شناسایی و تحلیل ساختاری تأثیر متقابل پیشران های محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد[1]

ریحانه علائی- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
محمدرحیم رهنما - استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، نویسنده مسئول
محمد اجزاشکوهی- دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، استاد مشاور اول
علی فرقانی- استاد حق التدریس، دانشگاه استرالیایی جنوبی، استاد مشاور دوم

چکیده

امروزه به منظور ارتقای سطح کیفیت زندگی شهروندان و پاسخگویی به نیازهای رو به تزاید آنان در زمینه هایی همچون حمل ونقل پاک، فضاهای مطلوب شهری، محیط زیست مناسب باید از رویکردهای نوین همچون شهرهای پایدار، شهرهای هوشمند، شهرهای تاب آور بهره گرفت. در این پژوهش ضمن شناسایی مؤلفه محیط زیست هوشمند، با استفاده از رویکرد آینده پژوهی به بررسی و تحلیل ساختاری تأثیر متقابل پیشران های محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد پرداخته شده است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی و بهره گیری از ماتریس اثرات متقابل در نرم افراز میک مک انجام شده است. پس از شناسایی شاخص ها و طراحی پرسشنامه، به منظور شناسایی میزان اثرگذاری و اثرپذیری شاخص ها، با استفاده از نمونه گیری غیرتصادفی هدفمند نظرات ۳۰ نفر از متخصصان و کارشناسان مرتبط با موضوع گرفته شد و در نرم افزار میک مک مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص پر شدگی داده ها با دو بار چرخش برابر ۹۳/۶۳ درصد می باشد که مبین ضریب بالای تأثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر هستند. یافته های تحقیق نشان می دهد شاخص های بهره گیری از انرژی های نو و توسعه قوانین زیست محیطی با امتیاز ۳۸ دارای بیشترین میزان تأثیرگذاری مستقیم بر سایر شاخص های تحقیق است. در مجموع وضعیت پراکنش شاخص ها در نقشه اثر وابستگی مستقیم و غیر مستقیم نشان داد که کلانشهر مشهد از نظر شاخص های محیط زیست هوشمند در شرایط ناپایداری قرار دارد.

واژه های کلیدی: تحلیل ساختاری، شهر هوشمند، کلانشهر مشهد، محیط زیست هوشمند

[1]- این مقاله به عنوان بخشی از رساله دکتری با عنوان تبیین الگوی شهر هوشمند درکلانشهر مشهد با تأکید بر بعد محیط زیست در دانشگاه فردوسی مشهد می باشد.

۱- مقدمه

شهرها با رشد هم معنی شده و به طور فزاینده ای در معرض بحران های ناگوار، به ویژه در کشورهای در حال توسعه هستند. فقر، تخریب محیط زیست، فقدان خدمات شهری، نزول زیر بناهای موجود، فقدان دسترسی به زمین و سر پناه و در یک جمله اتلاف سرمایه های طبیعی و انسانی از جمله بحران های مربوط به این موضوع هستند(کیانی، ۱۳۹۰: ۴۱). به دنبال رشد و توسعه کالبدی شهرها، مسائلی در فضای شهرها به وجود آمده است که نه تنها ساکنین آن، بلکه تمام محیط زیست را در معرض عوارض ناشی از آن قرار داده است(ملکی و دیگران، ۱۳۹۳: ۱۰۱). افزایش جمعیت، تنوع گرایی در مصرف، توسعه سریع شهرها و میزان تقاضا برای خودرو، آلودگی هوا و صوت را به همراه داشته است. در حال حاضر شهرها ۷۵ درصد از انرژی جهانی را مصرف و حجم زیادی ضایعات تولید می کنند(فرارو[۲] ۲۰۱۳) و ۷۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه ای از شهرها نشات می گیرد(کلداهی و دیگران[۳] ۲۰۱۳) که سهمی اساسی در تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا و محیط زیست دارند. از طرفی این رشد شتابان شهرها متناسب با ظرفیت گسترش زیرساخت هایشان نیست و فشار فزاینده ای به زیرساخت های شهری تحمیل می کند. این وضعیت در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران که با فشارهای فزاینده ای برای ارائه بهتر خدمات پایه به جمعیت شهری در حال رشد مواجه اند، بغرنج تر است.

سازمان ملل متحد پیش بینی کرده است که جمعیت شهرهای اقتصادی در حال ظهور بر جمعیت روستایی در سال ۲۰۲۰ پیشی خواهد گرفت و نزدیک به ۷۰ درصد جمعیت جهان تقریبا در سال ۲۰۵۰ در شهرها زندگی خواهند کرد. این خطر برای شهرهایی که تمرکز جمعیت زیادی دارند و مسائل شهری متعددی را تجربه می کنند بیشتر است. نمونه هایی از قبیل افزایش محله های کثیف و آلوده، آلودگی هوا، سختی به دست آوردن آب آشامیدنی شیرین، فاضلاب، منابع انرژی، تراکم ترافیک و رها سازی پسماندها می باشد. در چنین شرایطی توسعه شهر هوشمند به منظور پاسخگویی به مسائل شهری و بررسی موضوعاتی از قبیل کارایی(بهره وری) یا معرفی تکنولوژی های جدید امری لازم و ضروری است(رضوانی، ۱۳۸۹). یر همین اساس برنامه ریزان شهری در سراسر دنیا می کوشند تا با نگاهی یکپارچه به تمام ابعاد شهرنشینی، مدل ها و راهبردهایی را برای توسعه شهرها با هدف پاسخگویی به انتظارات جدید دنیای امروز ارائه دهند. از جمله این راهبردها می توان به راهبرد "شهر هوشمند" اشاره کرد. بی شک دسترسی به فناوری های هوشمند نقش بسیار مهمی در بهبود وضعیت زندگی شهروندان داشته است.

شهر مشهد به عنوان مهمترین شهر زیارتی کشور با جمعیتی بالغ بر ۳ میلیون نفر و حضور سالانه ۲۰ میلیون زائر، به طور میانگین روزانه حدود ۱۹۰۰ تن زباله تولید می کند. میانگین سرانه تولید زباله خانگی در این شهر حدود ۵۵۰ گرم و در زمان حضور زائرین حدود ۷۰۰ گرم گزارش شده است(یزدان داد و صادق، ۱۳۸۹). همانگونه که آمار تولید روزانه زباله در مشهد نشان می دهد این نرخ در حال افزایش است، پس باید از هم اکنون چاره ای اندیشید و برای

۲- Ferraro

۳- Colldahi et al

مدیریت زباله در سال های آینده برنامه ریزی کرد(کرباسی و صیادی، ۱۳۹۳). همچنین طبق آخرین گزارشات کیفیت هوا نسبت به سال گذشته کاهش یافته است(شهرداری مشهد، ۱۳۹۷). در حال حاضر مصرف سالانه فراورده های نفتی در بخش حمل و نقل درون شهری مشهد بالغ بر ۷۷۴ میلیون لیتر بنزین و ۷۳۰ میلیون لیتر گازوئیل است این درحالیست که سرانه مالکیت خودرو در مشهد در ۱۰ سال گذشته میانگین نرخ رشدی برابر با ۴۷ درصد داشته است. این پدیده در کنار کاهش استفاده از دوچرخه، تاکسی و اتوبوس به عنوان یکی از مهمترین وسائط نقلیه عمومی نقش بسزایی در میزان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل و انتشار CO_2 و آلودگی هوا خواهد داشت(دوازدهمین آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد: ۱۳۹۵).

همچنین عدم دسترسی به سیستم فاضلاب در برخی از مناطق شهر مشهد خطر آلودگی سفره های آب زیرزمینی با فاضلاب خانگی را افزایش داده است(افزایش غلظت یونهای فسفات۷۲,۲ در لیتر و کلیفرم ۱۷۰ در میلی لیتر)(مدامی و دیگران، ۱۳۹۷).

از طرفی کلانشهر مشهد دومین شهر بزرگ کشور، یکی از چهار نقطه اصلی توسعه وسیع فناوری اطلاعات در برنامه های دولت ایران می باشد که از پتانسیل های فراوان از جمله: حضور سالانه بیش از ۲۰ میلیون نفر زائر و مسافر و جمعیت ۳,۰۰۱,۱۸۴ نفری آن، وجود فرصت های اقتصادی و سرمایه گذاری و سابقه اجرای طرح های مختلف در زمینه شهر الکترونیک و شهر هوشمند برخوردار است. اما هنوز بررسی های علمی و پژوهش های مثمرثمری پیرامون تمامی ابعاد شهر هوشمند در این کلانشهر انجام نپذیرفته است.

نتایج حاصل از بررسی تجربه شهرهای هوشمند در ایران نشان می دهد که پروژه های هوشمندسازی در سال های اخیر افزایش یافته است که نشان از توجه ی روزافزون شهرها به فناوری اطلاعات و ارتباطات در افزایش سطح کیفیت زندگی و خدمات رسانی به شهروندان در زمینه های مختلف زندگی شهری است اما تجربه این شهرها نشان می دهد که تعریف و اجرای پروژه های هوشمندسازی در همه ی ابعاد آن (به ویژه محیط زیست هوشمند) گسترده نبوده است و صرفا به نمونه هایی که در تجربیات این شهرها اشاره شد، اکتفا شده است.

با توجه به موارد ذکر شده و نادیده گرفته شدن بررسی ابعاد زیست محیطی- به عنوان یکی از اساسی ترین مسائل شهرهای امروزی- از دریچه ی الگوی شهر هوشمند تمرکز این مقاله بر بررسی پیشران های تحقق محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد جهت حفظ محیط زیست و بهره برداری اگاهانه با استفاده از تکنولوژی فناوری می باشد. محیط زیست هوشمند به معنای استفاده از فناوری های جدید برای حفظ و ارتقای منابع زیست محیطی است. برای این منظور لازم است سنجه هایی تعریف و مورد اندازه گیری قرار بگیرد به این دلیل که یکی از اهداف شهر هوشمند بهبود شاخص های زیست محیطی از طریق مدیریت بهینه منابع است تا بتوان به پایداری محیط زیست، کارایی انرژی و کاهش مصرف و بازیافت مواد کمک شود (Komninos, 2009).

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مفهوم شهر هوشمند (Smart City) در اواخر دهه ۱۹۹۰ بر اساس این ایده مطرح شده است که باید بین سیستم های مربوط به خدماتی که به زندگی در مناطق شهری کمک می کنند، سرمایه انسانی و فناوری پیوندی وجود داشته باشد و به دنبال راه هایی برای بهبود روابط بین شهر و جمعیت آن باشد (پینوچت و دیگران،[۴] ۲۰۱۹).

