

## تجویز چارچوب ساختار فضایی شهری کم کربن

محمدرضا حق جو<sup>۱</sup>، فاطمه علایی\*<sup>۲</sup>، سجاد فلاح زاده<sup>۳</sup>

- ۱- عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران، دانشجوی دکترای شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
- ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

پس از وقوع انقلاب صنعتی و برهم خوردن تعادل میان آلاینده‌های زیستی و پالاینده‌های طبیعی، آلودگی محیط زیست، به‌ویژه ورود بیش از اندازه کربن و مشتقات آن به زندگی بشر، توجهات را به سوی توسعه شهری کم کربن جلب کرد. بخش عمده‌ی مصرف و هدررفت انرژی و تولید آلودگی از شهرها منشأ گرفته، لذا اصلاح ساختار فضایی شهرها به‌عنوان بنیادی‌ترین نظم فکری شهر و مؤثر بر تمامی عملکردها و زندگی جاری آن، اصلاح ریشه مشکل به حساب می‌آید. بر مبنای یافته‌های مقاله، ساختار فضایی شهری، به‌عنوان نتیجه پراکنش انسان‌ها و فعالیت‌های اقتصادی در سطح فضا و تعامل میان آن‌ها، در دو حوزه اصلی بر تولید کربن و مصرف انرژی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم می‌گذارد: (۱) وجه مکانی جمعیت (در قالب سطوح ساخته‌شده مسکونی و تراکم) و (۲) حمل‌ونقل (در قالب تولید سفرهای روزانه). با در نظر گرفتن ساختار فضایی به‌عنوان سیستمی پویا، دو محیط درونی و بیرونی برای آن تعریف می‌گردد، لذا تجویز چارچوب ساختار فضایی شهری کم کربن، از طریق تدوین اصولی منطبق با هدف در این دو محیط و در قالب سه نظم فکری شامل کالبدی، کارکردی و ادراکی میسر خواهد شد. این دو عرصه کلی عبارت‌اند از: ویژگی‌های ذاتی (به‌عنوان محیط درونی شامل اندازه، شکل و ماهیت) و ویژگی‌های محیطی (به‌عنوان محیط بیرونی شامل چیدمان، جایگاه، موقعیت و سلسله‌مراتب). این چارچوب به سبب دارا بودن خاصیت انعطاف‌پذیری و جامع‌نگری در هر اقلیمی قابل کاربرد و اجراست. در این مقاله سعی شده ضمن بهره‌گیری از روش توصیفی و تجویزی و مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، با بررسی ساختار فضایی شهر و عناصر تشکیل‌دهنده آن، رابطه میان این ساختار و تولید کربن تبیین شده و سپس آنچه در این رابطه به کاهش و افزایش میزان انتشار کربن می‌انجامد، مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت ضمن توجه به تجربه شهر شنزن چین، چارچوبی جهت طراحی ساختار فضایی شهرها، شامل اصولی در جهت کاهش تولید کربن و مصرف انرژی ارائه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی، محیط‌زیست، ساختار فضایی شهر، کربن، چارچوب تجویزی، شهر شنزن

## ۱- مقدمه

شهرها از دیرباز بستر عمده تحولات زندگی بشر بوده‌اند و برحسب اهمیت و گستردگی موضوع، بسیاری از انگاره‌های مرتبط با زندگی وی را در خود جای می‌دهند. جاذبه‌های زندگی در شهر هم‌زمان با وقوع انقلاب صنعتی و به موازات افزایش شتابان جمعیت بشر چندین برابر شد. وقوع چنین هجوم جمعیتی در شرایطی که بسترهای شهری قدرت پذیرش آن را نداشت، سبب شد مفاهیم جدیدی که غالباً منفی بوده به زندگی شهری تحمیل شوند. آلودگی محیط‌زیست از جمله موضوعات مهمی است که به‌صورت جدی در این دوران متولد شد و با توجه به عواقب جبران‌ناپذیر آن برای سلامت انسان، به دغدغه‌های مهم تبدیل گشت. ریشه اصلی آلودگی محیط‌زیست را باید در شهرها جست‌وجو کرد، زیرا با توجه به اینکه اکنون (سال ۲۰۱۶) بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و بنا بر پیش‌بینی‌های سازمان توسعه صنعتی ملل متحد، انتظار می‌رود این نسبت تا سال ۲۰۵۰ به چیزی حدود ۲/۳ افزایش یابد، لذا شهرها قطب قابل توجه‌ای در مصرف انرژی و انتشار آلودگی به حساب می‌آیند و به‌عنوان مکانی شناخته می‌شوند که عمده اسباب مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست در بستر آن کشف و به‌کارانداخته می‌شوند. این اسباب عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی کاربری زمین، مدیریت هدررفت، استفاده از انرژی، حمل‌ونقل و مدیریت و ... . لذا در بحث کنترل آلودگی محیط‌زیست، توجه به مسائل شهری و دامنه گسترده تأثیر آن در اولویت قرار دارد. مسئله‌ای که امروزه در ادبیات شهرسازانه پررنگ شده، ناکارآمدی ساختار فضایی شهرهاست، که خود معلول عدم شناخت صحیح از عناصر آن و نحوه سازمان‌دهی و آرایش آن‌ها در فضا است. بسیاری بر این باورند که عدم کارکرد صحیح ساختار فضایی علت اصلی اغلب مشکلات امروز شهرنشینی بشر محسوب شده و ساماندهی آن به‌نوعی اصلاح ریشه مشکل است. از دیرباز صاحب‌نظران بسیاری به بررسی این ساختار به‌عنوان استخوان‌بندی اصلی شهر نگریسته و تعاریف گوناگونی از آن را مطرح نموده‌اند. بنابراین می‌توان ردپایی از نقش این مهم را در مسئله آلودگی محیط‌زیست نیز جست‌وجو نمود. پرواضح است که آلاینده‌های شهری متفاوتی کشف شده‌اند، اما در این میان توجه به کربن با توجه به آثار و پیامدهای متعدد آن، در اولویت موضوعی اغلب پژوهش‌هایی قرار گرفته که در زمینه کاهش آلودگی صورت می‌گیرند. در واقع دستیابی به راهکارهایی در جهت کنترل تولید کربن و کاهش خسارات و آسیب‌های ناشی از آن در راستای ایجاد فضای امن و راحت در شهرها و مجتمع‌های زیستی، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انسان امروز محسوب می‌شود. توسعه شهری با کربن کمتر در سال‌های اخیر توجه زیادی را از سوی کشورها و محققان مختلف به خود جلب نموده و هرکدام تفسیر متفاوتی از آن ارائه می‌دهند. این مفهوم کلی به شش شاخه و انگاره متفاوت تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از: انرژی با کربن کمتر، زندگی با کربن کمتر، اجتماعی با کربن کمتر، شهری با کربن کمتر، محله‌ای با کربن کمتر، توریستی با کربن کمتر و جهانی با کربن کمتر [۱]. حال این پرسش مطرح می‌شود که آیا رابطه‌ای میان ساختار فضایی شهر و تولید کربن وجود دارد؟ آیا با استفاده از شیوه‌ای خاص در چیدمان عناصر ساختار فضایی، می‌توان شهری طراحی نمود که در آن میزان تولید کربن و اثرات منفی آن تا حد هیچ تقلیل یابد؟ و در نهایت چارچوب تجویزی ساختار فضایی شهری با رویکرد تولید کربن کمتر دارای چه اصولی است؟ پاسخ به این سؤال اصلی، نوعی پرکردن خلأ موجود در عرصه شهرسازی محسوب می‌شود. تاکنون هیچ نظریه‌ی جامع و یکپارچه‌ای به اصلاح ریشه مشکل نپرداخته است. لذا ارائه چارچوب منعطف و جامع‌نگر کمکی برای اصلاح این اوضاع است. در این مقاله سعی شده ضمن بهره‌گیری از روش توصیفی و تجویزی و مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، با بررسی ساختار فضایی شهر و عناصر تشکیل‌دهنده آن، رابطه میان ساختار فضایی شهر و تولید کربن تبیین شده و سپس آنچه در این رابطه به کاهش و افزایش میزان انتشار کربن می‌انجامد، مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت ضمن توجه به تجربه شهر شنزن چین، چارچوبی تجویزی شامل اصولی بنیادین جهت طراحی ساختار فضایی شهر کم‌کربن ارائه می‌گردد.

