



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۳۹۷، دوره ۱، شماره ۳

تحلیل و ارزیابی شاخص‌های حمل و نقل پایدار شهری

دکتر مصطفی خزایی

مدرس گروه جغرافیای انسانی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۷

چکیده

حمل و نقل پایدار شهری در واقع حرکت روان وسایل نقلیه، مردم و کالاهاست که مستلزم آسایش مردم و پایداری محیط با مطلوبترین هزینه و تلاش است. برنامه‌ریزی حمل و نقل پایدار اثرات توسعه حمل و نقل را روی کارایی اقتصادی، موضوعات زیست‌محیطی، مصرف منابع، کاربری اراضی و عدالت اجتماعی مورد توجه قرار می‌دهد و به کاهش اثرات زیست‌محیطی، افزایش بازدهی سیستم حمل و نقل و بهبود وضعیت زندگی اجتماعی کمک می‌کند و هدف آن افزایش کارایی سیستم و جابه‌جایی کالاها، خدمات و افراد با حداقل مشکلات دسترسی است. با توجه به این مسائل در پژوهش حاضر سعی شده است که به تفصیل به اهداف و شاخص‌های حمل و نقل پایدار از ابعاد مختلف و شرح ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی پرداخته شود. برای برنامه‌ریزی پایدار و جامع سیستم حمل و نقل بهتر آن است که مجموعه‌ای متوازن از شاخص‌ها که ترکیبی از اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی باشد را در نظر بگیریم. همچنین می‌تواند از شاخص‌ها به عنوان اطلاعات پایه در سیاست‌گذاری‌های حمل و نقل و پایش نتایج استفاده نمود. مزیت بسیار مفید دیگر توسعه شاخص‌ها استفاده از آنها در برای مقایسه معنادار وضعیت حمل و نقل با سایر شهرها می‌باشد. روش کار توصیفی-تحلیلی و روش جمع‌آوری اطلاعات مبتنی بر شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی است. در مقاله حاضر، با در نظرگیری عوامل موثر در حمل و نقل شهری، جهت تسهیل در امر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی توسط مسئولین و سازمان‌های دست‌اندرکار حمل و نقل، شاخص‌های جامعی جهت اندازه‌گیری و ارزیابی وضعیت کنونی سامانه‌های حمل و نقل شهری ارائه شده است. کلید واژه‌ها: حمل و نقل پایدار، برنامه‌ریزی حمل و نقل، شاخص‌های حمل و نقل پایدار.

هنگامی که ناوگان حمل و نقل عمومی شهری روانی و کارایی لازم را نداشته باشد، شهروندان به شیوه های دیگری روی می آورند که یکی از پیامدهای آن ازدحام خودروهای شخصی است. بنابراین از آنجایی که اتوبوس ها با توجه به متوسط تعداد سرنشینان آن در مقایسه با اتومبیل سطح بسیار کمتری از خیابان ها و فضاهای شهری را اشغال می کنند (سعیدنیا، ۱۳۸۱: ۴۱)، موجب کاهش بار ترافیکی و افزایش سرعت دسترسی می شوند. در برنامه ریزی سنتی تصور بر این بود که پیشرفت حمل و نقل به صورت خطی می باشد و حالت های سریعتر و جدیدتر جایگزین حالت های آهسته تر و قدیمی تر می گشت. این مدل زنجیره ای تصور می کرد که حالت های قدیمی تر بی اهمیت هستند و بنابراین برای مثال افزایش ترافیک خودرو و به دنبال آن تأخیر و ازدحام برای حمل و نقل عمومی و یا ایجاد مانعی برای تردد پیاده، مشکلی به شمار نمی رفت. از نظر این دیدگاه اولویت دادن به حمل و نقل عمومی یا پیاده بر سفر خودرویی یک عقب گرد بود، (David 2006, Litman). این مدل خطی به این صورت بود:

پیاده ← دوچرخه ← ترن ← اتوبوس ← اتومبیل ← اتومبیل پیشرفته

این مدل زنجیره ای تقریباً یک قرن مبنای کار بسیاری از برنامه ریزان جهان بود و برنامه ریزان بدون توجه به اثرات پراکنش جمعیت، آزادراه ها و دیگر زیرساخت های حمل و نقل را گسترش داده، تخریب محلات شهری قدیمی و پر جنب و جوش را برای ایجاد بلوک های آپارتمانی مدرن و بی روح تصویب کرده، تخریب مناظر طبیعی مانند تالاب ها و رودخانه ها را مجاز دانسته، و به جدایی گروه های نژادی یا اقتصادی-اجتماعی از طریق حوزه بندی با ایجاد خطوط قرمز کمک کردند. بدین ترتیب پارادایم قدیمی حمل و نقل با تأکید بر جابجایی به جای دسترسی به گسترش هرچه بیشتر سفرها منجر گردید که با وخیم تر شدن شرایط زیست محیطی و آشکار شدن مشکلات ناشی از آن با انتقادات جدی از سوی برنامه ریزان، سازمان ها، مدیران و شهروندان جهانی مواجه گشت.

