



9th National conference &
2nd International Conference

Urban Planning and Managment
Sustainable Development and
future cities



شماره: ۵/۹۹/۱۵۰۳۶

تاریخ: ۱۳۹۹/۹/۱۸

گواهینامه پذیرش مقاله (پوستر)

خانم فاطمه گنج بخش، خانم سمانه گنج بخش، آقای مهدی کلاهی

بدین وسیله گواهی میگردد مقاله:

بررسی مقایسه‌ای شاخص شهر سبز

براساس تایید کمیته علمی و هیات داوران در نهمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت شهری، توسعه پایدار و شهرهای آینده که در تاریخ ۲۸ و ۲۹ آبان ماه ۱۳۹۹ با شماره مجوز ۲۲۳۷۱ دانشگاه فردوسی مشهد به تاریخ ۱۳۹۷/۵/۳ و مجوز پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) به شماره ۹۴۶۹۷ - ۹۹۱۹۰ برگزار گردید، به صورت پوستر مورد پذیرش قرار گرفته و در مجموعه مقالات درج گردیده است. موفقیت روز افزون شما را در عرصه های دانش و پژوهش از درگاه احدیت مسئلت می نمایم.

محمد مهدی مهدی نیا

دبیر کنفرانس

محمد اجزا شکوهی
دبیر علمی کنفرانس

بررسی مقایسه‌ای شاخص شهرسبز

فاطمه گنج‌بخش^۱، سمانه گنج‌بخش^۲، مهدی کلاهی^{۳*}

ff.ganjbakhsh76@gmail.com

چکیده

افزایش جمعیت شهرنشینی و توسعه فیزیکی شهرها منجر به مشکلات فراوانی در سطح شهرها شده است. در واقع دنیای امروز نیازمند شهرهایی است که آثار مخرب کم‌تری بر محیط‌زیست خود داشته باشند. یکی از راه‌های مقابله با این مشکلات، اجرای رویکرد توسعه پایا در شهرهاست. در این زمینه، شاخص شهرسبز، معیاری جهت ارزیابی عملکرد محیط‌زیستی شهرها براساس برخی از فاکتورهای توسعه پایاست. هدف اصلی این مقاله، تمرکز بر مسئله حیاتی پایایی محیط‌زیست شهری و معرفی یک ابزار سبز جهت شناسایی، ارزیابی و بهبود عملکرد مدیریت شهرها می‌باشد تا بتوان علاوه بر مقایسه، تجارب موفق را با یکدیگر به اشتراک گذاشت. این پژوهش به دنبال آنست تا ابزار شاخص شهرسبز را بررسی و نمونه‌های مطالعه شده را با یکدیگر مقایسه کند. به عبارت دیگر، از طریق این ابزار، می‌توان شهرها را با نمونه‌های داخلی یا خارجی، مقایسه و نقاط قوت و ضعف آنها را ارزیابی نمود. به هر حال، شهرهای مشهد و تبریز از ایران با چندین شهر از قاره‌های آسیا و آمریکای لاتین در چندین دسته‌بندی همچون انرژی و CO₂، کاربری اراضی و ساختمان‌ها، حمل و نقل، زباله، آب، بهداشت، کیفیت هوا، و حکمرانی محیط‌زیستی مقایسه می‌شوند. این مقایسه لزوم توجه بیشتر به عملکرد محیط‌زیستی مدیریت شهرها را گوشزد می‌کند تا بتوان در مقیاس‌های جهانی، برتری یا بیم

کلمات کلیدی: شهرسبز، پایداری زیستی، توسعه پایا، شهرنشینی پایدار

۱. دانشجوی دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. شجوی مهندسی شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

۳. نویسنده مسئول، عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، پژوهشکده آب و محیط-زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

Comparative study of Green City Index

Fatemeh Ganj bakhsh¹, Samaneh Ganj bakhsh², Mahdi Kolahi³

ff.ganjbakhsh76@gmail.com

princess.sama23@yahoo.com

MahdiKolahi@um.ac.ir

Abstract

Increasing urbanization and physical development of cities have led to many problems at the cities level. In fact, today's world needs cities that have less harmful effects on their environment. One way to tackle these problems is to implement a sustainable development approach in cities. In this context, the Green City Index is a benchmark for evaluating the environmental performance of cities based on some development factors. The main purpose of this article is to focus on the critical issue of sustainability of the urban environment and introduce a green tool to identify, evaluate and improve the performance of urban management so that in addition to sharing, successful experiences can be shared. This study seeks to examine the Green City Index toll and compare the studied samples with each other. In other words, through this tool, cities can be compared with internal or external samples and their strengths and weaknesses can be assessed. However, the cities of Mashhad and Tabriz from Iran with several cities from the continents of Asia and Latin America in several categories such as energy and Co2, land use and buildings, transportation, waste, water, health, air quality and environmental governance are compared. This comparison highlights the need to pay more attention to the environmental performance of urban management so that we can excel at global scale.

