



ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان)

مسعود تقوایی^۱ و مسعود سجادی^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۱۷

چکیده: حمل‌ونقل پایدار در واقع یافتن مؤثرترین و آسوده‌ترین راه جابه‌جایی مردم و وسایل نقلیه، با کمترین میزان مصرف انرژی (در زمینه سوخت و تلاش‌های انسانی) با مقبول‌ترین هزینه، کمترین ترافیک و کمترین اثرات سوء زیست‌محیطی مانند آلودگی هوا و صدا است. هدف اصلی پژوهش حاضر تعیین مهم‌ترین عوامل و شاخص‌های مؤثر بر حمل‌ونقل شهری با استفاده از تجربیات حمل‌ونقل شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل است. روش تحقیق از نظر هدف کاربردی _ توسعه‌ای است و از نظر روش تحلیلی _ محتوایی است. برای تجزیه و تحلیل تکنیک‌های کمی و کیفی از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است و ابزار گردآوری اطلاعات، ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی در رابطه با شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار است. در شهر اصفهان نتایج مطالعات نشان می‌دهد وضعیت حمل‌ونقل پایدار شهر اصفهان روند نزولی داشته است. رشد شاخص ترکیبی اثرات محیط زیستی حمل‌ونقل در جهت منفی بوده است. همچنین رشد شاخص ترکیبی اثرات اقتصادی حمل‌ونقل در شهر اصفهان در جهت منفی بوده است. هزینه‌های گرداننده نسبت به تولید ناخالص بر نفر ثابت است. ولی خوش‌بختانه شاخص ترکیبی اثرات اجتماعی حمل‌ونقل در اصفهان در جهت مثبت بوده است. راهبرد مناسب در شهر اصفهان اجرای همزمان سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار است.

واژگان کلیدی: ارزیابی حمل‌ونقل، حمل‌ونقل پایدار، مدل پویا، شهر اصفهان.

۱ استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲ دانشجوی دکتری شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خورسگان)، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: m.sadjadi@khuif.ac.ir

۱- مقدمه

جابه‌جایی، جزئی جدایی‌ناپذیر از زندگی و فعالیت روزمره انسان و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل فصلی الزامی در مطالعه و برنامه‌ریزی شهری است. امروزه حمل‌ونقل و ترافیک یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جوامع انسانی است (فیروز زارع و همکاران، ۱۳۹۰، ص. ۳۶). حوزه قانونی سیستم رفت‌وآمد امروزی، از مرحله پیش‌بینی تا مرحله نتیجه‌گیری، به کلی به سود خودرو رانان و در نتیجه به نفع تردد خودرو است. در این روند، توقع و انتظار بیشتری برای ایجاد شرایط بهتر برای خودرو سواران به وجود آمده و ساخت‌وسازهای بعدی نیز به این مسأله جامه عمل پوشانده است. نتیجه ایجاد محیط زیستی مناسب برای خودرو است که مجدداً انتظاری مشابه را در پی خواهد داشت تا سفرها هر چه بیشتر با خودرو انجام گیرد (کنف لاکر، ۱۳۸۱). خودروها نیاز به شبکه ارتباطی گسترده، تقاطع‌های بی‌شمار، کف‌سازی‌های بسیار و پارکینگ دارند و موجب گستردگی و توزیع کاربری‌ها و فضاها می‌شوند (بحرینی و همکاران، ۱۳۸۸). با این وجود هزینه‌های حمل‌ونقل بسیار زیاد است. ساخت جاده‌ها، پل‌ها، بزرگ‌راه‌ها متضمن پرداخت هزینه‌های عمده‌ای است (تیبالدز، ۱۳۸۵). همچنین سرعت رشد مالکیت خودرو؛ بالاتر از نرخ تخصیص فضا به معابر و پارکینگ‌هاست. این ناهماهنگی، زمینه‌ساز بروز مسائل ترافیکی شده است. در عمده شهرها اغلب از خودروی شخصی برای انجام سفرهای درون‌شهری استفاده می‌شود و سایر گزینه‌های حمل‌ونقل مانند دوچرخه‌سواری، پیاده‌روی، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Schwanenn, 2002). جابه‌جایی‌های مکرر به‌خصوص به‌وسیله خودرو نه تنها ارزش‌های انسانی را تقویت نمی‌کند بلکه باعث افزایش هزینه‌های زندگی، تشدید فاصله طبقاتی در جامعه، از بین رفتن منابع و افزایش آلودگی می‌شود (سلطانی، ۱۳۹۰).

یکی از دغدغه‌های جوامع بشری افزایش روز افزون شهرنشینی و افزایش مالکیت وسایل نقلیه در کنار محدود بودن منابع است که معضلات ناشی از حمل‌ونقل را دو چندان و لزوم سیاست‌گذاری در حمل‌ونقل شهری را بیش از پیش نمایان کرده است. مسائلی که در حال حاضر شهرهای ایران با آن روبرو هستند بین تمام شهرها مشترک است و در سال‌های قبل نیز برخی از

شهرهای دنیا راه‌حل‌های آن را جستجو نموده‌اند. رشد یک‌جانبه اقتصادی کشورهای پیشرفته که با غفلت از سایر ابعاد صورت می‌گرفت مشکلات فراوانی در رابطه با مسائل زیست‌محیطی، ناهنجاری‌های اجتماعی، فرهنگی و ... به وجود آمد و همین امر منجر به رویکرد جدید جوامع به توسعه شد و مفهوم توسعه پایدار شکل گرفت (Haghshenas, 2012, P.117). حمل‌ونقل ارتباط تنگاتنگی با توسعه پایدار دارد به‌گونه‌ای که آثار محیط زیستی آن شامل آلودگی هوا و مصرف انرژی، آثار اجتماعی آن شامل دسترسی و ایمنی و آثار هزینه‌ای و اقتصادی به همراه دارد (Joumard, 2010)؛ بنابراین رشد کاربری‌ها و بالا بردن میزان سفرهای خودروها در شهرها باعث رشد شلوغی، آلودگی هوا، آلودگی صوتی و پدیده‌های آب و هوایی می‌گردد. حمل‌ونقل خودروها منابع را مصرف می‌کند، زمین را اشغال می‌کند و محیط‌زیست را خراب می‌کند. بالا رفتن درآمد، باعث رشد مالکیت خودروهای شخصی می‌گردد. با اضافه شدن مالکیت وسیله از یک‌سو، تعداد کل سفرهای خانوار در روز افزایش می‌یابد و از سوی دیگر تعدادی از سفرها که قبلاً با حمل‌ونقل همگانی صورت می‌گرفت، با خودرو شخصی صورت می‌گیرد. تبعات رشد حمل‌ونقل شخصی پخش شدن بیشتر گازهای زیان‌آور و آلودگی آب‌و‌خاک را به همراه خواهد داشت (OECD, 1995). در نهایت آلودگی صوتی باعث رنجش ساکنان شهرها و نشر فراوان دی‌اکسید کربن باعث گرم شدن کره زمین و تغییرات ناگهانی آب و هوا شده است (Zhang, 2005).

عدم وجود نظام بهینه حمل‌ونقل شهری تأثیرات متعددی بر وضعیت اجتماعی و فرهنگی و وضعیت زیست‌محیطی شهرها می‌گذارد و در مجموع موجب افزایش هزینه‌های زندگی می‌شود، به‌گونه‌ای که اگر تنها زمان طی شده یک شهروند در جابجایی‌های ساده شهری در نظر گرفته شود، نزدیک به ده درصد ساعات شبانه‌روز و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد ساعات مفید بیداری وی در معابر و مسیرهای شهری طی می‌شود که اگر هیچ‌یک از معضلات فوق هم وجود نمی‌داشت، اتلاف وقت و کاهش عمر مفید مردم، برای اصلاح و بهینه‌سازی سیستم حمل‌ونقل، دلیل قانع‌کننده‌ای خواهد بود؛ بنابراین، باید با تقویت و بازسازی بخش حمل‌ونقل با کمک روش‌های نوین موجب دگرگونی سریع در رشد و توسعه اقتصادی شهرها شد (فیروز زارع

در تحقیق انجام‌شده بررسی وضعیت حمل‌ونقل پایدار در یک یا چند شهر در یک کشور انجام‌شده است (CST,2005;Litman,2009). ولی تاکنون به‌صورت جامع با در نظر گرفتن خصوصیات شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل در مناطق مختلف که کلیه شاخص‌های پایداری را به‌صورت هم‌زمان بررسی نماید کمتر به آن پرداخته‌شده است. در این مقاله ارزیابی سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار بر اساس تجربیات شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل صورت می‌پذیرد که اهمیت آن بررسی هم‌زمان شاخص‌های حمل‌ونقل می‌باشد.

۱-۲- اهداف پژوهش

اهداف اصلی این مقاله، شناخت و تبیین الگوی پایدار در ارتباط فعالیت‌های مختلف با حمل‌ونقل با یکدیگر است و همچنین هدف فرعی مقاله توزیع بهینه امکانات و فعالیت‌ها در بخش حمل‌ونقل در منطقه شهر اصفهان است.

۱-۳- سؤالات پژوهش

سؤالات اصلی که این تحقیق به دنبال پاسخ‌گویی به آن‌هاست عبارت‌اند از: شاخص‌های ارزیابی کیفیت حمل‌ونقل شهرها چه مواردی هستند؟ چه عواملی باعث شده که برخی از شهرها وضعیت حمل‌ونقل پایدار مطلوب‌تری داشته باشند؟

هر تحقیق علمی به دنبال پاسخ‌گویی به فرضیاتی است که در ذهن محقق شکل می‌گیرد که این فرضیه‌ها حاصل مطالعات و بررسی‌های منابع مختلف و یا مشاهدات و بررسی‌های میدانی پژوهشگر به شمار می‌آیند. در این پژوهش فرضیه موردنظر به دنبال پاسخ‌گویی در عامل مطلوبیت و مؤثر در حمل‌ونقل پایدار شهرها با استفاده از شاخص‌های ابعاد محیط زیستی و اجتماعی و اقتصادی است.

