

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران

احمد حاتمی (مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکتری تخصصی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

E-mail: Ahmad.hatami@ut.ac.ir

سمیه پرویزی مریوانی، کارشناس ارشد آمایش سرزمین، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی کلان‌شهرهای ایران مسئله حمل‌ونقل است. سیستم حمل‌ونقل رگ‌ها و شریان‌های آناتومی زندگی شهری را تشکیل می‌دهد و مسئول تحرک افراد و کالاها است. یک سیستم حمل‌ونقل پویا می‌تواند مرکز توسعه جامعه باشد و یا اگر به‌درستی برنامه‌ریزی و طراحی نشده باشد، می‌تواند به شبکه سرویس‌دهی منجر شود که نیازهای متغیر و به‌روز را نادیده گرفته و وضعیت فقرا را تشدید کند و به محیط‌زیست آسیب برساند و از توان مالی عمومی فراتر رود. در این میان کلان‌شهر تهران امروزه به‌عنوان پایتخت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ایران درگیر مشکلات حاد حمل‌ونقلی است. ترافیک فشرده و آلودگی شدید هوا تنها بخشی از این تبعات است. به همین دلیل این پژوهش به دنبال اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار برای بهبود وضعیت شهر تهران است. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و با تکیه بر آراء دلفی شکل گرفته است. از این رو ابتدا معیارها و شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار از منابع مختلف استخراج شد و بر اساس نظر کارشناسان امتیازبندی گردید و سپس با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert choice تحلیل شد و نتایج حاصله حاکی از این است که مد حمل‌ونقلی دوچرخه و پیاده با امتیاز نهایی ۰/۲۹۰ و مترو با امتیاز نهایی ۰/۲۳۸ به‌عنوان سالم‌ترین شیوه‌های حمل‌ونقل از نظر محیط‌زیستی و مقرون‌به‌صرفه بودن از نظر اقتصادی و مناسب بودن از نظر معیار اجتماعی انتخاب گردید و در ادامه بی‌آرتی با امتیاز ۰/۱۴۰، اتوبوس ۰/۱۲۴، ون ۰/۱۱۴، تاکسی ۰/۹۴ رتبه‌بندی شدند؛ بنابراین این‌گونه به نظر می‌رسد که خط‌گریز شهر تهران از بن‌بست ترافیکی به‌وجود آمده، نهادینه کردن مدهای حمل‌ونقل پایدار و تأمین زیرساخت‌ها برای دوچرخه‌سواری، پیاده‌روی و ایجاد موانعی برای استفاده از خودروی شخصی در سطح شهر است این موانع می‌تواند در قالب محدودیت‌های پارکینگ، مجوزهای تردد و... باشد.

واژه‌های کلیدی: حمل‌ونقل پایدار، توسعه پایدار، مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، کلان‌شهر تهران

۱. مقدمه

از همه مهم‌تر دی‌اکسیدکربن که بیشتر مردم آن را به‌عنوان دلیل اصلی گرمایش جهانی می‌شناسند، افزایش پیدا می‌کند (citynet,2012). روند به وجود آمده موجب شد که سیاست‌های توسعه پایدار در حمل‌ونقل شکل بگیرد. همان‌طور که توسط کمیته (Brnndtland) بیان شده است، توسعه پایدار؛ برطرف کردن نیازهای حاضر بدون فدا کردن توانایی نسل‌های آینده برای برآورده کردن همان نیازها پذیرفته شده است. این نظریه در حال حاضر به‌طور گسترده پذیرفته شده است و شامل اهداف مربوط به توسعه اقتصادی، اجتماعی، توسعه انسانی، سلامت محیط‌زیست است و در زمینه منابع طبیعی پایداری به معنای محدود کردن استفاده از منابع تجدید ناپذیر است (Goldman and Gorham,2006). در بخش حمل‌ونقل کلرک و برتولینی پایداری را به‌عنوان کاهش ترافیک و جابه‌جایی و اثرات منفی آن تعریف می‌نمایند (Clercq&Bertolini,2003). از نظر دان‌کن و هارتمن سیستم حمل‌ونقل پایدار شهری، نظامی است که انتشار گازهای گلخانه‌ای را به میزان قابل جذب اکولوژیک منطقه، محدود می‌کند و از منابع تجدید پذیر استفاده کرده و عناصر سازنده آن را بازیافت می‌کند، مصرف زمین را به حداقل می‌رساند و دسترسی برابر برای مردم و کالاهای آن‌ها فراهم می‌آورد، به دستیابی به سلامت و کیفیت مطلوب زندگی برای همه نسل‌ها کمک می‌کند. در کل این نظریه دربردارنده اقداماتی برای کاهش نیاز به جابه‌جایی است و شرایط مطلوبی برای شیوه‌های حمل‌ونقلی دوستدار محیط‌زیست فراهم آورده است. از آنجاکه وابستگی به خودرو هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی بسیار زیادی را تحمیل می‌کند، تأکید عمده حمل‌ونقل پایدار بر کاهش وابستگی به خودرو است (OECD,1996). یکی از اهداف اصلی حمل‌ونقل پایدار، کاهش تقاضای سفر، ارتقای حمل‌ونقل عمومی و کاهش استفاده از خودروی شخصی است (citynet,2012). در کشور ما حمل‌ونقل یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیریت کلان‌شهری است. بدون هیچ‌گونه اغراقی

در اوایل قرن بیستم میلادی تنها حدود ۱۵٪ جمعیت جهان ساکن شهرها بودند. با تشدید آهنگ شهرنشینی و رشد شهری از دهه ۱۹۵۰ میلادی، برای اولین بار در سال ۲۰۰۷ بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن شدند. نسبت شهرنشینی در سال ۲۰۱۴ به حدود ۵۴٪ افزایش یافت و انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۷۲٪ جمعیت جهان ساکن شهرها باشند. افزایش جمعیت شهری در جهان و به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه علی‌رغم اعتقاد بسیاری از محققان مبنی بر اینکه این افزایش جمعیت با رشد و توسعه اقتصادی همراه بوده است؛ مسائل و مشکلات عدیده‌ای از جمله تمرکز بیش از حد فعالیت در کلان‌شهرها، توسعه ناموزون، افزایش تفاوت‌ها و نابرابری‌های منطقه‌ای را دربر داشت (زبردست:۳،۱۳۸۳). با سرعت گرفتن رشد اقتصادی، سیستم حمل‌ونقل شهری متحول شده و سیستم‌های موتوری افزایش یافت، به‌عنوان مثال در شهرهای کشورهای درحال توسعه تعداد خودروهای شخصی در هر هزار نفر بیش از سه برابر ۳۰ سال گذشته است. حمل‌ونقل شهری ناکارآمد و ناپایدار در این کشورها مسائلی را به وجود آورده که از این میان به افزایش فزاینده تصادفات رانندگی، مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی، تولید آلاینده‌های مخرب و هزینه‌های ناشی از این موارد را به دنبال داشته است (جعفری و همکاران،۱۳۹۲). در این خصوص آمارها نشان می‌دهد حمل‌ونقل و ترافیک شهری مسئول بیش از ۴۰ درصد از آلودگی‌های هوا در مناطق شهری است در این باره بانک جهانی (۲۰۰۲) برآورد کرده که ۰/۵ میلیون نفر در کشورهای درحال توسعه هر ساله بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با حمل‌ونقل و حوادث ناشی از تصادف می‌میرند (Christopher Kennedy,et al.,2005) با افزایش جمعیت شهرها، مصرف کالا و خدمات افزایش پیدا می‌کند که به‌نوبه خود سبب افزایش ترافیک در مناطق شهری می‌شود. اگر این ترافیک و حمل‌ونقل به‌درستی مدیریت نشود، کیفیت محیط شهری پایین می‌آید و گازهای گلخانه‌ای، ذرات معلق، سرب و

را به‌منظور افزایش پایداری ارائه می‌نمایند (Patter and Skinner, 2000).

تاد لیتمن (۲۰۱۶) در پژوهشی تحت عنوان توسعه شاخص‌هایی برای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار به بررسی مفاهیم توسعه پایدار و مفاهیم حمل‌ونقل پایدار می‌پردازد و نشان می‌دهد که چگونه شاخص‌های پایدار را می‌توان در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل استفاده کرد نمونه‌هایی از شاخص‌ها را نشان می‌دهد و توصیه‌هایی برای انتخاب شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار ارائه می‌دهد و این شاخص‌ها شامل شاخص اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و حکمروایی خوب و برنامه‌ریزی است (Litman, 2016).

احمدی و محرم‌نژاد در سال ۱۳۸۵ ضمن معرفی «مدیریت پایدار حمل‌ونقل شهری و راهکارهای آن»، در مقاله‌ای تحت عنوان ابعاد گوناگون حمل‌ونقل پایدار به ارائه و تحلیل راهکارهای مختلف توسعه حمل‌ونقل پایدار شهری پرداخت‌اند و بیان داشتند که برای حل معضلات عدیده ترافیکی در شهرها می‌بایست مبانی و اصول حمل‌ونقل پایدار را به‌عنوان مرکز ثقل برنامه‌های آتی حمل‌ونقل مدنظر قرار دهند (احمدی، محرم‌نژاد، ۱۳۸۵).

