

## تحلیل تحولات فضایی محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد با استفاده از الگوی آینده‌پژوهی گام طبیعی

اکبر حیدری - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران  
محمد رحیم رهنما\* - استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران  
محمد اجزاء شکوهی - دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران  
امید علی خوارزمی - استادیار مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۷

وصول: ۱۳۹۴/۹/۲

### چکیده

از آنجا که محور هرگونه تحلیل جغرافیایی تأکید بر فضا و مفاهیم زیست‌محیطی آن است؛ لذا تغییر در مناسبات میان انسان و محیط‌زیست شهری را می‌توان محصول نهایی میل انسان به تغییر در محدوده سکونتگاهی خود برای چیرگی بر ماهیت زیست‌محیطی و فضایی شهر دانست؛ بر همین اساس، پژوهش حاضر سعی دارد با بهره‌گیری از رویکرد آینده‌نگاری گام طبیعی در چارچوب شاخص‌های محیط‌زیست شهری، به تحلیل تحولات فضایی در مقیاس زیست‌محیطی در کلانشهر مشهد بپردازد. برای دستیابی به این هدف، از مطالعات توصیفی - تحلیلی، اسنادی و پرسشنامه در چارچوب مدل دلفی و تحلیل‌های نرم‌افزاری استفاده گردید. در این راستا، پس از برگزاری جلسات اولیّه بحث با ۵۰ نفر از نخبگان دانشگاهی و مدیران اجرایی شهر مشهد به عنوان جامعه آماری تحقیق، تعداد ۷۸ متغیر در قالب ۱۶ طبقه‌بندی کلی به عنوان متغیرهای اولیّه پژوهش شناسایی شدند. در ادامه، متغیرهای اولیّه، در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع در نرم‌افزارهای آینده‌نگار میک‌مک و سناریو ویزارد تعریف شدند؛ سپس، از جامعه آماری خواسته شد تا برحسب میزان اثر - وابستگی مستقیم، غیرمستقیم و بالقوه، به ارزشیابی متغیرها در بازه ۰ (بی‌تأثیر) تا ۳ (تأثیر بسیار قوی) بپردازند. نتایج نشان داد که با ۲ بار تکرار چرخش داده‌ای، شاخص پُرشدگی به دست آمده ۹۵/۷۹٪ می‌باشد که این امر، مبین ضریب بالای تأثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر است. همچنین به اتکاء یافته‌های به دست آمده، شاخص مدیریت یکپارچه زیست‌محیط شهری (ME4) با امتیاز ۱۸۸، دارای بیشترین اثرگذاری مستقیم و شاخص تدوین و ارتقاء مقررات باز یافت شهری (RY4) با مجموع ارزش سطری محاسبه‌شده، دارای بیشترین میزان اثرگذاری غیرمستقیم بر دیگر متغیرها بوده‌اند. در نهایت، با در نظر گرفتن نیروهای پیشران کلیدی شناسایی‌شده، سناریوهای مطلوب، میانه و فاجعه ارائه گردید.

واژگان کلیدی: تحلیل فضایی، محیط‌زیست شهری، مطالعات آینده‌پژوهی، گام طبیعی، برنامه‌ریزی سناریو.

## مقدمه

نظر به اینکه نمود بارز تحول در فضا و محیط‌زیست شهری، حاصل دگرگونی مفهوم و ماهیت شهر در تعریف و در چستی آن است؛ تحول در عرصه محیط‌زیست شهری را می‌توان محصول پیشرفت فناورانه، ارتقاء مفاهیم شهرنشینی و شهرگرایی، توسعه سیاست‌های فضایی و زیست‌محیطی، تغییر مناسبات میان انسان و محیط‌زیست شهری و... دانست که در مفهومی فراتر از عوامل طبیعی مؤثر در تحول فضا می‌گنجد، این تحول را می‌توان محصول نهایی میل انسان به تغییر در محدوده سکونتگاهی خود برای چیره‌شدن بر فضا دانست (روهه<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹؛ اسمیت<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰: ۱۱۰)؛ بر این اساس، توجه به مسائل محیط‌زیست شهری برای اولین بار توسط کارسون<sup>۳</sup> در کتاب *بهار خاموش* مطرح شد که انتشار آن را می‌توان آغاز جنبش زیست‌محیطی مدرن در چارچوب الگوی توسعه پایدار شهری دانست (بیکر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸). از منظر کارسون، محیط‌زیست شهری اکوسیستم و یا محیطی است که دارای اجزاء و عناصر مختلفی از جمله منابع، فرایندها و تأثیرات مربوط به جوامع گیاهی و حیوانی محلی، حیات انسانی، معادن، آب، خاک، هوا (محیط طبیعی)، منابع، فرایندها و تأثیرات مرتبط با ساختمان‌ها، مسکن، جاده، تأسیسات (محیط مصنوع) و منابع و فرایندها و تأثیرات مربوط به فعالیت‌های انسان، آموزش، بهداشت و هنر (محیط اجتماعی و اقتصادی) است؛ در نتیجه عملکرد و فعالیت انسان‌ها و تبدیل منابع و موارد اولیه به کالا و خدمات مورد نیاز در مقیاس شهر، محیط‌زیست شهری تحت تأثیر قرار می‌گیرد که این تأثیرات، ممکن است مثبت و یا منفی باشد (های<sup>۵</sup>، ۱۹۹۵؛ هاروی<sup>۶</sup>، ۱۹۷۳؛ تالن<sup>۷</sup>، ۱۹۹۶). گروه دیگری، بحث تحول زیست‌محیطی را به ایجاد شهر عادلانه پیوند زده‌اند که در آن هر شخص می‌تواند با حضور در فضای شهری، احساس راحتی کند و تلاش و وقت خود را وقف حفاظت از تصویر شهر نماید (موکومو<sup>۸</sup>، ۱۹۹۶)؛ بنابراین، در تعریف جامع‌تری از محیط‌زیست باید گفت محیط‌زیست به تمام محیطی اطلاق می‌شود که انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم به آن وابسته است و زندگی و فعالیت‌های او در ارتباط با آن قرار دارد. از این رو، برنامه‌ریزی محیط‌زیست شهری، مقوله‌ای بسیار مهم در برنامه‌ریزی شهری جدید در سراسر جهان می‌باشد که هدف آن دستیابی به اهداف گسترده توسعه پایدار شهری است (هاروی، ۲۰۱۵: ۴۲). برای دستیابی به چنین هدف درازمدت و پایداری، لازم است برنامه‌ریزی به صورت چند انضباطی، بین انضباطی یا جامع، احتیاط‌آمیز و مشارکتی باشد (دیکه‌چ<sup>۹</sup>، ۲۰۰۱). به این اعتبار، لوفور فیلسوف فرانسوی بحث تحول فضاهای زیست‌محیطی را در مقیاسی فلسفی نگریسته است و با بیان مفهوم‌پردازی دیالکتیک، محیط‌زیست شهری را به واسطه قرارگیری در معرض تبدیل شدن به کالاهایی با قابلیت اقتصادی، در آستانه فروپاشی و نابودی تلقی نموده است (شیلدز<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۸: ۴۸). در این میان، پیوند مطالعات آینده‌پژوهی به‌ویژه رویکردهایی نظیر الگوی گام طبیعی در ارتباط با محیط‌زیست شهری را می‌توان تحولی شگرف در عرصه برنامه‌ریزی شهری مدرن دانست. به نحوی که از دهه ۱۹۷۰، علم آینده‌پژوهی به ابزاری کلیدی برای تدوین سیاست‌های محیط‌زیست شهری مبدل گردید. این مطالعات، از دهه ۱۹۸۰ به این سو، از گستردگی بیشتری

- 1- Rohe
- 2- Smith
- 3- Karson
- 4- Backer
- 5- Hay
- 6- Harvey
- 7- Talen
- 8- Mukomo
- 9- Dikec
- 10- Shields

برخوردار شد و بسیاری از کشورهای جهان در تلاش برای تهیه طرح‌های آینده‌نگرانه زیست‌محیطی، مطالعات فراوانی را انجام دادند (ناظمی، ۱۳۸۵: ۱۱۰)؛ بنابراین، آینده‌پژوهی را در ارتباط با محیط‌زیست شهری می‌توان مشتمل بر مجموعه تلاش‌هایی دانست که با استفاده از تجزیه و تحلیل منابع، الگوها و عوامل تغییر و یا ثبات به تجسم آینده‌ای بالقوه و برنامه‌ریزی برای تحقق اهداف زیست‌محیطی در فضای شهری می‌پردازد (مظفری، ۱۳۸۸؛ کالن<sup>۱</sup>، ۱۳۷۷: ۲۱). به این اعتبار، آینده‌پژوهی زیست‌محیطی، فرایندی است از تلاش منظم و حساب‌شده برای نگرستن به آینده بلندمدت با هدف شناسایی حوزه‌های پژوهش راهبردی و پیدایش فناوری‌های فراگیر زیست‌محیطی که ضمن دربر گرفتن منافع اقتصادی و اجتماعی شهروندان، کمترین خسارت را نیز به پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های محیط‌زیست شهری وارد نماید و با در نظر گرفتن الگوی توسعه پایدار، سناریوهای مطلوب زیست‌محیطی را نیز ارائه دهد (مارتین<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵؛ چرمک<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ علوی، ۱۳۹۳: ۵۴).

