



علمی

فصلنامه علوم محیطی، دوره دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳

۲۵-۴۸

کاهش تغییر آب و هوای جهانی و بایستگی‌های برنامه‌ریزی شهری؛ طرح مسئله‌ای برای کلان‌شهر تهران علی محمدنژاد^{۱*} و مظفر صراف^۲

^۱دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران
^۲استادیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران

تاریخ چاپ: ۹۳/۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۶

چکیده

تغییر آب و هوایی در حال تبدیل شدن به مهم‌ترین چالش قرن ۲۱ است که از دلایل اصلی آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. شهرها بیش‌ترین میزان انرژی جهان را مصرف کرده و در پی آن نسبت بزرگی از گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کنند. با این حال، شهرها می‌توانند با توجه به محیط نوآورانه و نقش مدیریت محلی در استفاده از ظرفیت کنش‌گران بخش خصوصی و جامعه مدنی در رویکرد کاهش تغییر آب و هوایی پیش‌تاز باشند. روش پژوهش، توصیفی-تحلیلی است و برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از بخش‌های چهارگانه برنامه‌ریزی شهری در ارتباط با کاهش تغییر آب و هوا شامل توسعه شهری، محیط ساخته شده، زیرساخت‌ها و حمل‌ونقل همراه با مقایسه تجارب شهرهای مختلف جهان استفاده شده است. کلان‌شهر تهران به‌دلیل الگوی تولید، توزیع و مصرف بر مبنای سوخت‌های فسیلی و سبک زندگی مرتبط، سرانه بالایی در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد که آن را به بزرگ‌ترین کانون انتشار این گازها بدل کرده است. اگرچه، اقدامات قابل توجهی توسط مدیریت شهری، عمدتاً برای گسترش حمل و نقل عمومی صورت گرفته است، هم‌چنان اقدامات گسترده‌تری در تمامی ابعاد برنامه‌ریزی شهری همراه با دگرگونی سبک زندگی ضروری است که اولویت این اقدامات در این نوشتار اشاره شده است.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی شهری، تغییر آب و هوا، کاهش، گازهای گلخانه‌ای، کلان‌شهر تهران

Mitigating Global Climate Change and Urban planning Implications: A Problem Statement for Tehran Metropolis

Ali Mohammadnejad^{1*} & Mozaffar Sarrafi²

¹PhD Student in Geography and Urban Planning, University of Shahid Beheshti, Tehran

²Assistant Professor, Department of Human Geography, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Beheshti, Tehran

Abstract

Climate change is turning to the most significant challenge of 21st Century, emanated from the emission of greenhouse gases (GHG). Cities consume most of the global energy supply and subsequently are responsible for a significant proportion of GHG emissions; however, due to the innovative milieu and the role of local management in mobilizing the private sector and civil society resources, cities can lead the mitigation approach towards climate change. The method of this research is descriptive-analytic in which four dimensions of urban planning including urban development, built environment, infrastructures, and transportation along with the comparative study of cities in the world, have been used for analyzing results and recommendations. The most amount of fossil fuel which produced in Iran are consumed in Tehran. Hence, the GHG emission per capita in Tehran is very high and makes it the largest source of this kind of emissions in Iran. In despite of considerable efforts have been done by the urban management (e.g. the expansion of public transportation), but other extensive labors should be taken which along with the life style changes; the prioritized actions have been recommended in this article.

Keywords: Urban planning, Climate change mitigation, Greenhouse gases, Tehran metropolis.

۱- مقدمه

در دهه‌های نخستین هزاره سوم، انسانیت با چالشی بسیار بزرگ مواجه است. این چالش دو وجهی شامل پیامد افزایش شهرنشینی و تغییر آب و هوایی (ناشی از فعالیت‌های انسانی) هستند که به‌طرز خطرناکی در حال دور شدن از هم می‌باشند و امکان دارد پیامدهای منفی غیرقابل پیش‌بینی بر کیفیت زندگی و ثبات اقتصادی و اجتماعی را به‌همراه داشته باشد [۱].

موضوع تغییر آب و هوایی از اوایل قرن نوزدهم میلادی مورد بحث بوده است؛ اما فقط از دهه ۱۹۸۰ هنگامی که پیشرفت‌های تکنولوژیکی به دانشمندان اجازه داد تا با اطمینان بیشتری از تراکم گازهای گلخانه‌ای^۱ جو زمین و افزایش آن سخن گویند، به‌عنوان یک نگرانی فراگیر بین‌المللی ظهور کرد. تغییر آب و هوایی نتیجه فعالیت‌های انسانی مثل مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات کاربری زمین است که پیامدهای آن برای سکونت‌گاه‌های انسانی شامل بلایای بی‌سابقه‌ای در موارد گرم شدن آب و هوا، آب شدن یخ‌های قطبی، خشکسالی، سیلاب‌های شدید و آتش‌سوزی جنگل‌ها است. مراکز شهری با تمرکز بالای جمعیت، صنایع و زیرساخت‌ها، با شدیدترین اثرات ناشی از تغییر آب و هوایی مواجه هستند [۲].

مهم‌ترین منبع انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییر آب و هوایی در نواحی شهری با مصرف سوخت‌های فسیلی مرتبط است که شامل تولید انرژی برای برق (بیش‌تر از زغال‌سنگ، گاز و نفت)، کاربرد انواع سوخت‌ها در حمل و نقل، استفاده از انرژی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری برای گرمایش، سرمایش، پخت و پز، و نیز انتشار از تولیدات صنعتی و پسماند می‌باشد. از طرف دیگر، تغییر در الگوهای استفاده از زمین در شهرها یا کاربری اراضی نیز در این امر دخیل است. طبق گزارش سکونت‌گاه‌های انسانی سازمان ملل در سال ۲۰۱۱، بین ۴۰ تا ۷۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای که فعالیت‌های انسان موجب آن شده است، ناشی از شهرها است [۳].

رویارویی با چالش تغییر آب و هوا نیازمند تصمیم‌ها و اقداماتی در سطح بین‌المللی است که برای مدیریت و هدایت آن‌ها، چارچوب‌هایی از طریق توافقات، سازوکارها و ابزارهایی برای تمامی کنش‌گران مرتبط تعیین شده است. از جمله مهم‌ترین چارچوب‌های اشاره شده، معاهده سازمان

ملل برای تغییر آب و هوا^۲، پروتکل کیوتو^۳ و هیئت بین‌دولتی تغییر آب و هوایی^۴ می‌باشند. البته، این توافقات به‌تنهایی برای اعمال حکم‌روایی و مدیریت تغییر آب و هوایی کفایت نمی‌نماید؛ سایر لایه‌ها و مقیاس‌های جغرافیایی نیز در تحقق سیاست‌ها و برنامه‌های اقدام در برابر تغییر آب و هوایی سهیم می‌باشند که سطوح منطقه‌ای، ملی و محلی را دربر می‌گیرد [۳].

شهرها در مقیاس محلی، نقش حیاتی در تحقق و دستیابی به تعهدات در چارچوب معاهدات بین‌المللی تغییر آب و هوایی دارند. مهم‌ترین پیمانها و معاهداتی که شهرها برای مواجهه با تغییر آب و هوا ایجاد نمودند شامل، حکومت‌های محلی برای پایداری^۵؛ رهبری آب و هوایی شهرهای بزرگ^۶؛ ابتکار آب و هوایی کلینتون^۷؛ شورای شهرداران جهان برای تغییر آب و هوا^۸؛ شهرهای متحد و حکومت‌های محلی^۹؛ ائتلاف آب و هوایی^{۱۰}؛ و پیمان شهرداران^{۱۱} می‌شود [۳].

