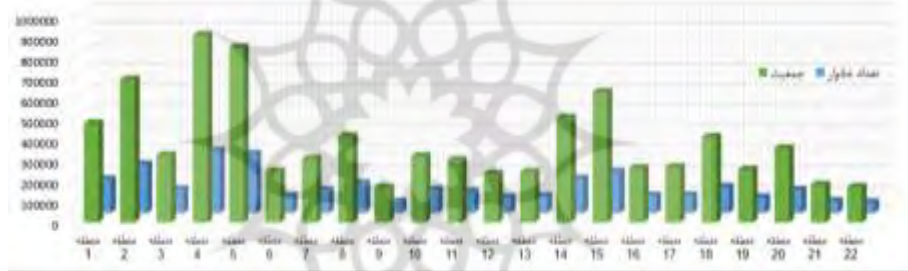


با استناد به پرسش‌هایی که برمبنای شاخص‌های پژوهش بوده است، نظرات کارشناسان به صورت طیفی از بیشترین تا کمترین ارتباط و تاثیرگذاری در نرم‌افزار سوپردیسیژن دسته‌بنده گردید و مقایسه و ارتباط معیارها و زیرمعیارها بر اساس نظرات متخصصین صورت گرفت.

در ادامه به تحلیل شاخص‌ها پرداخته می‌شود.

### جمعیت شهری

جمعیت استان تهران در دهه‌های گذشته همانند سایر مناطق کشور دست‌خوش تحولات بسیاری بوده است. بر اساس اطلاعات آخرین سرشماری عمومی کشور یعنی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، استان تهران معادل ۱۳۲۶۷۶۳۷ نفر جمعیت داشته است. در مقایسه با آمار کل کشور، این استان سهمی بیش از ۱۶ درصد (۱۶،۵۹ درصد از جمعیت کشور) را داشته و از نظر تعداد کل جمعیت، استان اول کشور می‌باشد. جمعیت شهری استان تهران در سال مزبور ۱۲۴۵۲۲۳۰ نفر بوده که سهمی بیش از ۲۱ درصد (۲۱،۰۵ درصد از جمعیت شهری کشور) می‌باشد. به عبارت دیگر، استان تهران بیشترین جمعیت شهری در بین استان‌های کشور را دارد. (مرکز آمار) در شهر تهران نیز، همان‌گونه که در شکل (۲) نشان داده شده است، مناطق ۴ و ۵ بیشترین سهم از جمعیت شهر تهران را به خود اختصاص داده‌اند. سپس مناطق ۲ و ۱۵ سهم بالایی از جمعیت را در خود جای داده‌اند. با افزایش جمعیت شهری، سفرهای روزانه شهری افزایش یافته و آلودگی هوا تشدید می‌شود. جمعیت بیشتر نیازمند غذای بیشتر است، محصولات بیشتر منجر به تولید بیشتر و ایجاد مشاغل بیشتر است. نتیجه این زنجیره منجر به افزایش تقاضای انرژی و مصرف سریع منابع انرژی می‌شود.



شکل (۲). جمعیت مناطق ۲۲گانه تهران

منبع: (سالنامه آماری شهر تهران، ۱۳۹۵: ۳۲)

### نرخ رشد اقتصادی

یکی از مباحث مهم آلودگی هوای تهران، حجم بالای سفرهای شهری روزانه به منظور رفتن به محل کار می‌باشد. از آنجایی که نرخ اشتغال در تهران با ۸۹.۳٪ تقریباً برابر با نرخ اشتغال کل کشور یعنی ۸۹.۵٪ می‌باشد، انگیزه افراد برای مهاجرت به تهران و یافتن شغلی مناسب بیشتر می‌شود و با افزایش مهاجرت، جمعیت شهری افزایش و به تبع آن سفرهای روزانه شهری افزایش می‌یابد؛ در نتیجه بر میزان آلودگی هوا افزوده می‌شود. از طرف دیگر نرخ مشارکت اقتصادی در تهران (۳۹.۸٪) تقریباً با نرخ مشارکت اقتصادی در کل کشور (۴۰.۸٪) برابر است. این مشارکت اقتصادی بیانگر این است که می‌توان همکاری و مشارکت‌های اقتصادی را در جهت حرکت به سمت مشاغل سبز بکار گرفت. همچنین چون نرخ بیکاری در تهران نیز در مقایسه با دیگر شهرهای کشور بالاتر می‌باشد، می‌توان فرصت‌های دورکاری و اشتغال سبز را در تهران گسترده‌تر کرد تا بتوان در راستای تهران کم‌کربن حرکت کرد. (شکل ۳)



شکل (۳). بررسی اشتغال در تهران

منبع: داده‌های منتج از مرکز آمار

#### سهام فضای سبز و باز

شکل (۴) وسعت پارک‌های عمومی مناطق ۲۲ گانه تهران را نشان می‌دهد. طبق تصویر، مناطق ۴، ۱، ۱۵ و ۲۲ به ترتیب بیشترین مساحت را از نظر پارک و فضای سبز عمومی دارند. اما مناطقی همچون مرکز شهر تهران، مساحت بسیار کمی نسبت به بقیه مناطق دارد؛ این در حالی است که در این منطقه، تمرکز کاربری‌های اداری تجاری قرار دارد و روزانه بار ترافیکی زیادی را متحمل می‌شود. همین عوامل منجر به آلودگی هوای این منطقه می‌شود. از طرف دیگر، هرچه توزیع فضای سبز و پارک‌های عمومی نامتناسب باشد، سفرهای درون شهری افزایش می‌یابد؛ زیرا شهروندان برای گذران اوقات فراغت خود، عموماً فضاهای باز و سبز را انتخاب می‌کنند. در نتیجه افزایش سفرهای شهری، ترافیک افزایش و به تبع آلودگی افزایش می‌یابد.