## ۲- مفاهیم نظری

یکی از مهم‌ترین ارکان رسیدن به هدف، شناخت کامل و جامع از شرایط و مراحل پیش رو است. با پیروی از این الگو، محقق شدن هدف این پژوهش مستلزم اشرافی نسبتاً جامع بر جوانب گوناگون ساختار فضایی شهر، جهت تبیین درست رابطه

آن با تولید کربن است، این مهم خود مقدمه‌ای ضروری برای ارائه اصولی جهت طراحی ساختار فضایی شهری کم‌کربن محسوب می‌شود. لذا در این بخش مفاهیم فوق مورد بررسی قرار می‌گردد.

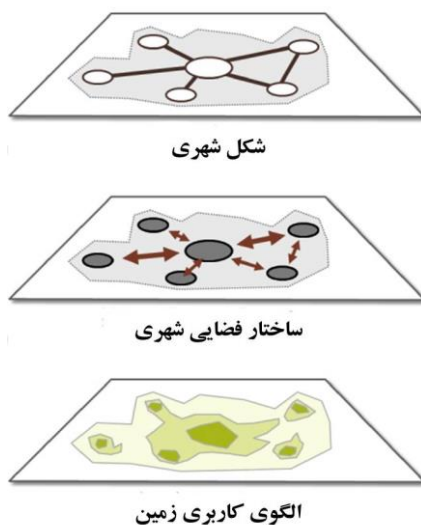
## ۲-۱- ساختار فضایی شهر و عناصر تشکیل‌دهنده آن

ساختار فضایی از جمله عبارات پرکاربرد در ادبیات شهرسازان به شمار می‌رود، که بر حسب گستردگی مفهومی و کاربردی، تاکنون تعاریف متعددی از آن ارائه شده است. هر یک از این تعاریف حاوی مفاهیم و ویژگی‌هایی است که عمدتاً برگرفته از نوع دیدگاه و تخصص ارائه‌دهنده آن است. نقطه قوت چنین تعدد معانی، پرداختن به ابعاد و جنبه‌های مختلف موضوع بوده که در نهایت به خوانشی جامع و درک بهتری از ساختار فضایی و عناصر تشکیل‌دهنده آن منجر می‌شود. تلاش است در این بخش به‌طور مختصر و خلاصه تعدادی از نظرات و تعاریف برجسته در این حوزه بیان شده، تا نظری متفق نسبت به مفهوم ساختار فضایی شهری و عناصر تشکیل‌دهنده آن حاصل شود.

مفهوم ساختار فضایی بر تعریفی انتزاعی و یا عمومی از پراکنش پدیده‌ها در فضای جغرافیایی دلالت دارد. از دیدگاه برخی از صاحب‌نظران، منظور از ساختار فضایی شهر، الگوهای کاربری اراضی، فرم، شکل و طرح بلوک‌های شهری و نحوه توزیع فعالیت‌ها، عناصر و اجزای ترکیب دهنده شهر است [۲]. هاگت در کتاب خود با عنوان «تحلیل مکانی در جغرافیای انسانی» نگرش جالبی از عوامل سازمان‌دهی یک منطقه یا شهر ارائه می‌دهد. وی پنج عامل مهم ساختار فضایی را در حرکت‌ها، شبکه‌ها، گره‌ها، سطح‌ها و مراحل انتشار در قالب یک مفهوم سلسله‌مراتبی می‌بیند [۳].

از دیدگاه نظریه‌پردازان نامی همچون دیوید کانتور و جان پانتر سازمان‌دهی یک فضا به سه عامل کالبد، عملکرد و معنای عناصر آن بازمی‌گردد [۴]. اگر سازمان‌دهی فضایی شهر را در واقع همان سازمان‌دهی استخوان‌بندی اصلی شهر بنامیم؛ استخوان‌بندی شهر مجموعه‌ای است مرکب از یک ستون فقرات و شبکه به‌هم‌پیوسته از کاربری‌ها و عناصر مختلف و متنوع شهری که شهر را در کلیت آن انسجام می‌بخشد و تار پودش در همه گستره شهر تا انتهای‌ترین اجزای آن یعنی محله‌های مسکونی امتداد می‌یابد. این مجموعه، شالوده، سازمان فضایی- کالبدی شهر و اجزای داخلی آن بوده و مبین خصوصیات کلی شهر است [۵].