مظفری پور و حاتمی در سال ۱۳۹۰ در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی سیستم‌های حمل‌ونقل MRT با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) جهت تحقق توسعه پایدار شهری در ایران پس از بررسی سیستم‌های جامع حمل‌ونقل شهری با توجه به مباحث توسعه پایدار و تکیه بر اصول زیست‌محیطی، مناسب‌ترین سیستم حمل‌ونقل شهری در ایران را با استفاده از الگوی تحلیل سلسله‌مراتبی ارزیابی کرده است.

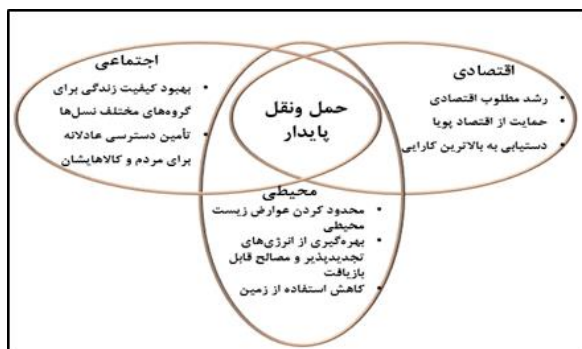
سلطانی و فلاح منشادی در سال ۱۳۹۲ طی پژوهشی در خصوص یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل راهکاری در جهت دستیابی به حمل‌ونقل پایدار، مطالعه موردی: کلان‌شهر شیراز به این نتیجه رسیدند که سیاست‌های جاری مدیریت شهری شیراز از نظر معیارهای «راهبرد حمل‌ونقل یکپارچه»، وضعیت مطلوبی ندارد و از دیدگاه کارشناسان، اولویت‌بندی سیاست‌های یکپارچه‌سازی با محوریت توسعه حمل‌ونقل عمومی به ترتیب

از ابتدای ورود وسایل نقلیه موتوری به ایران در دوره قاجار و ایجاد توسعه در شهرها، تاکنون مدیریت حمل‌ونقل در شهرهای ما به دلایل زیادی همچون وارداتی بودن ابزارها و عدم وجود فرهنگ استفاده، ورود مداوم فن‌آوری‌های جدید، تغییر عادت‌ها و مطالبات اجتماعی و فرهنگی مردم و... با چالش‌های بسیاری روبرو بوده است. در طول این سال‌ها مدیران و برنامه‌ریزان مدیریت شهری تلاش کرده‌اند با به‌کارگیری متخصصان در بسیاری از زمینه‌های مرتبط با حمل‌ونقل، نگاهی همه‌جانبه به مسائل حمل‌ونقل داشته باشند و با ارائه طرح‌های جامع و برنامه‌های درازمدت مشکلات را حل نمایند و با در نظر گرفتن پایداری در حمل‌ونقل، ملاک‌ها و شاخص‌های آن در جهت مدیریت بهتر تلاش کنند (باباغیبی، ارغندی، ۱۳۸۹). در این میان شهر تهران طبق گزارش حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۹۹) با جمعیت ساکن، نزدیک به ۹/۶ میلیون نفر و با احتساب سفرهای دروازه‌ای که جمعیت شناور آن را به بیش از ۸/۴ میلیون و بر اساس بعضی گزارش‌ها تا ۱۲ میلیون نفر در روز می‌رساند، بزرگ‌ترین کلان‌شهر در کشور و خاورمیانه است که با مشکلات جدی و عدیده‌ای در سیستم حمل‌ونقل خود مواجه است تا آنجا که از دید شهروندان تهرانی، مهم‌ترین مشکل این شهر ترافیک و آلودگی هوا (که آن نیز تا حدی ناشی از سیستم حمل‌ونقل موجود است)، معرفی شده است. این موضوع پرداختن به رویکردهایی که حمل‌ونقل موجود تهران را به سمت پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی سوق دهد، ضروری می‌سازد (Patter & Skinner, 2000: 276).

۲. ادبیات پژوهش

پاتر و اسکینر (۲۰۰۰)، در مقاله‌ای با عنوان "درآمدی بر یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل: مشارکتی جهت درک بهتر" ابتدا به بیان روند ناپایدار حمل‌ونقل پرداخته و یکی از مؤثرترین راهکارها را یکپارچه‌سازی عنوان می‌کند. سپس با تبیین اهداف پایداری و یکپارچه‌سازی، به دسته‌بندی انواع یکپارچه‌سازی و نقش هر یک در برآورده سازی اهداف پایداری می‌پردازند و نهایتاً راهبردهایی فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۲ / بهار ۱۴۰۲

برگرفته از مفهوم توسعه پایدار است و تعاریف بسیاری برای آن وجود دارد. به عنوان مثال مرکز حمل و نقل کانادا، سیستم حمل و نقل پایدار را این گونه تعریف می کند (۱) به نیازهای اساسی دسترسی افراد و جوامع، همراه با ایمنی و سازگاری به سلامت انسان و محیط زیست و با عدالت بین نسل ها و درون نسل ها کمک می کند؛ (۲) مقرون به صرفه و کارآمد عمل می کند، روش های مختلف حمل و نقل را ارائه می دهد و از یک اقتصاد پویا پشتیبانی می کند. (۳) انتشار گازهای گلخانه ای را به اندازه توان جذب محیط کاهش می دهد. استفاده از منابع تجدید ناپذیر را به حداقل می رساند و ضایعات آن را بازیافت می کند و هم چنین استفاده از زمین را به حداقل می رساند (Jeon and Amekudzi, 2005: 32). Amekudzi سلطانی در سال ۱۳۹۰ در کتاب مباحثی در حمل و نقل شهری با تأکید بر رویکرد پایدار، تقابل بین پارامترهای حمل و نقل پایدار را ابعاد مختلف بیان می کند. در بعد اقتصادی؛ رشد مطلوب اقتصادی، حمایت از اقتصاد پویا و دستیابی به بالاترین کارایی. در بعد اجتماعی؛ بهبود کیفیت زندگی برای گروه های مختلف نسل ها تأمین دسترسی عادلانه برای مردم و کالاهایشان زندگی برای گروه های مختلف و نسل ها، تأمین دسترسی عادلانه برای مردم و کالاهایشان و در بعد محیطی؛ محدود کردن عوارض زیست محیطی بهره گیری از انرژی های تجدید پذیر و مصالح قابل بازیافت کاهش استفاده از زمین (سلطانی، ۱۳۹۰: ۸۳).



شکل ۱. تقابل بین پارامترهای حمل و نقل پایدار

(سلطانی، ۱۳۹۰: ۸۳)

۲-۲ ابعاد حمل و نقل پایدار

۲-۲-۱ اقتصادی

شامل، افزایش دسترسی و کارایی اتوبوس رانی در مناطق شهری دارای پتانسیل تقاضا، تخصیص بخشی از عواید ناشی از دریافت عوارض شهرداری در بخش حمل و نقل عمومی و ایجاد مسیرهای ویژه اتوبوس در کریدورهای پرتردد و بخش مرکزی شهر می باشند (سلطانی، فلاح منشادی، ۱۳۹۲: ۴۷).

مطالعه ای که توسط رجبی و همکارانش در سال ۱۳۹۹ با موضوع بررسی جایگاه مد حمل و نقل دوچرخه در سفرهای شهری، مطالعه موردی شهر بیرجند، انجام شده و یافته ها نشان می دهد که افزایش شیوه های غیر موتوری (مانند دوچرخه سواری)، راهکاری در راستای دستیابی به شهر سالم و پایدار تلقی می شود و در این راستا مجموعه ای از اصلاحات فرهنگی، کالبدی و قانونی برای کاهش مشکلات دوچرخه سواران و افزایش تمایل شهروندان به دوچرخه سواری پیشنهاد می گردد.

امیری (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان ساماندهی و مدیریت ترافیک شهری با کمک سیستم های حمل و نقل هوشمند یافته هایی حاصل شد، نتایج حاکی از این است که بسیاری از راهکارها ITS می تواند در زمینه کنترل ترافیک مؤثر باشد و یکپارچه سازی این روش ها از طریق نشر اطلاعات و زیرساخت ها موجب هم افزایی اثرات آن ها می گردد (امیری، ۱۳۹۹: ۱).