شکل (۴). وسعت پارک‌های عمومی در تهران

منبع: (سالنامه آماری شهر تهران، ۱۳۹۵: ۸)

#### میزان مشارکت بخش خصوصی و دولتی

طبق نظرات کارشناسان و مصاحبه‌ای که با سازمان‌های مختلف شهری صورت گرفته است، همکاری نهادهای شهری معمولاً به صورت برگزاری جلسات هم‌اندیشی و مشارکت صورت می‌گیرد، اما در این جلسات کارشناسان اختیارات محدودی دارند و از آنجا که نهادها جزیره‌ای تصمیم می‌گیرند، موجب می‌شود توسعه ضعیف‌تر شود. از نظر کارشناسان، همکاری‌ها بیشتر در جهت این است تا از شهرداری‌ها امتیاز گرفته شود و عملاً این همکاری‌ها در جهت بهبود وضعیت نیست. در جلساتی که بخش دولتی و خصوصی بایکدیگر

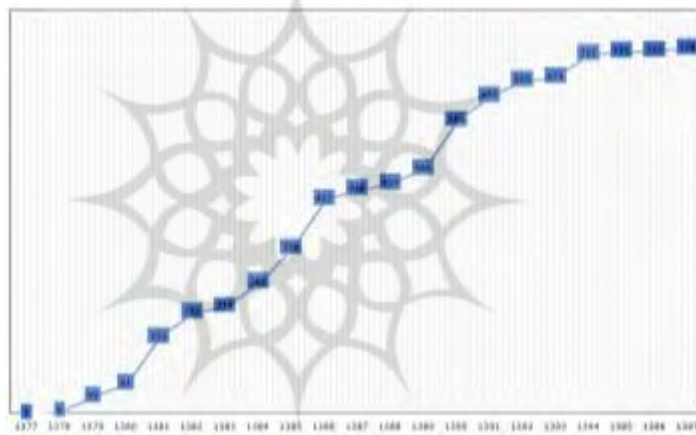




می‌گذارند، صرفاً روال اداری به منظور تعیین پیمانکار اتفاق می‌افتد و هم‌اندیشی به معنای ارتقای مشارکت دیده نمی‌شود. از نهادهایی که بیشترین مشارکت را با بخش خصوصی دارند، نهادهایی از قبیل شهرداری، سازمان زیباسازی منظر شهری، استانداری‌ها، شوراهای محلی، گروه‌های دوام و سازمان حمل‌ونقلی هستند. به منظور مشارکت بیشتر بخش دولتی و خصوصی می‌توان طرح و پروژه‌های شهری را به بخش خصوصی واگذار کرد، جلسات هم‌اندیشی و کارگروه مشترک ایجاد کرد و مهم‌تر از همه این‌که تمامی پروژه‌ها دارای طرح توجیهی باشند تا بتوانند مفید واقع شوند. در کنار این مسائل، حذف بروکراسی‌های اداری و از بین بردن مناقشات مالی در جهت تسریع همکاری‌ها می‌تواند در جهت افزایش مشارکت بسیار مناسب باشد.

#### سهام مترو از سفرهای روزانه شهری

طبق شکل (۵) در یک بازه بیست ساله (۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷) سفرهای انجام شده سالانه مترو مورد بررسی قرار گرفته است. (مهندسان مشاور پارس مسیرگستر، ۱۳۹۸: ۲۶) در این سال‌ها تعداد سفرهای انجام شده افزایش پیدا کرده است. البته از سال ۱۳۹۴ به بعد، این رشد به صورت تدریجی بوده است اما همچنان بر تعداد سفرهای انجام شده افزوده است. هرچه تعداد سفرها بالاتر رود نشان‌دهنده استقبال شهروندان به استفاده از مترو می‌باشد. در عین حال، می‌توان با تقویت این ناوگان، میزان استفاده از خودروی شخصی را کاهش و شهروندان را به استفاده از حمل‌ونقل عمومی سوق داد.



شکل (۵). سفرهای انجام شده سالانه مترو

منبع: (مهندسان مشاور پارس مسیرگستر، ۱۳۹۸: ۲۶)

#### اختلاط کاربری

شکل (۶) نقشه کاربری اراضی شهر تهران را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نقشه نشان داده شده است، عمده فضای سبز در بخش شمال شرقی و غربی شهر پراکنده شده‌اند. بخش‌های مرکزی شهر فضای سبز و باز محدودی دارند. از آنجایی که یکی از دلایل اصلی آلودگی هوا ترافیک روزانه شهری و به تبع آن انتشار گازهای آلاینده می‌باشد، در مرکز شهر به دلیل تمرکز فعالیت‌های تجاری و اداری، روزانه حجم بالایی از ترافیک عبوری شهری را در خود جای می‌دهد. در نتیجه کمبود فضای سبز و باز در این مناطق مرکزی، هوای این مناطق به شدت آلوده می‌باشد. از طرف دیگر، این توزیع نامتناسب پهنه‌های سبز و باز منجر می‌شود تا در ایام تعطیل و یا در روزهای پایانی هفته، حجم بالایی از سفرهای تفریحی شهری به سمت مناطق غربی و شمال شرقی شهر باشد. این جابه‌جایی در نتیجه عدم توزیع متناسب خدمات شهری و پهنه‌های سبز می‌باشد. هرچه تمرکز کاربری‌های اداری و تجاری در مناطق مرکزی بیشتر باشد، روزانه ترافیک شهری افزایش می‌یابد و علاوه بر اتلاف وقت شهروندان، منجر به انتشار گازهای آلاینده می‌شود.