Keywords: Green City, biological sustainability, sustainable development, sustainable urbanization

1-Student of Faculty of natural resources and environment, Ferdowsi University of Mashhad,

2- Urbanism engineering, Islamic Azad university, Mashhad Branch

3- Faculty Member of Faculty of natural resources and environment, water and environment research institute, Ferdowsi University of Mashhad

۱. مقدمه

انقلاب صنعتی قرن ۱۹، افزایش تراکم جمعیت در شهرها را در پی داشت. شهرنشینی چه در مقیاس محلی و چه در مقیاس جهانی پیامدهای محیط‌زیستی زیادی دارد (Unit, ۲۰۱۲). انتشار گازهای گلخانه‌ای، از بین رفتن اراضی در پی پیش‌روی شهرها، پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیرزمینی در اثر برداشت‌های بی‌رویه و حفر چاه‌های عمیق، تنزل کیفیت هوا، آلودگی هوا، آب و خاک، افزایش گرمای زمین، ظهور باران‌های اسیدی و غیره، تنها گوشه‌ای از اثرات مخرب ترکیب فناوری با شهرنشینی است که منجر به ایجاد کانون‌های بحران زیستی در شهرها و نابودی شدید منابع و ذخایر طبیعی شده است.

شهرها برای رشد و ادامه حیات خود، نیازمند منابع حیاتی همچون هوا، آب و مواد غذایی می‌باشند. شهرهای بزرگ تر خواستار منابع بیشتری هستند که این به نوبه خود موجب افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شود (Kennedy, et al. 2007). این مساله حاکی از آن است که سیستم‌های شهری ضمن وابستگی‌شان به کالاهای و خدمات اکوسیستمی جهت رشد و توسعه (Assessment, 2005)، تهدیدی جدی برای پایداری منابع طبیعی و آلودگی آنها محسوب می‌شوند (European Commission, 2015). همچنین بسیاری از این عواقب محیط‌زیستی، منجر به بروز مشکلاتی در مقیاس بزرگ شده‌اند که بر فعالیت‌های اقتصادی و سلامت عمومی تأثیر می‌گذارند (Kötter et al. 2011).

امروزه مدیریت وابستگی شهرها به کالاهای و خدمات اکوسیستمی، از چالش‌های اصلی مدیریت شهری است (European Commission, 2015). در واقع دنیای امروز نیازمند شهرهایی است که آثار مخرب کم‌تری بر محیط‌زیست خود داشته باشند. مصداق تحقق این هدف، شهرهای سبز هستند.

۱-۱. شهر سبز

تاکنون تعاریف متعددی از شهر سبز ارائه شده است، ولی مفهوم شهر سبز یا توسعه سبز جدید نیست. این مفهوم پیش از این در اصطلاح توسعه پایا (Sustainable Development) قرار گرفته، که به دنبال ادغام ملاحظات محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی در فرآیندهای توسعه شهری است. توسعه سبز، چگونگی بهبود و مدیریت کیفیت کلی سلامت آب، هوا و زمین در محیط‌های شهری، همبستگی آن با درون محدوده و سیستم‌های گسترده‌تر و مزایای حاصل از محیط و ساکنان را در نظر می‌گیرد (Lewis, 2015). در نتیجه، شهر سبز، شهر محیط‌زیستی یا شهر پایدار، هدفی را برای توسعه جامعه نشان می‌دهد.

شهر پایدار در مجموعه پیچیده‌ای از تغییرات مرتبط معنا می‌یابد همچون توسعه پایا، توسعه پایای شهری، جوامع پایدار، شهرهای پایدار، توسعه اقتصادی جامعه، فناوری سبز/ مناسب، بوم‌شناختی اجتماعی، جنبش سبز، و شهرها/ جوامع سبز (Roseland, 1997). شهرهای سبز، هوا و آب تمیز و خیابان‌ها و پارک‌های دلپذیر دارند. آنها در رویارویی با بلایای طبیعی انعطاف‌پذیراند و خطر شیوع بیماری‌های عفونی در آنها ناچیز است. همچنین شهرهای سبز تشویق‌کننده رفتارهای سبز مثل استفاده از حمل و نقل عمومی اند که از نظر بوم‌شناختی موثرند (Kahn, 2006).

شهرهای سبز، شهرهای سازگار با محیط‌زیست هستند. هدایت شهرها به سمت شهر سبز نیاز به تعدادی و یا ترجیحا همه‌ی موارد پایداری زیستی دارد یعنی (۱) کنترل بیماری‌ها، (۲) کاهش خطرات شیمیایی

و فیزیکی، ۳) توسعه محیط‌های شهری با کیفیت بالا برای همه، ۴) به حداقل رساندن انتقال هزینه‌های محیط‌زیستی به مناطق خارج از شهر، و همچنین ۵) تضمین پیشرفت به سمت مصرف پایدار (UNEP, 2011). از طرف دیگر، شهرسبزی مدلی از آینده است که ساختارهای شهری را با محیط‌های با کیفیت‌تر برای زندگی ایجاد می‌کند. توسعه پایای سبز شهری، وظیفه‌ای است که بایستی به طور مداوم توسعه داده شود که این امر مستلزم یکپارچگی، تعامل و هماهنگی فعالیت‌های منطقه‌ای برای همه تخصص‌هاست (ELCA, 2011).

همه این تعاریف، بُعد محیطی یک شهرسبز را پررنگ‌تر در نظر می‌گیرند. همچنین مسئولیت انسانی برای استفاده و سازماندهی منابع طبیعی به منظور جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست در این تعاریف به وضوح پدیدار است. به همین دلیل جامعه نقش مهمی در شهرسبز دارد و انتخاب‌های سیاسی-اجتماعی بر عملکرد محیط‌زیستی تأثیر می‌گذارد. به هر حال، پایداری محیط‌زیستی کلید بقای طولانی مدت محیط‌های شهری و نیز پیشرفت اقتصادی پایدار است (Lindfield and Steinberg, 2012). در نتیجه، در حال حاضر مفهوم شهرسبز به عنوان مفهوم اجرای اهداف توسعه پایا در بافت شهری تعریف می‌شود (Lewis, 2015).

