

تبیین سناریوهای دستیابی به شهر سبز در کلان‌شهر مشهد، با رویکرد آینده‌پژوهی^۱

سیدمصطفی حسینی^{۱*}، محمدرحیم رهنما^۲، محمد اجزاءشکوهی^۳، امیدعلی خوارزمی^۴

^۱دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد،
^۲استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد
^۳دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد،
^۴استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۸

چکیده

شهر سبز به عنوان یک رویکرد سازگار با محیط‌زیست در پی مشخص شدن پیامدهای مخرب الگوها و رویکردهای سنتی و متفاوت توسعه بدون توجه به مباحث زیست‌محیطی در سال‌های اخیر مورد توجه جدی محققان و صاحب‌نظران قرار گرفته است. براین اساس، در این پژوهش سعی شده با رویکرد آینده‌پژوهی از طریق شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر دستیابی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد، سناریوهای پیش روی شهر در افق ۱۴۰۵ مشخص گردد تا از این طریق بتوان زمینه دستیابی به شهر سبز را در کلان‌شهر مشهد فراهم ساخت. در این پژوهش ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بهره‌گیری از منابع خارجی ۷ مؤلفه اصلی و ۲۵ شاخص به عنوان پارامترهای اولیه برای شهر سبز شناسایی شد. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان و نرم‌افزار Micmac شاخص‌های کلیدی و پیشران‌های مؤثر بر دستیابی به شهر سبز شناسایی شد، در مرحله بعد مجدد با ادغام روش ماتریس اثرات متقابل و نرم‌افزار Scenario wizard به شناسایی سناریوهای پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز در افق ۱۴۰۵ پرداخته شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که ۶۵۶۱ سناریو پیش روی شهر مشهد در افق ۱۴۰۵ است و در این بین تنها دو سناریو دارای سازگاری بالا و احتمال وقوع بیشتری هستند. سناریوی اول که سناریویی با جهت مثبت است، دارای مجموع امتیاز اثر متقابل ۱۰۸ و ارزش سازگاری ۱۰ و سناریوی دوم که گویای شرایط نامناسب برای آینده کلان‌شهر مشهد در زمینه شهر سبز است، دارای مجموع امتیاز اثر متقابل ۸۴ و ارزش سازگاری ۲ است.

واژه‌های کلیدی: آینده‌پژوهی، سناریو نگاری، شهر سبز، محیط‌زیست، مشهد.

مقدمه

۵/۰۶ میلیارد نفر (۶۰ درصد) خواهد رسید. عبور جمعیت شهری جهان از مرز ۵۰ درصد، در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که به‌مرور باید آینده دنیا را در شهرها تجسم و در نظر گرفت (UN-Habitat, 2015: 31) و برای ساختن آینده‌ای مطلوب در شهرها اقدام نمود، تا از این طریق بتوان به توسعه‌ای پایدار به‌ویژه در سطح شهری که اکنون نیمی از جمعیت دنیا را در برمی‌گیرد، دست‌یافت. توسعه پایدار موضوع نگهداری منابع برای حال و آینده را از طریق استفاده بهینه از زمین و واردکردن کمترین ضایعات به منابع

رشد جمعیت شهرهای جهان طی سال‌های اخیر به شدت افزایش یافته است، به طوری که جمعیت مناطق شهری جهان از ۷۴۶ میلیون نفر (۲۹/۶ درصد) در سال ۱۹۵۰ میلادی به ۳/۹۶ میلیارد نفر (۵۴ درصد) در سال ۲۰۱۵ میلادی رسیده است و پیش‌بینی می‌شود این جمعیت در سال ۲۰۳۰ به

۱. این مقاله بخشی از رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری در دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد.

* نویسنده مسئول: s.mhosseini65@yahoo.com

تجدید ناپذیر مطرح است (توان‌بخش و بذرافشان، ۱۳۹۳: ۵۸). پیتز هال توسعه پایدار شهری را به عنوان شکلی از توسعه امروزی که توان توسعه مداوم شهرها و جوامع شهری نسل آینده را تضمین کند، تعریف می‌کند (سپهوند و عارف نژاد، ۱۳۹۲: ۲۶۶؛ Hall, 1993). هدف توسعه پایدار شهری باید ایجاد یک شهر سالم و مردم‌دار با منابع غنی باشد، یعنی این که نه تنها از لحاظ فرم شهری و میزان دسترسی قابل قبول انرژی، بلکه از لحاظ نقش و کارکرد، شهر را به عنوان مکانی برای زندگی مدنظر داشته باشد (ملکی، ۱۳۹۰: ۴۹). در مجموع رسالت اصلی مفهوم توسعه پایدار شهری را می‌توان ممانعت از رشد الگوهای تولید، توزیع و مصرف ناسازگار با طبیعت دانست (گفرون و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۳).

امروزه صاحب‌نظران عرصه مسائل شهری معتقدند به منظور دستیابی به توسعه پایدار در سطح شهرها باید الگوهای برنامه‌ریزی و توسعه پیش روی شهرها هر اندازه امکان دارد (همچون الگوی شهر سبز) با محیط زیست طبیعی سازگار باشند و در حفظ تعادل چرخه طبیعی حیات عمل کنند. از این رو سیاست موفق جهت حرکت به سوی توسعه پایدار شهری نیازمند درک موضوعات اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی به‌عنوان اصول جهانی است (Houghton and Hunter, 1999: 124) که این اصول را می‌توان در مواردی از جمله صرفه‌جویی در مصرف انرژی (سوخت)، کاهش فاصله محل کار و زندگی، کاهش استفاده از ماشین برای سفرهای کاری، توسعه شبکه حمل‌ونقل عمومی و دسترسی پیاده و دوچرخه، حفظ تنوع زیستی و فرهنگی شهر، بازیافت صددرصدی زباله و فاضلاب، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی (هوا، صدا و ...)؛ بیان نمود (رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷: ۹۳).

شهر سبز از جمله رویکردهایی است که با مدنظر قرار دادن شاخص‌هایی نظیر حفاظت از منابع تجدیدناپذیر انرژی، مدیریت تقاضا در استفاده از گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به فضاهای باز و سبز، میزان تولید آلودگی و مدیریت پسماند به حفظ

کیفیت حیات کمک کند، روابط زیستگاه‌های انسانی را با محیط پیرامونی خود ارزیابی کند و به اصلاح آن بپردازد. به عبارتی دیگر شهر سبز همانند شهر پایدار بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر خورشید و باد، حمل‌ونقل عمومی سالم و آسان و قابل دسترس، ساختمان‌های سازگار با محیط‌زیست را مد نظر دارد (Johnston, Nicholas, and Parzen, 2013). برخی صاحب‌نظران معتقدند که سیاست‌های زندگی در مکان‌های شهری را می‌توان از طریق برنامه‌های شهر سبز بیان کرد، برنامه‌هایی که در آن بازگرداندن طبیعت به مکان‌های شهری، رفع و حمایت از نیازهای بشری افراد مد نظر است. از این رو برخی از برنامه‌ها در یک شهر سبز ممکن است در حال حاضر یک پیشنهاد زیست‌محیطی باشد، اما باید توجه داشت که بین آن‌ها نیز تفاوت‌هایی وجود دارد. از دیدگاه زیست بومی، مردمی که در بخشی از یک مکان زندگی می‌کنند، همانند گیاهان و حیوانات به سیستم‌های طبیعی وابسته هستند. طرح شهر سبز پیشنهادی ساده برای تمیز کردن محیط‌زیست نیست، بلکه برای تأمین امنیت متقابل بین روش شهرنشینی در زندگی و شبکه زندگی طبیعی که آن را حمایت می‌کند، می‌باشد. برنامه‌های شهر سبز می‌توانند بر منابع طبیعی از طریق ارائه برنامه‌های آموزشی و هنری که افراد مختلف (با زبان‌ها و فرهنگ‌های مختلف) توانایی برقراری ارتباط با آن را دارند، ترویج گردد (Berg, 1987: 8-9). «شهر سبز»، شهری دوستدار محیط‌زیست و سازگار با ایده توسعه اقتصادی پایدار است که می‌تواند برای ساکنان خود رفاه، آسایش و امنیت به همراه داشته باشد. در ایده «شهر سبز»، مدیران شهری می‌کوشند تا کمترین تأثیر تخریبی را بر روی زیست بومی داشته باشند که شهر روی آن اتکا دارد (E. Kahn, 2006). چشم‌انداز چنین شهری آن است که با محیط‌زیست پیرامون خود سازگار بوده و احترام به محیط‌زیست، بخشی از اولویت شهروندان آن است. شهر سبز به عنوان یک رویکرد نوین بر زمینه‌های اکولوژیکی و خودآگاهی شهروندان تأکید دارد و اولین گام خود را در جهت معرفی شاخص‌های

پیشینه تحقیق

مرسر^۱ (۲۰۱۰) در پایان نامه خود تحت عنوان برون سپاری منطقه‌ای از آلودگی: بررسی اختلاف بین شهر و روستا در صنعتی شدن و تخریب محیط زیست در چین با استفاده از شاخص‌های صنعتی شدن و تخریب محیط زیست به بررسی شهرها و نواحی روستایی در چین پرداخت. یافته‌های وی با در نظر گرفتن شاخص‌هایی همچون جمعیت، تولیدات ناخالص منطقه‌ای، قابلیت بازیافت، آلودگی هوا از طریق آزمون t نشان داد که برای جلوگیری از توسعه نابرابر و آلودگی هوا و همچنین برقراری پایداری و عدالت زیست محیطی تغییر روستاها به مکان‌های صنعتی سازگار با محیط زیست ضروری است. مل^۲ (۲۰۱۰) در پایان نامه خود تحت عنوان زیرساخت‌های سبز: مفاهیم، ادراکات و استفاده از آن در برنامه‌ریزی فضایی به تشریح ماهیت پیچیده‌ای از توسعه زیرساخت‌های سبز، معانی آن، ادراک آن و استفاده به عنوان یک رویکرد در برنامه‌ریزی فضایی پرداخت. عدل لطیف^۳ (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان در راستای تحقق شهر سبز: نقش سطح آموزش ساکنان در به حداقل رساندن آلودگی و زباله را نشان داد. وی با مطالعه بر روی ۲۵۵ نفر از ساکنان کوالالامپور، کاهش بازیافت و آلودگی را از طریق آموزش ساکنان نشان داد. هوسام، قراب و آ. شلی^۴ (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به بررسی رویکردهای شهر اکولوژیک و شهر سبز در شهرهای مصر به منظور ضرورت اعمال اصول توسعه پایدار سازگار با مباحث محیط زیست پرداخته‌اند، نتایج تحقیقات آن‌ها به ارائه تجاربی در زمینه شهر اکولوژیک و شهر سبز و ارائه توصیه‌هایی برای بهبود شهرهای مصر برای دستیابی به توسعه پایدارتر منجر شده است.

