

ارزیابی تطبیقی جایگاه زیست‌محیطی شهر تهران با ۲۲ شهر آسیایی بر مبنای شاخص‌های رویکرد شهر سبز*

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۸
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۳/۵/۲۲

منوچهر طبیبیان** - یاسمین افشار***
مجتبی شهابی شه‌میری***

چکیده

سازمان حفاظت از محیط زیست در سال ۱۳۷۸ با برگزاری همایش شهر سبز به ارائه طرحی سبز اقدام نمود. مهم‌ترین دستاورد این همایش تلاش برای ارائه تعریفی از شهر سبز مبتنی بر استانداردهای جهانی و تأییدشده توسط سازمان ملل متحد بود. با وجود ارائه این تعریف و پس از گذشت بیش از ده سال، همچنان ارزیابی عملکردی بر مبنای شاخص‌های شهر سبز برای تهران صورت نگرفته است. این پژوهش با هدف تعیین عملکرد زیست‌محیطی شهر تهران و سپس قیاس آن با ۲۲ شهر آسیایی که به‌طور عمده پایتخت‌ها و یا مراکز مهم اقتصادی هستند، جایگاه زیست‌محیطی تهران را تعیین می‌کند. بدین منظور این ارزیابی از ۲۹ شاخص کمی و کیفی شهر سبز، در هشت عرصه انرژی و دی‌اکسیدکربن، کاربری زمین و ساختمان، حمل‌ونقل، ضایعات، آب، فاضلاب، کیفیت هوا و حکمروایی زیست‌محیطی بهره می‌گیرد. جایگاه عملکردی شهر تهران در ادامه و پیوند با طرح‌های مطالعاتی گروه پژوهشی EIU تعیین می‌شود. روش تحقیق این پژوهش شامل دو بخش کمی و کیفی است. در بخش کمی، ابتدا شاخص‌ها برای شهر تهران با استفاده از روش ضریب محدودیت رفع اختلاف مقیاس و محاسبه شده، سپس جایگاه تهران با مقایسه شاخص‌های مشابه در ۲۲ شهر آسیایی مشخص می‌شود. بخش کیفی نیز به مرور توصیفی از سیاست‌های موجود و در دست تدوین برای شهر تهران بسنده می‌کند. یافته‌های کمی این پژوهش نشان می‌دهد که شهر تهران با کسب امتیاز ۳۸ درصدی، ضعیف‌ترین درجه سبزی و یا عملکرد زیست‌محیطی را میان ۲۲ شهر آسیایی داراست. این شهر در تمامی عرصه‌ها به جز عرصه ضایعات و حمل‌ونقل، عملکرد بسیار ضعیف تا ضعیفی را از خود نشان می‌دهد. این در حالی است که رویه سیاست‌گذاری‌ها نویدبخش روندی مثبت جهت حرکت به سوی اهداف شهر سبز می‌باشد.

واژگان کلیدی: رویکرد شهر سبز، ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی، ضریب محرومیت، شهر تهران.

* این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی «ارزیابی زیست‌محیطی شهر تهران بر مبنای شاخص‌های شهر سبز برگرفته از ۲۲ شهر» به شماره ۹۱۰۲۰۰۱/۰۱/۰۶ دانشگاه تهران می‌باشد و با استفاده از اعتبارات شورای پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

** دانشیار شهرسازی، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
*** کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

مقدمه

شهر تهران در چهار دهه اخیر، به‌عنوان پایتخت کشور شاهد دگرگونی‌های متنوع و متعددی در عرصه‌های مختلف جمعیتی، اقتصادی و محیطی بوده است. به طوری که الگوی توسعه شهری در تهران و روند آن بیش از آن که متأثر از نتیجه عملکرد یک مدیریت منسجم باشد، بیشتر حاصل فشارهای فزاینده عوامل مختلفی است که الگوی شهری حاضر را رقم زده است. رشد سریع جمعیت شهر به دلیل نرخ بالای تولد و مهاجرت به شهر، به همان نسبت مصرف منابع در آن و انتشار آلودگی را افزایش داده و امروزه نه تنها تعادل اقتصادی و اجتماعی درون شهر را برهم زده است، بلکه موجب عدم تعادل اکولوژیک منطقه‌ای که در آن قرار گرفته است، شده است. این مسائل سبب شده تا سازمان حفاظت محیط زیست کشور اولین گام را در این جهت، با ارائه طرح سبز در همایش شهر سبز در سال ۱۳۷۸ بردارد. از مهم‌ترین اهداف این طرح حل ناهنجاری‌های زیست محیطی و بهبود شرایط زندگی از طریق افزایش آگاهی عمومی، در جهت استفاده بهینه از امکانات و منابع موجود و در نتیجه داشتن فضایی سبز و به دور از انواع آلودگی می‌باشد. مهم‌ترین دستاورد این همایش، تلاش برای ارائه تعریفی از شهر سبز مبتنی بر استانداردهای جهانی و تأیید شده توسط سازمان ملل متحد می‌باشد. با این وجود پس از گذشت یک دهه، هنوز ارزیابی جامعی از شهر تهران بر اساس شاخص‌های شهر سبز صورت نگرفته است. این مقاله سعی می‌کند تا با بازنگری در تعریف شهر سبز و با استفاده از شاخص‌های آن جایگاه زیست محیطی شهر تهران را در مقایسه با ۲۲ شهر آسیایی که عمدتاً جزء شهرهای پایتخت و یا مراکز تجاری هستند، ارزیابی نماید. این ارزیابی معرف عملکرد زیست محیطی تهران در عرصه‌های گوناگون محیطی است. برای انجام این ارزیابی از ۲۹ شاخص کمی و کیفی در ادامه و پیوند با پژوهش گروه Economist Intelligence Unit (EIU)^۱ در قاره آسیا استفاده شده است.

۱. مروری بر رویکرد شهر سبز

۱-۱- تعریف شهر سبز

بنا به تعریفی که سازمان حفاظت محیط زیست در همایش شهر سبز ارائه داده است؛ شهر سبز، شهری است که مردم در آن نسبت به محیط زیست خود (هوا، آب، خاک، گیاهان، جانوران و انسان‌ها) احساس مسئولیت می‌کنند و در مشارکت با نهادهای مدنی و سازمان‌های دولتی، محیطی سالم و آرام را حداقل استانداردهای زیست محیطی به وجود می‌آورند. در این شهر سرانه فضای سبز، آلودگی‌های دیداری و شنیداری در سطح قابل قبول و سرانه تولید زباله کم‌ترین است و بهترین شکل بازیافت مواد به همراه جداسازی آن از مبداء وجود دارد. همچنین مصرف انرژی و مواد در آن بهینه و نزدیک به استانداردهای جهانی است (Department of Environment, 1999). کنفرانس شهرهای زنده نیز در گزارشی، «شهرهای سبز» را تلاش برای ارائه و حمایت از راه‌های خلاقانه در شهرهایی معرفی می‌کند که در حال خلق اقتصاد سبز هستند (Green Cities Report, 2009). برخی صاحب‌نظران تعریف خود را بر پایه یک مفهوم شهودی در نظر می‌گیرند و با مثال‌های شهودی از واقعیات شهری، مانند شهر پرتلند در ایالات متحده در قیاس با مکزیکوسیتی، آن را به تصویر می‌کشند. از نظر برخی، «شهرهای سبز آب و هوایی پاک، خیابان‌ها و پارک‌هایی لذت‌بخش دارند و در مواجهه با بلایای طبیعی انعطاف‌پذیرند و خطر شیوع بیماری واگیردار در چنین شهرهایی پایین است. شهرهای سبز همچنین رفتارهای سبز مانند استفاده از حمل‌ونقل عمومی را تشویق می‌کنند به علاوه تأثیرات منفی اکولوژیکی آن‌ها نیز کم است» (Kahn, 2006).

۲-۱- شهرگرایی سبز

شهرگرایی سبز اغلب به عنوان راهی برای توصیف سکونتگاه‌های هوشمند، امن و پایدار به کار برده می‌شوند. این سکونتگاه‌ها هوشمند هستند، زیرا می‌توانند خود را با فناوری‌های نوین قرن بیست و یکم سازگار کنند. علاوه بر این امن هستند و به علت بهره‌گیری از سیستم‌های انسان‌ساخت قدرت مواجهه و پاسخگویی به رویدادهای مترقبه و غیرعادی را دارند. در نهایت این شهرها پایدار هستند، بدین معنی که خود راه‌حلی برای مسائلی مانند تغییرات اقلیمی، مصرف انرژی و تنوع زیستی محسوب می‌شوند (Newman, 2010). شهرگرایی سبز، توسط بیتلی برای نمونه‌ای از شهرهای اروپایی و توسط نیومن برای برخی شهرهای آسیایی استفاده شده است. با این وجود، ایده شهرگرایی سبز هنوز برای شهرهای آسیایی رایج نیست.

این مقاله سعی می‌کند تا از ایده‌های نیومن و بیتلی جهت پی بردن به ویژگی‌های اصلی برگشت‌پذیری یا خودپایداری در این شهرها استفاده کند. این امر با ایده‌های پشتیبان شهرگرایی سبز مشترک است. شش رویکرد شهر انرژی‌های تجدیدپذیر^۲، شهر بدون کربن^۳، شهر زیست فیزیکی^۴، شهر اکولوژیک^۵، شهر مکان محور^۶ و شهر حمل‌ونقل پایدار^۷، رویکردهای گوناگونی است که برای بیان ایده شهرگرایی سبز توسط نیومن و بیتلی مطرح شده است. ویژگی مشترک اصلی در همه این ایده‌ها ویژگی برگشت‌پذیری یا خودپایداری می‌باشد. چالش برنامه‌ریزان شهری کاربست هدفمند همه این رویکردها با یکدیگر، از طریق ترکیبی از فناوری‌های نوین و نوآوری اجتماع محور است (Beatley & Newman, 2009).