۲. شاخص شهرسبز

مجموعه پژوهش‌های مرتبط با شاخص شهرسبز، توسط واحد اطلاعاتی اقتصاددانان (The Economist Intelligence Unit (EIU)) انجام شده (Unit 2009, 2010, 2011, 2012 & Siemens) و توسط شرکت سایمنس (Siemens) که یک موسسه بین‌المللی مهندسی و الکترونیکی در کشور آلمان می‌باشد، مورد حمایت مالی قرار گرفته است. این پروژه مطالعاتی در سال ۲۰۰۹ آغاز گردید و طی آن ۱۲۰ شهر در اروپا، آمریکای لاتین، آفریقا، آسیا و آمریکای شمالی پوشش داده شد و سپس در اواخر سال ۲۰۱۲، هفت شهر دیگر در استرالیا و نیوزلند نیز به لیست شهرهای تحت پوشش این تحقیق اضافه شدند. هدف اصلی این پروژه، تمرکز بر مسئله حیاتی پایداری محیط‌زیست شهری از طریق ایجاد یک ابزار منحصر به فرد در جهت کمک به بهبود عملکرد شهرها می‌باشد تا آنها بتوانند تجارب موفق خود را با دیگران در این زمینه به اشتراک بگذارند (Unit & Siemens, 2012).

شاخص شهرسبز، شهرها را بر اساس تقریباً ۳۰ مولفه در هشت تا نه بُعد، بسته به منطقه، مقایسه و مطالعه می‌کند. جدول ۱، متغیرهای شاخص شهرسبز را در آسیا و آمریکای لاتین با جزئیات توضیح می‌دهد (Unit & Siemens, 2012). میزان انتشار دی‌اکسید کربن، انرژی، ساختمان، کاربری اراضی، حمل و نقل، آب و بهداشت، مدیریت زباله، کیفیت هوا و حاکمیت محیط‌زیستی، ابعاد مطالعاتی شاخص شهرسبز هستند. هر شهر، یک رتبه‌بندی شاخص کلی و یک رتبه‌بندی جداگانه برای هر گروه اختصاصی دریافت می‌کند. نتایج به صورت عددی (برای کشورهای اروپایی، آمریکا و کانادا) و یا در پنج باند عملکردی (برای کشورهای آسیایی، آمریکای لاتین و آفریقایی) ارائه شده‌اند. باندهای عملکرد برای مناطقی است که سطوح کیفیت داده و قابلیت قیاس، اجازه رتبه‌بندی کامل عددی را نمی‌دهند. در میان ۱۷ شهر مطالعه شده در آمریکای لاتین، کریتیبا برترین بود (جدول ۲). ۲۲ شهر آسیایی نیز مورد مطالعه قرار گرفتند که شهر سنگاپور عملکردی بالاتر از متوسط داشت (جدول ۳).

جدول ۱- متغیرهای شاخص شهر سبز در آسیا و آمریکای لاتین [۱۶، ۱۴]

