

شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری با تاکید بر اقتصاد سبز (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

هاتف حاضری^{۱*}، منصور رحمتی^۲

۱- دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

* ایمیل نویسنده مسئول: hafez_hazeri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۷

چکیده

امروزه افزایش استفاده از خودرو و وابستگی به آن در محیط‌های شهری، مشکلات متعددی از قبیل آلودگی هوا، ترافیک، مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی ایجاد کرده است. از همین رو شناسایی عوامل موثر بر پایداری حمل و نقل شهری با تاکید بر اقتصاد سبز و ارائه راهکار-های مناسب می‌تواند در پایداری و توسعه اقتصادی شهرها مثر ثمر باشد. با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه در صدد شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری است. پژوهش حاضر از نوع توصیفی-اکتشافی بوده و جامعه آماری تحقیق را کارشناسان آشنا به موضوع حمل و نقل پایدار و اقتصاد سبز تشکیل می‌دهند که به روش گلوله برفی، تعداد ۱۰ نفر از آنها به عنوان نمونه آماری تحقیق انتخاب شدند. همچنین برای روایی ابزار تحقیق از روش تحلیل محتوا، برای پایایی آن از روش آزمون مجدد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری (ISM) و تحلیل MICMAC استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که از بین ۳۷ عامل شناسایی شده اولیه، ۱۲ عامل در محاسبه روایی محتوایی، ضریب CVR بالای ۰/۷۵ را کسب کرده و به عنوان عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهر اردبیل شناخته شدند. همچنین سطح‌بندی عوامل نشان داد که عوامل مربوطه در چهار سطح قابل طبقه‌بندی هستند. عوامل فرهنگ حمل و نقل، ارتباطات الکترونیکی، ابزار و تجهیزات هوشمند، دسترسی به خدمات حمل و نقل و سفر وسیله نقلیه موتوری در پایین‌ترین سطح و عوامل آلودگی هوا، امنیت و زیست‌پذیری اجتماع در بالاترین سطح قرار گرفتند. دسته‌بندی آنها هم نشان داد که عوامل کیفیت برنامه‌ریزی، فرهنگ حمل و نقل، هزینه‌های حمل و نقل، ارتباطات الکترونیکی و ابزارها و تجهیزات هوشمند، کلیدی‌ترین عوامل در خصوص پایداری حمل و نقل شهر اردبیل هستند.

کلمات کلیدی: "حمل و نقل"، "پایدار شهری"، "اقتصاد سبز"، "مدلسازی ساختاری-تفسیری (ISM)"، "شهر اردبیل".

۱- مقدمه

شهرها می‌باشد. آمارها نشان می‌دهد که تا سال 2025 مصرف انرژی در بخش حمل و نقل و انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به سال 2000 تا دو برابر افزایش یابد. علاوه بر آن به طور میانگین سالانه حدود 500 هزار نفر در کشورهای در حال توسعه دچار مرگ زودرس ناشی از آن آلودگی هوا ایجاد شده بخاطر حمل و نقل می‌شوند (استادی جعفری و حیدری، ۱۳۹۰: ۱). دستیابی به توسعه پایدار به عنوان یکی از اهداف اساسی کشورها لزوم توجه بیشتر به توسعه سیستم حمل و نقل سازگار با محیط زیست را آشکار می‌سازد. افزایش نیاز روز افزون به توسعه بخش حمل و نقل به عنوان یکی از ارکان توسعه، ضرورت توجه به توسعه پایدار در این بخش را تقویت می‌کند. در این راستا پیاده‌سازی یک سیستم حمل و نقل پایدار نقش موثری ایفا می‌نماید. دسترسی به پایداری در حمل و نقل مستلزم شناخت اثرات متقابل حمل و نقل با بخش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی است زیرا در نهایت اثرات این بخش‌ها چگونگی جهت‌گیری و حرکت به سمت این هدف را مشخص می‌کند (رصاصی و زرآبادی‌پور، ۱۳۸۶: ۳۴). سیاست‌های حمل و نقل پایدار درصد جستجوی روش‌هایی است که امکان دسترسی مناسب را برای

امروزه شبکه حمل و نقل در ساختار اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی جوامع چنان با اهمیت شده است که کارشناسان آن را زیربنای توسعه پایدار هر جامعه می‌دانند (احدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳). حمل و نقل شهری یکی از مهمترین مسائل کلان در کشورهای در حال توسعه است. از یک طرف رشد سریع جمعیت، توسعه شهری، افزایش مهاجرت از روستاها به شهرها، تغییر فرهنگ و الگوی مصرف جامعه و عادات و ساختارهای اجتماعی بر حمل و نقل اثر گذاشته و موجب افزایش تقاضای حمل و نقل شهری گردیده است (رصاصی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۶). از طرف دیگر عرضه زیر ساخت‌ها و خدمات حمل و نقل در برخی مواقع پاسخگوی تقاضای جامعه نمی‌باشد. علاوه بر آن افزایش سطح درآمد در جامعه و در نتیجه افزایش خودروهای شخصی، کمبود امکانات حمل و نقل عمومی در شهرهای پر جمعیت موجب مشکلاتی همچون ازدحام، آلودگی هوا، آلودگی‌های صوتی و محیط زیست گردیده است. افزایش تصادفات در جامعه، افزایش مرگ و میر، هزینه‌های درمان و نابرابری‌های اجتماعی مصرف‌فزاینده انرژی‌های فسیلی از دیگر تبعات حمل و نقل در کلان

پاسخگوی نیاز مسافران و تسهیل در جابجایی در شهر نمی‌باشد. ترافیک سنگین در برخی معابر، هزینه‌های بالای حمل و نقل، کمبود ناوگان اتوبوسرانی در برخی مواقع فرسوده بودن ناوگان حمل و نقل، نشانگر ضعف در سیستم حمل و نقل می‌باشد. همچنین افزایش سرسام‌آور اتومبیل‌های شخصی در شهرهای بزرگ، موجبات شکل‌گیری اثرات زیست محیطی گردیده است. به واقع تشویق شهروندان به استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی و گسترش خطوط و شبکه‌های حمل و نقل عمومی در بافت‌های شهری کشور، فرصت بهره‌برداری از فواید توسعه را فراهم می‌سازد (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۰). شهر اردبیل به عنوان مطالعه موردی این تحقیق، مرکز استان اردبیل است که حجم بالای تردهای شهری در آن صورت می‌گیرد. تمرکز بالای بخش خدمات در این شهر، باعث افزایش حجم تردد شهری در طول روز می‌گردد. این امر موجب ایجاد ترافیک، آلودگی‌های صوتی و زیست محیطی ناشی از آن می‌گردد. محدودیت‌هایی سیستم حمل و نقل شهر اردبیل مانند عدم همپوشانی خطوط شهری توسط انواع وسایل حمل و نقل عمومی درون شهری شامل تاکسیرانی و اتوبوسرانی، سهم بالای مسافربرهای غیررسمی در جابه‌جایی شهروندان، تردهای غیرضروری، نظارت ناکافی عملکرد سیستم‌های حمل و نقل، افزایش روز افزون فاصله سفرهای کاری و غیرکاری و نامناسب بودن ساختار و کیفیت شبکه معابر برای تسهیل در جابه‌جایی، استفاده کم از دوچرخه در راستای دستیابی به حمل و نقل پاک، توجه ناکافی به اصل شهر پیاده‌محور و... نیاز به ایجاد سیستم حمل و نقل پایدار در شهر اردبیل را ایجاد می‌نماید. در همین خصوص و با توجه به افزایش نیاز روز افزون به حمل و نقل، ایجاد یک سیستم حمل و نقل پایدار شهری از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد و در این راستا هدف اصلی این تحقیق پژوهش تحلیل و شناسایی مولفه‌ها و عوامل موثر بر ایجاد سیستم حمل و نقل پایدار با تاکید بر اقتصاد سبز در شهر اردبیل است.