تغییر آب و هوا، الگوی فضایی رشد و توسعه شهرهای آینده را تحت تأثیر قرار خواهد داد. جمعیت جهان در حال حرکت به سمت شهرها است؛ تا سال ۲۰۳۰ حداقل ۶۱ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. شهرهای کشورهای در حال توسعه ۹۵ درصد از کل رشد شهری جهان را به خود جذب خواهند کرد که محل اسکان ۴ میلیارد نفر، یا ۸۰ درصد از جمعیت شهری جهان خواهند بود [۱]. از چالش‌های اصلی رشد سریع شهرنشینی در ارتباط با تغییر آب و هوا، پدیده پراکنده‌رویی شهری است که بیش‌تر در کلان‌شهرها رخ می‌دهند. با افزایش فاصله بین خانه، محل کار، و فعالیت‌های فراغتی و آموزشی، اتکا به حمل و نقل موتوری شخصی بیش‌تر می‌شود. در برخی از کلان‌شهرها، پراکنده‌رویی به‌معنای توسعه نواحی حومه شهری با غلبه طبقه متوسط است که با گرایش به افزایش اندازه مسکن، سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز زیاد می‌شود [۴].

همراه با این چالش‌ها -واگرایی اثرات شهرنشینی و تغییر آب و هوایی- به‌طور مساوی، یک مجموعه از فرصت‌ها نیز وجود دارد. تمرکز مشابه مردم، صنایع و فعالیت‌های فرهنگی، و ظرفیت مدیریت و برنامه‌ریزی، شهر را به‌مثابه ظرفی از ابتکارات و راه‌حل‌ها می‌سازد، جایی که رویکرد کاهش^{۱۲} انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌تواند شکل

است. نوآوری تحقیق حاضر نسبت به تحقیقات مشابه خارجی، ریشه‌یابی دلایل و عوامل بالا بودن سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک شهر در حال توسعه (تهران) به‌صورت همه جانبه در بخش‌های چهارگانه برنامه‌ریزی شهری و ارائه راهکارهای کاهش در این ۴ بخش است. در نتیجه، پژوهش در پی پاسخ‌گویی به مهم‌ترین پرسش زیر می‌باشد.

سیاست‌ها و راهکارهای کلیدی برنامه‌ریزی شهری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شهرها (به‌ویژه در کلان‌شهر تهران) چیست؟

۲- مواد و روش‌ها

بر مبنای هدف، تحقیقات به سه دسته بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. بر این اساس، تحقیق حاضر از نوع بنیادی می‌باشد زیرا با هدف توسعه دانش تغییر آب و هوا در زمینه برنامه‌ریزی شهری انجام می‌گیرد و نتایج حاصل از آن در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها قابل استفاده است. روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی می‌باشد و مطالعه کتابخانه‌ای، منابع اینترنتی و آمار و اطلاعات رسمی کشور جهت گردآوری داده‌های تحقیق استفاده شده است. در این پژوهش تلاش شده تا از آخرین یافته‌های علمی و تجارب بین‌المللی در زمینه برنامه‌ریزی شهری برای کاهش تغییرات آب و هوایی بهره گرفته شود. از بخش‌های چهارگانه برنامه‌ریزی برای کاهش تغییر آب و هوایی، همراه با مقایسه تطبیقی تجارب برخی شهرهای جهان مبنای تجزیه و تحلیل یافته‌ها بوده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تبیین رویکرد کاهش برای انتشار گازهای گلخانه‌ای

فعالیت‌های کاهش به معنای کمک به کاستن میزان و یا شدت تغییرات آب و هوایی است که از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد [۲]. رویکرد کاهش برای انتشار گازهای گلخانه‌ای و جذب و ذخیره سازی آن در کانون سیاست‌گذاری طی دو دهه اخیر قرار داشته است. بخش مهمی از انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های است که در نواحی شهری اتفاق می‌افتد [۳]. در جدول ۱ سهم شهرها در انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی نمایش داده شده است که نشان‌دهنده سهم قابل توجه شهرها در انتشار این گازها است.

بگیرد [۴]. شهرهایی با سیستم برنامه‌ریزی و حکم‌روایی شایسته، کانونی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. برای مثال، برخی شهرهای اروپایی مراکز شهری مترامی دارند که در آن پیاده‌روی، دوچرخه سواری، استفاده از حمل و نقل عمومی با کیفیت و زیرساخت‌های شهری سبز برای بیش‌تر ساکنان قابل ترجیح است که این امر در کاهش استفاده از انرژی‌های فسیلی و کاهش گازهای گلخانه‌ای نقش دارد [۵].

از طرف دیگر، پژوهش‌های انجام شده درباره کاهش تغییر آب و هوا در اکثر شهرهای جهان بر نقش شهرها و برنامه‌ریزی شهری در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد. پژوهش‌های محققانی چون الین^{۱۳} و همکاران (۲۰۱۱)، یی کی^{۱۴} و همکاران (۲۰۰۸)، رابرتز^{۱۵} (۲۰۰۸)، ساترتوایت^{۱۶} (۲۰۱۰)، کوربورن^{۱۷} (۲۰۰۹)، بولکلی و شرودر^{۱۸} (۲۰۱۱)، شرورز^{۱۹} (۲۰۰۸)، دادمن^{۲۰} (۲۰۰۹) و لینفیلد^{۲۱} (۲۰۱۰) نشان دهنده اهمیت مقیاس محلی (شهر) و سیاست‌ها، برنامه‌ها و رویکردهای از پایین به بالا برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد که به‌دلیل ظرفیت‌های اجتماعات، شهری، وجود صرفه‌جوئی‌های مقیاس، و توان مدیریت شهری در بسیج منابع و عملیاتی شدن اقدامات است [۱۳-۶].

از این‌رو، رسالتی نوین بر دوش برنامه‌ریزی و برنامه‌ریزان شهری است تا با اتکا به رویکردهای جدید برنامه‌ریزی، موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های حمل‌ونقل، توسعه شهری، زیرساخت‌های شهری و محیط ساخته شده شوند. در این برهه زمانی، کلان‌شهر تهران، که با تمرکز فزاینده جمعیت و فعالیت و تقاضای بالای انرژی از منابع سوخت‌های فسیلی روبه‌رو است، توجه به اصول برنامه‌ریزی شهری جدید برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌تواند موجب پیش‌گیری از پیامدهای نامطلوب تغییر آب و هوایی آینده و بسترساز توسعه پایدار شهری شود. حدود ۱۰ درصد گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته در ایران از بخش‌های مختلف مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی در کلان‌شهر تهران صورت می‌گیرد. بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی و تجزیه و تحلیل بخش‌های چهارگانه برنامه‌ریزی شهری (توسعه شهری، محیط ساخته شده، زیرساخت‌های شهری و حمل و نقل شهری) در ارتباط با کاهش تغییر آب و هوا در جهان و طرح این اصول و سیاست‌ها برای مدیریت کلان‌شهر تهران

جدول ۱- نقش شهرها در انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی بر حسب بخش‌های مختلف [۳، ۵]

بخش	درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی	درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای که به شهرها اختصاص دارد
تولید انرژی	۲۵/۹	۸/۶ - ۱۳
صنعت	۱۹/۴	۷/۸ - ۱۱/۶
جنگلداری	۱۷/۴	.
کشاورزی	۱۳/۵	.
حمل و نقل	۱۳/۱	۷/۹ - ۹/۲
ساختمان‌های تجاری و مسکونی	۷/۹	۴/۷ - ۵/۵
پسماند و فاضلاب	۲/۸	۱/۵
کل	۱۰۰	۳۰/۵ - ۴۰/۸

۳-۲- رویکرد کاهش برای تغییر آب و هوا در نواحی شهری

شهرها می‌توانند به‌عنوان بخشی از یک راه حل برای رویارویی با مسئله تغییر آب هوایی دیده شوند، در این ارتباط، نقش مدیریت‌های محلی در استفاده از ظرفیت کنشگران بخش خصوصی و جامعه مدنی حائز اهمیت بسیار است. این نقش در چهار بخش کلیدی برنامه‌ریزی شهری که برای پاسخ شهرها به کاهش تغییر آب و هوایی لازم است، متمرکز شده است؛ این بخش‌ها شامل توسعه شهری^{۲۲}، محیط ساخته شده^{۲۳}، زیرساخت‌های شهری^{۲۴} و حمل و نقل^{۲۵} می‌شود [۲، ۳].