در زمینه شهر سبز در ایران نیز می‌توان به مقاله محمدی و کنعانی (۱۳۹۵) که به تحلیل وضعیت محیط زیست کلان شهر اصفهان در چارچوب رویکرد

زیست محیطی به منظور ارزیابی عملکرد و اثرات زیست محیطی برای دستیابی به شهر پایدار برمی‌دارد؛ بنابراین شهر سبز به عنوان یک رویکرد برنامه‌ریزی مطرح است و برای خود اصول و سیاست‌هایی را می‌طلبد (Timothy, 2012). توجه به رویکرد شهر سبز به ویژه در سال‌های اخیر که پیامدهای مخرب الگوها و رویکردهای سنتی و متفاوت توسعه بر محیط زیست شهرها روشن شده است، به منظور ایجاد امنیت زیست محیطی در شهرها و حفظ شهرها حداقل با شرایط زیست محیطی موجود برای نسل‌های آتی حائز اهمیت خاصی شده است. به طوری که می‌توان گفت در صورت ادامه بی توجهی به مسائل زیست محیطی در شهرها و استفاده از رویکردهای سنتی در مسائل شهری که پیامدی جزء نابودی، تخریب و فروپاشی عناصر طبیعی محیط‌های شهری را ندارد، در آینده‌ای نه چندان دور باید منتظر تهدیداتی در عرصه امنیت زیست محیطی در سطوح محلی، شهری، منطقه‌ای، ملی و حتی جهانی بود. از این رو ضمن بهره‌گیری از رویکردهای توسعه شهری سازگار با مسائل زیست محیطی همچون رویکرد شهر سبز، برای توسعه شهرها در آینده، باید با مبنای قرار دادن برنامه‌ریزی‌هایی مبتنی بر آینده‌پژوهی و سناریونگاری در راستای پایداری محیط زیست شهرها قدم برداشت تا از این طریق بتوان به توسعه پایدار و همه‌جانبه در شهرها دست یافت. شهر مشهد نیز به عنوان دومین کلان شهر ایران که سالانه پذیرای میلیون‌ها زائر است، دارای مشکلات زیست محیطی فراوانی از جمله، آلودگی، تخریب محیط زیست طبیعی، حاشیه‌نشینی است که ضرورت توجه به الگوهای جدید توسعه همچون الگوی شهر سبز را می‌طلبد، بر اساس مطالب فوق در این پژوهش ضمن تحلیل سیستمی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری شهر سبز، به بررسی سناریوهای پیش روی شهر مشهد در افق ۱۴۰۵ (چشم‌انداز طرح جامع) پیرامون شهر سبز پرداخته شده است.

1. Mercer

2. Mell

3. Abdul Latif

4. Hosam, Ghorab, Shalaby

شهر سبز پرداخته‌اند و مقاله طیبیان، افشار و شهایی شه‌میری (۱۳۹۳) که به ارزیابی زیست‌محیطی با رویکرد شهر سبز در کلان‌شهر تهران پرداخته‌اند و پایان‌نامه کارشناسی افشار (۱۳۹۰) که به ارزیابی وضعیت زیست‌محیطی شهر تهران با رویکرد شهر سبز پرداخته است، اشاره کرد. در تمامی این پژوهش‌ها بدون توجه به یک نگاه آینده‌پژوهانه به بررسی وضعیت کلی شاخص‌های شهر سبز پرداخته‌اند، در حالی‌که در این پژوهش ضمن متناسب‌سازی شاخص‌های شهر سبز با شرایط ایران و کلان‌شهر مشهد، با رویکرد آینده‌پژوهانه ابتدا به شناسایی پیشران‌های مؤثر در این رویکرد از توسعه پرداخته، سپس سناریوهای پیش روی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد ارائه شده است.

مبانی نظری

بنا به تعریفی که سازمان حفاظت محیط‌زیست در همایش شهر سبز ارائه داده است؛ شهر سبز، شهری است که مردم در آن نسبت به محیط‌زیست خود (هوا، آب، خاک، گیاهان، جانوران و انسان‌ها) وابستگی داشته و نسبت به آن احساس مسئولیت دارند و سعی می‌کنند با مشارکت نهادهای مدنی و سازمان‌های دولتی، محیطی سالم و آرام را با حداقل استانداردهای زیست‌محیطی فراهم سازند. 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 تفکیک آن از مبدأ وجود داشته و مصرف انرژی در آن نزدیک به استانداردهای جهانی است (Department of Environment, 1999). کنفرانس شهرهای زنده نیز در گزارشی، شهر سبز را تلاش برای ارائه و حمایت از راهکارهای خلاقانه در شهرهایی معرفی می‌کند که در حال خلق اقتصاد سبز هستند (EIU and Siemens, 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 ایالات‌متحده در قیاس با مکزیکوسیتی، آن را به تصویر می‌کشند (طیبیان و

همکاران، ۱۳۹۴). شهرهای سبز به عنوان شهرهایی تعریف می‌شوند که همواره سعی دارند تأثیرات محیطی خود را با کاهش زباله، گسترش بازیافت، کاهش انتشار آلودگی‌ها، افزایش تراکم مسکونی در کنار گسترش فضاهای باز شهری، کنترل کرده و توسعه کسب‌وکارهای محلی پایدار را تشویق کنند (Abdul Latif, Bidin and Awang, 2013:646;) (Ghorab and Shalaby, 2016:497). شهرهای سبز، هوای پاک، آب، خیابان‌ها و پارک‌های دلپذیر و مطبوع دارند. این شهرها در مواجهه با حوادث و بلایای طبیعی انعطاف‌پذیرند و خطر شیوع بیماری‌های واگیردار در آن‌ها کم است. شهرهای سبز مردم را به رفتار سبز مانند استفاده از حمل و نقل عمومی که تأثیر اکولوژیکی کمی دارد تشویق می‌کند (E.Kahn, 2006)؛ کان، ۱۳۹۴؛ ۱؛ طیبیان و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۳۰). در تعریفی دیگر، شهر سبز شهری است که به عنوان یک مکان زیست‌محیطی شناخته شده و در آن افرادی سکونت دارند که درصد به حداقل رساندن آلودگی‌ها و کاهش زباله‌های خود در امور زندگی‌شان هستند (Abdul Latif, Bidin and Awang, 2013:646). از نظر کان در یک شهر سبز، شهر و شه‌وندان علاوه بر این‌که از مزایای آب‌وهوای تمیز لذت می‌برند، نباید آثار و نتایج منفی را به مردمی که ساکن آن‌سوی مرزهای شهر آن‌ها هستند، تحمیل کنند (E.Kahn, 2006).

شهرگرایی سبز: با توجه به این‌که شهر سبز تمایل به شهر هوشمند دارد تا از این طریق بتواند به شهری چندمنظوره برای کار، استراحت و با یک سیستم حمل‌ونقل خوب تبدیل شود. از این رو باید توجه داشت، برای ساختن یک شهر بدون ترافیک، با فضای سبز وسیع و تمام امکانات مدرن لازم است، رویکردهای جاری در شهرها مجدد طراحی و برنامه‌ریزی شوند (Kościelniak and Górka, 2016:228). برای اساس شهرگرایی سبز اغلب به‌عنوان راهی برای توصیف سکونتگاه‌های هوشمند (به‌دلیل سازگاری با فناوری‌های نوین قرن بیست و یکم)، امن (به‌دلیل بهره‌گیری از سیستم‌های انسان‌ساخت و توان

اساس این نظریه نظام‌های زیست‌محیطی کشورهای مختلف در سطح جهان دارای اثرات متقابل بر روی یکدیگر هستند، به طوری که ایجاد تغییرات زیست‌محیطی در نقطه‌ای از جهان می‌تواند مناطق دیگر جهان را تحت تأثیر خود قرار دهد، بنابراین جلوگیری از بروز مسائل ناخوشایند زیست‌محیطی، باید ضمن تلاش‌های جهانی، تلاش‌هایی در سطوح پایین و محلی صورت گیرد. دولت‌های محلی از نظر صلاحیت قانونی و منابع به‌ویژه در بخش‌های مربوط به توسعه یک اقتصاد سبز مانند حمل‌ونقل، مدیریت مواد زائد، برنامه‌ریزی شهری، ساخت‌وساز، مدیریت آب و رفاه دارای اهمیت خاصی هستند (Puppim de Oliveira et al., 2009; 2011)؛ همچنین این نظریه بیان می‌کند که رقابت بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست باید از طریق سیاست عمومی، مدیریت و سرمایه‌گذاری شود. برای حفظ تعادل بین اقتصاد سالم و محیط‌زیست سالم، باید رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست را به عنوان اهداف مکمل در نظر گرفت (Inc Public Technologies, 1996:1). البته باید توجه داشت قوانین و سیاست‌های یک منطقه در صورتی که سیاست‌های بخش‌های دیگر را نادیده گیرد و یا با دیگر بخش‌ها همکاری نکنند، ممکن است محدود به یک قلمرو کوچک گردند (Osmont, Godblum, Langumier, LeBris, De Miras and Musil, 2008)؛ بنابراین از طریق برنامه‌ریزی و اقدامات بین بخشی مقامات محلی با دیگر بازیگران محلی می‌توان به هدف ایجاد شهرهای پایدار دست یافت (Puppim de Oliveira et al., 2013:140).

۲- تدوین رویکردی جامع نسبت به مسائل زیست‌محیطی: رشد شهری به علت تبدیل چشم‌اندازهای روستایی به اشکال شهری، به عنوان یک عامل مؤثر در تغییرات فیزیکی و کارکردی به رسمیت شناخته شده است (Thapa and Murayama, 2011:25). براین مبنا حتی سیاست‌های حمایتی که با تولید همراه هستند، معمولاً دارای اثرات منفی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی هستند (Bonfiglio, 2011; Grant, 2009). براین اساس

پاسخگویی نسبت به حوادث غیرمترقبه و پایدار (به‌دلیل توان ارائه راه‌حل برای مسائلی از قبیل تغییرات اقلیمی، مصرف انرژی و تنوع زیستی) بیان می‌گردد. از نظر نیومن هفت ویژگی شهرسازی سبز که به عنوان رویکردی نوین در عرصه جهانی مطرح است، عبارت‌اند از: ۱- شهری با انرژی‌های تجدیدپذیر^۱، ۲- شهری با کربن خنثی^۲ (بدون کربن)، ۳- شهری توزیع شده^۳، ۴- شهری زیست‌فیزیک^۴، ۵- شهر سازگار با محیط‌زیست کارآمد^۵، ۶- شهری مکان‌مبنای^۶ و ۷- شهر با حمل‌ونقل پایدار^۷ (Newman, 2010). باید توجه داشت که آنچه امروزه به عنوان چالش برنامه ریزان مطرح است، ادغام هدفمند تمامی این رویکردها با یکدیگر، با استفاده از ترکیب فناوری‌های نوین و نوآوری اجتماع‌محور است (Beatley and Newman, 2009).