شکل (۶). توزیع کاربری‌ها در تهران

## نتایج تحقیق

در ادامه فرایند پژوهش به معرفی عدم قطعیت‌هایی پرداخته می‌شود که در سیستم برنامه‌ریزی شهر تهران در جهت حرکت به سمت شهر کم‌کربن نقش دارد. این عدم قطعیت‌ها ناشی از شرایط محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی هستند که پیش‌بینی تغییر در این مسائل دشوار و ناممکن است و تحت شرایط بیرونی می‌باشد. در جدول (۴) به معرفی عدم قطعیت‌های اولیه پژوهش پرداخته می‌شود. پس از تحلیل این عدم قطعیت‌ها در نرم افزار میک‌مک ۱، عدم قطعیت‌های نهایی انتخاب می‌شوند تا در فرایند سناریونگاری پژوهش مبنا قرار گیرند.

جدول (۴). عدم قطعیت‌های اولیه پژوهش

| منابع   | میارها  | عدم قطعیت‌ها             |   |
|---|---|--------------------------|---|
| National Research Council, & Climate Research )<br>(Dessai & van der Sluijs, 2007:45),(Committee,2005:106 | اشتغال، سهم صنایع سنگین   | عدم قطعیت اقتصادی        | ۱ |
| (Schneider & Kuntz-Duriseti,2002:60),<br>(Jangga & etc,2015:264), (Chen,2013:246), (Sinding & etc,1998:2) | تغییرات نامشخص خارجی (کرونا) و میزان بی‌ثباتی در محیط کسب‌وکار                | شرایط محیطی ۲            | ۲ |
| (Melander & Tell,2014:109)  | هوشمندی شهر، دورکاری  | تکنولوژی                 | ۳ |
| (National Research Council, & Climate Research Committee,2005:106)  | افزایش جمعیت، شهرنشینی  | تغییرات جمعیتی ۳         | ۴ |
| (Luo,2017:129), (Schneider & Kuntz-Duriseti,2002:8)   | سیستم برنامه‌ریزی، مشارکت و همکاری شهروندان، اطلاع‌رسانی و آگاهی‌بخشی به مردم | عدم قطعیت‌های سیاسی ۴    | ۵ |
| (Reisinger & etc,2010:1), (Aizebeokhai,2009:874), (Webster & etc,2003:296)                                | گرمایش جهانی، سیل و خشک‌سالی، تغییرات ناگهانی آب‌وهوایی                       | تغییرات آب‌وهوایی ۵      | ۶ |
| National Research Council, & Climate Research ) , (Zhao & etc ,2019:3)<br>(Committee,2005:106             | کمیت و کیفیت سیستم حمل‌ونقل عمومی   | عدم قطعیت ناوگان عمومی ۶ | ۷ |
| (Melander & Tell,2014:107), (Zandvoort & etc ,2019:250)<br>(Madinda,2014:775                              | سهم نخبگان در تصمیم‌سازی‌های سازمانی، نقش سازمان‌های مردم‌نهاد                | عدم قطعیت سازمانی ۷      | ۸ |
| (Schneider & Kuntz-Duriseti,2002:54), (Soroudi & Amraee,2013:376)   | مصرف انرژی  | عدم قطعیت انرژی          | ۹ |

1. Micmac
2. environmental conditions
3. demographic change
4. policy uncertainty
5. Climate change uncertainty
6. Public transportation system uncertainty
7. Organization uncertainty



در ادامه به کمک نرم‌افزار میک‌مک، عدم قطعیت‌های بررسی شده مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت تا میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها نسبت به یکدیگر به دست آید. شکل (۷) وضعیت نهایی عدم قطعیت‌های انتخابی پژوهش را نشان می‌دهد. عدم قطعیت‌های اقتصادی، سیاسی، آب‌وهوایی و سازمانی در دسته عدم قطعیت‌هایی با بیشترین اثرگذاری قرار گرفته‌اند.



شکل (۷). ارزش گذاری عدم قطعیت‌های پژوهش

همچنین به منظور شناخت عدم قطعیت‌های بحرانی، ماتریس تاثیر-عدم قطعیت ترسیم گشت. همان‌گونه که شکل (۸) نشان داده شده است، عدم قطعیت اقتصادی با کسب امتیاز بالاتر در میک‌مک و تحلیل برنامه‌ریز بیشترین اثر و احتمال را در این پژوهش دارد. پس از آن عدم قطعیت سیاسی بیشترین اثر و احتمالی کمتر از عدم قطعیت اقتصادی دارد. دو عدم قطعیت آب‌وهوایی و سازمانی در دسته عدم قطعیت‌های بحرانی پژوهش قرار گرفتند. دیگر عدم قطعیت‌ها با توجه به امتیازاتی که در مرحله قبل به دست آوردند، میزان احتمال و اثرگذاریشان سنجیده شد و در ماتریس ترسیم گشت.

|                           |   | Impact |                           |                           |                                   |                       |
|---------------------------|---|--------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                           |   | 1      | 2                         | 3                         | 4                                 | 5                     |
| Probability (Uncertainty) | 1 |        |                           |                           |                                   |                       |
|                           | 2 |        | Environmental uncertainty |                           |                                   |                       |
|                           | 3 |        |                           | Demographic change        | Public transportation uncertainty |                       |
|                           | 4 |        |                           | Technological uncertainty | Organizational uncertainty        | Political uncertainty |
|                           | 5 |        |                           |                           | Climate change                    | Economic uncertainty  |

شکل (۸): عدم قطعیت‌های بحرانی پژوهش

در ادامه، پس از نهایی شدن عدم قطعیت‌های بحرانی، به کمک نرم‌افزار سناریوویزارد، متغیرهای کیفی برای عدم قطعیت‌ها تعیین می‌شود. سپس قضاوتی بین آن‌ها صورت خواهد گرفت؛ این قضاوت اعدای بین  $-3$  تا  $+3$  را در برمی‌گیرد. هرچه متغیر الف بر متغیر ب

اثر شدیداً محدودکننده داشته باشد امتیاز ۳-، و هرچه اثر شدیداً مثبت داشته باشد امتیاز ۳+ را به دست خواهد آورد. پس از این ارزیابی سه سناریو به دست آمد. شکل (۹) حالت‌های مختلف سناریو را نشان داده است.