۲-۲-۱ مفهوم حمل و نقل پایدار

توسعه پایدار در جستجوی برقراری حالتی متوازن میان مؤلفه های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در زمان حال و آتی است. این که کدام یک از جنبه های پایداری باید به تعادل برسند، زیاد واضح نیست؛ اما مشکلی که در جنبه های پایداری وجود دارد، این است که ممکن است تأمین اهداف یکی از جنبه ها در تعارض هدف دیگر باشد. به عنوان مثال، ساخت راه های شریانی به منظور تسهیل کالا و دستیابی به رشد اقتصادی دارای پیامدهای ناگوار محیط زیستی باشد و این بدان معناست که سیاست های محیطی و حمل و نقلی همواره در یک راستا نیستند (Beella and Brezet, 2007: 67). مفهوم سیستم حمل و نقل پایدار

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

در کشورهای درحال توسعه به دلیل اختلاف سطح درآمدی بیشتر است. فرصت‌های حمل‌ونقل و شرایط حمل‌ونقل که در اختیار گروه‌های درآمد بالا است، اغلب بسیار پیشرفته‌تر از روش‌های غیر موتوری است که توسط گروه‌های کم‌درآمد استفاده می‌شود و همین امر باعث نابرابری در جامعه می‌شود، زیرا تفاوت در فرصت‌های حمل‌ونقل موجب اختلاف در فرصت‌های توسعه انسانی می‌شود (GTZ,3D,2003). یک سیستم حمل‌ونقل پایدار شهری، بیش از یک مدل حمل‌ونقل، زیرساخت ایمن و امکانات فراهم می‌آورد. این مدل‌ها با هم دسترسی و تحرک را برای همه بهبود می‌بخشند و در نتیجه امکان مرتفع کردن نیازهای اساسی مانند اشتغال، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی و سایر خدمات که جنبه‌های مهم توسعه انسانی هستند فراهم می‌شود (I-CE, 2007a). در شرایطی که تعادل بین حمل‌ونقل موتوری و حمل‌ونقل غیر موتوری وجود دارد، به جای خدمت به اقلیتی از افراد ثروتمند به کل جامعه خدمت می‌شود. از آنجایی که منافع اجتماعی مهم‌تر از منافع فردی است. کرامت انسانی به رسمیت شناخته شده و نابرابری اجتماعی می‌تواند کاهش یابد، به‌ویژه وضعیت گروه‌های کم‌درآمد بهبود پیدا می‌کند. حمل‌ونقل پایدار شهری حتی می‌تواند منجر به انسجام اجتماعی شود، زیرا همه شهروندان می‌توانند در فضاهای عمومی، حمل‌ونقل عمومی یا دوچرخه‌سواری بدون در نظر گرفتن درآمد یا موقعیت اجتماعی با هم برابر شوند (GTZ,1A,2005a). ایمنی زندگی انسان نیز در زمینه حمل‌ونقل بسیار مهم است.

۲-۲-۳ زیست‌محیطی

ابعاد زیست‌محیطی حمل‌ونقل مربوط به استفاده از منابع تجدیدپذیر و پاکیزه نگه‌داشتن محیط برای نسل‌های فعلی و آینده است. حمل‌ونقل به‌طور قابل‌توجهی باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شود. در سطح جهانی بخش حمل‌ونقل ۱۴ درصد از گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کند (Hensher, 2008). طبق آمار سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۹۹ وسایل نقلیه حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد CO₂ و سرب و ۶۰ تا ۷۰ درصد انتشار اکسیدنیترژن

توسعه اقتصادی به پیشرفت جامعه به‌سوی اهداف اقتصادی مانند افزایش درآمد، ثروت، اشتغال، بهره‌وری و رفاه اجتماعی اشاره دارد. ابعاد اقتصادی در حمل‌ونقل به بهره‌وری استفاده از منابع آن، میزان مشارکت آن در اقتصاد و رضایت از نیازهای اقتصادی مردم می‌پردازد. همچنین از نظر اقتصادی، بخش حمل‌ونقل نه تنها تجارت را تسهیل می‌کند، بلکه خود نیز یک کسب‌وکار است. حمل‌ونقل باید مقرون‌به‌صرفه باشد تا از لحاظ مالی پایدار باشد. با توجه به اهمیت بعد اقتصادی حمل‌ونقل، بانک جهانی (۱۹۹۶) پیشنهاد می‌کند که پایداری اقتصادی نیازمند پایداری در ناوگان خودرو، وسایل نقلیه حمل‌ونقل و سیستم حمل‌ونقل عمومی است.

۲-۲-۲ اجتماعی

بخش حمل‌ونقل توسط تغییرات اجتماعی اداره می‌شود (Black and Nijkamp,2002). همچنین برنامه‌ریزی حمل‌ونقل دارای پیامدهای همانند عدالت و محرومیت در ابعاد اجتماعی است (Ahmed et al., 2008:125). اولویت دادن بیش‌ازحد به توسعه حمل‌ونقل بزرگراهی، اثرات نامطلوب بر جمعیت کم‌درآمد داشته و اغلب آن‌ها را در دسترسی به فرصت‌های اجتماعی، اقتصادی، از جمله فرصت‌های شغلی، آموزش و پرورش، خدمات درمانی محدود می‌کند (Sañchez et al., 2003:34). تأکید نسبی بر افرادی که از حمل‌ونقل موتوری استفاده می‌کنند نسبت به کسانی که پیاده‌روی می‌کنند یا عدم دسترسی به شبکه حمل‌ونقل موجود را دارند تفاوت غنی و فقیر را در جامعه افزایش می‌دهد. همچنین فقرا در شهرها تمایل بیشتری به صرف هزینه در حمل‌ونقل را دارند (Laquian, 2004). در شهرهای بسیاری از کشورهای درحال توسعه، خانواده‌های فقیر گاهی اوقات ۲۰٪ از درآمد خود را در حمل‌ونقل صرف می‌کنند، درحالی‌که خانواده متوسط به نصف این مبلغ برای رفع نیازهای حمل‌ونقل خود احتیاج ندارند (GTZ,2003). امروزه اغلب عدم تعادل بین شرایط حمل‌ونقل برای ثروتمندان و افراد فقیر وجود دارد، این عدم تعادل به مراتب فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۲ / بهار ۱۴۰۲

زیستی در مقیاس‌هایی که تصمیمات سیاسی گرفته می‌شود (برای مثال مقیاس منطقه‌ای یا ملی) مستقیماً قابل‌رؤیت نیستند. در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل نیز شاخص‌های توسعه پایدار ضروری هستند. پایداری عموماً به‌منظور دنبال کردن روندها، مقایسه مناطق و فعالیت‌ها، ارزیابی سیاست‌ها و گزینه‌های ویژه برنامه‌ریزی و مجموعه اهداف اجرا، با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌ها قابل‌اندازه‌گیری، ارزیابی می‌شود (صرافی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۹۰).

شاخص‌های قدیمی حمل‌ونقل عمدتاً به شرایط ترافیک وسایل نقلیه موتوری توجه می‌نمود:

- سطح خدمات سواره هرچه بیشتر باشد.
- میانگین سرعت ترافیک، فرض بر این است که هرچه بالاتر باشد بهتر است.
- قیمت و تسهیلات پارکینگ، تسهیلات بیشتر و قیمت پایین‌تر بهتر تلقی می‌گردد.
- نرخ تصادفات پایین‌تر بهتر تلقی می‌شود.

شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار، طیف گسترده‌ای از اثرات را محاسبه می‌نماید. این شاخص‌ها مانند جدول شماره (۱) همه‌ی اهداف و پایداری را منعکس می‌کنند.

و هیدروکربن را در مراکز شهری تولید کرده‌اند. سروصدا، ناراحتی‌های روانی ناشی از ترافیک نیز به‌عنوان یکی از عوامل عمده در کاهش کیفیت محیطی محسوب می‌شوند (WHO, 2000). اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل باید موردبررسی قرار بگیرند. در غیر این صورت می‌تواند تأثیرات بسیار بزرگی بر سیستم‌های حمل‌ونقل داشته باشند و آن‌ها را از انجام نقش اصلی و حداقل‌های اقتصادی و اجتماعی بازدارند (WBCSD, 2004).

۲-۳ شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار

شاخص‌ها، بخش ضروری جریان اطلاعاتی است که برای شناخت جهان، تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات در برنامه به کار بسته می‌شوند، همچنین شاخص‌ها، ابزار تغییر، یادگیری و ترویج هستند و برای کاهش پیچیدگی و ساده نمودن اطلاعات به‌منظور درک بهتر سیستم‌ها و ارتباطات بین سیستمی بکار گرفته می‌شوند. شاخص‌ها دسترسی به اطلاعات را برای گروه‌های مختلف تسهیل می‌کنند و با این کار اطلاعات را به عمل مبدل می‌سازند. اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی بودن شاخص‌ها ضروری می‌باشند؛ زیرا بسیاری از فرآیندهای اجتماعی و اقتصادی و محیط

جدول ۱. شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار

ابعاد	اهداف	شاخص	جهت مطلوبیت	داده
اجتماعی	ایمنی	سرانه معلولان و مرگ میر ناشی از تصادفات	هرچه کمتر باشد	۳
	زیست پذیری اجتماع	میزانی که تسهیلات حمل‌ونقل زیست پذیری اجتماع را افزایش می‌دهد (کیفیت محیط محلی)	هرچه بیشتر باشد	۱
	سلامت و تناسب‌اندام	درصد جمعیتی که به‌طور منظم پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌کنند	هرچه بیشتر باشد	۱
	عدالت - انصاف	میزانی که قیمت‌ها هزینه‌ها را منعکس می‌کند، بجز یاران‌های که توجیه شده است	هرچه بیشتر باشد	۱
	عدالت - غیر رانندگان	کیفیت دسترسی و خدمات حمل‌ونقل برای افراد پیاده، دوچرخه‌سوار یا کسانی که از حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌کنند.	هرچه بیشتر باشد	۱
	عدالت - معلولان	کیفیت دسترسی و خدمات حمل‌ونقل برای معلولان (برای مثال معلولان، افراد نابینا)	هرچه بیشتر باشد	۲