مراحل هفت‌گانه دست‌یابی به یک شهر سبزتر:

واحد اطلاعات اکونومیست که با همکاری مالی مؤسسه زمینس مطالعات فراوانی در کشورهای مختلف جهان در زمینه شاخص‌های شهر سبز انجام داده است، هفت مرحله به شرح ذیل را برای دست‌یابی به یک شهر سبز بیان می‌کند:

۱- قوانین ملی قوی و مدیریت توانمند شهری: تنظیم مقررات ملی در زمینه مسائل زیست‌محیطی، ضمن آن‌که اثرات گسترده‌ای بر وضعیت زیست‌محیطی شهرها دارد؛ جهت‌گیری‌های کلی را برای شهرها تعیین می‌کند. البته باید توجه داشت که اهمیت مدیریت شهری کمتر از مقررات ملی نیست. به عبارتی دیگر در شرایط مناسب باید دستورالعمل‌های کلان و ملی به عنوان بازوی کمکی برای مدیریت شهری عمل نمایند (EIU and Siemens, 2012:38). این امر یادآور این استراتژی جهانی است که می‌گوید: جهانی بیندیش، اما محلی عمل کن (Parnell, 2006:21). بر

1. The renewable energy city
2. The carbon-neutral city
3. The distributed city
4. The biophilic city
5. The eco-efficient city
6. The place-based city
7. The sustainable transport city

۱۳۸۸:۱۹). در سنئول یکی از کلان‌شهرهای کره جنوبی انجمنی مردمی (NGO) به نام شورا شهروندی سنئول سبز^۱ شکل گرفته که در آن مسائل زیست‌محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این شورا شهردار سنئول و بیش از یک‌صد عضو غیردولتی حضور دارند که برای دستیابی به توسعه پایدار و ایجاد یک شهر سبز با یکدیگر تعامل و همکاری دارند.

۵- تکنولوژی مناسب: تکنولوژی دارای نقشی بسیار اساسی در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی در مناطق شهری دارد. به طوری که نتایج بررسی شهر لندن توسط مؤسسه زمینس در سال ۲۰۱۲ نشان داد که استفاده از فناوری‌های جدید به تنهایی می‌تواند تا ۹۹ درصد در کاهش میزان تولید و انتشار دی‌اکسید کربن مؤثر باشد.

۶- توجه به برنامه‌ریزی مکمل و همگام: در کشورهای در حالت توسعه، شهرها اغلب به برنامه‌ریزی‌هایی در جهت بهبود بهداشت شهروندان و کاهش فقر تمرکز دارند؛ اما این برنامه‌ریزی‌ها که اصطلاحاً دستور کار قهوه‌ای^۲ نامیده می‌شوند، به تنهایی کافی نبوده و لازم است به طور هم‌زمان برنامه‌ریزی‌هایی برای بهبود پایداری وضعیت اکوسیستم، تدوین و اجرا شوند که اصطلاحاً به آن‌ها دستور کار سبز گویند. این دو برنامه مستقل از یکدیگر نبوده و دارای تأثیرات متقابل نسبت به یکدیگر هستند (EIU and Siemens, 2012:42-44).

۷- ارتقاء سکونتگاه‌های غیررسمی: اسکان غیررسمی به سبب باز تولید فقر، محیط‌زیست را به مخاطره انداخته و باعث تحمیل هزینه زیاد برای حل مشکلات، تهدیدی جدی برای پایداری و انسجام جامعه شهری بوده و نیازمند تدابیر ویژه‌ای برای ساماندهی وضعیت کنونی و جلوگیری از گسترش آن در آینده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو اکثر کارشناسان معتقدند، اسکان غیررسمی یکی از عوامل بسیار مهم و اثرگذار بر محیط‌زیست شهری است (EIU and Siemens, 2012:45). سازمان ملل دستور کار موفق شهرنشینی را "حل بخشی از مشکلات جهانی

ضرورت تدوین رویکردی جامع برای حل مشکلات زیست‌محیطی، برای ایجاد یک شهر سبز دارای اهمیت ویژه‌ای است. به عنوان مثال سیستم حمل‌ونقل شهری علاوه بر نقش مستقیم بر جابجایی شهروندان و حمل‌ونقل کالاها، بر روی میزان آلودگی هوا و مدیریت انرژی اثرات گسترده‌ای دارد (EIU and Siemens, 2012:39).

۳- لزوم داشتن سیاست‌های درست شرط اساسی در مراحل اولیه توسعه: طبق بررسی‌های صورت گرفته ارتباط معناداری بین ثروت بیشتر و عملکرد زیست‌محیطی بهتر وجود دارد. به طوری که شهرهای ثروتمند توانایی بیشتری برای توسعه زیرساخت‌ها و استفاده از تکنولوژی‌های جدید دارند. هرچند بررسی‌های دقیق‌تر نشان داده که ثروت تنها عامل تعیین‌کننده در عملکرد زیست‌محیطی نیست. به عنوان مثال؛ می‌توان به این مورد اشاره کرد که برخی از شهرهای آمریکا با درآمد سرانه سالانه زیر ۲۱۱۱ دلار، نسبت به بسیاری از شهرهای با درآمد بیشتر وضعیت بهتری دارند. این امر گویای آن است که در شهرهای با درآمد کمتر نیز می‌توان با اتخاذ سیاست‌های صحیح و اجرای پروژه‌های کم‌هزینه به بهبود وضعیت محیط‌زیست تلاش کرد (Ibid:40). در جهت‌گیری‌های توسعه، باید سازمان‌ها را به گونه مجموعه‌ای از نظام‌های پیچیده و زنده توصیف کرد که اجزاء آن‌ها در توازن منطقی با یکدیگر قرار دارند و هدفی مشترک را دنبال می‌کنند و فرایندی مشترک با نگرشی پویا و به هم‌پیوسته دارند، از این رو نمی‌توان توسعه را بدون توجه به شرایط هر کشور و شناخت فرصت‌ها و تهدیدها توجیه کرد (گودرزوند چگینی، ۱۳۹۴: ۲۱۶-۲۲۳).

۴- مشارکت مدنی: مشارکت مدنی از اصلی‌ترین شاخص‌های توسعه اجتماعی به شمار می‌آید (عبداللهی، ۱۳۸۳:۶۴، قادرزاده و یوسفوند، ۱۳۹۱:۱۰۲). تعهد مدنی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی، حس همکاری و مشارکت اجتماعی، آگاهی سیاسی اخلاقی و اخلاق مشارکت مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده هویت یا جزء مدنی آن هستند (پناهی و غفاری،

1. Green Seoul Citizen Committee

2. Brown Agenda

- تشویق مردم به توجه کردن به احتمالات مثبت و فرصت‌هایی که ممکن است فردا به دست بیاورند و به همان میزان به خطرات احتمالی و بلایای طبیعی توجه داشته باشند؛
- تصمیم‌گیری و آگاهی بیشتر امروز در مورد آینده با تمرکز فکر بر پرسش‌های مهمی که بایستی در رابطه با فرموله کردن سیاست بهتر دوباره حل‌وفصل شوند؛
- تشویق مردم به تفکر در خارج از جعبه^۲؛
- گسترش چشم‌اندازها و افزایش تعداد گزینه‌های قابل‌دسترس برای آمادگی بیشتر تصمیم‌گیری جهت ایجاد تغییر مثبت؛
- تمهیدات برای مدیریت بهتر تغییر به‌وسیله ارتقای ظرفیت یادگیری؛
- ایجاد زمان واکنش به حوادث واقعی آینده، کوتاه‌تر و واکنش‌ها هدف‌دارتر؛
- پرورش مشارکت فعال در تفکر استراتژیک جهت تصمیم‌گیری (رهنما و معروفی، ۱۳۹۴).
- سناریو ویزارد^۳: ماتریس اثر متقابل و سناریو ویزارد در ابتدا بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ در مرکز ارزیابی تکنولوژی و توسعه آینده و سپس در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ در مرکز پژوهشی دانشگاه اشتوتگارت آلمان در مطالعات میان‌رشته‌ای ریسک و توسعه فناوری‌های پایدار شکل و توسعه یافته است. هدف این مرکز پژوهشی، ایجاد پلی میان رشته‌های دانشگاهی مختلف به منظور انجام پروژه‌های تحقیقاتی مسئله محور و بهره‌گیری از توان میان‌رشته‌ای در حل چالش‌های پیچیده است. در سال ۲۰۱۲ هنگامی که مرکز ارزیابی تکنولوژی و توسعه آینده^۴ با مرکز پژوهشی مطالعات میان‌رشته‌ای ریسک و توسعه فناوری‌های پایدار^۵ در دانشگاه اشتوتگارت (مرکز پژوهشی دیگر در همین دانشگاه) ادغام شد. در این زمان نیز بخش مربوط به روش ماتریس اثر متقابل به این سازمان منتقل شد. نرم‌افزار سناریو ویزارد به منظور ارزیابی ماتریس اثر

فقر و ارائه راهکارهایی برای جلوگیری از تنزل محیط‌زیست^۱ یاد می‌کند. انجمن پلنت درام که یک سازمان غیرانتفاعی مردمی^۱ در سانفرانسیسکو است این مسئله را واضح‌تر بیان کرده است. "باید تغییر عمیقی در مقدمات و فعالیت‌های بنیادی شهرنشینی صورت گیرد". برای انجام چنین کاری شهرها باید "سبز" باشند و به مکانی تبدیل شوند که ارتقا دهند و احیاکننده زندگی باشد (United Nations, 1997:2).

آینده‌پژوهی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی شهری:
افراد نه تنها می‌کوشند امور در حال وقوع را بفهمند، بلکه در تلاش هستند تا اموری را که شاید اتفاق بیفتد، یا بالقوه امکان وقوع دارد و یا تحت شرایط خاصی در آینده اتفاق خواهد افتاد، بشناسند. افراد با استفاده از این شناخت حدسی موقعیت کنونی خود را تشخیص داده، کارهایشان را دنبال کرده، از بستر زمان و فضای مادی و اجتماعی می‌گذرند (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷). آینده‌پژوهی را می‌توان ابزاری برای ایجاد تغییر به منظور دستیابی به آینده‌ای مطلوب دانست. ابزاری که می‌توان آن را در سطوح مختلف سازمانی، ملی و فراملی به کار گرفت. در حالی که بیشتر آینده‌پژوهان، خود را تنها به تحقق اهداف کارفرمایان محدود می‌سازند، عده‌ای دیگر مانند وندل بل، هدف آینده‌پژوهی را ارتقای سطح زندگی بشر می‌دانند. این گروه نه تنها دل‌نگران بهبود وضعیت نسل‌های کنونی و آینده بشر، بلکه حتی گاهی متوجه کل حیات در کره زمین هستند (Bell, 2003:73). در کتاب راهنمای عملی برای کارگروه آینده: پیش‌بینی آینده شهرها، مهم‌ترین اهداف به‌کارگیری یک رویکرد آینده‌پژوهی در برنامه‌ریزی شهری به شرح ذیل آورده شده است:

- توسعه تفکر، فراتر از حد معمولی و تقویت تفکر رو به جلو به‌عنوان یک نتیجه؛
- وادار و تشویق به گفت‌وگوها در مورد آینده؛
- کمک به شناسایی احتمالات در مورد آینده که ممکن است نیاز به بررسی، آزمایش و درنهایت نیاز به اصلاح داشته باشند؛

2. Think Outside the Box
3. Scenario Wizard
4. ZIRN
5. ZIRIUS

1. NGO

- انجام تجزیه و تحلیل‌های مناسب برای اهداف؛ در این مرحله می‌توان ارزیابی‌های اضافی (فراوانی، تجزیه و تحلیل نفوذ، تجزیه و تحلیل گذار) را نیز انجام داد.
- ذخیره اطلاعات و نتایج (رهنما و حسینی، ۱۳۹۵).