۳-۱- اهداف کلان رویکرد شهر سبز

اهدافی که در شهر سبز دنبال می‌شوند، پایداری اکولوژیک را در اولویت مشکلات مربوط به محیط زیست شهری قرار می‌دهند. مسائلی از قبیل تولید بیش از اندازه در شهرها، مصرف‌گرایی و تولید مواد زائد و تحمیل آن بر زیست بوم، تهی‌سازی منابع طبیعی و تغییرات آب و هوایی. بخش عمده این مشکلات به صورت غیرمتمرکز در سطح کره زمین اتفاق می‌افتد و در درازمدت پایداری اکولوژیک را تهدید می‌کنند. در واقع پیروان این دیدگاه ساختارهای موجود در جوامع امروز را نقد می‌کنند و رسیدن به توسعه پایدار را نیازمند یک شیوه تفکر جدید برای تغییر ساختارها می‌دانند. بر این اساس راه‌حلهایی را ارائه می‌دهند که در ابتدا نیازمند تجدیدنظر در ارتباط با کشاورزی، مسکن، انرژی، طراحی شهری، حمل‌ونقل، خانواده، منابع مصرفی، جنگلداری، بیابان‌ها و ارزش‌های اصلی زندگی می‌باشد (Pugh, 2000, p. 143-147). آن‌ها همچنین در تعیین اهداف و راه‌حل‌های خود اولویت‌های عدالت برون نسلی، عدالت فکری و عدالت بین گونه‌ای را مدنظر قرار می‌دهند.

۲. روش تحقیق

در این مطالعه، شاخص‌های شهر سبز عملکرد زیست محیطی شهر تهران را با هدف کاهش اثرات محیطی در قیاس با ۲۲ شهر آسیایی اندازه‌گیری می‌کنند. شهرهای آسیایی در این ارزیابی، منتخبی از پایتخت‌ها و پایتخت‌های مهم اقتصادی برخی از مهم‌ترین کشورهای جنوب شرقی آسیا و آسیای میانه می‌باشند که بر اساس اندازه و اهمیت انتخاب شده‌اند.

۲-۱- شاخص‌ها

به منظور انجام ارزیابی، تعداد ۲۹ شاخص کمی و کیفی در هشت عرصه انرژی و دی‌اکسیدکربن، کاربری زمین و ساختمان، حمل‌ونقل، ضایعات، آب، زباله، کیفیت هوا و حکمروایی زیست محیطی از ادبیات نظری و اسناد برنامه‌ریزی تدوین شده است. ۱۴ شاخص کمی به ترتیب شامل سرانه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی در هر واحد تولید ناخالص داخلی، فضاهای سبز و تراکم جمعیت، مجموع طول خطوط حمل‌ونقل عمومی برتر، سهم ضایعات تولیدی در شهر و سرانه ضایعات تولیدی، سرانه مصرف آب و میزان نشت سیستم آب رسانی، سهم تصفیه فاضلاب و سهم جمعیت با دسترسی به فاضلاب، سطح دی‌اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد و ذرات معلق بسیار ریز می‌باشد. ۱۵ شاخص کیفی دیگر به ارزیابی سیاست‌ها و طرح‌ها می‌پردازند. این شاخص‌ها به ترتیب شامل سیاست انرژی پاک و طرح‌های اجرایی تغییرات اقلیمی، سیاست ساختمان‌های اکولوژیک و کاربری زمین، سیاست حمل‌ونقل انبوه و سیاست کاهش تراکم ترافیک، سیاست جمع‌آوری و دفع ضایعات و سیاست بازیافت، سیاست کیفیت و پایداری آب، سیاست زهکشی فاضلاب، سیاست هوای پاک، مدیریت زیست محیطی، بازنگری و نظارت زیست محیطی و مشارکت عمومی می‌باشد. جدول ۱، دسته‌بندی این شاخص‌ها را در هشت عرصه محیطی به همراه واحد اندازه‌گیری هر شاخص نمایش می‌دهد.

جدول ۱: شاخص‌های کمی و کیفی در هشت عرصه ارزیابی

منابع	ضریب وزنی	واحد	نوع شاخص	شاخص	عرصه‌ها
City of Pasadena Green Team, 2009, 2010; Council on Environmental Quality, 2011; Pelletier, 2006	۰/۲۵	تن به ازای هر نفر	کمی	سرانه سالانه انتشار گاز دی اکسید کربن	انرژی و دی‌اکسید کربن
	۰/۲۵	دلار آمریکا	کمی	مصرف سالانه انرژی در هر واحد تولید ناخالص داخلی	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست انرژی پاک	
	۰/۲۵	-	کیفی	طرح‌های اجرایی تغییرات اقلیمی	
Marker, Mirsky, 2011; Baycan-Levent, Vreeker, Nijkamp, 2009; Beatley, Native to Nowhere, 2005	۰/۲۵	مترمربع برای هر نفر	کمی	سرانه فضاهای سبز	کاربری زمین و ساختمان‌ها
	۰/۲۵	نفر بر کیلومتر مربع	کمی	تراکم جمعیت	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست ساختمان‌های اکولوژیکی	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست کاربری زمین	
City of Pasadena Green Team, 2009, 2010; Ling, 2005; Low et al., 2005	۰/۳۳	در km^2/km^2	کمی	شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر	حمل و نقل
	۰/۳۳	-	کیفی	سیاست حمل‌ونقل انبوه شهری	
	۰/۳۳	-	کیفی	سیاست کاهش تراکم (ازدحام)	
Tencati, 2006; L.A. Andriantatsaholiniaina et al., 2004; Ling, 2005	۰/۲۵	درصد	کمی	سهم ضایعات تولیدی شهر	ضایعات
	۰/۲۵	کیلوگرم زباله تولید شده به ازای هر نفر	کمی	سرانه ضایعات تولیدی سالانه	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست جمع‌آوری و دفع ضایعات	
City of Pasadena Green Team, 2009, 2010; L.A. Andriantatsaholiniaina et al., 2004	۰/۲۵	لیتر برای هر فرد	کمی	سرانه روزانه مصرف آب	آب
	۰/۲۵	درصد	کمی	میزان نشت سیستم آبرسانی	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست کیفیت آب	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست پایداری آب	
City of Pasadena Green Team, 2009, 2010	۰/۳۳	درصد	کمی	سهم جمعیت با دسترسی به فاضلاب	فاضلاب
	۰/۳۳	درصد	کمی	سهم تصفیه فاضلاب	
	۰/۳۳	-	کیفی	سیاست زهکشی فاضلاب	
Onkal-Engin, Demir, & Hiz, 2004; Ling, 2005	۰/۲۵	میکروگرم در مترمکعب	کمی	میانگین سطح دی اکسید نیتروژن روزانه	کیفیت هوا
	۰/۲۵	"	کمی	میانگین سطح دی اکسید سولفور روزانه	
	۰/۲۵	"	کمی	میانگین ذرات معلق (کمتر از ۱۰ میکرون) روزانه	
	۰/۲۵	-	کیفی	سیاست هوای پاک	
Low et al., 1999; Beatley, Green Urbanism in European Cities, 2006	۰/۳۳	-	کیفی	مدیریت زیست محیطی	حکروایی زیست محیطی
	۰/۳۳	-	کیفی	بازنگری و نظارت زیست محیطی	
	۰/۳۳	-	کیفی	مشارکت عمومی	

۲-۲-۲- روش‌شناسی کمی

۲-۲-۱- داده‌ها^۸

گروه EIU داده‌های مربوط به ۲۲ شهر آسیایی را طی سه ماه از منابع رسمی هر شهر مانند: مراکز آمار ملی و منطقه‌ای، مقام‌های مدیریت محلی، شرکت‌های خدمات محلی، معاونت‌های زیست محیطی و وزارت‌های محیط زیست جمع‌آوری نموده‌است. این داده‌ها عمدتاً مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و در برخی موارد مربوط به داده‌های سال‌های قبل از آن می‌باشد. برای انطباق بیشتر با شهرهای آسیایی ساختار روش مبتنی بر قراردادن متغیرها بر مبنای داده‌های باکیفیت و در دسترس و چالش‌های محیطی مختص این مناطق شهری می‌باشد. برای شهر تهران نیز داده‌ها گردآوری شده عمدتاً از گزارش ترازنامه انرژی ۱۳۸۳، مطالعات محیط زیست طرح جامع تهران ۱۳۸۴ و طرح ساختاری-راهبردی شهر تهران ۱۳۸۶ به دست آمده است.^۹ جدول ۲ نیز داده‌های شاخص‌های کمی را برای شهر تهران و ۲۲ شهر آسیایی نشان می‌دهد.