به کارگیری توأمان رویکردهای آینده‌نگاری و سناریونویسی در مطالعات محیط‌زیست شهری، لزوم توجه به مقوله برنامه‌ریزی سناریو را امری ضروری جلوه می‌دهد (کابرگر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲). بر این اساس، برنامه‌ریزی سناریو را با تأکید بر ابعاد زیست‌محیطی، روشی منظم جهت به تصویر کشیدن آینده‌های ممکن در تصمیمات زیست‌محیطی می‌داند که ممکن است در آینده نقش داشته باشند (زهرادنیکوآ و واکیک<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴)؛ همچنین، برنامه‌ریزی سناریو روشی منظم و منضبط به منظور شناسایی نیروهای پیشران کلیدی از درون همه تغییرات و پیچیدگی‌های سیستم است که به منظور تعیین عدم قطعیت‌های حساس از آن استفاده می‌گردد و مدیران شهری با مراجعه به این رویدادهای غیرمنتظره در آینده و درک پیامدهای احتمالی آنها، چندین داستان درباره آینده‌های ممکن را کشف و تعریف می‌کنند. برنامه‌ریزی بر پایه سناریو، تلاش می‌کند تا دو خطای رایج در تصمیم‌گیری را جبران کند؛ تخمین زیاد و تخمین کم (وینر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸: ۱۲۰). لذا، قصد اصلی برنامه‌ریزی سناریو، اتخاذ تصمیم‌هایی استراتژیک است که برای همه آینده‌های ممکن به اندازه کافی خردمند و پا برجا باشند. اگر هنگام تدوین سناریو تفکر جدی صورت بگیرد، آنگاه اصلاً مهم نیست که در آینده چه اتفاقی قرار است روی دهد، زیرا دولت، شرکت یا سازمان، در مقابل هر اتفاقی آماده است و می‌تواند بر مسیر اتفاقات آینده تأثیرگذار باشد (دهکردی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به آنچه بیان شد، سیلپ<sup>۷</sup> به بررسی ابعاد مختلف مسئله و موضوع تحول در سطح فضاهای شهری به عنوان مهم‌ترین فضاهای ساخته دست بشر پرداخته است و سه الگوی رابینسون، گام طبیعی و برنامه‌ریزی تکنولوژیک را برای دستیابی به فرم شهری پایدار مطرح نموده است (اک<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۴۵). از منظر گیرآردت، فضا و محیط‌زیست شهری عامل مشترک در تمام کنش‌ها و ماندگارترین میراث فرهنگی جوامع شهری است که در طول زمان دستخوش دگرگونی و تحول خواهند شد و با بر هم خوردن این تعادل، تداوم چرخه حیات با مشکل مواجه خواهد گردید (گیرآردت<sup>۹</sup>، ۲۰۰۸: ۳۴). از منظر انجمن جهانی آینده، تحول فضای شهری، عاملی است برای منع مصرف بیش از انتظار

1- Calen

2- Martin

3- Chermack

4- Kaberger

5- Zahradnikova &amp; Vacik

6- Weiner

7- Aumnad Phdungsilp

8- Eek

9- Girardet

منابع شهری و زیست‌محیطی برای سهم بردن نسل‌های آتی از ارث‌های انسانی در مناطق شهری که باید به اجرا درآید و واحدهای متغیر فضایی را بایستی دربر گیرد (انجمن جهانی آینده<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴: ۶۵) (جدول ۱). در این میان، رویکرد گام طبیعی در چارچوب شاخص‌های محیط‌زیست شهری، از نوع مطالعات آینده‌پژوهی «زمینه‌یاب<sup>۲</sup>» است که در آن ضمن تعریف ضوابط و چارچوب‌های پایداری با توجه به اصول محیط‌زیست شهری، به تعریف متغیرها در چارچوب نرم‌افزارها و الگوهای استراتژیک توجه می‌شود و با استانداردسازی آنها به سناریوپردازی از وضعیت آینده زیست‌محیطی شهر می‌پردازد و مطلوب‌ترین سناریو تا فاجعه‌بارترین آن را متناسب با داده‌های به دست آمده ارائه می‌دهد (رابن‌اشترین<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰: ۱۱۵؛ رهنما و معروفی، ۱۳۹۴: ۳۵). با توجه به آنچه در مباحث بالا عنوان شد، پژوهش حاضر سعی دارد با استفاده از رویکرد محیط‌زیست شهری و بهره‌گیری از شاخص‌هایی نظیر «متغیرهای کالبدی - فضایی، اجتماعی و فرهنگی، کیفیت محیط شهری، تنوع اکوسیستم شهری، چرخه‌های اقتصادی - طبیعی در نواحی شهری، عوامل جمعیتی و مهاجرتی، فقر و حاشیه‌نشینی، تغییر اقلیم و...» (گیرآردت، ۲۰۰۸: ۳۵؛ کوئیست و ورگراگت<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱: ۵۲؛ فانگ سلیپ<sup>۵</sup>، ۲۰۱۱) و با بهره‌گیری از الگوی مطالعات آینده‌نگرانه میک‌مک و تحلیل اثرات متقاطع و استراتژیک در چارچوب رویکرد گام طبیعی، الگویی مطلوب در تحول محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد ارائه دهد.

جدول ۱. گام‌های برنامه‌ریزی سناریو پیرامون موضوع مورد مطالعه (شوارتز، ۱۳۸۷؛ بهشتی و زالی، ۱۳۹۴)

مراحل	توضیحات
گام اول: شناخت موضوع اصلی	۱. داشتن درکی درست از آینده و اینکه چه ملاحظاتی را مدنظر داشت؛ ۲. باید با توجه به ارزش‌ها، چشم‌اندازها، اهداف و مأموریت تعریف‌شده، ماهیت تصمیمات استراتژیک برای محدوده مورد مطالعه تعریف گردد و به سؤالاتی همچون: (۱) آیا محدوده مورد مطالعه به لحاظ زیست‌محیطی به سمت پایداری یا ناپایداری حرکت می‌کند؟ پاسخ دهد.
گام دوم: تهیه فهرست عوامل کلیدی	بیان داستان‌هایی از وضعیت کنونی محیط محدوده مورد مطالعه به منظور افزایش دانش شهروندان و به چالش کشیدن نگرش مردم نسبت به آینده؛ لذا، این فرایند شامل به دست آوردن اطلاعات است.
گام سوم: شناسایی نیروهای پیشران کلیدی	۱. در این مرحله، عوامل کلیدی مؤثر بر موضوع مورد مطالعه شناسایی خواهند شد، ۲. در این روند، عواملی که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر موضوع مورد مطالعه تأثیر دارند شناسایی می‌شوند.
گام چهارم: طبقه‌بندی بر اساس اهمیت و عدم قطعیت	توجه به عناصر نسبتاً معین که به رویدادهای خاص وابسته نیستند، شالوده توسعه سناریوها و منطق حاکم بر آنها است.
گام پنجم: شناسایی عدم قطعیت‌های بحرانی	در هر طرحی، عدم قطعیت‌های بحرانی وجود دارد؛ لذا، با عناصر نسبتاً معین رابطه دارند و باید آنها را شناخت و طراح سناریو در بحث زیست‌محیط شهری با طرح سؤال پیرامون مفروضات خود درباره عناصر نسبتاً معین و پیگیری زنجیره روابط می‌تواند برخی عدم قطعیت‌های بحرانی را شناسایی کند.
گام ششم: تدوین سناریو	در این مرحله به سؤالاتی همچون نیروهای پیشران کلیدی پیرامون محیط‌زیست شهری کدامند؟ چه موضوعاتی پیرامون پژوهش مبهم هستند؟ و چه آینده‌هایی غیرقابل اجتناب می‌باشند؟ بایستی پاسخ داده شود.
گام هفتم: تحلیل پیامدها و نتایج هر سناریو	پس از تدوین سناریوها، بایستی به مرحله اول بازگشت و دید عملکرد هر کدام از تصمیم‌ها بر سناریوها چگونه است و هر کدام دارای چه نقاط ضعف و قوتی هستند.
گام هشتم: انتخاب نشانگرهای راهبردی محیط‌زیست شهری	بعد از تدوین سناریوها و تحلیل نتایج، باید شاخص‌های راهنما برای پایش مسیرهای آینده تهیه شوند تا از ظهور هر سناریو مطمئن شد.