با این حال، مفهوم شهر هوشمند هنوز به خوبی تعریف نشده و کاملاً درک نشده است: یک تعریف استاندارد و مشترک وجود ندارد و می توان عدم توافق عمومی را در ادبیات علمی مشاهده کرد (ین و دیگران،[۵] ۲۰۱۵). بر اساس تعاریف مختلف، یک شهر هوشمند می تواند تأکید خاصی بر زیرساخت های دیجیتال، استفاده از ICT، صنایع خلاق، سرمایه اجتماعی یا پایداری محیط زیست که ممکن است از طریق سرمایه گذاری در حمل و نقل عمومی پایدار، افزایش فضای سبز و سیاست های عمومی محیطی دنبال شود، داشته باشد (اوزکایا و اردین،[۶] ۲۰۲۰).

به گفته سیلوا و همکاران[۷](۲۰۱۸) شهر هوشمند شامل چندین زیرساخت است که در جدول شماره یک طبقه بندی و تعریف شده است.

جدول شماره ۱: انواع مختلف زیرساخت ها در شهرهای هوشمند

ردیف	نوع زیرساخت	تعریف	منبع
۱	زیرساخت نهادی	این زیرساخت شامل اداره شهرهای هوشمند است که شامل توسعه استراتژی سیاسی، شفافیت حاکمیت با شهروندان مشارکت کننده در تصمیم گیری است.	(موهانتی و دیگران،[۸] ۲۰۱۶)
۲	زیرساخت فیزیکی	منابع طبیعی و انرژی، زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات، ساختمان ها و برنامه ریزی شهری. هدف اصلی زیرساخت های فیزیکی اطمینان از پایداری شهر هوشمند امروز و آینده است.	(سیلوا و همکارن، ۲۰۱۸)
۳	زیرساخت اجتماعی	این زیرساخت سرمایه فکری و انسانی و کیفیت زندگی را پوشش می دهد. زیرساخت های اجتماعی و آگاهی اجتماعی برای تکامل و پایداری شهر هوشمند ضروری به نظر می رسد.	(اسماگیلووا و دیگران،[۹] ۲۰۱۹)
۴	زیرساخت اقتصادی	این زیرساخت شهر هوشمند اعم از استفاده تجارت و کسب و کار الکترونیک تا شاخص های مختلف عملکرد برای تجزیه و تحلیل هزینه های عمومی، مصرف انرژی، نرخ اشتغال، تامین مالی پروژه های شهرهای هوشمند و تولید ناخالص داخلی شهروندان است.	(هاگتون و دیگران،[۱۰] ۲۰۰۸ و موهانتی و دیگران، ۲۰۱۶)

۴- Pinochet et al
۵- Yin et al
۶- Ozkaya & Erdin
۷- Silva et al
۸- Mohanty et al
۹- Ismagilova et al
۱۰- Haughton et al

التا و همکاران[۱۱]در سال ۲۰۱۷ در مقاله ای با عنوان جابه جایی و محیط زیست هوشمند در شهرهای اسپانیا، مفهوم شهر هوشمند را راهی برای توسعه اقتصادی، پایداری محیطی و انسجام اجتماعی می داند و به ابعاد شش گانه شهر هوشمند اشاره می کند. هدف اصلی این مقاله این است که به طور پویا و گرافیکی دامنه توسعه ابتکارات شهرهای هوشمند اسپانیایی از نظر جا به جایی و مسائل زیست محیطی را به عنوان دو محور اساسی توسعه شهر هوشمند نشان دهد.

مایلز و دیگران[۱۲]در سال ۲۰۱۸ در مقاله ای با عنوان سیستم پشتیبانی تصمیم گیری مبتنی بر اینترنت اشیاء (IoT)برای نظارت و کاهش آلودگی هوا در شهرهای هوشمند، توسعه، تصمیم گیری و استراتژی های مقابله با خطرات آلودگی هوا را مهمترین امر برای سیاست گذاران در سراسر جهان دانسته است. وی با تاکید بر زیرساخت های شهر هوشمند، اهمیت داده هایی که از سنسورهای کم هزینه می تواند اطلاعات را به شیوه ای قابل اعتماد و دقیق گزارش دهد را بیان می کند. این مقاله توانایی سیستم پشتیبان تصمیم گیری DSS را برای جلوگیری از آلودگی اتمسفری از رسیدن به سطوح خطرناک نشان می دهد و سیاستگذاران را در مورد زمان و مکانی که باید اقدامات برای بهترین نتیجه به کار برده شود، مطلع می کند.

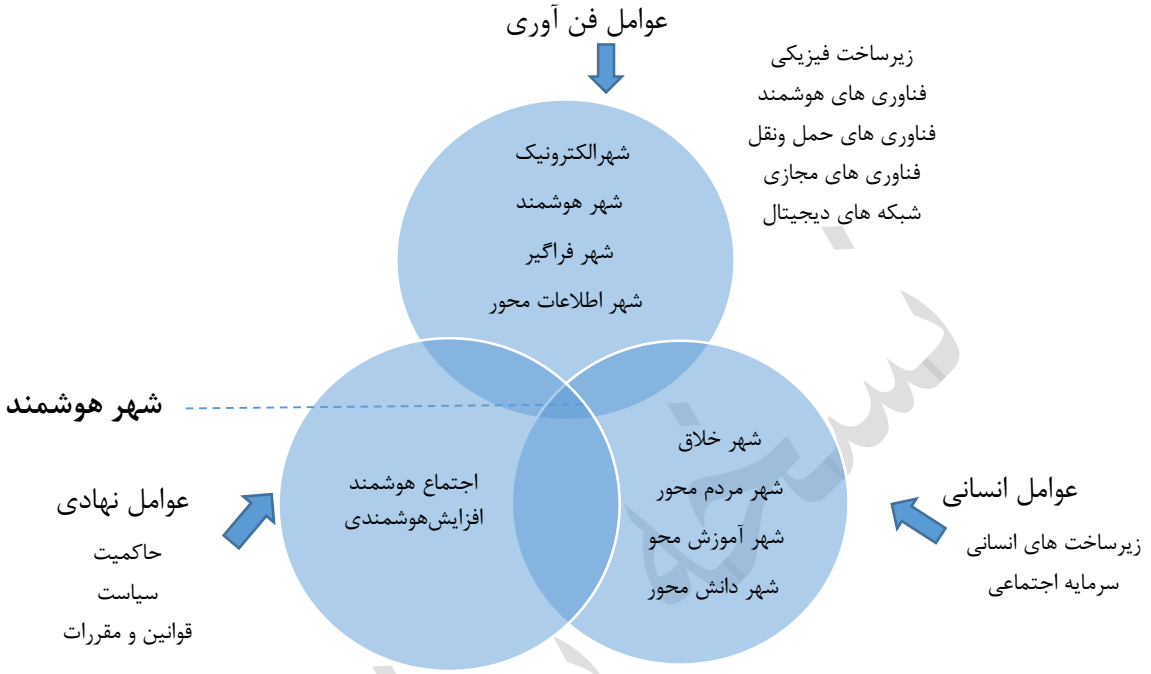
کاراگلیو و دیگران[۱۳]در سال ۲۰۱۹ در مقاله ای با عنوان شهرهای نوآورانه هوشمند: تاثیر سیاست های شهر هوشمند در نوآوری شهری، به بررسی تاثیرات نوآوری شهری در سیاست های شهر هوشمند می‌پردازند. در این مقاله پروژه های شهر هوشمند، گرایش شرکت های چند ملیتی و محلی را به انتقال و تبدیل راه حل های فناورانه عمومی به نیازهای محلی را نشان می دهد.

وانگ و موری آرتی[۱۴]در سال ۲۰۱۹ در مقاله ای با عنوان صرفه جویی در انرژی از شهرهای هوشمند: تجزیه و تحلیل انتقادی، پتانسیل سیاستهای شهر هوشمند برای کمک به صرفه جویی در انرژی (و کاهش گازهای گلخانه ای) در حمل و نقل شهری و ساخت و سازها مورد بررسی قرار داده است. یافته های تحقیق اشاره دارد که هرچند پتاسیل های قابل ملاحظه ای وجود دارد، اما اگر سیاست های حمایت از آن در پیش گرفته نشود، تحقق نخواهند یافت. علاوه بر این، پشتیبانی از نوآوری شهر هوشمند ضعیف خواهد شد مگر اینکه چالش های حفظ حریم خصوصی، امنیت و قابلیت اطمینان حل شود.

پور احمد و همکاران در سال ۱۳۹۷ در مقاله ای با عنوان "شهر هوشمند: تبیین ضرورت ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی" به تبیین الزامات شهر تهران برای هوشمند شدن در ابعاد مختلف و ارائه اقدامات لازم برای هوشمند شدن شهر هوشمند پرداخته اند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که کلیه الزاماتی که در دنیا شهرها را سوی رهیافت های هوشمندی سوق داده است در تهران مصداق دارد. به طوریکه شهرنشینی شتابان، انگیزه اقتصادی، اثرات زیست محیطی دارای اهمیت خیلی زیاد و تغییرات جمعیتی دارای اهمیت زیاد برای حرکت شهر تهران به سمت هوشمندی می باشد.

۱۱- Aleta et al
۱۲- Miles et al
۱۳- Caragliu et al
۱۴- Wang and Moriarty

شکل شماره یک اجزای اصلی شهر هوشمند را نمایش می دهد (نام و ترسا[۱۵]۲۰۱۱).



شکل شماره۱: اجزای اصلی شهر هوشمند

- عوامل فناوری، شامل همه امکاناتی که هوشمندی شهر را از منظر زیرساختی فراهم می آورد، هم زیرساخت های فیزیکی و هم زیرساخت های فناوری اطلاعات.
- عوامل نهادی، که مؤلفه های ظرفیت سازی و ابزارهای اداره و حکمروایی مناسب را در شهر بیان می کند.
- عوامل انسانی، شامل عواملی است که باعث نوآوری و یادگیری در شهروندان و بهره گیری از سرمایه های انسانی در شهر می شود.