۱-۴- پیشینه پژوهش

مطالعات فراوانی در رابطه با موضوع پژوهش در کشورهای دیگر صورت گرفته است؛ یکی از این مطالعات مربوط به جان پاچر و همکاران است که در سال ۲۰۰۷ ارائه گردید، میزان پایداری شبکه‌های حمل‌ونقلی در هفت شهر مهم کانادا مورد بررسی قرار گرفته و همچنین در کنار این بررسی، راه‌حل‌های افزایش پایداری در حمل‌ونقل نیز بیان شده است. در این مقاله در ابتدا سهم هر یک از

و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۳۳). وضعیت حمل‌ونقل شهرهای مناطق مختلف جهان از لحاظ میزان تقاضا و عرضه امکانات مختلف حمل‌ونقل شخصی، انواع حمل‌ونقل همگانی و حمل‌ونقل غیر موتوری متفاوت هستند. در برخی شهرها بیشتر سفرها با خودروی شخصی و سطح شهر مملو از خیابان‌های عریض و خودروها است و برخی دیگر شهرها خطوط فراوان و منظم حمل‌ونقل همگانی و در برخی دیگر از شهرها خطوط اتوبوس و مینی‌بوس و طبقه‌های نیمه همگانی مانند تاکسی‌های اشتراکی نقش اصلی در جابه‌جایی شهروندان را به عهده دارد. از سویی هم، شهرهایی هستند که سهم عمده سفرها در آن به صورت غیر موتوری است؛ بنابراین مطالعه وضعیت حمل‌ونقل شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل و کشف اصول حاکم و روابط موجود بین متغیرهای مؤثر بر حمل‌ونقل پایدار روش مفیدی برای پی بردن به سیاست‌های منتهی به حمل‌ونقل پایدار است، چون وضعیت فعلی شهرها محصول اتخاذ سیاست‌های حمل‌ونقل در گذشته آن‌ها است.

حال با توجه به بروز برخی اثرات منفی و زیان‌بار حمل‌ونقل که به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین بخش‌های کشور در سالیان اخیر در کلان‌شهر اصفهان مورد توجه اکثر کارشناسان و برنامه‌ریزان قرار گرفته است، رویکرد مقاله موجود، تعیین و ارزیابی مهم‌ترین شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار برای شهر اصفهان با استفاده از تجربیات شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل است به‌گونه‌ای که نتایج آن در سیاست‌گذاری شهر قابل‌استفاده باشد و بتواند الگوی برنامه‌ریزی مناسبی با شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار ارائه نماید.

۱-۱- اهمیت و ضرورت

توسعه روز افزون شهرها، جابه‌جایی انسان و کالا را به‌صورت مسأله‌ای درآورده است که پیچیدگی آن دائماً در حال افزایش است. بازتاب‌های منفی ناشی از وابستگی به خودرو در شهرنشینی مدرن و افزایش ازدحام ترافیکی در کریدورهای شهری، کاهش مداوم و مؤثر شرکت‌کنندگان در تردد غیر موتوری، لزوم برنامه‌ریزی انسان‌مدار را در طرح‌های توسعه شهری ایجاب می‌کند. از این‌رو در این پژوهش ارزیابی شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار حاصل تلاش‌های منابع مختلف در زمینه کمی سازی مفهوم حمل‌ونقل پایدار است (OECD,1995).

مدهای حمل و نقلی در جابه‌جایی مسافر و کالا در این شهرها مورد بررسی قرار گرفته و همچنین شرایط هر مد از لحاظ سیاست‌گذاری‌های محلی، سرمایه‌گذاری‌ها، وجود زیرساخت‌ها، میزان ایمنی، راحتی، آسایش و میزان آلاینده‌ها هر مد مورد بررسی قرار می‌گیرد، که در نتیجه این بررسی دو استراتژی به‌عنوان شاه‌کلیدی برای رسیدن به پایداری در حمل و نقل ارائه شده که عبارت از: استفاده از الگوهای کاربری‌های فشرده، استفاده حداکثری از زمین با کاربری‌های متناسب با سیستم‌های حمل و نقل، استفاده از سیاست‌های مبتنی بر کاهش استفاده از خودروی شخصی برای سفرهای کوتاه درون‌شهری و استفاده از دوچرخه به‌عنوان جایگزینی برای آن است. در مطالعه دیگری که توسط پی‌کی سارکار در سال ۲۰۰۷ ارائه گردید، در مورد مشکلاتی که سیستم‌های حمل و نقلی به‌صورت مستقیم یا غیر مستقیم بر زندگی و محیط‌زیست بشر می‌گذارند بیان گردیده است. در این پژوهش یکی از مشکلات غالب شدن استفاده از وسایل نقلیه موتوری بنزین سوز و گازوئیل سوز در مسافت‌های کوتاه در انتخاب‌های استفاده‌کنندگان بیان شده است که استفاده از وسایل نقلیه برقی یا خورشیدی یا دوچرخه به‌عنوان راه حل جایگزین معرفی شده است؛ همچنین استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی گازسوز و ایجاد هماهنگی بین کاربری زمین و سیاست‌های حمل و نقلی نیز به‌عنوان راه‌حل‌های دیگری در جهت افزایش پایداری در حمل و نقل در شهر کلکته ارائه شده است. از جمله مطالعات دیگر در این زمینه، می‌توان به مطالعه پارک و همکاران اشاره نمود. آن‌ها در مطالعات خود از تحلیل سلسله‌مراتبی برای ارزیابی سرویس‌دهندگان حمل بار در کشور کره جنوبی پرداختند. آن‌ها برای ارزیابی سرویس‌دهندگان از پارامترهایی چون سرعت، دقت، ایمنی، راحتی، صرفه اقتصادی و قابلیت اطمینان از نگاه کاربران استفاده نمودند. آن‌ها در نهایت بر اساس مقایسه زوجی در تحلیل سلسله‌مراتبی به این نتیجه رسیدند که قیمت یا هزینه سرویس مهم‌ترین پارامتر در انتخاب سرویس حمل بار توسط کاربران است. در مطالعه دیگری که توسط منوچهر وزیری و مه‌ری احمدی در سال ۱۳۸۶ ارائه گردید. در مورد شناخت مشکلات حمل و نقل در شهر تهران، مطالعه دلایل آن، بررسی وضعیت سیاست‌گذاری‌های حمل و نقل و اطلاعات آماری، بر پایه

مبانی شناخته‌شده حمل و نقل پایدار است و در پایان استراتژی‌های پیشنهادی جهت توسعه پایدار حمل و نقل در شهر تهران بر اساس مبانی حمل و نقل پایدار ارائه گردیده است. در این پژوهش تلاش گردیده با بررسی اطلاعات مربوط به برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌ها با استفاده از اصول پذیرفته‌شده جهانی به شناسایی فاصله‌ها و نقاط قوت و ضعف وضعیت موجود پرداخته شود و در نهایت استراتژی‌های مناسب با شرایط فعلی پیشنهاد گردد: بررسی وضعیت شاخص‌های برنامه‌ریزی و مدیریت در مرحله اول و همچنین بررسی سیاست‌گذاری‌های حمل و نقل در شهر تهران در مرحله دوم و انطباق آن با اصول توسعه پایدار و انجام تحلیل سوات به منظور پیشنهاد استراتژی‌های مناسب با شرایط فعلی.

کنوروتی و نیومن با جمع‌آوری بانک اطلاعاتی وابستگی به اتومبیل در شهرهای جهان که مربوط به اطلاعات حمل و نقلی ۴۷ شهر جهان از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ استگام مهمی در مطالعه و مقایسه شهرهای جهان برداشته‌اند. در تحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده، کنوروتی و نیومن، میزان مصرف انرژی، آلودگی هوا، هزینه‌های حمل و نقل و تصادفات را در قاره‌های مختلف مقایسه کرده و از مطالعه شهرها نتایجی در ارتباط با سطح اقتصادی، مالکیت وسیله، چگالی جمعیتی شهرها، سهم حمل نقل شخصی، همگانی و غیر موتوری با مصرف انرژی، تولید آلودگی، هزینه‌های حمل و نقل و تصادفات استخراج می‌کنند (Kenworthy et al., 1999).

هوگان، نیومن و شفر در تلاش‌های خود برای تقسیم‌بندی شهرها سه نوع شهر تعریف کرده‌اند: شهرهای پیاده، شهرهای حمل و نقل همگانی و شهرهای خودروی شخصی. این مطالعه با توجه به این واقعیت انجام‌گرفته است که هر طریقه حمل و نقل برای یک نوع رفتار کاربری زمین خاص مناسب است که رفتار کاربری سازگار با آن طریقه نامیده می‌شود. در دیدگاه نویسندگان این پژوهش با ظهور فن‌آوری‌های جدید حمل و نقل همگانی مانند تراموا و قطارهای شهری سبک، برخی شهرهای اولیه به‌صورت ستاره‌ای در جهت خطوط حمل و نقل همگانی تا حدود ۲۰ کیلومتر گسترش یافتند (Barter, 1998).

هوک و رپلاگ در تقسیم‌بندی انواع شهرها به سهم طریقه‌ها توجه ویژه نموده‌اند. در این تقسیم‌بندی یک

عنوان ابزاری مناسب جهت شناسایی مؤثر در حمل‌ونقل واقع گردد.

۵-۱- مروری بر مفاهیم نظری

۵-۱-۱- توسعه پایدار

از آنجاکه حمل‌ونقل پایدار یکی از زیرشاخه‌های بحث کلی‌تری به نام توسعه پایدار است، ابتدا جهت فهم مفاهیم بهتر است مفهوم توسعه پایدار مد نظر قرار گیرد. در ادبیات روزمره، پایداری را می‌توان شامل موارد مطلوبی همانند اشتغال، تولید، درآمد، سرمایه، اطلاعات و دانش دانست که بایستی در آینده رشد کنند و جلوگیری از موارد سویی همانند آلودگی، ضایعات، فقر، مصرف انرژی و گسست اجتماعی تلقی کرد که باید از وقوع آن جلوگیری نمود. در واقع توسعه پایدار درصدد فراهم آوردن راهبردها و سازوکارهایی است که توسط آن‌ها بتوان به اهداف مهمی نظیر هماهنگ کردن حفاظت زیست‌محیطی و توسعه، تأمین نیازهای اولیه زندگی بشر، دستیابی به عدالت اجتماعی، از بین بردن فقر و محرومیت عمومی، خودمختاری، تنوع فرهنگی و حفظ یگانگی اکولوژیکی دست یافت. از نظر کمیته تحقیقات حمل‌ونقل به‌عنوان یک مؤسسه تحقیقاتی معتبر در زمینه حمل‌ونقل، پایداری را این‌طور تعریف می‌کند که در پایداری چگونگی تعامل میان سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی بر اساس مزیت‌ها و کمبودهای ماهوی خود در مقیاس‌های مختلف فضایی- عملکردی توضیح داده می‌شود. در این مقاله بر اساس این تعریف به‌عنوان یکی از مباحث تئوری به ارزیابی شاخص‌ها در حوزه حمل‌ونقل می‌پردازد (TRB,1997).