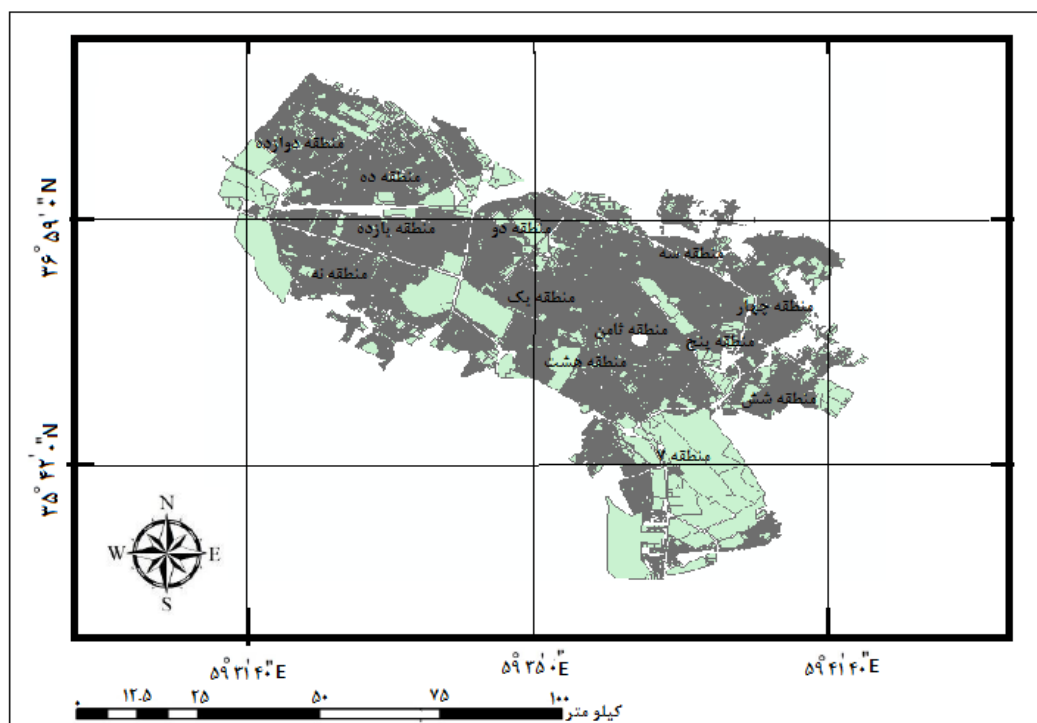
- 1- World Future Association
- 2- Back Casting
- 3- Rubenstein
- 4- Quist & Vergragt
- 5- Phdungsilp

## مواد و روش‌ها

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، در شمال شرقی ایران قرار دارد. این شهر، در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه و در حوضه آبریز کشف‌رود، بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع شده است. ارتفاع شهر مشهد از سطح دریا ۹۹۹ متر و فاصله آن از تهران ۹۶۶ کیلومتر است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۳: ۵۸). شهر مشهد به عنوان اولین کلانشهر مذهبی ایران و دومین آنها در جهان از جایگاهی ویژه به لحاظ وسعت، جمعیت و اهمیت در مقیاس جغرافیایی و اداری برخوردار است. این شهر، دارای سیزده منطقه شهرداری است. مهم‌ترین رشته‌کوهی که با جهت شمال غربی - جنوب شرقی این ناحیه را دربر می‌گیرد، از درکوه با ارتفاع تقریبی ۳۰۰۰ متر است (شکل ۱).

شهر مشهد از آب‌وهوای معتدل و متمایل به سرد و خشک با مقدار حرارت سالیانه ۱۳/۷ درجه برخوردار است. شیب عمومی دشت مشهد بسیار ملایم و کمی بیش از ۵ در هزار می‌باشد. در بخش‌های شرقی مشهد شیب از این هم کمتر است؛ بنابراین، حتی در مواقع سیلابی کشف‌رود حرکتی آرام دارد. علاوه بر کشف‌رود که از شمال شهر مشهد عبور می‌کند چند رود دیگر نیز در این حوضه جاری است که از جمله آنها می‌توان به رودهای کارده، طرق، شاندیز و جاغرق اشاره کرد (محمودی، ۱۳۹۲: ۳۵).

از آنجا که پژوهش حاضر سعی دارد با بهره‌گیری از رویکرد آینده‌نگاری گام طبیعی در چارچوب شاخص‌های محیط‌زیست شهری به تحلیل تحولات فضایی در مقیاس زیست‌محیطی در کلانشهر مشهد بپردازد، در ادامه از مطالعات توصیفی - تحلیلی، اسنادی و پرسشنامه در چارچوب مدل دلفی و تحلیل‌های نرم‌افزاری استفاده گردید. بر همین اساس، در گام نخست، پس از جمع‌آوری داده‌ها و شناسایی متغیرهای اولیه در چارچوب مدل دلفی تعداد ۵۰ پرسشنامه منحصراً بین نخبگان اجرایی و دانشگاهی که دارای تخصص و تجربه کافی پیرامون مسائل مدیریت و محیط‌زیست شهری بودند، توزیع گردید (۲۰ نفر اساتید دانشگاهی و ۳۰ نفر از مدیران اجرایی شهری) و از ایشان



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

خواسته شد تا در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع، متغیرها را بر مبنای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها با اعدادی در طیف ۰ تا ۳ که در آن صفر، به منزله بدون تأثیر، یک، به منزله تأثیر ضعیف، دو، به منزله تأثیر متوسط، سه، به معنی تأثیر زیاد و P، به معنای اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم به صورت بالقوه هستند، بسنجند. سپس، امتیازها را در ماتریس متقاطع وارد نمایند تا در چارچوب نرم‌افزار آینده‌نگاری میک‌مک<sup>۱</sup> تأثیرگذاری و تأثیرپذیری (مستقیم و غیرمستقیم) هر کدام از عوامل و متغیرهای زیرمجموعه آنان با دیگر عوامل سنجیده شود و به عنوان خروجی با مشخص نمودن نیروهای پیشران کلیدی، نمودارهای لازم به دست آید؛ همچنین، پس از شناسایی نیروهای پیشران کلیدی، با وارد کردن آنها در محیط نرم‌افزار سناریو ویزارد<sup>۲</sup>، سناریوهای سازگار با سیستم محیط‌زیست شهری در چارچوب ۱۲ عامل و ۳۶ حالت ممکن تصور شده در طیفی از مطلوب‌ترین تا فاجعه‌بارترین وضعیت ممکن، در چارچوب سناریوهای میانه، مطلوب و فاجعه‌ارائه گردید.

## نتایج

### شناسایی شاخص‌های اولیه و تشکیل ماتریس اثرات متقاطع

طبقه‌بندی شاخص‌های مؤثر زیست‌محیطی در شهر مشهد، در چارچوب یک ماتریس  $n \times n$  صورت گرفت. به این منظور، ۱۶ دسته‌بندی اصلی از متغیرها (مطابق جدول ۳) به همراه ۷۸ متغیر زیرمجموعه آنها، پس از برگزاری جلسات با نخبگان دانشگاهی و مدیران اجرایی به عنوان متغیرهای اولیه پژوهش شناسایی شدند و در این رابطه، ماتریسی با ابعاد  $78 \times 78$  شکل گرفت. در ادامه، با وارد کردن متغیرها به نرم‌افزار آینده‌نگرانه میک‌مک، اقدام به تعریف هر کدام از متغیرها با توجه به زیرمجموعه‌ها و ماهیت آنها شد و سپس با تشکیل ماتریس اثرات متقاطع در گام بعدی، از نخبگان خواسته شد تا به امتیازدهی شاخص‌های مورد بررسی برحسب میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها بپردازند؛ لذا، همان‌گونه که در قسمت روش پژوهش بیان گردید، به متغیرهای مورد تحقیق، امتیازهایی از ۰ تا ۳ با توجه به شدت اثرات و P با در نظر گرفتن اثرات بالقوه داده شد. با اتکا به یافته‌های به دست آمده از جدول ۲، می‌توان گفت که شاخص پرشدگی به دست آمده برای متغیرها با ۲ بار تکرار چرخش داده‌ای، عدد  $95/79$  درصد را نشان می‌دهد که این امر، مبین ضریب بالای تأثیرگذاری متغیرها و عوامل انتخاب‌شده بر یکدیگر است. این وضعیت نشان‌دهنده کارایی ابزار تحقیق و تأیید اطلاعات جمع‌آوری شده به وسیله پرسشنامه‌های توزیع شده در سطح بسیار مطلوب است و صحت اطلاعات به دست آمده را تأیید می‌کند (جدول ۲).