پیشینه تحقیق

بانستر (۲۰۰۶) به ارائه چشم اندازهای توسعه پایدار شهری و حمل و نقل در محدوده اتحادیه اروپا پرداخته و دو راهکار کلان را برای نیل به هدف حمل و نقل پایدار تا سال ۲۰۲۰ در اتحادیه اروپا ارائه داد. اول حمایت از تحقیقات و توسعه اتومبیل‌های کوچک شهری که با سوخت هیدروژنی کار می‌کنند که به کاهش آلودگی هوا و صدا کمک بسیار می‌نماید و دوم تلاش بر تغییر رفتار ترافیکی مردم و کاهش نیاز به سفر. احمد (۲۰۰۷) در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که کاهش اثرات منفی حمل و نقل و ترافیک روی زندگی شهرنشینان، نیازمند حرکت به سوی سیستم‌های حمل و نقل پایدار می‌باشد و سیستم‌های حمل و نقل پایدار متکی بر سه رکن اساسی توسعه پایدار یعنی حفاظت محیط زیست، برابری اجتماعی و کارآمدی اقتصادی برای نسل-

همه اقشار جامعه فراهم کرده، هزینه‌های اقتصادی را تعدیل نموده و زمینه آلودگی‌های زیست محیطی را کاهش دهد. توسعه پایدار سیستم حمل و نقل بر پایه اقتصادسبز می‌تواند منجر به حفظ تعادل زیست محیطی شهری و برآورده نمودن خواسته‌های اجتماعی مردم گردد که توسعه و بهبود آن نیز در توسعه اقتصادی نقش بسزایی ایفا می‌کند. حمل و نقل پایدار آن است که سلامت جامعه یا اکوسیستم را به خطر نمی‌اندازد و نرخ استفاده از منابع تجدیدپذیر از نرخ باز تولید آنها فراتر نمی‌رود. توسعه حمل و نقل پایدار فاکتورهای محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی را در تصمیم‌گیری در فعالیت حمل و نقل بکار می‌گیرد. حرکت به سوی اقتصاد سبز با ایجاد مشاغل سبز و سبز شدن صنایع موجود و فرآیندهای تولید و اشتغال عناصر کلیدی برای دستیابی به توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی در محیط زیست می‌باشد. بر اساس تعریف UNDP اقتصاد سبز، اقتصادی است که در وضعیت رفاه انسانی پیشرفت و برابری اجتماعی حاصل شود به گونه‌ای که خطرات زیست محیطی و کمبودهای اکولوژیکی را کاهش دهد. به عبارت دیگر اقتصادی که در آن رشد اشتغال و درآمد از طریق سرمایه‌گذاری‌های عمومی و خصوصی برای کاهش انتشار کربن و آلودگی‌ها، بهبود کارایی انرژی منابع، پیشگیری از اتلاف تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی حاصل شود، نیز نامیده می‌شود (ابراهیمی، ۱۳۹۷: ۴). حمل و نقل سبز پایدار، از پایداری زیست محیطی از طریق حمایت از اقلیم جهانی، اکوسیستم، سلامتی عامه و منابع طبیعی و دو قطب دیگر پایداری به ویژه قطب اقتصادی حمل و نقل عادلانه، کارآمد و قابل دسترس برای همگان و حامی اقتصاد رقابتی پایدار از طریق توسعه منطقه‌ای متعادل و ایجاد مشاغل مناسب (و قطب اجتماعی) برآوردن نیازهای پایه و توسعه‌ای افراد، موسسات و جامعه به روشی ایمن و منطبق با سلامت انسان و اکوسیستم و حمایت از کاهش فقر و ایجاد عدالت بین‌نسلی حمایت می‌کند.

حمل و نقل کالا و مسافر، جزئی جدانشدنی از هر جامعه است که از برهم‌کنش اقتصادی اجتماعی بین گروه‌های مختلف آن جامعه ناشی می‌شود. از نظر اقتصادی اهمیت حمل و نقل به حدی است که آن را بستر توسعه اقتصادی می‌نامند. برنامه‌ریزی مناسب و دقیق در این زمینه و بهبود و ساماندهی زیرساخت‌های حمل و نقل باعث کاهش هزینه تولید در اقتصاد گردیده و در رونق تجارت و بازرگانی اثر می‌گذارد. کارایی بخش حمل و نقل در افزایش بهره‌وری نظام اقتصادی جامعه موثر بوده است و اثر سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل در افزایش تولید ناخالص ملی (GNP) و ارزش افزوده مثبت می‌باشد. همچنین توسعه زیرساخت‌های بخش حمل و نقل می‌تواند موجب ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در جامعه گردد. موضوع حمل و نقل به عنوان یکی از مهمترین مسائل مهم شهرهای کشور ایران می‌باشد. در وضعیت کنونی بسیاری از سفرهای شهری با خوردروهای شخصی انجام می‌گیرد و سیستم حمل و نقل عمومی با ظرفیت کنونی خود،

و یکپارچه، ارتقا فرهنگ رانندگی، ارائه آموزش، جایگزین کردن خودروی فرسوده با خودرو نو و هیبریدی، نصب علائم ترافیکی، ایجاد مراکز پیاده‌محور در شهر بالاخص بافت مرکزی از عوامل تاثیرگذار می‌باشد. براری و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله ارزیابی شاخص‌های پایداری حمل و نقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز با مطالعه موردی شهر ساری به این نتیجه رسیده‌اند که توسعه حمل و نقل غیرموتوری، هزینه تصادفات و مدیریت تقاضای سفر از مهمترین عوامل مولفه‌های پایداری حمل و نقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز در شهر ساری هستند. اسکندری‌ثانی و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله بررسی عوامل مؤثر بر حمل و نقل پایدار شهری بر پایه نظریه اقتصاد سبز (مورد مطالعه: شهر بیرجند)، به این نتیجه رسیده‌اند که به ترتیب مولفه‌های کلی زیرساختی، شهر هوشمند، زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی بیشترین تأثیر بر حمل و نقل پایدار با رویکرد اقتصاد سبز دارند همچنین مدیریت واحد و یکپارچه، ارتقا فرهنگ رانندگی، ارائه آموزش، جایگزین کردن خودروی فرسوده با خودرو نو و هیبریدی، نصب علائم ترافیکی، ایجاد مراکز پیاده محور در شهر بالاخص بافت مرکزی از عوامل تأثیرگذار می‌باشد.

۲- روش انجام تحقیق

این تحقیق از لحاظ روش توصیفی- اکتشافی و از لحاظ هدف کاربردی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز این تحقیق از طریق اسنادی و میدانی (پرسشنامه) جمع آوری شده است. جامعه آماری این تحقیق کارشناسان آشنا به مبحث حمل و نقل شهری اردبیل و نظریه اقتصاد سبز می‌باشند که به دلیل مشخص نبودن تعداد آنها و ابهام در میزان آشنایی آنها با موضوع تحقیق، از روش گلوله برفی برای شناسایی کارشناسان استفاده شد. در این رابطه تعداد نمونه کارشناسان تا حصول شناخت بهتر و اشباع نظری در پاسخ‌های دریافتی (نزدیکی و تکرار پاسخ‌ها)، ادامه یافت و نهایتاً به ۱۰ نفر رسید. در همین راستا بعد از عوامل/مولفه‌های اولیه از طریق مطالعات کتابخانه‌ای استخراج شد، با کارشناسان مذکور مصاحبه شد و پس از جمع‌بندی عوامل، روایی محتوایی آنها به دست آمد و نهایتاً پرسشنامه تخصصی میزان تاثیرگذاری و تأثیرپذیر عوامل، باز هم از طریق همان ۱۰ کارشناس مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم بذکر است که برای روایی ابزار تحقیق از روش تحلیل محتوایی (CVR)، برای پایایی آن از روش آزمون مجدد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدلسازی ساختاری- تفسیری (ISM) و تحلیل MICMAC استفاده شد.