۵-۱-۲- حمل‌ونقل پایدار

مطابق با بررسی‌های انجام‌شده، تعاریف متعددی در خصوص حمل‌ونقل پایدار وجود دارد (استادی جعفری، ۱۳۸۹). حمل‌ونقل پایدار سیستمی است که در مصرف سوخت، آلاینده‌های وسایل نقلیه، ایمنی، تراکم ترافیک و دستیابی به اهداف اقتصادی و اجتماعی به‌صورت چند سطحی عمل می‌نماید و در تمامی این موارد تأمین‌کننده اهداف پایداری در آینده بوده بدون اینکه آیندگان را در تأمین مایحتاجشان به خطر بیندازد. جامع‌ترین تعریف از حمل‌ونقل پایدار توسط مرکز حمل‌ونقل پایدار کانادا [۱] ارائه گردیده است

گروه شهرهایی هستند که در آن‌ها وسایل غیر موتوری غالب سفرها را تشکیل می‌دهند که می‌توان از برخی شهرهای چین و هند، ژاپن و آلمان. گروه دیگر شهرهایی که غالب سفرها با حمل‌ونقل همگانی صورت می‌پذیرد مانند سئول، هنگ‌کنگ، استکهلم و گروه سوم شهرهایی که غالب سفرها با خودروی شخصی صورت می‌گیرد، مانند شهرهای آمریکا. شهرهای دیگر جزء گروه شهرهای مخلوط قرار می‌گیرند که بسته به سهم طریقه هر کدام از گروه‌های قبلی نزدیک یا دور می‌شوند (Barter,1998).

پور زاهدی و همکاران با بررسی بیش از ۱۰۰ شهر جهان سعی کرده‌اند به این سؤال پاسخ دهند که شهرها چه زمانی و با چه ویژگی‌هایی نیاز به سیستم‌های سنگین و گران‌قیمت حمل‌ونقل ریلی دارند. در این پژوهش با فرض اینکه همه شهرها دارای سیستم حمل‌ونقل همگانی جاده‌ای هستند یک مدل لوجیت دو حالتی برای انتخاب سیستم سنگین ریلی پیشنهاد شده و متغیرهای معنادار و مقدار ضرایب آن‌ها با استفاده از اطلاعات شهرهای جهان بررسی شدند. متغیرهای تولید ناخالص داخلی، جمعیت، تعداد سفرها و صنعتی شدن شهر مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر انتخاب سیستم ریلی تشخیص داده شدند (Poorzahedy et al.,2004,P.325).

آنتونی دانه، به‌عنوان یک اقتصاددان رویکردهای سنتی برای حل مشکل ترافیک، راهکارهای موقتی هستند و معتقد است مشکل ترافیک از دیدگاه یکی از رکن‌های شاخص‌های پایداری حمل‌ونقل می‌توان تعداد کاهش تردد خودروها از طریق افزایش عوارض عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک صورت می‌گیرد (مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد، ۱۳۸۷).

سرانجام در پژوهش حاضر با جمع‌آوری تلاش‌های ارزشمند افرادی چون کنورتی، نیومن، بارت و ویور در جمع‌آوری اطلاعات حمل‌ونقلی شهرهای پیشرو در حمل‌ونقل و مقایسه آن‌ها، برقراری ارتباط بین برخی از متغیرهای خصوصیات شهر مانند تراکم جمعیتی و سهم طریقه‌های حمل‌ونقل همگانی و غیر موتوری با مصرف منابع طبیعی و هزینه‌های ناشی از حمل‌ونقل از یک‌طرف و همچنین با بررسی سیاست‌های مختلف برای بهبود حمل‌ونقل در منابع مختلف در منابع مختلف تلاش شده است، کاربرد استفاده همزمان شاخص‌های مرتبط با ابعاد مختلف حمل‌ونقل پایدار در ارزیابی و مقایسه شهرها به

که توسط بسیاری از منابع معتبر شناخته شده است (Zhou,2012; Litman,2009; Haghshenas,2012). متأسفانه تعاریف موجود در مورد حمل و نقل پایدار از نظر مفهومی متفاوت بوده و در بیشتر موارد توصیفی و خروجی محور هستند، تا تحلیلی و فرآیندگرا (Zuidgeedt et al., 2000, P.8). برای دستیابی به عمل‌گرایی بیشتر در تعریف حمل و نقل پایدار، بایستی بررسی‌های بیشتری روی کمی کردن عناصر مختلف سیستم حمل و نقل پایدار صورت گیرد. به عبارت دیگر نیازهای حمل و نقلی مردم و تمایلات روزانه شهروندان، شناسایی شود. از سویی دیگر آمار وضع فعلی و آتی منابعی که مورد مصرف سیستم‌های حمل و نقل قرار می‌گیرند به‌درستی جمع‌آوری گردد (Zuidgeedt et al., 2000, P.27).

با توجه به رویکرد این مقاله و در نظرگیری سایر تعاریف و انتظارات از حمل و نقل پایدار مفهوم حمل و نقل پایدار به صورت زیر تعریف می‌شود: (توسعه توانایی انسان در برآوردن نیازهای نسل حاضر بدون به خطر انداختن توانایی نسل آینده در برآوردن نیازهایشان) در این رویکرد توسعه پایدار روندی از تغییرات است که در آن مصرف منابع، جهت‌گیری سرمایه‌گذاری و توسعه فناوری علاوه بر نیازهای حاضر، سازگار با نیازهای آینده انجام می‌شود (رصافی، ۱۳۸۳).

۱-۵-۳- شاخص‌های حمل و نقل پایدار

به‌طور کلی تعیین پایداری مربوط به مواردی از قبیل محدودیت و پایان‌پذیری منابع و امکانات، میزان بهره‌برداری و استفاده از منابع، تداخل انسان با صنعت و رفع نیازهای زندگی، اقتصاد اجتماع، محیط‌زیست و تغییرات و تحولات در یک دوره زمانی طولانی است. نکته قابل توجهی که در این امر هست نحوه به‌کارگیری برنامه پایداری در زمان و مکان مناسب است. بدین منظور جهت شناخت و میزان دستیابی برنامه‌ها در امر حمل و نقل پایدار، استفاده از شاخص‌های استاندارد، جامع و کاربردی می‌تواند بسیار راه‌گشا باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد از سوی سازمان‌های مختلف، تاکنون شاخص‌های متعددی ارائه شده است (TRB, 1997).

مهم‌ترین ابزار سنجش حمل و نقل پایدار، شاخص‌ها هستند. شاخص‌های حمل و نقل پایدار، شاخص‌هایی هستند که پایداری حمل و نقل را در سه بخش محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی نشان می‌دهند. فصل

۴۰ دستورالعمل قرن ۲۱ بر لزوم تعریف شاخص‌های توسعه پایدار در سطوح مختلف به‌عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری‌ها تأکید می‌کند. (United Nation, 1992). شاخص‌های توسعه پایدار که برای کمی کردن مفاهیم توسعه پایدار به کار می‌روند باید بر پایه معیارهای مناسب انتخاب شوند. شاخص‌ها باید دارای ویژگی‌های زیر باشند: (Ramesteiner; Pulz; Litman, 2009) (الف) نیازهای سیاست‌گذار یا برنامه‌ریز را پاسخگو باشند. (ب) مشخص، پربازده و غیرقابل اشتباه شدن باشند. (پ) امکان اندازه‌گیری داشته باشند. (ت) جامع و شامل همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی باشد. (ث) واقع‌گرا و نشان‌دهنده حقیقی وضع موجود باشد. (ج) شاخص‌ها باید از یکدیگر مستقل باشد. (چ) اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد. (ح) پویا و حساس به تغییرات باشند. (خ) اهمیت آن‌ها در طولانی‌مدت پایدار باشد. در این مطالعه تعداد ۴۵ شاخص جهت ارزیابی برای حمل و نقل شهر اصفهان در نظر گرفته شده است.

۱-۵-۴- رویکردهای متفاوت در حمل و نقل پایدار

سازمان توسعه و همکاری اقتصادی [۲]، دو رویکرد متفاوت را نسبت به حمل و نقل پایدار تشریح می‌کند. رویکرد فن‌سالار که عمدتاً حول محوری به نام هایپر خودرو مانور می‌دهد. ادعا می‌شود که این نسل خودرو از نظر مصرف سوخت در حدود ۱۵ تا ۲۰ برابر کارآمدتر از نسل فعلی است و دارای مزایای دیگری همچون ایمنی، ارزانی قیمت، راحتی، طول عمر بالاتر و زیبایی ظاهری نیز است. رویکرد دوم بر مبنای کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش وابستگی به خودرو است. این نگرش به دنبال کاهش تمایل استفاده از خودرو نسبت به گزینه‌های دیگر و یا کاهش ضرورت استفاده از خودرو است. این هدف می‌تواند از طریق بهبود زیرساخت‌های مربوطه، ارتقای روش‌های دیگر سفر، اصلاح الگوی کاربری زمین و تأکید بر اصلاح عادات و سبک زندگی شهروندان حاصل شود. این دو رویکرد را به ترتیب می‌توان رویکرد تقلیل‌گرا و جامع نام نهاد (Litman & Burwell, 2006)؛ بنابراین یکی دیگر از مبنای تئوریک این مقاله، در نظر گرفتن همزمان شاخص‌های این دو رویکرد در ارزیابی است.



شخصی انجام دهند اما با گذاشتن کنترل‌ها می‌توان عادت مردم را تغییر داد. کاربری زمین در حقیقت یک مرحله جلوتر از برنامه‌ریزی حمل‌ونقل است و مشکلاتی در حمل‌ونقل مشاهده می‌شود در حقیقت از نقش کاربری‌ها ناشی می‌شود (OECD, 1995; Mascarenhas, 2014; World Bank, 2010; etal.). در این پژوهش سعی شده است شاخص‌های مورد بررسی، سیاست‌های ذکرشده را مدنظر قرار دهد.