مطابق جدول ۲، بر مبنای ۵۸۲۸ ارزش محاسبه‌شده در ماتریس اولیه اثرات متقاطع از سوی نخبگان، ۲۹۳۷ مورد با بالاترین حجم آماری دارای میزان اثرگذاری متوسط بوده است؛ همچنین، ۱۹۳۹ مورد دارای تأثیرگذاری زیاد، ۷۹۷ مورد کم‌تأثیر، ۲۵۶ مورد بی‌تأثیر و ۱۵۵ مورد با میزان تأثیرگذاری بالقوه ارزیابی شده‌اند. در ادامه، در چارچوب جدول ۳، دسته‌بندی متغیرها به همراه جمع مقادیر ارزش‌گذاری شده در سطرها و ستون‌های ماتریس متقاطع به ازای هر متغیر بیان شده است. پیرامون درک اعداد به دست آمده در این جدول، بایستی اشاره نمود که جمع مقادیر هر سطر، بیان‌کننده میزان اثرگذاری و مقادیر هر ستون، نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری آن متغیر است (جدول ۳).

جدول ۲. ویژگی‌های ماتریس اولیه

اندازه ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفرها	تعداد یک‌ها	تعداد دوها	تعداد سه‌ها	تعداد Pها	جمع	شاخص پرشدگی
$78 \times 78$	۲	۲۵۶	۷۹۷	۲۹۳۷	۱۹۳۹	۱۵۵	۵۸۲۸	$95/79\%$

1- Mic Mac Software

2- Scenario Wizard

جدول ۳. طبقه‌بندی اولیه متغیرهای محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد

ردیف	دسته‌بندی	علائم اختصاری	تعداد شاخص‌ها	جمع سطرها	جمع ستون‌ها	متغیرها
۱	عناصر اکولوژیک	EV	۲	EV1	۱۸۲	۱۴۵
				EV2	۱۷۱	۱۵۱
				RY1	۱۷۶	۱۸۷
۲	بازیافت شهری	RY	۵	RY2	۱۸۰	۱۸۷
				RY3	۱۷۹	۱۹۰
				RY4	۱۸۵	۲۱۱
				RY5	۱۸۴	۱۹۶
				NT1	۱۷۳	۱۸۷
۳	فناوری‌های جدید	NT	۲	NT2	۱۸۵	۱۸۹
				CS1	۱۷۱	۱۳۱
۴	فرهنگی - اجتماعی	CS	۷	CS2	۱۶۷	۱۲۸
				CS3	۱۶۵	۱۴۱
				CS4	۱۶۶	۱۴۱
				CS5	۱۶۹	۱۱۷
				CS6	۱۶۰	۱۱۰
				CS7	۱۶۸	۱۵۵
				۵	عناصر مدیریتی	ME
ME2	۱۷۱	۱۸۰				
ME3	۱۸۵	۱۸۲				
ME4	۱۸۸	۱۷۶				
ME5	۱۸۳	۱۹۷				
۶	کالبدی - فضایی	PS	۷	PS1	۱۵۹	۱۷۱
				PS2	۱۵۳	۱۵۰
				PS3	۱۵۹	۱۴۹
				PS4	۱۵۹	۱۴۹
				PS5	۱۵۴	۱۲۵
				PS6	۱۵۸	۱۱۴
				PS7	۱۶۲	۱۵۲
۷	بافت فرسوده	OT	۵	OT1	۱۴۹	۱۶۶
				OT2	۱۳۲	۱۹۱
				OT3	۱۳۵	۱۷۱
				OT4	۱۳۵	۱۶۹
				OT5	۱۴۲	۱۶۳
۸	فقر و حاشیه‌نشینی	MP	۵	MP1	۱۵۸	۱۸۱
				MP2	۱۶۶	۱۸۳
				MP3	۱۶۰	۱۴۷
				MP4	۱۷۲	۱۷۶
				MP5	۱۶۶	۱۷۲
۹	جمعیت و مهاجرت	PM	۴	PM1	۱۶۷	۱۸۰
				PM2	۱۵۸	۱۷۹
				PM3	۱۶۰	۱۴۷
				PM4	۱۵۹	۱۹۱

ادامه جدول ۳. طبقه‌بندی اولیه متغیرهای محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد

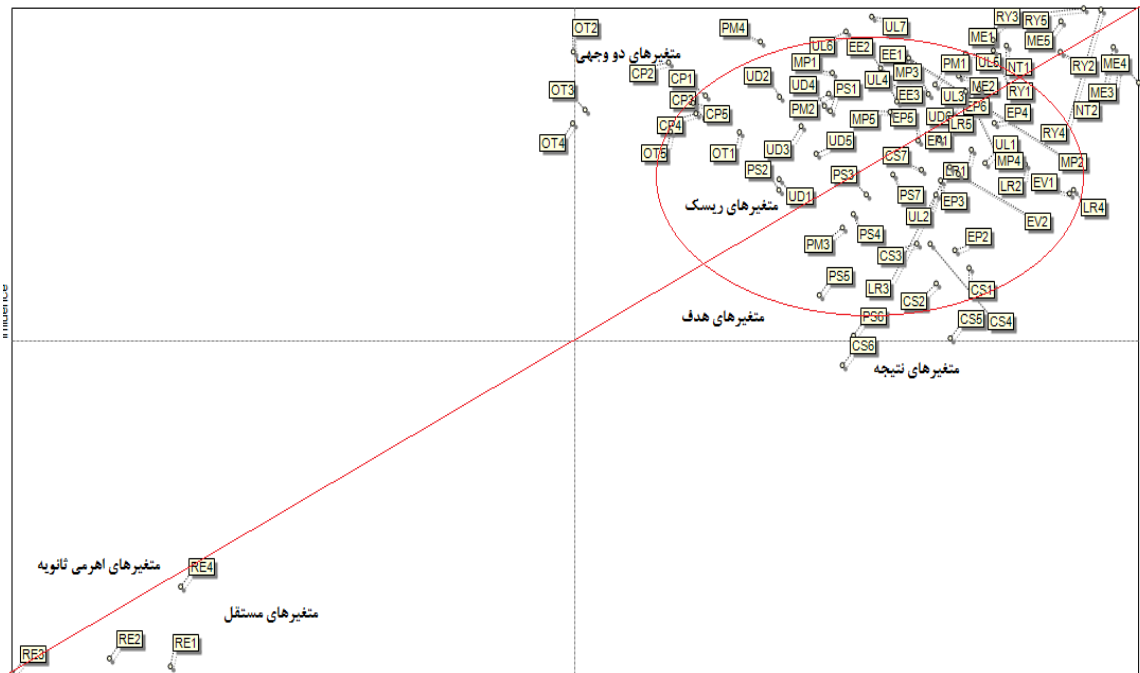
UL1	۱۷۳	۱۵۵				
UL2	۱۶۹	۱۴۹				
UL3	۱۷۲	۱۷۶				
UL4	۱۶۴	۱۷۵	۷	UL	کاربری اراضی	۱۰
UL5	۱۷۰	۱۸۳				
UL6	۱۶۰	۱۸۹				
UL7	۱۶۲	۱۹۲				
LR1	۱۷۰	۱۵۸				
LR2	۱۸۰	۱۵۴				
LR3	۱۷۲	۱۵۱	۵	LR	قوانین و مقررات زیستی	۱۱
LR4	۱۸۱	۱۴۸				
LR5	۱۶۸	۱۵۹				
RE1	۹۱	۳۵				
RE2	۸۶	۳۷				
RE3	۷۷	۳۲	۴	RE	عناصر مذهبی	۱۲
RE4	۹۲	۵۵				
EP1	۱۶۹	۱۷۰				
EP2	۱۳۰	۱۶۸				
EP3	۱۶۷	۱۵۷				
EP4	۱۷۳	۱۶۷	۶	EP	آلاینده‌های زیست‌محیطی	۱۳
EP5	۱۶۸	۱۶۲				
EP6	۱۷۰	۱۷۳				
UD1	۱۵۱	۱۵۷				
UD2	۱۵۲	۱۷۵				
UD3	۱۵۳	۱۶۸				
UD4	۱۵۶	۱۷۳	۶	UD	تنوع زیستی	۱۴
UD5	۱۵۷	۱۶۱				
UD6	۱۶۸	۱۷۸				
CP1	۱۴۲	۱۷۷				
CP2	۱۴۱	۱۸۴				
CP3	۱۴۴	۱۷۰	۵	CP	عناصر اقلیمی	۱۵
CP4	۱۷۱	۱۶۷				
CP5	۱۴۰	۱۷۴				
EE1	۱۶۵	۱۸۳				
EE2	۱۶۳	۱۸۸	۳	EE	عناصر اقتصادی	۱۶
EE3	۱۶۲	۱۸۰				
---	---	---	۷۸	---		جمع

بر همین اساس، متغیر تدوین و ارتقاء مقررات بازیافت شهری (RY4) با امتیاز ۲۱۱، دارای بیشترین ضریب تأثیرگذاری بر دیگر متغیرها بوده است؛ همچنین، تدوین طرح‌های دیپلماسی محیطی (ME5) با ۱۹۷، توجه به ارزش‌های اقتصادی بازیافت (RY5) با ۱۹۶، سرمایه‌گذاری برای توسعه کاربری‌های زیست‌محیطی (UL7) با ۱۹۲،