۲-۱- بعد محیط زیست هوشمند

محیط زیست شهری، اکوسیستم یا محیطی است که دارای اجزای متفاوتی از قبیل، فرایندها و تاثیرات مربوط به جوامع حیوانی و گیاهی محلی، حیات انسانی، هوا، آب و خاک، معادن (محیط طبیعی)، منابع، فرایندها و تاثیرات مرتبط با ساختمان ها، مسکن، جاده، تاسیسات(محیط مصنوع) و منابع و فرایندها و تاثیرات مربوط به فعالیت های انسان، بهداشت، هنر و آموزش (محیط اجتماعی و اقتصادی) می باشد. امروزه اهمیت محیط های شهری به عنوان سکونتگاه اصلی شهروندان روز به روز در حال افزایش است. به طوری که این محیط ها در درجه اول وسیله ی مهمی برای توسعه انواع شاخص های زندگی نظیر سلامت، خانواده، کار و فراغت و... را به وجود می آورند. در وهله دوم جمعیت زیادی در نواحی به شدت شهرنشین شده زندگی می کنند و یا در آینده ای نزدیک زندگی خواهند کرد که باید به کیفیت محیط شهری آنان توجه خاص شود (رفیعیان، ۱۳۹۱: ۱۰).

۱۵- Nam & Theresa

یک محیط هوشمند را می توان به عنوان یک مرحله تکاملی در ساختمانها ، خانه ها ، تاسیسات و کلیه سیستم های شهری تعریف کرد. بنابراین ، محیط هوشمند در شهرهای هوشمند با شاخص هایی سنجیده می شود(Hatzelhoffer et al, 2012).

- شرایط طبیعی جذاب (ساعات آفتابی، فضای سبز)
- آلودگی (ذرات معلق)
- حفاظت از محیط زیست (تلاش های فردی در محافظت از طبیعت و اعتقاد به محیط زیست)
- مدیریت منابع پایدار (استفاده بهینه از آب و استفاده بهینه از برق)

شاخص های مورد مطالعه در بعد محیط زیست هوشمند در پژوهش حاضر به شرح زیر می باشد. لازم به ذکر است مبنای انتخاب این شاخص ها با توجه به بیشترین تکرار آنها در مقالات و کتاب های مختلف داخلی و خارجی می باشد.

جدول شماره ۲: شاخص های تحقیق

شاخص	توضیح	منبع
کیفیت هوا	(میزان غلظت مونواکسید کربن (CO)، میزان غلظت دی اکسید نیتروژن (NO2)، میزان غلظت دی اکسید گوگرد(SO2)، میزان غلظت ذرات معلق)	(لاو و دیگران،[۱۶]۲۰۱۳) (استفانز و هورلی،[۱۷]۲۰۱۴) (کاستلی و دیگران،[۱۸]۲۰۱۷) (مایلز و دیگران،[۱۹]۲۰۱۸) (هامبلت و لابک،[۲۰]۲۰۱۴)
انرژی و ساختمان	سرانه برق مصرفی بهره وری انرژی در ساختمان بهره گیری از انرژی های نو	(لاو و دیگران، ۲۰۱۳) (تورنباش و گالوبچیکاو،[۲۱]۲۰۲۱) (استفانز و هورلی، ۲۰۱۴) (نیلسن،[۲۲]۲۰۱۹) (استانسیس،[۲۳]۲۰۰۹) (هرزوگ و دیگران،[۲۴]۲۰۰۱) (کانچو و دیگران،[۲۵]۲۰۱۱) (قمیان، ۱۳۹۶)

[۱۶] Lowe and others
[۱۷] Staffans and Horelli
[۱۸] Castelli et al
[۱۹] Miles et al
[۲۰] Humboldt and Lobeck
[۲۱] Thornbush and Golubchikov
[۲۲] Nilssen
[۲۳] stancic
[۲۴] Herzog et al
[۲۵] Kanchev et al

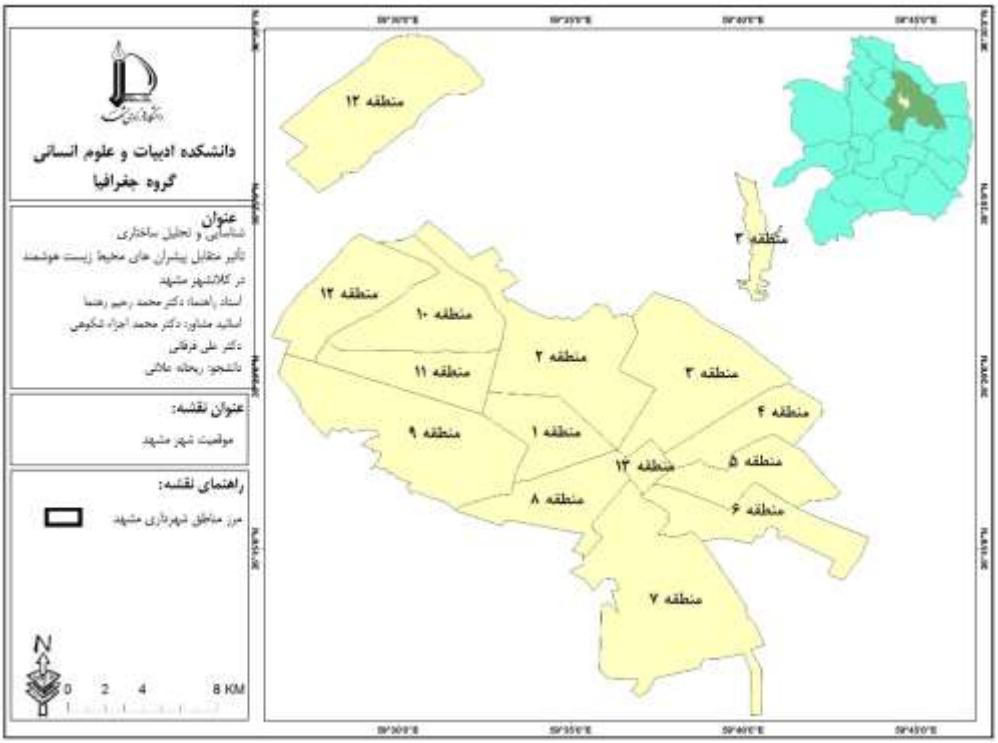
بازیافت زباله	میانگین سالانه تولید زباله خانگی در مشهد میزان بازیافت زباله سرانه جمع آوری زباله شهری توسط شهرداری	(استفانز و هورلی، ۲۰۱۴) (آناگنوستوپولوس و دیگران،[۲۶] ۲۰۱۵) (اورالهان و دیگران،[۲۷] ۲۰۱۷) (رایبنستکا و دیگران،[۲۸] ۲۰۱۸)
آب و فاضلاب	نسبت واحدهای مسکونی متصل به سیستم فاضلاب شهری برخورداری از آب آشامیدنی شبکه آبرسانی عمومی سرانه مصرف آب خانگی حفاظت از منابع آبی جمع آوری و تصفیه فاضلاب	(کوربت و ملولی،[۲۹] ۲۰۱۷) (سون و دیگران،[۳۰] ۲۰۱۷)
فضای سبز	سرانه دسترسی به فضاهای سبز پارک ها و مناطق حفاظت شده برحسب منطقه (مترمربع) حفظ فضای سبز	(استفانز و هورلی، ۲۰۱۴) (ال حیدر و دیگران،[۳۱] ۲۰۱۱) (مون،[۳۲] ۲۰۱۵) (کوربت و ملولی، ۲۰۱۷) (هامبلت و لابک، ۲۰۱۴)
مدیریت حفاظت از محیط زیست	ارتقای سطح آگاهی و مشارکت شهروندان توسعه قوانین ناظر بر ارائه خدمات در حوزه سلامت نظارت و پایش محیطی	(گودرسون،[۳۳] ۲۰۰۰) (مقیم و گانا،[۳۴] ۲۰۱۹) (لموس و آگراوال،[۳۵] ۲۰۰۶) (استفانز و هورلی، ۲۰۱۴) (بیتلی و نیومن،[۳۶] ۲۰۰۹) (لیانگ و دیگران،[۳۷] ۲۰۱۳) (کونتز و توماس،[۳۸] ۲۰۰۶) (صالحی و دیگران، ۱۳۹۰) (مهدیزاده، ۱۳۹۵) (بهتاش و دیگران، ۱۳۹۲) (حسینی، ۱۳۹۷)

[۲۶] Anagnostopoulos et al
[۲۷] Oralhan et al
[۲۸] Rybnytska et al
[۲۹] Corbett and Mellouli
[۳۰] Sun et al
[۳۱] Al-Hedar et al
[۳۲] Mone
[۳۳] Guderson
[۳۴] Moghim and Gana
[۳۵] Lemos and Agrawal
[۳۶] Beatley and Newman
[۳۷] Liang et al
[۳۸] Koontz and Thomas

برنامه ریزی و بازسازی شهری	اقدامات در جهت توسعه متراکم توسعه حمل و نقل محور، دوچرخه سواری و پیاده روی	(شام و واتاناب؛[۳۹] ۲۰۱۷) (کریستینینگرام و کاسامو؛[۴۰] ۲۰۲۱)

۳- روش تحقیق و محدوده مورد مطالعه

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی با جمعیت ۳۰۵۷۶۷۹ و مساحت ۳۴,۳۴۵ هکتار (مساحت محدوده) در شمال شرق ایران و 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 کشف رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است (آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۹۵).



شکل شماره ۲: موقعیت شهرستان و شهر مشهد

پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی می باشد.

در این تحقیق با بهره گیری از مطالعات کتابخانه ای از جمله کتب، مقالات، تحقیقات داخلی و خارجی و جســـتجوی اینترنتی، پیشینه، مبانی نظری و شاخص های تحقیق شناسایی شد.

---

[۳۹]- Shum and Watanabe

[۴۰]- Kristiningrum and Kusumo

در مرحله بعد پژوهش با بهره گیری از نظرات متخصصان و خبرگان در عرصه مدیریت شهری و محیط زیست شهری در قالب پر سشنامه ماتریس اثرات متقابل متقاطع، پیشران های مؤثر با استفاده از نرم افزار آینده پژوهی میک مک[۴۱] شناسایی شد

برای شناسایی پیشران های اصلی و کلیدی پژوهش از پر سشنامه Micmac و با استفاده از نمونه گیری غیرتصادفی هدفمند از نظرات ۳۰ نفر از کارشناسان و خبرگان استفاده شد.