های حاضر و آینده می‌باشد. هیلداگو و هویزنگ (۲۰۱۳) در پژوهشی تحت عنوان اجرای حمل و نقل پایدار در آمریکای لاتین، برای توسعه برخی از سیستم‌های حمل و نقل و جلوگیری از اثرات منفی رشد بی رویه موتوری شدن حمل و نقل شهرها، اصول سه‌گانه اجتناب - تغییر - بهبود را پیشنهاد کرده‌اند. اوگونی و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیق با عنوان اقتصاد سبز در بخش حمل و نقل (مطالعه موردی آفریقای جنوبی) به این نتیجه رسیده‌اند که حمل و نقل این کشور در آینده نزدیک به اقتصاد سبز به عنوان ابزاری حیاتی برای پاسخگویی به چالش‌های توسعه حیاتی مواجه خواهد شد. صفایی (۱۳۷۸) در پایان نامه برنامه‌ریزی راهبردی در جهت کاهش آثار سوء حمل و نقل بر ناحیه مرکزی شهرها (مطالعه شهر مشهد) به این نتیجه رسیده است که با تغییر وسایل حمل و نقل شهری به نفع وسایل حمل و نقل عمومی (اتوبوس مینی بوس) از شدت حرکت وسایل حمل و نقل شهری کاسته شده و نهایتاً ظرفیت موجود شبکه‌های ارتباطی قادر بر حجم عبوری وسایل نقلیه خواهند شد. زیرا ظرفیت شبکه‌های ارتباطی محدودهای مورد مطالعه پاسخگوی حجم حرکتیهای محدودی مورد مطالعه نبوده است. رصافی و زرآبادی‌پور (۱۳۸۸) در تحقیقی به بررسی توسعه پایدار حمل و نقل در ایران با استفاده از تحلیل چند هدفی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داده است که معیار اقتصاد به عنوان اصلی‌ترین معیار و گزینه‌های افزایش حمل و نقل همگانی و کنترل آلودگی هوا با تشکیل ستادهای معاینه فنی خودرو به عنوان موثرترین سیاست‌ها در راستای توسعه پایدار حمل و نقل می‌باشد. استادی جعفری و رصافی (۱۳۹۰) در تحقیق سیاست‌های توسعه پایدار در بخش حمل و نقل شهری (شهر مشهد) را با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی به این نتیجه دست یافته‌اند که سیاست‌های هم پیمایی، کاهش خودروهای فرسوده و افزایش کیفیت وسایل نقلیه همگانی، بیشترین تاثیرگذاری را بر روی شاخص‌های پایداری گذاشته است. غلام‌پور و عراقی (۱۳۹۳) به بررسی ارزیابی مدیریتی سیستم حمل و نقل عمومی درون شهری در جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر بیرجند) پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داده که ایجاد سازمان مدیریت حمل و نقل مسافر درون شهری زیر مجموعه شهرداری را بهترین گزینه انسجام سیستم حمل و نقل درون شهری بیرجند در جهت رسیدن به حمل و نقل پایدار می‌باشد. محمدپور و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق تحلیلی بر مدیریت تقاضای سفر در راستای حمل و نقل پایدار شهری به بررسی این موضوع در کلان شهر تهران به این نتیجه رسیده‌اند که با اعمال سه متغیر (نوع خودرو، عمر خودرو و مسافت پیموده شده) برای دریافت کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و افزایش مطلوبیت استفاده از حمل و نقل عمومی به عنوان گزینه جایگزین تحقق خواهد یافت. ابراهیمی (۱۳۹۷) در پایان نامه برنامه ریزی حمل و نقل پایدار در شهر یاسوج به این نتیجه رسیده است که مدیریت واحد

جدول شماره ۱: شاخص‌های حمل و نقل پایدار شهری بر پایه نظریه اقتصاد سبز

بعد	شاخص	تعریف عملیاتی
اجتماعی	امنیت	امنیت حمل و نقل و میزان مرگ و میر و معلولیت ناشی از تصادفات
	کیفیت برنامه‌ریزی	میزان جامعیت و مقبولیت برنامه‌ریزی
	مدیریت تقاضای سفر	بکار بردن برنامه‌های مدیریت تقاضای سفر به منظور رفع مشکلات و افزایش کارایی سیستم حمل و نقل
	زمان	میزان متوسط زمان سفر روزانه خانه به خانه (رفت و آمد روزانه)
	حفاظت فرهنگی	میزان حفاظت از ارزش‌های تاریخی و فرهنگی در تصمیم‌گیری‌های ترافیکی (حمل و نقل)
	فرهنگ حمل و نقل	وضعیت فرهنگ شهروندان در خصوص حمل و نقل و رعایت حقوق شهروندی
اقتصادی	قوانین و مقررات	میزان مطلوبیت قوانین مقررات حوزه حمل و نقل
	قابلیت دسترسی به اشتغال	میزان دسترسی به فرصت‌های شغلی در فاصله ۳۰ دقیقه‌ای از محل سکونت
	هزینه‌های سفر	میزان مخارج خانواده که صرف حمل و نقل می‌شود
	بازده هزینه	میزان هزینه‌های شبکه معابر، پارکینگ و دیگر خدمات ترافیکی که توسط استفاده‌کنندگان خودرو شخصی به صورت مستقیم پرداخت می‌شود
	هزینه تصادفات	میزان هزینه تصادفات
	کارایی حمل و نقل	میزان سرعت و مقرون به صرفه بودن حمل و نقل تجاری و کالا
زیرساختی	حمل و نقل تجاری	میزان کیفیت حمل و نقل برای کسب و کارها، آژانس‌های عمومی و گردشگران
	اصلاحات فرآیند قیمت گذاری	میزان اصلاحات قیمت گذاری پارکینگ و ...
	توسعه حمل و نقل غیرموتوری	میزان جمعیتی که به طور منظم پیاده روی یا دوچرخه سواری می‌کنند
	سفر وسایل نقلیه موتوری	میزان مسافت طی شده با وسیله شخصی بویژه در اوج ترافیک شهری
	تنوع حمل و نقل	تنوع و کیفیت گزینه‌های حمل و نقل موجود در جامعه
	تعادل و تناسب	برقراری تعادل و تناسب بین زیرساختها و ناوگان و تجهیزات ناوبری
زیست محیطی	خدمات تحویل	میزان کیفیت و کمیت خدمات تحویل (پیک‌ها و انبارها)
	دسترسی سیستم حمل و نقل عمومی	میزان دسترسی به حمل و نقل عمومی (پوشش مسیرهای مختلف توسط حمل و نقل عمومی شهر)
	دسترسی عابران	کیفیت خدمات حمل و نقل و دسترسی عابران
	دسترسی معلولان	کیفیت تسهیلات و خدمات حمل و نقل برای افراد معلول
	سفر کودکان	میزان و کیفیت سفر کودکان به مدرسه و دیگر مقاصد محلی به شکل پیاده یا با دوچرخه
	توسعه خدمات	الزامی کردن پیاده‌رو و پارکینگ در تمامی توسعه‌های جدید
شهر هوشمند	زیست پذیری اجتماع	میزان حمایت فعالیت‌های حمل و نقلی از اهداف زیست محیطی (کیفیت زیست محیطی محلی)
	تغییرات اقلیمی	میزان مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار دی‌اکسیدکربن و گازهای دیگری که موجب تغییرات اقلیمی می‌گردند
	آلودگی هوا	میزان انتشار گازهای آلاینده هوا
	آلودگی صوت	میزان جمعیتی که در معرض آلودگی صدای ترافیک قرار دارند
	آلودگی آب	میزان کاهش کیفیت آب ناشی از توسعه حمل و نقل
	آلودگی منظر	میزان ضایعات ایجاد شده ناشی از توسعه حمل و نقل
شهر هوشمند	اثرات کاربری زمین	میزان زمین اختصاصی به تسهیلات حمل و نقل
	بازده انرژی	میزان مصرف منابع تجدیدناپذیر در تولید و استفاده از تسهیلات حمل و نقل و وسایل نقلیه
	تخریب ناشی از فرسودگی	تکنولوژی پایین برخی از خودروهای شخصی و فرسوده بودن آنها در ایجاد سیستم حمل و نقل پایدار
	برنامه ریزی کاربری زمین	میزان بکار بستن شیوه‌های نوین مدیریت کاربری زمین (رشد هوشمند و دسترسی بیشتر)
	ارتباطات الکترونیک	میزان جمعیت برخوردار از اینترنت و دورکاری
	خدمات الکترونیک و امکانات رفاهی	ایجاد مغازه و تسهیلات رفاهی در مجاورت مناطق مسکونی و تشویق بخش خصوصی در ایجاد پارکینگ
شهر هوشمند	ابزار و تجهیزات لازم	استفاده از سیستم کارت اعتباری بجای تهیه و خرید بلیط، نصب دوربینهای هوشمند و نصب علائم ترافیکی در ایجاد سیستم حمل و نقل

منبع (Litman, 2015; Hardy, 2011; Gilbert et al, 2002; Zegras, 2006; مویدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ براری و همکاران، ۱۳۹۷؛ اسکندری نانی و همکاران، ۱۳۹۸).