یکی دیگر از نظریه‌پردازان ساختار فضایی شهر که به ارائه نقطه نظرات خود پرداخته، ادموند بیکن بوده که به اعتقاد وی شهر از دو قسمت تشکیل شده است: قسمت اصلی و قسمت فرعی. وی معتقد است به دلیل اندازه و وسعت جغرافیایی شهرهای امروزی، طراحان قادر به طراحی هم‌زمان کل شهر نیستند. چنانچه طراح به‌جای طراحی کل شهر تنها شبکه ارتباطی و ساختمان‌های اصلی آن را طراحی کند، شهرها قابلیت انعطاف، گسترش و اصلاح را خواهند یافت [۶]. اما در تعریفی جامع‌تر رودریگه و دیگران مفهوم شکل شهری و ساختار فضایی شهری را بیان می‌کند؛ به مجموعه‌ای از روابط برخاسته از شکل شهر و تعاملات اصلی مردم، جریان کالا و اطلاعات اطلاق می‌شود. همچنین بیان می‌دارند ساختار فضایی شهر به‌طور اساسی شامل موقعیت فعالیت‌های مختلف به‌علاوه روابط میان آن‌ها است [۷]. بنابراین همان‌گونه که در ادبیات شهرسازی بر آن تأکید ویژه شده است، ساختار فضایی شهر نتیجه‌ی پراکنش انسان‌ها و فعالیت‌های اقتصادی در سطح فضا است. پراکنش فعالیت‌های اقتصادی که گاهی «شکل شهری» نامیده می‌شود، با تعاملات شهری مرتبط است که این دو در ترکیب با یکدیگر به تشکیل ساختار فضایی می‌انجامند [۸].



شکل ۱: شکل شهری، ساختار فضایی و الگوی کاربری زمین [۸]

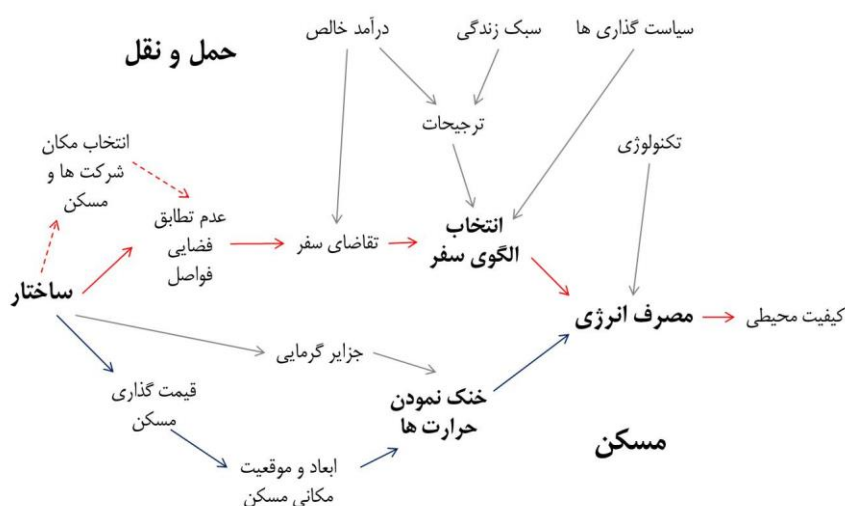
همچنین فعالیت‌های موردنظر را می‌توان در قالب عناصر استراتژیک شهری شامل مراکز (نظیر مراکز فعالیتی در مقیاس شهر، منطقه، ناحیه و محله)، محورها (سیستم‌های حمل‌ونقل، شبکه دسترسی و محورهای اکولوژیکی) و پهنه‌ها (سکونت، تجاری، فضاهای سبز و همچنین تراکم) بخش‌بندی نمود [۹]. در واقع مراکز با تمرکز فعالیت‌های اقتصادی، نوعی هسته‌ی اقتصادی سیستم فضایی محسوب شده و برای سایر نواحی منطقه عملکرد لازم را فراهم می‌کنند [۱۰]. بهزاد فر و برین به نقل از ذکاوت [۱۱] با تعریف ساختار فضایی تحت عنوان عناصر اصلی شهر و ارتباطات آن، عناصر اصلی را به بدین شرح بیان نموده‌اند؛ محورهای مجهز شهری، محورهای فعالیت انسانی، اندام‌های طبیعی و کیفیت‌های اکولوژیک، نشانه‌های شهری، تجمع‌های ارتفاعی و کالبدی، گره‌ها و فضاهای شهری مهم، محورهای اصلی شهر، حوزه‌های تاریخی و دروازه‌های شهر [۱۲]. بنابراین با تأمل در مفاهیم مذکور و رسیدن به یک تعریف نسبتاً جامع، می‌توان بیان نمود ساختار فضایی یک شهر عبارت است از نحوه‌ی ترکیب، چیدمان و آرایش فضایی فعالیت‌های شهری به سه شکل عناصر کانونی، محوری و پهنه‌ای در غالب نظام سلسله‌مراتب عملکردی شهری (شهری، منطقه‌ای، ناحیه‌ای، محلی) و تعامل فضایی میان این عناصر در سطح زمین [۱۳] که محتوای عناصر شامل کلیه موارد ذکر شده‌ی فوق می‌شود.



شکل ۲: عناصر ساختار فضایی به همراه ویژگی‌های حاکم بر تعیین کیفیت آن (نگارندگان)

## ۲-۲- تبیین رابطه فرآیند تولید کربن در شهر با ساختار فضایی آن

مخازن جهانی انرژی با سرعت فزاینده‌ای رو به نابودی و زوال است. به‌زودی ذخایری نیز که بهره‌برداری از آن‌ها دشوار است، در مرکز توجه قرار خواهند گرفت. فرسایش این ذخایر منجر به کمبود واقعی و یا فقدان منابع می‌شود که نتیجه آن کشمکش‌های اقتصادی و حتی نظامی است. پرواضح است زندگی کنونی ما بر استفاده از منابع نسل‌های آینده استوار است. یکی از نتایج این امر آلودگی هوا و مشکلات ناشی از انباشت دی‌اکسید کربن در جو بوده که در ۱۲۵ سال گذشته تمرکز آن در اتمسفر افزایش ۳۵ درصدی داشته است. از آنجایی که عمده آلودگی جهانی در نواحی شهری متمرکز است، بنابراین شهرها به‌عنوان جایی شناخته می‌شوند که باید توسعه پایدار را در آن‌ها جست‌وجو کرد، به عبارتی شهرها زمینه هر اقدامی هستند که در نهایت به کاهش میزان انتشار دی‌اکسید کربن منجر می‌شود [۱۴]. از سویی دیگر طبق تعاریف برآمده از ساختار فضایی به‌عنوان استخوان‌بندی و شالوده اصلی هر شهر اثرگذاری آن بر تمامی جوانب فیزیکی و غیر فیزیکی یک شهر مشهود است، لذا طبق مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته پیوندی مستحکم میان این دو موضوع نیز یافت شده که بر دو محور اصلی انتشار آلاینده‌ها استوار است؛ ۱- محیط ساخته‌شده به‌ویژه مسکن و ۲- حمل‌ونقل.