روش تحقیق

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی است که با توجه به ماهیت تحقیق از روش توصیفی - تحلیلی استفاده شده است. در این پژوهش ابتدا با استفاده از مطالعات و منابع کتابخانه‌ای با تأکید بر منابع خارجی ۷ مؤلفه (انرژی و کاربری زمین متشکل از سرانه برق مصرفی EL1، سرانه فضای سبز EL2، تراکم جمعیت EL3، ساختمان‌های اکولوژیکی EL4؛ آب و فاضلاب متشکل از میزان برخورداری از آب WW1، پایداری آب W.W2، میزان دسترسی به فاضلاب WW3؛ حمل و نقل متشکل از حمل و نقل عمومی برتر T1، حمل و نقل انبوه شهری T2، کاهش ترافیک T3؛ ضایعات متشکل از سرانه سالانه ضایعات تولیدی WR1، بازیافت WR2؛ هوای پاک متشکل از سرانه انتشار مونو اکسید کربن CW1، میزان غلظت دی اکسید نیتروژن CW2، میزان غلظت دی اکسید گوگرد CW3، میزان غلظت ذرات معلق CW4، کیفیت هوا CW5؛ حکمروایی زیست‌محیطی متشکل از نظارت محیط‌زیست EG1، مشارکت عمومی EG2، شهروند دوستدار محیط زیست EG3؛ و انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی متشکل از دانش زیست محیطی ER1، نگرش زیست محیطی ER2، آگاهی زیست محیطی ER3، بستر سازمانی ER4، عملکرد و روابط سازمانی ER5) شناسایی شد، سپس پرسشنامه‌ای بر اساس روش ماتریس اثرات متقابل و روش ماتریس ضرایب تحلیل اثر متقاطع برای طبقه‌بندی ۲ طراحی گردید. در مرحله بعد با روش دلفی و نظرسنجی از کارشناسان و متخصصان آشنا و مسلط به مدیریت شهری و محیط زیست شهری (۱۵ نفر استاد دانشگاه و دانشجوی دکتری و ۲۶ نفر کارشناسان و مدیران

متقابل و داده‌های اثر متقابل توسط دو مرکز پژوهشی ارزیابی تکنولوژی و توسعه آینده و مرکز پژوهشی مطالعات میان رشته‌ای ریسک و توسعه فناوری‌های پایدار در دانشگاه اشتوتگارت آلمان ایجاد و توسعه یافته است. اساس کار این نرم‌افزار بر مبنای ماتریس‌های اثر متقاطع (CIB) است. این ماتریس‌ها به منظور استخراج نظر خبرگان در مورد اثر احتمال وقوع یک حالت از یک توصیفگر بر روی حالتی از توصیفگر دیگر در قالب عبارت‌های کلامی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نهایتاً با محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم حالت‌ها بر روی یکدیگر، سناریوهای سازگار پیش روی سیستم مورد مطالعه، استخراج می‌شوند.

تحلیل تعادل اثر متقابل^۱ یک روش برای تجزیه و تحلیل اثر شبکه‌ها است که برای سیستم‌های کیفی و تجزیه و تحلیل سناریوها قابل استفاده است. این روش دارای یک نوع انعطاف‌پذیری بالا برای «تجزیه و تحلیل اثر متقابل» و تسهیل ساخت و ساز سناریوهای کیفی بر روی اثرات متقابل اطلاعات بر اساس دانش کیفی است، یعنی بر اساس دانش کیفی درباره روابط پیچیده و دو سو بهی ارکان یک سیستم اصلی و مهم ساخت سناریو صورت می‌گیرد. یک سیستم تجزیه و تحلیل کیفی با استفاده از سناریو ویزارد، توسط یک نمونه قضاوت‌های کیفی درباره تأثیرات متقابل (اثر متقابل) پیرامون عناصر یک سیستم انجام می‌شود. ساختار عادی تجزیه و تحلیل اثر متقابل با استفاده از سناریو ویزارد به شرح ذیل است:

- ایجاد توصیف‌گرها (عناصر مرتبط با سیستم) و حالت‌گزینه‌های آن‌ها یا توسعه (مدل‌های) ساختار تجزیه و تحلیل؛
- ورود داده‌های اثر متقابل در داخل ساختار؛ تجزیه و تحلیل ساختار و اثر متقابل اطلاعات با یکدیگر، ماتریس اثر متقابل را تشکیل می‌دهد.
- ارزیابی ماتریس اثر متقابل با استفاده از محاسبه سناریوهای سازگار؛

با نظرسنجی مجدد از کارشناسان مرحله قبل، تمامی حالت‌های ممکن برای پیش‌رسان‌های تحقیق شناسایی و با استفاده از پرسشنامه ماتریس اثرات متقابل، مجدد با استفاده از نظرات کارشناسان مرحله اول، شاخص‌ها بر اساس جدول (۱) مورد مقایسه قرار گرفتند، پس از آن با ورود داده‌ها به محیط نرم‌افزاری Scenario Wizard داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سناریوهای پیش روی شهر مشهد با رویکرد شهر سبز در افق ۱۴۰۵ (افق طرح جامع شهر مشهد) تدوین گردید.

اجرای شهر) از آن‌ها خواسته شد، با توجه به روش ماتریس اثرات متقابل و بر اساس نوع اثرگذاری شاخص‌ها بر یکدیگر در صورت عدم وجود اثر بین دو شاخص عدد صفر، در صورت وجود اثر ضعیف بین دو شاخص عدد یک، در صورت وجود اثر متوسط بین دو شاخص عدد دو، در صورت وجود اثر قوی بین دو شاخص عدد سه و در صورت وجود اثر بالقوه بین دو شاخص مقدار P را برای تعیین اثر دو شاخص وارد کنند. سپس به شناسایی متغیرهای پیش‌رسان در عرصه شهر سبز در کلان‌شهر مشهد پرداخته شد. پس از آن

جدول ۱: ماتریس امتیازدهی مقادیر کیفی

مقیاس کیفی (کلامی)	مقیاس کمی
اثرات تقویت‌کننده شدید	+ ۳
اثرات تقویت‌کننده متوسط	+ ۲
اثرات تقویت‌کننده ضعیف	+ ۱
فاقد اثر متقابل	۰
اثرات محدودکننده ضعیف	- ۱
اثرات محدودکننده متوسط	- ۲
اثرات محدودکننده شدید	- ۳

جدول ۲: مؤلفه‌ها و شاخص‌های شهر سبز

مؤلفه	علامت اختصاری	شاخص	علامت اختصاری	مؤلفه	علامت اختصاری	شاخص	علامت اختصاری
انرژی و کاربری زمین	LB	سراشه برق مصرفی	EL1	هوای پاک	CW	سراشه انتشار مونو اکسید کربن	CW1
		سراشه فضای سبز	EL2			میزان غلظت دی اکسید نیتروژن	CW2
		تراکم جمعیت	EL3			میزان غلظت دی اکسید گوگرد	CW3
		ساختمان‌های اکولوژیکی	EL4			میزان غلظت ذرات معلق	CW4
حمل و نقل	T	شبکه حمل و نقل عمومی برتر	T1	حکروایی زیست‌محیطی	EG	کیفیت هوا	CW5
		حمل و نقل انبوه شهری	T2			نظارت محیط زیست	EG1
		کاهش ترافیک	T3			مشارکت عمومی	EG2
ضایعات و بازیافت	WR	سراشه سالانه ضایعات تولیدی	WR1	زیست محیطی	ER	شهروند دوستدار محیط زیست	EG3
		بازیافت	WR2			دانش زیست محیطی	ER1
آب و فاضلاب	WW	میزان برخورداری از آب	WW1	انعطاف‌پذیری زیست محیطی	ER	نگرش زیست محیطی	ER2
		پایداری آب	W.W2			آگاهی زیست محیطی	ER3
		میزان دسترسی به فاضلاب	WW3			بستر سازمانی	ER4
						عملکرد و روابط سازمانی	ER5

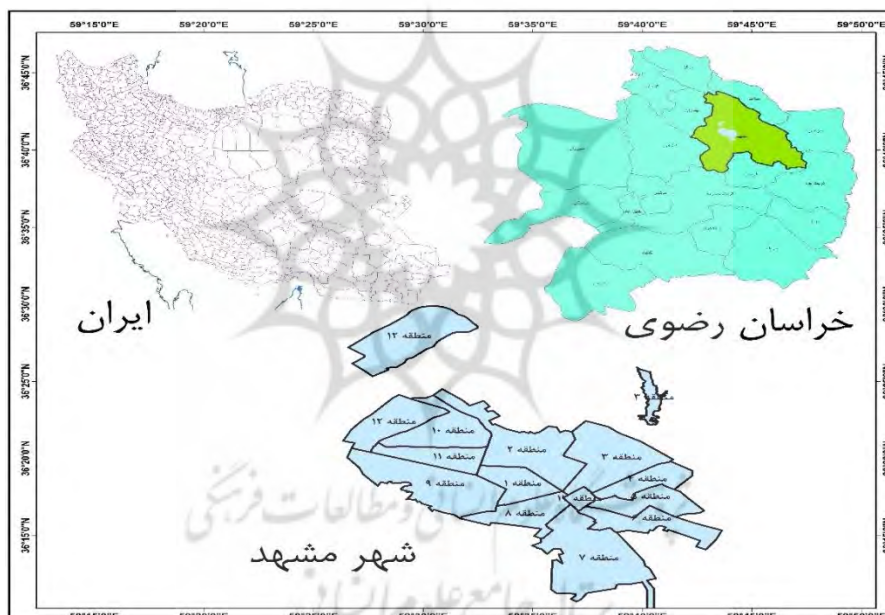
Sources: Beatley,2000; Beatley, and Newman,2009; Sternlieb, Bixler, Huber-Stearns and Huayhuaca,2013; Liang, Xu, Suh and Tan, 2013; Koontz and Thomas,2006; lemos and Agrawal,2006; Gunderson,2000; Moghim and Garna,2019; Li, Li, Kappas, Pavao-Zuckerman,2018; EIU and Siemens,2009,2010, 2011a, 2011b,2011c, 2012;

فنی و معصومی، ۱۳۹۵؛ شیخ کاظم برزگری، احمد معظم، ۱۳۹۳؛ یزدان‌نیاز و مطهری، ۱۳۹۱؛ بهتاش، کی‌نژاد، پیربابایی و عسگری، ۱۳۹۲؛ مدیریت بحران شهرداری مشهد، ۱۳۹۱؛ مهدیزاده، ۱۳۹۵؛ صالحی، آقا بابایی، سردمدی و فرزاد بهتاش، ۱۳۹۰

قلمرو پژوهش

مشهد، کلان‌شهری در شمال شرق ایران، با مختصات جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و مرکز استان خراسان رضوی است (حیاتی، ۱۳۹۱: ۱۱۵). این شهر در زمان افشاریان، پایتخت ایران بوده است و دومین شهر پهناور ایران، بعد از تهران می‌باشد (<http://fa.wikipedia.org/wiki>). بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، شهر مشهد دارای ۲۷۶۶۲۵۸ نفر جمعیت و ۸۰۴۳۹۱ خانوار، با مساحت ۲۸۸۶۶۴۴۵۷ مترمربع (سالنامه آماری شهر مشهد، ۱۳۹۱: ۲۰) به عنوان دومین کلان‌شهر بزرگ کشور، شهری با کارکرد مذهبی- زیارتی می‌باشد