نظرات ۱۰ نفر از کارشناسان آشنا با موضوع حمل و نقل پایدار و اقتصاد سبز جهت تحلیل محتوایی در دو مرحله بهره گرفته شده است. که در این خصوص بنابر نظرات کارشناسی در مرحله اول

روایی محتوایی و شناسایی عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهری: همانگونه که توضیح داده شد، برای شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری از

پایایی پرسشنامه عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهری: برای سنجش پایایی پرسشنامه ISM از روش آزمون مجدد استفاده شد. بر این اساس، پرسشنامه مربوطه دوبار و به فاصله یک هفته از هم، توسط ۱۰ نفر کارشناس مربوطه تکمیل شد که مجموع همبستگی بین پاسخ-های اعلام شده از طرف کارشناسان برای بار اول برابر با ۰/۷۸۶ و برای بار دوم ۰/۷۵۴ محاسبه شد. با توجه به اینکه همبستگی پاسخها بالاتر از ۰/۷۰ بود، لذا می‌توان گفت که پرسشنامه از پایایی قابل قبولی برخوردار است.

۳- نتایج

جهت شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری (ISM) و تحلیل MICMAC استفاده شد. پس از شناسایی عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهری این عوامل در ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM) وارد شد (جهت بررسی میزان تأثیر هر یک از عوامل نسبت به همدیگر). به این منظور ابتداء پرسشنامه ۱۲*۱۲ و به صورت مقایسه دو به دو طراحی شد. به این صورت که ۱۲ عامل انتخاب شده در سطر و ستون اول جدول ذکر شد و از کارشناسان خواسته شد که نوع ارتباطات دوجه دویی عوامل را مشخص کنند. بدین منظور از چهار نماد به شرح زیر استفاده می‌گردد:

- نماد V: یعنی i منجر به j می‌شود.
 نماد A: یعنی j منجر به i می‌شود.
 نماد X: ارتباط دوطرفه از i به j و برعکس.
 نماد O: هیچ ارتباطی بین i و j وجود ندارد.

تحلیل محتوایی، تعدادی از عوامل اولیه شناسایی شده (۳۷ عامل اولیه) به دلیل مشابهت و نزدیکی هدف، ادغام شدند (هزینه‌ها، دسترسی‌ها، تنوع و ...) تا نهایتاً تعداد ۲۷ عامل مورد تایید کارشناسان، در مرحله دوم مورد بررسی و امتیازدهی قرار گرفت. در این خصوص، عواملی که ضریب CVR آنها بیش از ۰/۷۵ بود به عنوان عوامل نهایی انتخاب شدند. جدول شماره ۲ بیانگر آن است که از بین ۲۷ عامل (ارائه شده در جدول شماره ۲)، تعداد ۱۲ عامل ضریب بالای ۰/۷۵ را کسب کرده‌اند و به عنوان عوامل نهایی این تحقیق به حساب می‌آیند.

رابطه شماره ۱:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} = \frac{9 - \frac{10}{2}}{\frac{10}{2}} = 0.8$$

جدول ۲- عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهری

عوامل	CVR	عوامل	CVR
امنیت	۱	تعادل و تناسب	۰/۶
کیفیت برنامه‌ریزی	۰/۸	دسترسی به خدمات حمل و نقل (عابران، معلولان، کودکان)	۱
مدیریت تقاضای سفر	۰/۶	زیست‌پذیری اجتماع	۰/۸
زمان	۰/۶	تغییرات اقلیمی	۰/۶
حفاظت فرهنگی	۰/۶	آلودگی هوا	۰/۸
فرهنگ حمل و نقل	۱	آلودگی صوت	۰/۶
قوانین و مقررات	۰/۶	آلودگی آب	۰/۶
قابلیت دسترسی به اشتغال	۰/۶	آلودگی منظر	۰/۶
هزینه‌ها (هزینه‌های سفر، هزینه تصادفات و بازدهی هزینه)	۰/۸	بازده انرژی	۰/۸
کارایی حمل و نقل	۰/۶	برنامه ریزی کاربری زمین	۰/۶
تنوع خدمات حمل و نقل (تجاری، تحویل و باربری،)	۰/۶	ارتباطات الکترونیک	۰/۸
اصلاحات فرآیند قیمت گذاری	۰/۶	خدمات و امکانات رفاهی	۰/۶
توسعه حمل و نقل غیرموتوری	۱	ابزار و تجهیزات هوشمند	۱
سفر وسایل نقلیه موتوری	۰/۸	-	-

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

جدول ۲- ماتریس خود تعاملی ساختاری عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری

ابزار و تجهیزات هوشمند	ارتباطات الکترونیک	بازده انرژی	آلودگی هوا	زیست پذیری اجتماع	دسترسی به خدمات حمل و نقل	سفر وسایل نقلیه موتوری	توسعه حمل و نقل غیرموتوری	هزینه‌ها	فرهنگ حمل و نقل	کیفیت برنامه‌ریزی	امنیت	J I
A	A	O	O	O	O	A	O	X	A	X	-	امنیت
X	X	V	V	V	V	V	V	X	X	-		کیفیت برنامه‌ریزی
A	A	V	V	O	A	V	V	V	-			فرهنگ حمل و نقل
X	A	X	X	V	A	O	X	-				هزینه‌ها
A	O	O	V	V	X	V	-					توسعه حمل و نقل غیرموتوری
A	A	O	V	V	A	-						سفر وسایل نقلیه موتوری
A	A	O	O	V	-							دسترسی به خدمات حمل و نقل
A	A	X	X	-								زیست‌پذیری اجتماع
A	O	A	-									آلودگی هوا
A	O	-										بازده انرژی
X	-											ارتباطات الکترونیک
-												ابزار و تجهیزات هوشمند

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

می‌توان به ماتریس دست پیدا کرد. این قواعد به صورت زیر است:

اگر خانه I_j در ماتریس SSIM نماد V گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد 1 می‌گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه J_i عدد صفر می‌گیرد.

اگر خانه I_j در ماتریس SSIM نماد A گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد صفر می‌گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه J_i عدد 1 می‌گیرد.

اگر خانه I_j در ماتریس SSIM نماد X گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد 1 می‌گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه J_i عدد 1 می‌گیرد.

اگر خانه I_j در ماتریس SSIM نماد O گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد صفر می‌گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه J_i عدد صفر می‌گیرد.

با توجه به قوانین تکنیک ISM، ماتریس دسترسی اولیه مطابق جدول ۳ تبدیل می‌شود.

بعد از جمع‌بندی نظرات حاصل از کارشناسان، ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها (خودتعاملی ساختاری) به صورت جدول ۲ استخراج گردید.

ماتریس دسترسی اولیه

ماتریس دسترسی اولیه از تبدیل ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (0 و 1) حاصل گردید. برای استخراج ماتریس دسترسی در هر سطر عدد یک، جایگزین علامت‌های V و X و عدد صفر، جایگزین علامت‌های O و A در ماتریس دسترسی اولیه شد. پس از تبدیل تمام سطرها، نتیجه حاصله، ماتریس دسترسی اولیه گردید. در مرحله بعد روابط ثانویه بین متغیرها کنترل شد. رابطه ثانویه به گونه‌ای است که اگر متغیر J منجر به متغیر I شود و این متغیر به K منجر شود، پس متغیر J منجر به متغیر K خواهد شد. با تبدیل نمادهای روابط ماتریس SSIM به اعداد صفر و یک بر حسب قواعد زیر

جدول ۳- ماتریس دسترسی اولیه

ابزار و تجهیزات هوشمند	ارتباطات الکترونیک	بازده انرژی	آلودگی هوا	زیست‌پذیری اجتماع	دسترسی به خدمات حمل و نقل	سفر وسایل نقلیه موتوری	توسعه حمل و نقل غیرموتوری	هزینه‌ها	فرهنگ حمل و نقل	کیفیت برنامه‌ریزی	امنیت	J I
*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	۱	-	امنیت
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	۱	کیفیت برنامه‌ریزی
*	*	۱	۱	*	*	۱	۱	۱	-	۱	۱	فرهنگ حمل و نقل
۱	*	۱	۱	۱	*	*	۱	-	*	۱	۱	هزینه‌ها
*	*	*	۱	۱	۱	۱	-	۱	*	*	*	توسعه حمل و نقل غیرموتوری
*	*	*	۱	۱	*	-	*	*	*	*	۱	سفر وسایل نقلیه موتوری
*	*	*	*	۱	-	۱	۱	۱	۱	*	*	دسترسی به خدمات حمل و نقل
*	*	۱	۱	-	*	*	*	*	*	*	*	زیست‌پذیری اجتماع
*	*	*	-	۱	*	*	*	۱	*	*	*	آلودگی هوا
*	*	-	۱	۱	*	*	*	۱	*	*	*	بازده انرژی
۱	-	*	*	۱	۱	۱	*	۱	۱	۱	۱	ارتباطات الکترونیک
-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	ابزار و تجهیزات هوشمند

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر نشان داده می‌شود. قدرت نفوذ هر متغیر عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی (شامل خودش) که می‌تواند در ایجاد آنها نقش داشته باشد. میزان وابستگی عبارت است از تعداد نهایی متغیرهایی که موجب ایجاد متغیر مذکور می‌شوند.