شکل ۳: ارتباط میان ساختار فضایی و مصرف انرژی [۹]

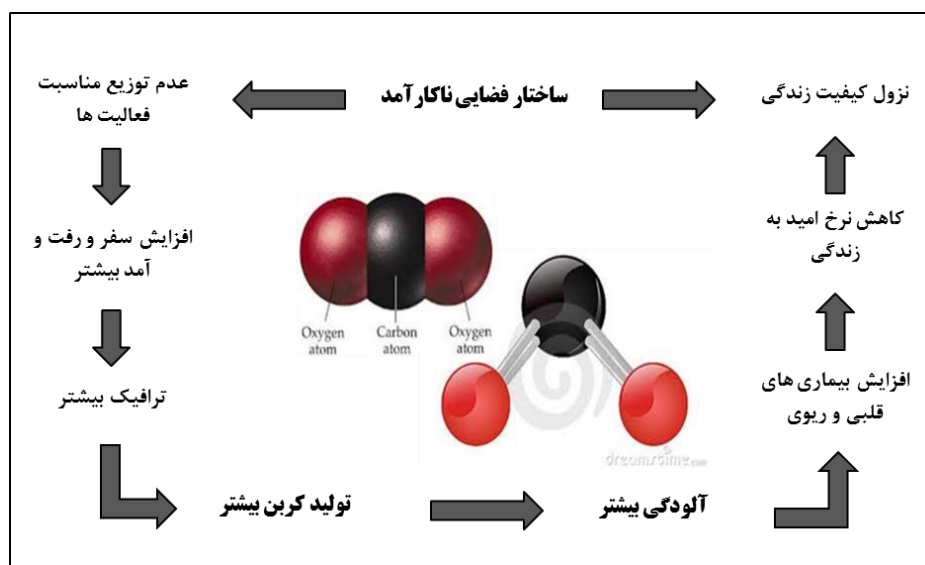
در بخش اول، ساختار فضایی پدیده‌ای مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها از مناطق مسکونی، که به «جزایر گرمایی» مشهورند، به شمار می‌آید. بنابر تعاریف، جزایر گرمایی شهری به مناطق شهری اطلاق می‌شود که نسبت به مناطق اطراف خود به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای گرم‌ترند [۱۵]. اوینگ و رانگ [۱۶] معتقدند که ساختار فضایی می‌تواند از سه روش بر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها تأثیر گذارد [۹]:

- روش نخست، اثرات ناشی از پدیده جزایر گرمایی شهری است. در اثر این پدیده که در شهرهای بزرگ و متراکم رایج‌تر است، افزایش دمای محلی منجر به افزایش تقاضای انرژی جهت سرمایش در فصل تابستان و کاهش آن جهت گرمایش در فصل زمستان می‌شود.
- روش دوم، اندازه و نوع خانه‌ها است. در شهرهای متراکم‌تر خانه‌ها به کوچک‌تر بودن گرایش داشته و به شکل آپارتمان‌های چندطبقه‌ای وجود دارند. این‌ها دو عاملی هستند که سبب می‌شوند چنین مناطقی در دسته مصرف انرژی کمتر طبقه‌بندی شوند. این در حالی است که مناطق شهری پراکنده، خانه‌ها در سایزهای بزرگ‌تر (مطابق با هزینه زمین قابل تأمین) و به شکل جدا و یا نیمه جدا وجود دارند. اما از آنجاکه ساختمان‌های نوساز، مناطق شهری پراکنده را شکل می‌دهند، لذا به لحاظ مصرف انرژی نسبت به مناطق مرکزی متراکم که ساختمان‌ها قدیمی‌ترند، کارآمدتر محسوب می‌شوند. بنابراین در یک برآیند کلی، نمی‌توان تأثیر نهایی را به‌دقت سنجید و نتیجه گنگ است.

• روش سوم، انتقالات الکترونیکی و تلفات ناشی از پراکندگی است که در مناطق پراکنده بیشتر وجود دارد. در بخش دوم، از دیدگاه برتو ساختار فضایی یک شهر از دو طریق بر اقلیم و هوای آن تأثیر دارد. اولاً به این دلیل که برخی از ساختارهای فضایی سفرها را کوتاه کرده، در نتیجه نیاز به انرژی و در پی آن آلودگی شهر را کاهش می‌دهد و ثانیاً به این دلیل که برخی فرمها از دیگر فرمها پیچیده‌تر و فشرده‌ترند، آنها فشار کمتری را بر محیط طبیعی اطراف و پیرامون شهرها وارد می‌کنند [۱۷]. در طرح تهران ۸۰٪ از دیدگاه برتو سه هدف اولویت‌دار که توسط شهرداری تهران مطرح شده است، مستقیماً با ساختار فضایی شهر تهران پیوند خورده بود که عبارت‌اند از:

- کاهش آلودگی
- بهبود کارایی سیستم حمل‌ونقل
- توسعه امکانات و تسهیلات فرهنگی شایسته یک پایتخت منطقه‌ای بزرگ

از دیدگاه وی سه خصوصیت عمده‌ای که ساختار فضایی شهرها را مشخص می‌کند عبارت‌اند از: مصرف سرانه زمین، توزیع فضایی جمعیت (تراکم) در نواحی ساخته‌شده و الگوهای روزانه درون‌شهری [۱۸]. وی بیان می‌کند که به‌منظور تشریح تعداد و طول سفرهای روزانه درون‌شهری و مصرف انرژی حاصل از این سفرها، شاخص‌های توزیع فضایی جمعیت و تراکم فعالیت‌ها و سفرهای درون نواحی شهری از میانگین تراکمی مهم‌تر می‌باشند. در نتیجه آنچه منجر به تولید آلودگی هوا و انتشار آلاینده‌ها در کلان‌شهرها می‌گردد سفرهای اضافی درون‌شهری است که به دلیل توزیع نامناسب مراکز کار و فعالیت و در نتیجه توزیع نامناسب جمعیت در شهر تولید می‌شود. بنابراین تولید کربن به‌عنوان عامل اصلی آلودگی در کلان‌شهرها به‌ویژه ایران ناشی از چرخه‌ی معیوبی است که بسیار از ساختار فضایی شهرها از آن تأثیر پذیرفته‌اند. این چرخه در شکل ۴ حاوی بیان مسئله مورد بحث است.