| Scenario No. 1                                    | Scenario No. 2                               | Scenario No. 3                            |
|---|--|---|
| A economic uncertainty:<br>A1: development        | A economic uncertainty:<br>A3: recession     |   |
| B: political uncertainty:<br>B1: bottom-up        |  | B: political uncertainty:<br>B3: top-down |
| C: climate change:<br>C1: mitigation              | C: climate change:<br>C2: changeless         | C: climate change:<br>C3: enhancement     |
| D: organization uncertainty:<br>D1: collaboration | D: organization uncertainty:<br>D3: conflict |   |

شکل (۹). سناریوهای به دست آمده پژوهش

سناریوی منتخب سناریویی می‌باشد که بیشترین امتیاز را در مقایسه با دیگر سناریوها به دست آورده باشد. سناریوی اول با کسب ۳۳ امتیاز به عنوان سناریو منتخب انتخاب می‌شود. در این سناریو تهران در افق زمانی بلند مدت، توسعه اقتصادی را در کنار یک سیستم برنامه‌ریزی پایین به بالا به دست می‌آورد. در این شهر تغییرات آب‌وهوایی مورد توجه قرار گرفته است و سازمان‌ها به شدت بایکدیگر همکاری و هماهنگی دارند. جدول (۵) به تشریح سناریوها می‌پردازد.

جدول ۵: تشریح سناریوهای محتمل پژوهش بر اساس داده‌های کلی به دست آمده از نرم‌افزار سناریو ویزارد

| سناریوی سوم  | سناریوی دوم  | سناریوی اول (سناریوی منتخب)   |
|--|--|---|
| *سیستم برنامه‌ریزی بالا به پایین می‌باشد.<br>*نقش پررنگ نهادهای شهری در رشد و توسعه شهری<br>*مشارکت پایین شهروندی<br>*رکود اقتصادی به دلیل حمایت پایین از تولیدات داخلی<br>*اعتراضات مردمی در خصوص کیفیت پایین زندگی در شهرها<br>*ساختار تک مرکزی تهران و افزایش ترافیک شهری به خصوص در مرکز شهر<br>*سهم پایین فضای سبز در شهر<br>*تغییرات آب‌وهوایی | *سیستم برنامه‌ریزی پایین به بالا می‌باشد.<br>*تضاد سازمانی بر سر اهداف و واگذاری قدرت تصمیم‌گیری به شهروندان<br>*رکود اقتصادی به دلیل وابستگی به درآمدهای نفتی (کرونا و تحریم‌های غربی موجب کاهش صادرات نفتی و به تبع آن رکود اقتصادی در کشور شده است)<br>*افزایش مهاجرت به تهران به دلیل وجود فرصت‌های شغلی بهتر در آن<br>*افزایش ترافیک شهری به دلیل حجم بالای خودروهای شخصی در شهر<br>*افزایش آلودگی هوا در شهر<br>*عدم نگرش صحیح پیرامون مسائل محیط‌زیستی<br>*ضعف در هم‌اندیشی و مشارکت و هماهنگی در تصمیم‌سازی<br>*مصرف بی‌رویه انرژی | *نظام تصمیم‌گیری به صورت عمودی و افقی می‌باشد.<br>*سیستم برنامه‌ریزی پایین به بالا می‌باشد.<br>*اطلاع‌رسانی مداوم شبکه‌ها و رسانه‌های ملی پیرامون مسائل محیط‌زیستی<br>*یکپارچگی ناوگان عمومی و حمل‌ونقل غیرموتوری بایکدیگر<br>*مشارکت بالای نهادها و سازمان‌های دولتی و خصوصی بایکدیگر<br>*هم‌اندیشی با شهروندان در جهت تصمیم‌سازی‌های شهری<br>*دورکاری در تهران به دلیل کرونا و کاهش ترافیک شهری و در نتیجه کاهش آلاینده‌های شهری<br>*افزایش مساحت فضای سبز و ایجاد باغات اجتماعات محلی در مناطق ۲۲گانه<br>*تبدیل ساختمان‌های عمومی به ساختمان‌های سبز با مشارکت بخش دولتی و خصوصی |

در ادامه با توجه به جدول (۶) به منظور شناخت جامع‌تر سناریوی منتخب، از مدل دپسیر برای شناسایی عوامل دخیل در آن استفاده شده است.



(جدول ۶: بکارگیری مدل دیسپرس برای سناریوی منتخب)

| پاسخ‌ها   | اثرات  | وضعیت   | فشارها   | نیروهای پیشران  | سناریو اول (منتخب) |
|---|--|---|--|---|--------------------|
| *اجرای طرح سبز شهری نظیر باغات اجتماعات محلی<br>*در دسترس بودن و تراکم نواحی عابر پیاده<br>*تبدیل ساختمان‌های عمومی شهر به ساختمان‌های سبز<br>*ایجاد فضایی به منظور مشارکت با شهروندان و اطلاع‌رسانی به آن‌ها<br>*ایجاد شبکه ملی به منظور اطلاع‌رسانی و به اشتراک‌گذاری پروژه‌ها و طرح‌های شهری | *روند کند تغییرات آب‌وهوایی<br>*ظهور گسترده صنایع کوچک و خلاق در شهر<br>*مشارکت و همکاری بالای نهادهای شهری<br>*حفظ تنوع زیستی<br>*کیفیت بالای هوا | *سهام بالای روزهای پاک در سال<br>*سهام بالای فضای سبز در شهر<br>*اختلاط کاربری در مناطق ۲۲گانه<br>*سهام بالای حمل‌ونقل عمومی در سفرهای روزانه شهر<br>*دورکاری کارمندان سازمان‌ها<br>*کاهش ترافیک شهری | *جمع‌آوری زباله‌های شهری (کیلوگرم سرانه)<br>*مصرف منابع زیرزمینی | *سرانه مصرف انرژی و *تمرکز تسهیلات و فعالیت‌های اقتصادی در تهران<br>*تغییر در الگوهای تولید و مصرف و شیوه زندگی مردم<br>*نظام برنامه‌ریزی پایین به بالا<br>*تجارت و صادرات کالاها به خارج از کشور<br>*نوآوری و ظهور فناوری‌های نو |                    |