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

داده	جهت مطلوبیت	شاخص	اهداف	ابعاد
۱	هرچه بیشتر باشد	میزان توجه به حمل‌ونقل غیر موتوری در برنامه‌ریزی و مدل‌سازی حمل‌ونقل	برنامه‌ریزی حمل‌ونقل غیر سواره	
۱	هرچه بیشتر باشد	مشارکت مردم در فرآیند برنامه‌ریزی حمل‌ونقل	مشارکت شهروند	
۳	هرچه بیشتر باشد	میزانی که ارزش‌های فرهنگی و تاریخی در تصمیم‌گیری‌های برنامه‌ریزی حمل‌ونقل منعکس و حفظ می‌شود	حفظ فرهنگ	
۳	هرچه کمتر باشد	سرانه مصرف سوخت فسیلی و انتشار دی‌اکسید کربن و دیگر گازهایی که آب‌وهوا را تغییر می‌دهند.	گازهای تغییردهنده آب و هوایی	زیست‌محیطی
۳	هرچه کمتر باشد	سرانه‌ی انتشار گازهای متعارفی که آلودگی ایجاد می‌کند (Co, NOC, NOX) و ذرات ریز و غیره)	آلودگی‌های دیگر هوا	
۲	هرچه کمتر باشد	نسبت جمعیتی که در معرض سطوح بالای صدای ترافیک سواره قرار دارند	آلودگی صوتی	
۱	هرچه کمتر باشد	سرانه‌ی ضایعات مایع و وسایل نقلیه	آلودگی آب	
۱	هرچه کمتر باشد	سرانه‌ی زمین اختصاص داده‌شده به تأسیسات حمل‌ونقل	تأثیرات بر کاربری زمین	
۱	هرچه بیشتر باشد	حفظ زیستگاه حیات وحش (جنگل، تالاب،...)	حفظ زیستگاه	
۲	هرچه بیشتر بهتر است	مصرف منابع تجدید ناپذیر در تولید و استفاده وسایل نقلیه و تأسیسات حمل‌ونقل	کارایی منابع	
۳	هرچه کمتر باشد بهتر است	میانگین زمان رفت آمد روزانه	دسترسی - رفت آمد روزانه	
۱	هرچه بیشتر باشد بهتر است	تعداد فرصت‌های شغلی و خدمات تجاری که در فاصله ۳۰ دقیقه‌ای سفر از محل سکونت قرار دارند.	دسترسی - ترکیب کاربری زمین	
۱	هرچه بیشتر باشد بهتر است	اجرای سیاست‌ها و شیوه‌های برنامه‌ریزی که منجر به دسترسی بیشتر و توسعه‌ای خوشه‌ای، ترکیبی و چندشیوه‌ای می‌گردند	دسترسی - رشد هوشمند	
۲	هرچه بیشتر باشد بهتر است	تفکیک شیوه: نسبت سفر صورت گرفته به وسیله دوچرخه، پیاده‌روی، اشتراک سفر، حمل‌ونقل عمومی و دورکاری (تل ورک)	تنوع حمل‌ونقل	اقتصادی
۲	هرچه کمتر باشد بهتر است	نسبت مخارج خانوار که به حمل‌ونقل اختصاص داده‌شده تا بیست درصد کم‌درآمدترین خانوارها	در استطاعت بودن	
۳	هرچه کمتر باشد بهتر است	سرانه مخارج جاده‌ها، خدمات ترافیک و تسهیلات پارکینگ	هزینه تأسیسات	
۱	هرچه بیشتر باشد بهتر است	سرعت و در استطاعت بودن باربری و حمل‌ونقل تجاری	کارآمدی باربری	
		میزانی که مؤسسات حمل‌ونقل جریان‌های سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی که حداقل هزینه را منعکس می‌کنند.	برنامه‌ریزی	

منبع: صرافی و همکاران، ۱۳۹۳ و Litman 2016

۲-۴ بررسی محدوده مورد مطالعه

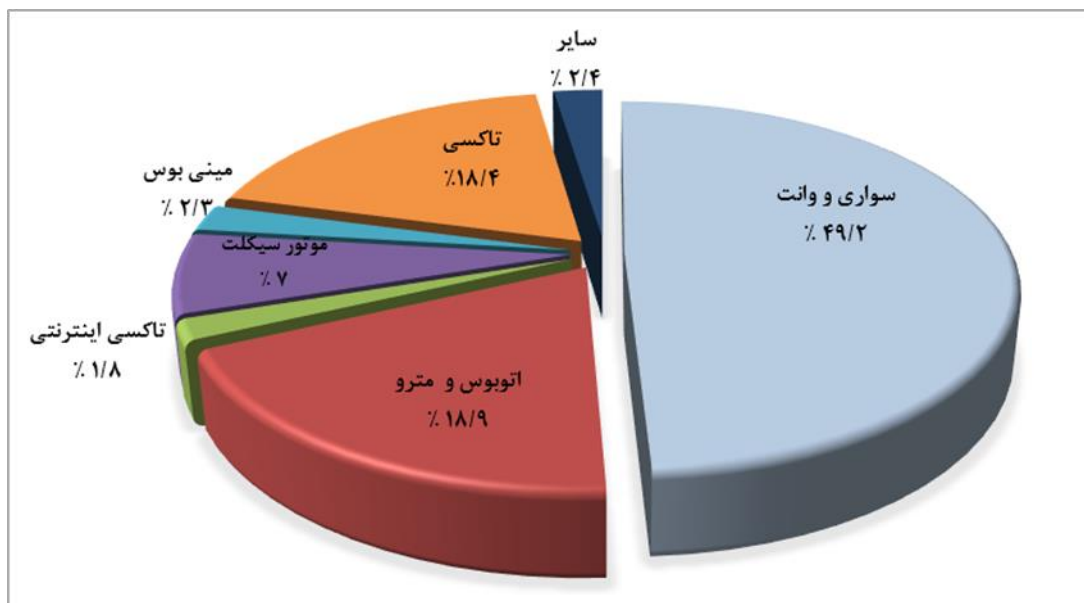
کلان‌شهر تهران به‌عنوان مرکزیت سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ایران به دلیل نبود برنامه‌های کلان‌آمایشی و یا درست اجرا نشدن این برنامه‌ها در طول زمان به کشوری در داخل کشور دیگر تبدیل شده است این کلان‌شهر در آمارنامه حمل‌ونقل تهران سال ۱۳۹۹، جمعیتی برابر ۹/۶ میلیون نفر را در مساحتی بالغ بر ۷۵۱ کیلومترمربع جای داده است که موجب به وجود آمدن تراکمی با میانگین ۱۲۸ نفر در هکتار شده است. تراکم جمعیتی به وجود آمده مشکلاتی را در این شهر رقم زده است که مدیریت شهری را با چالش‌های بسیاری روبرو کرده است. یکی از مهم‌ترین این مشکلات در حوزه حمل‌ونقل شهری است که باعث به وجود آمدن که اثرات آن گریبان گیر ساکنان این شهر شده است. طول شبکه معابر شهر تهران در سال ۱۳۹۹ بر اساس آمارنامه حمل‌ونقل در حدود ۱۰۶۳۶ کیلومتر بوده که ۱۰۰۳ کیلومتر آزادراه و بزرگراه، ۱۲۰۵ کیلومتر خیابان اصلی، ۲۰۱۰ کیلومتر خیابان فرعی و ۶۴۱۸ کیلومتر کوچه و بن‌بست وجود دارد. با این حال شهر تهران روزبه‌روز در مشکلاتی ترافیکی غرق می‌شود و دلیل آن، تردد حدود ۳۱۰۰۰۰۰ دستگاه خودروی سواری و ۱۵۷۷۳۳۶ دستگاه موتورسیکلت روزانه به سطح خیابان‌ها تردد می‌کنند در صورتی که معابر شهر تهران تنها ظرفیت ۴۹۵ هزار خودرو را دارند اما هم‌اکنون ۷ برابر ظرفیت خود زیر فشار ترافیکی خودروها می‌باشند که سالانه نیز حدود ۳۰۰ هزار خودرو بر این تعداد افزوده می‌شود در صورتی که ظرفیت معابر ثابت است؛ بنابراین این وضعیت باعث بروز مشکلاتی همچون

آلودگی هوا، آلودگی صوتی، تأثیرات روحی روانی منفی بر شهروندان، اتلاف هزینه، اتلاف وقت، جزیره حرارتی در مرکز شهر و... اشاره کرد (آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۴).