در سه دهه ی آخر قرن بیستم، سه محرک اصلی لزوم شیوه های حمل و نقل پایدارتر را به عنوان اولویتی بین المللی موجب شدند و بدین ترتیب حمل و نقل پایدار از سه منبع اصلی منتج شد :

۱- نگرانی ها در مورد تحمیل هزینه های حمل و نقل و بازدهی معکوس برنامه ریزی بسیار متداول بزرگراه محور^۱ از دهه ی ۱۹۷۰ به بعد در سراسر این سیاره به طور روز افزونی افزایش یافت بطوریکه با افزایش آلودگی و اثرات اغلب مخرب گسترش بزرگراه ها در شهرها توجهات بیشتری به خود جلب نمود (Stringer, P. And Wenzel, H. (۱۹۷۶) -۲- به رسمیت شناختن این موضوع که کاهش ترافیک در شهرها از طریق آرام سازی ترافیک (آرام سازی سنجیده وسایل نقلیه موتوری شخصی) و پیاده راه سازی (بیرون راندن خودروهای شخصی از خیابان های تعیین شده) مزایای زیادی برای جابجایی و محیط زیست دارد از جمله کاهش وسایل نقلیه (تبخیر ترافیک) و صدمات مربوط به ترافیک، بویژه دوچرخه سواران و پیاده، افزایش تعداد پیاده ها و دوچرخه و استفاده از حمل و نقل عمومی (Newman, P. W. G. and Kenworthy, J. R. 1989) -۳- افزایش آگاهی های پایداری بویژه به دنبال گزارش کمیسیون براتلند در مورد توسعه پایدار^۱ توسعه ای که نیازهای نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل های آینده برای رفع نیازهای خود، تأمین می کند» (WCED, 1987). این سه محرک اصلی، تغییر نگرش در مورد برنامه ریزی حمل و نقل و کاهش وابستگی به خودرو و همچنین کاهش سفر را در سراسر جهان به عنوان امری اجتناب ناپذیر ضروری ساخت و بسیاری از برنامه ریزان و مدیران را بر آن داشت تا به فکر چاره ای برای این مسائل باشند. بدین ترتیب امروزه حمل و نقل پایدار و شیوه های دستیابی در کانون توجهات جامعه جهانی قرار گرفته است.

مبانی نظری

پایداری بر مدلی متعادل دلالت دارد و تصور آن بر این است که هر حالتی می تواند مفید باشد و تلاش می کند تا سیستم حمل و نقل متعادلی را خلق کند که از هر حالتی که بهترین مزایا را دارد، استفاده کند. بنابراین پیشرفت حمل و نقل مستلزم بهبود همه حالت های حمل و نقل است نه فقط جدید ترین آن (Litman, Todd. Burwell, 2006). کلرگ و برتولینی (۲۰۰۳)، پایداری حمل و نقل را به عنوان « کاهش جابجایی و هم کاهش اثرات منفی ترافیک» تعریف می نمایند (Clercq, Frank, and Luca Bertolini, 2003). از نظر دان کن و هارت من (۱۹۹۶) سیستم حمل و نقل پایدار شهری سیستمی است که انتشار گازهای گلخانه ای را به میزان توانایی جذب منطقه، محدود می کند؛ از منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده می کند و عناصر

^۱. Highway-oriented

سازنده ی آن را بازیافت می کند ؛ مصرف زمین را به حداقل می رساند ؛ دسترسی برابر برای مردم و کالاهای آن ها فراهم می کند، برای دستیابی به سلامت و کیفیت مطلوب زندگی برای همه ی نسل ها تلاش می کند ؛ از نظر مالی در استطاعت است، با حداکثر کارآمدی عمل می کند و از اقتصادی پویا حمایت می کند (Duncan, Bruce, and John Hartman, (1996))

تعریف حمل و نقل پایدار

با وجود اینکه تلاش برای تعریف حمل و نقل پایدار بسیار مشکل می باشد اما یکی از جامع ترین تعاریف، تعریفی است که دانشگاه مرکز وینپینگ برای حمل و نقل پایدار ارائه داده است:

سیستم حمل و نقل پایدار سیستمی است که:

- دسترسی اساسی افراد و جوامع را به شیوه ای ایمن و سازگار با سلامت انسان و اکوسیستم و با عدالت درون و بین نسل ها تأمین می کند.
- در استطاعت است، بطور کارآمد عمل می کند، انتخاب حالت حمل و نقل عرضه می کند، و از اقتصادی پویا حمایت می کند.
- انتشار گازهای گلخانه ای را محدود می سازد، مصرف منابع تجدیدناپذیر را برای سطح بازدهی پایدار، استفاده مجدد و بازیافت عناصر آن به حداقل می رساند، و استفاده از زمین و تولید صدا را به حداقل می رساند.^۳

پرستون و دیگران (۲۰۱۰) به منظور درک بهتر مفهوم و ویژگی های حمل و نقل پایدار، این الگوی توسعه را با شیوه های متداول کنونی مقایسه نموده اند :