شکل ۴: چرخه ارتباط ساختار فضایی ناکارآمد با تولید کربن بیشتر و نزول کیفیت زندگی (نگارندگان)

### ۳- تجربه شهر شنزن چین<sup>۱</sup>

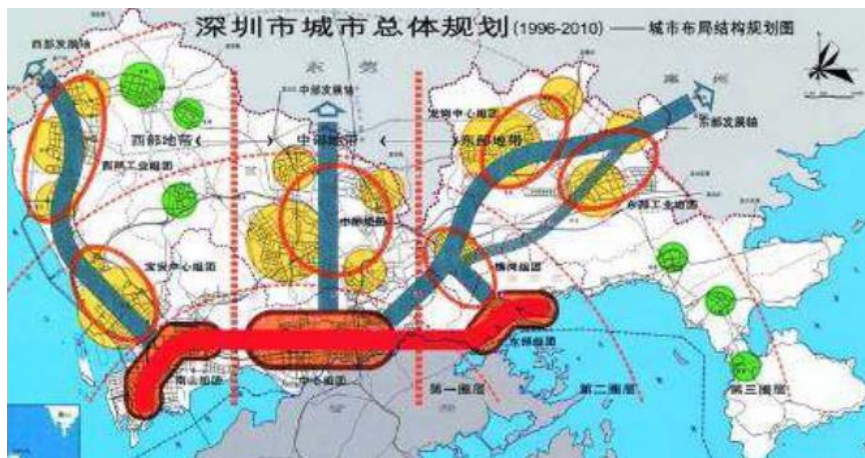
شنزن شهری در چین است که به‌سرعت و در زمانی کمتر از ۳۰ سال، از یک شهر حاشیه‌ای کوچک با جمعیت حدود ۲۰۰۰۰ نفر به یک کلان‌شهر عظیم تبدیل شد، نقش مهمی را در دلتای رودخانه مروارید و همچنین آسیای جنوبی ایفا می‌کند. اما این فرآیند سریع شهری شدن، مشکلات فراوانی را نظیر کمبود زمین، کمبود منابع آبی، نابودی محیط‌زیست، انتشار دی‌اکسید

<sup>۱</sup> کلیه اطلاعات شهر شنزن از مقاله "Spatial planning in Shenzhen to build a low carbon city" به نگارش لو ژیا [۱۹] خلاصه شده است.

کربن و... به همراه داشته است. به منظور حل چنین مشکلاتی شهر شنزن، به طراحی ساختار فضایی شهری با رویکرد کربن کمتر اقدام نموده است.

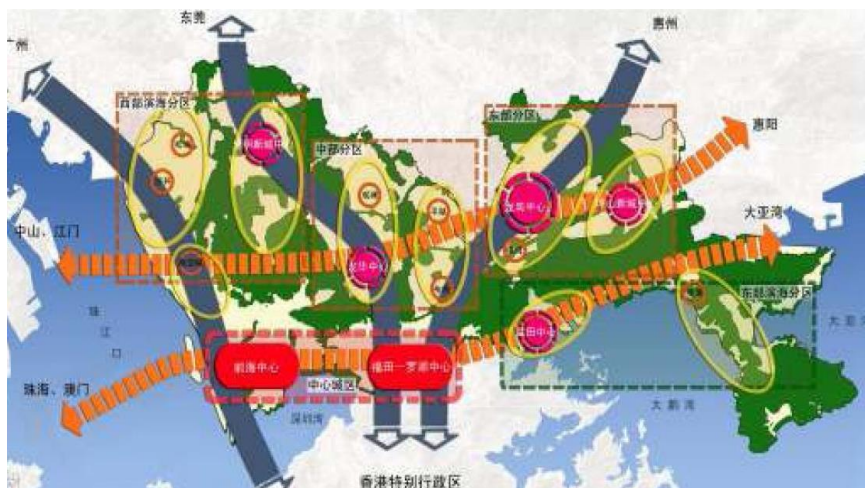
### ۳-۱- ساختار فضایی فشرده و مرتجع

بررسی‌های صورت گرفته بر الگوی ساختار فضایی شهر شنزن گواه است که الگوی طراحی شده در طرح جامع سال ۱۹۹۶، در چارچوبی یکپارچه الگوی توسعه را ارائه داد، که شامل ۳ محور شرق به غرب و منطقه‌های خاص اقتصادی به‌عنوان مرکز اصلی بوده است. این الگو نه تنها سازگار با توپوگرافی طبیعی زمین بوده بلکه به استفاده بهینه منابع از طریق طراحی محورها و مراکز نیز توجهی خاص داشته است. الگوی ساختار فضایی مذکور در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵: ساختار فضایی شهر شنزن. ۱۹۹۶-۲۰۱۰ (طرح جامع شهر شنزن. ۱۹۹۶-۲۰۱۰)

با افزایش چشمگیر رشد جمعیت خارج از آکس‌های طراحی شده، آن‌ها به شبکه‌ای فضایی تبدیل و مراکز متراکم‌تر از قبل شدند. در برابر این رویداد، در طرح جامع جدید شهر شنزن، کمربندهای توسعه شمالی و جنوبی به طرح‌های فضایی اصلی بدل شده و مراکز در یک نظام سلسله‌مراتبی توسعه و سامان یافتند. الگوی ساختار فضایی مذکور در شکل ۶ ارائه شده است. با وجود توسعه متراکم‌تر در این الگو، طرح مذکور از قدرت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری بیشتری برای سازش با نیازهای توسعه آتی برخوردار است.



شکل ۶: ساختار فضایی شهر شنزن. ۲۰۰۹-۲۰۲۰ (طرح جامع شهر شنزن. ۲۰۰۹-۲۰۲۰)

### ۳-۲- محدودیت مرزهای خطوط اکولوژیکی به منظور دستیابی به امنیت اکولوژیکی

خطر شهرنشینی سریع و افزایش میزان تولید کربن، طراحان را به تفکر راجع به طراحی محدودیت مرزهای خطوط اکولوژیکی شهر وا داشت که مرزبندی رشد شهری<sup>۲</sup> نامیده شد. دولت محلی در سال ۲۰۰۵ این خطوط کنترل را تصویب کرد. بر اساس این مصوبه، قریب به نصف زمین‌های ناحیه شنزن به‌طور دائمی ممنوع از توسعه اعلام شدند. قلمرو خطوط اکولوژیکی شهر شنزن در شکل ۷ ارائه شده است. در راستای این امر شنزن دارای نوعی امنیت اکولوژیکی شد. علاوه بر آن خطوط آبی و صورتی نیز در برنامه‌ریزی شهری به‌منظور حمایت از نظارت بر منابع آبی و کنترل آثار فرهنگی و تاریخی قابل احترام مورد طراحی واقع شد.



شکل ۷: قلمرو خطوط اکولوژیکی شهر شنزن (طرح قلمرو خطوط اکولوژیکی شهر شنزن)

### ۳-۳- بهینه‌سازی کاربری زمین از طریق منطقه‌بندی تراکمی و نوسازی شهری

استفاده بیش‌ازحد و نامناسب از انرژی عامل اصلی تولید کربن به شمار می‌آید. در طرح جامع شنزن منطقه بندی تراکمی به‌عنوان سازمان‌دهی بهینه کاربری زمین مورد هدف واقع شد. قانون اصلی در این منطقه‌بندی حفظ پایداری آن از طریق ساختار شهری و خصوصیات فیزیکی و محیط اقتصادی - اجتماعی است. بر اساس این منطقه بندی هر سه منطقه از تراکم کم تا تراکم بالا تقسیم‌بندی شد. ناحیه حفاظت اکولوژیکی، ناحیه پیرامونی و ناحیه هسته اصلی شهری.