با همکاری‌های نهادی و سازمانی و همین‌طور مشارکت واقعی شهروندان می‌توان در جهت پیشبرد اهداف تهرانی کم‌کربن حرکت کرد. در ادامه و در جدول (۷) راهبردها و راهکارهای پیش‌رو به منظور رسیدن به سناریوی مطلوب و تهرانی کم‌کربن قرار داده شده است.

(جدول ۷): راهبردها و راهکارهای مناسب جهت دستیابی به سناریوی منتخب

| حوزه       | متغیرها                 | راهبرد                                | راهکار   |
|------------|-------------------------|---------------------------------------|--|
| کالبدی     | کیفیت مطلوب محیط کالبدی | ارتقا فرم شهری فشرده                  | تعیین حداقل تراکم شهری برای نواحی جدید در حال توسعه شهری<br>تشویق و حمایت مالی به منظور بکارگیری از زمین‌های بایر داخلی شهر                        |
|            | مطلوبیت حمل‌ونقل شهری   | ارتقا استفاده بهینه از انرژی          | تبدیل ساختمان‌های عمومی به ساختمان‌های سبز<br>ایجاد سقف‌های سبز در پشت‌بام‌های ساختمان‌های عمومی   |
|            |                         | توسعه شهر تهران به صورت مراکز چندگانه | توزیع فعالیت‌های اداری و تجاری در چندین نقطه از شهر<br>استقرار ساختمان‌های وابسته به وزارت‌خانه‌ها در منطقه ۲۲                                     |
| محیط زیستی | تعادل اکولوژیکی         | مدیریت تقاضای انرژی                   | نصب پنل‌های خورشیدی در پشت‌بام ساختمان‌های عمومی<br>اخذ مالیات کربن از صنایع سنگین   |
|            | اجتماعی                 | عدالت اجتماعی                         | ارتقا بهداشت و سلامت<br>برابری شهروندی   |
| سیاسی      |                         | حکم‌روایی شایسته                      | ارتقای مشارکت و همکاری در تصمیم‌سازی‌های شهری  |
| اقتصادی    | کارایی اقتصادی          | ارتقای حمایت از مشاغل خرد و نوپا      | معافیت کارگاه‌های تولیدی صنایع دستی و استارت‌آپ‌ها از عوارض شهری<br>ایجاد کشاورزی شهری در مناطق ۲۲گانه به منظور اشتغال‌زایی و افزایش تولیدات داخلی |
|            |                         | افزایش دورکاری به دلیل شیوع کرونا     | بسترسازی مناسب جهت پوشش اینترنتی در تمامی مناطق شهری<br>برگزاری جلسات مجازی به منظور بررسی و نظارت بر روندکاری کارکنان و کارمندان                  |

در ادامه به ارائه مقالاتی پرداخته می‌شود که در زمینه شهرهای کم‌کربن و برنامه‌ریزی شهری هستند. یکی از مقالات، "شهرسازی کم‌کربن (خاستگاه، ایده، برنامه‌ریزی فضایی)"، ۱۳۹۶ است که هدف آن پرداختن به مفاهیم کلی شهر کم‌کربن و مراحل توسعه این شهرها بوده است. مقاله دیگری تحت عنوان "لزوم تمرکز بر توسعه شهرهای کم‌کربن در ساختار مدیریت شهری"، ۱۳۹۶ است که نقش مهم مدیریت شهری در پایداری و توسعه یافتگی زندگی شهری، تاکید بر استقرار یک برنامه جامع کاهش انتشار کربن در سطح شهرها می‌باشد که لازمه آن توسعه حمل‌ونقل عمومی، افزایش کارایی مصرف انرژی، تسهیل تامین منابع مالی پروژه‌های کاهش انتشار کربن، بهبود سیستم بازیافت از پسماندهای شهری است که بر نقش مدیریت شهری در اداره امور شهرها و گام برداشتن در مسیر شهر کم‌کربن می‌افزاید. همچنین در مقاله دیگری تحت عنوان ضرورت بکارگیری برنامه‌ریزی محیطی همکارانه در منطقه شش شهرداری تهران، ۱۳۹۲، کوششی در جهت کارآمدتر نمودن سیستم برنامه‌ریزی شهری در این منطقه ضمن معرفی رویکرد نوین و فراهم نمودن بستر به کارگیری برنامه‌ریزی محیطی همکارانه صورت گرفته است. به طور کلی، کمتر به مقوله شهر کم‌کربن در خلال برنامه‌ریزی همکارانه پرداخته شده است. در نتیجه موضوع پژوهش می‌تواند گامی مهم در راستای همکاری نهادها و موسسات به منظور رسیدن به شهر کم‌کربن بردارد.