هاس و هانتون[۴۲](۱۹۸۷) سه رویکرد اصلی را در طراحی سناریوها تشخیص داده اند که در سه دسته تقسیم بندی می شوند که عبارتنداز :

الف- منطق شهودی:[۴۳]

ب- رویکرد تحلیل تاثیر روند:[۴۴]

ج- تحلیل تاثیر متقابل:[۴۵]

این روش ما را در فهم چگونگی تاثیر روندها بر یکدیگر و تحلیل روابط بین متغیرها در یک نظام یاری می رساند. این روش " تحلیل ساختار" نیز نامیده می شود.

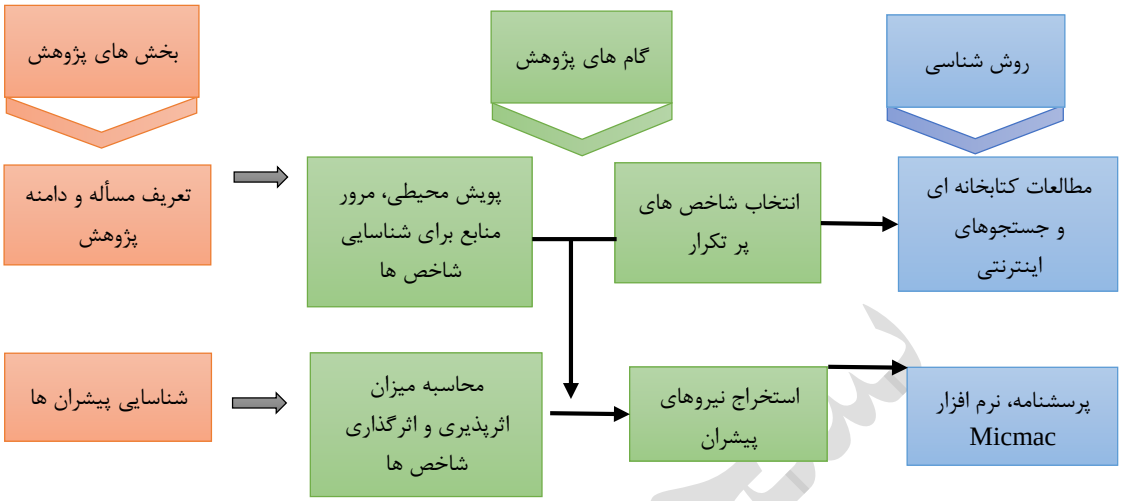
در این پژوهش به منظور شناسایی روابط بین متغیرهای موجود در بعد محیط زیست شهر هوشمند شهر مشهد از روش تحلیل تأثیر متقابل استفاده شده است که در ادامه به معرفی نرم افزار مربوطه پرداخته شده است.

نخستین و مهمترین گام آینده پژوهی، شناسایی متغیرهای کلیدی است. روش انجام این مرحله، تحلیل ساختاری است که با هدف ۱- شناسایی متغیرها، ۲- توصیف روابط میان متغیرها و ۳- شناسایی متغیرهای کلیدی انجام می پذیرد(حسینی و دیگران، ۱۳۹۷: ۱۰۹).

برای تعیین مؤثرترین پیشران هایی که بر تغییرات آتی روندهای اصلی محیط زیست هوشمند تأثیر دارند، از ۳۰ نفر از خبرگان خواسته شد تا تأثیر هر متغیر را بر متغیر دیگر در طیفی از ۰ تا ۳(۰ - بی تأثیر؛ ۱- تأثیر کم؛ ۲- تأثیر متوسط؛ ۳-تأثیر زیاد) تعیین کنند. بدین ترتیب میزان وابستگی یک متغیر به دیگر متغیر دیگر مشخص گردید. سپس به کمک نرم افزار تحلیل ساختاری میک مک نتایج تحلیل محاسبه شد. نرم افزار میک مک یک روش تحلیل ساختاری کارآمد است که نه تنها رابطه بین متغیرها و عوامل را مشخص می کند بلکه میزان تأثیر آنها را نیز تعیین و گراف علی معلولی را ترسیم می نماید. (مولایی و طالبیان،۱۳۹۴). در این پژوهش پس از جمع آوری نظر خبرگان درباره تأثیر متقابل پیشران های محیط زیست هوشمند، ماتریس دوبعدی که در آن سطرها نشان دهنده تأثیرگذاری پیشران ها و ستون ها بیانگر تأثیرپذیری پیشران ها هستند تکمیل می گردد و نتایجی بدست می آید.

---

[۴۱] Micmac
[۴۲] Huss and Honton
[۴۳] Intuitive logic
[۴۴] Trend- Impact Analysis
[۴۵] Cross- Impact Analysis



شکل شماره ۳: مراحل پژوهش

۴- یافته ها و بحث

به منظور شناسایی پیشران ها با استفاده از جستجوی منابع داخلی و خارجی و بهره گیری از نظرات متخصصان، ۱۹ شاخص در بعد محیط زیست هوشمند شناسایی شد. سپس به منظور بررسی ارتباط بالفعل و بالقوه بین شاخص ها از ماتریس اثرات متقابل که در این پژوهش ۱۹*۱۹ می باشد استفاده شد. بعد از صورت بندی ماتریس، در قالب پرسشنامه ای نظرات ۳۰ نفر از متخصصان به مباحث محیط زیست و شهر هوشمند در خصوص میزان اثر گذاری و اثرپذیری بین شاخص ها شناسایی شد سپس با تشکیل ماتریس اثرات متقابل، روابط بین شاخص ها در محیط نرم افزار میک مک مشخص گردید. نتایج حاصل از پردازش مقدماتی داده ها در ماتریس در جدول شماره سه قابل نمایش است.

جدول شماره ۳: ویژگی های ماتریس اثرات مستقیم و مستقیم بالقوه محیط زیست هوشمند

اندازه ماتریس	۱۹*۱۹
تعداد چرخش	۲
تعداد صفرها	۲۳
تعداد یک ها	۱۱۲
تعداد دو ها	۲۱۳
تعداد سه ها	۱۳
تعداد اثر بالقوه	۰
مجموع	۳۳۸
شاخص پرشدگی	٪۹۳/۶۲

منبع: یافته های تحقیق

۴-۱- تعیین میزان اثرگذاری و اثرپذیری متغیرها

میزان اثرگذاری یک شاخص بر سایر شاخص ها را از حاصل جمع سطرهای ماتریس و میزان اثرپذیری یک شاخص از سایر شاخص های پژوهش، از حاصل جمع ستون های ماتریس می توان به دست آورد.

جدول شماره ۴: اثرگذاری و اثرپذیری شاخص ها

ردیف	شاخص	اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم	
		جمع سطرها	جمع ستون ها
۱	کیفیت هوا	۳۰	۳۳
۲	سرانه برق مصرفی	۲۹	۲۸
۳	بهره گیری از انرژی های نو	۳۸	۲۷
۴	بهره وری انرژی در ساختمان	۲۷	۲۶
۵	تولید زباله خانگی	۲۴	۳۳
۶	بازیافت زباله	۲۷	۳۰
۷	سرانه جمع آوری زباله	۲۷	۳۰
۸	نسبت واحدهای مسکونی متصل به فاضلاب	۲۷	۲۴
۹	برخورداری از آب آشامیدنی	۲۶	۲۷
۱۰	سرانه مصرف آب خانگی	۲۷	۲۹
۱۱	جمع آوری و تصفیه فاضلاب	۲۹	۲۷
۱۲	حفاظت از منابع آبی	۲۷	۳۲
۱۳	حفظ فضای سبز	۳۰	۳۴
۱۴	دسترسی به فضای سبز	۲۵	۳۴
۱۵	ارتقای سطح آگاهی و مشارکت	۳۷	۳۸
۱۶	توسعه قوانین زیست محیطی	۳۸	۳۶
۱۷	نظارت و پایش محیطی	۳۶	۳۶
۱۸	توسعه متراکم	۳۶	۲۵
۱۹	توسعه حمل و نقل محور، دوچرخه و پیاده روی	۳۷	۲۸