جدول ۱. مقایسه حمل و نقل پایدار با شیوه‌های متداول کنونی

شیوه های متداول کنونی (BAU)	حمل و نقل پایدار (ST)
به کمیت و جابجایی تأکید می‌کند / پیش و سرعتر	به کیفیت و قابلیت دسترسی تأکید دارد / تردیگر و بهر
به یک حالت تأکید می‌کند (تک-حالی، خودروبی)	به کثرت گرایی تأکید دارد (چند-حالی)
اغلب فاقد پیوستگی حساب بین حالت ها می باشد	به پیوستگی متقابل تأکید می‌کند
روند ها را پذیرفته و تطبیق می دهد	به دنبال کسختن و معکوس نمودن روندهای زیاراور می باشد
بر هیای پیش پسی های احتمالی تقاضا، پراهم رزی و طراحی می شود	وارونه عمل می کند، از یک دیدگاه هرج به پراهم رزی و تدارک / تحقق و نصیبر
جاده ها را بدون توجه به هزینه های محیطی و اجتماعی، به منظور یاستکویی به تقاضا کسش می دهد	تقاضای جابجایی با حمل و نقل را مدیریت می کند. تمام هزینه ها را در پراهم رزی و تدارک، بکارچه می کند
پراهم رزی حمل و نقل اغلب در سبوهای چیزا از پراهم رزی هناطق محیطی و اجتماعی	بر پراهم رزی حمل و نقل بکارچه با هناطق وابسته دیگر تأکید دارد

Source: Preston L. Schiller, Enric C. Brun, and Jeffrey R. Kenworthy, (۲۰۱۰)

BAU در حمل و نقل به معنای ساخت جاده های بیشتر و گسترش آن بوده است، که این امر منجر به کاهش ازدحام ترافیک نخواهد شد، بلکه منجر به رانندگی بیشتر، سفرهای طولانی تر برای مردم و باربری، رشد افقی و مصرف انرژی و زمین بیشتر خواهد شد (Newman, P., Kenworthy, J. and Vintila, P. 1992). آدامز (۲۰۰۹) از عظمت جابجایی شخصی و حمل بار به عنوان «جابجایی مفرط» یاد می کند و با همکاری ایوان ایلچ، ساچز و دیگران پی آمدهای جدی زیست محیطی و اجتماعی ادامه‌ی این روند را این گونه شرح می دهد:

گسیختگی اجتماعی بیشتر، رشد افقی و تخریب بیشتر منابع طبیعی، مسافت های طولانی تر برای مقاصد

قطبی شدن و بی‌عدالتی بیشتر اجتماعی بین کسانی که بسیار جابجا می‌شوند و آنهایی که از مزایای جابجایی و دسترسی محروم هستند؛ بزهکاری بیشتر
 خطر بیشتر برای کسانی که در خودروها نیستند، بویژه کودکان و اشخاص آسیب پذیر دیگر
 تنوع و گوناگونی کمتر فرهنگی و اجتماعی، دموکراسی کمتر سیاسی، مشارکت کمتر (Adams, J. (۲۰۰۰)).

چالش پیش روی تغییر از شیوه های متداول کنونی به حمل و نقل پایدار بسیار است. شیوه های متداول کنونی همه ی جنبه های زندگی، سلامت اکوسیستم، زیست پذیری جوامع، دسترسی به مشاغل و خدمات،

Business as usual (BAU) & Sustainable Transportation (ST)

Plurality

- Multi-Modality
- Uni-Modality
- Hypermobility

هزینه کالاهای اساسی از جمله مواد غذایی را، متأثر نموده است. یکی از شیوه‌های افزایش درک جهانی راجع به شیوه‌های متداول کنونی جلب توجه جهانیان به کثرت جابجایی شخصی و باربری و افزایش طول و پراکندگی آن در جهان می‌باشد مفهوم «جابجایی مفرط» از آدامز در این رابطه بسیار مفید می‌باشد.

موضوعات مشترک پیرامون شیوه‌های سنجش پایداری حمل و نقل بر این نکته تأکید دارد که پایداری در خصوص حمل و نقل مسافر باید :

نیازهای دسترسی و جابجایی اساسی را به شیوه‌ای تأمین نماید که منجر به تنزل محیط زیست نگردد.

منابع پایه‌ای که به آن وابسته می‌باشد را تهی نگرداند.

اهداف متعدد اقتصادی و زیست محیطی را برآورده سازد.

کارایی را در استفاده کلی منابع حداکثر رساند.

دسترسی به کار، کالا و خدمات را بهبود بخشیده یا حفظ نماید در عین حال که طول سفرها را کاهش می‌دهد و

زیست‌پذیری و کیفیت‌های انسانی مناطق شهری را ارتقاء می‌دهد (Schiller, P. And Kenworthy, J. R. (۱۹۹۹)

بنابراین سیاست‌های توسعه پایدار باید در بردارنده‌ی اقداماتی برای کاهش نیاز برای جابجایی باشند و شرایط مطلوبی برای حالت‌های حمل و نقلی که دوستدار محیط زیست بوده فراهم کنند و از نظر مصرف انرژی کارآمد باشند.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر شیوه تحقیق، توصیفی-تحلیلی و روش جمع‌آوری اطلاعات مبتنی بر شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی است. بدین منظور با استفاده از کتب، مقالات، پژوهش‌ها، گزارش‌ها و منابع صرفاً لاتین مرتبط با موضوع (شاخص‌های جهانی حمل و نقل پایدار استخراج شده و سپس به ارزیابی آنان پرداخته شد).