### ۳-۴- خلق محیط زندگی سبز: سیستم سبز شهری

زمین‌های سبز شهری جاذب طبیعی کربن دی‌اکسید به شمار می‌آیند. یک سیستم سبز اگر به‌درستی طراحی شود، تأثیر قابل توجهی بر کاهش میزان انتشار دی‌اکسید کربن و کاهش پدیده گازهای گلخانه دارد. شنزن اولین طرح سیستم سبز شهری را در سال ۲۰۰۲ به اتمام رسانید. طرح سیستم سبز پس از مدتی به تئوری و فلسفه منطقه بندی اکولوژیکی گرایش پیدا کرد. همچنین برای همبستگی داخلی و درعین حال تنوع عملکردی سیستم اکولوژیکی برتری ویژه‌ای قائل شد و به فراهم آوردن زمین‌های سبز عمومی اهتمام ورزید. بر پایه طرح سنتی پارک شهری، طرح سیستم سبز شهری شنزن نوعی سلسله‌مراتب متشکل از سه سطح پارک شامل پارک حومه‌ای، شهری و محلی را ایجاد می‌کند. این سلسله‌مراتب نه تنها فضای مطبوع و لذت بخشی را برای ساکنان به ارمغان می‌آورد بلکه به‌عنوان نواحی پالاینده ایفای نقش می‌کند. طرح سیستم سبز شهری شنزن در شکل ۸ ارائه شده است.

<sup>۲</sup> urban growth boundary





شکل ۸: طرح سیستم سبز شهری طرح جامع شنزن (طرح جامع شهر شنزن. ۲۰۰۹-۲۰۲۰)

### ۳-۵- الگوی طرح ترافیکی دوستانه محیط زیست

الگوی سازمان دهی ترافیک شهری به دلیل اینکه به عنوان مصرف کننده انرژی و تولیدکننده انواع گازها شناخته می شود، ارتباط تنگاتنگی با ساختار فضایی شهری با کربن کمتر دارد. با ارتقا کیفیت زندگی در شنزن، استفاده از اتومبیل هرساله افزایش یافت و به تبع آن مشکلات عظیم ترافیکی و آثار ناشی از آن در شهر به وجود آمد. در راستای حل این مشکلات، طرح ساماندهی ترافیکی و طرح جامع شنزن سیاست هایی را ارائه دادند که بدین شرح است. آن ها توسعه حمل و نقل عمومی را در اولین اولویت خود قرار دارند. سپس توسعه حمل و نقل مسافر و پیاده را به عنوان محور اصلی، ترافیک عمومی را به عنوان بخش اصلی و سایر مدهای حمل و نقلی را به عنوان بخش کمکی ساماندهی کردند. بر این اساس دستاورد این طرح در افق ۲۰۲۰ منجر به تحقق هدف شهری با کربن کمتر خواهد شد.

### ۴- چارچوب تجویزی ساختار فضایی شهری با کربن کمتر

ساختار فضایی شهری به عنوان یک سیستم، بیانگر اصل وحدت در عین کثرت و کثرت در عین وحدت است، لذا بررسی منفک عناصر و تجمیع آنچه به دست می آید، جهت طراحی ساختاری نظام مند ضروری است. بنابراین بررسی اصول تولید کربن کمتر در نظام کانون ها، محورها و پهنه ها به عنوان اجزای اصلی ساختار فضایی شهر در تجویز چارچوب ساختار فضایی شهری کم کربن الزامی است. اما بررسی جزئیات موارد مذکور خارج از حوصله این پژوهش است. در این مرحله سعی شده ضمن توجه به اصول مذکور، مدلی تئوریک، در دو عرصه ویژگی های ذاتی و محیطی و در قالب سه نظم فکری شامل کالبدی، کارکردی و ادراکی بررسی و تدوین شود. این تئوری برگرفته از نظریه سیستم ها بوده و ساختار فضایی شهر را یک سیستم پویا در نظر می گیرد. بدین ترتیب عرصه ویژگی های ذاتی، همان بررسی محیط درون سیستمی بوده، که در سه بخش اندازه، شکل و ماهیت مورد بررسی قرار گرفته است؛ و عرصه محیطی شامل مباحث چیدمان، جایگاه، موقعیت و سلسله مراتب در واقع نگاهی به محیط بیرونی سیستم است [۲۰]. با تمرکز بر این اصول و در نظر گرفتن ساختار فضایی شهر به عنوان بنیادی ترین نظم فکری حاکم بر آن، تجویز چارچوب مربوطه کاربست تمامی یافته های استخراج شده در مسیر پژوهش است. در این راستا اصول سازماندهی عناصر ساختار فضایی در قالب طراحی چارچوب تجویزی، تجمیع و ترکیب شده و راهنمای طراحی ساختار فضایی شهری با کربن کمتر محسوب می شود. این چارچوب به سبب دارا بودن خاصیت انعطاف پذیری و جامع نگری در هر اقلیم و شرایطی قابل کاربرد و اجراست. جدول ۱ و ۲ بیان تصویری چارچوب تجویزی ساختار فضایی شهری کم کربن است.

جدول ۱: چارچوب تجویزی ساختار فضایی شهری با تأکید بر رویکرد تولیدکرین کمتر (نگارندگان)