توسعه شهری: استفاده از انرژی در یک شهر و انتشار گازهای گلخانه‌ای وابسته به آن، هم به شکل توسعه شهری (مانند موقعیت و تراکم) و هم به طراحی آن وابسته است. همان‌گونه که شهرها گسترش می‌یابند، مدیریت فرایند

توسعه شهری در مواجهه با پراکنده‌رویی شهری^{۲۶}، یکی از چالش‌های اصلی است [۴]. به‌مجرد افزایش فاصله بین محل سکونت، کار، و فعالیت‌های آموزش و فراغتی، اتکا به حمل و نقل موتوری شخصی بیش‌تر می‌شود و این امر موجب افزایش سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود [۱۴]. برای حل این چالش، راهکارهای مختلف برنامه‌ریزی کاربری زمین در خصوص منطقه‌بندی کاربری زمین^{۲۷}، برنامه‌ریزی جامع^{۲۸}، متراکم‌سازی شهری^{۲۹}، توسعه مختلط^{۳۰}، و استانداردهای طراحی شهری^{۳۱} به‌کار گرفته می‌شود تا با تهدید گسترش شهری، نیاز به سفر را کاهش داده و کارایی انرژی در زمین‌های ساخته شده را افزایش دهد [۴]. چنین راهکارهایی می‌تواند در مکان‌های متعددی درون شهر و نیز در مقیاس‌های مختلف به‌کار رود. جدول ۲، شیوه‌ها و راهکارهای کاهش تغییر آب و هوا را از طریق توسعه شهری نشان می‌دهد.

جدول ۲ - کاهش تغییر آب و هوا از طریق راهکارهای توسعه شهری [۳]

موضوع	راهکار کاهش استفاده از انرژی در شهر
گسترش شهری، سکونتگاه‌های غیررسمی و توسعه حومه نشینی	کاربرد برنامه‌ریزی کاربری زمین و سیاست‌های طراحی برای مصرف کارایی انرژی در ساختمان و حمل و نقل
توسعه شهری جدید	کاربرد برنامه‌ریزی کاربری زمین و سیاست‌های طراحی برای کارایی و محدود کردن استفاده از انرژی در نواحی شهری جدید
استفاده مجدد از زمین‌های متروکه ^{۳۲} شهری	توسعه شهری در مکان‌های صنایع قدیمی و دیگر نواحی متروکه/نزل یافته برای تشویق افزایش تراکم، توسعه مختلط و کاهش گسترش کالبدی و انرژی بر شهر
نوسازی واحدهای همسایگی و کوچک مقیاس شهری ^{۳۳}	طرح‌های نوسازی مسکن موجود و توسعه مجدد شهری در مقیاس خیابان‌ها و یا واحد همسایگی برای افزایش کارایی انرژی در شهر

انرژی و آب وجود دارد. هرچند، شهرهای مکزیکوسیتی و کیپ تاون در این مورد استثنا می‌باشند. هم‌چنین، برخی شهرهای آمریکای جنوبی، مانند بوینس آیرس و ریودوژانیرو، استفاده از مصالح ارزان قیمت و با کارایی بالای انرژی را در راستای ارائه مسکن پایدار در نواحی کم درآمد به صورت آزمایشی انجام داده‌اند. در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و کم کربن^{۴۲} در محیط ساخته شده، بیشترین اقدامات در مورد نصب آبگرم کن‌های خورشیدی است. شهرهایی مثل بارسلونا، بوینس آیرس، و سائوپائولو پذیرش آب گرمکن‌های خورشیدی و نگاه‌داشت حریم مورد نیاز برای تابش خورشید را در مقررات شهری خود اجباری نمودند [۳، ۱۵].

زیرساخت شهری: زیرساخت شهری، خصوصاً شبکه‌های انرژی (برق و گاز) و نظام‌های بهداشتی و آبرسانی در شکل دادن به مسیر حال و آینده انتشار گازهای گلخانه‌ای مهم هستند. نوع عرضه انرژی، شدت کربن تولید شده برای ارائه خدمات تأمین آب، بهداشت و دفع پسماند و آزاد شدن متان در مکان‌های دفن آن، از مؤلفه‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح محلی هستند [۱۵].

سه رویکرد مختلف برای توسعه دادن اشکال عرضه انرژی شهری کم کربن می‌توان شناسایی نمود؛ نخست، بسیاری از شهرداری‌ها به دنبال کاهش دادن جابجایی کربن^{۴۳} از شبکه‌های زیرساختی موجود هستند. ابتکار رایجی که در شهرهایی مانند ملبورن (استرالیا)، پکن (چین) و جاکارتا (اندونزی) به کار گرفته شده است، بهبود سیستم‌های روشنایی خیابان با لامپ‌های کم مصرف می‌باشد. برخی شهرها، خصوصاً در اروپا، به دنبال توسعه دادن نیروگاه‌های "نیرو و گرمای ترکیبی"^{۴۴} هستند. از جمله در شهر برلین که بزرگ‌ترین شبکه گرمایی شهری^{۴۵} را دارا است، ۱۵۰۰ کیلومتر لوله و ۲۸۰ نیروگاه نیرو و گرمای ترکیبی تمام شهر را پوشش می‌دهد، و انرژی کم کربن به طیف گسترده‌ای از مصرف‌کنندگان تحویل می‌شود [۳، ۱۵].

دوم، رویکردی است که در آن شهرداری‌ها انرژی تجدیدپذیر را برای ساختمان‌ها و عملیات عمرانی خود استفاده می‌کنند یا دسترسی برای مصرف انرژی سبز با هزینه کم را برای شهروندان فراهم می‌نمایند. قرارداد بین شهر کیپ تاون و مزرعه توربین‌های بادی دارلینگ^{۴۶} در آفریقای جنوبی و نیز تعهد شهر سیدنی برای دستیابی به

راهکارهای اشاره شده اغلب توسط مدیریت شهری و از طریق کاربرد ضوابط و مقررات برنامه‌ریزی هدایت و اجرا می‌شود. برای مثال، شهرهایی چون ریو دوژانیرو (برزیل) و کیپ تاون (آفریقای جنوبی) اصول برنامه‌ریزی شهر فشرده^{۴۴} را با هدف برنامه‌ریزی یکپارچه برای توسعه متراکم^{۴۵} اجرا کردند که هدف آن جلوگیری از پراکنده‌روی شهری و کاهش اتکاء به حمل و نقل موتوری می‌باشد [۳، ۴]. هم‌چنین، بنیاد ابتکار آب و هوای کلینتون، اخیراً برنامه‌ای تحت عنوان برنامه مثبت آب و هوایی^{۴۶} را آغاز نموده است که روی توسعه‌های بزرگ مقیاس در ۱۷ شهر (۶ کشور) متمرکز شده است. هدف آن‌ها تبدیل شدن به شهرهایی بدون کربن^{۴۷} است [۳].

محیط ساخته شده: طراحی و استفاده از محیط ساخته شده یک عرصه حیاتی برای کاهش تغییر آب و هوایی است؛ زیرا بخش ساختمان یک سوم از کل انرژی استفاده شده در بیش‌تر کشورها را مصرف می‌کند. محیط ساخته شده شامل ساختمان‌های عمومی (ادارات دولتی، بیمارستان‌ها و مدارس)، خانگی (مساکن) و تجاری-صنعتی (ادارات، فروشگاه‌ها و کارخانه‌ها) می‌باشد. استفاده از انرژی در محیط ساخته شده بستگی به کنش متقابل و پیچیده میان مصالح ساختمانی، طراحی، نظام‌های تأمین آب و انرژی و نحوه استفاده از ساختمان دارد [۱۵].