شاخص‌های حمل و نقل پایدار

پایداری عموماً به منظور دنبال کردن روند ها، مقایسه مناطق و فعالیت ها، ارزیابی سیاست ها و گزینه های ویژه برنامه ریزی و مجموعه اهداف اجرا، با استفاده از مجموعه ای از شاخص های قابل اندازه گیری ارزیابی می شود (Litman, T. (2003a)).

شاخص های قدیمی حمل و نقل عمدتاً به شرایط ترافیک وسایل نقلیه موتوری توجه می نمود (Litman, T. (2003a)):

- سطح خدمات سواره رو: هر چه بیشتر باشد بهتر است
- میانگین سرعت ترافیک: فرض بر این است که هر چه بالاتر باشد بهتر است
- قیمت و تسهیلات پارکینگ: تسهیلات بیشتر و قیمت پایین تر بهتر تلقی می گردد
- نرخ های تصادفات پایین تر بهتر تلقی می شود.

اما شاخص های جامع حمل و نقل پایدار طیف گسترده ای از اثرات را محاسبه می نماید. این شاخص ها باید همانطور که در جدول زیر نشان داده شده است همه ی اهداف و پایداری را منعکس نماید (Litman, Todd, (2006) Burwell, David):

جدول ۲. شاخص های جامع حمل و نقل پایدار

اهداف	شاخص	مهر	داده
اجتماعی	سرانه معلولان و مرگ و میر های ناشی از تصادفات	هرچه کمتر باشد بهتر است	۳
سلامت و تناسب اندام	درصد جمعیتی که به طور منظم پیاده روی و دوچرخه سواری می کنند	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
زیست پذیری جامعه	میزانی که تسهیلات حمل و نقل زیست پذیری اجتماع را افزایش می دهد (کیفیت محیط جهانی)	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
عدالت - انصاف	میزانی که قیمت ها هزینه ها را منعکس می کند بجز بارانه ای که صرفاً توجه شده است	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
عدالت - غیرراندگان	کیفیت دسترسی و خدمات حمل و نقل برای افراد غیر رانندگان	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
عدالت - معلولان	کیفیت دسترسی و خدمات حمل و نقل برای معلولان (برای مثال معلولان، افراد نابینا)	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۲
برنامه ریزی حمل و نقل غیر سواره	میزان توجه به هر حمل و نقل غیر موتوری در برنامه ریزی و مدل سازی حمل نقل	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
مشارکت شهروند	مشارکت مردم در فرایند های برنامه ریزی حمل و نقل	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
زیست محیطی			
گازهای تغییر دهنده آب و هوایی	سرانه مصرف سوخت فسیلی و انتشار دی اکسید کربن و دیگر گازهایی که آب و هوا را تغییر می دهند	هرچه کمتر باشد بهتر است	۳
آلودگی های دیگر هوا	سرانه ی انتشار گازهای گلخانه ای که آلودگی ایجاد می کنند (CO, VOC, NOx, ذرات ریز و غیره)	هرچه کمتر باشد بهتر است	۳
آلودگی صوتی	نسبت جمعیتی که در معرض سطوح بالای صدای ترافیک قرار دارند	هرچه کمتر باشد بهتر است	۲
آلودگی آب	سرانه ی صنایع تابع وسایل نقلیه	هرچه کمتر باشد بهتر است	۱
تاثیرات بر کاربری زمین	سرانه ی زمین اختصاص داده شده به تأسیسات حمل و نقل	هرچه کمتر باشد بهتر است	۱
حفظ زیستگاه	حفظ زیستگاه حیات وحش (جنگل ها، تالاب ها و غیره ...)	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
کارایی منابع	مصرف منابع تجدید پذیر در تولید و استفاده وسایل نقلیه و تأسیسات حمل و نقل	هرچه کمتر باشد بهتر است	۲
اقتصادی			
دسترسی - رفت و آمد روزانه	میانگین زمان رفت و آمد روزانه	هرچه کمتر باشد بهتر است	۳
دسترسی - ترکیب کاربری زمین	تعداد فرصت های شغلی و خدمات تجاری در فاصله ۳۰ دقیقه ای سفر از محل سکونت	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
دسترسی - رشد هوشمند	اجرای سیاست ها و شیوه های برنامه ریزی که منجر به دسترسی بیشتر و توسعه خوشه ای، ترکیبی، چند حالتی می گردد.	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۱
نوع حمل و نقل	تفکیک حالت: نسبت سفر صورت گرفته به وسیله دوچرخه، پیاده و Rideshare، حمل و نقل عمومی و telework	هرچه بیشتر باشد بهتر است	۲
در استلحاق بودن	نسبت مخارج جاوار که به حمل و نقل اختصاص داده شده تا بیست درصد کم درامدترین خانوارها	هرچه کمتر باشد بهتر است	۲

۳	هرچه کمتر باشد بهتر است	سرافه هجارج جاده ها، خدمات ترافیک و تسهیلات پارکینگ	هزینه و تاسیسات
۱	هرچه بیشتر باشد بهتر است	سرعت و در استطاعت بودن باربری و حمل و نقل تجاری	کارآمدی باربری
۱	هرچه بیشتر باشد بهتر است	هرانی که هوسسات حمل و نقل جریان‌های سرمایه گذاری و برآهم ریزی که حداقل هزینه را منعکس می کند	برآهم ریزی

*دسترسی به داده ها: ۱- محدود است، ممکن است نیاز به جمع آوری داده های ویژه باشد. ۲- اغلب در دسترس است اما استاندارد نیست. ۳- معمولاً به شکل استاندارد در دسترس است.