(بدری و طیبی، ۱۳۹۱: ۱۵۳). شهر مشهد به دلیل قرار گرفتن حرم مطهر رضوی در آن همواره در طول تاریخ دارای اهمیت فرهنگی، مذهبی، اقتصادی و اجتماعی بوده است و سرشت و شکل‌گیری فضایی و زندگی اجتماعی- اقتصادی خود را کاملاً تحت تأثیر عوامل مذهبی، فرهنگی و گردشگری برخاسته از آن شکل داده است (مومنی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۵) و سالانه پذیرای بیش از ۳۲ میلیون زائر از داخل و بیش از یک میلیون زائر از خارج از کشور است. شهر مشهد در سال ۱۳۹۰، دارای ۱۳ منطقه بوده است. شکل زیر نقشه مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد و موقعیت شهر مشهد را در تقسیمات کشوری نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت شهر مشهد در تقسیمات کشوری

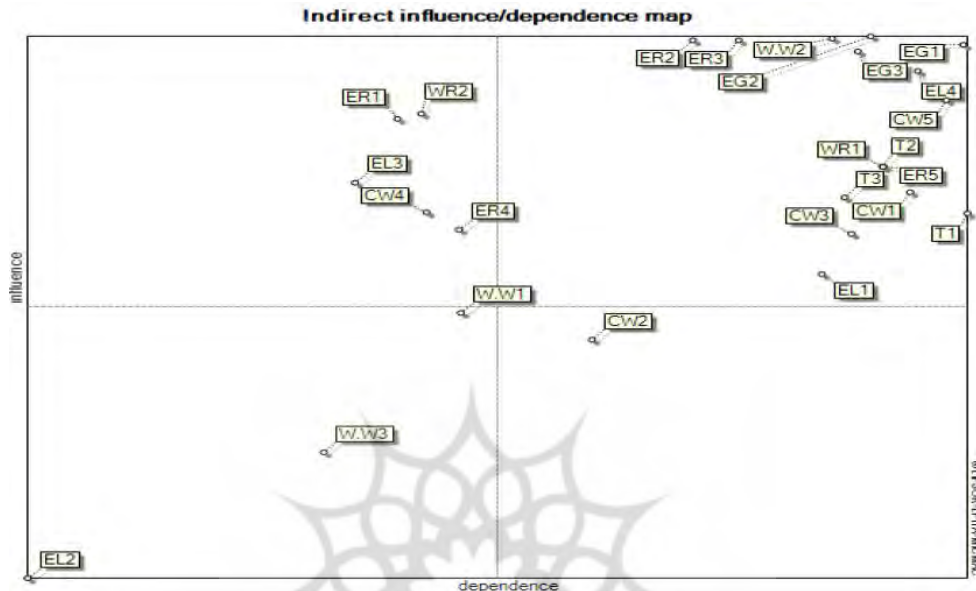
یافته‌های تحقیق

وضعیت شهر مشهد از نظر شهر سبز: در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش ماتریس اثرات متقابل و نرم‌افزار Micmac پیشران‌های مؤثر در تحقیق شناسایی شد. ماتریس اثر- وابستگی مستقیم که بر اساس داده‌های وارده شده به ماتریس اثرات متقابل شکل می‌گیرد، نشان‌دهنده تأثیرات مستقیم بین شاخص‌هاست (رهنما و حسینی، ۱۳۹۵). به منظور

تعیین پایداری و ناپایداری شهر مشهد از نظر شاخص‌های شهر سبز با رویکرد آینده پژوهی باید اقدام به ترسیم نقشه اثر- وابستگی شاخص‌ها کرد (شکل ۲) و با بررسی نحوه قرارگیری و پراکنش شاخص‌ها در داخل نقشه اثر- وابستگی مستقیم به وضعیت سیستم پی برد. در سیستم شهرهای سبز پایدار، سیستم ضمن دارا بودن شاخص‌هایی با میزان اثرگذاری و اثرپذیری بالا، شاخص‌ها به طور نسبتاً

معمول در یک بخش متمرکز شده و یا پراکنش نامنظمی دارند. به طور کلی می‌توان گفت در یک سیستم پایدار شاخص‌ها بر محور میانگین نقشه اثر - وابستگی حرکت کرده و سیستم حالتی L مانند دارد.

نرمالی در سایر بخش‌های نقشه اثر - وابستگی پراکنده شده‌اند؛ اما در سیستم شهرهای سبز ناپایدار که انطباقی با ویژگی‌های شهر سبز ندارند، نحوه پراکنش شاخص‌ها بر روی نقشه اثر - وابستگی از الگوی خاصی پیروی نکرده و اکثر شاخص‌ها یا به طور



شکل ۲: نقشه اثر - وابستگی مستقیم الگوی شهر سبز کلان‌شهر مشهد

محیط نرم‌افزاری Scenario Wizard به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده حاصل از نظر کارشناسان و شناسایی سناریوهای پیش‌روی کلان‌شهر مشهد در افق ۱۴۰۵ پرداخته شده است. نتایج حاصل از انجام تحقیق نشان داد که از مجموع ۵۰۴ قضاوت سلولی انجام‌شده، ۲۹ سلول (۵/۷۵ درصد) دارای اثرات متقابل -۳، ۸۵ سلول (۱۶/۷۹ درصد) دارای اثرات متقابل -۲، ۹۶ سلول (۱۹/۰۵ درصد) دارای اثرات متقابل -۱، ۴۴ سلول (۸/۷۳ درصد) فاقد اثر متقابل بر یکدیگر، ۳۷ سلول (۷/۳۴ درصد) دارای اثرات متقابل +۱، ۱۰۳ سلول (۲۰/۴۴ درصد) دارای اثرات متقابل +۲ و ۱۱۰ سلول (۲۱/۸۳ درصد) دارای اثرات متقابل +۳ می‌باشند.

بر اساس نتایج حاصل از این بخش تحقیق ۸ پیشران اصلی مؤثر در دستیابی به شهر سبز در کلان‌شهر مشهد شناسایی شد که با تدوین سه حالت مختلف در طیف مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب برای هر پیشران در مجموع ۲۴ حالت ممکن پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز وجود دارد. جدول (۳) پیشران‌های پیش روی شهر سبز و حالت‌های ممکن هر یک از آن‌ها را در کلان‌شهر مشهد نشان می‌دهد.

پس از مشخص شدن تمامی حالت‌های ممکن پیش روی پیشران‌های تحقیق، با استفاده از روش ماتریس اثرات متقابل ابتدا تمامی حالت‌های ممکن بر اساس جدول (۲) توسط کارشناسان مورد مقایسه و ارزیابی اولیه قرار گرفتند، سپس با ورود آن‌ها به

جدول ۳: عامل‌های کلیدی و حالت‌های ممکن پیش روی هر عامل در افق ۱۴۰۵

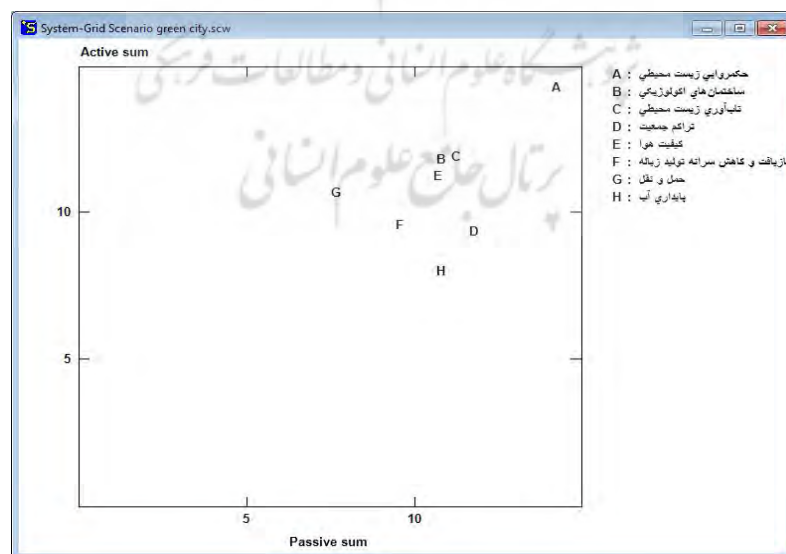
عامل	حالت‌های ممکن	نوع سناریو
حکمرانی زیست‌محیطی	حکمرانی برنامه محور و مبتنی بر توسعه پایدار زیست‌محیطی منطبق بر سند زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد	مطلوب
	حکمرانی زیست‌محیطی نه‌چندان منسجم و اقدامات پراکنده	نیمه مطلوب
	حکمرانی غیرمنطقی، ناکارآمد و مخالف با توسعه پایدار، بدون توجه به شرایط محیط زیست کلان‌شهر مشهد	نامطلوب
ساختمان‌های اکولوژیکی	ترویج، تشویق و الزام به ایجاد ساختمان‌های اکولوژیک به صورت یک اصل در صنعت ساختمان‌سازی کلان‌شهر مشهد	مطلوب
	در مرحله ابتدایی بودن محث ساختمان‌های اکولوژیک و انجام اقداماتی پراکنده و اندک	نیمه مطلوب
	فقدان توجه به ایجاد ساختمان‌های اکولوژیک و عدم درک و نفی ضرورت احداث این نوع ساختمان‌ها	نامطلوب
انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی	بهره‌گیری از توان‌ها و پتانسیل‌های شرعی، عرفی و قانونی، به همراه فرهنگ‌سازی و آموزش شهروندان به منظور ارتقا انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد	مطلوب
	عدم توجه به انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی در کلان‌شهر مشهد و فرهنگ‌سازی‌ها و آموزش‌های پراکنده برای توجه به محیط زیست	نیمه مطلوب
	فقدان انعطاف‌پذیری در عرصه محیط زیست، علیرغم وجود پتانسیل‌های شرعی، عرفی و قانونی	نامطلوب
تراکم جمعیت	بهره‌گیری از نظریه شهرگرایی جدید و استفاده از الگوی شهر فشرده و سبز، سازگار با محیط زیست شهر مشهد	مطلوب
	فقدان توجه به مسئله تراکم جمعیتی به عنوان یک عامل مؤثر در محیط زیست	نیمه مطلوب
	استفاده از الگوی رشد افقی و اسپرال	نامطلوب
کیفیت هوا	تدوین قوانین و ارائه برنامه‌هایی مدون و پایدار در جهت ارتقا کیفیت هوا و کاهش آلاینده‌ها	مطلوب
	توجه به کیفیت هوا بدون هرگونه برنامه‌ریزی هدفمند و اجرای اقداماتی کلی و پراکنده	نیمه مطلوب
	بی‌توجهی به مقوله کیفیت هوا و فقدان هرگونه برنامه‌ریزی و اقداماتی در جهت ارتقا کیفیت هوا	نامطلوب
بازیافت و کاهش سرانه تولید زباله	فرهنگ‌سازی به منظور تفکیک زباله از مبدأ و ارتقا فرهنگ بازیافت و استفاده از کالاهایی با برچسب قابل بازیافت به همراه تقویت سیستم بازیافت و سیاست‌های حاکم بر آن به صورت هدفمند	مطلوب
	توجه سطحی و بدون برنامه به بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات	نیمه مطلوب
	فقدان وجود سیستمی دقیق برای جمع‌آوری و دفع زباله و بی‌توجهی به اثرات زیست‌محیطی آن‌ها و بی‌توجهی به مقوله بازیافت و تجاری‌سازی منابع زیست‌محیطی	نامطلوب
حمل‌ونقل	تقویت و توسعه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری شبکه حمل‌ونقل عمومی و ترویج استفاده از حمل‌ونقل عمومی و محور قرار دادن آن به منظور دستیابی به توسعه پایدار	مطلوب
	گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی به عنوان یکی از شیوه‌های مناسب برای حمل‌ونقل	نیمه مطلوب
	بی‌توجهی به شبکه حمل‌ونقل عمومی	نامطلوب
پایداری آب	برنامه‌ریزی هدفمند برای پایدارسازی منابع آبی و استفاده بهینه و منطقی از منابع آبی	مطلوب
	فقدان پایداری آب و آشکار شدن نموده‌های عینی ناپایداری آب	نیمه مطلوب
	بحران پایداری آب	نامطلوب

امتیاز اثر متقابل ۱۰۸ و ارزش سازگاری ۱۰ است، در حالی که سناریوی دوم که گویای شرایط بد برای آینده کلان‌شهر مشهد در زمینه شهر سبز است، دارای مجموع امتیاز اثر متقابل ۸۴ و ارزش سازگاری ۲ است. جدول (۴) دو سناریوی قوی پیش روی شهر مشهد را به همراه ارزش سازگاری عناصر تشکیل‌دهنده آن نشان می‌دهد.