۲-۵ سهم مدهای حمل‌ونقل شهر تهران

بر اساس سالنامه آماری شهرداری تهران (۱۳۹۷)، روزانه در شهر تهران ۱۹/۱ میلیون سفر شکل می‌گیرد که در این میان سهم حمل‌ونقل عمومی ۵۳/۳ درصد است. بر اساس آمار و اطلاعات حمل‌ونقل ترافیک شهر تهران در سال ۱۳۹۹، سهم انواع مدهای حمل‌ونقل در سفرهای درون‌شهری تهران به این شرح است: سهم اتوبوس واحد و مترو ۱۸/۹ درصد، سواری و وانت ۴۹/۲ درصد، تاکسی ۱۸/۴ درصد، موتورسیکلت ۷ درصد، مینی‌بوس ۲/۳ درصد، تاکسی اینترنتی ۱/۸ درصد و سایر ۲/۴ درصد است. همان‌طور که در شکل شماره (۲) مشاهده می‌شود بیشترین سهم حمل‌ونقل شهر تهران مربوط به خودروهای سواری و وانت است و گونه‌های پایدار حمل‌ونقل همچون دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی که در اینجا جزو سایر مدهای حمل‌ونقل محسوب می‌شود سهم بسیار ناچیزی در سیستم حمل‌ونقل شهر تهران دارند، در صورتی که در کشورهای توسعه‌یافته جهان همچون دانمارک، هلند، آلمان، سوئد و حتی کشورهای جهان سوم همچون کلمبیا، سنگاپور و... با برنامه‌ریزی‌های منسجم توانسته اند سهم خودروی شخصی را در سیستم حمل‌ونقل شهری به مقدار بسیار ناچیزی برسانند و در عوض سهم گونه‌های پایدار حمل‌ونقل همچون دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی را به‌طور چشمگیری افزایش دهند.

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

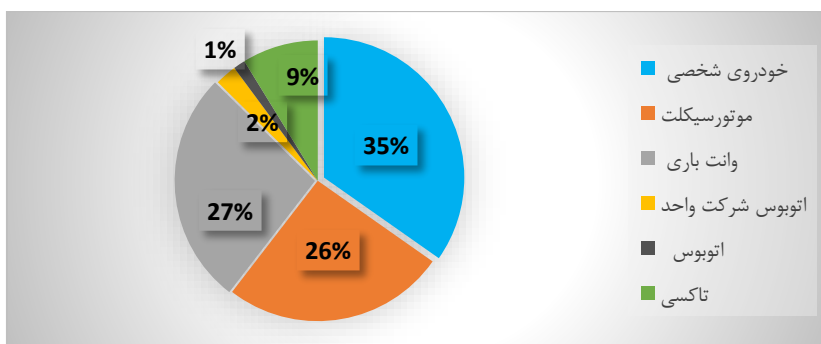


شکل ۲. سهم انواع مدهای حمل‌ونقل در سفرهای درون‌شهری تهران، گزارش آمار و ترافیک حمل‌ونقل شهرداری تهران سال ۱۳۹۹: ۱۳

کمتر از ۱۰ میکرون و ذرات معلق کمتر از ۲,۵ میکرون نام برد (آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۷ و اطلاعات حمل‌ونقل و ترافیک، ۱۳۹۹). سیستم حمل‌ونقل شهر تهران مسئول بیش از ۸۰ درصد آلودگی‌های به وجود آمده در این شهر است. وسایل نقلیه موتوری در این شهر روزانه ۱۰۹۵۷ هزار مترمکعب بنزین و ۱۴۱۵۱ هزار مترمکعب نفت گاز مصرف می‌کند و هر یک فراخور میزان مصرف خود، آلودگی‌هایی را تولید کرده که در شکل ۳ کاملاً مشهود است:

۲-۶ سهم مدهای حمل‌ونقل در آلودگی هوای تهران

بر اساس اطلاعات ثبت‌شده توسط ایستگاه‌های ثبت کیفیت هوا در سطح شهر تهران این شهر در طی دوره ۷ ساله از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۹ به‌طور میانگین دارای ۹۲ روز هوای ناسالم برای گروه‌های حساس و میانگین سالانه ۶ روز هوای ناسالم برای عموم و ۱ روز هوای بسیار ناسالم بوده است. عمده آلاینده‌های هوای شهر تهران را می‌توان از آن، دی‌اکسید نیتروژن، ذرات معلق



شکل ۳. سهم مدهای حمل‌ونقل در آلودگی هوای تهران

طبقه‌بندی گردید. سپس با استفاده از نظر خبرگان و متخصصین در حوزه حمل‌ونقل شهری امتیازبندی شدند و در ادامه با استفاده از نرم‌افزار EXPERT CHOICE و مدل AHP اولویت بندی شدند.

۳. روش پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی، اسنادی-کتابخانه‌ای و مبتنی بر آراء دلفی است. شاخص‌های موردنیاز از مقالات علمی متنوع و معتبر استخراج و فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۲ / بهار ۱۴۰۲

۱-۳ برنامه Expert Choice و مدل تحلیل سلسله

مراتبی AHP

امکان تصمیم‌گیری چندمعیاره را فراهم می‌کند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان یک تئوری ریاضی ابتدا توسط توماس ال ساعتی در دهه ۱۹۷۰ در دانشگاه پنسیلوانیا توسعه داده شد. راهبرد AHP به‌عنوان یک روش‌شناسی جامع قادر است تا امکان تصمیم‌گیری با بهره‌گیری از داده‌های تجربی و قضاوت های ذهنی مدیران، محققین و افراد فراهم را کند. این تکنیک شرایطی را فراهم می‌کند که تصمیم‌گیرندگان بتوانند با سازمان‌دهی مناسب اهداف، معیارها و گزینه‌ها، به مقایسه اهمیت پرداخته تا مناسب‌ترین گزینه انتخاب شود. مراحل این فرآیند به

شرح زیر است:

۱- تدوین یک ساختار و سلسله مراتبی به‌طوری‌که در آن هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های موردنظر به‌دقت تعیین شده باشد.

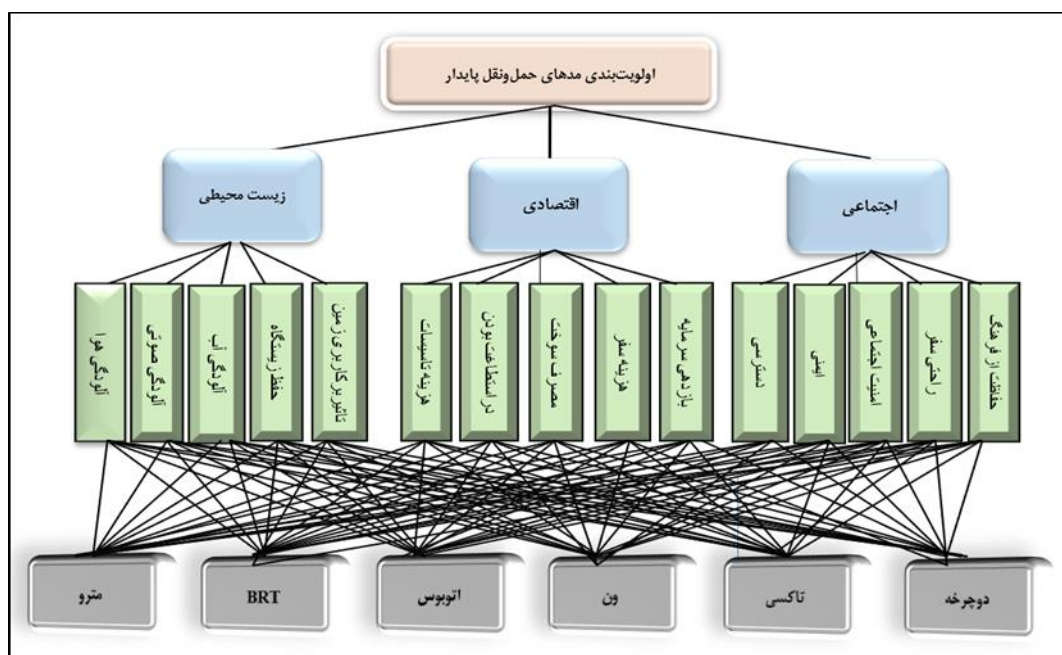
۲- مقایسه زوجی معیارها و زیر معیارها و تعیین اهمیت آن‌ها در ساختار تصمیم‌گیری