عوامل موثر در انتخاب شاخص‌ها

به منظور به دست آوردن اطلاعات دقیق و مفید، انتخاب شاخص‌ها باید به دقت صورت گیرد. در بیشتر موارد انتخاب یک شاخص کافی نبوده و باید مجموعه ای از شاخص‌ها انتخاب گردد و چنین مجموعه ای باید طیف گسترده ای از اهداف بلند مدت و کوتاه مدت برنامه ریزی را منعکس نماید. بنابراین در این مقاله سعی شده است که هر کدام از شاخص‌ها به صورت بسیار بسیط به تفکیک ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی آورده شود.

مطلوب است که همه اثرات لیست شده در جدول ذیل را منعکس نمایند:

جدول ۳. اثرات حمل و نقل پایدار

زیست محیطی	اجتماعی	اقتصادی
آلودگی آب و هوا	عدالت اجتماعی	ازدحام ترافیک
تغییرات اقلیمی	اثرات بر جابجایی نیروهای	هوانج جابجایی
اثرات آلودگی صوتی	اثرات بر سلامت انسان	زبان های تصادفات
تخریب زیستگاه	انسجام اجتماع	هزینه های تسهیلات
اثرات هیدرولوژی	زیست پذیری اجتماع	هزینه های مصرف
تقلیل منابع تجدید نا پذیر	زیبایی شائستی	تقلیل منابع تجدید نا پذیر

طبقه بندی شاخص‌ها

۱- شاخص های اقتصادی

توسعه اقتصادی به پیشرفت اجتماع در جهت دستیابی به اهداف اقتصادی از قبیل افزایش درآمد، اشتغال، بهره وری و رفاه اجتماعی، دلالت دارد. سیاست های اقتصادی به دنبال به حداکثر رساندن رفاه هستند. اگر چه اندازه گیری مستقیم آن مشکل می باشد، اما در عوض درآمد پولی، ثروت و بهره‌وری (همچون تولید ناخالص داخلی) اغلب به عنوان شاخص های اقتصادی به کار رفته اند. انتقاداتی بر این شاخص‌ها وارد است که از آن جمله:

- این شاخص ها عمدتاً ثروت مادی را که در بازار معامله می شود، اندازه می گیرند و بنابراین از فاکتورهایی که به رفاه (از قبیل سلامت، عشق، اجتماع، غرور، منابع محیطی، آزادی و خود کفایی) کمک می کند چشم پوشی می کنند.
- این شاخص ها به فعالیت های مخربی که موجب کاهش سلامت و خوداتکایی مردم می گردد، ارزش قائلند، بنابراین استفاده از کالاهای بازار (خدمات بهداشتی) را افزایش می دهند.
- شاخص هایی که به کار می رود توزیع ثروت را منعکس نمی کنند (Cobb, Clifford, Ted)

Halstead and Jonathan Rowe (1999)

شاخص های اقتصادی حمل و نقل پایدار باید هم مزایا و هم هزینه های استفاده از وسایل نقلیه ی موتوری را منعکس نمایند. افزایش جابجایی که مزایای خالص کم یا منفی برای جامعه دارند می توانند به عنوان کاهش دهنده ی پایداری مورد توجه قرار گیرند در حالی که سیاست هایی منافع خالص از هر واحد جابجایی را افزایش می دهند می توانند به عنوان افزایش دهنده ی پایداری تلقی گردند.