### نتیجه‌گیری

پدیده گرمایش زمین و تغییرات آب‌وهوایی، در مقیاس‌هایی فراتر از شهر تهران و در واقع موضوع نگران‌کننده در مقیاس‌های جهانی است. و توجه به این تغییرات و کنترل دمای جهانی نیازمند برنامه‌ریزی‌های بلند مدت و پایدار است. در نتیجه اقدامات مقطعی و کوتاه مدت به تنهایی نمی‌تواند اثرات نامطلوب تغییرات آب‌وهوایی را کاهش دهد. از آن‌جا که پرداختن به موضوع تغییرات آب‌وهوایی، موضوعی جهانی می‌باشد، نیازمند نگرش‌های کل‌نگر و همکاری و مشارکت با دیگر شهرهای جهانی است. لذا تهران به عنوان پایتخت ایران برای این پژوهش برگزیده شد. زیرا طبق آمارهای جهانی، تهران ششمین شهر آلوده در جهان می‌باشد و این خود لزوم پرداختن به مسئله شهر کم‌کربن را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

در راستای رسیدن به شهری کم‌کربن، مشارکت و همکاری در بین سازمان‌ها و بخش‌های دولتی و غیردولتی پررنگ‌تر شد تا همگی در راستای رسیدن به هدفی یکپارچه (شهر کم‌کربن) در تلاش باشند. شاید اگر زمانی برنامه‌ریزی صرفاً از جانب نهادهای فرادست شهری اتفاق می‌افتاد، اکنون وقت آن رسیده است تا ارتباطات به صورت افقی و عمودی در کنار یکدیگر معنا پیدا کنند تا بتوانند برای پدیده‌های جهانی و بحران‌های محیط‌زیستی راه‌حلی کارا و بهینه برگزینند.

طبق بررسی‌های صورت گرفته، حمل‌ونقل شخصی مهم‌ترین نقش را در افزایش یا کاهش تغییرات آب‌وهوایی و انتشار آلاینده‌ها دارند. هرچه حجم سفرهای روزانه شهری افزایش یابد، ترافیک عبوری شهری افزایش یافته و به تبع آن انتشار آلاینده‌های شهری در جو افزایش می‌یابد. همچنین از آنجایی که صنعت خودروسازی در ایران به استانداردهای وضع شده، نزدیک نمی‌باشد و با آن فاصله‌ی زیادی دارد، انتشار آلاینده‌های شهری به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است.

هرچه سهم فضای سبز و باز در شهر بیشتر باشد، و این مساحت به صورت متعادل و متوازن در شهر تهران وجود داشته باشد، شهروندان می‌توانند در ساعات فراغت و آزاد خود از این فضاهای منطقه‌ی خود استفاده کنند و این عامل می‌تواند سفرهای درون شهری که به قصد تفریح انجام می‌شود را کاهش دهد. همچنین در این فضاها به منظور جذب شهروندان به حضورپذیری، می‌بایست شبکه‌ای یکپارچه از حمل‌ونقل موتوری و غیرموتوری فراهم شود.

برای دستیابی به شهر کم‌کربن می‌بایست کلیه نهادها و سازمان‌های شهری برای خود اهداف مشترک تعریف شده‌ای داشته باشند. ضمناً با توجه به اصول برنامه‌ریزی همکارانه (به اشتراک‌گذاری اطلاعات) مشارکت شهروندی از ارکان اصلی حرکت به سمت تهرانی کم‌کربن است. اگر آگاهی‌بخشی و اطلاع‌رسانی پیرامون مسائل محیط‌زیستی و نحوه تاثیرگذاری شهروندان در این مسیر، برای آن‌ها روشن شود، سازمان‌های مردم‌نهاد می‌توانند با همکاری با نهادهای بخش‌های دولتی و خصوصی در جهت پیشبرد اهداف همکاری و هماهنگی لازم را به عمل آورند.



در نهایت می‌توان با پیاده‌سازی راهبردهای ذکر شده در جهت تهرانی کم‌کربن حرکت کرد. در این راستا می‌بایست نهادهای شهری بایکدیگر مشارکت و همکاری داشته باشند و شهروندان نیز در تصمیم‌سازی‌های شهری نقشی فعال را ایفا کنند. به طور کلی در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و کالبدی پیشنهادات زیر مطرح می‌شود.

در بخش اقتصادی رشد استارت‌آپ‌ها و بخش‌های خرد اقتصادی با حمایت دولت و سازمان‌های خصوصی

در بخش اجتماعی ایجاد فضاهایی در پارک‌های شهری به منظور گردهم‌آیی افراد و ارائه نظراتشان پیرامون موضوعات روز شهری در بخش محیط‌زیستی اختصاص بودجه‌ی شهرداری به احداث پل‌های خورشیدی در سازمان‌های عمومی و ملزم ساختن صنایع شهری به کاشت گونه‌های مختلف گیاهی در اطراف کارخانه و کارگاه‌های شهری

در بخش کالبدی نیز نظارت شهرداری تهران بر جلوگیری از پراکنده‌رویی و توسعه بی‌رویه شهری

در بعد محیط‌زیستی می‌بایست تمامی نهادهای شهری در جهت ارتقای تعادل اکولوژیکی شهر حرکت کنند. به عنوان نمونه، سازمان محیط‌زیست شهری می‌بایست با گسترش همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی در جهت وضع استانداردهای مناسب برای فضاهای سبز شهری، شهری پایدار را پدید آورد. همچنین اعمال نظارت و دخالت قانونی برای پیشگیری و منع ورود آلاینده‌ها به منابع محیط‌زیستی شهر از وظایف مهم سازمان می‌باشد.