جدول ۲: داده‌های شاخص‌های کمی برای شهر تهران و ۲۲ شهر آسیایی

ردیف	شهرها	انرژی و کربن دی اکسید		کاربری زمین و ساختمان		حمل و نقل	ضایعات		آب		فاضلاب			کیفیت هوا	
		تولید CO ₂	مصرف انرژی	تراکم جمعیت	سرانه فضای سبز		طول خطوط حمل و نقل عمومی پیشرفته	سهم زباله جمع آوری شده	سرانه زباله	مصرف آب	نشت آب	جمعیت دسترس به فاضلاب	میزان تصفیه فاضلاب	سطح NO	میزان SO
۱	بانکوک	۶/۷	۶/۱	۳۶۰۷/۴	۳/۳	۰/۰۴	۶۲/۹	۵۳۴/۸	۳۴۰/۲	۳۵	۵۱	۱۲/۲	۴۲/۷	۱۲/۶	۴۸/۱
۲	پکن	۸/۲	۱۲/۳	۱۰۶۹/۴	۸۸/۴	۰/۰۲	۹۵/۴	۳۹۴/۷	۳۱۸/۱	۱۲/۵	۷۰/۴	۸۰/۳	۵۳	۳۴	۱۲/۱
۳	بنگلور	۰/۵	۴/۶	۱۰۰۳۴	۴۱	۰	۸۰	۲۶۶/۵	۷۳	۳۹	۵۳	۴۲/۴	۱۵/۱	۳۴۳	۲۴۳
۴	دهلی	۱/۱	۷/۷	۱۱۷۳۳۳	۱۸/۸	۰/۰۸	۹۳/۶	۱۴۶/۸	۲۰۸/۷	۴۰	۵۴	۵۵	۴۷	۷	۷۰
۵	گوانژو	۹/۲	۱۱/۷	۲۰۶۷/۵	۱۶۶/۳	۰/۰۷	۸۸/۲	۴۱۵/۱	۵۲۷/۲	۱۴/۸	۷۹	۷۴/۱	۵۶	۳۹	۱۱۰
۶	هانویی	۱/۹	۹/۵	۱۹۳۵/۱	۱۱/۲	۰	۹۵	۲۸۲	۵۳/۱	۴۵	۴۰	۱۰	۲۰	۲۵	۴۷
۷	هنگ کنگ	۵/۴	۱/۵	۶۳۶۲/۲	۱۰۵/۳	۰/۲۴	۱۰۰	۴۳۴/۳	۳۷۱/۲	۲۱	۹۳	۹۸	۵۰	۱۴	۴۷
۸	جاکارتا	۱/۲	۲/۴	۱۳۸۸۹/۹	۲/۳	۰/۱۹	۳۵	۲۹۱/۵	۷۷/۶	۵۰/۲	۶۷	۱	۱۸/۵	۵۲/۷	۴۲/۶
۹	کراچی	۳/۱	۷/۸	۴۱۱۱/۱	۱۷	۰	۸۲/۷	۲۲۹	۱۶۴/۵	۳۵	۵۷	۲۲	۵۹/۵	۵۷/۳	۱۸۰/۴
۱۰	کلکت	۱/۵	۴	۸۴۵۱/۶	۱/۸	۰/۰۵	۸۰	۲۸۲	۱۳۷/۸	۳۵	۵۲	۲۰	۶۱/۴	۷/۱	۱۸۹/۶
۱۱	کوالالمپور	۷/۲	۵	۶۸۱۱/۱	۴۳/۹	۰/۲۷	۵۷/۵	۸۱۵/۷	۴۹۷/۲	۳۷	۷۰	۰	۴۰/۱	۶/۲	۴۴
۱۲	مانیل	۱/۶	۴	۱۸۱۶۵/۱	۴/۵	۰/۰۵	۷۶/۹	۲۴۷/۶	۱۵۴/۸	۳۵/۹	۱۲	۲۱	۳۳/۷	۷/۳	۴۸
۱۳	مومبای	۱	۶/۵	۲۷۱۳۶/۸	۶/۶	۰	۳۲/۴	۲۰۹	۲۵۰	۱۳/۶	۴۲	۶۷/۶	۸۶	۳۴	۲۰۲
۱۴	تان جینگ	۵/۷	۱۰/۵	۱۱۷۱/۸	۱۰۸/۴	۰/۰۱	۸۵/۸	۲۱۸/۳	۳۴۱/۴	۱۱/۶	۶۴/۷	۸۶	۴۸	۳۵	۱۰۰
۱۵	اوزاکا	۷/۶	۱/۶	۱۱۹۸۱/۲	۴/۵	۰/۶۲	۱۰۰	۵۷۳/۴	۴۱۷/۹	۶/۹	۱۰۰	۱۰۰	۴۵/۱	۱۴/۳	۳۵/۳
۱۶	سنول	۳/۷	۳/۲	۱۷۲۸۸/۸	۲۳/۴	۰/۹۴	۱۰۰	۹۹۵/۶	۳۱۱	۷	۱۰۰	۸۲	۷۱/۴	۱۷/۲	۵۵
۱۷	شانگهای	۹/۷	۱۴/۸	۳۰۳۰/۲	۱۸/۱	۰/۰۷	۸۲/۳	۳۶۹/۵	۴۱۱/۱	۱۰/۲	۷۲/۵	۷۸/۴	۵۳	۳۵	۸۱
۱۸	سنگاپور	۷/۴	۲/۹	۷۰۲۵/۲	۶۶/۲	۰/۲۱	۱۰۰	۳۰۶/۶	۳۰۸/۵	۴/۶	۱۰۰	۱۰۰	۲۲	۹	۵۶
۱۹	تایپه	۴/۲	۱/۴	۹۷۸۹/۹	۴۹/۶	۰/۵۵	۱۰۰	۳۰۴	۳۴۲	۲۲	۹۹	۷۷/۴	۴۵/۷	۸/۶	۵۰/۲
۲۰	توکیو	۴/۸	۱/۲	۵۹۴۶/۹	۱۰/۶	۰/۱۴	۱۰۰	۳۷۵/۱	۳۲۰/۲	۳/۱	۹۹/۴	۱۰۰	۳۹/۵	۵/۷	۳۳/۱
۲۱	ووهان	۵/۱	۱۰	۹۸۳/۶	۲۰/۹	۰	۷۴	۲۶۲/۹	۲۸۱	۱۴/۲	۶۶/۵	۹۰/۲	۵۴	۴۴	۱۰۵
۲۲	یوکوهاما	۵/۲	۲/۴	۸۴۴۱/۳	۳۷/۴	۰/۱۲	۱۰۰	۳۰۰/۸	۳۰۰/۳	۵/۵	۹۹/۸	۱۰۰	۳۹/۵	۱۴/۳	۲۷
۲۳	تهران	۶/۶	۱۷/۲	۱۱۱۰۰	۸/۲۹	۰/۳۳	۹۵/۴	۳۵۶	۳۵۰	۴۱	۳۵۰	۰	۳۰۷/۴۳	۲۰/۸۲	۵۳/۱۴

۲-۲-۲- خوشه‌ها

به منظور انجام تحلیل تکمیلی از عملکرد زیست محیطی شهر تهران در قیاس با ۲۲ شهر آسیایی، شهرها با توجه به ۵ خوشه شامل جمعیت، مساحت، میزان درآمد، تراکم و دمای شهر نیز دسته‌بندی شده می‌شوند. این خوشه‌ها بستری از شاخص‌های زمینه‌ای را تشکیل می‌دهد که برخی از شاخص‌های ارزیابی به کمک داده‌های خوشه‌ها محاسبه می‌شوند. جدول ۳ طبقه‌بندی خوشه‌های ارزیابی را نشان می‌دهد.^۱

جدول ۳: طبقه‌بندی خوشه‌های ارزیابی

خوشه ها	کم	متوسط	زیاد
جمعیت (میلیون نفر)	< ۵	۵-۱۰	> ۱۰
مساحت (کیلومتر مربع)	< ۱۰۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰۰	< ۵۰۰۰
درآمد سرانه (دلار آمریکا در سال)	> ۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۲۵۰۰۰	< ۲۵۰۰۰
متوسط تراکم جمعیتی (نفر در کیلومتر مربع)	> ۵۰۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	< ۱۰۰۰۰
متوسط دمای هوا (درجه سلسیوس)	> ۱۶	۱۶-۲۵	> ۲۵

(Economist Intelligence Unit, 2011)

۳-۲-۲- فرآیند رفع اختلاف مقیاس و وزن دهی

روش ضریب محرومیت که به مدل موریس نیز مشهور است، توسط UNDP برای محاسبه شاخص توسعه انسانی کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش سطح توسعه یا ضریب محرومیت مناطق با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (Kalantari, 2011, p. 53).

$$Y = \frac{\text{مقدار حداقل } Xi - \text{مقدار واقعی } Xi}{\text{مقدار حداقل } Xi - \text{مقدار حداکثر } Xi}$$

جهت مقایسه داده‌های میان شهرها و محاسبه امتیاز تجمعی هر شهر، داده‌های جمع‌آوری شده از منابع مختلف هم مقیاس شده‌اند. طبق این روش شاخص‌های کمی با مقیاس ۰ تا ۱۰ استانداردسازی شده‌اند. به‌طوری‌که بهترین شهر، نمره ۱۰ می‌گیرد و بدترین شهر امتیازی را کسب نمی‌کند^{۱۱}. در جدول ۴ نیز داده‌های شاخص‌های مثبت و منفی هم‌راستا و از ۱۰۰ محاسبه شده است.

از آنجاکه در این تحقیق میزان موفقیت عملکرد شهرهای آسیایی در هشت عرصه محیطی با یکدیگر مقایسه می‌شوند، بنابراین عرصه‌ها و شاخص‌های درون هر عرصه باید دارای اهمیت یکسانی باشند. بنابراین می‌توان امتیاز استاندارد شده هر یک از شاخص‌ها را در هر عرصه و همچنین در کل برای هر یک از شهرهای مورد مطالعه با هم جمع و نتیجه را به عنوان یک امتیاز واحد نشان داد. این امتیاز واحد، امکان مقایسه این شهرها را از نظر عملکرد زیست‌محیطی میسر می‌سازد. بنابراین امتیاز نهایی هر عرصه از جمع تجمعی امتیازات شاخص‌ها در هر عرصه تشکیل شده است. آنگاه نمرات عرصه‌ها نیز ترکیب شده و امتیاز نهایی را برای هر شهر حاصل می‌کنند. به منظور به‌دست آوردن نمره هر عرصه، به هر یک از شاخص‌ها، ضریب وزنی برابری داده شده است.^{۱۲} سپس امتیازات به بازه ۰ تا ۱۰۰ تبدیل می‌شوند. همچنین به منظور محاسبه امتیاز مجموع نیز برای هر عرصه ضریب وزنی و اهمیت یکسانی تعیین شده است. امتیاز پایانی لزوماً مجموع امتیازات همه عرصه‌ها است که در بازه ۰ تا ۱۰۰ هستند. سرانجام، هر یک از شهرها ابتدا بر اساس هر یک از عرصه‌ها و سپس به صورت میانگین مجموع امتیازات در یکی از ۵ طبقه بسیار خوب^{۱۳}، خوب^{۱۴}، متوسط^{۱۵}، ضعیف^{۱۶} و خیلی ضعیف^{۱۷} جای گرفته‌اند.