شناسایی سناریوهای پیش روی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد در افق ۱۴۰۵: در مجموع نتایج حاصل از تحقیق نشان داد از ۶۵۶۱ سناریوی ممکن پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز وجود دارد، ۲۱۷ سناریوی ضعیف و تنها دو سناریو در حالت سازگاری قوی قرار دارند و احتمال وقوع آن‌ها در افق ۱۴۰۵ برای شهر مشهد وجود دارد. سناریوی اول که یک سناریو با جهت مثبت است، دارای مجموع

جدول ۴: سناریوهای شهر سبز، کلان‌شهر مشهد در افق ۱۴۰۵

ارزش سازگاری	سناریوی دوم	ارزش سازگاری	سناریوی اول
۱۰	حکمروایی زیست‌محیطی: حکمروایی غیرمنطقی، ناکارآمد و مخالف با توسعه پایدار، بدون توجه به شرایط محیط زیست کلان‌شهر مشهد	۱۴	حکمروایی زیست‌محیطی: حکمروایی برنامه محور و مبتنی بر توسعه پایدار زیست‌محیطی بر اساس سند زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد
۲	ساختمان‌های اکولوژیکی: در مرحله ابتدایی بودن مبحث ساختمان‌های اکولوژیکی و انجام اقداماتی پراکنده و اندک	۱۹	ساختمان‌های اکولوژیکی: ترویج، تشویق و الزام به ایجاد ساختمان‌های اکولوژیکی به صورت یک اصل در صنعت ساختمان‌سازی کلان‌شهر مشهد
۵	انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی: فقدان انعطاف‌پذیری در عرصه محیط زیست، علیرغم وجود پتانسیل‌های شرعی، عرفی و قانونی	۲۲	انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی: بهره‌گیری از توان‌ها و پتانسیل‌های شرعی، عرفی و قانونی، به همراه فرهنگ‌سازی و آموزش شهروندان به منظور ارتقا انعطاف‌پذیری زیست‌محیطی کلان‌شهر مشهد
۵	تراکم جمعیت: استفاده از الگوی رشد افقی و اسپرال	۲۷	تراکم جمعیت: بهره‌گیری از نظریه شهرگرایی جدید و استفاده از الگوی شهر فشرده و سبز، سازگار با محیط زیست شهر مشهد
۱۱	کیفیت هوا: بی‌توجهی به مقوله کیفیت هوا و فقدان هرگونه برنامه‌ریزی و اقداماتی در جهت ارتقا کیفیت هوا	۱۸	کیفیت هوا: تدوین قوانین و ارائه برنامه‌هایی مدون و پایدار در جهت ارتقا کیفیت هوا و کاهش آلاینده‌ها
۲	بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات: بی‌توجهی به مقوله بازیافت و تجاری‌سازی منابع زیست‌محیطی	۲۰	بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات: فرهنگ‌سازی در جهت ارتقا فرهنگ بازیافت و استفاده از کالاهایی با برچسب قابل بازیافت به همراه تقویت سیستم بازیافت و سیاست‌های حاکم بر آن به صورت هدفمند
۴	شبکه حمل‌ونقل عمومی برتر: بی‌توجهی به شبکه حمل‌ونقل عمومی	۱۰	حمل‌ونقل: تقویت و توسعه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری شبکه حمل‌ونقل عمومی و ترویج استفاده از حمل‌ونقل عمومی و محور قرار دادن آن به منظور دستیابی به توسعه پایدار
۴	پایداری آب: بحران پایداری آب	۱۹	پایداری آب: پایداری‌سازی منابع آبی و استفاده بهینه و منطقی از منابع آبی
۲	ارزش سازگاری کل سناریو	۱۰	ارزش سازگاری کل سناریو
۸۴	مجموع امتیاز اثر متقابل	۱۰۸	مجموع امتیاز اثر متقابل



شکل ۳: سیستم شبکه‌ای توصیفگرهای تحقیق

تشکیل سیستم شبکه‌ای: یک سیستم شبکه‌ای، برای بیان نقش توصیف گرها در تحلیل و نحوه اثرگذاری بر سیستم به کار می‌رود و نقش مؤثری در فرآیند ایجاد سناریوی واقعی دارد.

نتایج حاصل از سیستم شبکه‌ای نشان داد که توصیفگرهای حکمروایی زیست محیطی، ساختمان‌های اکولوژیکی، انعطاف‌پذیری زیست محیطی، تراکم جمعیت، کیفیت هوا، انرژی پاک، بازیافت و کاهش سرانه تولید زباله‌داری حالت اثرگذاری و اثرپذیری توأم هستند، یعنی هم‌زمان ضمن تأثیرگذاری زیاد بر روی سایر توصیفگرها از سایر توصیفگرها تأثیر می‌پذیرند. البته میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری توصیفگر حکمروایی زیست محیطی بسیار بیشتر از سایر توصیفگرهاست که نشان از اهمیت ویژه این توصیفگر دارد؛ زیرا این توصیفگر می‌تواند به‌شدت اثر مثبت و یا اثر منفی بر روی سایر سناریوهای پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز داشته باشد؛ همچنین توصیفگر حمل‌ونقل به دلیل قرارگیری در قسمت بالای سیستم شبکه‌ای و مرز بین قسمت راست و چپ دارای اثرگذاری بالایی بر روی سایر توصیفگرها است، با این حال به دلیل ورود به قسمت راست شبکه دارای اثرگذاری محدودی بر روی سایر توصیفگرها می‌باشد؛ همچنین نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که توصیفگر پایداری آب دارای اثرپذیری بالایی از سایر توصیفگرها می‌باشد. وضعیت تعادل اثر سناریوهای پیش روی شهر مشهد: مهم‌ترین بخش از روش تعادل اثر متقابل، ارزیابی سازگاری درونی یک سناریو به کمک محاسبه تعادل اثر آن است. این ارزیابی درونی با درج فرضیات سناریو در ماتریس اثرات متقابل حاصل می‌شوند و بنابراین اگر یک یا چند فرض سناریو با بقیه قسمت‌های سناریو مغایرت داشته باشد، نشان داده می‌شود، در

غیر این‌صورت، اگر هیچ مغایرتی بین فرضیات سناریو وجود نداشته باشد، سناریو می‌تواند از نظر همسانی درونی مورد ارزیابی قرار گیرد. برای بررسی وضعیت سازگاری سناریوی اول یعنی سناریوی $SW1 = [A1 B1 C1 D1 E1 F1 G1 H1]$ و سناریوی دوم یعنی سناریوی $SW1 = [A3 B2 C3 D3 E3 F3 G3 H3]$ پس از تعیین متغیرهای درگیر در سناریو به بررسی وضعیت سازگاری آن‌ها می‌پردازیم. جدول (۵) و (۶) وضعیت سازگاری دو سناریوی اصلی تحقیق را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از ماتریس اثر متقابل متعادل (جدول ۵) نشان داد که در سناریوی اول مقادیر سازگاری برای توصیفگر حکمروایی محیطی در حالت مطلوب برابر با ۱۸، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۴ و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۳- برای توصیفگر ساختمان‌های اکولوژیکی میزان سازگاری در حالت مطلوب برابر با ۱۳، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۶- و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۱- است؛ میزان سازگاری برای توصیفگر انعطاف‌پذیری زیست محیطی در حالت مطلوب برابر با ۱۳، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۹- و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۱- می‌باشد؛ پیرامون توصیفگر تراکم جمعیت نیز میزان سازگاری نیز برای حالت مطلوب برابر با ۱۶، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۱۱- و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۲- می‌باشد؛ همچنین برای توصیفگرهای کیفیت هوا، بازیافت، حمل‌ونقل عمومی و پایداری آب میزان سازگاری برای سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب به ترتیب برای هر توصیفگر در سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب، نامطلوب برابر با ۱۳، ۵، ۱۳-، ۱۴، ۶-، ۷-، ۹، ۱-، ۹- و ۱۲، ۷-، ۱۰- می‌باشد.

جدول ۵: صفحه محاسبه تعادل اثر سناریوی اول پیرامون شهر سبز

	A			B			C			D			E			F			G			H		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3
A1				2	-3	-3	2	-3	-2	2	-1	-3	2	-2	-1	2	-1	-2	2	-1	-2	3	-1	-3
A2				-2	2	3	-1	1	0	-3	2	3	-2	2	0	2	2	-1	1	2	-1	-3	3	3
A3				-3	1	3	-2	3	2	2	1	3	-3	1	2	-3	2	1	-2	2	3	-3	1	3
B1	3	-2	-3				3	-2	-2	3	-2	-2	2	-3	-1	2	-1	-2	-1	-1	0	2	-1	-2
B2	-3	1	2				1	-1	-2	1	0	1	-1	0	2	0	0	1	2	1	-1	1	3	3
B3	-3	3	3				-1	1	2	-2	1	1	-2	1	1	-3	1	2	-1	1	3	-2	2	3
C1	3	2	1	3	-2	-2				1	-2	-2	2	-1	-2	2	-1	-2	2	1	-1	3	-2	-1
C2	-2	1	2	-2	1	1				-1	1	3	-1	1	1	-2	1	1	-1	0	1	-3	2	1
C3	-3	-1	3	-2	1	1				-1	2	2	-2	2	2	-3	1	2	-2	0	2	-3	3	2
D1	2	-1	-2	2	1	-2	1	-1	-1				2	-2	-2	3	-1	-1	2	-1	-2	2	-1	-2
D2	-1	2	1	1	0	1	0	1	1				0	-2	1	1	1	1	2	1	1	-2	1	2
D3	-2	3	2	-1	-1	1	0	1	1				0	-2	2	-1	1	1	-1	1	1	-2	1	2
E1	2	-1	-2	2	-1	-2	2	-2	-2	2	-2	-2				1	-2	0	3	2	-3	1	-1	-1
E2	2	-2	-3	-2	0	2	-1	2	3	-1	1	1				-1	2	0	1	-2	2	-1	1	1
E3	-3	1	2	-2	-1	-2	-3	1	2	-2	2	2				-1	1	2	-1	-1	-2	-1	1	1
F1	3	2	-3	1	-1	-2	1	-2	-2	3	-2	-2	2	-1	-2				1	-1	-1	1	-1	-1
F2	-1	-1	1	-1	1	2	-1	1	2	-1	2	1	-1	1	-1				0	0	0	-1	1	2
F3	-3	-2	2	-1	1	2	-1	2	2	-2	1	1	-2	-2	1				0	0	0	-1	1	2
G1	3	2	-2	2	-1	-1	2	-1	-3	3	-2	-2	2	3	-3	2	-1	-1				0	0	0
G2	-2	2	1	-1	1	2	-2	1	2	-1	1	2	-1	-1	-1	1	1	1				0	0	0
G3	-3	1	2	-2	2	2	-2	-2	3	-2	2	3	-2	-1	2	-1	2	2				0	0	0
H1	2	2	-2	1	1	1	2	2	1	2	0	1	1	1	-2	2	1	1	0	0	0			
H2	-1	-1	-2	1	1	-1	1	-1	-1	2	0	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0			
H3	-2	2	3	2	1	-1	-2	-1	-2	2	0	2	-1	-2	-2	1	-1	-1	0	0	0			
Balance:	18	4	-13	13	-6	-11	13	-9	-11	16	-11	-12	13	-5	-13	14	-6	-7	9	-1	-9	12	-7	-10