جدول ۴: شاخص های اقتصادی حمل و نقل پایدار

تخلیص	شرح	جهت (Direction)
رتبه بدی کاربر ^۱	رتبه بدی رضایت کلی از سیستم حمل و نقل بوسیله ی کاربر	پیشتر بهتر است
زمان رفت و آمد روزانه	متوسط زمان سفر روزانه خانه به خانه	کاهش بهتر است
قابلیت دسترسی اشتغال	تعداد فرصت های شغلی و خدمات تجاری در فاصله ۳۰ دقیقه از محل سکونت	پیشتر بهتر است
کاربری عملکرد	چنانچه تعداد خدمات اساسی (مدارس، مغازه ها و ادارات دولتی) در فاصله ی پیاده از خانه نسبت جمعیت یا خدمات اسپرت	پیشتر بهتر است
سفر و وسایل نظیر موتورسیکلت	سراجه ی مسافت طی شده بوسیله خودرو بویژه در شرایط دوره اوج (اوج ترافیک) شهری	کاهش بهتر است
توجه حمل و نقل	نسبت سفرهای صورت گرفته با حمل و نقل غیر موتوری: پیاده روی، دوچرخه سواری حمل و نقل عمومی و تل ورک	پیشتر بهتر است
تأخیر ازدحام	سراجه تأخیر ازدحام ترافیک	کاهش بهتر است
هزینه های سفر	نسبت مخارج خانوار که به حمل و نقل اختصاص داده شده است	کاهش بهتر است
بازده هزینه حمل و نقل	هزینه های حمل و نقل به عنوان نسبی از فعالیت کلی اقتصادی، و هر واحد تولید ناخالص داخلی	کاهش بهتر است
هزینه های ایستگاه	سراجه ی مخارج جاده، پارکینگ و خدمات ترافیک	کاهش بهتر است
بازده هزینه	نسبت هزینه های جاده و پارکینگ که مستقیماً بوسیله ی کاربر نقل شده	پیشتر بهتر است
کارایی حمل بار	سرعت و مقیاس به صرفه بودن حمل و نقل تجاری و بار	پیشتر بهتر است
خدمات تعویل	کیفیت و کمیت خدمات تعویل (بین اطلاق این شهری و ایستگاه های که خدمات تعویل را ارائه می کند)	پیشتر بهتر است
حمل و نقل تجاری	کیفیت خدمات حمل و نقل برای کاربران تجاری (کسب و کارها، آژانس های عمومی، گردشگران)	پیشتر بهتر است
هزینه ی تصادفات	سراجه ی هزینه تصادفات	کاهش بهتر است
کیفیت برنامه ریزی	جامعیت فرایند برنامه ریزی: آیا به تمامی اثرات عمده توجه می کند و آیا از بهترین شیوه های ارزیابی فعلی استفاده می کند	پیشتر بهتر است
مدیریت جابجایی	کاربرد برنامه های مدیریت جابجایی به منظور رسیدگی به مشکلات و افزایش کارایی سیستم حمل و نقل	پیشتر بهتر است
اصلاحات قیمت گذاری	به کار بستن اصلاحات قیمت گذاری از قبیل قیمت گذاری ازدحام، پارکینگ، اصلاحات مالیات و غیره	پیشتر بهتر است
برنامه ریزی کاربری زمین	به کار بستن شیوه های برنامه ریزی کاربری زمین رشد موشمند که نتیجه ی آن دسترسی پیشتر و اجتماعات جد-خانگی است	پیشتر بهتر است

^۱- User rating
^۲- door-to-door
^۳telework

شاخص های اجتماعی

اثرات اجتماعی که شامل عدالت، سلامت بشر (که اگر هزینه های مالی تحمیل نماید یا بهره‌وری را کاهش دهد، اثری اقتصادی نیز هست)، زیست‌پذیری اجتماع (کیفیت محیط محلی که بوسیله‌ی مردم یک منطقه تجربه می‌شود)، اثرات بر منابع تاریخی و فرهنگی (از جمله مکان های تاریخی و فعالیت های سنتی اجتماع) و زیبایی شناختی است. شیوه های مختلف و متنوعی می تواند برای مشخص نمودن کمیت این اثرات به کار رود (Forkenbrock, David J., and Glen E. Weisbrod, 2001).

عدالت حمل و نقل می تواند با جنبه ها و اثرات متنوعی ارزیابی گردد (Litman, Todd and Tom Rickert, 2005). این امر مستلزم مقایسه تفاوت ها در گزینه‌های حمل و نقل، کیفیت خدمات و اثرات بین گروه های مختلف، بویژه اثرات بر مردمی که از لحاظ اقتصادی و فیزیکی و اجتماعی محروم هستند. اثرات بر سلامت بشر حمل و نقل شامل جراحات تصادفات، بیماری های ناشی از آلودگی و مشکلات سلامتی ناشی از تحرک فیزیکی کم می باشد. سیاست هایی که شرایط پیاده روی و دوچرخه سواری را بهبود بخشیده و سفرهای غیر موتوری را افزایش می دهند، جابجایی مردم محروم را بهبود بخشیده و تناسب اندام را افزایش می دهند و بدین سان از حمل و نقل پایدار حمایت می کنند.