جدول ۴: محاسبه مقادیر داده‌های هم راستا به همراه محاسبات اولیه

ردیف	شهرها	انرژی و کربن دی اکسید		کاربری زمین و ساختمان		حمل و نقل	ضایعات		آب		فاضلاب			کیفیت هوا	
		تولید CO ₂	مصرف انرژی	تراکم جمعیت	سراغه فضای سبز		طول خطوط حمل و نقل عمومی پیشرفته	سهم زباله جمع آوری شده	سراغه زباله	مصرف آب	نشت آب	جمعیت دسترس به فاضلاب	میزان تصفیه فاضلاب	سطح NO	میزان SO
۱	بانکوک	۳۱٪	۶۵٪	۹۷٪	۲٪	۴٪	۶۳٪	۴۶٪	۳۵٪	۳۰٪	۵۱٪	۱۲٪	۷۸٪	۸۷٪	
۲	پکن	۱۵٪	۲۸٪	۹۹٪	۵۳٪	۲٪	۹۵٪	۶۰٪	۵۹٪	۷۵٪	۷۰٪	۸۰٪	۸۳٪	۶۸٪	
۳	بنگلور	۹۵٪	۷۳٪	۹۱٪	۲۵٪	۰٪	۸۰٪	۷۳٪	۸۶٪	۲۲٪	۵۳٪	۴۲٪	۸۷٪	۱۱٪	
۴	دهلی	۸۹٪	۵۵٪	۰٪	۱۱٪	۹٪	۹۴٪	۸۵٪	۶۰٪	۲۰٪	۵۴٪	۵۵٪	۸۵٪	۰٪	
۵	گوانژو	۵٪	۳۲٪	۹۸٪	۱۰۰٪	۷٪	۸۸٪	۵۸٪	۰٪	۷۱٪	۷۹٪	۷۴٪	۸۲٪	۸۲٪	
۶	هانویی	۸۰٪	۴۵٪	۹۸٪	۷٪	۰٪	۹۵٪	۷۲٪	۹۰٪	۱۰٪	۴۰٪	۱۰٪	۹۳٪	۷۱٪	
۷	هنگ کنگ	۴۴٪	۹۱٪	۹۵٪	۶۳٪	۲۶٪	۱۰۰٪	۵۶٪	۳۰٪	۵۸٪	۹۳٪	۹۸٪	۸۴٪	۸۸٪	
۸	جاکارتا	۸۸٪	۸۶٪	۸۸٪	۱٪	۲۰٪	۳۵٪	۷۱٪	۸۵٪	۰٪	۶۷٪	۱٪	۹۴٪	۸۹٪	
۹	کراچی	۶۸٪	۵۵٪	۹۶٪	۱۰٪	۰٪	۸۳٪	۷۷٪	۶۹٪	۵۰٪	۵۷٪	۲۲٪	۸۱٪	۵۳٪	
۱۰	کلکته	۸۵٪	۷۷٪	۹۳٪	۱٪	۵٪	۸۰٪	۷۲٪	۷۴٪	۳۰٪	۵۲٪	۲۰٪	۸۰٪	۵۱٪	
۱۱	کوالالمپور	۲۶٪	۷۱٪	۹۴٪	۲۶٪	۲۹٪	۵۸٪	۱۸٪	۶٪	۲۶٪	۷۰٪	۰٪	۸۷٪	۸۹٪	
۱۲	مانیل	۸۴٪	۷۷٪	۸۵٪	۳٪	۵٪	۷۷٪	۷۵٪	۷۱٪	۲۸٪	۱۲٪	۲۱٪	۸۹٪	۸۸٪	
۱۳	مومبای	۹۰٪	۶۳٪	۷۷٪	۴٪	۰٪	۳۲٪	۷۹٪	۵۳٪	۷۳٪	۴۲٪	۶۸٪	۷۲٪	۴۷٪	
۱۴	تان جینگ	۴۱٪	۳۹٪	۹۹٪	۶۵٪	۱٪	۸۶٪	۷۸٪	۳۵٪	۷۷٪	۶۵٪	۸۶٪	۸۴٪	۷۴٪	
۱۵	اوزاکا	۲۲٪	۹۱٪	۹۰٪	۳٪	۶۶٪	۱۰۰٪	۴۲٪	۲۱٪	۸۶٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۸۵٪	۹۱٪	
۱۶	سئول	۶۲٪	۸۱٪	۸۵٪	۱۴٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۰٪	۴۱٪	۸۶٪	۱۰۰٪	۸۲٪	۷۷٪	۸۶٪	
۱۷	شانگهای	۰٪	۱۴٪	۹۷٪	۱۱٪	۷٪	۸۲٪	۶۳٪	۲۲٪	۸۰٪	۷۳٪	۷۸٪	۸۳٪	۷۹٪	
۱۸	سنگاپور	۲۴٪	۸۳٪	۹۴٪	۴۰٪	۲۲٪	۱۰۰٪	۶۹٪	۴۱٪	۹۱٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۹۳٪	۸۵٪	
۱۹	تایپه	۵۷٪	۹۲٪	۹۲٪	۳۰٪	۵۹٪	۱۰۰٪	۶۹٪	۳۵٪	۵۶٪	۹۹٪	۷۷٪	۸۵٪	۸۷٪	
۲۰	توکیو	۵۱٪	۹۳٪	۹۵٪	۶٪	۱۵٪	۱۰۰٪	۶۲٪	۳۹٪	۹۴٪	۹۹٪	۱۰۰٪	۸۷٪	۹۱٪	
۲۱	ووهان	۴۷٪	۴۲٪	۹۹٪	۱۳٪	۰٪	۷۴٪	۷۴٪	۴۷٪	۷۲٪	۶۷٪	۹۰٪	۸۲٪	۷۳٪	
۲۲	یوکوهوما	۴۶٪	۸۶٪	۹۳٪	۲۲٪	۱۳٪	۱۰۰٪	۷۰٪	۴۳٪	۸۹٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۸۷٪	۹۳٪	
۲۳	تهران	۳۲٪	۰٪	۹۱٪	۵٪	۳۵٪	۹۵٪	۶۴٪	۳۴٪	۱۸٪	۱۲٪	۰٪	۰٪	۸۶٪	
	کمینه	۰٪	۰٪	۰٪	۰/۰۱	۰٪	۰/۳۲	۰٪	۰٪	۰٪	۰/۱۲	۰٪	۰٪	۰٪	
	بیشینه	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۹	۱	۱	۱	۰/۸۵	۰/۹	۰/۹۴	۱	۱	۰/۹۴	۰/۹۳	
	انحراف معیار	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳	۰/۲۷	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۲۵	
	میانگین	۰/۵۱	۰/۶۳	۰/۸۹	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۸۳	۰/۶۲	۰/۴۷	۰/۵۴	۰/۶۸	۰/۵۷	۰/۸۱	۰/۷۳	
	Max- Min	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۰/۶۸	۰/۸۵	۰/۹	۰/۹۴	۰/۸۸	۱	۰/۹۴	۰/۹۳	

۳-۲- روش‌شناسی کیفی

شاخص‌های کیفی توسط تحلیل‌گران متخصص در شهرهای مربوط بر مبنای معیار برنامه‌ای شامل اهداف، راهبرد و سیاست‌های هر شهر امتیازدهی شده است. این شاخص‌ها نیز بر مقیاس ۰ تا ۱۰ با امتیاز ۱۰ برای شهرهایی که معیارهای موجود در چک لیست‌های مشخصی را رعایت می‌کنند، امتیازدهی می‌شوند. به عنوان مثال برای شاخص «انتشار گازهای گلخانه‌ای» شهرها مطابق با این که آیا به طور منظم هر سه سال یک بار انتشار گازهای گلخانه‌ای را نظارت و یافته‌های خود را چاپ کنند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص‌های کیفی منتخب که به دنبال سنجش وجود سیاست‌ها در حوزه‌های معین می‌باشند، به طور چندگانه در رتبه‌بندی کارایی شهرها در اجرای سیاست‌های محیطی استفاده شده‌اند. این رتبه‌بندی توسط تحلیل کارشناسی از طریق شناخت کامل شهر مرتبط در مقیاس یک تا ۵ تولید شده است. وزن‌دهی یکسان گروه‌ها با زتاب نظرات کارشناسی را منعکس می‌کند.

۳. ارزیابی تطبیقی تهران با ۲۲ شهر آسیایی برمبنای شاخص‌های شهر سبز

شهر تهران، به عنوان پایتخت ایران، مرکز سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و علمی کشور محسوب می‌شود. بنا بر گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۰ سرانه تولید ناخالص داخلی در ایران ۴۷۷۴ دلار در سال می‌باشد؛ تهران سهم ۲۵ درصدی از این عدد را داراست (Tehran Urban Planning & Research Center, 2010)، بنابراین با سرانه تولید ناخالص داخلی ۱۱۹۵ دلار در سال تهران در کنار هنگ کنگ، هانویی و کلکته با درآمد سرانه‌ای کمتر از ۲۰۰۰ دلار جزء کم‌درآمدترین شهرهای آسیا محسوب می‌شود.

از طرفی جمعیت هفت میلیون و چهارصد هزار نفری، تهران را در گروه شهرهای با جمعیت متوسط قرار می‌دهد که در مقایسه تطبیقی با ۲۲ شهر آسیایی در جایگاه میانه قرار می‌گیرد. اما از آنجایی که مساحت شهر در قیاس با سایر شهرها و طبق جدول ۳ این شهر را جزء شهرهای کوچک قرار می‌دهد، تراکم جمعیتی تهران معادل ۱۱۱۵۰ نفر در کیلومتر مربع دارای تراکم جمعیتی بالا پس از شهرهایی چون جاکارتا، اوزاکا و دهلی در جایگاه هشتم جای می‌گیرد.