رویکردهای سیاست‌گذاری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در محیط ساخته شده در درجه نخست روی موضوع کارایی انرژی متمرکز شده است که در سه طبقه گروه‌بندی شده اند: مشوق‌های اقتصادی (مثل مالیات‌ها، قیمت‌گذاری انرژی^{۴۸})؛ الزامات قانونی (مثل کدها یا استانداردها^{۴۹})؛ برنامه‌های اطلاع رسانی (مثل کمپین‌های آگاهی انرژی و حساب‌رسی انرژی^{۵۰}) [۱۵]. اقدامات اجرایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در محیط ساخته شده نیز بر فن‌آوری‌های کارایی انرژی، فن‌آوری‌های تولید انرژی‌های نو و اقدامات کاهش تقاضا تأکید دارد. این‌گونه اقدامات در شهرهای کشورهای توسعه یافته شامل تلاش‌هایی است که بر بازسازی ساختمان‌های کنونی^{۴۱} تأکید دارد و شهرهای وین، استکهلم، لندن، مونیخ، نیویورک و روتردام این‌گونه اقدام نموده‌اند [۳].

در شهرهای کشورهای در حال توسعه تأکید کمتری بر ساختمان‌های مسکونی یا کاهش تقاضا برای استفاده از

عرضه ۱۰۰ درصد انرژی شهر از منابع تجدیدپذیر با همکاری شرکت های خصوصی، مثال‌هایی از این رویکرد می‌باشد [۳، ۱۵].

رویکرد سوم، توسعه نظام‌های جدید انرژی تجدیدپذیر و کم کربن در درون شهرها است. شهرهای آمریکای لاتین مانند کیتو^{۴۷} (اکوادور)، بوگوتا (کلمبیا)، ریودوژانیرو (برزیل) نمونه‌هایی از این رویکرد هستند که وابستگی به نفت را از طریق ترویج استفاده از گاز طبیعی در خانوارها کاهش می‌دهند [۳]. مدیریت شهری پکن، توسعه منابع انرژی پاک، شامل منابع زمین گرمایی^{۴۸}، زیست توده^{۴۹} و نیروی باد را ترویج داده است که این ابتکارات میزان انتشار دی‌اکسیدکربن را تا ۸۵۰ هزارتن در طول دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ کاهش داده است [۱۶]. همچنین وزارت انرژی آمریکا^{۵۰} در شراکت با ۲۵ شهر در ایالت های مختلف در پی تحقق برنامه‌ای با عنوان شهرهای خورشیدی آمریکایی^{۵۱} است [۳، ۱۵].

حمل و نقل: بخش حمل و نقل نقش عمده ای در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد و ۲۳ درصد دی‌اکسیدکربن در جهان و ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی محاسبه شده است. در کشورهای در حال توسعه، خصوصاً چین، هند و سایر کشورهای آسیایی، اگرچه سهم حمل و نقل در انتشار گازهای گلخانه‌ای پایین است، اما سریع‌تر از سایر بخش‌ها در حال رشد است. یکی از دلایل اصلی این افزایش، چالش پراکنده‌رویی شهری ناشی از تغییر الگوهای درآمد خانوارها و گسترش استفاده از حمل و نقل موتوری است [۱۷]. در جدول ۳ کاهش تغییر آب و هوا از طریق برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری شرح داده شده است.

اولین عرصه مورد توجه زیرساخت‌های حمل و نقلی برای کاهش تغییر آب و هوا، توسعه زیرساخت‌های حمل و نقلی انبوه جدید^{۵۵} است که شامل سامانه اتوبوس‌رانی تندرو یا "بی‌آرتی"^{۵۶} است و نیز مترو می‌شود. شهرهای کوریتیبا در برزیل و بوگوتا در کلمبیا از پیشگامان راه اندازی سامانه بی‌آرتی هستند [۱۷، ۱۸، ۳].

دومین عرصه ای که شهرداری‌ها در آن در پی اقداماتی برای کاهش تغییر آب و هوا در بخش حمل و نقل هستند، توسعه خودروها و سوخت‌های کم کربن می‌باشد. مهم‌ترین مثال‌ها در این زمینه شامل استفاده از اتوبوس‌های عمومی پیل سوختی^{۵۷} و ایجاد ایستگاه‌های پمپ هیدروژنی شهری^{۵۸} در شهرهای هامبورگ و برلین (آلمان)، کاربرد سوخت متان و برق در اتوبوس‌های عمومی شهر رم (ایتالیا)، استفاده از انرژی‌های نو مانند نیروی باد و برق‌آبی و سوخت های بیوگاز و اتانول در قطارهای شهری استکهلم (سوئد)، استفاده از گاز طبیعی فشرده^{۵۹} در حمل و نقل در شهرهای تهران، بمبئی (هند)، داکا (بنگلادش) و بوگوتا (کلمبیا) می‌شود [۱۷، ۱۸، ۳].

سومین دسته ابتکارات در بخش حمل و نقل شامل اقدامات کاهش و نیز افزایش تقاضا^{۶۰} می‌شود، که توسط طیف گسترده‌ای از کنشگران شهری هدایت می‌شود و شامل ابزارهای سیاست‌گذاری مختلف می‌باشد. یک مثال بارز در این زمینه، اشتراک‌گذاری خودرو^{۶۱} می‌باشد. طرح‌های به اشتراک‌گذاری خودرو و دوچرخه در چندین شهر آمریکای شمالی و نیز شهرهای متعدد اروپایی مانند بارسلونا، میلان، پاریس، رم و استکهلم رایج است. همچنین، شهرداری‌ها می‌توانند در همکاری با سایر کنشگران شهری تقاضای سفر را کاهش دهند. برای مثال،

جدول ۳- کاهش تغییر آب و هوا و حمل و نقل [۱۷، ۱۸، ۳]

نوع طرح	توضیح
زیرساخت‌های حمل و نقلی جدید کم کربن ^{۵۲}	توسعه زیرساخت‌های حمل و نقلی جدید برای تشویق شیوه‌های حمل و نقلی کم کربن
نوسازی زیرساخت کم کربن	نوسازی زیرساخت‌های حمل و نقلی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
جایگزینی ناوگان حمل و نقل ^{۵۳}	جایگزینی ناوگان خودرو توسط خودروهای کم کربن و با کارایی بالای انرژی
تغییر سوخت ^{۵۴}	تعویض سوخت‌های فسیلی مورد استفاده ناوگان با سوخت‌های تجدیدپذیر
افزایش کارایی انرژی	اقداماتی برای افزایش کارایی انرژی در خودروهای موجود
اقدامات کاهش تقاضا	اقداماتی با هدف کاهش تقاضا برای حمل و نقل موتوری شخصی
اقدامات افزایش تقاضا	اقداماتی با هدف افزایش تقاضا برای حمل و نقل عمومی، پیاده و دوچرخه

تجاری و حمل و نقل به ترتیب ۲/۷۳ و ۱/۸۴ تن می‌باشد که بالاتر از میانگین جهانی است^{۶۲}. به‌طور کلی، حدود ۱۰ درصد گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته در ایران از بخش‌های مختلف مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی در کلان‌شهر تهران صورت می‌گیرد [۱۸]. در جدول شماره ۵، سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای برخی از کلان‌شهرهای دنیا از کم‌ترین به بیش‌ترین با هم مقایسه شده است. سرانه بسیار بالای کلان‌شهر تهران در انتشار این گاز گلخانه‌ای موجب شده است که بالاتر از کلان‌شهرهای پرجمعیتی چون سائوپائولو، سنول، و بانکوک قرار گیرد.

بخش توسعه شهری: برای تبیین نقش بخش توسعه شهری در انتشار گازهای گلخانه‌ای در کلان‌شهر تهران از شاخص‌هایی چون نسبت سطوح نفوذناپذیر به سطوح نفوذپذیر، درصد سطوح نفوذپذیر و تغییرات آن به هکتار و تغییرات مساحت فضای باز و سبز شهری بر حسب هکتار استفاده شده که در جدول ۶ تشریح شده است.