۲- روش تحقیق

روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی - توسعه‌ای است و روش و ابزار گردآوری اطلاعات، ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی در رابطه با شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار است. همچنین ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرم‌افزار SPSS و نرم‌افزار مدل نگارنده است. در بخش اول در راستای اهداف مذکور ابتدا با مروری بر مفاهیم نظری به تعاریف شاخص‌ها و ابعاد مختلف حمل‌ونقل پایدار و مدل‌های حمل‌ونقل پویا ارائه می‌شود. در بخش دوم، به مطالعه موردی (شهر اصفهان) می‌پردازد و روش‌شناسی تحقیقی مقاله را بیان می‌کند. در بخش سوم، معیارها و شاخص‌های تحلیلی و همچنین شاخص‌های منتخب وضعیت حمل‌ونقل پایدار شهرها ارزیابی می‌گردد. سپس با استفاده از تحلیل عوامل، تحلیل همبستگی، معایب و مزایای هر یک از شاخص‌ها بررسی می‌گردد. سپس نتایج حاصل از کل روند پژوهش را تبیین و در پایان پیشنهادها را لازم ارائه می‌شود. به‌گونه‌ای که پیش‌زمینه‌ای برای پژوهش‌های علمی آینده باشد که نیاز به بسط نظری و عملی دارد.

۲-۱- جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد استفاده در پژوهش

مؤسسه بین‌المللی حمل‌ونقل همگانی [۳] دو مجموعه آماری مهم مرتبط با موضوع این پژوهش می‌باشد. بانک اطلاعاتی هزاره شهرها برای حمل‌ونقل پایدار [۴] در سال ۱۹۹۵، بیش از ۲۲۰ متغیر مربوط به مشخصات کلی شهرها مانند جمعیت، مساحت، اشتغال، تولید ناخالص و خصوصیات حمل‌ونقل آن‌ها و اثرات گوناگون ناشی از حمل‌ونقل مربوط به ۱۰۰ شهر با تعداد مناسبی از هر قاره را جمع‌آوری نموده که در سال ۲۰۰۱ منتشر شده است (UITP, 2001). در مجموعه دوم بانک

۱-۵-۵- سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار

نکته قابل‌توجه در هر پژوهش در زمینه پذیرش حمل‌ونقل پایدار، نه‌تنها بایستی برنامه‌ای که دارای اثر پایدار بیشتری است را بفهمیم بلکه بایستی بدانیم کدام سیاست از نظر عموم مردم، دارای قابلیت پذیرش بالاتری است به‌خصوص هنگامی که تغییرات ساختاری در رفتارهای شهروندان لازم باشد. اجرای چنین سناریویی بستگی به این دارد که انتظارات مردم از نظر ارتقای کیفیت زندگی آن‌ها چقدر برآورده شود. در واقع صحبت کردن از حمل‌ونقل پایدار در صورتی موجه است که باعث تنزل کیفیت زندگی شهروندان نشود (Steg & Gifford, 2005).

علاوه بر اثرات ناشی از برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار بر روی کیفیت زندگی، عوامل دیگری بر مقبولیت سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار مؤثرند. نخست، سیاست‌هایی که شهروندان از مشکلات کنونی و آتی و همچنین راه‌حل‌های احتمالی آگاهی داشته باشند درجه پذیرش بالاتری خواهند داشت. دوم، آگاهی استفاده‌کنندگان خودروها از نقش و مسئولیت خود در قبال جامعه مهم است. سوم، تمایلات و هنجارهای اجتماعی در پذیرش طرح‌های حمل‌ونقل مؤثر هستند. چهارم، فراهم بودن گزینه‌های جایگزین، مهم است. پنجم، طرح‌های حمل‌ونقل در صورتی مقبول همگان خواهند بود که به نظر برسد در حل مشکلات شهری مؤثر هستند. بنیستر معتقد است شهرهای جهان سوم به دلیل برخورداری از شکل فشرده، تراکم بالای جمعیت و فعالیت و داشتن محله‌های سکونت خودکفا دارای پتانسیل لازم برای دستیابی به توسعه پایدار شهری هستند (Banister, 2005, P. 205). اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، نگرانی از رشد اقتصادی فراتر از نگرانی‌های اجتماعی و محیطی مطرح است و به همین لحاظ پیامدهای رشد اقتصادی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌طور کلی سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار شهری در جهت بهبود آثار محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی حمل‌ونقل بوده و در دو بخش مدیریت کاربری زمین و مدیریت حمل‌ونقل قبل تفکیک هستند. سیاست‌ها در سطوح ملی، منطقه‌ای و شهری بوده است. برخی از سیاست‌ها علاوه بر آثار مثبت، یک سری تبعات منفی هم دارند. در حالت کلی مردم دوست دارند با آزادی کامل سفرهای راحت با خودروهای

اطلاعاتی حمل‌ونقل در شهرها [۵] ۱۲۰ متغیر درباره ۵۲ شهر که اکثر آن‌ها در اروپا قرار دارند مربوط به سال ۲۰۰۰ جمع‌آوری و در سال ۲۰۰۶ منتشر شده است (UITP, 2006). همچنین سیاست‌های اجرایی حمل‌ونقل در ۳۰ شهر بانک اطلاعاتی در دو دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ و از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در این مجموعه وجود دارد. اطلاعات موجود در بانک‌های [۳] که با تلاش‌های کنورتی و همکاران تهیه شده است، شامل اطلاعات حمل‌ونقلی شهرها، سیاست‌های اجرایی در حمل‌ونقل و اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از حمل‌ونقل، مستقیماً مرتبط با موضوع تحقیق حاضر است. بانک اطلاعاتی وابستگی به اتومبیل در شهرهای جهان [۶] که به کوشش کنورتی، لاب، نیومن و همکاران تهیه شده است، اطلاعات کلی مانند جمعیت، مساحت، شکل توسعه، اشتغال در طی سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ در بازه ۱۰ ساله گردآوری شده است (Kenworthy, 1990). در این پژوهش سعی شده است با توجه به هدف پژوهش در انتخاب شاخص‌های پایداری در امر حمل‌ونقل، شهرهایی مشترک که در سه منبع فوق به آن اشاره گردید مورد بررسی قرار بگیرد که در مجموع ۱۴ شهر مشترک وجود داشت. در مورد حمل‌ونقل شهر اصفهان نتایج اولین مطالعات جامع حمل‌ونقل شهرهای ایران در سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۶۹ آغاز می‌شد (ذکایی آشتیانی و همکاران، ۱۳۶۹). نتایج مرحله دوم مطالعات جامع حمل‌ونقل این شهر در سال ۱۳۷۹-۱۳۸۳ قسمت دیگری از اطلاعات موردنیاز را پوشش می‌دهد (مطالعات جامع حمل‌ونقل اصفهان، ۱۳۸۳). از آمارنامه‌های حمل‌ونقل اصفهان که توسط معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری اصفهان بر اساس بروز رسانی نتایج مطالعات جامع در سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۸ منتشر شده است. اطلاعات موردنیاز دیگر استخراج گردیده است (آمارنامه حمل‌ونقل، ۱۳۸۳). همچنین برخی از اطلاعات مربوط به هزینه‌های حمل‌ونقل شهر در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ از معاونت مالی شهرداری اصفهان به دست آمده است (معاونت مالی و اداری اصفهان، ۱۳۸۹). در نهایت بانک اطلاعاتی پژوهش با جمع‌آوری و یکسان‌سازی اطلاعات تشکیل گردید.

۳- یافته‌های پژوهش

۳-۱- بررسی و تحلیل شاخص‌ها

۳-۱-۱- معرفی شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار

ابزار سنجش حمل‌ونقل پایدار، شاخص‌ها هستند؛ که بر اساس داده‌های اطلاعاتی در سه بعد اثرات محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی حمل‌ونقل ساخته می‌شوند و در نهایت مناسب‌ترین شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار برای ارزیابی شهرها انتخاب می‌شوند. علاوه بر شاخص‌هایی که در منابع مختلف معرفی کرده‌اند می‌توان با به کار بردن روابط جبری بین متغیرها، شاخص‌های معنادار دیگری برای بررسی جنبه‌های مختلف حمل‌ونقل پایدار معرفی نمود؛ که در این پژوهش برای اثرات محیط زیستی حمل و نقل ۱۵ شاخص و برای اثرات اقتصادی حمل و نقل ۱۶ شاخص و اثرات اجتماعی حمل و نقل ۱۴ شاخص ساخته شدند؛ که در جداول (۱) و (۲) و (۳) به ترتیب به آن‌ها اشاره شده است.

در جدول (۲) به منظور ایجاد شاخص‌های اثرات اقتصادی حمل‌ونقل و هماهنگی با شاخص‌های قبلی یک‌بار بر حسب دلار و بار دیگر با تقسیم بر متغیر تولید ناخالص بر نفر محاسبه گردید. از طرفی در محاسبه شاخص زمان سفر به دلیل اینکه متغیر بیانگر زمان و یا مسافت سفرهای غیر موتوری در اطلاعات جمع‌آوری وجود نداشت با فرض طول متوسط ۰/۸ کیلومتر و سرعت ۴/۸ کیلومتر بر ساعت برای سفر پیاده و طول متوسط ۳ کیلومتر و سرعت ۱۸ کیلومتر بر ساعت برای سفر دوچرخه و زمان سفرهای غیر موتوری ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

در جدول (۳) در محاسبه شاخص دسترسی در حمل‌ونقل برای مقایسه با سایر شاخص‌های قبلی برای همه طریقه‌ها در نظر گرفته شد. شاخص AL/A از طریق مجموع مستقیم طول شبکه طریقه‌های حمل‌ونقل بر مساحت شهر محاسبه می‌شود. ولی به منظور اینکه بتوان تفاوت بین عملکرد طریقه‌های حمل‌ونقل محاسبه گردد برای رفع این کار از متغیر مسافر-کیلومتر استفاده گردید؛ بنابراین شاخص‌های دیگری از جمله APK/A (جمع مسافر-کیلومتر سالیانه طریقه‌های مختلف در هر هکتار مساحت شهر) و شاخص APK/P/A (مجموع مسافر-کیلومتر سالیانه به ازای هر نفر در هر هکتار مساحت شهر) می‌تواند این مسأله را تحت پوشش قرار دهد. همچنین برای نشان دادن شاخص تنوع طریقه‌ها