جدول ۵. شاخص های اجتماعی حمل و نقل پایدار

شاخص	شرح	مهر
ریشه بندی کاربر	ریشه‌بندی رضایت کلی از سیستم حمل و نقل بوسیله ی کاربران محروم	پیشتر بهتر است
امنیت	سرازمه ی مرگ و میر و معلولیت‌های تصادف	کاهش بهتر است
تناسب اندازه	نسبت جمعیتی که به طور همگن پیاده‌روی یا دوچرخه سواری می کند	پیشتر بهتر است
زیست‌پذیری اجتماع	میزانی که فعالیت‌های حمل و نقل از اهداف زیست‌پذیری اجتماع حمایت می‌کند (کیفیت زیست محیطی محلی)	پیشتر بهتر است
حفاظت فرهنگی	میزانی که ارزش های تاریخی و فرهنگی در تصمیم‌گیری های برنامه ریزی حمل و نقل منعکس شده و حفظ شده اند.	پیشتر بهتر است
غیر- رانندگانه	کیفیت خدمات حمل و نقل و دسترسی برای غیر راننده ها	پیشتر بهتر است
در استطاعت بودن	نسبت بودجه اقتصاد داده شده به حمل و نقل بوسیله ی خانوارهای با درآمد پایین تر	کاهش بهتر است
محولان	کیفیت تسهیلات و خدمات حمل و نقل برای افراد معلول	پیشتر بهتر است
حمل و نقل غیر موتوری	کیفیت شرایط پیاده روی و دوچرخه سواری	پیشتر بهتر است
سفر کودک	نسبت سفر کودک به مدرسه و دیگر مقاصد محلی با پای پیاده یا با دوچرخه	پیشتر بهتر است
رهاسازی در درازنمد	همارکت واقعی افراد تحت تأثیر قرار گرفته، به همراه تلاش های ویژه برای تضمین اینکه گروههای آسیب پذیر و محروم همارکت دارند.	پیشتر بهتر است

شاخص های زیست محیطی

اثرات زیست محیطی شامل انواع مختلف آلودگی هوا (شامل گازهایی که به تغییرات اقلیمی منجر می شود)، صوت و آلودگی آب، تقلیل منابع تجدید ناپذیر، تخریب چشم انداز و انقراض گونه های جانوری است. شیوه های مختلفی به منظور اندازه گیری این اثرات و مشخص نمودن کمیت هزینه های انسانی و اکولوژیکی آن ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد (EEA (2001).

جدول ۶. شاخص های زیست محیطی حمل و نقل پایدار

شاخص	شرح	هسیر
تغییرات اقلیمی	سراشه مصرف سوخت های فسیلی و انتشار و دی اکسید کربن و گازهای دیگری که موجب تغییرات اقلیمی می گردند	کمتر بهتر است
لودگی کلی	سراشه انتشار لودگی های متداول هوا (NOx, VOC, CO) و ذرات ریز و غیره)	کمتر بهتر است
لودگی هوا	فراوانی تجاوز لودگی هوا از حد استاندارد	کمتر بهتر است
لودگی صوت	نسبت جمعیتی که در معرض سطوح بالای لودگی صدای ترافیک قرار دارند	کمتر بهتر است
لودگی آب	سراشه طابعات تازه وسایل نقلیه ^۱	کمتر بهتر است
انرژی کاربری زمین	سراشه ی زمین اختصاص داده شده به تسهیلات حمل و نقل	کمتر بهتر است
حفظ زیستگاه	حفظ زیستگاه حیات وحش با کیفیت بالا (تالاب ها، جنگل ها و غیره)	بیشتر بهتر است
بازده انرژی	مصرف هنجار جدیدی تأیید در تولید و استفاده از تسهیلات حمل و نقل و وسایل نقلیه	کمتر بهتر است

شاخص های به کار گرفته شده برای اندازه گیری پایداری شبکه حمل و نقل می توانند بر مبنای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی گروه بندی گردند (Jones, P., & Lucas, K. (2000)). علی رغم فهرست های طولانی شاخص های حمل و نقل، بخش عظیمی از پژوهش ها تنها از شاخص های زیست محیطی و اقتصادی حمل و نقل استفاده می کنند و اغلب از شاخص های عدالت-محور^۲ چشم پوشی می کنند (Jones, P., & Lucas, K. (2000)). این شاخص های در تحقیقات جونز و لوکاس (۲۰۰۰) و کندی و دیگران (۲۰۰۵) یافت می شود.

نتیجه گیری

یکپارچگی و چندبعدی بودن مفهوم حمل و نقل پایدار، در اختیار داشتن مجموعه ای از شاخص های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در زمینه ارزیابی حمل و نقل پایدار را ضروری می نماید. با توجه به بررسی های صورت گرفته، تاکنون شاخص های هماهنگ و مناسبی در این خصوص ارائه نشده است. در این مقاله به تدوین ۳۹ شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در زمینه ارزیابی حمل و نقل پایدار در سطح برنامه ریزی دستگاه های مدیریتی انجام گرفته است. همچنین، در این مقاله ۲۰ شاخص اقتصادی، ۱۱ شاخص اجتماعی و ۸ شاخص زیست محیطی معرفی شده است. به نظر می رسد این تلاش بتواند روند اندازه گیری رشد شاخص های توسعه در بخش های حمل و نقل و انرژی کشور و استفاده در مدل های شاخص مینا و یا سیستم پویایی حمل و نقل تسریع بخشد.