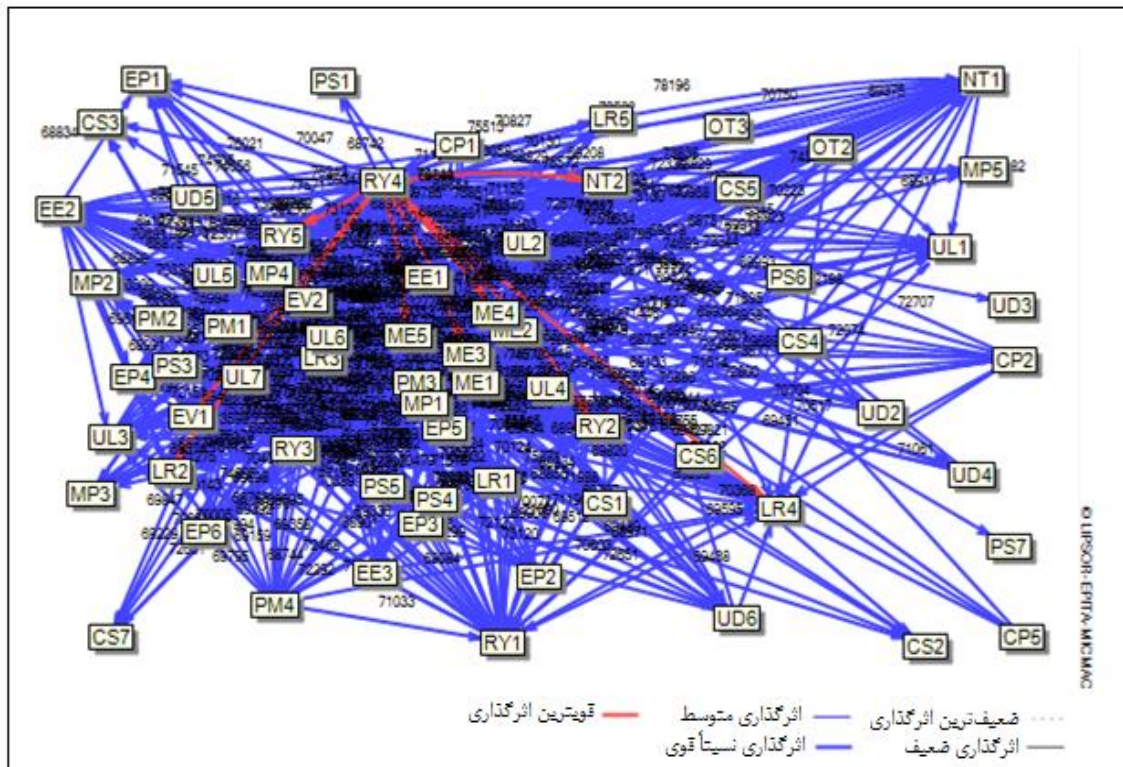






شکل ۴. تحلیل تأثیرگذاری - وابستگی غیرمستقیم در محیط‌زیست شهری کلانشهر مشهد

در این میان، متغیرهای ME4 (مدیریت یکپارچه زیست محیط شهری)، ME3 (انطباق سیاست‌ها با افق ۱۴۰۴) و ME5 به ترتیب با ۵۰۲۰۶۵۱، ۴۹۶۵۹۸۲ و ۴۸۸۷۸۲۹ ارزش ستونی محاسبه شده، دارای بیشترین میزان تأثیرپذیری از دیگر متغیرها بوده‌اند. در سنجش اثر - وابستگی غیرمستقیم، نظیر آنچه پیرامون نمونه مستقیم روی داد متغیرهای مذهبی دارای کمترین میزان اثرگذاری و تأثیرپذیری از متغیرهای زیست محیطی بوده‌اند (شکل ۵).

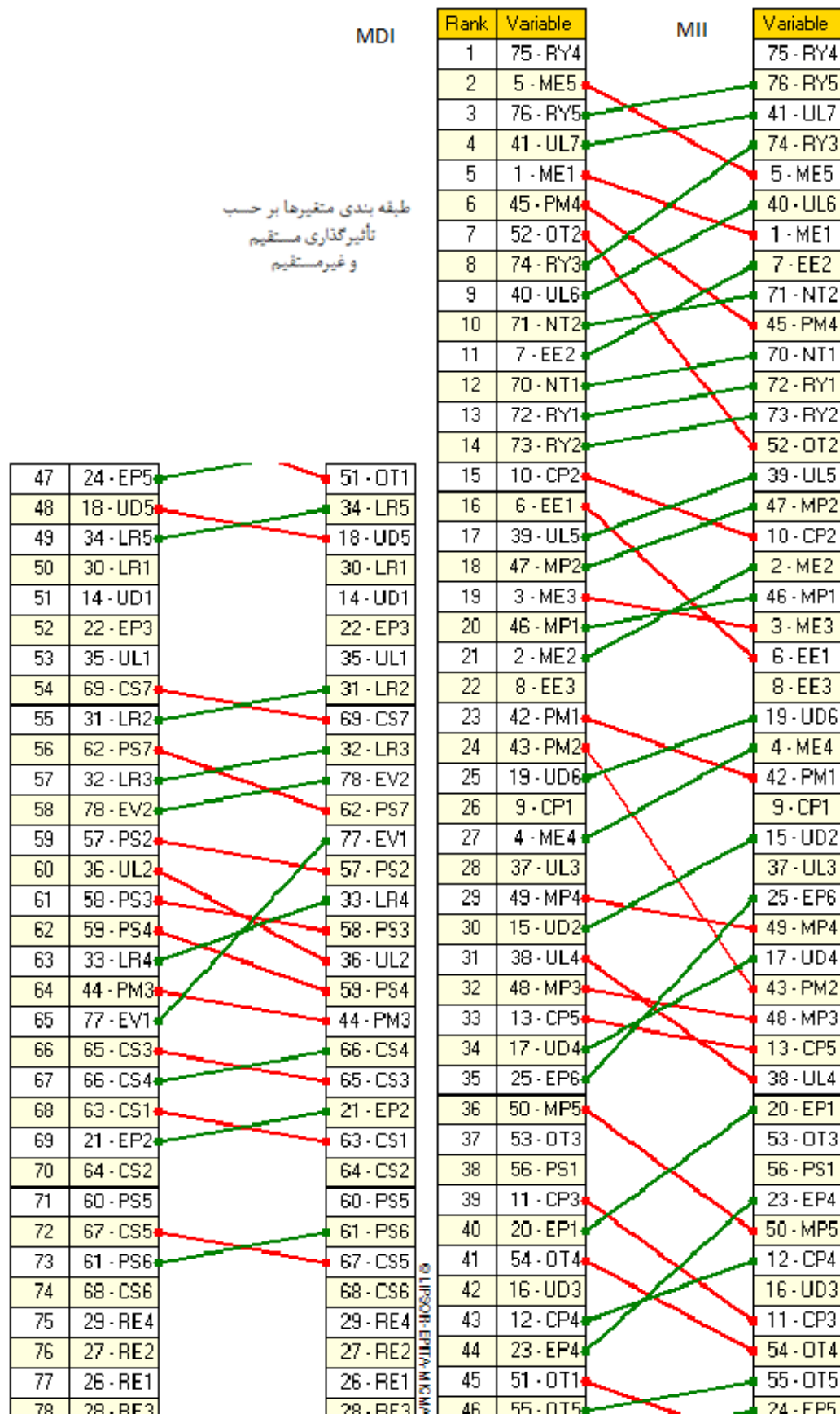


شکل ۵. تحلیل تأثیرگذاری - وابستگی غیرمستقیم در محیط‌زیست شهری کلانشهر مشهد

با اتکا به یافته‌های جداول ۱ و ۲ و شکل‌های ۱ تا ۵، نیروهای پیشران کلیدی به لحاظ تأثیرگذاری و تأثیرپذیری به صورت جدول ۴ قابل ارائه خواهد بود. در این راستا، با توجه به ۱۶ متغیر کلی بررسی شده، ۱۶ نیروی پیشران کلیدی نیز به ترتیب از بیشترین به کمترین اهمیت به صورت ذیل قابل ارائه است (جدول ۴). همچنین، برحسب ماتریس اثرگذاری و وابستگی بالقوه مستقیم و غیرمستقیم در شکل ۸، می‌توان گفت که شاخص RY4 (تدوین و ارتقاء مقررات بازافت شهری) در رتبه اول تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم قرار گرفته است. در قسمت راست شکل ۸، شاخص ME4 (مدیریت یکپارچه زیست محیط شهری) در رده اول بیشترین میزان وابستگی مستقیم و غیرمستقیم از دیگر متغیرها قرار دارد؛ همچنین، شاخص‌های تدوین طرح دیپلماسی زیست محیطی (ME5) و توجه به ارزش‌های اقتصادی بازافت در مدیریت زیست محیطی (RY5) در رتبه‌های دوم و سوم اثرگذاری مستقیم قرار گرفته‌اند. در حالی که در میزان اثرگذاری بالقوه، سرمایه‌گذاری به منظور توسعه کاربری‌های زیست محیطی (UL7) در رتبه سوم قرار دارد. بر همین اساس، در حالت اثرپذیری مستقیم بالقوه، شاخص انطباق سیاست‌های زیست محیطی مشهد با افق ۱۴۰۴ در رده دوم اثرپذیری و استفاده از فناوری اطلاعات در محیط زیست شهری (NT2) در رده سوم بیشترین تأثیرپذیری قرار دارند. همین حالت نیز پیرامون اثرپذیری غیرمستقیم بالقوه صادق است. در این میان، شاخص‌های مذهبی و زیرمجموعه آنها دارای کمترین اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم بالقوه از دیگر متغیرها بوده‌اند (شکل ۶).