۳-۱- ارزیابی کمی

در این بخش عملکرد زیست محیطی شهر تهران بر اساس شاخص‌های کمی در قیاس با ۲۲ شهر آسیایی ارزیابی می‌شود و جایگاه شهر تهران در هر یک از عرصه‌های هشت‌گانه مشخص می‌شود. جدول ۵، نتایج حاصل از محاسبات روش ضریب محرومیت برای شاخص‌های کمی را در تهران و ۲۲ شهر دیگر نشان می‌دهد. همچنین برآیند امتیازات عرصه‌ها به عنوان درجه سبزی هر شهر معرفی می‌شود. امتیاز کسب شده در هر عرصه متوسط امتیازات شاخص‌های کمی درون هر عرصه می‌باشد. درجه سبزی نیز بر اساس میانگین متوسط همه عرصه‌ها با وزن برابر محاسبه شده است.

جدول ۵: امتیازات حاصل از ارزیابی شاخص‌های کمی و درجه سبزی برای تهران و ۲۲ شهر آسیایی

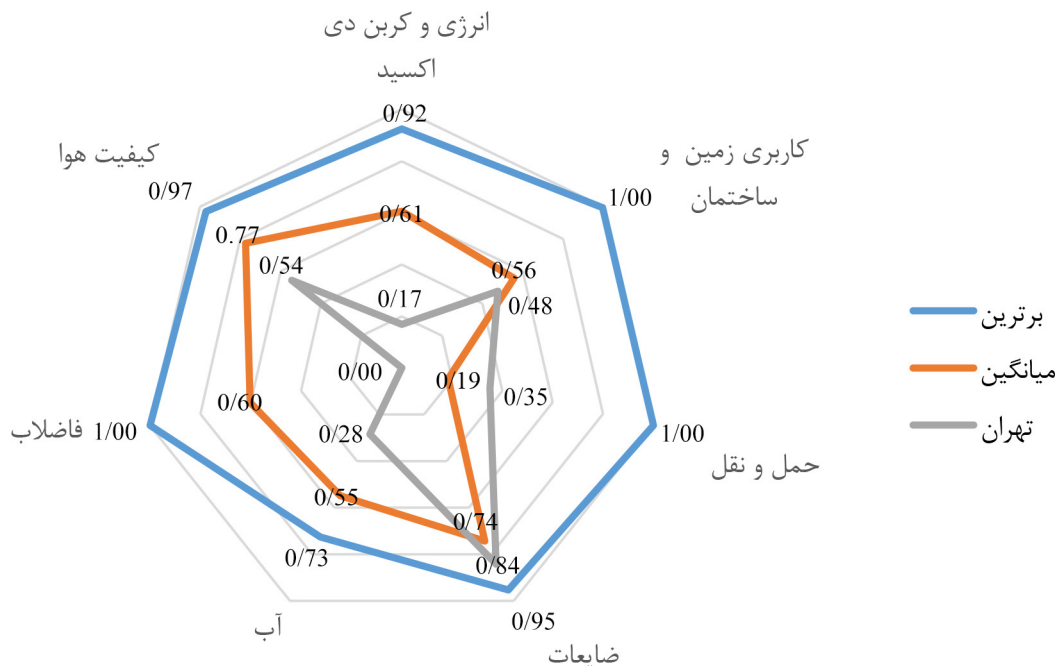
عرصه‌ها	انرژی و گرین دی اکسید	کاربری زمین و ساختمان	حمل و نقل	ضایعات	آب	فاضلاب	کیفیت هوا
باتوکوک	۵۱٪	۴۹٪	۴٪	۵۰٪	۳۶٪	۲۸٪	۹۱٪
پکن	۲۳٪	۷۶٪	۳٪	۸۳٪	۷۳٪	۷۳٪	۶۹٪
بنگلور	۸۹٪	۵۸٪	۰٪	۷۸٪	۶۰٪	۴۴٪	۶۳٪
دهلی	۷۶٪	۵٪	۹٪	۹۵٪	۴۴٪	۵۱٪	۶۳٪
گوآنژو	۲۰٪	۱۰۰٪	۷٪	۷۵٪	۳۸٪	۷۵٪	۷۰٪
هانویی	۶۶٪	۵۲٪	۰٪	۸۸٪	۵۶٪	۲۱٪	۸۰٪
هنگ کنگ	۷۲٪	۷۹٪	۲۶٪	۸۳٪	۴۷٪	۹۵٪	۸۹٪
جاکارتا	۹۲٪	۴۵٪	۲۰٪	۴۳٪	۴۷٪	۳۳٪	۶۸٪
کراچی	۶۵٪	۵۳٪	۰٪	۸۲٪	۶۵٪	۳۷٪	۴۸٪
کلکته	۸۶٪	۴۷٪	۵٪	۷۷٪	۵۷٪	۳۳٪	۷۹٪
کوالالامپور	۵۳٪	۶۰٪	۲۹٪	۲۹٪	۱۷٪	۳۳٪	۹۶٪
مانیل	۸۵٪	۴۳٪	۵٪	۷۷٪	۵۴٪	۱۱٪	۹۵٪
مومبای	۸۱٪	۴۰٪	۰٪	۴۶٪	۶۸٪	۵۱٪	۵۸٪
نان جینگ	۴۳٪	۸۲٪	۱٪	۸۵٪	۶۱٪	۷۳٪	۷۱٪
اوزاکا	۶۰٪	۴۶٪	۶۶٪	۷۵٪	۵۷٪	۱۰۰٪	۹۱٪
سنول	۷۶٪	۵۰٪	۱۰۰٪	۵۰٪	۶۹٪	۹۱٪	۸۴٪
شانگهای	۸٪	۵۴٪	۷٪	۷۴٪	۵۵٪	۷۴٪	۷۳٪
سنگاپور	۵۷٪	۶۷٪	۲۳٪	۹۱٪	۷۱٪	۱۰۰٪	۹۵٪
تایپه	۷۹٪	۶۱٪	۵۹٪	۹۱٪	۴۹٪	۸۸٪	۹۳٪
توکیو	۷۷٪	۵۱٪	۱۵٪	۸۷٪	۷۲٪	۱۰۰٪	۹۷٪
ووهان	۴۸٪	۵۶٪	۰٪	۷۴٪	۶۴٪	۷۶٪	۶۴٪
یوکوهاما	۷۱٪	۵۸٪	۱۳٪	۹۱٪	۷۱٪	۱۰۰٪	۹۳٪
تهران	۱۷٪	۴۸٪	۳۵٪	۸۴٪	۲۸٪	۰٪	۵۴٪
انحراف معیار	۲۵٪	۱۸٪	۲۵٪	۱۸٪	۱۵٪	۳۳٪	۱۵٪
میانگین	۶۱٪	۵۶٪	۱۹٪	۷۴٪	۵۵٪	۶۰٪	۷۷٪
مقدار حفاکثر	۹۲٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۹۵٪	۷۳٪	۱۰۰٪	۹۷٪

باتوکوک	۴۴٪
پکن	۵۷٪
بنگلور	۵۶٪
دهلی	۴۹٪
گوآنژو	۵۵٪
هانویی	۵۲٪
هنگ کنگ	۷۰٪
جاکارتا	۵۰٪
کراچی	۵۰٪
کلکته	۵۵٪
کوالالامپور	۴۵٪
مانیل	۵۳٪
مومبای	۴۹٪
نان جینگ	۵۹٪
اوزاکا	۷۱٪
سنول	۷۴٪
شانگهای	۴۹٪
سنگاپور	۷۲٪
تایپه	۷۴٪
توکیو	۷۱٪
ووهان	۵۴٪
یوکوهاما	۷۱٪
تهران	۳۸٪
انحراف معیار	۱۱٪
میانگین	۵۷٪

همان گونه که از نتایج جدول ۵ برمی آید، عملکرد زیست محیطی شهر تهران با درجه سبزی ۳۸ درصد از میانگین شهرهای آسیایی پایین تر است و این شهر را از لحاظ عملکرد زیست محیطی بر اساس شاخص های کمی در دسته بندی بسیار ضعیف قرار می گیرد. بر این اساس شهر تهران در مقایسه تطبیقی ضعیف ترین عملکرد زیست محیطی را در میان ۲۲ شهر آسیایی داراست. پس از تهران شهرهای بانکوک، کوالالامپور و شانگهای قرار گرفته اند.