جدول ۱- شاخص‌های اثرات محیط زیستی حمل‌ونقل

شرح شاخص	نحوه محاسبه شاخص	
آلودگی هوا	تولید سالیانه آلاینده توسط هر نفر	تولید سالیانه آلاینده محلی هوا (CO, VOC, NOX, ...) بر جمعیت
	آلاینده سالیانه منتشرشده در فضای شهر	تولید سالیانه آلاینده محلی هوا (CO, VOC, NOX, ...) بر مساحت
	تولید آلاینده در هر سفر	تولید سالیانه آلاینده‌ها (CO, VOC, NOX, ...) بر تعداد کل سفرهای سالیانه
	تولید آلاینده در هر مسافر-کیلومتر	تولید سالیانه آلاینده محلی هوا (CO, VOC, NOX, ...) بر کل مسافر-کیلومتر سالیانه
	تولید آلاینده در جابجایی یک کیلومتر وسایل نقلیه مختلف	تولید سالیانه آلاینده محلی هوا (CO, VOC, NOX, ...) بر کل وسیله نقلیه-کیلومتر سالیانه
	تولید آلاینده ناشی از مصرف واحد انرژی	تولید سالیانه آلاینده محلی هوا (CO, VOC, NOX, ...) بر مصرف سالیانه انرژی در حمل‌ونقل
مصرف انرژی	سرنانه سالیانه مصرف انرژی	مصرف سالیانه انرژی در حمل‌ونقل بر جمعیت
	مصرف انرژی در هر سفر	مصرف سالیانه انرژی در حمل‌ونقل بر تعداد کل سفرهای سالیانه
	مصرف انرژی در هر مسافر-کیلومتر	مصرف سالیانه انرژی در حمل‌ونقل بر تعداد کل مسافر-کیلومتر سالیانه
	مصرف انرژی در جابجایی یک کیلومتر وسایل نقلیه	مصرف سالیانه انرژی در حمل‌ونقل بر کل وسیله-کیلومتر سالیانه
مصرف زمین	سرنانه مصرف زمین برای حمل‌ونقل	طول جاده‌ها و مسیرهای انحصاری حمل‌ونقل همگانی بر جمعیت
	زمین گرفته‌شده از مساحت شهر برای حمل‌ونقل	طول جاده‌ها و مسیرهای انحصاری حمل‌ونقل همگانی بر مساحت
	زمین گرفته‌شده برای هر سفر سالیانه	طول جاده‌ها و مسیرهای انحصاری حمل‌ونقل همگانی بر تعداد سفر سالیانه
	زمین گرفته‌شده برای هر مسافر کیلومتر سالیانه	طول جاده‌ها و مسیرهای انحصاری همگانی بر مسافر کیلومتر سالیانه
	زمین گرفته‌شده برای هر وسیله کیلومتر سالیانه	طول جاده‌ها و مسیرهای انحصاری همگانی بر وسیله کیلومتر سالیانه

جدول ۲- شاخص‌های اثرات اقتصادی حمل‌ونقل

شرح شاخص	نحوه محاسبه شاخص	
هزینه‌های مستقیم استفاده‌کننده	هزینه مستقیم روزانه استفاده‌کننده حمل‌ونقل	هزینه مستقیم روزانه یک استفاده‌کننده
	هزینه مستقیم یک سفر شهری	هزینه مستقیم استفاده‌کننده در یک سفر
	هزینه مستقیم یک کیلومتر سفر شهری	هزینه مستقیم استفاده‌کننده بر طول متوسط سفر
	هزینه مستقیم روزانه حمل‌ونقل یک شهروند به سرنانه GDP	هزینه مستقیم روزانه یک استفاده‌کننده بر تولید ناخالص GDP به ازای هر نفر
	هزینه مستقیم یک سفر شهروند به سرنانه GDP	هزینه مستقیم استفاده‌کننده در یک سفر بر تولید ناخالص GDP به ازای هر نفر
	هزینه مستقیم یک کیلومتر سفر شهروند به سرنانه GDP	هزینه مستقیم استفاده‌کننده در یک کیلومتر سفر بر تولید ناخالص GDP به ازای هر نفر
هزینه غیرمستقیم استفاده‌کننده	زمان روزانه هر نفر برای حمل‌ونقل	زمان روزانه صرف شده هر نفر در حمل‌ونقل
	زمان یک سفر شهری	زمان صرف شده هر نفر در یک سفر
	زمان یک کیلومتر سفر شهری (معکوس سرعت)	زمان صرف شده هر نفر در یک کیلومتر سفر
هزینه‌های گرداننده حمل‌ونقل	هزینه‌های سالیانه گرداننده حمل‌ونقل برای هر نفر	هزینه کل سالیانه دولت محلی در حمل‌ونقل بر جمعیت شهر

استفاده کننده هزینه	هزینه گرداننده حمل و نقل برای هر سفر شهری	هزینه کل سالیانه دولت محلی در حمل و نقل بر تعداد کل سفرها در سال
	هزینه گرداننده حمل و نقل برای هر کیلومتر سفر	هزینه کل سالیانه دولت محلی در حمل و نقل بر تعداد کل مسافر-کیلومتر سالیانه
بهره هزینه گرداننده برای یک سفر	نسبت هزینه‌های حمل و نقل به سرانه GDP	هزینه کل سالیانه دولت محلی در حمل و نقل بر جمعیت شهر بر تولید ناخالص GDP به ازای هر نفر
	نسبت هزینه دولت محلی در هر سفر به GDP به ازای هر نفر	هزینه‌های سالیانه دولت محلی در حمل و نقل بر تعداد کل سفرها در سال بر تولید ناخالص GDP به ازای هر نفر
	نسبت هزینه هر کیلومتر سفر به کل بودجه گرداننده به GDP به ازای هر نفر	هزینه‌های سالیانه دولت محلی در حمل و نقل بر تعداد کل مسافر-کیلومتر سالیانه بر GDP به ازای هر نفر
	نسبت هزینه مصرف کننده به هزینه گرداننده برای یک سفر شهری	هزینه استفاده کننده بر هزینه گرداننده برای یک سفر

بین شاخص‌های مختلف در زیر بخش خودش محاسبه می‌گردد.

۳-۱-۳- تحلیل عوامل شاخص‌ها

در این پژوهش برای تحلیل عوامل، روش مورد استفاده، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، با چرخش متعامد به روش واریمکس و نرم‌افزار مورد استفاده SPSS است. تحلیل عوامل بر روی شاخص‌ها در سه مرحله صورت گرفت. در مرحله اول تمامی ۴۵ شاخص باهم مورد تحلیل قرار گرفتند در مرحله دوم شاخص‌ها به تفکیک ۳ بخش اثرات محیط زیستی، اثرات اقتصادی و اثرات اجتماعی حمل و نقل تحلیل شدند. بدین منظور تحلیل همبستگی بین شاخص‌ها و متغیرها برای سال ۲۰۱۲ صورت گرفت. این متغیرها شامل جمعیت، چگالی جمعیتی، تولید ناخالص بر نفر، سرانه تعداد سفر، طول متوسط سفر، سهم حمل و نقل شخصی، سهم حمل و نقل همگانی، سهم حمل و نقل غیر موتوری، تعداد خودروهای شخصی بر نفر، وسیله نقلیه کیلومتر حمل و نقل همگانی بر نفر و وجود حمل و نقل همگانی ریلی هستند. نتایج تحلیل عوامل تمام شاخص‌ها همزمان با یکدیگر نشان داد که ۴۵ شاخص به ۹ عامل تجزیه می‌شوند. در کل تحلیل عوامل شاخص‌های حمل و نقل پایدار نشان می‌دهد که هرچند بخش‌های مختلف اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی حمل و نقل مفاهیمی مستقل دارند. ولی برخی از شاخص‌های آن‌ها، عوامل توصیف کننده مشترکی دارند. همچنین نتایج تحلیل عوامل مرحله دوم یا شاخص‌های هر یک از بخش‌های اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی حمل و نقل برای سال ۲۰۱۲ آورده

بایستی، تعداد سیستم‌های حمل و نقل موجود در شهر را محاسبه نمود. ولی این پارامتر فقط وجود طریقه‌ها را لحاظ می‌کند و برای در نظرگیری گسترش طریقه در شهر از دو شاخص دیگر به نام‌های V/P (شاخص سرانه سفر هر نفر در روز) و V/MAX (مجموع تعداد وسایل هر طریقه بر جمعیت بعد از تقسیم بر بیشینه وسیله هر طریقه) مورد محاسبه قرار گرفت. همچنین با توجه به اینکه برای طریقه‌های غیر موتوری، متغیری که نشان دهنده تعداد وسیله باشد، موجود نیست از سرانه سفر با این طریقه استفاده گردید. پس برای این امر از شاخص MS/MAX که میزان استفاده از طریقه‌ها یا تقاضای آن را مشخص می‌کند می‌توان استفاده نمود. شاخص $MS-EQ$ هم فاصله سهم طریقه‌های شهر را تا سهم برابر محاسبه می‌کند. ولی برخلاف سایر شاخص‌های قبلی هر چه این شاخص کوچک‌تر باشد تنوع شهر مطلوب‌تر خواهد بود. بدین ترتیب شاخص اثرات اجتماعی حمل و نقل مطابق جدول (۳) خواهد بود.