در کنار آن وزارت کشاورزی می‌بایست اقدامات و برنامه‌ریزی را اتخاذ کند تا از تغییر و تبدیل زمین‌های کشاورزی و جنگلی در شهر جلوگیری شود. در این راستا سازمان مراتع و جنگل‌داری نیز می‌بایست همکاری‌های لازم را به عمل آورد. وزارت نیرو نیز می‌بایست میزان انتشار آلاینده‌های صنایع را تعیین سازد و در جهت بهبود انرژی برای کاهش آلاینده‌ها بکوشد. به منظور کنترل جمعیت و جلوگیری از وارد آوردن فشار به منابع زیرزمینی شهر، وزارت راه‌وشهرسازی می‌بایست مراکز جمعیتی را تعیین و تعادل بین جمعیت و وسعت شهر را فراهم سازد. در ارتباط با اهداف سازمان حمل‌ونقلی کشور در راستای تعادل اکولوژیکی، توسعه حمل‌ونقل هوشمند و همکاری با سازمان محیط‌زیست و هواشناسی در راستای فعالیت‌های پایش وضعیت هوا باید در دستور کار این سازمان قرار بگیرد. علاوه بر این سازمان‌های ذکر شده، دیگر سازمان‌ها نظیر سازمان مدیریت و پسماند تهران، سازمان سرمایه‌گذاری و مشارکت‌های مردمی تهران، وزارت بهداشت و درمان، وزارت آموزش و پرورش، اداره آب و فاضلاب تهران، دفتر محیط‌زیست وزارت صنایع و معادن همگی می‌بایست در راستای هدف تعادل اکولوژیکی شهر گام بردارند. به همین علت، یعنی گستردگی همکاری‌ها، توسعه بعد فضایی پیدا کرده و همه‌ی ابعاد شهر را در برمی‌گیرد. تمامی این سازمان‌ها موظف به اطلاع‌رسانی دقیق به‌گونه‌های مختلف و افزایش مشارکت شهروندان در این اقدامات هستند. امید است با بهره‌گیری از این پژوهش بتوان در راستای تهرانی کم‌کربن گام برداشت.



## منابع

- باقری اعظم، م. (۱۳۹۴). لزوم تمرکز بر توسعه شهرهای کم کربن در ساختار مدیریت شهری، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات. (۱۳۹۵). *سالنامه آماری شهر تهران*
- سایت مرکز آمار
- شاهمحمدی، عاطفه؛ بیات، علی؛ مشهدی زاده ملکی، سعید. (۱۳۹۹). بررسی آلودگی هوای شهر تبریز با استفاده از برآوردهای دیاکسید نیتروژن سنجده اُمی، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۴، شماره ۷۱، ۲۱۹-۲۰۱.
- ضرابی، اصغر؛ عباسی، شایسته؛ مشکینی، ابوالفضل. (۱۳۹۹). ارزیابی توسعه پایدار شهری با تاکید بر رویکرد تاب‌آوری در سکونتگاه‌های غیر رسمی؛ مورد مطالعه سکونتگاه‌های غیر رسمی شهر سنندج، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۴، شماره ۷۴، ۱۳۳-۱۱۹.
- محمدعلیزاده‌فرد، الهام؛ میرموسوی، حسین؛ یاراحمدی، جمشید؛ فرجی، عبدالله. (۱۳۹۸). ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر بارش در مناطق فاقد آمار مشاهداتی با استفاده از بسته نرم‌افزاری CCT مطالعه موردی: حوضه دریان، *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۲۴، شماره ۷۳، ۳۲۳-۳۰۵.
- ملکی، الف، حق پرست، ف، عالی، ع. (۱۳۹۶). شهرسازی کم کربن (خاستگاه، ایده، برنامه ریزی فضایی)، *کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان*
- مهندسان مشاور پارس مسیرگستر. (۱۳۹۸). *گزیده آمار و اطلاعات حمل و نقل و ترافیک تهران ۱۳۹۷، سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران*، چاپ اول
- هدایتی فرد، م. (۱۳۹۲). ضرورت بکارگیری برنامه ریزی محیطی همکارانه در منطقه شش شهرداری تهران، *معماری و شهرسازی آرمانشهر*
- Agger, A., & Löfgren, K. (2008). Democratic assessment of collaborative planning processes. *Planning theory*, 7(2), 145-164.
- Aizebeokhai, A. P. (2009). Global warming and climate change: realities, uncertainties and measures. *International journal of physical sciences*, 4(13), 868-879.
- Allmendinger, P., Morphet, J., & Tewdwr-Jones, M. (2005). Devolution and the modernization of local government: Prospects for spatial planning. *European Planning Studies*, 13(3), 349-370.
- Baeumler, A., Ijjasz-Vasquez, E., & Mehndiratta, S. (Eds.). (2012). *Sustainable low-carbon city development in China*. World Bank Publications.
- Beatley, T., & Newman, P. (2013). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, 5(8), 3328-3345.
- Bojnec, Š., & Papler, D. (2011). Economic efficiency, energy consumption and sustainable development. *Journal of Business Economics and Management*, 12(2), 353-374.
- Colenbrander, S., Gouldson, A., Sudmant, A. H., & Papargyropoulou, E. (2015). The economic case for low-carbon development in rapidly growing developing world cities: A case study of Palembang, Indonesia. *Energy Policy*, 80, 24-35.
- Feliciano, M., & Prospero, D. C. (2011). Planning for low carbon cities: Reflection on the case of Broward County, Florida, USA. *Cities*, 28(6), 505-516.
- Gunton, T. I., & Day, J. C. (2003). The theory and practice of collaborative planning in resource and environmental management. *Environments*, 31(2), 5-20.
- Harris, S., Weinzettel, J., & Levin, G. (2020). Implications of low carbon city sustainability strategies for 2050. *Sustainability*, 12(13), 5417.
- Herring, H. (Ed.). (2012). *Living in a Low-carbon Society in 2050*. Springer.
- Huang, S. L., Lin, S. C., & Chan, Y. C. (2012). Investigating effectiveness and user acceptance of semantic social tagging for knowledge sharing. *Information processing & management*, 48(4), 599-617.
- Jangga, R., Ali, N. M., Ismail, M., & Sahari, N. (2015). Effect of environmental uncertainty and supply chain flexibility towards supply chain innovation: An exploratory study. *Procedia Economics and Finance*, 31, 262-268.