شهر تهران در کنار شهرهای شانگهای و گوانگژو بیشترین مصارف انرژی را دارا هستند. بنابراین تهران در عرصه انرژی با امتیاز ۱۷ درصد به مراتب از میانگین ۶۱ درصدی عملکرد ضعیف تری را دارد و در جایگاه بسیار ضعیف دسته بندی می شود. برترین امتیاز مربوط به شهر جاکارتا است. در عرصه کاربری زمین و ساختمان شهر تهران امتیاز ۴۸ درصدی را داراست که در قیاس با میانگین حاکی از جایگاه متوسط شهر تهران در کنار شهرهای کلتکه و بانکوک است. شهر گوانگژو با کسب امتیاز ۱۰۰ درصدی برترین امتیاز این عرصه را کسب می کند. امتیاز ۳۵ درصدی شهر تهران در عرصه حمل و نقل به مراتب بالاتر از میانگین ۱۹ درصدی شهرهای آسیایی است که وضعیت تهران را در جایگاه خوب قرار می دهد. تهران پس از سنول، اوزاکا و تایپه برترین عملکرد را در عرصه حمل و نقل داراست. عملکرد شهر تهران در عرصه ضایعات نیز با کسب امتیاز ۸۴ درصد در جایگاه خوب ارزیابی می شود و در جدول رده بندی پس از توکیو و نانجینگ رتبه هشتم را میان ۲۲ شهر آسیایی به دست می آورد. برترین عملکرد در این عرصه به شهر دهلی با ۹۵ درصد امتیاز تعلق دارد. عملکرد تهران در عرصه آب مانند عرصه انرژی و دی اکسید کربن با کسب نمره حداقل در جایگاه بسیار ضعیف قرار می گیرد. تهران پس از کوالالامپور ضعیف ترین عملکرد را در عرصه آب از خود نشان می دهد. برترین عملکرد نیز با امتیاز ۷۳ درصد مربوط به شهر پکن می باشد. شهر تهران بر اساس شاخص های کمی در عرصه فاضلاب نمره ای را کسب نمی کند. این در حالی است که میانگین عملکرد شهرهای آسیایی در عرصه فاضلاب ۶۰ درصد است. سنگاپور با کسب امتیاز کامل برترین شهر آسیایی در این عرصه معرفی می شود. جایگاه واقعی کیفیت هوا در شهر تهران، فاصله ای عمیق را با برخی از شهرها نشان می دهد. شهر تهران با نمره ۵۴ درصدی پس از کراچی ضعیف ترین عملکرد را در عرصه کیفیت هوا داراست. میانگین امتیازات در شهرهای آسیایی ۷۷ درصد است. شهر توکیو پاک ترین هوا را در میان شهرهای این ارزیابی داراست. شکل ۱ امتیازات کسب شده در تهران را در مقایسه با برترین میانگین امتیازات در هر عرصه نشان می دهد.

شکل ۱: مقایسه تطبیقی امتیازات کسب شده تهران با برترین و میانگین امتیازات در هر عرصه



۲-۳- ارزیابی کیفی

۱-۲-۳- انرژی و دی‌اکسیدکربن

کاهش مصرف منابع انرژی، به‌ویژه انرژی‌های تجدیدناپذیر و تولید آلودگی کم‌تر ناشی از آن، یکی از مهم‌ترین اهداف رویکرد شهر سبز محسوب می‌شود. این هدف می‌تواند شاخص توصیفی مناسبی برای توسعه‌یافتگی یک منطقه باشد. از طرفی مصرف انرژی در ایران پنج برابر متوسط جهانی تخمین زده می‌شود. این میزان در تهران وضعیتی به مراتب وخیم‌تر را بیان می‌کند و عملکرد زیست محیطی شهر را نسبت به متوسط این شاخص‌ها در ۲۲ شهر آسیایی دیگر بسیار ضعیف نشان می‌دهد. بخشی از این عملکرد را می‌توان ناشی از هزینه پایین انرژی برای مصرف‌کنندگان دانست، بخشی را نیز می‌توان حاصل عدم نظارت، بهره‌وری پایین در مصرف انرژی و عدم استفاده از فناوری‌های نوین برای تولید انرژی‌های نو عنوان کرد. اما با این حال اقداماتی که در سال‌های اخیر به منظور بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف انرژی، توسعه انرژی‌های نو و کاهش تغییرات اقلیمی صورت گرفته، نویدبخش روندی کند اما سبز در این راستا محسوب می‌شود (Ministry of Energy, 2005). قطعاً تداوم این روند می‌تواند جایگاه آینده شهر را در وضعیت مطلوب‌تری برساند. اگرچه امتیازات کسب شده در شاخص‌های کیفی، نتوانسته دسته‌ارزشی بهتر از بسیار ضعیف را برای تهران حاصل کند.

۲-۲-۳- کاربری زمین و ساختمان‌ها

حوزه سیاست‌گذاری در تهران در قالب سه سیاست حفاظت و کنترل، پالایش و مرمت و تغییر و توسعه تدوین شده است. بر همین اساس عرصه‌های ارزشمند طبیعی نظیر پارک‌های شهری ساماندهی و گسترش یافته‌اند. از پارک‌های جنگلی و باغات بزرگ شهر حفاظت شده و در عوض فضاهای سبز طبیعی و انسان‌ساخت در محوره‌های شهر گسترش یافته‌اند. علاوه بر این به منظور تحقق برنامه‌ها از هماهنگی و همکاری سازمان حفاظت از محیط زیست، شهرداری‌ها و گردشگری و سیاست‌های مختلط نیز بهره گرفته شده است. تصمیمات اتخاذ شده و سیاست‌های اجرا شده در این بخش تهران را نسبتاً بالاتر از متوسط شهرهای ارزیابی قرار می‌دهد. همچنین در بخش سیاست ساختمان‌های اکولوژیکی، تهران هنوز نوباً است. اما ضوابطی برای کاهش مصرف انرژی و بهره‌گیری از شرایط طبیعی مانند مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان تدوین و تنظیم شده است. با این حال نظارت و بازبینی بیشتری را در زمینه ساختمان‌های در حال ساخت می‌طلبد.

۳-۲-۳- حمل‌ونقل

سیاست حمل‌ونقل انبوه شهری نمره خوبی را در قیاس با سایر شهرهای آسیایی کسب می‌کند. برای مثال جابه‌جایی مسافران از آغاز راه اندازی سامانه مترو تاکنون به بیش از ۲ میلیارد رسیده و هم‌اکنون به سوی افزایش ارائه خدمات به تمامی شهروندان در حال پیشروی است. علاوه بر این راه‌اندازی خطوط اتوبوسرانی سریع از اقدامات دیگر در زمینه ارائه یک سیستم حمل‌ونقل عمومی سریع و استاندارد می‌باشد. این سامانه توانسته به رکورد جابه‌جایی بیش از ۱/۱ میلیارد نفر در سال با سهم جابه‌جایی ۳/۵ میلیون نفر در روز برسد. در زمینه سیاست کاهش ازدحام، اقداماتی مانند واگذاری و نوسازی ناوگان اتوبوسرانی در این راستا محسوب می‌شود. همچنین بهره‌گیری از سیستم‌های کنترل هوشمند توانی شگرف در مدیریت منطقه شهری به حوزه حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران بخشیده است. برای نخستین بار نیز آمار و اطلاعات قابل اتکاء از سیستم، نصب مدیریت شهری شده که بر مبنای آن امکان تقویت نظام‌های کنترلی، نظارتی و تصمیم‌گیری در خصوص راهبردهای توسعه حمل‌ونقل در محوره‌های اصلی را فراهم می‌آورد. راه‌اندازی این نظام‌ها به کاهش ازدحام و ترافیک در مناطق مختلف به‌خصوص مناطق مرکزی کمک شایان توجهی به عمل آورده است (Trans- (portation & Traffic Deputy and Organization of Tehran Municipality, 2010).

۴-۲-۳- ضایعات

عملکرد موجود تهران در تولید زباله و سیاست‌های اتخاذ شده جایگاه خوبی را در بین شهرهای دیگر برای تهران رقم زده است. این شهر به‌طور میانگین سالانه به ازای هر نفر ۳۵۶ کیلوگرم زباله تولید می‌کند (Ministry of Housing & Urban Development- Tehran Municipality, 2006) که در مقایسه با میانگین، مقدار کم‌تری است. این شهر جزء ۱۱ شهری است که بیش از ۹۵ درصد زباله خود را جمع‌آوری می‌کند. اگرچه جمع‌آوری دقیق زباله، مکان‌یابی و نحوه دفع آن چالشی است که بیشترین نظرات را به خود معطوف کرده، اما با این حال تهران را می‌توان میان شهرهای دهلی، هنگ کنگ و اوزاکا مشاهده کرد که استانداردهای تقریباً جامعی را برای جمع‌آوری و نحوه دفع آن تدوین کرده است. اما هنوز این چرخه، برای ارزیابی وضعیت زباله در بین شهرها کافی نیست، زیرا سهم زباله‌های قابل بازیافت از این مقدار بسیار حائز اهمیت است. به همین منظور باید سیاست‌های متنوع و یکپارچه‌ای برای آن اتخاذ شود. در این راستا تهران در سال‌های اخیر اقدامات متعددی در پنج مرحله مدیریت زباله یعنی قبل از تولید، تولید، دفع و مراقبت‌های پس از دفع اتخاذ کرده

است. تحقق و اجرای موفق این سیاست‌ها نیاز به افزایش مشارکت مردمی به‌ویژه در بخش تفکیک زباله در مبدأ دارد که می‌تواند با به‌کارگیری روش‌های تشویقی به روش‌های مناسب حاصل شود.

۵-۲-۳- آب

عرصه آب از جمله مواردی است که عملکرد زیست‌محیطی تهران را چه از نظر محاسبه شاخص‌های کمی و چه از لحاظ روند سیاست‌های موجود در جایگاه بسیار ضعیف قرار می‌دهد. هزینه‌ای که مردم برای برخورداری از آب لوله‌کشی پرداخت می‌کنند، بسیار کم‌تر از هزینه واقعی شبکه آبرسانی است. به همین علت، مصرف‌کنندگان انگیزه زیادی برای صرفه‌جویی در مصرف آب ندارند. علاوه بر این میزان بالای آب به حساب نیامده ناشی از عدم بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته نظارت و استهلاک شبکه می‌باشد. این در حالی است که شهر تهران با مسأله محدودیت تأمین آب برای جمعیت حال و آینده خود روبه‌رو است. بررسی روند سیاست‌های موجود نشان از تغییر در نگرش در این مسأله ندارد. سیاست‌های شهر تهران، از گذشته تا به حال در برنامه‌ریزی مربوط به شبکه آبرسانی تنها به توسعه و گسترش این شبکه و تأمین نیاز رو به رشد شهر توجه شده است. به عبارت دیگر، تنها نیاز به آب لوله‌کشی بهداشتی تمام سیاست‌های بخش آب و فاضلاب را تحت تأثیر قرار داده است. بنابراین این امر مانع از توجه لازم به مدیریت مصرف و تقاضا، کیفیت آب و مسائل نظیر آن شده است.