شهر کیپ تاون پروژه‌های در دست دارد تا با شراکت بزرگ‌ترین صاحبان مشاغل در شهر، موجب کاهش سفرهای کارکنان آنان شود [۱۷، ۱۸، ۳].

چالش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش آن در کلان‌شهر تهران: کلان‌شهر تهران در سال ۱۳۹۰، با جمعیت ۸۱۵۴۰۵۱ نفر، در حدود ۱۰/۹ درصد جمعیت کل کشور و ۱۵/۲ درصد جمعیت شهرنشین را به خود اختصاص داده است. افزایش روزافزون جمعیت، افزایش سرانه مالکیت خودروهای شخصی، تردد خودروهای فرسوده، پایین بودن کیفیت سوخت و نیز فقدان الگوی مصرف سازگار با محیط‌زیست در بخش‌های مختلف صنعتی، خانگی و تجاری - اداری منجر به مصرف بالای سوخت در کلان‌شهر تهران شده است [۱۹، ۲۰].

طبق جدول شماره ۴ در سال ۱۳۸۶، کلان‌شهر تهران ۴۷/۵ میلیون تن گاز دی‌اکسیدکربن تولید کرده که سرانه هر شهروند تهرانی ۶/۲ تن بوده است. از سوی دیگر سرانه انتشار این گاز گلخانه‌ای برای بخش‌های خانگی -

جدول ۴ - انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن بر حسب بخش‌های مصرفی، درصد و سرانه در کلان‌شهر تهران [۲۰]

CO ₂ (دی‌اکسید کربن)		نوع آلاینده	
سرانه	درصد	میزان (هزار تن)	بخش مصرف‌کننده
۲/۷۳	۴۴/۳	۲۱۰۶۹۳۷۵	خانگی/تجاری/عمومی
۰/۸۹	۱۴/۶	۶۹۲۵۱۴۲	صنایع
۱/۸۴	۲۹/۹	۱۴۲۳۶۵۷۷	حمل و نقل
۰/۱۰۵	۰/۹	۴۴۵۲۶۶	کشاورزی
۰/۱۵۷	۹/۳	۴۴۲۱۰۹۷	نیروگاه‌ها
۰/۱۰۶	۱/۰	۴۷۰۶۳۷	نیروهای مسلح
۶/۲	۱۰۰	۴۷۵۶۸۰۹۵	جمع کل

جدول ۵ - مقایسه کلان‌شهرها بر پایه انتشار دی‌اکسید کربن بر حسب سرانه [۲۰، ۲۱]

رتبه	کلان‌شهرها	انتشار CO ₂ بر حسب هزار تن	سرانه انتشار	رتبه	کلان‌شهرها	انتشار CO ₂ بر حسب هزار تن	سرانه انتشار
۱	داکا	۴۲۷۰۰۰۰	۰/۶۳	۸	بانکوک	۴۲۷۵۰۰۰۰	۵/۴۶
۲	سائوپائولو	۱۵۷۸۷۷۹۶	۱/۴۰	۹	یوکوهاما	۲۱۲۲۳۰۰۸	۵/۷۷
۳	ریودوژانیرو	۱۱۷۰۶۰۰۰	۱/۸۵	۱۰	برلین	۱۹۹۴۸۰۰۰	۵/۸۲
۴	بوگوتا	۱۵۹۲۱۶۹۰	۲/۱۳	۱۱	لندن	۴۵۲۳۴۰۰۰	۵/۸۳
۵	جاکارتا	۳۳۲۵۰۰۰۰	۳/۴۷	۱۲	هنگ کنگ	۴۲۰۰۰۰۰۰	۵/۹۱
۶	سنول	۵۰۳۳۰۳۵۶	۴/۷۶	۱۳	تهران	۴۷۵۶۸۰۹۵	۶/۲
۷	ژوهانسبورگ	۱۹۸۱۹۹۷۲	۵/۱۰	۱۴	نیویورک	۵۲۷۷۴۴۶۰	۶/۴۶
۸	بوینس آیرس	۱۵۶۸۳۸۴۶	۵/۲۹	۱۵	توکیو	۶۷۹۶۲۳۹۵	۷/۶۵

حرارتی شهری است که گرمایش جهانی را تشدید می‌کند. از طرف دیگر، با توجه به اینکه در سرمایش و گرمایش و روشنایی محیط ساخته شده کلان‌شهر تهران از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود، افزایش مساحت محیط ساخته شده موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییر آب و هوا می‌شود.

در بخش محیط ساخته شده علاوه بر افزایش فضاهای ساخته شده شهری، روند روبه افزایش مصرف برق نیز جالب توجه است. با توجه به داده‌های سال‌نامه آماری شهر تهران (جدول ۷)، نرخ رشد مصرف برق خانگی و تجاری از سال ۸۷ تا ۸۹ به ترتیب ۱۰/۸۲ و ۱۴/۴۴ درصد بوده است که از عوامل رشد گازهای گلخانه‌ای در کلان‌شهر تهران است [۱۹].

بخش زیرساخت‌های شهری: در این بخش، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی در شبکه‌های تأمین انرژی و سرانه تولید پسماندهای شهری بررسی می‌شود. میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در سال ۱۳۸۶ در کلان‌شهر تهران با ۷۵ درصد رشد در مقایسه با سال ۱۳۷۸ به بیش از ۱۴ میلیارد متر مکعب (معادل ۱۴۸ میلیون

نسبت سطوح نفوذناپذیر (فضاهای ساخته شده) به سطوح نفوذناپذیر (ساخته نشده) در کل شهر تهران از ۰/۵۹ در سال ۱۳۶۷ به ۱/۵۷ در سال ۱۳۸۹ رسیده و بیش از ۲/۵ برابر شده است. در کل این شاخص نشان دهنده افزایش بسیار زیاد وسعت مناطق تولیدکننده جزایر حرارتی در فاصله زمانی ۲۲ساله‌ای است که تفسیر پوشش سطح زمین شهر تهران در آن انجام گرفته است. هم‌چنین مساحت فضاهای باز و سبز شهری از ۱۴ هزار هکتار در سال ۶۷ به ۱۰ هزار هکتار در سال ۸۹ رسیده است که با کاهشی در حدود ۴ هزار هکتار روبه رو شده است (جدول ۶). فضاهای باز و سبز شهری نقش بسیار مهمی در ترسیب کربن دارند و کاهش آن‌ها نشان‌دهنده پراکنده‌رویی در توسعه شهری و عدم توجه به طرح‌ها و برنامه‌های توسعه شهری است. از سوی دیگر، در شرح خدمات طرح‌ها و برنامه‌های توسعه شهری (طرح‌های جامع و تفصیلی و مانند آن) کشور و کلان‌شهر تهران نیز، استانداردها و آئین‌نامه‌های کاهش تغییر آب و هوا جایگاهی ندارد و در نتیجه ضوابط و مقررات پهنه‌بندی ممکن است عامل افزایش سفرهای درون‌شهری و انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد [۲۰، ۲۲]

جدول ۶- تغییرات سطوح نفوذناپذیر و فضاهای باز و سبز شهری در کلان‌شهر تهران در سال‌های مختلف [۱۹، ۲۰]

سال	۱۳۶۷	۱۳۸۱	۱۳۸۹
نسبت سطوح نفوذناپذیر به سطوح نفوذ پذیر	۰/۵۹	۱/۰۱	۱/۵۷
درصد سطوح نفوذناپذیر و تغییرات آن به هکتار	۶۲/۸۲	۴۹/۶۴	۳۸/۹۷
تغییرات مساحت فضای باز و سبز شهری (هکتار)	۱۴۱۶۷/۷۴	۱۰۲۸۶/۲۹	۱۰۱۱۵/۳۳
مساحت محیط ساخته شده به هکتار	۲۲۷۹۰/۵۵	۳۰۸۷۰/۳۱	۳۷۴۱۱/۶۷