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسیایی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
انرژی و CO ₂	CO ₂ انتشار یافته به ازای هر نفر	کمی	٪۲۵	میزان کل انتشار CO ₂ تولید شده توسط شهر از کل مصرف انرژی به تن به ازای هر نفر	Min-Max تقریبی	٪۲۵	مجموع سرانه انتشار CO ₂ به kg به ازای هر نفر از مصرف برق	Min-Max معیار بالایی ۱۰ kg به ازای هر نفر جهت جلوگیری از داده های پرت
	انرژی مصرفی به ازای هر واحد GDP	کمی	٪۲۵	میزان سالانه کل مصرف انرژی به مگاژول به ازای هر واحد GDP (هزار دلار آمریکا، به قیمت فعلی)	Min-Max	٪۲۵	کل مصرف سالیانه برق به مگاژول به ازای هر واحد GDP (هزار دلار آمریکا)	Min-Max معیار پایین ۱۲۵۰ mj / GDP جهت جلوگیری از داده های پرت
	سیاست انرژی پاک	کیفی	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش انتشار کربن در ارتباط با مصرف انرژی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش انتشار کربن در ارتباط با مصرف انرژی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰
	برنامه اقدام تغییر اقلیم	کیفی	٪۲۵	ارزیابی استراتژی های یک شهر برای مبارزه با سهم خود در تغییرات اقلیم	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰	٪۲۵	ارزیابی استراتژی های یک شهر برای مبارزه با سهم خود در تغییرات اقلیم	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰
	فضای سبزه ازای هر نفر	کمی	٪۲۵	همه ی پارک های عمومی، مناطق تفریحی، راه های سبز، راه های آبی و دیگر مناطق حفاظت شده در دسترس عموم، به متر مربع به ازای هر سکنه	Zero-Max معیار بالایی ۱۰۰ m ² به ازای هر فرد جهت جلوگیری از داده های پرت	٪۲۵	همه ی پارک های عمومی، مناطق تفریحی، راه های سبز، راه های آبی و دیگر مناطق حفاظت شده در دسترس عموم، به متر مربع به ازای هر سکنه	Zero-Max معیار بالایی ۱۰۰ m ² به ازای هر فرد جهت جلوگیری از داده های پرت
کاربری اراضی و ساختمان ها	تراکم جمعیت	کمی	٪۲۵	تراکم جمعیت، به ازای هر نفر در km ²	Min-Max معیار بالایی ۱۰۰۰۰ نفر در هر km ² برای تعیین تفاوت در تعاریف سرزمینی	٪۲۵	تراکم جمعیت، به ازای هر نفر در km ²	Zero-Max معیار بالایی ۷۰۰۰ نفر در هر km ² جهت جلوگیری از داده های پرت
	سیاست های ساختمان های محیط زیستی	کیفی	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی ساختمان ها	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی ساختمان ها	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰
	سیاست کاربری اراضی	کیفی	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی و اکولوژیکی توسعه شهری	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰	٪۲۵	ارزیابی تلاش های شهر برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی و اکولوژیکی توسعه شهری	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسیایی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
حمل و نقل	شبکه حمل و نقل عمومی برتر	کمی	۳۳٪	طول تمام حالت‌های حمل و نقل عمومی، مثل BRT، اتوبوس برقی، تراموا، مترو، اندازه گیری از نظر مساحت شهر (km/km ²)	Zero-Max معیار بالایی ۰/۳ km/km ² جهت جلوگیری از داده‌های پرت	-	-	-
	سیاست حمل و نقل جمعی شهری	کیفی	۳۳٪	ارزیابی تلاش‌های شهر برای ایجاد یک سیستم حمل و نقل عمومی قابل اعتماد به عنوان یک جایگزین برای وسایل نقلیه خصوصی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۵٪	ارزیابی تلاش‌های شهر برای ایجاد یک سیستم حمل و نقل عمومی قابل اعتماد به عنوان یک جایگزین برای وسایل نقلیه خصوصی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	سیاست‌های کاهش ازدحام	کیفی	۳۳٪	ارزیابی تلاش‌های شهر جهت کاهش ازدحام	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۵٪	ارزیابی تلاش‌های شهر جهت کاهش ازدحام ترافیک	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	موجودی خودرو و موتورسیکلت‌ها	کمی	-	-	-	۲۵٪	مجموع سهام (موجودی) خودروها و موتورسیکلت‌ها با نصف وزن اختصاص داده شده به موتورسیکلت‌ها، اندازه گیری برحسب وسایل نقلیه به ازای هر فرد	Min-Max
	طول شبکه حمل و نقل جمعی	کمی	-	-	-	۲۵٪	متشکل از دوزیر شاخص: ۱) کل طول همه‌ی قطارها، تراموا، مترو، اتوبوس و سایر مسیرهای حمل و نقل عمومی در مرزهای شهر (به km/km ² و ۲) طول تمام حالت‌های حمل و نقل عمومی، به عنوان مثال BRT، اتوبوس برقی، تراموا، راه آن سبک و مترو، اندازه گیری از نظر مساحت شهر (km/km ²)	۱) Zero-Max، معیار بالایی ۷ km ² برای جلوگیری از داده پرت وارد شده است ۲) Min-Max

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسیایی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
زیبایی	سهم زیبانه جمع آوری شده و به اندازه کافی دفن شده	کمی	۲۵٪	سهم زیبانه جمع آوری شده توسط شهر و به اندازه کافی دفن شده چه در محل های دفن زیبانه، مکان های سوزاندن و یا تجهیزات منظم بازیافت، بیان شده از نظر حجم کل زیبانه های تولید شده توسط شهر	Min-Max	۲۵٪	سهم زیبانه جمع آوری شده توسط شهر و به اندازه کافی دفن شده چه در محل های دفن زیبانه، مکان های سوزاندن و یا تجهیزات منظم بازیافت، بیان شده از نظر حجم کل زیبانه های تولید شده توسط شهر	Min-Max
	زیبانه تولید شده به ازای هر نفر	کمی	۲۵٪	حجم کل سالانه زیبانه های تولیدی توسط شهر، از جمله مواردی که به طور رسمی جمع آوری و دفع نشده اند به kg به ازای هر نفر	Min-Max	۲۵٪	حجم کل سالانه زیبانه های تولیدی توسط شهر، از جمله مواردی که به طور رسمی جمع آوری و دفع نشده اند به kg به ازای هر نفر	Min-Max
	سیاست جمع آوری و دفع زیبانه	کیفی	۲۵٪	تلاش یک شهر برای بهبود پایداری سیستم جمع آوری و دفع زیبانه برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی زیبانه	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۵٪	تلاش یک شهر برای بهبود پایداری سیستم جمع آوری و دفع زیبانه برای به حداقل رساندن اثرات محیط زیستی زیبانه	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	سیاست بازیافت و استفاده مجدد از زیبانه	کیفی	۲۵٪	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش، بازیافت و استفاده مجدد از زیبانه	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۵٪	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش، بازیافت و استفاده مجدد از زیبانه	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسیایی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
۱.	مصرف آب به ازای هر نفر	کمی	۲۵٪	کل آب مصرف شده توسط شهر، بیان شده به طور روزانه برحسب لیتر به ازای هر نفر	امتیازدهی بر اساس معیار پایین ۵۰۰ لیتر به ازای هر نفر در روز و معیار بالای ۱۰۰ لیتر به ازای هر نفر در روز	۲۰٪	کل آب مصرف شده توسط شهر، بیان شده به طور روزانه برحسب لیتر به ازای هر نفر	معیار پایین ۵۰۰ لیتر به ازای هر نفر در روز جهت جلوگیری از داده های پرت
	نشتی سیستم آب	کمی	۲۵٪	سهم آب از دست رفته در انتقال بین تامین کننده و مصرف کننده نهایی، به استثنای منابع آب غیر قانونی یا نشتی در محل، بیان شده از نظر کل آب عرضه شده	Zero-Max معیار پایین ۴۵٪ جهت جلوگیری از داده های پرت	۲۰٪	سهم آب از دست رفته در انتقال بین تامین کننده و مصرف کننده نهایی، به استثنای منابع آب غیر قانونی یا نشتی در محل، بیان شده از نظر کل آب عرضه شده	Zero-Max معیار پایین ۵۰٪ جهت جلوگیری از داده های پرت
	سیاست کیفیت آب	کیفی	۲۵٪	ارزیابی سیاست های یک شهر در برابر بهبود کیفیت آب سطحی و آشامیدنی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۰٪	ارزیابی سیاست های یک شهر در برابر بهبود کیفیت آب مصرفی شهر	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	سیاست پایداری آب	کیفی	۲۵٪	ارزیابی تلاش های شهر برای مدیریت موثر منابع آب	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۰٪	ارزیابی تلاش های شهر برای مدیریت موثر منابع آب	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	جمعیت دارای دسترسی به آب آشامیدنی	کمی	-	-	-	۲۰٪	کل جمعیت دارای دسترسی به آب در محل که با اصطلاح کل آب تامین شده بیان می شود	Min-Max معیار پایین ۸۰٪ جهت جلوگیری از داده های پرت