راهنبرد سازماندهی	هدف	اصول	
		عرصه	
تعیین اندازه شهر بر اساس محدودیت مرزهای خطوط اکولوژیکی به منظور دستیابی به امنیت اکولوژیکی	تجویز اندازه بهینه شهر با تأکید بر ساختار فضایی شهری با کرین کمتر	اندازه	ویژگی های ذاتی
تجویز اندازه بهینه کانون های شهری بر اساس تخمین شدت مراجعه و احتساب سرانه لازم برای کانون های عملکردی			
تجویز اندازه بهینه محورها با رعایت استانداردهای طولی و عرضی گذرها با توجه به نوع و حجم تردد			
تجویز اندازه بهینه پهنه های شهری بر اساس تخمین شدت استفاده و تعیین سرانه استاندارد برای کاربری های موجود در پهنه متناسب با آن			
تعیین الگوی غالب شکلی شهر در تجویز تعداد و نوع کانون ها، محورها و پهنه های شهری	ساماندهی کالبدی و شکلی شهر با تأکید بر ساختار فضایی شهری با کرین کمتر	شکل	
رعایت اصل مرکزیت درون کانونی و تقویت کالبدی و کارکردی آن			
رعایت پیوستگی شکلی و هم خوانی بافت با بافت های مجاور			
بلوک بندی پهنه ها با در نظر گرفتن اصل نفوذپذیری و رعایت تنوع عملکردی آن ها			
بهسازی، نوسازی و بازسازی بافت های فرسوده ی کالبدی			
ایجاد خوانایی، ادراک بصری و حس دعوت به فضا			
محموریت استاندارد در فضا به منظور ایجاد سر زندگی و پویایی فضایی			
طراحی مسیرها و گذرهای پاک			
طراحی گذرها منطبق با هدف کاهش سفرهای آلاینده			
تقویت مسیرهای پیاده و پیاده راه ها			
بهسازی کارکردهای شهری و نوسازی کارکرد های عناصر شهری منطبق با الگوی کرین کمتر	القای مفهوم عملکردهای شهری کم کرین به شهر و عناصر شهری	ماهیت	
تنظیم ساختار فعالیتی درونی کانون های شهری بر اساس ماتریس های سازگاری ، ظرفیت، مطلوبیت و وابستگی			
تدوین ضوابط و قوانین کنترل بر اساس ماهیت کارکردی هر کانون			
تجمیع و تمرکز کاربری های یک مرکز عمومی در یک فضای مرتفع و طبقاتی			
تقویت نقش پذیری هر محور بر اساس تضعیف دسترسی های زاید به محورها اصلی و تقویت کاربری های اصلی جداره راه های عملکردی			
ساماندهی لبه های مصنوع و کاهش شکاف حرکتی میان بافت های آرام سرعت			
طراحی و ضابطه بندی محورها شهری در جهت کاهش حجم و زمان سفر های شهری			
نظارت و کنترل دائمی بر گذرهای شهری			
تنظیم ساختار درون فعالیتی هر پهنه با برقراری تعادل میان نیاز ساکنان و متقاضیان با کارکرد پهنه ها			
طراحی فضاهای بالاینده و باز در هر پهنه			

جدول ۲: چارچوب تجویزی ساختار فضایی شهری با تأکید بر رویکرد تولید کربن کمتر (نگارندگان)

راهبرد سازماندهی	هدف	اصول	
		عرصه	ویژگی های محیطی
رعایت فاصله متناسب بین کانونی براساس تنظیم شعاع عملکردی هر کانون	استقرار و چیدمان صحیح عناصر شهری منطبق بر تولید کربن کمتر	چیدمان	
رعایت سلسله مراتب عملکردی و ارتباطی محورها بر اساس حجم تردد و کاربری های اطراف			
تبیین و تعیین عملکرد خاص هر پهنه و پهنه های مکمل آن بر اساس تبیین پهنه های متناسب با نیاز فضایی شهر و ساکنان به عنوان پهنه مکمل سکونت			
توجه به اصل سهولت دسترسی در چیدمان هر یک از عناصر	ساماندهی همجواری شهر و عناصر شهری بر اساس الگوی کاهش تولید کربن	موقعیت	
تبیین جایگاه شهر در الگوهای اقلیمی و آب و هوایی جهت تفویض کارکرد های صحیح به شهر			
تبیین شهرها و مراکز جمعیتی همجوار به منظور تعیین فعالیت ها و نیازهای شهری			
سازگاری استقرار عناصر کانونی، محورها و پهنه های شهری با طبیعت			
تبعیت نحوه استقرار عناصر از عوارض طبیعی زمین مانند شیب، توپوگرافی	برقراری هارمونی کالبدی و ساختاری شهر با فضای درونی و بیرونی شهر در جهت کاهش آلودگی	جایگاه	
تعیین فاصله استاندارد هر یک از عناصر تا عوارض طبیعی جهت جلوگیری از آلودگی آن ها و همزمان بهره گیری از خاصیت پالایندگی هر کدام			
بهره گیری از پتانسیل عوارض طبیعی جهت تقویت کارکرد پهنه ها با رعایت الزامات کاهش آلودگی			
تبیین جایگاه شهر در نظام تقسیمات سیاسی کشوری در جهت اجرای صحیح احکام فرادست	برقراری نظام سلسله مراتب عملکردی در شهر	سلسله مراتب	
تبیین نقش غالب شهر در جهت سازماندهی کارکرد های شهری و تامین نیازهای ممکن			
برقراری نظام سلسله مراتب کانون های شهری بر اساس نوع و شدت عملکرد			
برقراری نظام سلسله مراتب محوره های شهری بر اساس نوع و حجم تردد	کالبدی و عملکردی در شهر		
برقراری نظام سلسله مراتب پهنه های شهری بر اساس نوع و شدت عملکرد			

## ۵- جمع بندی و نتیجه گیری

مباحث مطروحه در این مقاله بیانگر آن است که طرح ساختار فضایی شهر کم کربن توانسته است خود را از دیدگاهی نظری به عرصه عملی کشانده و مثمر به ثمر واقع شود. نتایج بررسی ها نشان می دهد با تعریف ساختار فضایی به عنوان «نحوه ترکیب، چیدمان و آرایش فضایی فعالیت های شهری به سه شکل مراکز (نظیر مراکز فعالیتی در مقیاس شهر، منطقه، ناحیه و محله)، محورها (سیستم های حمل و نقل، شبکه دسترسی و محوره های اکولوژیکی) و پهنه ها (سکونت، تجاری، فضاهای سبز و همچنین تراکم) در غالب نظام سلسله مراتب عملکردی شهری (شهری، منطقه ای، ناحیه ای، محلی) و تعامل فضایی میان این عناصر در سطح زمین»، وجود پیوندی مستحکم میان این ساختار و تولید کربن و بررسی تجربه ی شهر شنز، جهت کاهش آلاینده ها به ویژه کربن می بایست در دو حوزه ی اصلی وجه مکانی جمعیت و حمل و نقل سیاست های بسیار مهمی تدوین گردد.

- وجه مکانی جمعیت که خود را در غالب پهنه های مصرف زمین مسکونی، میزان سطوح ساخته شده و تراکم شهری نشان می دهد می بایست دارای تعادل با فضاهای سبز، باز و اکولوژیک بوده و به سوی فشردگی گرایش پیدا کنند تا از مصرف انرژی و تشکیل جزایر گرمایی کاسته شود.
- در حوزه ی حمل و نقلی که بیشترین مصرف انرژی و تولید آلاینده ها به خود اختصاص می دهد، ساختار فضایی می بایست ساختاری باشد که از میزان تولید سفرهای روزانه بکاهد و این امر جز با توزیع مناسب و متعادل سلسله مراتبی از مراکز کار و فعالیت و توسعه حمل و نقل عمومی محور به ثمر نمی رسد.