بخش محیط ساخته شده: در این بخش از شاخص مساحت محیط ساخته شده بر حسب هکتار (جدول ۶) و میزان مصرف برق (جدول ۷) استفاده شده است. تغییرات محیط ساخته شده از ۲۲ هزار هکتار در سال ۶۷ به ۳۰ هزار و ۳۷ هزار هکتار در سال‌های ۸۱ و ۸۹ رسیده است. بدین ترتیب نرخ رشد محیط ساخته شده کلان‌شهر تهران در دوره ۶۷ تا ۸۱ حدود ۳۵/۴۵ درصد و در دوره زمانی ۸۱ تا ۸۹ به ۲۱/۱۹ درصد رسیده است. افزایش مساحت محیط ساخته شده خود یکی از عوامل تولیدکننده جزایر

بخش محیط ساخته شده: در این بخش از شاخص مساحت محیط ساخته شده بر حسب هکتار (جدول ۶) و میزان مصرف برق (جدول ۷) استفاده شده است. تغییرات محیط ساخته شده از ۲۲ هزار هکتار در سال ۶۷ به ۳۰ هزار و ۳۷ هزار هکتار در سال‌های ۸۱ و ۸۹ رسیده است. بدین ترتیب نرخ رشد محیط ساخته شده کلان‌شهر تهران در دوره ۶۷ تا ۸۱ حدود ۳۵/۴۵ درصد و در دوره زمانی ۸۱ تا ۸۹ به ۲۱/۱۹ درصد رسیده است. افزایش مساحت محیط ساخته شده خود یکی از عوامل تولیدکننده جزایر

گاز مصرفی شهر تهران بوده است [۲۰]. شاخص دیگر در این بخش تولید پسماند و زباله است که افزایش مصرف آن نشان دهنده افزایش انتشار

شهر تهران از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ با نرخ رشد ۳/۱۰ درصد از ۱۵/۵ میلیون سفر به ۱۷ میلیون سفر رسیده است که اگر این تعداد سفر را تقسیم بر جمعیت ۸ میلیونی تهران کنیم سرانه ۲/۰۸ سفر روزانه برای هر شهروند تهرانی به دست می آید. هم چنین طول بزرگراه های موجود نشان دهنده جهت گیری سیاست های مدیریت شهری برای کاهش یا افزایش دسترسی خودرو محور است. طبق این شاخص، طول بزرگراه های موجود شهر تهران از ۳۵۳ هزار متر در سال ۸۶ به ۴۵۶ هزار متر در سال ۹۰ رسیده است که ۸/۸۶ درصد رشد داشته است. این امر می تواند منجر به افزایش مصرف بنزین، تشدید جزایر حرارتی شهری و در نهایت افزایش انتشار گازهای گلخانه ای شود (جدول ۷).

انتشار گازهای گلخانه ای با میزان پیمایش خودروها رابطه ای مستقیم داشته و می توان متوسط میزان آلاینده گی هر وسیله نقلیه را بر اساس میزان پیمایش آن وسیله بیان نمود. همان طور که در جدول ۷ مشخص است، متوسط میزان پیمایش در سال های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به ترتیب ۴۱۳۱۰، ۴۶۸۰۰ و ۴۷۴۰۰ هزار کیلومتر است که میزان پیمایش در سال ۱۳۸۹ نسبت به سال ۱۳۸۷ در حدود ۷/۱۱ درصد افزایش داشته است. هم چنین سهم حمل و نقل ریلی (مترو) از ۶ درصد در سال ۸۷ به ۷/۲ درصد در سال ۸۹ رسیده است اما سهم حمل و نقل با

گازهای گلخانه ای است. بنابر اطلاعات به دست آمده از سازمان مدیریت پسماند و بازیافت شهر تهران در سال ۱۳۸۷ متوسط تولید زباله در شهر تهران در حدود ۶۸۶۳ تن بود. این رقم در سال ۱۳۸۹ افزایش یافت و به ۷۲۸۰ تن در روز رسید. در سال های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ نیز متوسط تولید زباله در هر روز در حدود ۷۴۴۵ تن اعلام شد. بنابر اعلام این سازمان در اواخر سال ۱۳۹۲ متوسط تولید زباله تهرانی ها به ۸۱۳۶ تن رسید. با توجه به این که در شهرهای توسعه یافته جهان هر شهروند به طور متوسط روزانه ۳۵۰ تا ۵۰۰ گرم زباله تولید می کند، در حالی که در تهران در روزهای عادی سال میزان تولید زباله ۹۰۰ گرم است. طبق اعلام این سازمان شهرداری تهران روزانه یک میلیارد ۲۵۰ میلیون تومان برای جمع آوری و دفن زباله و پسماند هزینه می کند [۲۳]. با توجه به اینکه دفن زباله موجب آزاد شدن گاز گلخانه ای متان می شود، تسخیر و جذب این گازها و تهیه انرژی به صورت انبوه از آن، به مانند شهرهای کشورهای توسعه یافته، در مدیریت کلان شهر تهران نهادینه نشده است.

بخش حمل و نقل شهری: میزان استفاده از وسایل نقلیه موتوری، می تواند به عنوان شاخصی تاثیر گذار در نیاز به بنزین و گاز در شهر تهران و در نتیجه تولید گازهای گلخانه ای و ایجاد جزایر حرارتی شهری محسوب گردد. بر این اساس، طبق جدول ۷ تعداد سفرهای سواره در روز در

جدول ۷- شاخص های حمل و نقل شهری و مصرف سوخت های فسیلی در کلان شهر تهران [۱۹، ۲۴]

سال	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	نرخ رشد دوره به درصد
طول بزرگراه های موجود به متر	۳۵۳۶۷۰	۴۰۰۹۷۰	۴۱۸۹۷۰	۴۵۶۹۷۰	-	۸/۸۶
تعداد سفر روزانه به میلیون	۱۵/۵	۱۵/۸	۱۶/۲	۱۶/۶	۱۷	۳/۱۰
سرانه مصرف بنزین موتور به لیتر	۴۳۲.۹۰	۴۶۰.۲۹	۴۵۲.۱۷	۶۱۳.۰۳	-	۱۲/۲۶
متوسط پیمایش در هزار کیلومتر	-	۴۱۳۱۰	۴۶۸۰۰	۴۷۴۰۰	-	۷/۱۱
سهم حمل و نقل ریلی (مترو) در سفرهای درون شهری به درصد	-	۶	۷	۷.۲	-	-
سهم حمل و نقل با اتوبوس از سفرهای درون شهری به درصد	-	۱۶/۵	۱۶	۱۵/۵	-	-
میزان مصرف برق خانگی توسط مشترکین به تفکیک تعرفه	-	۱۳۰۸۸۸۴	۱۲۷۵۱۸۶	۱۶۰۷۶۷۸	-	۱۰/۸۲
میزان مصرف برق تجاری توسط مشترکین به تفکیک تعرفه	-	۱۶۲۳۹۸۹	۱۵۱۸۰۲۳	۲۲۷۸۴۵۲	-	۱۴/۴۴

انتشار گازهای گلخانه‌ای، تشدید جزایر حرارتی شهری و کاهش ظرفیت ترسیب کربن می‌باشد. هم‌چنین بخش زیرساخت‌های شهری شاهد افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و سرانه بالای تولید پسماند نسبت به سایر کلان‌شهرهای دنیا است. در نهایت در بخش حمل و نقل شهری، طول بزرگراه‌های موجود و تعداد سفرهای روزانه شهری رشد قابل توجهی داشته که پیامد این امر افزایش سرانه مصرف بنزین و افزایش متوسط پیمایش خودروها در هر هزار کیلومتر است. مقایسه نتایج پژوهش درباره تهران با برخی کلان‌شهرها نشان دهنده عدم توجه نظام مدیریت و برنامه‌ریزی شهری تهران به مسئله کاهش تغییر آب و هوا است. از این‌رو، اراده جدی در اجرای برنامه جامعی برای کلان‌شهر تهران در راستای کاهش اثرات تغییر آب و هوایی آن ضرورت دارد. جدول ۸ مهم‌ترین سیاست‌های کلیدی کاهش تغییر آب و هوا از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری را در بخش‌های چهارگانه برای مدیریت کلان‌شهر تهران خلاصه کرده است.