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسایشی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
بهداشت	جمعیت با دسترسی به امکانات بهداشتی پیشرفته	کمی	۳۳٪	درصد افرادی که به سیستم فاضلاب مستقیماً وصل هستند یا به مخازنی همچون مخزن سپتیک محلی و یا چاه‌های جذبی دسترسی دارند. البته در اینجا منظور توالت‌ها یا مخازن یا سایر زیرساخت‌های عمومی نیستند	Zero-Max معیار پایین ۲۰٪ جهت جلوگیری از داده‌های پرت	۳۳٪	درصد افرادی که به سیستم فاضلاب مستقیماً وصل هستند یا به مخازنی همچون مخزن سپتیک محلی و یا چاه‌های جذبی دسترسی دارند. البته در اینجا منظور توالت‌ها یا مخازن یا سایر زیرساخت‌های عمومی نیستند	Min-Max معیار پایین ۵۰٪ جهت جلوگیری از داده‌های پرت
	سهم تصفیه فاضلاب	کمی	۳۳٪	سهم فاضلاب شهری جمع‌آوری و تصفیه شده با حداقل سطح پایه / اولیه	Zero-Max معیار پایین ۱۰٪ جهت جلوگیری از داده‌های پرت	۳۳٪	سهم فاضلاب شهری جمع‌آوری و تصفیه شده با حداقل سطح پایه / اولیه	Zero-Max
	سیاست‌های بهداشتی	کیفی	۳۳٪	ارزیابی تلاش‌های شهر برای کاهش آلودگی مرتبط با بهداشت ناکافی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰	۳۳٪	ارزیابی تلاش‌های شهر برای کاهش آلودگی مرتبط با بهداشت ناکافی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۰

دسته بندی	شاخص	نوع	شاخص شهر سبز آسیایی			شاخص شهر سبز آمریکای لاتین		
			وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی	وزن	تعریف	تکنیک نرمال سازی
کیفیت هوا	سطح غلظت دی اکسید نیتروژن	کمی	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت NO ₂	امتیازدهی بر اساس معیار بالای ۴۰ μg/m ³ (حساب شده توسط EIU بر اساس هدف WHO) و معیار پایین ۸۰ μg/m ³ برای جلوگیری از داده پرت	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت NO ₂	Min-Max معیار بالای ۲۰ μg/m ³ جهت جلوگیری از داده های پرت
	سطح غلظت سولفور دی اکسید	کمی	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت SO ₂	امتیازدهی بر اساس معیار بالای ۱۰ μg/m ³ (هدف WHO) و معیار پایین تر ۵۰ μg/m ³ برای جلوگیری از داده پرت	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت SO ₂	Min-Max
	سطح غلظت ذرات معلق	کمی	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت PM ₁₀	امتیازدهی بر اساس معیار بالای ۲۰ μg/m ³ (هدف WHO) و معیار پایین تر ۲۰۰ μg/m ³ برای جلوگیری از داده پرت	۲۵٪	میانگین سالانه غلظت PM ₁₀	Min-Max معیار بالای ۲۰ μg/m ³ جهت جلوگیری از داده های پرت
حکمرانی محیط زیستی	سیاست هوای پاک	کیفی	۲۵٪	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش آلودگی هوا	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۲۵٪	ارزیابی تلاش های شهر برای کاهش آلودگی هوا	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	حکمرانی محیط زیستی	کیفی	۳۳٪	ارزیابی شدت مدیریت محیط زیستی توسط شهر	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۳۳٪	ارزیابی شدت مدیریت محیط زیستی توسط شهر	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	نظارت محیط زیستی	کیفی	۳۳٪	ارزیابی تلاش های شهر برای نظارت بر عملکرد محیط زیستی آن	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۳۳٪	ارزیابی تلاش های شهر برای نظارت بر عملکرد محیط زیستی آن	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰
	مشارکت عمومی	کیفی	۳۳٪	اندازه گیری تلاش های یک شهر برای مشارکت عموم در تصمیم گیری محیط زیستی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰	۳۳٪	اندازه گیری تلاش های یک شهر برای مشارکت عموم در تصمیم گیری محیط زیستی	امتیازدهی EIU، در مقیاس ۱۰ تا ۱۰۰