۳-۱-۲- انتخاب شاخص‌های نهایی حمل و نقل پایدار

در این قسمت از بین جداول (۱) و (۲) و (۳)، شاخص‌هایی که بتوان بر اساس آن‌ها وضعیت حمل و نقل پایدار شهرها را ارزیابی کرد انتخاب می‌شوند. انتخاب شاخص‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی انجام می‌پذیرد. برای انجام کار و بررسی مزایا و معایب شاخص تحلیل عاملی در سه مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول تمامی ۴۵ شاخص در مرحله دوم شاخص‌های هر یک از بخش‌های محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی با همدیگر و مرحله سوم شاخص‌های هر یک از ۱۰ بخش، ارتباط

جدول ۳- شاخص‌های اثرات اجتماعی حمل‌ونقل

زیر بخش	علامت اختصاری	شرح شاخص	نحوه محاسبه شاخص
ایمنی حمل‌ونقل	D/MP	ایمنی حمل‌ونقل بر جمعیت	تلفات سالیانه ناشی از تصادفات در یک میلیون نفر
	D/MT	ایمنی یک سفر	تلفات سالیانه ناشی از تصادفات در یک میلیون سفر
	D/MPK	ایمنی یک مسافر - کیلومتر	تلفات سالیانه ناشی از تصادفات در یک میلیون مسافر - کیلومتر
	D/MVK	ایمنی یک وسیله نقلیه - کیلومتر	تلفات سالیانه ناشی از تصادفات در یک میلیون وسیله - کیلومتر
دسترسی حمل‌ونقل	AL/A	معکوس متوسط فاصله نقاط شهر تا شبکه حمل‌ونقل شهر	مجموع طول شبکه طرق حمل‌ونقل بر مساحت شهر
	APK/A	مسافر - کیلومتر سالیانه در هر هکتار مساحت شهر	مجموع مسافر - کیلومتر سالیانه طریقه‌های مختلف در هر واحد مساحت شهر
	APK/P	مسافر - کیلومتر هر فرد در سال	مجموع مسافر - کیلومتر سالیانه طریقه‌های مختلف بر جمعیت شهر
	APK/T	طول هر سفر	مجموع مسافر - کیلومتر سالیانه طریقه‌های مختلف بر کل سفرها در سال
	APK/P/A	مسافر - کیلومتر سالیانه در هر هکتار مساحت شهر به ازای هر نفر	مجموع مسافر - کیلومتر سالیانه طریقه‌های مختلف در هر واحد مساحت شهر بر جمعیت شهر
تنوع حمل‌ونقل	NM	تنوع طریقه‌های حمل‌ونقل همگانی موجود شهر	تعداد طریقه‌های حمل‌ونقل همگانی موجود شهر
	V/P	سرانه وسایل نقلیه طریقه‌ها در تعداد سفر هر وسیله (سرانه روزانه سفر)	جمع سرانه وسیله نقلیه هر طریقه در تعداد سفر هر وسیله
	V/MAX	سرانه وسایل نقلیه طریقه‌ها در مقایسه با پیشینه مشاهده شده سهم سفر آن طریقه در شهرها	مجموع سرانه وسیله نقلیه هر طریقه تقسیم بر حداکثر مشاهده شده سرانه وسیله نقلیه آن طریقه در شهر
	MS/MAX	سهم سفر طریقه‌ها در مقایسه پیشینه مشاهده شده سهم سفر آن طریقه‌ها در شهرها	مجموع سهم سفر هر طریقه تقسیم بر پیشینه مشاهده شده سهم سفر آن طریقه در شهر
	MS-EQ	فاصله سهم سفرها تا شهری که سهم بخش همگانی، شخصی و غیر موتوری آن برابر باشد.	مجموع مربعات تفاضل سهم سفر طریقه‌ها با سهم‌های مساوی در سه بخش کلی

شده است. در این تحلیل شاخص اثرات محیط زیستی به ۴ عامل و اثرات اقتصادی به ۵ عامل و اثرات اجتماعی به ۴ عامل تجزیه می‌شوند. نتایج تحلیل مرحله سوم (شاخص‌های هر یک از زیر بخش‌ها با یکدیگر) برای سال ۲۰۱۲ محاسبه گردید؛ که نتیجه نشان داد که به جای ۱۰ زیر بخش می‌توان به ۹ عامل دسته‌بندی نمود. برای تشکیل این جدول روی هر یک از زیر بخش‌ها جداگانه تحلیل عاملی صورت گرفته است. به منظور شناخت بهتر عملکرد شاخص‌ها، ارتباط آن‌ها با برخی از متغیرهای بانک اطلاعاتی شامل خصوصیات جمعیتی، اقتصادی و حمل‌ونقلی، شهرها بررسی گردید. بدین منظور تحلیل

همبستگی بین شاخص‌ها و متغیرها برای سال ۲۰۱۲ صورت گرفت. این متغیرها شامل جمعیت، چگالی جمعیتی، تولید ناخالص بر نفر، سرانه تعداد سفر، طول متوسط سفر، سهم حمل‌ونقل شخصی، سهم حمل‌ونقل همگانی، سهم حمل‌ونقل غیر موتوری، تعداد خودروهای شخصی بر نفر، وسیله نقلیه کیلومتر حمل‌ونقل همگانی بر نفر و وجود حمل‌ونقل همگانی ریلی هستند. این متغیرها از گروه‌های اطلاعات جمعیتی، اقتصادی، تقاضای حمل‌ونقل کل شهر، حمل‌ونقل غیر موتوری، حمل‌ونقل شخصی و حمل‌ونقل همگانی و عرضه تقاضای حمل‌ونقل شخصی و همگانی انتخاب گردیدند. نتایج



حمل و نقل برای سال ۲۰۱۲ آورده شده است. در این تحلیل شاخص اثرات محیط زیستی به ۴ عامل و اثرات اقتصادی به ۵ عامل و اثرات اجتماعی به ۴ عامل تجزیه می شوند (جدول ۵، ۶، ۷).

۳-۱-۴- انتخاب نهایی شاخص ها برای حمل و نقل پایدار در نهایت بر اساس بخش قبلی و در نظرگیری ویژگی های مثبت شاخص ها، مناسب ترین شاخص ها برای ارزیابی حمل و نقل پایدار که شامل ۹ شاخص بود، انتخاب شدند. این ویژگی های مثبت، برخی از نتایج تحلیل عوامل و

تحلیل عوامل تمام شاخص ها همزمان با یکدیگر در سال ۲۰۱۲ در جدول (۷) نشان داده شده است. ۴۵ شاخص به ۹ عامل تجزیه می شوند (جدول ۴). در کل تحلیل عوامل شاخص های حمل و نقل پایدار نشان می دهد که هر چند بخش های مختلف اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی حمل و نقل مفاهیمی مستقل دارند. ولی برخی از شاخص های آن ها، عوامل توصیف کننده مشترکی دارند.

نتایج تحلیل عوامل مرحله دوم یا شاخص های هر یک از بخش های اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی

جدول ۴- نتایج تحلیل عوامل ۴۵ شاخص حمل و نقل پایدار در سال ۲۰۱۲

شاخص ها											عامل
			AL/A	D/VK(-)	L/VK	L/PK	L/T	L/A	L/P	E/VK(-)	۱
					P/E	P/VK	P/PK	P/T	P/A	P/P	۲
V/P(-)	NM	APK/ PA(-)	APK/T	GCUC(-)	GC/ GT	GC/G/T	GC/T	T/T	UC/T	E/T	۳
					MS- EQ	MS/ MAX(+)	V/ MAX(+)	GC/G/K	UC/ G/T	UC/G/P	۴
							APK/P	GC/G/K(-)	UC/P	E/P	۵
								GC/K	GC/P	UC/K	۶
								D/MPK	D/MT	D/MP	۷
								APK/A	T/K	T/P	۸
										E/K	۹

جدول ۵- نتایج تحلیل عوامل شاخص های اثرات محیط زیستی در سال ۲۰۱۲

شاخص ها						عامل
P/E	P/VK	P/PK	P/T	P/A	P/P	۱
	L/VK	L/PK	L/T	L/A	L/P	۲
				E/VK	E/PK	۳
				E/T	E/P	۴

جدول ۶- نتایج تحلیل عوامل شاخص های اثرات اقتصادی در سال ۲۰۱۲

شاخص ها						عامل
GC/G/K	GC/G/T	GC/G/P	UC/G/K	UC/G/T	UC/G/P	۱
GC/K	GC/T	GC/P	UC/K	UC/T	UC/P	۲
				T/T	T/P	۳
					GC/UC	۴
					T/K	۵

جدول ۷- نتایج تحلیل عوامل شاخص های اثرات اجتماعی در سال ۲۰۱۲

شاخص ها					عامل
V/MAX(-)	V/P()	D/MPK	D/MT	D/MP	۱
	MS-EQ	MS/MAX(-)	NM(-)	APK/A(-)	۲
			APK/T	APK/P	۳
		APK/P/A	AL/A	D/MVK(-)	۴



رابطه (۱): متغیر استاندارد نرمال

$$ZI = (I - \text{AVG}(I)) / \text{STDEV}(I)$$

رابطه (۲): شاخص ترکیبی اثرات محیط زیستی حمل و نقل

$$I_1 = (-ZP/P - Z E/P - ZL/P) / 3$$

رابطه (۳): شاخص ترکیبی اثرات اقتصادی حمل و نقل

$$I_2 = (-ZUC/G/T - Z T/T - ZGC/G/P) / 3$$

رابطه (۴): شاخص ترکیبی اثرات اجتماعی حمل و نقل

$$I_3 = (-ZD/MP + Z APK/P/A - ZMS-EQ) / 3$$

رابطه (۵): شاخص کلی حمل و نقل پایدار

$$I_f = (-ZI1 + ZI2 - Z I3) / 3$$

۳-۱-۶- محاسبه شاخص‌های حمل و نقل پایدار برای منطقه مورد مطالعه (شهر اصفهان)

شاخص‌های حمل و نقل پایدار برای شهر اصفهان برای سال ۲۰۱۲ ساخته شدند که مقایسه میانگین آن ۱۴ شهر پیشرو در حمل و نقل با شهر اصفهان انجام شده است که برای شهر اصفهان در سال ۲۰۱۲ شاخص ترکیبی اثرات محیط زیستی حمل و نقل (۰/۶۰) و شاخص ترکیبی اثرات اقتصادی حمل و نقل (۰/۴۰) و شاخص ترکیبی اثرات اجتماعی حمل و نقل (۰/۵۹) و شاخص

تحلیل همبستگی و برخی بر اساس میزان توجه در منابع مختلف نشأت گرفته است.