ماتریس دسترسی نهایی

پس از تشکیل ماتریس دسترسی اولیه موثر بر حمل و نقل پایدار شهری با دخیل نمودن انتقال‌پذیری در روابط متغیرها، ماتریس دسترسی نهایی تشکیل شد تا ماتریس دسترسی اولیه سازگار گردد. در این مرحله، کلیه روابط ثانویه بین متغیرها، بررسی شد تا ماتریس دسترسی نهایی به دست آید. در این

جدول ۴- ماتریس دسترسی نهایی

قدرت نفوذ	ابزار و تجهیزات هوشمند	ارتباطات الکترونیک	بازده انرژی	آلودگی هوا	زیست‌پذیری اجتماع	دسترسی به خدمات حمل و نقل	سفر وسایل نقلیه موتوری	توسعه حمل و نقل غیرموتوری	هزینه‌ها	فرهنگ حمل و نقل	کیفیت برنامه‌ریزی	امنیت	J I
۲	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	۱	-	امنیت
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	۱	کیفیت برنامه‌ریزی
۷	*	*	۱	۱	*	*	۱	۱	۱	-	۱	۱	فرهنگ حمل و نقل
۷	۱	*	۱	۱	۱	*	*	۱	-	*	۱	۱	هزینه‌ها
۵	*	*	*	۱	۱	۱	۱	-	۱	*	*	*	توسعه حمل و نقل غیرموتوری

۳	*	*	*	۱	۱	*	-	*	*	*	*	۱	سفر وسایل نقلیه موتوری
۵	*	*	*	*	۱	-	۱	۱	۱	۱	*	*	دسترسی به خدمات حمل و نقل
۲	*	*	۱	۱	-	*	*	*	*	*	*	*	زیست‌پذیری اجتماع
۲	*	*	*	-	۱	*	*	*	۱	*	*	*	آلودگی هوا
۳	*	*	-	۱	۱	*	*	*	۱	*	*	*	بازده انرژی
۸	۱	-	*	*	۱	۱	۱	*	۱	۱	۱	۱	ارتباطات الکترونیک
۱۱	-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	ابزار و تجهیزات هوشمند
-	۳	۲	۵	۸	۹	۴	۶	۵	۹	۴	۵	۶	میزان وابستگی

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

پذیرند (خروجی). مجموعه پیش‌نیاز شامل خود متغیر و متغیرهایی است که بر آن تأثیر می‌گذارند (ورودی). مجموعه مشترک نیز اشتراک دو مجموعه فوق است. چنانچه مجموعه‌های دستیابی و مشترک برای یک متغیر یکسان باشد آن متغیر در بالاترین سطح مدل قرار می‌گیرد. این بدین معناست که این معیار به شدت تحت تأثیر سایر معیارها قرار داشته و اثرگذاری کمی بر روی سایر معیارها دارد. پس از تعیین سطح هر یک از متغیرها، متغیر مذکور کنار گذاشته شده و سطح‌بندی برای سایر متغیرها به همین ترتیب تا زمانی که تمامی متغیرها تعیین سطح شوند تکرار می‌گردد.

با عنایت به جدول شماره ۴، عوامل کیفیت برنامه‌ریزی و ابزارها و تجهیزات هوشمند با میزان قدرت نفوذ ۱۱ بیشترین تأثیر و امنیت، زیست‌پذیری اجتماع و آلودگی هوا با میزان قدرت نفوذ ۲ کمترین تأثیر را دارند.

سطح‌بندی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری

در این گام از پژوهش ماتریس دسترسی نهایی به سطوح مختلف دسته‌بندی می‌شود. برای تعیین سطح عوامل در مدل نهایی، به ازای هر کدام از آنها، سه مجموعه خروجی (دستیابی)، ورودی (پیش‌نیاز) و مشترک تشکیل شد. در همین خصوص، مجموعه دستیابی شامل خود متغیر و متغیرهایی است که از آن تأثیر می‌-

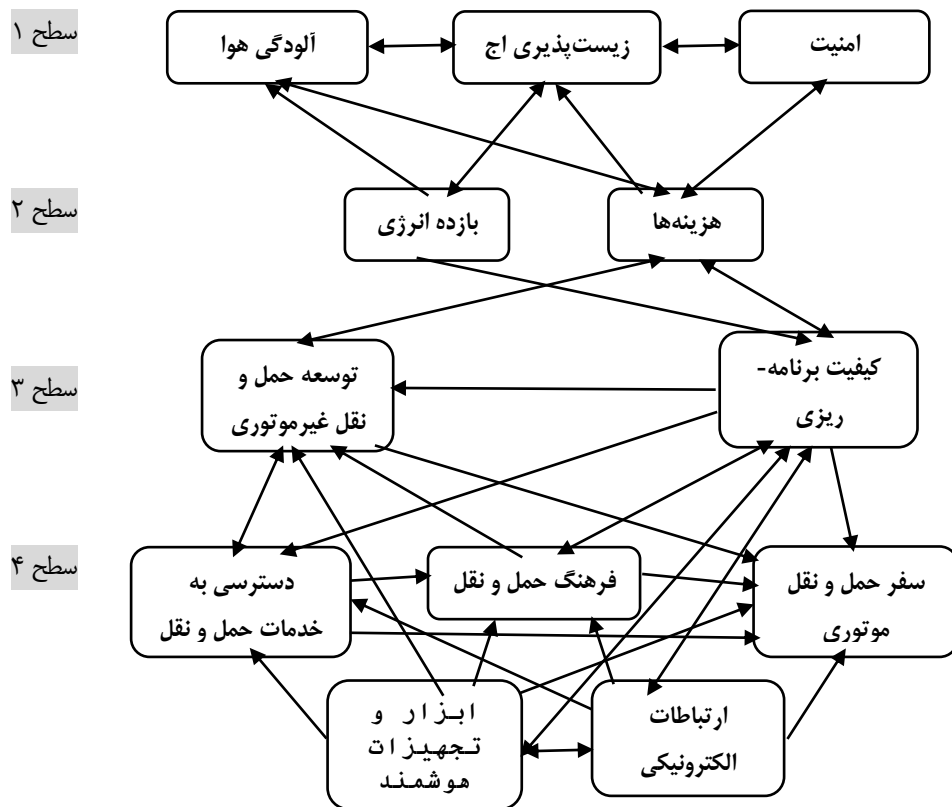
جدول ۵- سطح‌بندی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری

عوامل	مجموعه خروجی (دستیابی)	مجموعه ورودی (پیش‌نیاز)	مجموعه مشترک	درصد اشتراک	سطح
امنیت	۴ و ۱	۱۲ و ۳ و ۴ و ۶ و ۱۱ و ۱۲	۴ و ۱	۰/۱۰۰	سطح اول
کیفیت برنامه‌ریزی	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۰/۵۰	سطح سوم
فرهنگ حمل و نقل	۱۰ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۳ و ۲	۰/۲۵	سطح چهارم
هزینه‌ها	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۰/۸۷,۵	سطح دوم
توسعه حمل و نقل غیرموتوری	۹ و ۵ و ۷ و ۸ و ۹	۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۷ و ۵ و ۴	۰/۵۰	سطح سوم
سفر نقلیه موتوری	۹ و ۸ و ۹	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۶	۰/۲۵	سطح چهارم
دسترسی به خدمات	۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۷ و ۵	۰/۳۳,۳	سطح چهارم
زیست‌پذیری	۱۰ و ۹ و ۸	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۰ و ۹ و ۸	۰/۱۰۰	سطح اول
آلودگی هوا	۹ و ۸ و ۴	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۹ و ۸ و ۴	۰/۱۰۰	سطح اول
بازده انرژی	۱۰ و ۹ و ۸ و ۴	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۰ و ۸ و ۴	۰/۷۵	سطح دوم
ارتباطات الکترونیک	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۱۱ و ۲	۰/۳۳,۳	سطح چهارم
ابزار و تجهیزات هوشمند	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲	۱۲ و ۱۱ و ۴ و ۲	۰/۳۶,۳	سطح چهارم