- Jensen, F., Baykal, A. (2018.), CPH 2025 climate plan, a green, smart and carbon neutral city, Copenhagen
- Kadoić, N., Begičević Redep, N., & Divjak, B. (2017, September). Decision making with the analytic network process. In Proceedings of the 14th International Symposium on Operational Research (pp. 180-186).
- Langhelle, O. (2000). Sustainable development and social justice: expanding the Rawlsian framework of global justice. *Environmental Values*, 9(3), 295-323.
- Lehmann, S. (Ed.). (2014). *Low carbon cities: Transforming urban systems*. Routledge.
- Leiter, R., Kalansky, J., Lowe, C., Ellsworth, S., Cayan, D., Engeman, L., ... & Benmarhnia, T. (2021). *Collaborative Planning for Climate Resilience*.
- Linnerud, K., & Holden, E. (2016). Five criteria for global sustainable development. *International Journal of Global Environmental Issues*, 15(4), 300-314.
- Luo, Y. (2017). Style Factor Timing. In *Factor Investing* (pp. 127-153). Elsevier.
- Ma, J., Hu, Q., Shen, W., & Wei, X. (2021). Does the Low-Carbon City Pilot Policy Promote Green Technology Innovation? Based on Green Patent Data of Chinese A-Share Listed Companies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3695.
- Madinda, A. S. "THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL ENVIRONMENT IN DEVELOPING COUNTRIES."
- Melander, L., & Tell, F. (2014). Uncertainty in collaborative NPD: Effects on the selection of technology and supplier. *Journal of Engineering and Technology Management*, 31, 103-119.
- Mella, P., & Gazzola, P. (2015). Sustainability and quality of life: the development model. *Enterprise and competitive environment; Mendel University: Brno, Czechia*.
- Mosaberpanah, M. A., & Khales, S. D. (2013). The role of transportation in sustainable development. In *ICSDEC 2012: Developing the Frontier of Sustainable Design, Engineering, and Construction* (pp. 441-448).
- Multnomah County, Bureau of planning and sustainability, innovation, collaboration and practical solutions, (2019). *Multnomah County 2017 Carbon Emissions and Trends*, city of Portland, Oregon
- National Research Council, and Climate Research Committee. (2005), *Radiative forcing of climate change: Expanding the concept and addressing uncertainties*. National Academies Press
- Niu, Z., Wang, S., Chen, J., Zhang, F., Chen, X., He, C., ... & Xu, L. (2013). Source contributions to carbonaceous species in PM<sub>2.5</sub> and their uncertainty analysis at typical urban, peri-urban and background sites in southeast China. *Environmental pollution*, 181, 107-114.
- Office of Sustainable Development, (2015), *Climate action plan summary for Portland*, Portland
- Ohshita, S., Zhang, J., Yang, L., Hu, M., Khanna, N., Fridley, D., ... & Zhou, N. (2017). *China Green Low-Carbon City Index*.
- Plan, C. A. (2016). *2050—Principles and Goals of the German Government's Climate Policy*; Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety: Berlin, Germany.
- Ramzy, O., El Bedawy, R., Anwar, M., & Eldahan, O. H. (2019). Sustainable development & good governance. *European Journal of Sustainable Development*, 8(2), 125-125.
- Reisinger, A., Meinshausen, M., Manning, M., & Bodeker, G. (2010). Uncertainties of global warming metrics: CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>. *Geophysical Research Letters*, 37(14).
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2013). *The analytic network process*. In *Decision making with the analytic network process* (pp. 1-40). Springer, Boston, MA.
- Schneider, S. H., & Kuntz-Duriseti, K. (2002). Uncertainty and climate change policy. *Climate change policy: a survey*, 53-87.
- Shahbazi, H., Hassani, A., & Hosseini, V. (2019). Evaluation of Tehran clean air action plan using emission inventory approach. *Urban Climate*, 27, 446-456.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2005). The collaboration index: a measure for supply chain collaboration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

- Sinding, K., Anex, R., & Sharfman, M. (1998). Environmental uncertainty, corporate strategy and public policy. *The graduate management review*, 1.
- Stimson, R. J., Stough, R., & Salazar, M. (2009). *Leadership and institutions in regional endogenous development*. Edward Elgar Publishing.
- Tahbaz, M. (2016). Environmental challenges in today's Iran. *Iranian Studies*, 49(6), 943-961.
- Tan, S., Yang, J., & Yan, J. (2015). Development of the low-carbon city indicator (LCCI) framework. *Energy Procedia*, 75, 2516-2522.
- Van der Heijden, J. (2016). Experimental governance for low-carbon buildings and cities: Value and limits of local action networks. *Cities*, 53, 1-7.
- Wang, W. M., & Peng, H. H. (2020). A fuzzy multi-criteria evaluation framework for urban sustainable development. *Mathematics*, 8(3), 330.
- Webster, M., Forest, C., Reilly, J., Babiker, M., Kicklighter, D., Mayer, M., ... & Wang, C. (2003). Uncertainty analysis of climate change and policy response. *Climatic change*, 61(3), 295-320.
- Whiteman, G., de Vos, D. R., Chapin III, F. S., Yli-Pelkonen, V., Niemelä, J., & Forbes, B. C. (2011). Business strategies and the transition to low carbon cities. *Business Strategy and the Environment*, 20(4), 251-265.
- Zandvoort, M., van der Brugge, R., van der Vlist, M. J., & van den Brink, A. (2019). Dealing with uncertainty in collaborative planning: developing adaptive strategies for the IJsselmeer. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(2), 248-265.
- Zhang, Y. (2016). *Low-carbon Indicator System-Sino: Evaluating Low-carbon City Development Level in China* (Doctoral dissertation, Universitätsbibliothek Duisburg-Essen).
- Zou, J. (2015, April). Construction of Evaluation Index System of supply logistics collaboration based on Supply-Hub. In *2015 International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering*. Atlantis Press.
- Zubelzu, S., & Fernández, R. Á. (2016). *Carbon Footprint and Urban Planning: Incorporating Methodologies to Assess the Influence of the Urban Master Plan on the Carbon Footprint of the City*. Springer.