۳-۱-۵- شاخص‌های ترکیبی حمل و نقل پایدار

در تمامی این روش‌ها ابتدا شاخص‌ها به گونه‌ای استاندارد، واحد زدایی شده سپس بر اساس وزن‌های اهمیت نسبی و با ملاحظه جهت مطلوب، ترکیب و یا برای مقایسه استفاده می‌گردد. واحد زدایی شاخص‌ها معمولاً با استفاده از اطلاعات آماری نمونه مورد استفاده، انجام می‌گیرد. در این پژوهش واحد زدایی شاخص‌ها با استفاده از متغیر استاندارد توزیع نرمال از متوسط و انحراف معیار نمونه استفاده می‌گردد (رصافی، ۱۳۸۳). استفاده از متغیر استاندارد شده و مجموع ساده به این دلیل بوده است که تأثیر هر شاخص در شاخص ترکیبی محفوظ بماند و بتوان از شاخص‌های ترکیبی در تحلیل‌های کمی مانند همبستگی استفاده کرد. همچنین گرفتن وزن‌های برابر به دلیل نداشتن مبنای معقولی برای ارجحیت نسبی شاخص‌ها در این پژوهش است. روابط (۱) تا (۵) نحوه محاسبه شاخص‌های ترکیبی هر بخش و شاخص کلی حمل و نقل پایدار را نشان می‌دهد. در این روابط I_1 شاخص ترکیبی اثرات محیط زیستی حمل و نقل، I_2 شاخص ترکیبی اثرات اقتصادی، I_3 شاخص ترکیبی اثرات اجتماعی حمل و نقل و I_f شاخص کلی حمل و نقل پایدار است. نکته قابل توجه این است که در میان شاخص‌ها، شاخص دسترسی علامت مثبت داشته و با افزایش آن، حمل و نقل پایدار بهبود می‌یابد و اثر سایر شاخص‌ها بر حمل و نقل پایدار منفی است.

جدول ۸- انتخاب شاخص‌های نهایی اثرات محیط زیستی

نکات مثبت	شاخص	زیر بخش
(۱) نشان‌دهنده آلودگی در کل شهر است (۲) همبستگی با تعداد سفر، طول سفر، سهم حمل و نقل شخصی منطقی است؛ و همبستگی منفی با سهم حمل و نقل همگانی و غیر موتوری نیز منطقی است چون که آلودگی هوا را کاهش می‌دهند (۳) بر نفر بودن (سرانه) به راحتی و به صورت منطقی قابل تعریف و محاسبه است. برخلاف در نظر گرفتن مساحت شهر که مساحت تحت تأثیر آلودگی مشخص نیست و یا وسیله نقلیه - کیلومتر طریقه‌های مختلف قابل جمع زدن نیست.	P/P	آلودگی هوا از ناشی از حمل و نقل
(۱) نشان‌دهنده مصرف انرژی در کل شهر است (۲) همبستگی با تعداد سفر، طول سفر، سهم حمل و نقل شخصی، منطقی است چون همگی مصرف انرژی را افزایش می‌دهند و همبستگی منفی با سهم حمل و نقل همگانی و غیر موتوری نیز منطقی است. چون مصرف انرژی را کاهش می‌دهند (۳) بر نفر بودن سرانه باعث می‌شود که به راحتی قابل تعریف و محاسبه باشد. برخلاف در نظر گرفتن وسیله نقلیه کیلومتر طریقه‌های مختلف قابل جمع زدن نیست (۴) در منابع مختلف مقدار آن موجود است.	E/P	مصرف انرژی در حمل و نقل
(۱) نشان‌دهنده مصرف زمین در کل شهر است (۲) همبستگی با تعداد سفر، طول سفر و سهم حمل و نقل شخصی منطقی است. چون طول راه‌های بیشتر که همراه مصرف زمین است؛ این متغیرها را افزایش می‌دهد و همبستگی منفی با سهم حمل و نقل همگانی و غیر موتوری نیز منطقی است. چون مصرف زمین کمتری لازم دارد (۳) بر نفر بودن (سرانه) به راحتی قابل محاسبه است (۴) در منابع مختلف موجود است.	L/P	مصرف زمین در حمل و نقل

جدول ۹- انتخاب شاخص‌های نهایی اثرات اقتصادی حمل‌ونقل

نکات مثبت	شاخص	زیر بخش
(۱) تقسیم شدن بر GDPP مهم است. چون در واقعیت هزینه شهروندان نسبت به سطح درآمد مهم است. برخلاف شاخص‌های با واحد دلار که در کشورهای فقیرتر مطلوب‌تر هستند. (۲) همبستگی منفی با تعداد سفر نشانگر نقش هزینه در انتخاب شهروندان است. (۳) همبستگی منفی با سهم حمل‌ونقل شخصی و مثبت با حمل‌ونقل همگانی نشانگر نقش هزینه در انتخاب شهروندان است.	UC/G/T	هزینه‌های مستقیم استفاده‌کننده حمل‌ونقل
(۱) همبستگی منفی با تعداد سفر نشان‌دهنده نحوه انتخاب شهروند برای یک سفر است. (۲) همبستگی با طول سفر منطقی است چون با افزایش طول سفر، زمان سفر افزایش می‌یابد. (۳) همبستگی منفی با مالکیت وسیله منطقی است چون سفر با خودروی شخصی زمان کمتری لازم دارد. (۴) در منابع مختلف مقدار آن موجود است	T/T	هزینه‌های غیرمستقیم استفاده‌کننده حمل‌ونقل
(۱) تقسیم شدن بر GDPP مهم است. چون در واقعیت هزینه گرداننده نسبت به سطح تولید و سایر هزینه‌ها مهم است. (۲) نشان‌دهنده کل هزینه‌های شهر است. (۳) بر نفر بودن (سرانه) به راحتی قابل محاسبه است. (۴) همبستگی منفی با تعداد سفر شاید به دلیل افزایش هزینه استفاده‌کننده باشد. (۵) در منابع مختلف موجود است	GC/G/P	هزینه‌های گرداننده حمل‌ونقل

جدول ۱۰- انتخاب شاخص‌های نهایی اثرات اجتماعی حمل‌ونقل

نکات مثبت	شاخص	زیر بخش
(۱) مربوط به کل شهر است (۲) بر نفر بودن (سرانه) به راحتی و به صورت منطقی قابل تعریف و محاسبه است برخلاف در نظر گرفتن وسیله نقلیه - کیلومتر طریقه‌های مختلف که قابل جمع زدن نیست (۳) همبستگی با تعداد سفر منطقی است و همبستگی منفی با وجود سیستم ریلی و GDPP منطقی است. چون با راه‌اندازی سیستم ریلی تلفات جاده‌ای کمتر شده و با افزایش ثروت، تجهیزات ایمنی افزایش می‌یابد.	D/MP	ایمنی حمل‌ونقل
(۱) حذف اثر جمعیت و عدم وابستگی با جمعیت شهر برخلاف شاخص APK/A که برای شهرهای پرجمعیت‌تر مطلوب‌تر است (۲) مسافر کیلومتر طریقه‌ها قابل جمع است برخلاف شاخص L/A که در آن طول جاده‌ها و خطوط حمل‌ونقل همگانی که به دلیل هم وزن نبودن قابل جمع نیستند. (۳) بر نفر بودن (سرانه) به راحتی قابل محاسبه است (۴) همبستگی با GDPP منطقی است چون با افزایش ثروت، دسترسی افزایش می‌یابد.	APK/P/A	دسترسی حمل‌ونقل
(۱) گسترش طریقه‌ها در شهر را در نظر می‌گیرد برخلاف شاخص NM که فقط تعداد طریقه‌های موجود در شهر را محاسبه می‌کند (۲) شاخص در ارزیابی شهرها عملکرد مناسبی دارد (۳) مربوط به تقاضاست نه عرضه، لذا نشان‌دهنده عوامل مختلف مؤثر بر مطلوبیت طریقه‌هاست (۴) بدون وابستگی به اطلاعات سایر شهرها قابل محاسبه است.	MS-EQ	تنوع در حمل‌ونقل

۳-۱-۷- ارزیابی حمل‌ونقل پایدار در شهر اصفهان

نتایج مطالعات نشان می‌دهد وضعیت حمل‌ونقل پایدار شهر اصفهان روند نزولی داشته است. رشد شاخص ترکیبی اثرات محیط زیستی حمل‌ونقل در جهت منفی بوده است. سرانه تولید آلاینده‌های هوا ناشی از حمل‌ونقل، مصرف انرژی در حمل‌ونقل و مصرف زمین ناشی از حمل‌ونقل هر ساله بیشتر شده است. مهم‌ترین دلایل این موضوع گسترش شهرها، همراه با طولانی‌تر شدن سفرها و افزایش تعداد آن‌ها و افزایش سهم خودروی شخصی در سفرهای روزانه است. البته از سال ۲۰۰۷ با سهمیه‌بندی و افزایش قیمت سوخت و گسترش حمل‌ونقل همگانی، سرعت افزایش مصرف انرژی و آلودگی هوا کاهش یافته است. همچنین رشد شاخص ترکیبی اثرات اقتصادی حمل‌ونقل در شهر

اصفهان در جهت منفی بوده است. هزینه‌های گرداننده نسبت به تولید ناخالص بر نفر ثابت است و نشان می‌دهد که با افزایش تولید ناخالص بر نفر هزینه‌های گرداننده نیز افزایش یافته است. در گذشته بخش عمده‌ای از این هزینه‌ها صرف راه‌اندازی خطوط ریلی در شهرها شده است. ولی خوش‌بختانه شاخص ترکیبی اثرات اجتماعی حمل‌ونقل در اصفهان در جهت مثبت بوده است. که احتمالاً به دلیل افزایش سهم حمل‌ونقل شخصی و بالا بودن سرعت در برخی بزرگراه‌های جدیدالاحداث شهری است. هم‌زمان با گسترش تسهیلات حمل‌ونقل دسترسی در شهرها نیز روند افزایشی داشته است. همچنین سهم خودروهای شخصی در شهرها روند افزایشی داشته است.