جدول ۶: صفحه محاسبه تعادل اثر سناریوی دوم پیرامون شهر سبز

	A			B			C			D			E			F			G			H		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3
A1				2	-3	-3	2	-3	-2	2	-1	-3	2	-2	-1	2	-1	-2	2	-1	-2	3	-1	-3
A2				-2	2	3	-1	1	0	-3	2	3	-2	2	0	2	2	-1	2	2	-1	-3	3	3
A3				-3	1	3	-2	3	2	2	1	3	-3	1	2	-3	2	1	-2	2	3	-3	1	3
B1	3	-2	-3				3	-2	-2	3	-2	-2	2	-3	-1	2	-1	-2	-1	-1	0	2	-1	-2
B2	-3	1	2				1	-1	-2	1	0	1	-1	0	2	0	0	1	2	1	-1	1	3	3
B3	-3	3	3				-1	1	2	-2	1	1	-2	1	1	-3	1	2	-1	1	3	-2	2	3
C1	3	2	1	3	-2	-2				1	-2	-2	2	-1	-2	2	-1	-2	2	1	-1	3	-2	-1
C2	-2	1	2	-2	1	1				-1	1	3	-1	1	1	-2	1	1	-1	0	1	-3	2	1
C3	-3	-1	3	-2	1	1				-1	2	2	-2	2	2	-3	1	2	-2	0	2	-3	3	2
D1	2	-1	-2	2	1	-2	1	-1	-1				2	-2	-2	3	-1	-1	2	-1	-2	2	-1	-2
D2	-1	2	1	1	0	1	0	1	1				0	-2	1	1	1	1	2	1	1	-2	1	2
D3	-2	3	2	-1	-1	1	0	1	1				0	-2	2	-1	1	1	-1	1	1	-2	1	2
E1	2	-1	-2	2	-1	-2	2	-2	-2	2	-2	-2				1	-2	0	3	2	-3	1	-1	-1
E2	2	-2	-3	-2	0	2	-1	2	3	-1	1	1				-1	2	0	1	-2	2	-1	1	1
E3	-3	1	2	-2	-1	-2	-3	1	2	-2	2	2				-1	1	2	-1	-1	-2	-1	1	1
F1	3	2	-3	1	-1	-2	1	-2	-2	3	-2	-2	2	-1	-2				1	-1	-1	1	-1	-1
F2	-1	-1	1	-1	1	2	-1	1	2	-1	2	1	-1	1	-1				0	0	0	-1	1	2
F3	-3	-2	2	-1	1	2	-1	2	2	-2	1	1	-2	-2	1				0	0	0	-1	1	2
G1	3	2	-2	2	-1	-1	2	-1	-3	3	-2	-2	2	3	-3	2	-1	-1				0	0	0
G2	-2	2	1	-1	1	2	-2	1	2	-1	1	2	-1	-1	-1	1	1	1				0	0	0
G3	-3	1	2	-2	2	2	-2	-2	3	-2	2	3	-2	-1	2	-1	2	2				0	0	0
H1	2	2	-2	1	1	1	2	2	1	2	0	1	1	1	-2	2	1	1	0	0	0			
H2	-1	-1	-2	1	1	-1	1	-1	-1	2	0	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0	0	0			
H3	-2	2	3	2	1	-1	-2	-1	-2	2	0	2	-1	-2	-2	1	-1	-1	0	0	0			
Balance:	-19	7	17	-9	4	6	-11	5	10	-5	9	14	-12	-3	8	-11	7	9	-7	3	7	-12	9	13

برای توصیفگر حکمروایی محیطی در حالت مطلوب برابر با ۱۹-، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۷ و برای

نتایج حاصل از ماتریس اثر متقابل متعادل برای سناریوی دوم (جدول ۶) نشان داد که میزان سازگاری

دارند که با تدوین حالت‌های ممکن در سه وضعیت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب با توجه به نظر کارشناسان ۲۴ حالت ممکن در زمینه شهر سبز پیش روی کلان‌شهر مشهد با رویکرد شهر سبز قرار دارد؛ همچنین نتایج تحقیق نشان داد ۶۵۶۱ سناریوی ممکن پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز وجود دارد، که از این تعداد ۲۱۷ سناریو ضعیف و تنها دو سناریو در حالت سازگاری قوی قرار دارند و احتمال وقوع آن‌ها در افق ۱۴۰۵ برای شهر مشهد وجود دارد. سناریوی اول که یک سناریو با جهت مثبت است، دارای مجموع امتیاز اثر متقابل ۱۰۸ و ارزش سازگاری ۱۰ است، درحالی‌که سناریوی دوم نشان‌دهنده شرایط نامناسب برای آینده کلان‌شهر مشهد در زمینه شهر سبز است و دارای مجموع امتیاز اثر متقابل ۸۴ و ارزش سازگاری ۱ است. بررسی وضعیت سازگاری اثر تعادلی دو سناریوی قوی نشان داد که در هر دو سناریوی پیش روی شهر سبز در کلان‌شهر مشهد اثرهای تعادلی ناسازگار وجود ندارد و تمامی فرض‌های تدوین‌شده برای سناریوهای تحقیق سازگار هستند. البته بررسی وضعیت توصیفگرها بر روی سیستم شبکه‌ای نشان داد که میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری توصیفگر حکمروایی زیست محیطی بسیار بیشتر از سایر توصیفگرهاست که نشان از اهمیت ویژه این توصیفگر دارد؛ زیرا این توصیفگر می‌تواند به شدت اثر مثبت و یا اثر منفی بر روی سایر سناریوهای پیش روی شهر مشهد در زمینه شهر سبز داشته باشد. با توجه به این‌که هم‌اکنون وضعیت شهر مشهد از نظر شهر سبز در وضعیت ناپایدار قرار دارد؛ بنابراین باید توجه داشت که هرگونه بی‌توجهی به پیامدهای زیست محیطی الگوهای توسعه می‌تواند اثرات منفی به همراه افت کیفیت زندگی و سرزندگی را در شهر مشهد به همراه داشته باشد. در این پژوهش به منظور دستیابی به آینده مطلوب (سناریوی اول) در زمینه شهر سبز در کلان‌شهر مشهد پیشنهادهایی به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

۱. تدوین سند محیط زیستی کلان‌شهر مشهد و ارائه چارچوب برنامه‌ریزی سازمانی در جهت تحقق آن؛

حالت نامطلوب برابر با ۱۷ است. برای توصیفگر ساختمان‌های اکولوژیکی میزان سازگاری در حالت مطلوب برابر با ۹-، برای حالت نیمه مطلوب ۴ و برای حالت نامطلوب ۶، میزان سازگاری برای توصیفگر انعطاف‌پذیری زیست محیطی در حالت مطلوب برابر با ۱۱-، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۵ و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۰ می‌باشد؛ در توصیفگر تراکم جمعیت نیز میزان سازگاری برای حالت مطلوب برابر با ۵-، برای حالت نیمه مطلوب برابر با ۹ و برای حالت نامطلوب برابر با ۱۴ است؛ همچنین برای توصیفگر کیفیت هوا میزان سازگاری برای سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب به ترتیب برابر با ۱۲-، ۳- و ۸، برای توصیفگر بازیافت میزان سازگاری برای سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب به ترتیب برابر با ۱۱-، ۷ و ۹، برای توصیفگر حمل و نقل میزان سازگاری برای سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب به ترتیب برابر با ۷-، ۳ و ۷، برای توصیفگر پایداری آب میزان سازگاری برای سه حالت مطلوب، نیمه مطلوب و نامطلوب به ترتیب برابر با ۱۲-، ۹ و ۱۳ می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه دستیابی به توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن مباحث زیست محیطی غیرممکن است، از این رو در سال‌های اخیر رویکردهای توسعه شهری سازگار با محیط زیست همچون رویکرد شهر سبز به‌خصوص زمانی که با نگاهی آینده‌پژوهانه باشند، بیشتر مورد توجه محققان و صاحب‌نظران مباحث شهری است. براین اساس، در این پژوهش ابتدا به شناسایی شاخص‌های کلیدی و پیشران‌های مؤثر بر دستیابی به الگوی شهر سبز پرداخته شد، سپس با استفاده از روش ماتریس اثرات متقابل و سناریونگاری به تدوین سناریوهای پیش روی شهر مشهد در افق ۱۴۰۵ کلان‌شهر مشهد در زمینه شهر سبز پرداخته شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که از میان ۷ مؤلفه و ۲۵ شاخص اولیه، تنها ۸ عامل نقش اصلی و کلیدی در آینده کلان‌شهر مشهد در زمینه شهر سبز

۴. انجام مطالعات هدفمند برای بهره‌گیری و اجرایی‌سازی نظریه‌های جدید برنامه‌ریزی همچون نظریه شهر سبز، شهر اکولوژیک.