جدول ۲- نتایج شاخص‌های کمی برخی از شهرهای آمریکای لاتین [۱۶]

لیما	مکزیکوسیتی	ریو	برزیل	کریتیبا	میانگین شاخص در آمریکای لاتین	شاخص	طبقه
۲۱۷/۱	۳۱۸/۳	۷۳/۰	۷/۸	۷۰/۴	۲۰۲/۲	انتشار CO ₂ از مصرف برق به ازای هر نفر (کیلوگرم/نفر)	انرژی و CO ₂
۶۷۸/۳	۲۷۹/۱	۶۷۷/۸	۳۰۱/۲	۷۴۳/۵	۷۶۰/۷	مصرف الکتریسیته به ازای هر واحد US\$ GDP (مگاوات در شاخص تولید ناخالص داخلی به دلار آمریکا)	
۲۹۸۲/۲	۵۹۵۴/۲	۵۲۳۴/۱	۴۳۶/۵	۴۲۹۶/۲	۴۵۰۳/۰	تراکم جمعیت (نفر/کیلومتر مربع)	کاربری زمین و ساختمان‌ها
۲/۰	۲۸/۴	۵۸/۰	۹۸۵/۱	۵۱/۵	۲۵۴/۶	فضای سبزه به ازای هر نفر (متر مربع/نفر)	
۵/۲	۵/۶	۸/۶	۰/۵	۸/۵	۵/۰	طول شبکه حمل و نقل جمعی (کیلومتر/کیلومتر مربع)	حمل و نقل
۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۹	۰/۱۳	شبکه حمل و نقل عمومی برتر (کیلومتر/کیلومتر مربع)	
۰/۱۴	۰/۴۰	۰/۲۶	۳۷/۰	۰/۵۰	۰/۳۰	موجودی خودرو و موتورسیکلت‌ها (وسیله نقلیه/نفر)	
۱/۷۸	۱۰۰/۰	۹۸/۶	۹۵/۱	۱۰۰/۰	۹۶/۲	سهم مواد زائد جمع‌آوری شده و به طور مناسب دفع شده (%)	زباله
۳۱۴/۲	۴۸۹/۰	۵۲۵/۲	۸۴۷/۶	۴۷۳/۲	۴۶۵	مواد زائد تولید شده (کیلوگرم/نفر/سال)	
۱۵۱/۵	۱۷۸/۰	۳۰۱/۳	۱۷۵/۹	۱۵۰/۰	۲۶۴/۳	مصرف آب به ازای هر نفر (لیتر/نفر/روز)	آب
۳۷/۵	۳۷/۰	۵۷/۷	۲۷/۰	۳۹/۲	۳۴/۶	نشتی سیستم آب (%)	
۸۷/۳	۹۸/۰	۹۸/۴	۹۹/۸	۱۰۰/۰	۹۷/۵	جمعیت با دسترسی به آب آشامیدنی (%)	

بهداشت	درصد دسترسی ساکنان به بهداشت (%)	۹۳/۷	۹۲/۵	۹۱/۸	۸۳/۴	۹۸/۹	۸۵/۸
	درصد فاضلاب تصفیه شده (%)	۵۱/۵	۹۸/۳	۱۰۰/۰	۸۵/۳	۱۲/۹	۸/۵
کیفیت هوا	سطح روزانه NO ₂ (میکروگرم / مترمکعب)	۳۷/۸	۲۲/۵	۱۳/۴	۵۷/۷	۶۰/۰	۲۴/۵
	سطح روزانه SO ₂ (میکروگرم / مترمکعب)	۱۱/۴	۶/۶	۱۳/۴	۳/۵	۱۳/۰	۱۸/۱
	سطح روزانه ذرات معلق (میکروگرم / مترمکعب)	۴۸	۲۵/۹	۱۰/۹	۲۴/۰	۵۱/۰	۹۳/۵

جدول ۳- نتایج شاخص‌های کمی برخی از شهرهای آسیایی [۱۴، ۲۰۱۰]