جدول ۱۱- شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار

شهر اصفهان	واحد	آماره
۱۰۸/۸	KG/PERSON	P/P تولید آلاینده بر نفر
۷۷۱۶/۶	MJ/PERSON	E/P مصرف انرژی بر نفر
۰/۵۵	M/PERSON	L/P مصرف زمین بر نفر
۰/۰۰۰۱۲۸	I/TRIP	UC/G/T هزینه یک سفر استفاده‌کننده بر GDP بر نفر
۱۵/۳	MINUTE/TRIP	T/P هزینه غیرمستقیم زمان یک سفر
۰/۰۸	I/PERSON	GC/G/P سرانه
۵۲	DEATH/MILLION PERSON	D/MP تلفات بر یک میلیون نفر
۰/۳۱۹	KM/HA/PERSON	APK/P/A دسترسی
۰/۲۳۶	بدون واحد	MS-EQ عدم تنوع

۴- نتیجه‌گیری

هر پژوهش علمی مبتنی بر یک سری فرضیات اولیه است که پژوهشگر به منظور تأیید یا رد کردن این فرضیات اقدام به بررسی و تجزیه و تحلیل معیارهای مربوطه می‌نماید تا به یک روش علمی و اصولی به سؤالات تحقیق و فرضیاتی که به دنبال آن مطرح می‌شود، پاسخ دهد. در این پژوهش دو فرض مطرح شده است که در ادامه به بحث و یا رد آن‌ها پرداخته می‌شود. برای پاسخ به فرضیه اول، شاخص‌هایی که امکان ساخت آن‌ها با داده‌های حاضر وجود داشت معرفی شدند. مناسب‌ترین شاخص‌های برای ارزیابی حمل‌ونقل پایدار بر اساس مطالعه منابع، تحلیل عاملی شاخص‌ها، تحلیل همبستگی، قضاوت کارشناسی و در نهایت ۹ شاخص، شامل سه شاخص در هر یک از بخش‌های اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی انتخاب شدند. در نهایت شاخص‌های منتخب برای ارزیابی حمل‌ونقل پایدار شهرها هستند که به کمک آن‌ها توانستیم وضعیت مطلوبیت شهرها را بر اساس ترکیب شاخص‌های ترکیبی اثرات محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی بر اساس خصوصیات اجتماعی، اقتصادی، سهم طریقه‌های حمل‌ونقل دست پیدا کنیم. نتایج مطالعات نشان می‌دهد، شهر اصفهان در مقایسه با تحولات جهانی حرکت منفی در جهت حمل‌ونقل پایدار داشته است که بیشترین نزول آن هم مربوط به بخش محیط زیست آن است. شهر اصفهان در سال ۲۰۱۲ در گروه شهرهای با درآمد پایین و تراکم بالا و شهرهای با سهم عمده حمل‌ونقل همگانی جاده‌ای قرار دارد. همچنین در

شهر اصفهان، تولید آلاینده‌های هوا ناشی از حمل‌ونقل، مصرف انرژی در حمل‌ونقل و مصرف زمین ناشی از حمل‌ونقل هر ساله بیشتر شده است. مهم‌ترین دلایل این موضوع، طولانی‌تر شدن سفرها و افزایش تعداد آن‌ها، افزایش سهم خودروی شخصی و کاهش سهم حمل‌ونقل غیر موتوری در سفرهای روزانه است. حمل‌ونقل غیر موتوری، طریقه‌ای است که در تمام شهرهای ایران در طول سالیان گذشته روند کاهشی داشته است. مهم‌ترین تهدید حمل‌ونقلی در شهر اصفهان، اثرات محیط زیست حمل‌ونقل، افزایش زمان سفر و کاهش تنوع حمل‌ونقل و کم شدن ایمنی است. هدف اصلی این گزارش جمع‌آوری اطلاعات و معرفی روش مورد نظر برای استفاده در ارزیابی شاخص‌های توسعه پایدار حمل‌ونقل است. برای ادامه پژوهش حاضر با تأمل بیشتر و جمع‌آوری اطلاعات جدیدتر، می‌توان رویکرد این پژوهش را در زمینه‌های متنوعی از حمل‌ونقل شهری توسعه داد از جمله عوامل مؤثر بر مطلوبیت حمل‌ونقل غیر موتوری، روش‌های مدیریت اجرایی حمل‌ونقل، نحوه گردش مالی و توجه به هزینه‌ها و درآمدی حمل‌ونقل همگانی؛ تأثیر فرهنگ و رفتار مردم بر حمل‌ونقل شهری و روش‌های اصلاح آن باشند. روش ارزیابی این پژوهش بر فرضیات نگارنده که می‌توان در پژوهش‌های آتی با تغییر این مبانی و فرضیات پژوهش جدیدی انجام داد.



صدرالسادات.ج؛ ینایی ا. (۱۳۸۰). راهنمای آسان تحلیل عاملی، تهران، انتشارات سمت
 فیروز زارع، ع. قربانی، م. (۱۳۹۰). بررسی عوامل موثر بر تمایل به پرداخت شهروندان برای کاهش آلودگی هوا در شهر مشهد؛ کاربرد الگوی دو مرحله ای همکن، فصل نامه علمی - پژوهشی مدیریت شهری، شماره ۲۸، پاییز و زمستان، ص ۷-۲۶.

فهرست معاونت حمل و نقل ترافیک شهر اصفهان. (۱۳۸۸، ۱۳۸۵، ۱۳۸۲). آمارنامه حمل و نقل، شهرداری اصفهان.

کنف لآخر، ه. (۱۳۸۱). اصول برنامه ریزی (طراحی) تردد پیاده و دوچرخه، ترجمه دکتر فریدون قریب، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول؛ تهران.

مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد. (۱۳۸۷).

معاونت مالی و اداری اصفهان. (۱۳۸۹). گزارش‌های تفریق بودجه سال‌های ۱۳۷۳ - ۱۳۸۸، شهرداری اصفهان

Barry.j.s.(1994),Urban Public Transportation today,Publisher : E& FN Spon.

Black.A.(1995).Urban Mass Transportation Planning, Mcgraw-Hill Series in transportation.

Banister, David. (2005). Unsustainable Transport: City transport in the new century. London: Routledge: Taylor & Francis Group.

Barter, P. A. (1998, in preparation). An International Comparative Perspective on Urban Transport and Urban Form in Pacific Asia: Responses to the Challenge of Motorisation in Dense Cities. Ph.D. Thesis, Murdoch University, Western Australia..

Haghshenas,H.,Vaziri,M.(2012)Urban sustainability Transportation Indicator,for Global comparison, Ecological indicators 15, 115-121.

[1]:(CST)

[2]:(OECD,1996)

[3]:(UITP)

[4]:(MCDSM)

[5]:(MCD)

[6]:(ISADC)

منابع

استادی جعفری، م. (۱۳۸۹). ارزیابی و مدل‌سازی حمل و نقل پایدار شهری، پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران - گرایش برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

بحرینی، سید حسین و دیگران. (۱۳۸۸). طراحی شهری معاصر. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

تقوایی، م. بسحاق، م. سالاروند، ا. (۱۳۹۱). آزمون فرضیه‌های پژوهش با استفاده از spss، انتشارات معظمی، چاپ اول.

تیبالدز، فرانسیس تی. (۱۳۸۵). شهرهای انسان محور. ت : دکتر حسن علی لقایی و فیروزه جدلی. چاپ اول. تهران : انتشارات دانشگاه تهران.

ذکایی آشتیانی، ه.؛ پور زاهدی، ح. (۱۳۶۶-۱۳۶۹)، گزارش‌های مطالعات جامع حمل و نقل اصفهان، سازمان حمل و نقل و ترافیک.

رصافی، اله. (۱۳۸۳). سنجش و مدل‌سازی حمل و نقل و توسعه پایدار در سطح ملی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه صنعتی شریف، گرایش برنامه‌ریزی حمل و نقل.

سلطانی، ع. (۱۳۹۰)، مباحثی در حمل و نقل درون شهری با تاکید بر رویکرد پایداری، دانشگاه شیراز.



negotiation? *Ecological Indicators*, 11, 61-70

Schwanen, T. (2002). Urban form and commuting behavior a cross European comparison. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*.

30)Steg, L., Gifford, R., 2005. Sustainable transportation and quality of life. *Journal of Transport Geography* 13, 59-69.

Tanguay A.,Lefebvre J.F.,Lanoie. (2010).P.Measuring the sustainability of Cities:an analysis of the use of Local indicators,*Ecological Indicators* , 407-418

The center for sustainable Transportation,CST.(2005).Defining Sustainable Transportation Prepared For Transport Canada

TRB (1997), *Toward A Sustainable Future; Addressing the Long - Term Effects of Motor Vehicle Transportation on Climate and Ecology* , Committee for a Study on Transportation and a Sustainable Environment, National Academy Press (www.trb.org).

United Nation.(1992).*Agenda 21:The United Nations Programmer of Action from Rio.* United Nations ,New York

UITP,International association of public Transportation, 2006,*Mobility in Cities Database*

Vuchic.V.R.(2007).*Urban Transit, Systems and technology*, John Wiley & sons

World bank,Sustainable Transport Priorities for Policy Reform,Washington,D.C.

Zhang,M.(2005).Intercity Variations in the Relationship between Urban Form and Automobile Dependence: Disaggregate Analyses of Boston,Portland, and Houston,TRB.Transportation Research Board.

Zuidgeest, M.H.P., Witbreuk, M.J.G. and van Maarseveen, M.F.A.M. (2000). Sustainable transportation: a review from a pragmat-

Joumard R.,Gudmundsson H.,Editors.(2010). *Indicators of enviromental sustainability in transport* ,Les collections de L.INRETS.

Kenworthy, J., F. Laube, P. Newman, P. Barter, T. Raad, C. Poboon, and B. Guia. (1999). *An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960- 1990*. Boulder, CO: University Press of Colorado.

Litman T.(2009).Well Measured Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning,Victoria Transport Policy Institute,Canada.[http:// www.vtpi.org/](http://www.vtpi.org/).

Litman,T ; Burwell,D. (2006), "Issues in Sustainable Transportation," *International Journal of Global Environmental Issues* , Vol. 6, No. 4, pp. 331-347; at www.vtpi.org/sus_iss.pdf.

Mascarenhas A.,Coelho P.,Subtil E., Ramos T.B.(2010).The Role of Common Local Indicators in Regional Sustainability Assessment ,*Ecological Indicators*,646-656.

Moles R.,Foley W., Morrissey J.,O'Regan B.(2008).*Practical Appraisal of Sustainable Development_methodologies for Sustainability Measurment at Settlement Level*, Environmental Impact Assessment Review,144-165.

Newman.p,(1999),Kenworthy J.,Sustainability and Cities:Overcoming Automobile Dependence,Island Press.

26)Organisation for economic Co-opertation and Development,European Conference of Ministers of Transport,ECMC.(1995).*Urban Travel and Sustainable Development*,OECD/ECMC,Paris.

Poorzahedy H.,Tabatabaee N., Kermanshah M.,Aashtiani H.Z.,Toobaei S.(2004).*World City Mode Choice:Choice of Rail Public Transportation*,Scientia Iranica,320-331
Rametssteiner, E.,Pulzl,H., Alkan-Olsson,J.,&Frederiksen,P.(2011).Sustainability indicators development-Science or Political

ic perspective. Proceedings South-African
Transportation Conference 2000, Pretoria,
South-Africa.



سال چهارم شماره اول بهار و تابستان ۹۵