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

زیربنایی مدل عمل می‌کنند و برای شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری می‌بایست از این متغیرها شروع و به سایر متغیرها سرایت کند (شکل ۲). در واقع این عامل بیشترین تأثیر را بر دیگر عوامل دارد و در بالاترین سطح، یعنی سطح اول، عوامل امنیت، زیست‌پذیری اجتماع و آلودگی هوا قرار گرفته‌اند. هر چقدر عوامل در سطح بالاتری قرار گیرند، قدرت تحریک‌کنندگی آنها کمتر و میزان وابستگی بیشتر می‌شود. در واقع عوامل اولین سطح، تأثیرگذاری کمتر اما تأثیرپذیری بیشتری دارند.

همانطور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری، در چهار سطح طبقه‌بندی شده‌اند. در همین خصوص مدل نهایی بر اساس سطوح به دست آمده در گام قبلی و طبق ماتریس دستیابی نهایی ترسیم می‌شود. در این مدل (شکل ۲) روابط متقابل و تأثیرگذاری بین معیارها/عوامل و ارتباط معیارهای سطوح مختلف به خوبی نمایان است که موجب درک بهتر فضای تصمیم‌گیری می‌شود. در این بخش، ارتباطات الکترونیکی، ابزار و تجهیزات هوشمند، فرهنگ حمل و نقل، دسترسی به خدمات حمل و نقل و سفر حمل و نقل موتوری، در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند (سطح چهارم) که همانند سنگ



شکل ۲- مدل تفسیری ساختاری عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری

گروه سوم (ربع سوم): متغیرهای پیوندی هستند که از قدرت نفوذ (تحریک‌کنندگی) و وابستگی بالایی برخوردارند. در واقع هر گونه عملی بر روی این متغیرها باعث تغییر سایر متغیرها می‌شود. گروه چهارم (ربع چهارم): متغیرهای مستقل (کلیدی) را در بر می‌گیرد. این متغیرها دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند. در تحلیل قدرت و وابستگی این دسته مانند سنگ‌بنای ساختاری سیستم عمل می‌کنند و برای تغییر و تحول اساسی در عملکرد سیستم، باید روی آنها تأکید کرد. به عبارتی دیگر، مدیریت بایستی توجه ویژه‌ای به آنها مبذول نماید تا بتواند تأثیر آنها را بر دیگر متغیرها مورد پایش قرار داده و مکانیزم‌هایی را انتخاب نماید تا در دیگر متغیرها بهبودی حاصل شود.

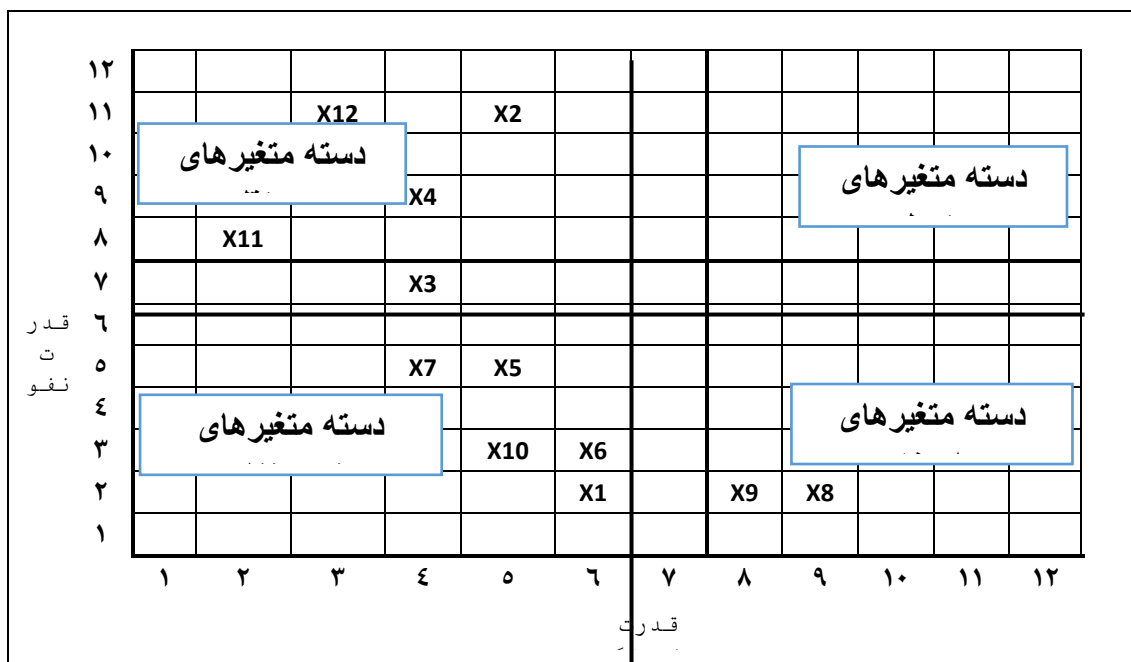
تحلیل MICMAC

در این مرحله با استفاده از MICMAC نوع متغیرها با توجه به اثرگذاری و اثرپذیری بر سایر متغیرها مشخص می‌شود و پس از تعیین قدرت نفوذ یا اثرگذاری و قدرت وابستگی عوامل، می‌توان تمامی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری را در یکی از گروه‌ها یا خوشه‌های چهارگانه طبقه‌بندی نمود: گروه اول (ربع اول): شامل متغیرهای مستقل خودمختار می‌شود که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند و ارتباطات کمی دارند در واقع این متغیرها قدرت تبیین‌کنندگی پایینی در شکل‌گیری روابط در مدل سلسله‌مراتبی دارند. گروه دوم (ربع دوم): متغیرهای وابسته هستند که از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی برخوردارند.

جدول ۶- درجه قدرت هدایت (نفوذ یا تحریک‌کنندگی) و وابستگی متغیرها

عوامل	امنیت X1	کیفیت برنامه‌ریزی X2	فرهنگ حمل و نقل X3	هزینه‌ها X4	توسعه حمل و نقل غیرموتوری X5	سفر وسایل نقلیه موتوری X6	دسترسی به خدمات حمل و نقل X7	زیست‌پذیری اجتماع X8	آلودگی هوا 9	بازده انرژی X10	ارتباطات الکترونیک X11	ابزار و تجهیزات هوشمند X12
قدرت نفوذ	۲	۱۱	۷	۷	۵	۴	۵	۲	۲	۴	۸	۱۱
میزان وابستگی	۶	۵	۴	۶	۵	۶	۴	۹	۸	۵	۲	۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱



شکل ۳- دسته‌بندی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری با استفاده از روش MICMAC

بالایی برخوردار است و هر گونه عملی بر روی این متغیرها باعث تغییر سایر متغیرها می‌شود) و در گروه متغیرهای مستقل (کلیدی)، کیفیت برنامه‌ریزی (X2)، فرهنگ حمل و نقل (X3)، هزینه‌های حمل و نقل (X4)، ارتباطات الکترونیکی (X11) و ابزارها و تجهیزات هوشمند (X12) قرار گرفته‌اند (عواملی که دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند. این عوامل مانند سنگ‌بنای ساختاری سیستم عمل می‌کنند و برای تغییر و تحول اساسی در عملکرد سیستم، باید در وهله اول روی آنها تاکید کرد).