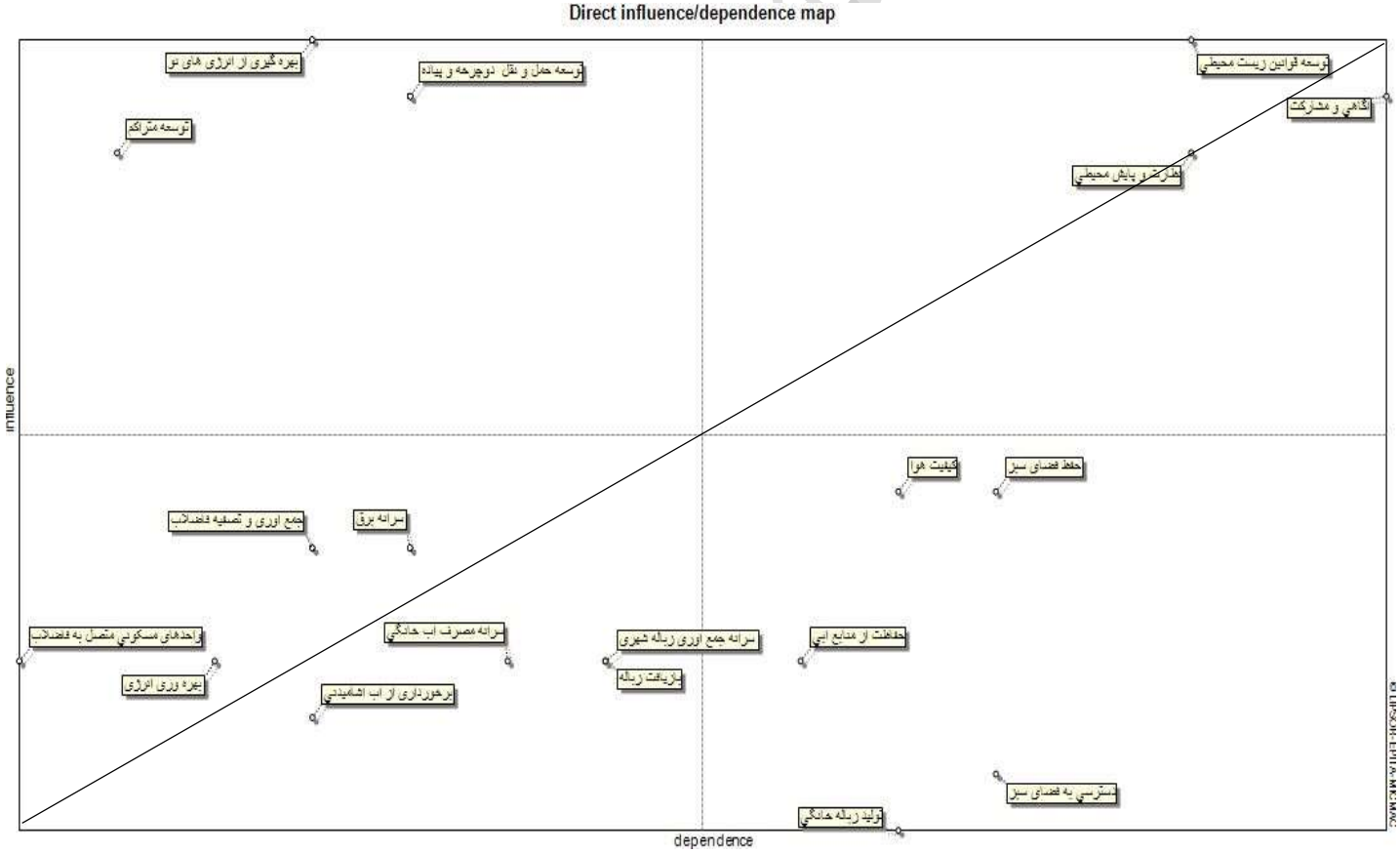
منبع: یافته های تحقیق

براساس نتایج به دست آمده از جدول شماره ۴ می توان بیان کرد که شاخص توسعه قوانین زیست محیطی و بهره گیری از انرژی های نو با امتیاز ۳۸ دارای بیشترین تاثیرگذاری بر سایر شاخص ها می باشد. و شاخص تولید زباله خانگی دارای کمترین اثرگذاری هستند. همچنین نتایج نشان می دهد ارتقای سطح آگاهی و مشارکت شهروندان دارای

بیشتر تأثیرپذیری از سایر شاخص ها و شاخص نسبت واحدهای مسکونی متصل فاضلاب دارای کمترین تأثیرپذیری از سایر شاخص ها هستند.

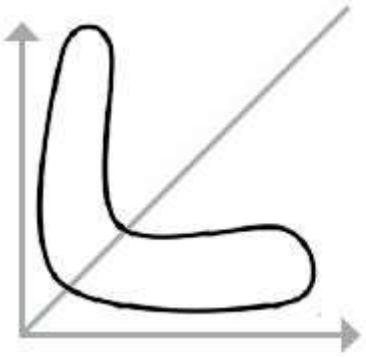
۴-۲- ماتریس اثر/وابستگی مستقیم

ازآنجاکه در روش میک مک چهار نوع ماتریس «تأثیرات مستقیم»، «تأثیرات غیرمستقیم»، «تأثیرات مستقیم بالقوه» و « تأثیرات غیرمستقیم بالقوه» برای بررسی وجود دارند، اولین اقدام با شروع از ماتریس MDI انجام می گیرد که فقط شامل روابط کنونی میان متغیرهاست و دربرگیرنده متغیرهای ساختاری سیستم است. نظرات کارشناسان مستقیماً در این جدول وارد می شود. سپس ماتریس تأثیرات غیرمستقیم (MII) متناظر با ماتریس تأثیرات مستقیم است که توسط نرم افزار با تکرار پی در پی (تعداد چرخش ها) تقویت شده است. دو ماتریس تأثیرات مستقیم بالقوه(MPDI) و تأثیرات غیرمستقیم بالقوه (MPII) نیز با تخصیص یک مقدار متناظر به مقادیر تعریف شده در MDI به دست می آیند که شامل روابط کنونی و بالقوه و وابستگی بین پیشران هاست(زالی و اژدری، ۱۳۹۵). در این مطالعه مقادیر متناظری برای MPDI تعریف نشده است و ماتریس اثرات مستقیم و مستقیم بالقوه دارای نتایج یکسان هستند.

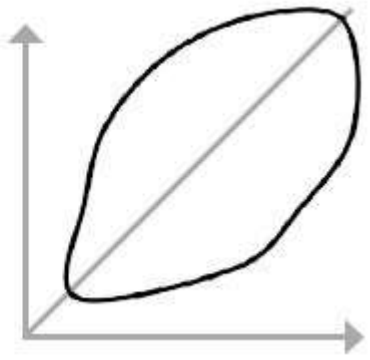


شکل شماره ۴: نقشه اثر/ وابستگی مستقیم

متغیرهای راهبردی یا دووجهی از جمله توسعه قوانین زیست محیطی، نظارت و پایش محیطی و آگاهی و مشارکت شهروندان که به صورت بسیار تأثیرگذار و بسیار تأثیرپذیر عمل می کنند در قسمت شمال شرقی نمودار قرار می گیرند. هم قابل دستکاری و کنترل هستند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیر می گذارند. یعنی شاخص های ناپایداری را تشکیل می دهند. متغیرهایی که بالای خط قطری این ناحیه قرار می گیرند، متغیرهای ریسک نامیده می شوند زیرا ظرفیت تبدیل شدن به بازیگران کلیدی را دارند. و به سرعت تغییرات بر آنها اثر می گذارند و آنها نیز این تغییرات را خیلی سریع به متغیرهای وابسته منتقل می کنند. متغیرهایی که زیر خط قطری این ناحیه قرار می گیرند متغیرهای هدف نامیده می شوند با دستکاری این متغیرها سیستم تغییرات تکاملی را در پیش خواهد گرفت.
همانطور که از شکل شماره چهار بر می آید وضعیت شهر مشهد از نظر شاخص های محیط زیست هوشمند در وضعیت ناپایداری قرار دارد. به طوری که قرارگیری پیشرانها به شکل پراکنده بوده است (شکل شماره ۶).

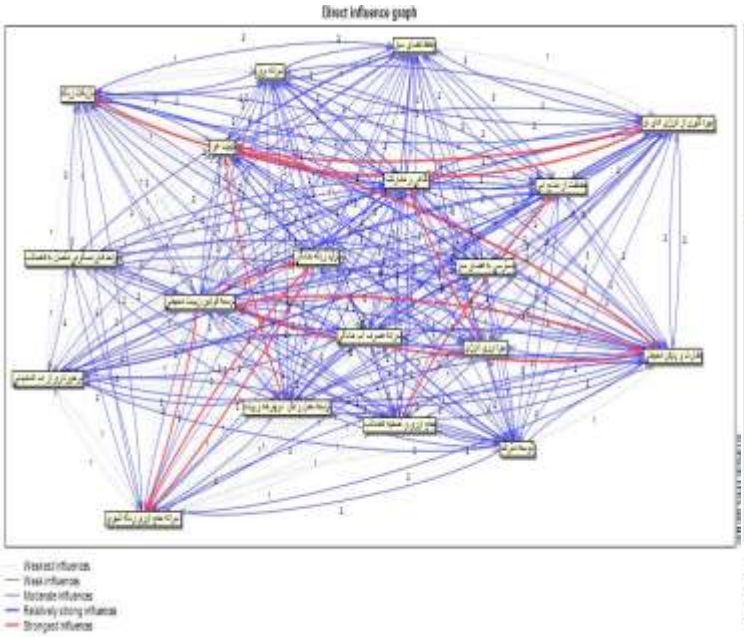


شکل شماره ۵: سیستم پایدار

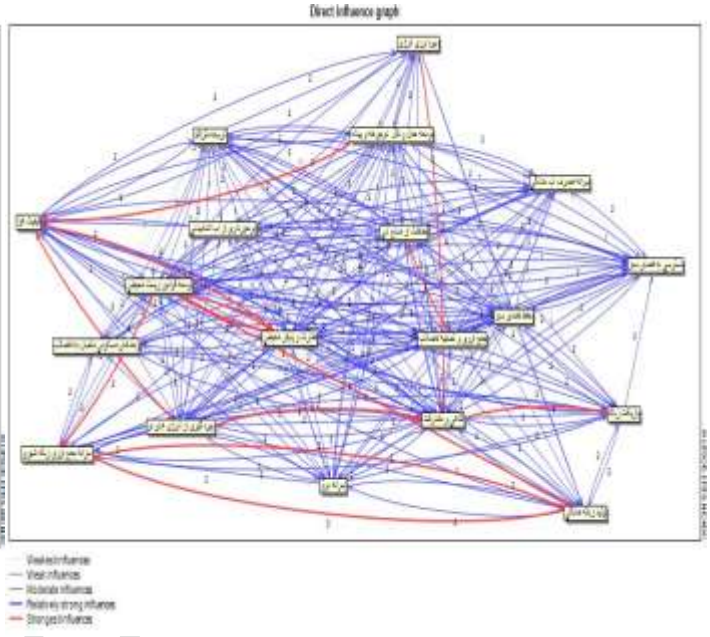


شکل شماره ۶: سیستم ناپایدار

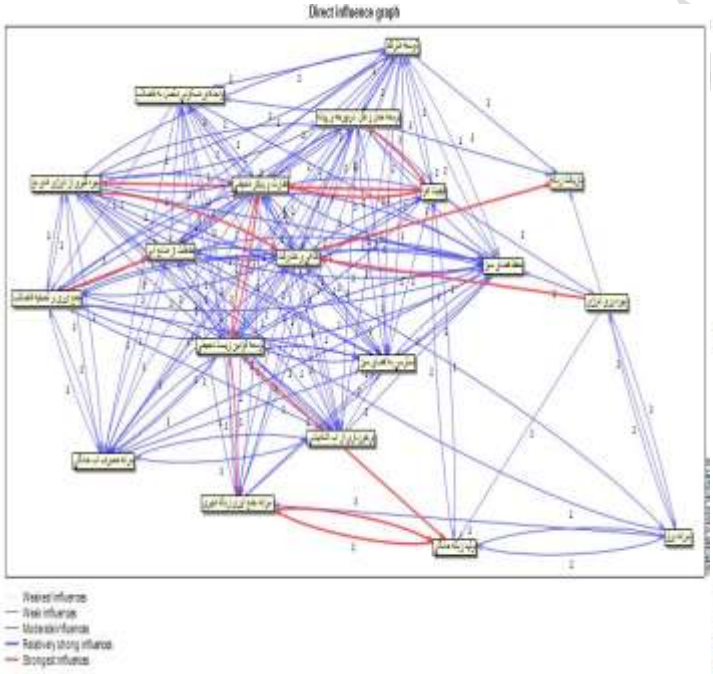
به منظور درک بهتر روابط بین متغیرها، جهت و شدت تأثیرگذاری و ارتباط مستقیم و غیر مستقیم هر شاخص با شاخص های دیگر با فلش هایی جهت دار نمایش داده شده است. در شکل شماره ۷، ۸، ۹ و ۱۰ ارتباط بین شاخص ها در سطح پوشش ۱۰۰ درصد تا ۲۵ درصد ترسیم شده است که تنها روابط مستقیمِ بین پیشرا ن ها را که در ماتریس دلفی خبرگان تأثیر زیاد(خطوط قرمز رنگ)، متوسط، کم و خیلی کم (خطوط نقطه چین) به آنها تعلق گرفته است، به نمایش می گذارد.