طبقه	شاخص	میانگین شاخص در آسیا	تبریز	مشهد	سنگاپور	هنگ کنگ	دهلی	کوالالامپور	شانگهای
انرژی و CO ₂	انتشار CO ₂ به ازای هر نفر (تن / نفر)	۴/۶	۷/۶۷	۶/۸	۷/۴	۵/۴	۱/۱	۷/۲	۹/۷
	مصرف انرژی به ازای تولید ناخالص داخلی دلار (مگاژول / دلار آمریکا)	۶	۵/۷	-	۲/۹	۱/۵	۷/۷	۵/۰	۱۴/۸
کاربری زمین و ساختمان‌ها	تراکم جمعیت (نفر / کیلومتر مربع)	۸۲۸۸/۸	۵۹۸۲/۳	۱۰۵۰۰	۷۰۲۵/۲	۶۳۶۲/۲	۱۱۷۳۳/۰	۶۸۱۱/۱	۳۰۳۰/۲
	سرانه فضای سبزه ازای هر نفر (متر مربع / نفر)	۳۸/۶	۱۵/۱۲	۲/۲۳	۶۶/۲	۱۰۵/۳	۱۸/۸	۴۳/۹	۱۸/۱
حمل و نقل	حمل و نقل عمومی ریلی، BRT، (کیلومتر / کیلومتر مربع)	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۰۷
زباله	سهم مواد زائد جمع آوری شده و به طور مناسب دفع شده (%)	۸۲/۸	۶۵	۱۰۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۹۳/۶	۵۷/۵	۸۲/۳
	مواد زائد تولید شده (کیلوگرم / نفر / سال)	۳۷۵/۵	۷۰۰	۲۳۷	۳۰۶/۶	۴۳۴/۳	۱۴۶/۸	۸۱۵/۷	۳۶۹/۵

آب	مصرف آب (لیتر/ نفر/ روز)	۲۷۷/۶	۱۸۶	۲۲۰	۳۰۸/۵	۳۷۱/۲	۲۰۸/۷	۴۹۷/۲	۴۱۱/۱
	نشتی سیستم آب (%)	۲۲/۲	۳۰	۲۶	۴/۶	۲۱/۰	۴۰/۰	۳۷/۰	۱۰/۲
بهداشت	درصد دسترسی ساکنان به بهداشت (%)	۷۰/۱	۹۳	۲۴	۱۰۰/۰	۹۳/۰	۵۴/۰	۷۰/۰	۷۲/۵
	درصد فاضلاب تصفیه شده (%)	۵۹/۹	-	۱۴/۸۳	۱۰۰/۰	۹۸/۰	۵۵/۰	۰/۰	۷۸/۴
کیفیت هوا	مقدار روزانه NO ₂ (میکرو گرم / مترمکعب)	۴۶/۷	۶۴/۶۶	۱۰/۳	۲۲/۰	۵۰/۰	۴۷/۰	۴۰/۱	۵۳/۰
	مقدار روزانه SO ₂ (میکرو گرم / مترمکعب)	۲۲/۵	۲۴/۴۶	۳۱/۶	۹/۰	۱۴/۰	۷/۰	۶/۲	۳۵/۰
	مقدار ذرات معلق روزانه (میکرو گرم / مترمکعب)	۱۰۷/۸	۸۳/۳۵	۷۶	۵۶/۰	۴۷/۰	۳۸۴/۰	۴۴/۰	۸۱/۰

۳. شاخص شهرسبز ایران

ارزیابی شاخص شهرسبز تاکنون در شهرهای زیادی در سراسر جهان انجام شده است و قاعدتا به واسطه دیدن نتایج حاصل از مطالعات مختلف، در مواردی جهت پوشش بهتر معیارهای ایده‌آل شهر سبز، این شاخص ویرایش شده است. در ایران این نوع مطالعات کمتر صورت گرفته که نتایج آن در شهرهای مشهد و تبریز در دسترس است. در حالی که ضرورت برای سایر شهرهای بویژه بزرگ ایران این مطالعات انجام شوند. تا بتوان نتایج آن را با نتایج بدست آمده در مقیاس جهانی مقایسه نمود و بدین وسیله شهرهای ایران را به سوی توسعه پایا سوق داد.

نتایج بررسی پارامترهای کمی شاخص شهرسبز در مشهد و تبریز، میانگین آن در آسیا و چند شهر دیگر آسیایی در جدول ۳ آورده شده است. همانگونه مشهود است در شهر مشهد مردم روزانه ۲۲۰ لیتر آب مصرف می‌کنند و این میزان پایین‌تر از میانگین آن در آسیا است. میزان نشتی سیستم‌های آب ۲۶٪ بوده که میانگین آن در آسیا ۲۲/۲٪ است. از این لحاظ، شاخص آب مشهد در وضعیت متوسط تا نسبتا خوب قرار دارد. از طرف دیگر، در سال ۲۳۷ کیلوگرم زباله توسط شهروندان مشهدی تولید می‌شود و تقریباً ۱۰۰٪ این مواد زائد جمع‌آوری می‌شوند. مقایسه این شاخص با میانگین‌های آسیا گویای این مسئله است که شاخص زباله در شهر مشهد در وضعیت خوبی قرار دارد. همچنین مقدار دی اکسید نیتروژن و ذرات معلق در شهر مشهد کمتر و دی اکسید گوگرد آن بیشتر از مقادیر میانگین آن در آسیا است. از لحاظ میانگین سرانه فضای سبز، شهر مشهد اختلاف چشم‌گیری با میانگین آسیا دارد. بعلاوه بررسی‌ها نشان می‌دهد ۲۴٪ از جمعیت شهر مشهد از سیستم فاضلاب استفاده می‌کنند و حدود ۱۴٪ از فاضلاب تولیدی تصفیه می‌شود. در این شاخص نیز شهر مشهد اختلاف قابل ملاحظه‌ای با میانگین‌های آسیا دارد. ولی میانگین شاخص حمل و نقل عمومی ریلی، BRT و غیره در آسیا ۰/۱۷ کیلومتر بر کیلومتر مربع ولی در مشهد ۰/۰۷