۳- مقایسه زوجی گزینه‌ها و تعیین ارجحیت آن‌ها در رابطه با معیارها

۴- تلفیق مقایسه‌ها به‌منظور تعیین بهترین گزینه

۵- انجام تحلیل حساسیت

۲-۳ تدوین درخت سلسله مراتبی



شکل ۴. درخت تحلیل سلسله مراتبی

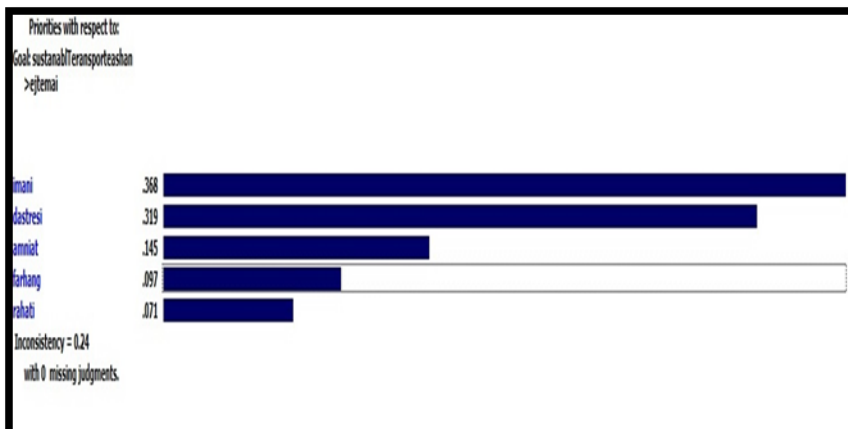
از ابعاد مهم حمل‌ونقل پایدار بعد اجتماعی آن است در این پژوهش شاخص‌های ایمنی، امنیت اجتماعی، راحتی سفر، دسترسی، حفاظت از فرهنگ برای بعد اجتماعی تدوین شده است. پس از تجزیه و تحلیل آماری و نظر کارشناسان مشخص شده که به ترتیب در بعد اجتماعی حمل‌ونقل (ایمنی ۰/۳۶۸)، (دسترسی ۰/۳۱۹)، (امنیت اجتماعی ۰/۱۴۵)، (حفاظت

حمل‌ونقل پایدار دارای ۳ بعد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی است و هرکدام از این ابعاد با استفاده از شاخص‌های که در سطح دوم درخت سلسله‌مراتب مشخص است جنبه عملیاتی پیدا می‌کنند.

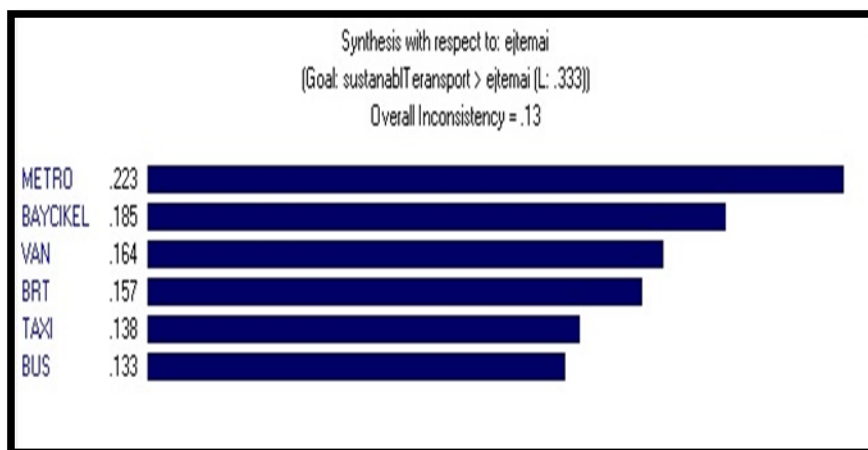
۱-۲-۳ بعد اجتماعی

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

فرهنگ (۰/۰۹۷)، (راحتی سفر ۰/۰۷۱) رتبه‌بندی شده است. بعد اجتماعی حمل‌ونقل به ترتیب مدهای حمل‌ونقل (مترو ۰/۲۲۳)، (دوچرخه ۰/۱۸۵)، (ون ۰/۱۶۴)، (بی آر تی ۰/۱۵۷)، (تاکسی ۰/۱۳۸)، (اتوبوس ۰/۱۳۳) رتبه‌بندی شده‌اند.



شکل ۵. امتیاز نهایی شاخص‌های اجتماعی

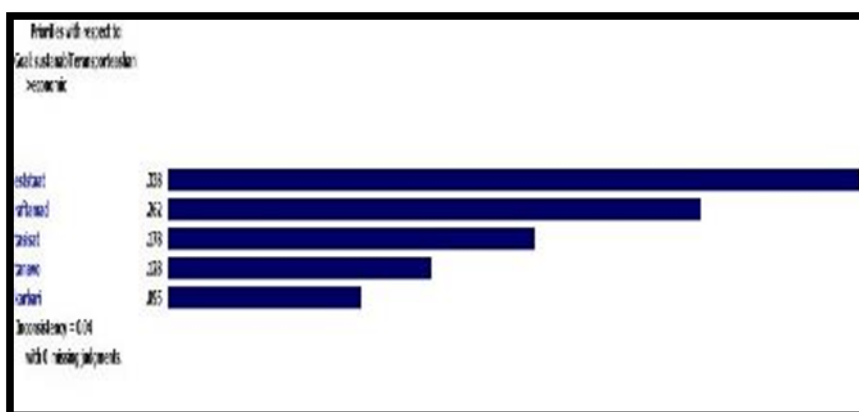


شکل ۶. رتبه‌بندی مدهای حمل‌ونقل بر اساس بعد اجتماعی

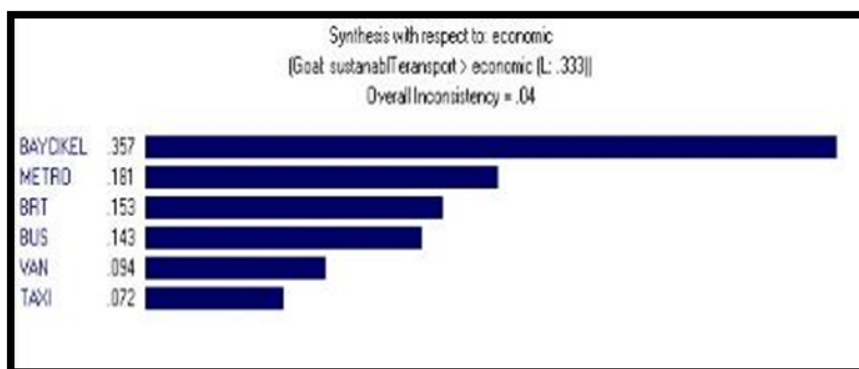
(بازدهی سرمایه ۰/۱۲۸)، (تأثیر بر کاربری زمین ۰/۹۵) از پراهمیت‌ترین تا کم‌اهمیت‌ترین رتبه‌بندی شده‌اند و همچنین از نظر اقتصادی نیز مدهای حمل‌ونقل دوچرخه (۰/۳۷۵)، (مترو ۰/۱۸۱)، (بی آر تی ۰/۱۵۳)، (اتوبوس ۰/۱۴۳)، (ون ۰/۰۹۴)، (تاکسی ۰/۰۷۲) به ترتیب پراهمیت‌ترین تا کم‌اهمیت‌ترین بوده‌اند.

۳-۲-۲ بعد اقتصادی

پایه اصلی دیگر حمل‌ونقل پایدار بعد اقتصادی آن است. شاخص‌های این بعد هزینه تأسیسات، در استطاعت بودن، هزینه سفر، مصرف سوخت و بازدهی سرمایه تشکیل می‌دهد با توجه به امتیازبندی که کارشناسان انجام داده و بعد از تجزیه و تحلیل‌های لازم مشخص شد که به ترتیب در استطاعت بودن با امتیاز نهایی (۰/۳۳۸)، (هزینه سفر ۰/۲۵۲)، (هزینه تأسیسات ۰/۱۷۸)،



شکل ۷. امتیاز نهایی شاخص‌های اقتصادی

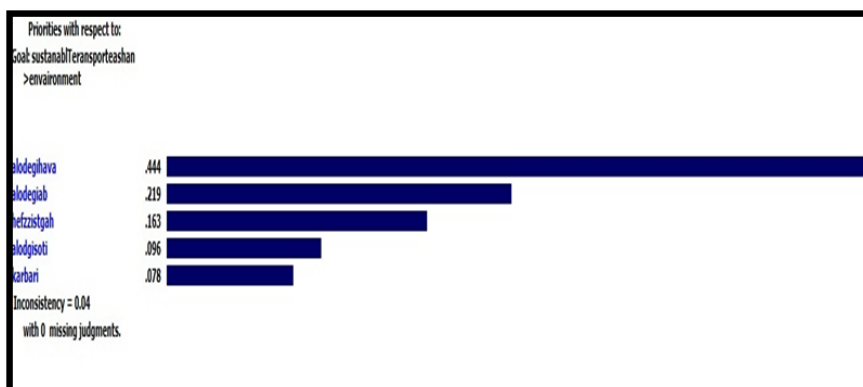


شکل ۸. امتیاز نهایی مدهای حمل و نقل از بعد اقتصادی

۳-۲-۳ بعد زیست‌محیطی

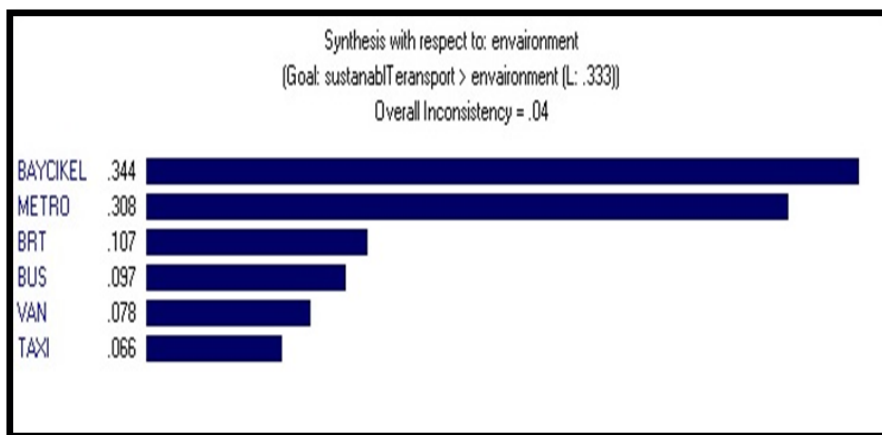
بعد زیست‌محیطی پایه دیگر و مهم حمل و نقل پایدار است. این بعد دارای شاخص‌هایی همچون آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب، حفظ زیستگاه و تأثیرات بر کاربری زمین است. در بحث حمل و نقل، شاخص آلودگی هوا بسیار اهمیت بسیار دارد؛ بنابراین باید به دنبال شیوه‌های حمل و نقلی بود که کمترین اثرات