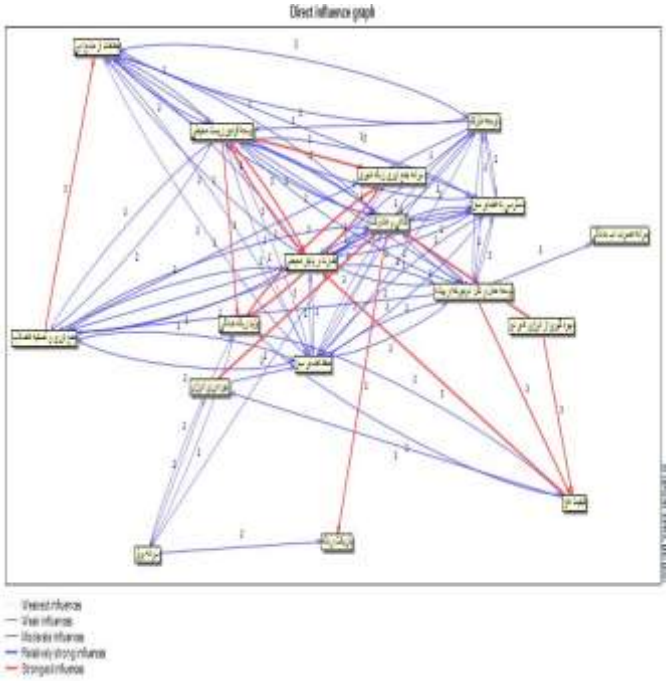
شکل شماره ۷: ساختار اثر مستقیم شاخص ها با پوشش ۱۰۰ درصد



شکل شماره ۸: ساختار اثر مستقیم شاخص ها با پوشش ۷۵ درصد



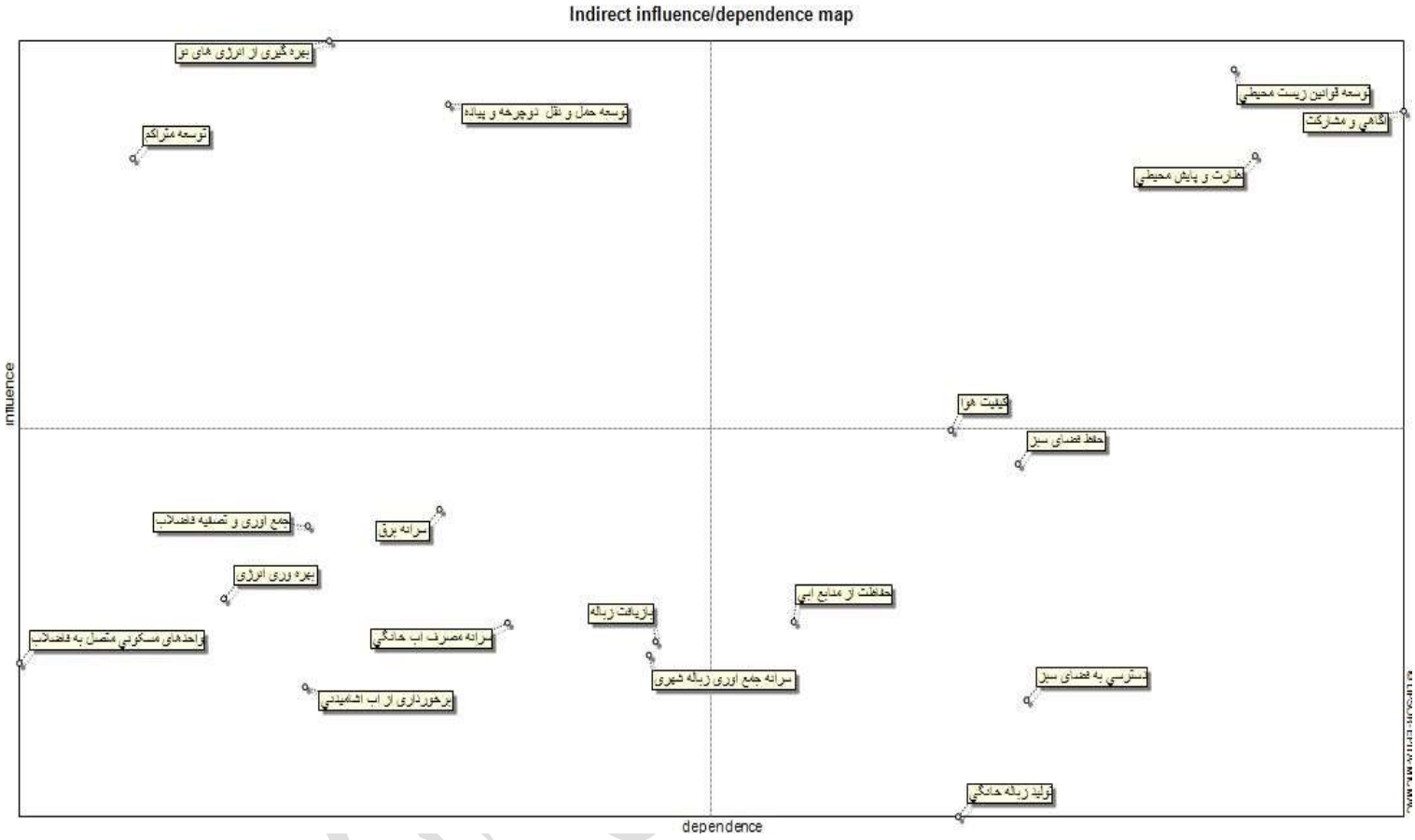
شکل شماره ۹: ساختار اثر مستقیم شاخص ها با پوشش ۵۰ درصد



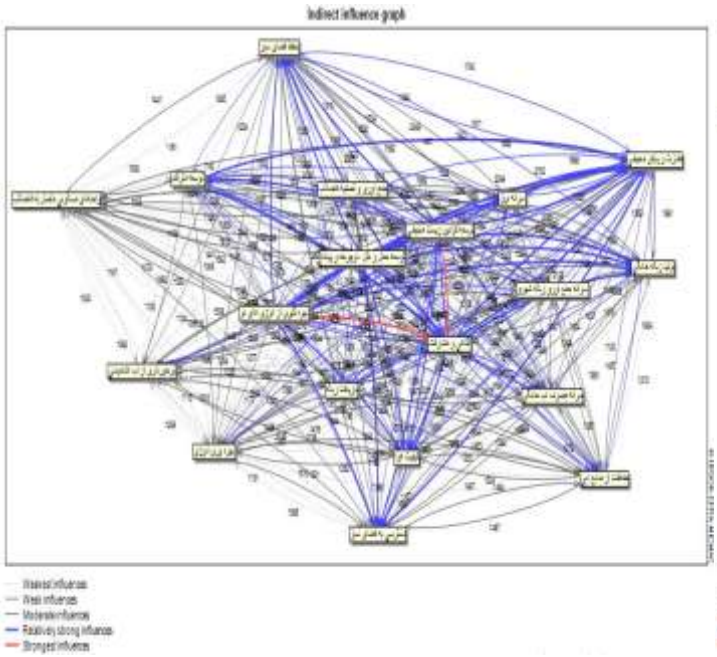
شکل شماره ۱۰: ساختار اثر مستقیم شاخص ها با پوشش ۲۵ درصد

۴-۳- ماتریس اثر/وابستگی غیر مستقیم

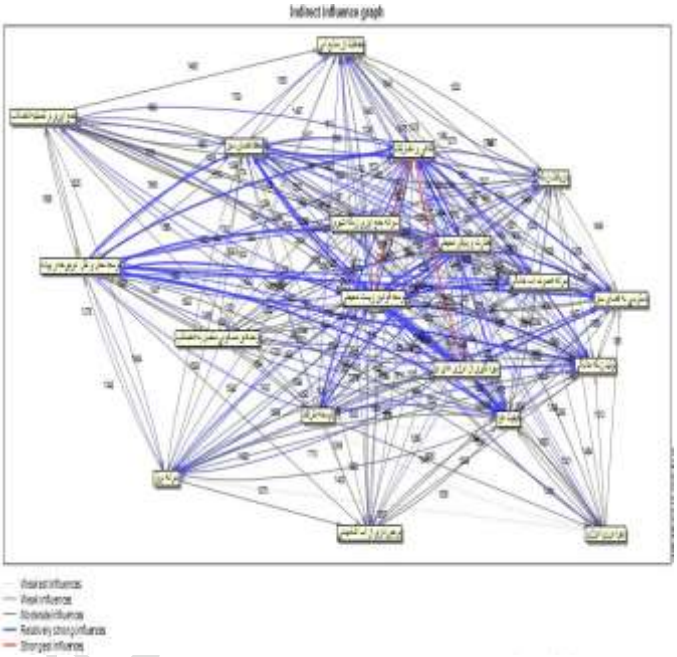
همانطور که قبلا اشاره شد ماتریس تأثیرات غیرمستقیم (MII) متناظر با ماتریس تأثیرات مستقیم است که توسط نرم افزار با تکرار پی در پی (تعداد چرخش ها) تقویت شده است. در شکل شماره ۱۱ نقشه اثر وابستگی غیر مستقیم شاخص ها نمایش داده شده است.