بنابراین ارائه چارچوبی تجویزی، انعطاف پذیر و جامع نگر که جمع بندی از اصول فوق را ارائه داده، و در هر اقلیم و شرایطی قابل کاربرد و اجرا باشد، گامی جدید و مؤثر است. با توجه به اینکه ساختار فضایی شهر یک سیستم پویا بوده و بنابر نظریه

سیستمی دارای دو محیط بیرونی و درونی است، بدین ترتیب چارچوب تجویزی در این پژوهش در دو عرصه‌ی ویژگی‌های ذاتی (به‌عنوان محیط درونی شامل اندازه، شکل و ماهیت) و ویژگی‌های محیطی (به‌عنوان محیط بیرونی شامل چیدمان، جایگاه، موقعیت و سلسله‌مراتب) و در قالب سه نظم فکری شامل کالبدی، کارکردی و ادراکی بررسی و تدوین شده و در هر حوزه، هدفی معین گردید. این اهداف عبارت‌اند از:

- تجویز اندازه بهینه شهر
- ساماندهی کالبدی و شکلی شهر
- القای مفهوم عملکردهای شهری کم‌کربن به شهر و عناصر شهری
- استقرار و چیدمان صحیح عناصر شهری
- ساماندهی همجواری شهر و عناصر شهری
- برقراری هارمونی کالبدی و ساختاری شهر با فضای درونی و بیرونی شهر در جهت کاهش آلودگی
- برقراری نظام سلسله‌مراتب کالبدی و عملکردی در شهر

سپس برای هر هدف چند راهبرد سازمانی در راستای تحقق الگوی تولید کربن کمتر در نظر گرفته شد و در نهایت اصولی تحت عنوان « چارچوب ساختار فضایی شهری کم‌کربن » که در هر حوزه سکونتی قابل اجرا و انطباق است، تدوین گردید. ماحصل این پژوهش تأیید تأثیرات هماهنگی میان عناصر ساختار فضایی شهر بر کاهش تولید کربن و مصرف انرژی شهری بوده که با کاربست چارچوب تجویزی به کمترین حد خود خواهد رسید. این مهم بسیار کارآمد است و گامی به‌سوی توسعه پایدار خواهد بود. با ادامه این روند امید است بتوان به اصول طراحی ساختار فضایی شهری دست یافت که در آن میزان تولید آلاینده‌ها به‌ویژه کربن به صفر برسد.

## مراجع

- [۱] Yuan, H., Zhou P. & Zhou, D. What is Low-Carbon Development? A Conceptual Analysis, Energy Procedia, ۵: ۱۷۰۶-۱۷۱۲, ۲۰۱۱.
- [۲] نظریان، ا. گسترش فضایی شهر تهران و پیدایش شهرک‌های اقماری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۰: ۱۳۹-۹۷، ۱۳۷۰.
- [۳] KLAPKA, P., FRANTÁL, B., HALÁS, M., KUNC, J. Spatial Organization: Development, Structure and Approximation of Geographical Systems, Moravian Geographical Reports, ۱۸ (۳): ۵۳-۶۶, ۲۰۱۰.
- [۴] گل‌کار، ک. آفرینش مکان پایدار تأملاتی در باب نظریه طراحی شهری، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۹۰.
- [۵] حمیدی، م. استخوان‌بندی شهر تهران، سازمان مشاوره فنی و مهندسی شهر تهران، جلد ۱، ۱۳۷۶.
- [۶] Bacon, E. Design Of Cities, New York: The Viking Press, ۱۹۷۴.
- [۷] Rodrigue, J. The Geography of Transport Systems (۳<sup>th</sup> ed.), Routledge , ۲۰۱۳.
- [۸] Bungalassi, D. & Luzzati, T. Urban spatial structure and environmental emissions: a survey of the literature and some empirical evidence for Italian NUTS-۳ regions, Cities, ۴۹: ۱۳۴-۱۴۸, ۲۰۱۵.
- [۹] Haghjoo, M. & Hedayatifard, M. Urban Spatial Structure design of coastal cities in order to reduce undesirable effects of climate changes, ۵<sup>th</sup> SASTech, Khavaran Higher-education Institute, Mashhad, Iran, ۲۰۱۱.
- [۱۰] Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer A. Growth in cities. The Journal of Political Economy, ۱۰۰(۶): ۱۱۲۶-۱۱۵۲, ۱۹۹۲.
- [۱۱] ذکاوت، ک. تکنیک‌های طراحی شهری ۱، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، نیم سال دوم ۸۶-۸۷، ۱۳۸۷.
- [۱۲] بهزاد فر، م. و برین، ع. ساماندهی هویتی شهر جدید هشت گرد، فصلنامه بین‌المللی ساخت شهر، سال پنجم، ۱۰ و ۱۱: ۲۴-۱۱، ۱۳۸۷
- [۱۳] فلاح زاده، س. و محمودی پاتی، ف.. بهینه‌سازی ساختار فضایی شهر محمودآباد برای دستیابی به یک‌شکل شهری پایدار، اولین کنفرانس ملی شهرسازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار، تهران، موسسه ایرانیان، انجمن معماری ایران، ۱۳۹۳.
- [۱۴] Fischer, S. ۲۰۰۰-Watt Society- The Swiss Vision for the Creation of Sustainable Low Energy Communities, ۴<sup>th</sup> ISOCARP Congress, Porto, ۲۰۰۹.

4<sup>th</sup>. International Congress on Civil Engineering , Architecture  
and Urban Development  
۲۷-۲۹ December ۲۰۱۶, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran

- [۱۵] Oke, T. R. City size and the urban heat island. Atmospheric Environment (۱۹۶۷), ۷(۸): ۷۶۹-۷۷۹, ۱۹۷۳.
- [۱۶] Ewing, R. & Rong, F. The impact of urban form on US residential energy use. Housing Policy Debate, ۱۹(۱): ۱-۳۰, ۲۰۰۸.
- [۱۷] Bertaud, A. Brasilia spatial structure: between the cult of design and markets, ۲۰۱۰, [http://alainbertaud.com/wp-content/uploads/۲۰۱۳/۰۶/AB\\_Brasilia\\_۲۰۱۰\\_۲۰\\_August\\_۱.pdf](http://alainbertaud.com/wp-content/uploads/۲۰۱۳/۰۶/AB_Brasilia_۲۰۱۰_۲۰_August_۱.pdf), [www.alainbertaud.com](http://www.alainbertaud.com).
- [۱۸] برتو، آ. ساختار فضایی شهر تهران: محدودیت‌ها و فرصت‌هایی برای توسعه، ترجمه اسفندیار زبردست، سازمان ملی و زمین مسکن و کمیته ملی اسکان بشر، ۱۳۸۲.
- [۱۹] Jia, L. Spatial planning in Shenzhen to build a low carbon city, ۴<sup>th</sup> ISOCARP Congress, Porto, ۲۰۰۹.
- [۲۰] علایی، ف. (۱۳۹۱). طراحی ساختار فضایی شهری با کربن کمتر. پایان نامه کارشناسی شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران: ۱۴۵ صفحه.