نتایج به دست آمده از دسته‌بندی متغیرهای پژوهش در شکل ۳ نشان می‌دهد که در گروه متغیر خودمختار، عوامل امنیت (X1)، توسعه حمل و نقل غیرموتوری (X5)، سفر وسایل نقلیه موتوری (X6)، دسترسی به خدمات حمل و نقل (X7) و بازدهی انرژی (X10) قرار گرفته است (عاملی که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارد). در گروه متغیرهای وابسته، عوامل زیست‌پذیری اجتماعی (X8) و آلودگی هوا (X9) قرار گرفته‌اند (عاملی که از قدرت نفوذ، توان و وابستگی بالایی برخوردارند و در واقع هر گونه عملی بر روی این متغیرها باعث تغییر سایر متغیرها می‌شود). در گروه متغیرهای پیوندی یا متصل، عاملی قرار نگرفته است (عاملی که از قدرت نفوذ (تحریک‌کنندگی) و وابستگی

۴- نتیجه گیری

فایده آمدم بر مسایل و معضلات ناشی از حمل و نقل و در انتها رسیدن به پایداری، مستلزم شناسایی عوامل موثر بر آن است. به همین منظور مدل پژوهشی ساختاری تفسیری به دلیل استفاده از نظرات کارشناسان اهل فن و روایی محتوایی مطلوب آن روش مفیدی به نظر رسید، چرا که می‌تواند ضمن کاهش پیچیدگی-های موضوع و درک قابل قبولی از موضوع مورد بررسی، با مشخص کردن اولویت‌ها، ما را به سمت اخذ تصمیمات بهتری هدایت کند. در این پژوهش بر اساس این منطق پژوهشی سعی شد مهمترین عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری اردبیل شناسایی شده و میزان تأثیر هر یک از آنها بر همدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در همین راستا، نتایج تحقیق نشان داد که از بین ۳۷ عامل شناسایی شده اولیه، ۱۲ عامل (عوامل امنیت، توسعه حمل و نقل غیرموتوری، سفر وسایل نقلیه موتوری، دسترسی به خدمات حمل و نقل و بازدهی انرژی، زیست پذیری اجتماعی و آلودگی هوا، کیفیت برنامه‌ریزی، فرهنگ حمل و نقل، هزینه‌های حمل و نقل، ارتباطات الکترونیکی و ابزارها و تجهیزات هوشمند) به عنوان عوامل نهایی موثر بر حمل و نقل پایدار شهری شناخته شدند و از بین این موارد، بیشترین قدرت نفوذ به عوامل کیفیت برنامه‌ریزی و ابزارها و تجهیزات هوشمند و کمترین آن هم به عوامل امنیت، زیست‌پذیری اجتماع و آلودگی هوا مربوط است. اما در این رابطه آنچه که مهمتر است دستیابی به ترکیبی از متغیرهای تأثیرگذار است. نتایج سطح‌بندی عوامل هم نشان داد که عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری اردبیل، به چهار سطح قابل طبقه‌بندی هستند. ارتباطات الکترونیکی، ابزار و تجهیزات هوشمند، فرهنگ حمل و نقل، دسترسی به خدمات حمل و نقل و سفر حمل و نقل موتوری در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند و به مثابه سنگ زیربنایی مدل عمل می‌کنند، به نحوی که برای شناسایی عوامل موثر بر حمل و نقل پایدار شهری اردبیل می‌بایست از این سطح یا عوامل شروع کرد. چراکه این عوامل بیشترین تأثیر را بر دیگر عوامل دارد و در بالاترین سطح (سطح اول)، عوامل امنیت، زیست‌پذیری اجتماع و آلودگی هوا قرار گرفته است. این عوامل قدرت تحریک‌کنندگی کمتر و میزان وابستگی بیشتر دارند. در واقع این عوامل، تأثیرگذاری کمتر اما تأثیرپذیری بیشتری دارند. همچنین نتایج دسته‌بندی عوامل هم نشان داد که عوامل امنیت، توسعه حمل و نقل غیرموتوری، سفر وسایل نقلیه موتوری، دسترسی به خدمات حمل و نقل و بازدهی انرژی از قدرت نفوذ و

وابستگی ضعیفی برخوردار است. در مقابل عوامل زیست‌پذیری اجتماعی و آلودگی هوا بیشتر تحت تأثیر سایر عوامل هستند و از منظر سیستمی جزو عناصر اثرپذیر و وابسته می‌باشند و نهایتاً اینکه کیفیت برنامه‌ریزی، فرهنگ حمل و نقل، هزینه‌های حمل و نقل، ارتباطات الکترونیکی و ابزارها و تجهیزات هوشمند، عوامل کلیدی حمل و نقل پایدار شهری به‌شمار می‌روند. این عوامل که قدرت نفوذ بالا و وابستگی کمتر دارند، می‌توانند بیشترین تأثیر بر پایداری حمل و نقل شهری داشته باشند. این عوامل مانند سنگ‌بنای ساختاری سیستم عمل می‌کنند و برای تغییر و تحول اساسی در عملکرد سیستم، باید در وهله اول روی آنها تأکید کرد. با عنایت بر یافته‌های تحقیق می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که پایداری حمل و نقل شهری از منظر اقتصاد سبز، به عوامل کلیدی کیفیت برنامه‌ریزی، فرهنگ حمل و نقل از بعد اجتماعی، هزینه‌های حمل و نقل از بعد اقتصادی و ارتباطات الکترونیکی و ابزارها و تجهیزات هوشمند از بعد شهر هوشمند بستگی زیادی دارد. در تأکید این عوامل، نباید از سایر عامل مطرح شده در پژوهش حاضر غافل ماند. در حالت کلی عوامل به صورت سیستمی با هم در ارتباط هستند و از نظر سلسله مراتب (اولویت‌ها و سطوح به دست آمده) عامل بر خورداری جمعیت از اینترنت زمینه برای بهبود فرهنگ حمل و نقل و علاوه استفاده از سیستم کارت اعتباری بجای تهیه و خرید بلیط، نصب دوربین‌های هوشمند و نصب علائم ترافیکی در ایجاد سیستم حمل و نقل فراهم خواهد ساخت، عوامل مذکور زمینه آگاهی شهروندان را موجب شده و در تعداد سفرهای موتوری، ترافیک شهری و میزان و نحوه دسترسی به خدمات حمل و نقل عمومی برای اقشار تأثیرگذار خواهد بود (سطح چهارم). مجموعه عوامل قید شده به نوعی نشانگر وجود برنامه در عرصه حمل و نقل و تدام مقبولیت و جامعیت برنامه‌ریزی است که توسعه حمل و نقل غیرموتوری یعنی پیاده روی یا دوچرخه سواری در پی خواهد داشت (سطح سوم). زمانی که اقدامات از روی برنامه باشد، مطمئناً هزینه‌ها کاهش خواهد داشت (هزینه‌های تصادفات، شبکه معابر، پارکینگ و دیگر خدمات ترافیکی که توسط استفاده‌کنندگان خودرو شخصی، خانواده‌ها پرداخت می‌شود) و بازدهی بالا خواهد رفت (سطح دوم). زمانی هم که از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شود، حتماً میزان آلودگی‌ها کاهش خواهد داشت و امنیت بالا خواهد رفت و در انتها زیست‌پذیری اجتماع و پایداری شهر را در عرصه حمل و نقل شاهد خواهیم شد (سطح اول).