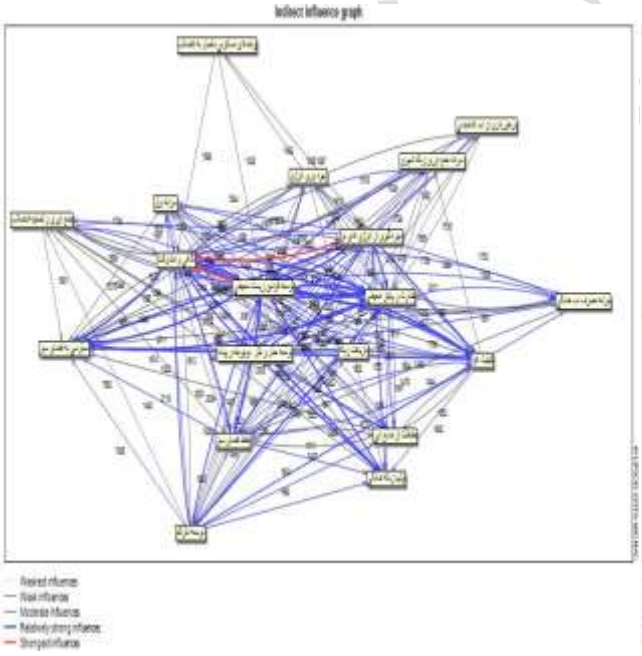
شکل شماره ۱۱: نقشه اثر/ وابستگی غیر مستقیم



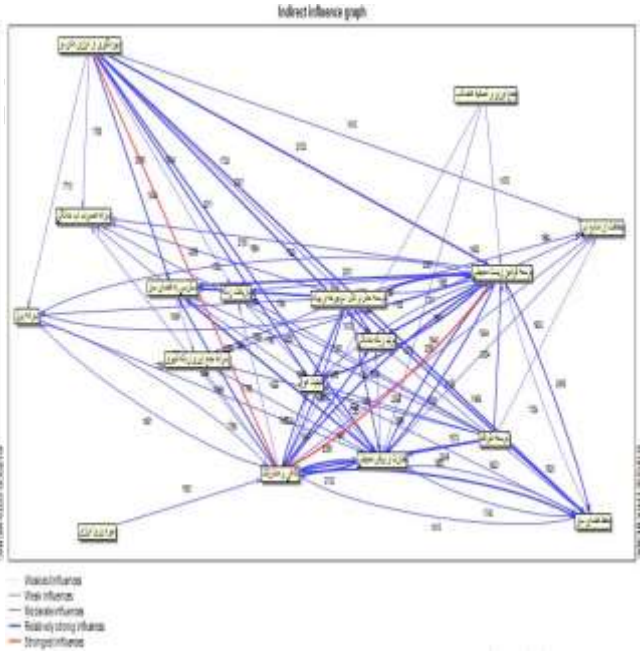
شکل شماره ۱۲: ساختار اثر غیرمستقیم شاخص ها با پوشش ۱۰۰ درصد



شکل شماره ۱۳: ساختار اثر غیرمستقیم شاخص ها با پوشش ۷۵ درصد



شکل شماره ۱۴: ساختار اثر غیرمستقیم شاخص ها با پوشش ۵۰ درصد



شکل شماره ۱۵: ساختار اثر غیرمستقیم شاخص ها با پوشش ۲۵ درصد

نتایج حاصل از ماتریس اثرات متقاطع و جدول شماره پنج نشان داد که شاخص های بهره گیری از انرژی های نو، توسعه قوانین زیست محیطی و ارتقای آگاهی و مشارکت شهروندان در رتبه های اول تا سوم و شاخص های برخوداری از آب آشامیدنی، دسترسی به فضای سبز و تولید زباله خانگی در رتبه های آخر هستند.

جدول شماره ۵: رتبه بندی شاخص ها

رتبه	ماتریس اثر مستقیم	ماتریس اثر غیر مستقیم	رتبه	ماتریس اثر مستقیم	ماتریس اثر غیر مستقیم
۱	بهره گیری از انرژی های نو	بهره گیری از انرژی های نو	۱۱	بهره وری انرژی در ساختمان	بهره وری انرژی در ساختمان
۲	توسعه قوانین زیست محیطی	توسعه قوانین زیست محیطی	۱۲	بازیافت زباله	حفاظت از منابع آبی
۳	ارتقای آگاهی و مشارکت	حمل و نقل عمومی، دوچرخه و پیاده	۱۳	جمع آوری زباله	مصرف آب
۴	حمل و نقل عمومی، دوچرخه و پیاده	ارتقای آگاهی و مشارکت	۱۴	نسبت واحدهای مسکونی متصل به فاضلاب	بازیافت زباله
۵	نظارت و پایش محیطی	نظارت و پایش محیطی	۱۵	مصرف آب	جمع آوری زباله
۶	توسعه متراکم	توسعه متراکم	۱۶	حفاظت از منابع آبی	نسبت واحدهای مسکونی متصل به فاضلاب
۷	کیفیت هوا	کیفیت هوا	۱۷	برخورداری از آب آشامیدنی	برخورداری از آب آشامیدنی
۸	حفظ فضای سبز	حفظ فضای سبز	۱۸	دسترسی به فضای سبز	دسترسی به فضای سبز
۹	سرانه برق مصرفی	سرانه برق مصرفی	۱۹	تولید زباله خانگی	تولید زباله خانگی
۱۰	تصفیه فاضلاب	تصفیه فاضلاب			

منبع: یافته های تحقیق

براساس نتایج حاصل از تحقیق می توان بیان کرد که شاخص بهره گیری از انرژی های نو و توسعه قوانین زیست محیطی با امتیاز ۳۸ دارای بیشترین میزان تأثیرگذاری بر سایر شاخص های تحقیق است. و همینطور که در منابع مختلف اشاره شده است (مولایی و دیگران، ۱۳۹۵) در تبیین چگونگی هوشمندسازی شهرها، سه مؤلفه مردم، عوامل نهادی و زیرساخت ها و سه عامل هوش، نوآوری و یکپارچگی به عنوان عوامل کلیدی در نظر گرفته شدند، لازم به ذکر است که هوش شهری از یکپارچگی سه عامل هوش فردی، هوش جمعی و هوش مصنوعی ایجاد می شود. این در حالی است که زیرساخت ها و فن آوری های دیجیتالی نیز به عنوان تسهیل کننده هوش انسانی و جمعی عمل نموده و نقش کلیدی را در جریان هوشمندسازی شهرها و جوامع ایفا می نمایند.

ارتقای سطح آگاهی و مشارکت و توسعه حمل و نقل عمومی، دوچرخه سواری و پیاده روی با امتیاز ۳۷ و شاخص توسعه شهری متراکم و نظارت و پایش محیطی در رتبه های بعدی میزان تأثیرگذاری قرار دارند. همچنین شاخص های تولید زباله خانگی با امتیاز ۲۴ و دسترسی به فضای سبز با امتیاز ۲۵ دارای کمترین میزان تأثیرگذاری بر روی سایر شاخص های محیط زیست هوشمند می باشد. از طرفی نتایج پژوهش نشان داد که شاخص ارتقای سطح آگاهی و مشارکت شهروندان با امتیاز ۳۸ دارای بیشترین تأثیرپذیری از سایر شاخص ها و شاخص نسبت واحدهای مسکونی متصل به فاضلاب با امیتاز ۲۴ دارای کمترین میزان تأثیرپذیری می باشد. در این پژوهش در مقایسه با پژوهش های پیشین همچون (محمدی، ۱۳۹۵) با عنوان تبیین الگوی شهر هوشمند در کلانشهر مشهد مبتنی بر توسعه پایدار، شاخص های متعددی بررسی و مطالعه شده است به طوریکه در این تحقیق شش شاخص را برای مؤلفه محیط زیست هوشمند در نظر گرفته شده است. در حالیکه در این پژوهش با بررسی منابع داخلی و خارجی، شاخص های بیشتری در بعد محیط زیست هوشمند شناسایی شده است.

۵- نتیجه گیری

با توجه به بی ثباتی تحولات شهری و سرعت این تغییرات و روندها و پیامدهای مختلف آنها در شهرها در این پژوهش سعی شده است با رویکرد آینده پژوهانه به شناسایی پیشران های تأثیرگذار و تأثیرپذیر شهر هوشمند در بعد محیط زیست کلانشهر مشهد

پرداخته شود. پس از تحلیل یافته ها در نرم افزار میک مک، از جمله مهمترین نیروهای تأثیر گذار در هوشمند سازی محیط زیست شهر مشهد می توان به بهره گیری از انرژی های نو، توسعه قوانین زیست محیطی، ارتقای آگاهی و مشارکت، توسعه حمل و نقل عمومی، دوچرخه سواری و پیاده روی، نظارت و پایش محیطی، توسعه شهری متراکم، افزایش کیفیت هوا و حفظ فضای سبز اشاره نمود. همچنین می توان بیان کرد که سه شاخص توسعه قوانین زیست محیطی، ارتقای آگاهی و مشارکت و نظارت و پایش محیطی به عنوان پیشران های تغییر در هوشمندسازی محیط زیست شهری مشهد قابل شناسایی است. که دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بسیار بالایی بر سایر پیشران ها هستند. این پیشران ها را می توان به دو بخش متغیرهای ریسک و متغیرهای هدف دسته بندی کرد. آنهایی که بالای خط قطری این ناحیه قرار دارند ریسک پذیری بالایی دارند. و دو پیشران توسعه قوانین زیست محیطی و نظارت و پایش محیطی از این دسته هستند که قدرت راهبردی بالاتری دارند و ناپایداری سیستم را رقم می زنند. از سوی دیگر پیشران ارتقای سطح آگاهی و مشارکت به عنوان متغیر هدف واقع شده است. یعنی با توجه به اینکه قابلیت تأثیرپذیری بیشتری نسبت به گروه ریسک دارد، قابلیت کنترل و دستگاری دارد و می توان از طریق این پیشران، تغییرات را به سمت تکامل سیستم هدایت کرد. به عنوان نمونه، می توان پیشران آگاهی و مشارکت شهروندان را به نحوی مدیریت کرد که با افزایش آگاهی و مشارکت، پیشران های تأثیرپذیر را همچون حفظ فضای سبز، کیفیت هوا، حفاظت از منابع آبی، تولید زباله خانگی و دسترسی به فضای سبز که به شدت آسیب پذیر و در آن واحد باعث تقویت محیط زیست هوشمند می شوند، بهبود و غنا بخشید. از جمله پیشنهادات این پژوهش متناسب با یافته ها، می توان به آگاه سازی شهروندان نسبت به محیط زیست توسط مدیران ذیربط، ارائه برنامه هایی برای ترویج فرهنگ مشارکت، توجه مدیران شهری و دستگاه های اجرایی و سیاستگذار به اهمیت محیط زیست و به ویژه هوشمندسازی آن در کلانشهر مشهد و بهره گیری از تجارب شهرهای پیشگام در دنیا اشاره نمود. همچنین به منظور انجام پژوهش های بعدی، پرداختن به بررسی نقش ذینفعان در پروژه هوشمندسازی محیط زیست کلانشهر مشهد پیشنهاد می گردد. مهمترین محدودیت های این تحقیق، کمبود منابع داخلی و پیشینه موضوع در ایران، عدم وجود سنجه هایی برای بررسی هوشمندی محیط زیست شهری در کلانشهرهای ایران متناسب با شرایط محلی و بومی هر شهر، عدم وجود گزارش هایی در خصوص اقدامات انجام شده در شهرهای ایران به ویژه کلانشهرهای آن می باشد.