جدول ۸- سیاست‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه بر حسب ابعاد چهارگانه در برنامه‌ریزی شهری

ابعاد برنامه‌ریزی شهری	اقدامات کاهش تغییر آب و هوا
توسعه شهری	- برنامه‌ریزی کاربری زمین و طراحی شهری برای محدود کردن استفاده از انرژی - استفاده مجدد از زمین‌های متروکه برای تشویق افزایش تراکم و توسعه مختلط - توسعه شهری جدید و نوسازی واحد همسایگی برای کاهش استفاده از انرژی
محیط ساخته شده	- افزایش کارایی انرژی از طریق مالیات بندی، قیمت گذاری انرژی، کدها و استانداردها، کمپین‌های آگاهی انرژی و حسابرسی انرژی - استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مربوط به آن - اقدامات مربوط به کاهش تقاضای انرژی در محیط ساخته شده
زیرساخت‌های شهری	- کاهش جاپای کربن از شبکه‌های زیرساختی موجود - به کارگیری انرژی‌های تجدید پذیر در شبکه‌های زیرساختی شهری - افزایش کارایی انرژی در شبکه‌های زیرساختی موجود
حمل و نقل شهری	- توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل انبوه جدید مثل مترو و بی آر تی - جایگزین کردن ناوگان حمل و نقل با کارایی بیشتر انرژی و انتشار کمتر کربن - کاهش تقاضا در حمل‌ونقل شخصی و افزایش تقاضا در حمل‌ونقل عمومی

۴- نتیجه‌گیری

رویاری با چالش تغییر آب و هوای جهانی نیازمند اقدامات برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری در مقیاس محلی است. البته این اقدامات باید در تمامی ابعاد برنامه‌ریزی شهری شامل توسعه شهری، محیط ساخته شده، زیرساخت‌های شهری و حمل و نقل به صورت هماهنگ و یکپارچه در پیش گرفته شود تا به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بلندمدت نایل شود.

اتوبوس از سفرهای درون شهری در همین بازه زمانی از ۱۶/۵ درصد به ۱۵/۵ درصد کاهش داشته است (جدول ۷). هرچند، مدیریت کلان‌شهر تهران بر راه‌اندازی خطوط مترو و بی‌آرتی در بخش حمل و نقل شهری تأکید دارد، اما این اقدامات همه‌جانبه نبوده و تمامی بخش‌های برنامه‌ریزی و توسعه شهری برای کاهش تغییر آب و هوا را پوشش نمی‌دهد. برای پاسخ‌گویی به پرسش مقاله حاضر، مرور مطالعات جهانی نشان می‌دهد که شهرها مهم‌ترین عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییر آب و هوایی هستند. سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای در تهران بسیار بالاتر از برخی کلان‌شهرهای پرجمعیت جهان است. در کلان‌شهر تهران، در بخش‌های توسعه شهری و محیط ساخته شده، شاهد کاهش مساحت فضاهای باز و سبز شهری، افزایش مساحت محیط ساخته شده شهری و افزایش نسبت سطوح نفوذناپذیر به نفوذ پذیر در یک دوره ۲۲ ساله (۱۳۸۹-۱۳۶۷) هستیم که پیامد این امر افزایش

شهرها بیش‌ترین میزان انرژی جهان را مصرف می‌کنند و در پی آن مسئول نسبت بزرگی از انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشند. ظرفیت‌های اجتماعی و اقتصادی کلان‌شهرها می‌تواند آن‌ها را به پیش‌تاز ترویج الگوهای کم کربن در تولید، توزیع و مصرف و در نتیجه کاهش تغییرات آب و هوایی تبدیل نماید. در این نوشتار استدلال شد که

۳- بخش زیرساخت‌های شهری: تدوین ضوابط کاهش مصرف سوخت در شبکه‌های زیرساختی و امکان‌سنجی به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر؛ بسترسازی برای کاهش سرانه تولید زباله در خانوارها از طریق آموزش‌های همگانی و با همکاری سازمان‌های غیردولتی؛ ظرفیت‌سازی برای تولید انرژی از مکان‌های دفن زباله در مدیریت پسماند تهران؛ ایجاد تسهیلات و مشوق‌هایی در راستای کاهش مصرف، استفاده مجدد و بازیافت مواد؛

۴- بخش حمل و نقل شهری: تثبیت ساخت شبکه بزرگ‌راهی و انتقال سرمایه‌گذاری به بخش حمل و نقل عمومی کلان‌شهر تهران؛ تدوین ضوابط کاهش میزان سفر شخصی خانوارها از طریق تأمین امکانات و خدمات در مقیاس محله و آموزش رسانه‌ای؛ تلفیق برنامه‌ریزی کاربری زمین با سامانه حمل و نقل همراه با اولویت دادن به حمل و نقل عمومی.

پی‌نوشت‌ها

۱. چهار گاز مهم گلخانه‌ای که توسط فعالیت‌های انسانی تولید می‌شود شامل، دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O) و هالو کربن‌ها (هیدروفلور کربنها و پرفلور کربنها) می‌باشند. برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به منبع شماره ۳

۲. United Nations Framework Convention on Climate Change (در سال ۱۹۹۲ ایجاد شد، و توسط ۱۹۳ کشور تا اکتبر ۲۰۱۰ مورد پذیرش قرار گرفت. هدف آن تثبیت کردن تراکم گازهای گلخانه‌ای جهان در یک سطحی است که جلوی دخالت انسانی در سیستم آب و هوایی را بگیرد)

۳. Kyoto Protocol (در ۱۱ دسامبر ۱۹۹۷ در شهر کیوتو ژاپن مورد پذیرش قرار گرفت. تا پایان سال ۲۰۱۰، تعداد ۱۹۱ کشور، این پروتکل را مورد تأیید قرار دادند)

۴. Intergovernmental Panel on Climate Change (در سال ۱۹۸۸ ایجاد شد تا اطلاعاتی در مورد روندهای گرمایش جهانی از طریق ارزیابی‌های علمی مکرر فراهم کند)

5. Local Government for Sustainability
6. The Large Cities Climate Leadership Group
7. The Clinton Climate Initiative
8. The World Mayors Council for Climate Change

رشد سریع جمعیت و فعالیت در کلان‌شهرهای ایران همراه با تقاضای روزافزون انرژی (متکی بر سوخت‌های فسیلی) موجب رشد شتابان انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است که در تغییر آب و هوای جهانی تأثیر فراوان دارد. هم‌چنین، بررسی شاخص در بخش‌ها چهارگانه برنامه‌ریزی شهری تهران نشان‌دهنده مصرف روزافزون سوخت‌های فسیلی، عدم توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر و توجه نکردن طرح‌های توسعه شهری به مسئله تغییر آب و هواست. هرچند استفاده از سوخت‌های جایگزین و انرژی‌های تجدیدپذیر به همکاری سطوح بالاتر تصمیم‌سازی در مقیاس‌های ملی و بین‌المللی و ترویج فن‌آوری‌های مرتبط نیاز دارد که فراتر از حیطه برنامه‌ریزی شهری است، لیکن تسهیل فضائی امکان‌حدوث این تغییرات محتوائی در زندگی شهری وظیفه مهمی برای حرفه تلقی می‌شود. البته این امر علاوه بر اقدامات برنامه‌ریزی شهری به تحولی اساسی در سبک زندگی شهروندان نیاز دارد که تنها با اقدامات از بالا به پایین قابل دستیابی نیست و باید در سطح اجتماع محلی با احساس همبستگی جمعی و درک وابستگی بقایشان به حفاظت محیط‌زیست، به جنبشی فراگیر تبدیل شود. در پشتیبانی از این تحول، راهکارهای زیر توسط برنامه‌ریزان برای کلان‌شهرها در اولویت قرار می‌گیرد:


۱- بخش توسعه شهری: تدوین ضوابط و مقررات حفاظت از سطوح نفوذپذیر و فضاهای سبز و باز شهری؛ تدوین ضوابط برای توسعه فضاهای درختکاری شده در راستای ترسیب کربن با همکاری سازمان‌های غیردولتی و شهروندان؛ بازنگری در شرح خدمات طرح‌های شهری تهران و به روز نمودن آن با توجه به استانداردهای کاهش تغییر آب و هوا؛ تقویت مراکز چندگانه شهری در منطقه کلان‌شهری با تناسبی بین جمعیت و فرصت‌های اشتغال در حوزه هر یک؛ هدایت توسعه کالبدی کلان‌شهر به صورتی متراکم فشرده و به موازات خطوط سریع حمل و نقل عمومی؛

۲- بخش محیط ساخته شده: تثبیت مساحت محیط ساخته شده شهر تهران در طرح‌ها و برنامه‌های توسعه؛ برای کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری در آینده؛ تدوین ضوابط و مشوق‌های کاهش مصرف برق، گاز و آب در ادارات و اماکن تجاری؛ تدوین ضوابط و مقررات استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش‌های مسکونی، تجاری و اداری

60. Demand-Reduction and Demand-Enhancement Measures
 61. Car Share
 ۶۲. برگرفته از آمار گزارش وضعیت محیط زیست شهر تهران در سال ۱۳۹۰ و با محاسبات نگارندگان

منابع

- [1] Prasad N, Ranghieri F, Shah F, Trohanis Z, Kessler E, Sinha R. Climate Resilient Cities: A Primer on Reducing Vulnerabilities to Disasters. Washington, D.C: World Bank; 2009. P.157
- [2] UN- Habitat. Planning for climate change: A strategic, value-based approach for urban planner. London & Washington, DC: Earthscan; 2011.p.197.
- [3] UN- Habitat. Cities and climate change: Global report on human settlements. London & Washington, DC: Earthscan; 2011. P. 279.
- [4] UN-Habitat. Planning Sustainable Cities: Global Report on Human Settlements. London: Earthscan; 2009. P. 306.
- [5] Satterthwaite, D. the Contribution of Cities to Global Warming and their Potential Contributions to Solutions. Environment and Urbanization ASIA; 2010; 1(1): 1–12
- [6] Elaine B, Dorothy M, Michael S. Understanding Local Adoption and Implementation of Climate Change Mitigation Policy. Urban Affairs Review; 2011; 47(3): 433– 457
- [7] Ye Q, Ma L, Zhang H, Li H. Translating a Global Issue Into Local Priority: China's Local Government Response to Climate Change. The Journal of Environment Development; 2008; 17 (4): 379- 400
- [8] Roberts D. Thinking globally, acting locally -- institutionalizing climate change at the local government level in Durban, South Africa. Environment & Urbanization; 2008; 20(2): 521–537
- [9] Corburn J. Cities, Climate Change and Urban Heat Island Mitigation: Localizing Global Environmental Science. Urban Studies; 2009; 46(2): 413–427
- [10] Bulkeley H, Schroeder H. Beyond State/non-State Divides: Global Cities and the Governing of Climate. European Journal of international Relations; 2011; 18(7): 1- 24
- [11] Schreurs M. From the Bottom up: Local and Sub national Climate Change Politics. The Journal of Environment & Development; 2008;
9. United Cities and Local Governments
 10. The Climate Alliance
 11. The Covenant of Mayors
 12. Mitigation
 13. Elaine
 14. Ye Qi
 15. Roberts
 16. Satterthwaite
 17. Corburn
 18. Bulkeley and Schroeder
 19. Schreurs
 20. Dodman
 21. Lindfield
 22. Urban Development and Design
 23. Built Environment
 24. Urban Infrastructure
 25. Transportation
 26. Urban Sprawl
 27. Land-Use Zoning
 28. Master-Planning
 29. Urban Densification
 30. Mixed-Use Development
 31. Urban Design Standards
 32. Reuse of Brownfield Land
 33. Neighborhood and Small-Scale Urban Renewal
 34. Compact City Planning
 35. High-Density Development
 36. Climate Positive Programme
 37. Carbon Neutral
 38. Taxes, Energy Pricing
 39. Codes or Standards
 40. Energy Awareness Campaigns, Energy Audits
 41. Retrofitting Existing Buildings
 42. Renewable and Low-Carbon Energy
 43. Carbon Footprint
 44. (CHP): Combined Heat and Power
 45. Urban Heat Network
 46. Darling Wind Farm
 47. Quito
 48. Geothermal Resources
 49. Biomass
 50. The US Department of Energy
 51. Solar American Cities
 52. New Low-Carbon Transport Infrastructure
 53. Fleet Replacement
 54. Fuel Switching
 55. New Mass Transportation Infrastructure
 56. BRT (Bus Rapid Transit)
 57. Public Fuel Cell Buses
 58. Urban Hydrogen Filling Stations
 59. Compressed Natural Gas

- [23] HAMSHAHRI Newspaper, Tehran produces waste more than global average. Vol. 22, No. 6226, Monday. Aprill. 14, 2014. [In Persian]
- [24] Tehran Municipality of Transportation and Traffic Organization. Tehran urban transportation information. Municipality publishi; 2011.p56. [In Persian]
- 
- [12] Dodman D. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization*; 2009; 21(1): 185–201
- [13] Lindfield M. Cities: A Global Threat and a Missed Opportunity for Climate Change, *Environment and Urbanization Asia*; 2010; 1(2): 105–129
- [14] Satterthwaite D. “Cities” contribution to global warming: Notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization*; 2008; 20(2): 539–549
- [15] Bulkeley H, Schroeder H, Janda K, Zhao J, Armstrong A, Chu Y, Ghosh S. The role of institutions, governance and urban planning for mitigation and adaptation, [http:// www.wds.worldbank.org/.../626960PUB0Citi000public00BOX361489B.pdf](http://www.wds.worldbank.org/.../626960PUB0Citi000public00BOX361489B.pdf), (accessed: November 2, 2012)
- [16] Wu J, Zhang Y. ‘Olympic Games promote the reduction in emissions of greenhouse gases in Beijing’. *Energy Policy*; 2008; 36(9): 3422–3426
- [17] Bertaud A, Lefevre B, Yuen B. GHG emissions, urban mobility and efficiency of urban morphology: A hypothesis, [http:// www.wds.worldbank.org/.../626960PUB0Citi000public00BOX361489B.pdf](http://www.wds.worldbank.org/.../626960PUB0Citi000public00BOX361489B.pdf), (accessed: November 2, 2012)
- [18] Wagner A. Urban Transport and Climate Change Action Plans: An Overview on Climate Change Action Plans and Strategies from all Continents. Germany, GTZ: Sustainable Urban Transport Project publishing (SUTP); 2009.p.127.
- [19] Tehran Information and Communication Technology Organization, Tehran city statistics. Information and Communication Technology Organization Publishing; 2010.p390. [In Persian]
- [20] Tehran Urban Planning & Research Center. Tehran City State of Environment: (SoE). Tehran, Iran, Tehran Urban Planning & Research Center publishing; 2011. P. 273. [In Persian]
- [21] Spivak J. Top 10 Global Cities with Lowest Greenhouse Gas Emissions, <http://urbanland.uli.org/articles/2011/nov/spivakglobal>, (accessed: November 17, 2011)
- [22] Tehran Municipality. The measures and regulations for the detailed plan of Tehran city. Tehran, Iran, Deputy of Urban Planning and Architecture of Tehran Municipality publishing; 2012. P. 64. [In Persian]