۶-۲-۳- فاضلاب

عملکرد تهران در عرصه فاضلاب، گسترده‌ترین شکاف عملکردی را بین شهرهای دیگر داراست. رده‌بندی عملکردی، تهران را در بدترین وضعیت ممکن قرار می‌دهد. این رده‌بندی، تفاوت‌های زیربنایی این شهر را در ارتباط نزدیک با ثروت و سرمایه آن، منعکس می‌کند؛ در حالی که میانگین دسترسی ساکنین به فاضلاب در شهرهای آسیایی ۷۰ درصد می‌باشد، تهران تنها حدود ۴۹ درصد جمعیت خود را پوشش می‌دهد. تأخیر زیاد در اجرای شبکه‌های آبرسانی و جمع‌آوری فاضلاب تهران این شهر را دچار بحران بنیادی زیست‌محیطی نموده است. هرچند تلاش‌ها برای حل و بهبود این معضلات به سرعت در حال پیگیری است، اما هماهنگی سازمانی بیشتری را در دوره بحران می‌طلبد. همچنین احداث تصفیه‌خانه‌های مورد نیاز در محل‌های مناسب برای جمعیتی معادل ۱۰/۵ میلیون نفر در نظر گرفته است. به علاوه تدوین ضوابطی دقیق و جامع که بازنگری و بازبینی مؤثر را در این مسیر دنبال کند، از تصمیمات دیگر طرح می‌باشد. تحقق این اهداف و سیاست‌ها می‌تواند به ارتقا عملکرد زیست‌محیطی آتی شهر در این زمینه منجر شود (Ministry of Housing & Urban Development- Tehran Municipality, 2007).

۷-۲-۳- کیفیت هوا

تهران در این بخش نیز امتیازی بیشتر از رده ضعیف را کسب نمی‌کند. میزان تولید NO_2 در این شهر، با اختلاف فاحشی با شهرهای دیگر فاصله دارد. میزان تولید SO_2 و ذرات معلق هوا در تهران کم‌تر از میانگین این شاخص‌ها در ۲۲ شهر دیگر می‌باشد و وضعیت مطلوب‌تری را نسبت به تولید NO_2 نشان می‌دهد. با این حال در سال‌های اخیر در جهت کاهش آلودگی هوای تهران در قالب طرح‌های کاهش آلودگی هوای تهران ناشی از حمل‌ونقل، طرح جامع کنترل آلودگی هوای تهران بزرگ و طرح کنترل مواد منتشر شده از وسایل نقلیه موتوری سیاست‌هایی ارائه شده که فقط بخش‌هایی از آن به اجرا گذاشته شده است. سیاست‌هایی چون گسترش حمل‌ونقل عمومی، تسریع در گورددزایی از گازوئیل، احداث مراکز معاینه فنی، حذف یارانه بنزین، گازسوز کردن ناوگان حمل‌ونقل عمومی و توزیع کامل بنزین بدون سرب نمونه‌ای از این سیاست‌ها هستند که اجرای کامل آن‌ها وضعیت بهتری را از گذشته برای تهران و محیط مناسب‌تری را برای شهروندان رقم خواهد زد (Transportation & Traffic Deputy and Organization of Tehran Municipality, 2010).

۸-۲-۳- حکمروایی زیست‌محیطی

شهر تهران از این بخش، رتبه متوسطی را کسب نموده است. رهیافتی که شهر در پیش دارد اغلب متکی بر رهیافت‌های سنتی می‌باشد که از قدیم برای ارتقاء بهداشت محیط شهری مورد استفاده قرار گرفته است. این رهیافت را باید حاصل شرایط رو به رشد اقتصادی شهر دانست. توجه بیش از اندازه به روند رو به رشد اقتصادی در مراحل بلوغ، خود الگوی رشد مصرف منابع و آلودگی بیشتر را سبب شده است. اگرچه در مراحل بعدی توسعه، اطلاعات بهتر و اولویت‌های محیط زیست، راهبردهای زیست‌محیطی را تقویت کرد، اما همچنان سیاست‌ها بخشی هستند و زمان تأثیرگذاری کوتاه مدتی دارند. در سال‌های اخیر به منظور ترویج فرهنگ زیست‌محیطی نیز اقداماتی چون آموزش شهروندی در مدارس سطح شهر به صورت آزمایشی صورت گرفت. علاوه بر این نظارت عملکرد زیست‌محیطی به منظور نظارت عملکردی در بخش‌های مختلف، سازمان‌های مشخصی تعریف شده است که وظیفه پایش طرح‌ها و اجرای صحیح سیاست‌ها را به

عده دارند. به همین منظور ضوابط و مقرراتی نیز برای هریک از آن‌ها تدوین و مصوب شده که پایه عملی برای مسئولین نظارت باشد (Ministry of Housing & Urban Development- Tehran Municipality, 2006).

۴. نتیجه‌گیری

مفهوم شهر سبز برای اولین بار در همایش شهر سبز ۱۳۷۸ در تهران توسط سازمان حفاظت محیط زیست بیان شد. از این زمان به بعد نیاز به ارزیابی عملکرد محیط زیست و سنجش پایداری برای شهر تهران آشکار شد. با این وجود پس از گذشت بیش از یک دهه نه تنها سنجش دقیقی از عملکرد محیطی این شهر صورت نگرفته بلکه شاخص‌های محیط زیست در ارتباط با این عملکرد دارای تعاریف و مفاهیم متفاوتی است. در این مقاله عملکرد محیط زیست شهر تهران در یک مطالعه تطبیقی با ۲۲ شهر مهم آسیایی سنجیده می‌شود. بدین منظور ابتدا شاخص‌های متناسب با رویکرد شهر سبز، با توجه به بستر زمینه‌ای شهر تهران، در هشت عرصه محیط زیستی و در دو دسته کمی و کیفی باز تعریف می‌شوند. سپس داده‌های تهران و ۲۲ شهر دیگر آسیایی استخراج و به کمک روش ضریب محرومیت برای شاخص‌های کمی و نظرات کارشناسی برای شاخص‌های کیفی امتیازات تجمعی هر شهر محاسبه می‌شود. هر شهر مجموع امتیازات خود را از مجموع عملکرد شاخص‌ها در عرصه‌های هشت‌گانه کسب می‌کند.

نتیجه این ارزیابی نشان می‌دهد که عملکرد زیست محیطی شهر تهران بسیار ضعیف است. اما سیاست‌گذاری‌های در حال شکل‌گیری حرکتی آرام را به سوی اهداف شهر سبز طی می‌کند. این امر می‌تواند حاکی از توجه بیشتر مدیران شهری به مسأله محیط زیست شهری تهران باشد. کمبود داده‌ها و اطلاعات محیط زیستی به روز و در دسترس و مهم‌تر از آن قدمت سند مطالعات محیط زیست طرح جامع تهران از محدودیت‌های جدی در این پژوهش به شمار می‌رود. مهم‌ترین دستاورد این مقاله ارائه امتیازات کسب شده در عرصه‌های گوناگون محیط زیست برای شهر تهران در قیاس با ۲۲ شهر آسیایی می‌باشد.

پی‌نوشت

۱. گروه EIU یک واحد مستقل اقتصادی است که از طریق انجام پژوهش و تحلیل، خدمات مشاوره و پیش‌بینی را از جمله گزارش‌های ماهانه و پیش‌بینی‌های اقتصادی پنج‌ساله به گروه‌های مختلف ارائه می‌دهد. این گروه با حمایت شرکت زیمنس آلمان در سال ۲۰۱۱ به تهیه و تدوین مجموعه‌ای از طرح‌های پژوهشی معتبر در زمینه شاخص شهر سبز در ۱۲۰ شهر دنیا در قاره‌های آسیا، اروپا، آفریقا، آمریکای شمالی و آمریکای لاتین پرداختند.

برای اطلاعات بیشتر مراجعه شود به: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/greencityindex.htm>

2. Renewable Energy City
3. Carbon-neutral City
4. Biophilic City
5. Eco-efficient City
6. Place-based City
7. Sustainable Transport City

۸. در فرآیند جمع‌آوری و یکسان‌سازی داده‌ها برای قیاس تهران با ۲۲ شهر آسیایی دو محدودیت جدی وجود دارد:

- ۱- داده‌های مربوط به شهر تهران از مقیاس زمانی یکسانی برخوردار نیستند و از گزارشات متفاوت در سال‌های متفاوت برای جمع‌آوری داده‌های تهران استفاده شده است.
- ۲- داده‌های جمع‌آوری شده برای تهران و ۲۲ شهر آسیایی نیز از مقیاس زمانی یکسانی پیروی نمی‌کنند.
۹. برخی از شاخص‌ها برای شهر تهران نظیر شاخص سرانه فضای سبز و یا سرانه زباله تولیدی توسط نگارندگان محاسبه شده است. جهت مشاهده منابع مورد استفاده داده‌ها برای شهر تهران به تفکیک عرصه‌های ارزیابی به پیوست ۱ مراجعه نمایید.
۱۰. جهت مشاهده داده‌های شاخص‌های زمینه‌ای یا خوشه‌ها برای شهر تهران و ۲۲ شهر آسیایی به پیوست ۲ مراجعه نمایید.
۱۱. جهت محاسبه شاخص‌ها از تعاریف مشترکی میان ۲۲ شهر آسیایی استفاده شده است.
۱۲. ضریب وزنی هریک از شاخص‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.
۱۳. طبقه بسیار خوب: $scores > \mu + 1.5\delta$
۱۴. طبقه خوب: $\mu + 0.5\delta < scores < \mu + 1.5\delta$
۱۵. طبقه متوسط: $\mu - 0.5\delta < scores < \mu + 0.5\delta$
۱۶. طبقه ضعیف: $\mu - 1.5\delta < scores < \mu - 0.5\delta$
۱۷. طبقه بسیار ضعیف: $scores < \mu - 1.5\delta$