منابع

- ابراهیمی، افسانه (۱۳۹۷)، برنامه‌ریزی حمل و نقل پایدار شهری بر پایه اقتصاد سبز (مورد مطالعه: شهر بیرجند)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور فردوس.
- احدی، زرغام (۱۳۹۳)، بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در برنامه‌ریزی حمل و نقل. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.
- استادی جعفری، مهدی؛ طاهری نژاد، محسن و حیدری میابادی، حمیدرضا (1390)، ارائه عوامل موثر و شاخص‌های اقتصادی در حمل و نقل پایدار شهری، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- اسکندری‌ثانی، محمد؛ مرادی، محمود و مرادی، افسانه (۱۳۹۸)، بررسی عوامل مؤثر بر حمل و نقل پایدار شهری بر پایه نظریه اقتصاد سبز (مورد مطالعه: شهر بیرجند)، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال دهم، شماره ۳۷، صص ۱۳-۲۴.
- براری، معصومه؛ رضویان، محمدتقی و توکلی‌نیا، جمیله (۱۳۹۷)، ارزیابی شاخص‌های پایداری حمل و نقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز (مطالعه موردی: شهر ساری)، آمایش جغرافیایی فضا، سال هشتم، شماره ۳۰، صص ۱۰۵-۱۱۹.
- رصافی، امیر عباس و رزآبادی پور، شیما (1388)، بررسی توسعه پایدار حمل و نقل در ایران با استفاده از تحلیل چند هدفی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره 2، صص ۳۲-۴۶.
- صفایی، پیمان (۱۳۷۸). برنامه ریزی راهبردی در جهت کاهش آثار سوء حمل و نقل بر ناحیه مرکزی شهر مشهد (نمونه موردی: محدوده مرکز شهر مشهد) رساله کارشناسی ارشد شهرسازی. دانشگاه شهید بهشتی.
- غلام‌پور، یدالله و مرتضی، عراقی (1393)، ارزیابی مدیریتی سیستم حمل و نقل عمومی درون شهری در جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر بیرجند)، ششمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت شهری با تاکید بر مولفه های شهر اسلامی، مشهد.
- محمدپور، صابر و صرافی، مظفر و توکلی نیا، جمیله (۱۳۹۴)، تحلیلی بر مدیریت تقاضای سفر در راستای حمل و نقل پایدار شهری (مورد پژوهش: کلان شهر تهران)، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ششم، شماره پیاپی ۲۱، صص ۱۰۳-۱۱۵.
- مویدی، محمد (۱۳۹۲)، برنامه‌ریزی حمل و نقل پایدار برای ایجاد شهر زیست پذیر حرکت به سوی حفظ محیط زیست شهری، اولین کنفرانس ملی زیرساخت‌های حمل و نقل.
- Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*, London Rutledge
- Gilbert, R., Irwin, N., Hollingworth, B. & Blais, P. (2002). *Sustainable Transportation Performance Indicators (STPI) Project*. Canada: Center for Sustainable Transportation.
- Hardy, K. D. (2011). Sustainability 101: A primer for ITE members. *ITE Journal*, PP. 28-34.
- Hidalgo, D. & Huizenga, C. (2013). *Implementation of sustainable urban transport in Latin*
- Litman, T. (2015). *Developing indicators for sustainable and livable transport planning*, Victoria transport policy instituted, *Transportation research record*. PP. 10-15.
- Ogony Odiyo, J., Bikam, P. & Chakwizira, J. (2022). *Green Economy in the Transport Sector a Case Study of Limpopo Province, South Africa*, published company Springer Nature Switzerland, PP. 21-36.

Identifying Factors Affecting Sustainable Urban Transportation with Emphasis on Green Economy (Case Study: Ardabil City)

Hatef Hazeri^{1*} ; Mansour Rahmati²

*1- Associate Professor, Department of Management and Economics, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.

2- Associate Professor, Department of Geography and Urban and Rural Planning, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.

*Email Address: hatef_hazeri@yahoo.com

Abstract

Introduction

Today, increasing car use and dependence on urban environments has created numerous problems such as pollution, traffic, and the wasteful use of fossil fuels. Therefore, identifying the factors affecting the sustainability of urban transportation by emphasizing the green economy and providing appropriate solutions can be fruitful in the sustainability and economic development of cities. Given the importance of this issue, this study seeks to identify the factors affecting sustainable urban transportation. Ardabil city, as a case study of this research, is the capital of Ardabil province, where a high volume of urban traffic takes place. The high concentration of the service sector in this city increases the volume of urban traffic during the day. This causes traffic, noise pollution and the resulting environment. Restrictions of Ardabil transportation system such as non-overlap of urban lines by various means of public transportation, including taxis and buses, high share of informal passengers in the movement of citizens, unnecessary traffic, insufficient monitoring of transportation systems Increasing the distance between business and non-business trips and the inadequacy of the structure and quality of the road network to facilitate transportation, low use of bicycles in order to achieve clean transportation, insufficient attention to the principle of pedestrian-centered city, etc. Creates a sustainable transportation system in the city of Ardabil. In this regard, and due to the increasing need for transportation, the creation of a sustainable urban transportation system is of great importance and in this regard, the main purpose of this study is to analyze and identify the components and factors affecting Creating a sustainable transportation system with emphasis on green economy in Ardabil.

Methodology

This research is descriptive-exploratory in terms of method and applied in terms of purpose. The data required for this research were collected through documentary and field (questionnaire). The statistical population of this research is experts familiar with the subject of Ardabil urban transportation and the theory of green economy. Due to the uncertainty of their number and the ambiguity in their familiarity with the subject of the research, the snowball method was used to identify experts. In this regard, the number of sample experts continued to gain better knowledge and theoretical saturation in the received answers (proximity and repetition of answers), and finally reached 10 people. In this regard, after the initial factors / components were extracted through library studies, the mentioned experts were interviewed, and after summarizing the factors, their content validity was obtained, and finally, a specialized questionnaire on the effectiveness of the factors was opened. It was also evaluated by the same 10 relevant experts. It should be noted that content validity (CVR) method was used for research instrument validity, retest method for its reliability and structural-interpretive modeling (ISM) and MICMAC analysis were used for data analysis.

Conclusion

The conclusion is that overcoming the issues and problems caused by transportation and finally achieving stability, requires identifying the factors that affect it. For this reason, the interpretive structural research model seemed useful due to the use of expert opinions and its

desirable content validity, because it can reduce the complexity of the subject and an acceptable understanding of the subject by specifying the priority. → lead us to make better decisions. In this research, based on this research logic, we tried to identify the most important factors affecting sustainable urban transportation in Ardabil and to analyze the impact of each of them on each other. In this regard, the results showed that among the 37 factors initially identified, 12 factors (safety factors, development of non-motorized transport, motor vehicle travel, access to transportation services and energy efficiency, social livability and air pollution The quality of planning, transportation culture, transportation costs, electronic communications and smart tools and equipment) were recognized as the final factors affecting sustainable urban transportation, and among these, the most power to influence factors. The quality of planning and intelligent tools and equipment, and the least of which is related to security factors, community viability and air pollution. But in this regard, what is important is to achieve a combination of influential variables. The results of factor leveling also showed that the factors affecting sustainable urban transportation in Ardabil can be classified into four levels. Electronic communications, smart tools and equipment, transportation culture, access to transportation services and motorized travel are at the lowest level and act as the foundation stones of the model, in a way that identifies Factors affecting sustainable urban transportation in Ardabil should start from this level or factors. Because these factors have the greatest impact on other factors and are at the highest level (first level), security factors, community viability and air pollution. These factors have less provocative power and more dependence. In fact, these factors are less effective but more effective. The results of factor classification also showed that security factors, development of non-motorized transportation, travel of motor vehicles, access to transportation services and energy efficiency have a weak influence and dependence. In contrast, socially viable factors and air pollution are more affected by other factors and are systemically effective and dependent elements, and finally, the quality of planning, transportation culture, transportation costs, electronic communications and Intelligent tools and equipment are key factors in sustainable urban transportation. These factors, which have high penetration and low dependence, can have the greatest impact on the sustainability of urban transportation. These factors act as the structural cornerstone of the system and in order to fundamentally change the performance of the system, they must be emphasized in the first place. Based on the research findings, it can be concluded that the sustainability of urban transportation from the perspective of green economy, to the key factors of planning quality, transportation culture from a social dimension, transportation costs from the dimension The economy and electronic communications and smart tools and equipment depend a lot on the smart city dimension. In emphasizing these factors, we should not ignore other factors raised in the present study. In general, the factors are systematically related to each other and in terms of hierarchy (priorities and levels obtained) the factor of the population having the Internet to improve the transport culture and also use the credit card system instead of preparing and buying Tickets, installation of smart cameras and installation of traffic signs will provide the transportation system. Will be effective (fourth level). The set of factors mentioned in a way indicates the existence of the program in the field of transportation and the continuity of acceptance and comprehensiveness of the planning that will lead to the development of non-motorized transportation, ie walking or cycling (third level). When the measures are on schedule, the costs will certainly be reduced (costs of accidents, road network, parking and other traffic services paid by private car users, families) and the efficiency will be increased (level Second). When renewable energy is used, the amount of pollution will definitely decrease and security will increase, and finally we will see the viability of the community and the stability of the city in the field of transportation (first level).

Keywords

Transportation; Urban Sustainability; Green Economy; Structural-Interpretive Modeling (ISM); Ardebil city.