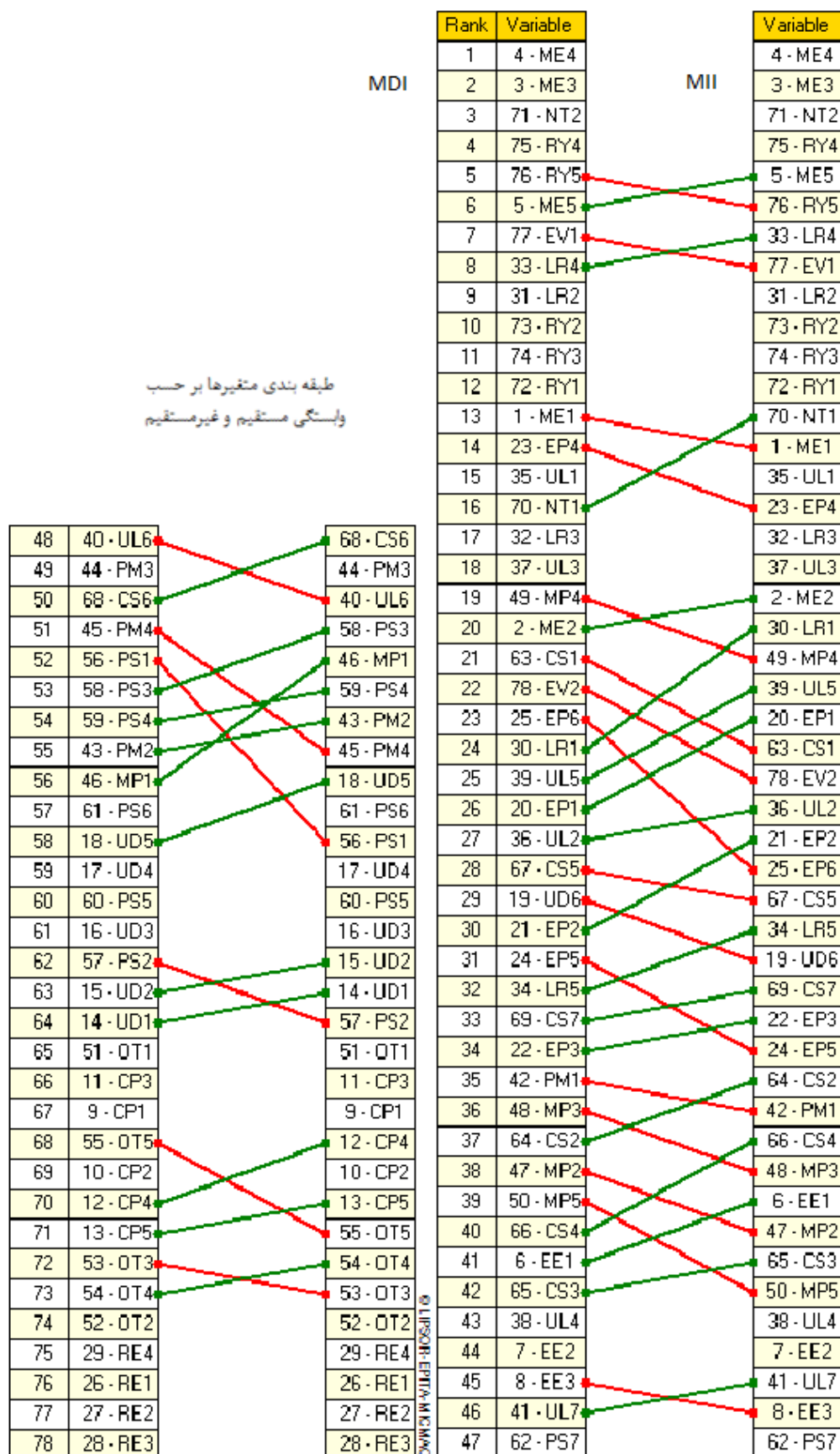
جدول ۴. نیروهای پیشران کلیدی مؤثر بر محیط زیست شهری در کلانشهر مشهد با رویکرد آینده‌نگرانه

عوامل کلیدی تأثیرگذاری غیرمستقیم	علامت اختصاری	عوامل کلیدی تأثیرگذار مستقیم	علامت اختصاری
بازافت شهری	RY	بازافت شهری	RY
کاربری اراضی	UL	مدیریت محیطی	ME
مدیریت محیطی	ME	کاربری اراضی	UL
عناصر اقتصادی	EE	عناصر جمعیتی و مهاجرتی	PM
عناصر اقلیمی	CP	بافت فرسوده شهری	OT
تنوع زیستی	UD	فناوری‌های جدید	NT
فقر و حاشیه‌نشینی	MP	آلاینده‌های زیست محیطی	EP
بافت فرسوده شهری	OT	عناصر اقتصادی	EE
عناصر جمعیتی و مهاجرتی	PM	عناصر اقلیمی	CP
آلاینده‌های زیست محیطی	EP	عناصر اکولوژیک	EV
فناوری‌های جدید	NT	تنوع زیستی	UD
کالبدی - فضایی	PS	قوانین و مقررات زیستی	LR
عناصر اکولوژیک	EV	فقر و حاشیه‌نشینی	MP
فرهنگی - اجتماعی	CS	کالبدی - فضایی	PS
قوانین و مقررات زیستی	LR	فرهنگی - اجتماعی	CS
عناصر مذهبی	RE	عناصر مذهبی	RE



شکل ۶. تحلیل اثر - وابستگی مستقیم و غیرمستقیم بالقوه





ادامه شکل ۶. تحلیل اثر - وابستگی مستقیم و غیرمستقیم بالقوه

### تولید سناریوهای زیست‌محیطی با رویکرد آینده‌نگرانه

با توجه به رویکرد کلی حاکم بر پژوهش، می‌توان بیان داشت که در چارچوب فرض‌های کلیدی مدل گام طبیعی با رویکرد آینده‌نگرانه، پس از شناسایی متغیرها و سنجش ارتباط میان آنها از سوی نخبگان و مدیران اجرایی، ۷۸ متغیر نهایی مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گرفتند که در نهایت از این مجموع، ۱۶ متغیر به عنوان نیروهای کلیدی مؤثر (مستقیم و غیرمستقیم) در یک طیف کیفی از بسیار پراهمیت تا نسبتاً پراهمیت و مهم در قالب جدول ۴، ارائه شد که مبنایی برای تدوین سناریوهای پژوهش خواهند بود. در این میان، به واسطه نزدیکی برخی شاخص‌های تحقیق به یکدیگر، از آنها در چارچوب یک متغیر مکمل در فرایند برنامه‌ریزی سناریو استفاده گردید؛ همچنین، به منظور تکمیل نیازمندی‌های ارائه سناریو، شاخص‌هایی به لیست قبلی اضافه گردید و در روند ارائه سناریوهای مطلوب، فاجعه و میانی به کار گرفته شدند. با توجه به اینکه دوره‌های برنامه‌ریزی استراتژیک شامل فرایندهای کوتاه‌مدت ۵ تا ۱۰ ساله، میان‌مدت ۱۰ تا ۲۰ ساله و بلندمدت ۳۰ سال به بالا است، این پژوهش به واسطه ماهیتی کاربردی که از آن برخوردار می‌باشد، دوره زمانی ۱۵ سال را برای تبیین الگوی آینده‌پژوهی محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد مدنظر قرار داده است. در ادامه، سناریوهای مطلوب، فاجعه و میانه به عنوان مرحله نهایی برنامه‌ریزی سناریوی زیست‌محیطی در شهر مشهد در قالب ۱۲ عامل کلیدی در جدول ۵، ارائه شده است (جدول ۵).

بر اساس جدول ۵، برای سه سناریو ارائه‌شده، ۱۲ عامل و ۳۶ حالت ممکن تصور شده است که در طیفی از مطلوب‌ترین تا فاجعه‌بارترین حالت ممکن در چارچوب سناریوهای میانه، مطلوب و فاجعه ارائه گردید. لذا، دستیابی به هر کدام از آنها، نیازمند تدوین استراتژی‌های خاص است که در صورت عدم تحقق آنها، نامطلوب‌ترین سناریوی ممکن اجرایی خواهد شد. از این رو، به دلیل گستردگی نرم‌افزار سناریو ویزارد در این قسمت فقط سناریو در قالب جدول ۵ ارائه شده است.