است. بنابراین از آنجا که بهبود عملکرد در هر شاخص منجر به بهبود در برخی شاخص‌های مرتبط دیگر می‌شود لازم است تا وضعیت سیستم حمل و نقل عمومی شهری بهتر شود تا به دنبال آن شاخص مرتبطی مثل کیفیت هوا نیز بهبود یابد (شهرداری مشهد، ۱۳۹۱). شهر تبریز نیز از بین پارامترهای در نظر گرفته شده تنها از لحاظ دسترسی ساکنان به بهداشت، عملکردی بهتر از میانگین آن در آسیا داشته است (مرعشی و سپهر، ۱۳۹۴).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

معضلات محیط‌زیستی عمدتاً پیامد رفتار انسان‌ها بوده و نیز خود انسان‌ها قربانیان اصلی تخریب محیط‌زیست‌اند. برای مثال آلودگی هوا آثار زیانبار دراز مدت و کوتاه مدتی بر سلامتی انسان‌ها می‌گذارد و سالانه افراد زیادی بر اثر آن جان خود را از دست می‌دهند. آسم، برونشیت، تنگی نفس، حملات قلبی و آلرژی‌های مختلف تنفسی، بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا هستند. این مشکلات زنجیروار به یکدیگر مربوط‌اند، به همین دلیل برای مقابله با آنها نیز، بایستی راه‌حلی را در نظر گرفت که رویکردی همه‌جانبه داشته باشد.

مشکلات ناشی از بوجود آمدن شهرهای بزرگ و افزایش شهرنشینی باعث ایجاد دیدگاه‌های متعددی شده است، مانند اکولوژی شهری (Urban ecology)، شهر سالم (Healthy city)، شهرهای اکولوژیکی (Eco city)، و شهر سبز (Green city). شاخص شهر سبز با دربرگیرندگی مولفه‌ها و ابعاد مختلف، شاخصی جامع می‌باشد. لذا به وسیله انجام این تحقیق و بکارگیری نتایج حاصل از آن می‌توان بسیاری از مشکلات شهری را مشخص کرد. به عبارت دیگر، شاخص شهر سبز معیاری جهت ارزیابی عملکرد محیط‌زیستی شهرها بر اساس برخی از فاکتورهای توسعه پایا می‌باشد (شهرداری مشهد، ۱۳۹۱). به هر حال، شاخص‌های پایداری شهر به مانند ابزاری برای برنامه‌ریزان شهری، مسئولان و قانونگذاران می‌ماند تا به آنها برای رسیدن به شهری با استانداردهای بین‌المللی در زمینه توسعه پایای شهری کمک کند.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت هر دو شهر مشهد و تبریز، فاصله زیادی با شهرهای سبز آسیایی دارند. وجود وسایل نقلیه غیراستاندارد، کمبود وسایل نقلیه عمومی، پایین بودن سرانه فضای سبز شهری، استفاده نکردن از انرژی‌های نو و غیره، از مشکلات شهرهاست که خود منجر به آلودگی هوا، افزایش بیماری‌ها و مشکلات فزاینده دیگری خواهند شد. از این رو برای تحقق اهداف توسعه پایا و نیز پیشروی شهرها به سمت شهری سبزتر، بایستی رویکردی جامع و چند منظوره اتخاذ گردد.

۵. منابع

۱. مرعشی، سید مومن فواد و سپهرار، مهدیه (۱۳۹۴). ارزیابی شاخص‌های شهرسبز در شهر تبریز. اولین کنفرانس ملی معماری اسلامی میراث شهری و توسعه پایدار، بهمن، تهران.
۲. شهرداری مشهد (۱۳۹۱). مروری بر شاخص شهرسبز در برخی از شهرهای جهان و بررسی شاخص‌های کمی آن در کلانشهر مشهد.
3. Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and human well_being (Vol. 5). Washington, DC: Island press.
4. European Landscape Contractors Association (ELCA) (2011). Green City Europe – for a better life in European cities. ELCA Research Workshop.
5. Kahn, M. E. (2007). Green cities: urban growth and the environment. Brookings Institution Press.
6. Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. Journal of industrial ecology, 11(2), 43_59.
7. Kötter, T., & Friesecke, F. (2009). Developing urban indicators for managing mega cities. Land Governance in Support of the MDGs: Responding to New Challenges (Washington DC, USA), p4.
8. Lewis, E. (2015). Green City Development Tool Kit.
9. Lindfield, M., & Steinberg, F. (2012). Green cities. Asian Development Bank.
10. Roseland, M. (1997). Dimensions of the eco_city. Cities, 14(4), 197_202.
11. Science for Environment Policy (2018) Indicators for sustainable cities. In_depth Report 12. Produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Available at: http://ec.europa.eu/science_environment_policy.
12. Siemens, A. G. (2012). The Green City Index. A summary of the Green City Index research series. Corporate Communications and Government Affairs: München, Germany.
13. UNEP, U. (2011). Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication. Nairobi, Kenya: UNEP.
14. Unit, E. I. (2011). Asian Green City Index. Assessing the environmental performance of Asia's major cities.
15. Unit, E. I. (2011). US and Canada green city index. Assessing the environmental of, 27.
16. Unit, E. I., & Siemens, A. G. (2010). Latin American Green City Index. Assessing the environmental performance of Latin America's major cities.
17. Unit, E. I., & Siemens, A. G. (2009). European Green City Index: Assessing the environmental impact of Europe's major cities, 2009.