۲. زمینه‌سازی و آماده‌سازی زیرساختی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی برای ترویج ایجاد ساختمان‌های اکولوژیک در سطح شهر؛
۳. فرهنگ‌سازی در جهت احترام به محیط زیست شهری به‌ویژه منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب آن‌ها در برابر اهداف صرف اقتصادی؛

منابع

۱. افشار، یاسمن. ۱۳۹۰. ارزیابی زیست‌محیطی با رویکرد شهر سبز، نمونه موری: شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران.
۲. بدری، سیدعلی. صدراله طیبی. ۱۳۹۱. بررسی عوامل مؤثر بر هزینه‌های گردشگری مذهبی، مطالعه موردی: شهر مشهد مقدس. مجله برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری، ۱(۱): ۱۵۳-۱۷۷.
۳. بصیری مژده‌ی، رضا. حمیده فرهمندیان. ۱۳۹۲. اکوسیستی، تبیین اصل پایداری در طراحی شهری. مؤلفان: گفرون، ف.، هویسمنز، گ.، و اسکالا، ف. تهران، نشر شهر.
۴. بهتاش، محمدرضا. محمد علی کی‌نژاد. محمد تقی پیربابایی. علی عسگری. ۱۳۹۲. ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، ۱۸(۳)، ۳۳-۴۲.
۵. پناهی، محمد امیر. غلامرضا غفاری. ۱۳۸۸. چگونگی شکل‌گیری شهر شهروند مدار؛ بررسی نقش مشارکت در نهادهای آموزشی و تأثیر آن بر تکوین مشارکت مدنی در بزرگ‌سالی. دوفصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۴، صص ۱۷-۲۶.
۶. حیاتی، سلمان. ۱۳۹۱. تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. رهنما، محمدرحیم. سید مصطفی حسینی. ۱۳۹۵. کاربرد نرم‌افزارهای آینده‌پژوهی در مطالعات شهری. مشهد، مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد.
۸. رهنما، محمد رحیم. غلامرضا عباس‌زاده. ۱۳۸۷. اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر. مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۹. رهنما، محمد رحیم. ایوب معروفی. ۱۳۹۴. سناریونگاری در مطالعات شهری و منطقه‌ای (مفاهیم، روش‌ها و تکنیک‌ها). مشهد، مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد.
۱۰. سالنامه آماری مشهد. ۱۳۹۱. معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری مشهد با نظارت مدیریت آمار و تحلیل اطلاعات .
۱۱. سپهوند، رضا. محسن عارف نژاد، محسن. ۱۳۹۲. اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه پایدار شهری با رویکرد تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتب گروهی. فصلنامه مطالعات و برنامه‌ریزی شهری، ۱(۱).
۱۲. شیخ کاظم برزگری، محمدرضا. احمد معظم. ۱۳۹۳. مطالعه آسیب‌پذیری محیط‌های شهری در مقابل حریق مبتنی بر رویکرد شهر تاب‌آور. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های طبیعی، ۸۲۵-۸۳۷.
۱۳. صالحی، اسماعیل. محمد تقی آقا بابایی. هاجر سرمدی. و محمد رضا بهتاش ۱۳۹۰. بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت. فصلنامه محیط‌شناسی، ۳۷(۵۹): ۹۹-۱۱۲.
۱۴. طبیبیان، منوچهر. یاسمین افشار. مجتبی شهبابی شه‌میری. ۱۳۹۴. ارزیابی تطبیقی جایگاه زیست محیطی شهر تهران با ۲۲ شهر آسیایی بر مبنای شاخص‌های رویکرد شهر سبز. فصلنامه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۱۵.
۱۵. عبدالهی، محمد. ۱۳۸۳. زنان و نهادهای مدنی؛ مسائل، موانع و راهبردهای مشارکت مدنی زنان در ایران. مجله جامعه‌شناسی ایران، ۲(۵): ۶۳-۹۹.
۱۶. علیزاده، عزیز. وحید وحیدی مطلق و امیر ناظمی. ۱۳۸۷. سناریونگاری یا برنامه‌ریزی بر پایه سناریوها. تهران، مرکز مطالعات بین‌المللی انرژی.
۱۷. فنی، زهره. لیلا معصومی. ۱۳۹۵. بررسی و سنجش راهبردهای تاب‌آوری در سبک زندگی، مورد پژوهی: محله شکوفه شمالی منطقه ۱۹ شهر تهران. فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۵(۲۰): ۸۳-۹۶.

29. Beatley, T. 2000. Green Urbanism Learning from European Cities. Washington DC: Island Press.
30. Beatley, T., and Newman, P. 2009. Green Urbanism Down Under: Learning from Sustainable Communities in Australia, Washington DC: Island Press.
31. Berg, P. 1987. Watershed- scaled governments and green city, land use policy, January.
32. Bonfiglio, A. 2011. A neural network for evaluating environmental impact of decoupling in rural systems, Computers, Environment and Urban Systems 35: 65-76.
33. Department of Environment. 1999. Green City Conference. September-October. Tehran
34. Kahn, E.M. 2006. Green cities; Urban Growth and the Environment, Maryland: Potomac.
35. EIU and Siemens. 2009. European Green City Index, London: Siemens AG.
36. EIU and Siemens. 2010. Latin American Green City Index, London: Siemens AG.
37. EIU and Siemens. 2011a. African Green City Index, London: Siemens AG.
38. EIU and Siemens. 2011b. Asian Green City Index, London: Siemens AG.
39. EIU and Siemens. 2011c. US and Canada Green City Index, London: Siemens AG.
40. EIU and Siemens. 2012. The Green City Index; A summary of the Green City Index research series, London: Siemens AG.
41. Ghorab, H.K., and Shalahy, H.A. 2016. Eco and Green cities as new approaches for planning and developing cities in Egypt. Alexandria Engineering Journal, Vol. 55, 495-503.
42. Grant, W. 2009. Agricultural policy and protectionism. In C. Rumford (Ed.), The SAGE handbook of European studies (pp. 260-276). London: SAGE Publications Ltd.
43. Gunderson, L.H. 2000. Ecological resilience – in theory and application. Annual Reviews, 31: 425-439.
44. Hall, P. 1993. Policy Paradigms, Social Learning, and the State: The Case of
۱۸. قادرزاده، امید. حجت اله یوسفوند. ۱۳۹۱. سنجش عوامل جامعه‌شناختی مؤثر در مشارکت مدنی زنان. فصلنامه زن در توسعه و سیاست، ۱۰(۴): ۱۰۱-۱۲۶.
۱۹. گودرزوند چگینی، مهرداد. ۱۳۹۴. توسعه پایدار؛ شاخص‌ها و سیاست. فصلنامه سیاست جهانی، ۴(۲)، صص ۲۱۵-۲۳۸.
۲۰. محمدی، کاوه. انور عزیز دوست، میثم خدام و مریم میربهبایی. ۱۳۹۳. ارزیابی پیامدهای محیط زیستی اسکان غیررسمی محلات بجنورد و ارائه طرح کاهش پیامدهای آن، همایش ملی ارزیابی محیط زیست ایران.
۲۱. محمدی، جمال. محمد رضا کنعانی. ۱۳۹۵. تحلیل وضعیت محیط زیست کلان‌شهر اصفهان در چارچوب رویکرد شهر سبز. فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا، ۶(۱۹): ۱۸۳-۱۹۸.
۲۲. ملکی، سعید. ۱۳۹۰. درآمدی بر توسعه پایدار شهری، چاپ اول، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲۳. مدیریت بحران شهرداری مشهد. ۱۳۹۱. چگونه می‌توان شهرها را تاب‌آور نمود- دستنامه‌ای برای مدیران دولت‌های محلی. مشهد: شهرداری مشهد.
۲۴. مهدیزاده، وفا. ۱۳۹۵. میزان تاب‌آوری شهر سنج در بعد زیست‌محیطی. اولین همایش بین‌المللی اقتصاد شهری (با رویکرد اقتصاد مقاومتی، اقدام و عمل)، اردیبهشت ۱۳۹۵.
۲۵. نوابخش، مهرداد. محمد بذرافشان. ۱۳۹۳. بررسی میزان سنجش توسعه پایدار شهری در شهر شیراز در ۱۰ سال اخیر. مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران، ۶(۳): ۴۹-۶۹.
۲۶. یزدان‌نیز، امیر حسن. زینب سادات مطهری. ۱۳۹۱. سیر تکاملی رویکردهای مدیریت بحران (از کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری). دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران، نقش فناوری‌های نوین در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از حوادث غیرمترقبه، تهران، ۱۳۹۱.
27. Abdul Latif, S., Bidin, Y., and Awang, Z. 2013. Towards the Realization of Green Cities: The Moderating Role of the Residents' Education Level. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 85: 646-652.
28. Bell, W. 2003. Foundations of Futures Studies. New Jersey: Transaction Publishers.

- and Urbanization ASIA, 2010, 1(2): 149–170.
55. Moghim, S., and Gana, R.K. 2019. Countries' classification by environmental resilience. *Journal of Environmental Management*, 230: 345–354.
 56. Osmond, A., Godblum, C., Langumier, J.-F., LeBris, E., De Miras, C., and Musil, C. 2008. *Urban Governance: Questioning a Multiform Paradigm. Analyses and Proposals of the Working Group on Urban Governance.* Ministère des Affaires Etrangères Européennes, Paris.
 57. Parnell, J. 2006. Reassessing the “think global, act local” mandate: evaluation and synthesis, *Serbian Journal of Management* 1(1): 21–28.
 58. Public Technologies, Inc., 1996. *Cities and Counties: Thinking Globally, Acting Locally*, Washington, D.C.
 59. Puppim de Oliveira et al. 2013. Green economy and governance in cities: assessing good governance in key urban economic processes, *Journal of Cleaner Production*, 58 (2013) 138e152
 60. Puppim de Oliveira, J.A. 2009. The implementation of climate change related policies at the subnational level: an analysis of three countries. *Habitat International* 33(3): 253-259.
 61. Puppim de Oliveira, J.A., Balaban, O., Doll, C.N.H., Moreno-Penaranda, R., Gasparatos, A., Iossifova, D., and Suwa, A. 2011. Cities, biodiversity and governance: perspectives and governance challenges for the convention on biological diversity at the city level. *Biological Conservation* 144 (5): 1302-1313.
 62. Sternlieb, F., Bixler, P., Huber-Stearns, H., and Huayhuaca, C. 2013. A question of fit: reflections on boundaries, organizations and social-ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 130: 117–125
 63. Thapa, R. B., and Murayama, Y. 2011. Urban growth modeling of Kathmandu metropolitan region, *Nepal*, 35: 25-34.
 64. Timothy, B. 2012. *Green Cities of Europe; Global Lessons on Green Urbanism*, United States: Island Press.
 - Economic Policymaking in Britain. *Comparative Politics*, 25(3): 275-296.
 45. Houghton, G., and Hunter, C. 1999. *Sustainable cities*, London: Regional studies Association. <http://fa.wikipedia.org/wiki>
 46. Johnston, S.A., Nicholas, S., and Parzen, J. 2013. *The Guide to Greening Cities*, Island Press.
 47. Koontz, T.M., and Thomas, C.W. 2006. What do we know and need to know about the environmental outcomes of collaborative management? *Public Adm. Rev.* 66: 111-121.
 48. Kościelniak, H., and Górka, A. 2016. Green Cities PPP as a Method of Financing Sustainable Urban Development. 2nd International Conference "Green Cities - Green Logistics for Greener Cities", 2-3 March 2016, Szczecin, Poland.
 49. Liang, S., Xu, M., Suh, S., and Tan, R.R. 2013. Unintended environmental consequences and co-benefits of economic restructuring. *Environ. Sci. Technol.* 47 (22): 12894–12902.
 50. Lemos, M., and Agrawal, A. 2006. *Environmental Governance. Annual Review of Environment and Resources*, 31(2006), DOI:10.1146/annurev.energy.31.042605.135621.
 51. Li, Y., Li, Y., Kappas, M., and Pavao-Zuckerman, M. 2018. Identifying the key catastrophic variables of urban social-environmental resilience and early warning signal. *Environment International*, 113: 184–190.
 52. Mell, C. 2010. *Green infrastructure: concepts, perceptions and its use in spatial planning.* Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy School of Architecture, Planning and Landscape Newcastle University.
 53. Mercer, C. 2010. *The Regional outsourcing of pollution: Investigation urban and rural discrepancies in industrialization and environmental degradation in China.* A Thesis Presented to The Honors Tutorial College Ohio University.
 54. Newman, P. 2010. *Green Urbanism and its Application to Singapore*, Environment

66. United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). 2015. International Guidelines on Urban and Territorial Planning, UN-Habitat press.

65. United Nations. 1997. World Resources— A Guide to the Global Environment, New York.