را بر کیفیت هوا دارند. در این بُعد به ترتیب همان‌طور که انتظار می‌رفت، آلودگی هوا مهم‌ترین شاخص و مدهای حمل و نقلی که کمترین میزان آلودگی هوا را دارند مانند، دوچرخه با امتیاز نهایی ۰/۳۴۴ و مترو با امتیاز نهایی ۰/۳۰۸ به‌عنوان بهترین گزینه‌های حمل و نقل انتخاب شدند.



شکل ۹. امتیاز نهایی شاخص‌های اقتصادی

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

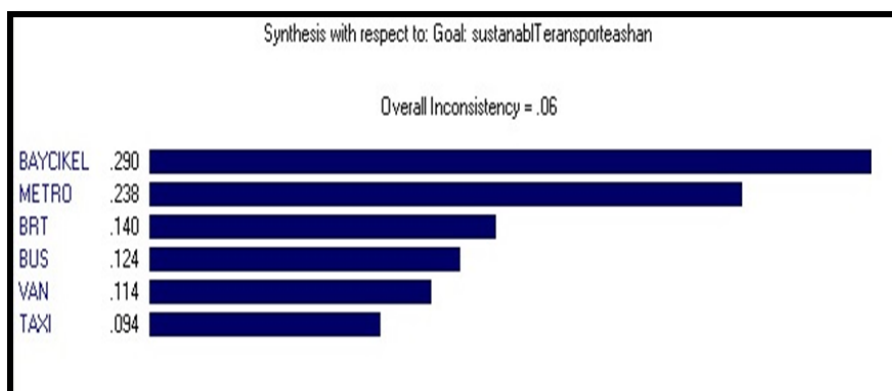


شکل ۱۰. امتیاز نهایی مدهای حمل‌ونقل از نظر اقتصادی

دارند و می‌توانند تعادل اجتماعی و اقتصادی بهتری در فضای شهر حکم‌فرما سازند. هدف حمل‌ونقل پایدار هرگز حذف هیچ یک از شیوه‌های سفر نبوده بلکه فراهم آوردن امکانات و زیرساخت‌ها و تشویق به استفاده از شیوه‌های پایدارتر و به حداقل رساندن استفاده از شیوه‌های ناپایدار چگون اتومبیل شخصی و تاکسی‌های تک‌سرنشین است؛ بنابراین هدف اصلی نزدیک کردن برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های حمل‌ونقل شهر تهران به شیوه‌های پایدارتر حمل‌ونقل است که در کشورهای پیشرفته مورد آزمایش قرار گرفته و به‌عنوان شیوه غالب مورد بهره‌برداری واقع شده است.

۳-۳ مدل کلی

در مرحله آخر نرم‌افزار Expert Choice این امکان را فراهم آورده است که امتیاز تمام معیارهای و زیرمعیارها را با هم تلفیق کرده و گزینه‌ها را بر اساس امتیاز نهایی اولویت‌بندی می‌کند. در این پژوهش بعد از مرحله تلفیق امتیاز معیارها و زیرمعیارها مشخص شد که مد حمل‌ونقلی دوچرخه با امتیاز نهایی ۰/۲۹۰ و مترو با امتیاز نهایی ۰/۲۳۸ و بی‌آرتی با امتیاز نهایی ۰/۱۴۰، اتوبوس ۰/۱۲۴، ون ۰/۱۱۴، تاکسی ۰/۰۹۴ به ترتیب پایدارترین حالت‌های حمل‌ونقل بوده‌اند که کمترین اثرات محیط زیستی را



شکل ۱۱. اولویت‌بندی نهایی مدهای حمل‌ونقل

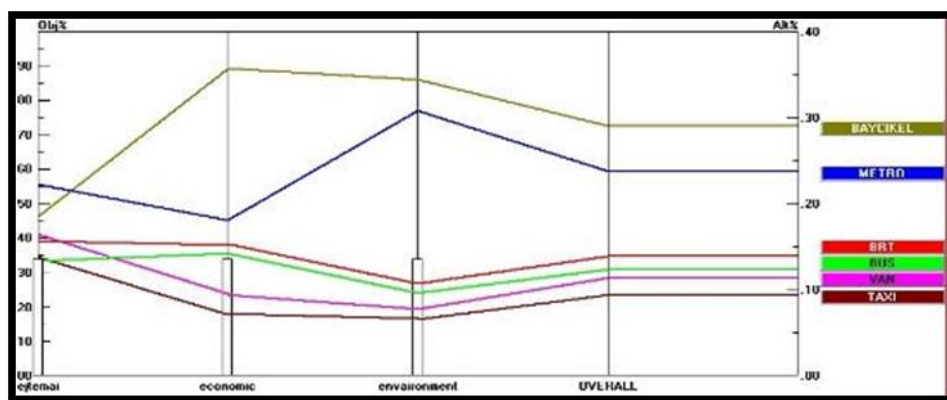
اولویت‌بندی شده‌اند. تحلیل حساسیت پویا این اجازه را به ما می‌دهد که با کم‌وزیاد کردن معیارهای موردبررسی گزینه‌ها چه عکس‌العملی را نشان می‌دهند. در این پژوهش با افزایش مقدار معیار زیست‌محیطی دو گزینه‌ی مد دوچرخه و مترو رو به

۴-۳ تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که گزینه‌های مختلف چگونه در رابطه با همدیگر در خصوص هر معیار و هم‌چنین در مجموع

افزایش دارند. در معیار اقتصادی نیز مترو و دوچرخه به سمت بالا افزایش داشته و تاکسی و ون به سمت پایین حرکت داشتند. اما در معیار اجتماعی مترو نسبت به مدهای دیگر حرکت مثبت داشت.

افزایش دارند. در معیار اقتصادی نیز مترو و دوچرخه به سمت بالا افزایش داشته و تاکسی و ون به سمت پایین حرکت داشتند.



شکل ۱۲. نمودار تحلیل حساسیت

۴. نتیجه گیری

بنزین و ۱۴۱۵۱ هزار مترمکعب نفت گاز سوزانیده می شود که به بیش از ۸۰ درصد از آلودگی های هوای شهر تهران دامن می زند که از این آلودگی خودروی شخصی مسئول ۳۵ درصد، موتورسیکلت ۲۶ درصد، وانت باری ۲۷ درصد، تاکسی ۹ درصد و اتوبوس ها ۳ درصد هستند و به این ترتیب ساکنان تهران سالانه به طور اجباری دارای میزان ۹۲ روز هوای ناسالم برای گروه های حساس، ۶ روز هوای ناسالم برای تمام گروه ها و ۱ روز هوای بسیار ناسالم و خطرناک هستند. علاوه بر آلودگی هوا و تعطیل شدن مدارس و ادارات در طول سال، سیستم کنونی حمل و نقل موجب ترافیک شدید و اتلاف وقت و زیان های اقتصادی شده و همچنین سروصدای بیش از حد که به بیماری های روحی روانی و استرس های شدید دامن زده است؛ بنابراین با توجه به حجم مشکلات به وجود آمده در این پژوهش پس از تحلیل وضعیت موجود سعی شد تا با بهره گیری از آراء متخصصان و استفاده از نظرات کارشناسان حوزه حمل و نقل شهری (دانشجویان، مسئولین شهرداری) و با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و بهره گیری از نرم افزار Expert Choice شیوه های مناسب حمل و نقل پایدار برای شهر تهران اولویت بندی گردد؛ بنابراین بعد از تجزیه و تحلیل های صورت گرفته نتیجه اینکه؛ مد حمل و نقلی دوچرخه و پیاده با امتیاز نهایی ۰/۲۹۰ و مترو با امتیاز نهایی ۰/۲۳۸ به عنوان سالم ترین شیوه های حمل و نقل از نظر فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۲ / بهار ۱۴۰۲