References

- Andriantiatsaholiniaina, L.A., Kouikoglou, V.S., & Phillis, Y.A. (2004). Evaluating Strategies for Sustainable Development: Fuzzy Logic Reasoning and Sensitivity Analysis. *Ecological Economics*, 48(2), 149-172.
- Baycan-Levent, T., Vreeker, R., & Nijkamp, P. (2009). A Multi-criteria Evaluation of Green Spaces in European Cities. *European Urban and Regional Studies*, 16(2), 193-213.
- Beatley, T. (2000). *Green Urbanism Learning from European Cities*. Washington DC: Island Press.
- Beatley, T. (2005). *Native to Nowhere*. Washington, DC: Island Press.
- Beatley, T. (2006). Green Urbanism in European Cities. in R. H. Platt., *the Humane Metropolis: People and Nature in the Twenty-First-Century City* (pp. 297-314). Amherst & Boston: the Maple-Vail Book Manufacturing Group.
- Beatley, T., Newman, P. (2009). *Green Urbanism Down Under: Learning from Sustainable Communities in Australia*, Washington DC: Island Press.
- Beatly, T. (2000). *Green Urbanism Learning from European Cities*. Washington, DC: Island Press.
- Campbell, S. (1996). Green Cities, Growing Cities, Just Cities? Urban Planning and the Contradictions of Sustainable. *Journal of the American Planning Association*, 62(3), 296-312.
- City of Pasadena Green Team. (2009). *Green City Indicators Report*. Pasadena: www.cityofpasadena.net/greencity.
- Council on Environmental Quality. (2011). *Strategic Sustainability Performance Plan*. Washington, DC: United States Department of Energy.
- Department of Environment. (1999). Green City Conference. September-October. Tehran.
- Economist Intelligence Unit. (2011). *European Green City Index; Assessing The Environmental Impact of Europe's Major Cities*. Munich: Siemens AG.
- Economist Intelligence Unit. (2011). *Asian Green City Index; Assessing The Environmental Performance of Asia's Major Cities*. Munich: Siemens AG.
- Gomes, C. S., Moretto, E. M. (2011). A Framework of Indicators to Support Urban Green Area Planning: A Brazilian Case Study. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(1), 47-56.
- Kalantari, K. (2012). *Quantitive Models in Planning (Regional, Urban & Rural)*. Tehran: Farhang Saba.
- Kahn, M.E. (2006). *Green Cities: Urban Growth and the Environment*, the Brooking Institution, Washington D.C.
- Ling, O. G. (2005). *Sustainability and Cities: Concept and Assessment*. Singapore: Institute of Policy Studies and World Scientific Publishing Co.Pt.Ltd.
- Low, N., Gleeson, B., Green, R., & Radovic, D. (2005). *The Green City; Sustainable Homes, Sustainable Suburbs*. Oxford: Routledge.
- Mason, S. G., Marker, T., & Mirsky, R. (2011). Primary Factors Influencing Green Building in Cities in the Pacific Northwest. *Public Works Management & Policy*, 16(2), 157-185.
- Ministry of Energy. (2004). *Energy Balance Sheet (Part 8: Energy Consumption Optimization)*. Tehran.
- Ministry of Energy. (2005). *Performance Report of Energy Affairs Deputy*. Tehran. Ministry of Housing and Urban Development- Tehran Municipality. (2005). *Environmental Studies of Tehran Comprehensive Plan*. Tehran.
- Ministry of Housing and Urban Development- Tehran Municipality. (2007). *Strategic-structural Plan of Tehran Urban Development (Tehran Comprehensive Plan)*. Tehran.
- Newman, P. (2010). Green Urbanism and Its Application to Singapore. *Environment and Urbanization Asia*, 149-170.
- Onkal-Engin, G., Demir, I., & Hiz, H. (2004). Assessment of Urban Air Quality in Istanbul Using Fuzzy Synthetic Evaluation. *Atmospheric Environment*, 38(23), 3809-3815.
- Pelletier, M. V. (2006). Criteria for a Greener Metropolis. in R. H. Platt., *The Humane Metropolis: People and Nature in the Twenty-First-Century City* (pp. 261-277). New York City: The Maple-Vail Book Manufacturing Group.
- Pugh, C. (2000). *Sustainable Cities in Developing Countries*. (N. Moharramzade, Trans.) Tehran: Center for Architectural & Urban Studies and Research.
- Rabiefar, V. Z. (2013). Environmental Assessment of Zanjan City from the Perspective of Sustainable Development Based on SWOT Technique. *Regional Studies and Research Journal*, 16(4), 105-130.
- Tencati, A. (2006). *Economic, Social, Environmental and Sustainability Performance Evaluation and Reporting at the National Level: Frameworks and Indicators*. Brussels: European Academy of Business in Society.
- Tehran Urban Planning and Research Center. (2010). *Province Contribution to Gross Domestic Product of Iran 2008 (Translated)*. Tehran: Tehran Urban Planning and Research Center.
- Toorani, M. (2010). *Statistics and Probability* (3rd Ed.). Tehran: Parseh.
- Transportation & Traffic Deputy and Organization of Tehran Municipality. (2010). *Performance Report of Transportation & Traffic Deputy and Organization of Tehran Municipality*. Tehran.

پیوست ۱: منابع مورد استفاده جهت استخراج داده‌های کمی و شاخص‌های کیفی شهر تهران

عرصه‌ها	منابع مورد استفاده
انرژی و دی‌اکسیدکربن	داده‌های کمی: ترازنامه انرژی (۱۳۸۳) شاخص‌های کیفی: گزارش عملکرد معاونت امور انرژی (۱۳۸۴)
کاربری زمین و ساختمان‌ها	داده‌های کمی: مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴) شاخص‌های کیفی: طرح ساختاری- راهبردی تهران (۱۳۸۶)
حمل و نقل	گزارش عملکرد معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۸۹)
ضایعات	مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴)
آب	مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴)
فاضلاب	مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴)
کیفیت هوا	داده‌های کمی: مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴) شاخص‌های کیفی: گزارش عملکرد معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۸۹) و طرح ساختاری- راهبردی تهران (۱۳۸۶)
حکمروابی زیست محیطی	مطالعات محیط زیست طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۴)، طرح ساختاری- راهبردی تهران (۱۳۸۶)، گزارش عملکرد معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۸۹) و گزارش عملکرد معاونت امور انرژی (۱۳۸۴)

پیوست ۲: داده های خوشه های ارزیابی برای تهران و ۲۲ شهر آسیایی

ردیف	خوشه ها شهرها	جمعیت (میلیون نفر)	مساحت قانونی (کیلومتر مربع)	سرانه تولید ناخالص داخلی (دلار آمریکا)	متوسط تراکم جمعیتی (نفر در کیلومتر مربع)	متوسط دمای هوا سالانه (درجه سلسیوس)
۱	بانکوک	۵/۷	۱۵۶۸/۷	۹۰۹۵/۴	۳۶۰۷/۴	۲۸
۲	پکن	۱۷/۶	۱۶۴۱۰/۵	۱۰۱۳۶/۷	۱۰۶۹/۴	۱۲
۳	بنگلور	۷/۱	۷۰۹/۵	۲۰۶۶/۳	۱۰۰۳۴	۲۳
۴	دهلی	۱۷/۴	۱۴۸۳	۲۰۰۴/۱	۱۱۷۳۳	۲۵
۵	گوانزو	۷/۹	۳۸۴۳/۴	۱۶۸۳۴/۱	۲۰۶۷/۵	۲۲
۶	هانویی	۶/۵	۳۳۴۴/۶	۱۷۳۹/۶	۱۹۳۵/۱	۲۴
۷	هنگ کنگ	۷	۱۱۰۴۴	۱۱۰۴	۶۳۶۲/۲	۲۳
۸	جاکارتا	۹/۲	۶۶۴	۷۶۳۶/۴	۱۳۸۸۹/۹	۲۷
۹	کراچی	۱۴/۵	۳۵۲۷	۵۳۷۹/۳	۴۱۱۱/۱	۲۶
۱۰	کلکته	۱۵/۶	۱۸۵۱	۱۴۱۴/۱	۸۴۵۱/۶	۲۶
۱۱	کوالالامپور	۱/۷	۲۴۳	۱۲۳۶۵	۶۸۱۱/۱	۲۷
۱۲	مانیل	۱۱/۶	۶۳۶	۵۳۶۵/۳	۱۸۱۶۵/۱	۲۷
۱۳	بمبئی	۱۲/۷	۴۶۸	۲۱۸۴/۳	۲۷۱۳۶/۸	۲۷
۱۴	نان جینگ	۷/۷	۶۵۸۲/۳	۷۲۸۴/۹	۱۱۷۱/۸	۱۵
۱۵	اوزاکا	۲/۷	۲۲۲/۳	۷۰۹۲۷/۴	۱۱۹۸۱/۲	۱۶
۱۶	سئول	۱۰/۵	۶۰۵/۳	۱۹۵۹۷/۱	۱۷۲۸۸/۸	۱۲
۱۷	شانگهای	۱۹/۲	۶۳۴۰/۵	۱۱۴۶۳/۷	۳۰۳۰/۲	۱۶
۱۸	سنگاپور	۵	۷۱۰/۳	۳۶۵۱۹/۶	۷۰۲۵/۲	۲۷
۱۹	تایپه	۲/۷	۲۷۱/۸	۴۸۴۰۰	۹۷۸۹/۹	۲۲
۲۰	توکیو	۱۳	۲۱۸۷/۷	۷۰۷۵۹/۶	۵۹۴۶/۹	۱۵
۲۱	ووهان	۸/۴	۸۴۹۴/۴	۸۰۹۳/۹	۹۸۳/۶	۱۷
۲۲	یوکوهاما	۳/۷	۴۳۵	۳۰۲۱۱/۷	۸۴۴۱/۳	۱۵
۲۳	تهران	۷۴۱۴۵۹۰	۶۶۵	۱۱۹۵	۱۱۱۴۹/۷	۱۶/۹