### بحث

با مروری بر تحقیقات قبلی و مقایسه نتایج آنها با یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان دریافت که تحلیل‌های صورت گرفته و خروجی حاصل از آن در این مقاله، در سطح بالایی با واقعیت‌های بیان‌شده پیرامون سیستم زیست‌محیطی در کلانشهر مشهد انطباق دارد، به گونه‌ای که در چارچوب مطالعات استراتژیک و آینده‌نگرانه و با بهره‌گیری از رویکرد سناریونگاری، می‌توان ضمن سنجش وضعیت کلی سیستم محیط‌زیست شهری، الگوی پایداری یا ناپایداری آن را نیز از چگونگی توزیع فضایی متغیرها در سطح نمودارها و شکل‌های ۲ تا ۶ دریافت. همچنین، درصد بالایی ضریب پُرشدگی (۰/۹۵/۷۹) در متغیرهای تحقیق، میزان روایی و پایایی ابزارهای پژوهش را در سطح بالایی مورد تأیید قرار داد. به این منظور، پژوهش حاضر ضمن سنجش اثرات مستقیم متغیرها که در دیگر تحقیقات نیز قابل انجام است، ابعاد اثرگذاری - وابستگی غیرمستقیم و بالقوه متغیرها را نیز در چیدمان فضایی متغیرها و تدوین نیروهای پیشران کلیدی و سناریوهای نهایی لحاظ نموده است، این همان چیزی است که هیچ‌کدام از پژوهش‌های قبلی با روش‌های مرسوم توانایی سنجش ابعاد مختلف سیستم محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد را نداشته‌اند. این در حالی است که پژوهش حاضر با فرض وجود یا عدم وجود هر کدام از متغیرها و شرایط حضور آنان در سیستم زیست‌محیطی در کلانشهر مشهد، این امکان را فراهم نموده است تا ضمن ارائه یافته‌هایی واقع‌بینانه‌تر از وضعیت سیستم، سناریوهایی مبتنی بر واقعیتی منطقی‌تر نیز ارائه دهد. چنین امکانی، تنها در صورت به کارگیری توأمان رویکردهای آینده‌نگرانه زیست‌محیطی با مطالعات استراتژیک و سناریونگانه در چارچوب روش‌های نوین

## جدول ۵. وضعیت نیروهای پیشران کلیدی در محیط‌زیست شهری کلانشهر مشهد در افق ۱۵ سال آینده

سناریو مطلوب	سناریو فاجعه	سناریو میانه	عامل کلیدی
بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته و فناوری‌های اطلاعاتی (IT) به منظور ارتقاء ظرفیت‌های توسعه زیست‌محیطی در مشهد	عدم بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته و فناوری‌های اطلاعاتی (IT)	ادامه وضعیت فعلی	تکنولوژی‌های پیشرفته
توسعه سیستم‌های بازیافت و ارتقاء قوانین مربوط به آن با در نظر گرفتن ارزش‌های اقتصادی و زیست‌محیطی بازیافت در بالاترین سطح ممکن	تجاری‌سازی منابع زیست‌محیطی و عدم توسعه سیستم‌های بازیافت	حالت بینابینی در تجاری‌سازی و توسعه سیستم‌های زیست‌محیطی	بازیافت شهری
مدیریت توسعه‌گرای زیست‌محیطی از طریق توجه به قوانین محیط‌زیست شهری، تدوین چشم‌اندازها و ارتقاء دیپلماسی زیست‌محیطی	مدیریت ضد توسعه زیست‌محیطی و عدم تدوین قوانین و چشم‌اندازهای محیط‌زیست شهری	ادامه وضعیت فعلی در عرصه مدیریت زیست‌محیطی	مدیریت محیطی
خلق الگوهای کاربری اراضی پایدار با ماهیتی زیست‌محیطی	عدم پایداری کاربری‌های محیط‌زیست شهری و تخریب گسترده آنها	خلق و توسعه توأم با کاستی کاربری‌های زیست‌محیطی	کاربری‌های اراضی
تخصیص منابع اقتصادی و ایجاد زیرساخت‌های مدرن زیست‌محیطی در مشهد	ادامه وضعیت فعلی و تخریب‌های گسترده زیرساخت‌ها	توسعه محدود قوانین اقتصادی و زیرساخت‌های زیست‌محیطی	عناصر اقتصادی
توجه بسیار بالا به عناصر اقلیمی و تغییرات آب‌وهوایی مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست شهری	تخریب گسترده اقلیم شهری و توسعه خطرات اقلیمی	توجه محدود به عناصر اقلیمی و تغییرات آب‌وهوایی	عناصر اقلیمی
استقرار سامانه‌های زیست‌محیطی شهری در بافت‌های فرسوده شهر مشهد	تخریب سامانه‌های زیست‌محیطی در بافت‌های فرسوده و عدم توسعه آنها	ادامه وضعیت فعلی پیرامون بافت‌های فرسوده	بافت فرسوده
کاستن از آلاینده‌های زیست‌محیطی در سطح بالا	تشدید آلاینده‌های زیست‌محیطی و گازهای گلخانه‌ای	توسعه تدریجی کاستن از آلاینده‌های زیست‌محیطی	آلاینده‌های زیست‌محیطی
ایجاد تعادل میان توسعه کالبدی - فضایی شهر و عناصر جمعیتی	برهم زدن توسعه فضایی - کالبدی و شاخص‌های جمعیتی و مهاجرتی	ادامه وضعیت نامطلوب فعلی	متغیرهای کالبدی - فضایی و جمعیتی
ارائه آموزش‌های زیست‌محیطی و تدوین و به کارگیری قوانین بسیار کاربردی در عرصه محیط‌زیست شهری	تدوین قوانین ناکارآمد در زمینه آموزش‌های محیط‌زیست شهری	ترویج محدود و متوسط آموزش‌ها و قوانین زیست‌محیطی	قوانین زیست‌محیطی و آموزشی
تدوین قوانین و اجرای سیاست حفاظت از آب‌های سطحی و عمقی در انطباق با افق ۱۴۰۴	تخریب گسترده منابع آبی محدوده مورد مطالعه	ادامه وضعیت فعلی و تخلیه پرشتاب منابع آبی	حفاظت از منابع آبی
استفاده از ظرفیت‌های فرهنگی عناصر مذهبی در توسعه و ارتقاء محیط‌زیست شهری	عدم استفاده از ظرفیت‌های فرهنگی عناصر مذهبی در توسعه و ارتقاء محیط‌زیست شهری	بهره‌گیری ناقص و معکوس از ظرفیت‌های فرهنگی عناصر مذهبی در توسعه و ارتقاء محیط‌زیست شهری	عناصر مذهبی

الگوی مطالعات محیط‌زیست شهری به دست خواهد آمد. از دیگر سو، مشورت با نخبگان دانشگاهی و مدیران اجرایی در شهر مشهد، در مراحل مختلف پژوهش، از تعریف متغیرهای تحقیق تا امتیازدهی، ارزیابی و سپس به اشتراک گذاشتن نتایج نهایی حاصل از تحلیل وضعیت‌های ممکن در شرایط عدم قطعیت و قطعیت پیرامون



توصیف‌گرهای تحقیق، درصد غیر صحیح بودن نتایج را به شدت کاهش داد، به گونه‌ای که تمامی سناریوهای به دست آمده، در جلساتی به بحث مجدد گذاشته شد و در این میان، ایرادهای وارده در چارچوب اصلاح متغیرها و سناریوها، مورد بازبینی قرار گرفت. از این رو، پایایی ابزار تحقیق از طریق تشکیل جلسات بحث، اصلاح فرض‌های اولیه و تدوین فرض‌های کلیدی و تصحیح پرسشنامه بر مبنای نظر نخبگان مورد سنجش قرار گرفت. همچنین تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده در سطحی گسترده تأییدکننده این نکته بود که محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد بسیار ناپایدار است، به گونه‌ای که تداوم وضع موجود به شکل‌گیری سناریو فاجعه خواهد انجامید و در بهترین حالت، در صورت ادامه وضعیت فعلی، محیط‌زیست شهری با تخریب‌های گسترده همراه خواهد بود؛ لذا، پژوهش حاضر، ضمن مدنظر قرار دادن دیگر پژوهش‌های انجام‌شده پیرامون مطالعات زیست‌محیطی، ابعادی بسیار نوین و استراتژیک را نیز در چارچوب بهره‌گیری از رویکرد گام طبیعی در مطالعات محیط‌زیست شهری تبیین نموده است که با در نظر قرار دادن این عوامل، می‌توان زیست‌محیط‌های شهری پایدارتری را خلق نمود، امری که در سایر مطالعات جغرافیایی و فضایی چندان مورد توجه قرار نگرفته است.

### نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر سعی دارد با استفاده از رویکرد محیط‌زیست شهری و بهره‌گیری از شاخص‌هایی نظیر «متغیرهای کالبدی - فضایی، اجتماعی و فرهنگی، کیفیت محیط شهری، تنوع اکوسیستم شهری، چرخه‌های اقتصادی - طبیعی در نواحی شهری، عوامل جمعیتی و مهاجرتی، فقر و حاشیه‌نشینی، تغییر اقلیم و...» و با بهره‌گیری از الگوی مطالعات آینده‌نگرانه میک‌مک و تحلیل اثرات متقاطع و استراتژیک در چارچوب رویکرد گام طبیعی، الگویی مطلوب در تحول محیط‌زیست شهری در کلانشهر مشهد ارائه دهد. از این رو، طبقه‌بندی شاخص‌های مؤثر زیست‌محیطی در شهر مشهد در چارچوب یک ماتریس  $78 \times 78$  در قالب ۱۶ طبقه‌بندی کلی و ۷۸ متغیر زیرمجموعه انجام شد و سپس با وزن‌دهی به آنها (از صفر تا P)، نتایج ماتریس تحلیل اثرات متقاطع محاسبه گردید. بر مبنای ۵۸۲۸ ارزش محاسبه‌شده در ماتریس اولیه اثرات متقاطع از سوی نخبگان، ۲۹۳۷ مورد با بالاترین حجم آماری دارای میزان اثرگذاری متوسط بوده است که این امر، نشان‌دهنده عدم تمایل نخبگان به ارزش‌گذاری بالا و خیلی پایین در بین متغیرهای تحقیق بوده است. همچنین، این نکته دربرگیرنده نبود استانداردهای زیست‌محیطی در مقیاسی بالا است، به گونه‌ای که تنها با اعمال شاخص‌های ریسک و دو وجهی در نمودار توزیع شاخص‌ها می‌توان وضعیتی مطلوب‌تر از توزیع متغیرهای زیست‌محیطی را نمایش داد. در این راستا، برحسب جدول تدوین سناریوها، توسعه فناوری‌های پیشرفته و مطلوب زیست‌محیطی، بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعاتی و توجه به امر بازیافت، مهم‌ترین مقوله‌های قابل توجه در زمینه دستیابی به سناریوی مطلوب و میانه با رویکرد آینده‌پژوهی هستند. از این رو، نتایج پژوهش حاضر تا حد بسیار زیادی دارای قابلیت اجرایی شدن، سناریوپردازی و راهنمای حل چالش‌های زیست‌محیطی شهر مشهد در آینده خواهد بود. به این منظور، متغیرهای بررسی‌شده در پژوهش، در قالب سه سناریوی مطلوب، میانه و فاجعه ارائه گردید که عدم تحقق هر کدام، تحقق الگوی بعدی را به دنبال خواهد داشت، به نحوی که موارد بیان‌شده در چارچوب سناریوی اول پژوهش (مطلوب)، بیشترین میزان انطباق را با وضعیت زیست‌محیطی شهر مشهد در صورت ایجاد زیرساخت‌های اولیه محیطی خواهد داشت، در غیر این صورت، تحقق سناریو میانه که در واقع همان ادامه وضعیت فعلی و تخریب زیرساخت‌های محیط‌زیست شهری است با سرعت بیشتری دنبال خواهد شد. ادامه چنین روندی در بلندمدت می‌تواند ضمن تشدید این فجایع، منجر به تحقق سناریو فاجعه و تخریب غیر قابل جبران عناصر زیست‌محیطی در شهر مشهد گردد. بر همین اساس،

ضرورت برنامه‌ریزی‌های استراتژیک و آینده‌نگرانه در عرصه محیط‌زیست شهری، امری انکارناپذیر می‌نماید و باید در سطوح مختلف برنامه‌ریزی فضاهای شهری مورد توجه جدی قرار گیرد.

## منابع

- بهشتی، محمد باقر؛ زالی، نادر (۱۳۹۴) شناسایی عوامل کلیدی برنامه‌ریزی منطقه‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی سناریو؛ مطالعه موردی: آذربایجان شرقی، *مدرس علوم انسانی*، ۱۵ (۱)، صص. ۴۵-۶۵.
- دهکردی، لطف‌الله؛ شیره‌پز، علی اصغر؛ بیدگلی، سعیدرضا (۱۳۹۰) برنامه‌ریزی ناحیه‌ای با استفاده از سناریو، *برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱ (۳)، صص. ۶۵-۸۲.
- رهنما، محمد رحیم؛ معروفی، ایوب (۱۳۹۴) *سناریونگاری در مطالعات شهری و منطقه‌ای (مفاهیم، روش‌ها و تجارب)*، چاپ اول، انتشارات مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد.
- شهرداری مشهد (۱۳۹۳) *گزارش تحلیل سالانه وضعیت فرهنگی و اقتصادی مشهد*، چاپ اول، انتشارات شهرداری مشهد.
- علوی، سید کاظم (۱۳۹۳) *جامعه و اقتصاد در شهر*، چاپ اول، انتشارات سخن، تهران.
- کالن، گوردون (۱۳۷۷) *گزیده منظر شهری*، ترجمه: منوچهر طبیبیان، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- محمودی، علی (۱۳۹۲) *هواشناسی در ایران*، چاپ اول، انتشارات ماه نو، تهران.
- مظفری، مهسا (۱۳۸۸) توسعه شهرها جهت برنامه‌ریزی مدیریت مشارکتی در عملکرد، *ماهنامه مشارکت انتظامی*، ۱ (۵)، صص. ۱۴۲-۱۳۵.
- ناظمی، امیرحسین (۱۳۸۵) *آینده‌نگاری از مفهوم تا اجرا، مرکز علوم دفاعی*، چاپ اول، انتشارات وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، تهران.
- Baker, R. J. (2008) **CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation**, Wiley & Sons, London.
- Chermack, T., Lynham, S., Wendy, W. (2001) A Review of Scenario Planning Literature, **Futures Research Quarterly**, 17 (2), pp. 145-168.
- Dikeç, M. (2001) Justice and the Spatial Imagination, **Environment and Planning A**, 33 (10), pp. 1785-1805.
- Eek, G., Yang, T., Freed. H. (2011) **Energy Combine in Go Teborg, Honor's Thesis in Environment Science, Department of Physical Resource Theory**, Chalmers University of Technology press, Sweden.
- Girardet, T. D. (2008) **Efficacy and Safety of a Paired Sedation and Ventilator Weaning Protocol for Mechanically Ventilated**, Lancet, England.
- Harvey, D. (2015) **Os Limites Do Capital Boitempo**, Hedge, England.
- Harvey, L. (1973) Ephemeral Active Regions, **Solar Physics**, 32 (2), pp. 389-402.
- Hay, E. D. (1995) An Overview of Epithelio-Mesenchymal Transformation, **Cells Tissues Organs**, 154 (1), pp. 8-20.
- Kaberger, T. (2002) Making Transport Systems Sustainable, **Cleaner Production**, 10 (4), pp. 45-56.
- Martin, G. B. (1995) The Tomato Gene Pti1 Encodes a Serine/ Threonine Kinase that is Phosphorylated by Pto and is Involved in the Hypersensitive Response, **Cell**, 83 (6), pp. 925-935.
- Mukomo, J. (1996) Development in Sub-Saharan Africa, **Cities**, 13 (40), pp. 265-271.
- Phdungsilp, A. (2011) Futures Studies' Back Casting Method Used for Strategic Sustainable City Planning, **Futures Journal**, 15 (2), pp. 32-65.
- Quist, J., Vergragt. P. (2001) System Innovations towards Sustainability Using Stakeholder Workshops and Scenarios, in: Paper Presented at POSTI Conference **Policy, Agendas for Sustainable Technological Innovation**, Hajer Press, London.

- Rebenstein, G. (2010) **The Digital Divide Problem: An Economic Interpretation of the Japanese Experience**, Telecommunications Policy Press, Japan.
- Rohe, W. M. (2009) From Local to Global: One Hundred Years of Neighborhood Planning, **The American Planning Association**, 75 (2), pp. 209-230.
- Shields, R. (1998) **London and New York: Routledge Encyclopedia of Philosophy**, London.
- Smith, A. (2010) **The Theory of Moral Sentiments**. Penguin Press, USA.
- Talen, E. (1996) Do Plans Get Implemented? A Review of Evaluation in Planning, **Planning Literature**, 10 (3), pp. 248-259.
- Weiner-Jehle, W. (2008) **Generating Innovation Scenarios Using the Cross-Impact Methodology**, Discussion Papers Series, London.
- World Future Association (2014) Developing Sustainable Urban Development Models, **Cities**, 14 (3), pp. 147-155.
- Zahradníková, L., Vacík, E. (2014) **Scenarios as a Strong Support for Strategic Planning**, University of West Bohemia, Czech Republic, Elsevier Ltd, pp. 665-669.