حمل و نقل و ترافیک شهری، همواره به عنوان مبحثی کلیدی و اساسی در مطالعات شهری و ناحیه ای مطرح بوده است؛ زیرا دارای نقش کلیدی در زندگی شهری است که در ارتباط بخشیدن اکثر امور انسانی به یکدیگر و جریان یابی افراد، کالا، انرژی و اطلاعات محقق می گردد. با افزایش جمعیت شهرها مصرف کالا و خدمات افزایش پیدا می کند که به نوبه خود سبب افزایش ترافیک در مناطق شهری می شود. اگر این ترافیک و حمل و نقل به درستی مدیریت نشود کیفیت محیط شهری پایین می آید. امروزه یکی از مهم ترین چالش های پیش روی کلان شهرهای ایران مسئله حمل و نقل درون شهری است. کلان شهر تهران جمعیتی بالغ بر ۹/۶ میلیون نفر را در خود جای داده است و روزانه به طور میانگین حدود ۱۹/۱ میلیون سفر درون شهری را شکل می دهد که از این سفرها ۴۹/۲ درصد با خودروی سواری و وانت، ۱۸/۴ درصد با تاکسی، ۱۸/۹ درصد با اتوبوس و مترو، ۲/۳ درصد با مینی بوس، ۷ درصد با موتورسیکلت، ۱/۸ درصد با تاکسی اینترنتی و ۲/۴ درصد سایر وسایل نقلیه نظیر دوچرخه را تشکیل می دهد. متأسفانه سهم کمی از حمل و نقل با دوچرخه و پیاده صورت می گیرد. از این طرف به دلیل خودرو محور بودن سیستم حمل و نقل شهر تهران روزانه ۱۰۹۵۷ هزار مترمکعب

اولویت‌بندی مدهای حمل‌ونقل پایدار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)

- سلطانی، علی (۱۳۹۰). مباحثی در حمل‌ونقل شهری با تأکید بر رویکرد پایدار، مرکز نشر دانشگاه شیراز

- صرافی، مظفر، توکلی نیا، جمیله، محمدیان مصمم، حسن. (۱۳۹۳). اندیشه‌های نو در برنامه‌ریزی شهری. تهران: قدیانی.

- گزیده آمار و اطلاعات حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، ۱۳۹۹

- مظفری‌پور، نجمه؛ حاتمی، مریم (۱۳۹۰). ارزیابی سیستم‌های جامع حمل‌ونقل MRT با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP جهت تحقق توسعه پایدار شهری در ایران، سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، مشهد.

- Ahmed, Q. I., Huapu, L., and Shi, Y. (2008) "Urban transportation and equity: A case study of Beijing and Karachi" Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 42, No. 1, pp. 125-139.

- Beella, s. and brezet, j. (2007). Changing definition of sustainable transportation, paper presented at enter conference, Rotterdam

- Black, W. R., & Nijkamp, P. (Eds.). (2002). Social change and sustainable transport.

- Clercq, Frank, and Luca Bertolini. (2003). Achieving Sustainable accessibility: An evaluation of policy measures in the Amsterdam area.

- Christopher Kennedy, Eric Miller, Amer Shalaby, Heather Maclean & Jesse Coleman, (2005), The Four Pillars of Sustainable Urban Transportation, Transport Reviews, Vol. 25, No. 4, 393-414, July 2005

- GTZ (2003) SUTP Sourcebook 3D: Preserving and Expanding the Role of Nonmotorised

- GTZ (2005c) SUTP Sourcebook 3B: Bus Rapid Transit, <http://www.sutp.org/dn.php?file=3B-BRT-EN.pdf>

- Handbook.

<http://www.sutp.org/dn.php?file=TC-Cycling.pdf>

- <https://citynet-ap.org/citynet-annual-report-2012/>

محیط زیستی و مقرون‌به‌صرفه بودن از نظر اقتصادی و مناسب بودن از نظر معیار اجتماعی انتخاب گردید و در ادامه بی‌آرتی با امتیاز ۰/۱۴۰، اتوبوس ۰/۱۲۴، ون ۰/۱۱۴، تاکسی ۰/۹۴ رتبه‌بندی گردیدند؛ بنابراین این‌گونه استنباط می‌شود که خط گریز شهر تهران از بن‌بست ترافیکی به وجود آمده نهادینه کردن مدهای حمل‌ونقل پایدار و تأمین زیرساخت‌های لازم برای دوچرخه‌سواری، پیاده‌روی و ایجاد موانعی برای استفاده از خودروی شخصی در سطح شهر است این موانع می‌تواند در قالب محدودیت‌های پارکینگ، مجوزهای تردد و... لحاظ شود.

۵. پی‌نوشت‌ها

1. On transport intergration: a contribution to better understanding

2. Mass Rapid Transit

3. Intelligent Transportation System

۶. مراجع

- آمارنامه شهرداری تهران، ۱۳۹۴، ۱۳۹۷

- احمدی، مه‌ری؛ محرم‌نژاد، ناصر (۱۳۸۵). مدیریت پایدار حمل‌ونقل شهری و راهکارهای آن، سومین کنفرانس منطقه‌ای مدیریت ترافیک، <https://civilica.com/doc/8675>

- امیری، خدابخشی (۱۳۹۹). ساماندهی و مدیریت ترافیک شهری با کمک سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، نشریه اختصاصی معماری و شهرسازی ایران، سال سوم، شماره ۱۷ صص ۱-۷.

- رجیبی، امین؛ احمدی‌شاهرخت، سجاد؛ اکبری، محمد (۱۳۹۸). بررسی جایگاه مد حمل‌ونقل دوچرخه در سفرهای شهری، مطالعه موردی شهر بیرجند، دومین کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای اسلام، تبریز.

- سلطانی، علی؛ فلاح‌منشادی، علی (۱۳۹۲). یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل راهکاری در جهت دستیابی به حمل‌ونقل پایدار، مطالعه موردی؛ کلان‌شهر شیراز، فصلنامه علمی مطالعات شهری، دوره ۲، شماره ۵، صص ۶۰-۴۷.

فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۲ / بهار ۱۴۰۲

- Hensher, D. A. (2008) “Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport - What can
- I-CE (2009) SUTP Sourcebook: Cycling-Inclusive Policy Development: A
- WHO (World Health Organization) (2000) Transport, Environment and Health, WHO Regional Publications
- Laquian, A. A. (2004) “Who are the poor and how are they being served in Asian cities?”, Paper presented at the ‘Forum on Urban Infrastructure and Public Service Delivery for the Urban Poor, Regional Focus: Asia,’ sponsored by the Woodrow Wilson International Center for Scholars and the National Institute of Urban Affairs, India Habitat Centre, New Delhi.
- Patter, S and Skinner, M. (2000), On transport intergration: a contribution to better understanding, journal of futures, Vol. 32, page 275-287.
- Todd Litman, (2016), Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute
- World Bank.(1996), Liveable Cities for the 21st Century.
- Todd Golman, Roger Corham, (2006), Sustainable Urban Directions Journal of Technology in Society, 28.
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987) ‘Our Common Future: The Brundtland
- Sa´nchez, T. W., Stolz, R., and Ma, J. S. (2003) “Moving to Equity: Addressing Inequitable Effects of Transportation Policies on Minorities”, The Civil Rights Project at Harvard University, Cambridge, MA.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) (2004) Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability - The Sustainable Mobility Project – Full report 2004, WBCSD, Switzerland.

Prioritization of sustainable urban transportation modes using analysis hierarchy process (AHP) (case study: Tehran metropolis)

Ahmed Hatami*, PhD student in geography and urban planning, University of Tehran, Tehran, Iran
Somia Parvizi Marivani, Masters in Spatial Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E-mail: Ahmad.hatami@ut.ac.ir

Abstract

Today, one of the most important challenges facing Iran's metropolises is the issue of transportation. The transportation system of veins and arteries forms the anatomy of urban life and is responsible for the movement of people and goods. A dynamic transportation system can be the center of community development or, if not properly planned and designed, can lead to a service network that ignores changing and up-to-date needs, exacerbates the situation of the poor, damages the environment, and exceeds public financial capacity. . Meanwhile, the metropolis of Tehran, as the political, economic and social capital of Iran, is involved in acute transportation problems. Heavy traffic and severe air pollution are only part of these consequences. For this reason, this research seeks to prioritize sustainable modes of transportation to improve the condition of Tehran city. The descriptive-analytical research method is based on Delphi opinions. Therefore, first the criteria and indicators of sustainable transportation were extracted from different sources and scored based on the opinions of experts, and then analyzed using the hierarchical analysis model (AHP) and Expert choice software, and the results indicate that the bicycle mode of transportation And walking with a final score of 0.290 and metro with a final score of 0.238 were selected as the healthiest modes of transportation in terms of the environment, economical in terms of economic efficiency, and suitability in terms of social criteria. 0.140, bus 0.124, van 0.114, taxi 0.94 were rated. Therefore, it seems that Tehran's escape route from the traffic deadlock is to institutionalize sustainable modes of transportation and provide infrastructure for cycling and walking and create obstacles for the use of private cars in the city. These obstacles can be in the form of restrictions. Parking, traffic permits, etc.

Keywords: sustainable transportation, sustainable development, hierarchical analysis model, Tehran metropolis