منابع

بهتاش، محمدرضا، کی نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمد تقی، عسگری، علی، ۱۳۹۲، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه های تاب آوری کلانشهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۸ (۳).

پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت اله، حاتمی نژاد، حسین، پارسا، شهرام، شهر هوشمند: تبیین ضرورت ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی، فصلنامه نگرش های نو در جغرافیای انسانی، سال دهم، شماره دوم، بهار ۱۳۹۷

حسینی، مصطفی، ۱۳۹۷، تبیین الگوی شهر سبز با رویکرد سناریونگاری در افق ۱۴۰۵ مشهد، رساله دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.

زالی، نادر، اژدری، میلاد، ۱۳۹۵، شناسایی و تحلیل ساختاری پیشران های توسعه استان گیلان با کاربرد روش تحلیل اثرات متقابل، اولین کنفرانس ملی معماری شهرسازی و مهندسی عمران، قم، موسسه مدیریت کنفرانس های علمی اندیشوران هزاره سوم.

رفیعیان، مجتبی، مولوی، جمشید، ۱۳۹۱، رویکردها و روش های سنجش کیفیت محیط مسکونی شهر، انتشارات آذرخش، چاپ اول، تهران.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی خراسان رضوی، معاونت آمار و اطلاعات، ۱۳۹۸، سالنامه آماری استان خراسان رضوی.

شهرداری مشهد، دوازدهیمن آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد، ۱۳۹۵

صالحی، اسماعیل، آقابابایی، محمدتقی، سرمدی، هاجر، بهتاش، محمدرضا، ۱۳۹۰، بررسی میزان تاب آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت، فصلنامه محیط شناسی، شماره ۵۹.

کرباسی، علیرضا، صیادی، چیمن، ۱۳۹۳،تحلیل و برنامه ریزی استراتژیک زباله های شهری شهر مشهد در راستای حفظ محیط زیست، ششمسن کنفرانس ملی برنامه ریزی و مدیریت شهری

کیانی، اکبر، شهر هوشمند ضرورت هزاره سوم در تعاملات یکپارچه شهرداری الکترونیک (ارائه مدلی مفهومی- اجرایی با تاکید بر شهرهای ایران)، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۴، ۱۳۹۰

قمیان، علیرضا، ارزیابی شهر تبریز از نظر فاکتورهای شهر هوشمند (مطالعه موردی شهروندان و شهرداری تبریز)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

ملکی، سعید، زارع اشکذری، سید محمد، مودت، الیاس، تحلیلی بر آسیب شناسی اکولوژیک شهری (نمونه موردی شهر یزد)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره هفدهم، پاییز ۱۳۹۳

مدامی، مهدی، هدایتی، حسن، دادخواه، علیرضا، ۱۳۹۴، آلودگی آب شهر مشهد از دیدگاه توسعه شهری، نخستین همایش بین المللی جامع محیط زیست

مولایی، محمدمهدی، طالبیان، حامد، ۱۳۹۴، آینده پژوهی مسائل ایران با روش تحلیل ساختاری، فصلنامه مجلس و راهبرد، سال ۲۳، شماره ۸۶، صص ۵-۳۲.

یزدان داد، حسین، صادق، زهرا،۱۳۸۹، بررسی روشهای تصفیه شیرابه محلهای دفن زباله در مشهد، نخستین همایش ملی توسعه پایدار شهری، دانشگاه گیلان.

محمدی، غلامرضا، ۱۳۹۵، تبیین الگوی شهر هوشمند در کلانشهر مشهد مبتنی بر توسعه پایدار، رساله دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد.

مهدیزاد، وفا، ۱۳۹۵، میزان تاب آوری شهر سنندج در بعد زیست محیطی، اولین همایش بین المللی اقتصاد شهری.

Aleta, Neus., Alonso, Concepcion., Ruiz, Rosa M, 2017, Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities, Transportation Research Procedia, 24.

Anagnostopoulos, Theodoros, Kolomvatsos, Kostas, Anagnostopoulos, Christos, Zaslavsky, Arkady, Hadjiefthymiades, Stathes, (2015), Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities, Systems and Software, Vol 110, 178-192.

Al-Hadar, M., Rodzi, A. (2009), The smart city infrastructure development and monitoring, Theoretical & Empirical Researches in urban management, Vol 2, No11, 345-358.

Beatley, T., Newman, P. (2009), Green Urbanism Down Under: Learning from Sustainable Communities in Australia. Washington DC: Island Press.

Colldahi, C. Frey, S. Kelemen, J, 2013, Smart Cities: Strategic Sustainable Development for an Urban World. Master thesis, Sweden, Karlskrona university.

C. Yin, Z. Xiong, H. Chen, J. Wang, D. Cooper, B. David, A literature survey on smart cities, Sci. China Inf. Sci., 58 (10) (2015), pp. 1-18

Caragliu, Andrea,. Bo, Chiara F.Del, 2019, Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation, Technological Forecasting and Social Change.

Corbett, J., & Mellouli, S. (2017). Winning the SDG battle in cities: How an integrated information ecosystem can contribute to the achievement of the 2030 sustainable.

Castelli, M, Goncalyes, I, Trujillo, L, Popovic, A, (2017), An evolutionary system for ozone concentration forecasting, nformation Systems Frontiers, Springer, vol. 0, pages 1-10.

Gunderson, L.H. (2000), Ecological resilience- in theory and application. Annual Reviews. 31, 425-439.

Ferraro, S. 2013, Smart Cities, Analysis of a Strategic Plan, master thesis.

Huss, William, Honton, Edward, 1987, Scenario Planning- What Style Should you use?, Long Range Planning, Vol 20, No 4, pp. 21-29.

Hatzelhoffer, Lena, Humboldt, Kathrin, Lobeck, Michael, (2012), Smart City in Practice: Converting Innovation Ideas into Reality, JOVIS.

Haughton, G., Counsell, D., & Vigar, G. (2008, October 22). Sustainable development in post-devolution UK and Ireland. Regional Studies, 42(9), 1223–1236. https://doi.org/ 10.1080/00343400802360444.

Herzog, A. V., Lipman, T. E., & Kammen, D. M. (2001). Renewable energy sources encyclopedia of life support systems (EOLSS). Forerunner volume. Perspectives and overview of life support systems and sustainable development.

Ismagilova, E., Hughes, L., Dwivedi, Y. K., & Raman, K. R. (2019, August). Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. International Journal of Information Management, 47, 88–100. https://doi.org/10.1016/j. ijinfomgt.2019.01.004.

Kanchev, H., Lu, D., Colas, F., Lazarov, V., & Francois, B. (2011). Energy management and operational planning of a microgrid with a PV-based active generator for smart grid applications. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 58, 4583–4592.

Koontz, T.M., 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.

Kristiningrum, E, Kusumo, H, (2021), Indicators of Smart City Using SNI ISO 37122:2019

Komninos, N, (2009), Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments, Innovation and Regional Development, Vol. 1, No. 4.

Lowe, Melanie, Whitzman, Carolyn, Badland, Hannah, Davern, Melanie, Hes, Dominique, Aye, Lu, Butterworth, Lain, Corti, Billie, 2013, liveable healthy sustainable what are the key indicators for melbourne neighbourhoods? Mccaughey VicHealth Centre for Community Wellbeing, Melbourne University.

Lemos, M., Agrawal. A. (2006), Enviromental Governace. Annual Review of Enviroment and Resources, Vol 31, 297-325.

Liang, S., Xu, M., Suh, S., Tan, R.R, (2013), Unintended environmental consequences and co- benefits of economic restructuring, Environ. Sci. Technol. 47 (22), 12894-12902.

Mone, Gregory, (2015), The New Smart Cities, Communications of The ACM, 58(7).

M. Nilssen, To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation, Technol. Forecasting Soc. Change, 142 (2019), pp. 98-104

Moghim, s., Gna, R.K., (2019), Counties' classification by environmental resilience, Journal of Enviromental Management, 230, 345-354.

Miles, A., Zaslavsky, A., & Browne, C. (2018). IoT-based decision support system for monitoring and mitigating atmospheric pollution in smart cities. Journal of Decision Systems, 27, 56–67

Mohanty, S. P., Choppali, U., & Kougianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone. IEEE Consumer Electronics Magazine, 5(3), 60–70.

Nam, T, Theresa A.P, (2011), Smart city as urban innovation: Focusing on management, Policy and context, Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance.

Oralhan, Z., Oralhan, B., & Yiğit, Y. (2017). Smart city application: Internet of things (IoT) technologies based smart waste collection using data mining approach and ant colony.

Ozkaya, G., C. Erdin, Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique, Heliyon, 6 (10) (2020), p. e05052

Pinochet, L.H.C., G.F. Romani, C.A. de Souza, G. Rodríguez-Abitia, Intention to live in a smart city based on its characteristics in the perception by the young public, Revista de Gestão, 26 (1) (2019), pp. 73-92

Rybnytska, O., Burstein, F., Rybin, A. V., & Zaslavsky, A. (2018). Decision support for optimizing waste management. Journal of Decision Systems, 27, 67–78.

Shum, K, Watanabe, C, (2017), From Compact City to Smart City: A Sustainability Science & Synergy Perspective, Journal of Environmental Science and Engineering A 6 (2017) 200-208

Staffans, Aija, Horelli, Liisa, (2014), Expanded Urban Planning as a vehicle for understanding and shaping smart, Liveable Cities. Journal of Community Informatics, (10)3.

Stancic, Z. (2009). Smart Electricity Distribution Network. European Communities.

Silva, B.N., M. Khan, K. Han, Towards sustainable smart cities: a review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities, Sustain. Cities Soc., 38 (2018), pp. 697-713

Thornbush, mary, Golubchikov, Oleg, (2021), Smart energy cities: The evolution of the city energy-sustainability nexus, Environmental Development. Vol 39.

Wang, Stephen., Moriarty Patrick, 2019, Energy savings from Smart Cities: A critical analysis, Energy Procedia.

.