^۱- Per capita vehicle fluid losses

^۲- Equity-based indictors

۱. سعیدنیا، احمد (۱۳۸۱)، حمل و نقل شهری (کتاب سبز شهرداری، جلد سوم)، سازمان شهرداری های کشور
۲. محمدپور، صابر (۱۳۹۱)، تحلیل رضایتمندی مسافران از استقرار سامانه اتوبوس های تندرو شهری (BRT) با استفاده از مدل آماری سنجش کیفیت خدمات شهری، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی اصفهان، تابستان ۱۳۹۱
۳. Adams, J. (2000), "Hypermobility", *Prospect, March*, pp, 27-31, [www.prospectmagazine.co.uk](#) (۲۰۰۹) 'World automobile population 2005-2۰۲۰', [www.prospectmagazine.co.uk](#),
۴. Caubel, David (2004), *Methodologies and Tools to Evaluate Issues Relating to Land-Use And /Or Social Aspects of Urban Transportation Policies: An Accessibility Concept Linked Approach*, *World Conference on Transportation Research* (www.wctr2004.org.tr).
۵. Caubel, David (2004), *Methodologies and Tools to Evaluate Issues Relating to Land-Use And / or Social Aspects of Urban Transportation Policies: An Accessibility Concept Linked Approach*, *World Conference on Transportation Research* (www.wctr2004.org.tr).
۶. Clercq, Frank, and Luca Bertolini, (2003), "Achieving sustainable accessibility: An evaluation of policy measures in the Amsterdam area", *Built Environment* 29 (1), p, 38.
۷. Cobb, Clifford, Ted Halstead and Jonathan Rowe (1999), *The Genuine Progress Indicator, Redefining Progress* (www.rprogress.org).
۸. Deakin, E. (2002). *Sustainable Transportation: U.S. Dilemmas and European Experiences. Journal of the Transportation Research Board*, 1792, 1-1۸.
۹. Dixon, Frank (2004), *Gross National Happiness: Improving Unsustainable Western Economic Systems*, presented at the GNH Conference in Thimphu, Bhutan, Centre for Science and Environment (www.cseindia.org/programme/pov-env/national-happiness.PDF), February ۲۰۰۴.
۱۰. Duncan, Bruce, and John Hartman, (1996), "Sustainable urban transportation initiatives in Canada", Paper submitted to the APEC Forum on Urban Transportation, Seoul, South Korea, November 20-22.
۱۱. EEA(2001), *Indicators Tracking Transport and Environment Integration in the European Union*, European Environment Agency, European Union (<http://reports.eea.eu.int/term2001/en/term2001.pdf>), 2001.
۱۲. FHWA(۲۰۰۲), *Transportation Performance of the Nation* (wwwcf.fhwa.dot.gov/environment/perform/index.htm).
۱۳. FHWA (2004), *Environmental Guidebook*, Federal Highway Administration
۱۴. Forkenbrock, David J., and Glen E. Weisbrod (2001), *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects*, NCHRP Report 456, TRB, (www.trb.org).
۱۵. Frank, L. D. (2000). *Land use and transportation interaction - Implications on public health and quality of life. Journal of Planning Education and Research*, 20(1), 6-2۲.
۱۶. Gakenheimer, R. (ed) (1978), "The Automobile and the Environment: An International Perspective", MIT Press, ambridge, MA. <http://cst.uwinnipeg.ca/>.

۱۷. Jones, P., & Lucas, K. (2000). *Integrating transport into 'joined-up' policy appraisal*. *Transport Policy*, 7(3), 185-193.
۱۸. Litman, T. (2003) "Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility", *ITE Journal*, www.ite.org, October, Vol. 73, No. 10, pp, 28-۳۲, www.vtpi.org.
۱۹. Litman, T. (2003), "Sustainable Transportation Indicators", *VTPI*, www.vtpi.org.
۲۰. Litman, Todd (2004), *Transportation Cost and Benefit Analysis*, *VTPI* (www.vtpi.org).
۲۱. Litman, Todd (2004b), *Transportation Cost and Benefit Analysis*, *VTPI* (www.vtpi.org).
۲۲. Litman, Todd and Tom Rickert (2005), *Evaluating Public Transit Accessibility: 'Inclusive Design' Performance Indicators for Public Transportation in Developing Countries*, *VTPI* (www.vtpi.org).
۲۳. Litman, Todd. Burwell, David (2006), "Issues in sustainable transportation", *Int. J. Global Environmental Issues*, Vol. 6, No. 4, 2006, P, 335.
۲۴. Newman, P. W. G. and Kenworthy, J. R. (1989), "Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook, Gower Technical, Aldershot", UK, and Brookfield, VT.
۲۵. Newman, P., Kenworthy, J. and Vintila, P. (1992) "Housing, transport and urban form", *Background Paper 15 + Appendices for the National Housing Strategy, Commonwealth of Australia, Canberra*, pp, 94-110.
۲۶. Preston L. Schiller, Enric C. Brun, and Jeffrey R. Kenworthy, (2010) "An Introduction to Sustainable Transportation: Policy, Planning and Implementation", Published by Earthscan, London, 2010, P, 3.
۲۷. Schipper, L. (2002). *Sustainable Urban Transportation in the 21st Century*. *Journal of the Transportation Research Board*, 1792, 12-23.
۲۸. Stringer, P. and Wenzel, H. (1976), "Transportation Planning for a Better Environment", *Plenum Press, New York, NY*.
۲۹. *VTPI, Online TDM Encyclopedia*, *VTPI* (www.vtpi.org), 2005.
30. *WCED (World Commission on Environment and Development) (1987), "Our Common Future", Brundtland Commission, www.uncece.org/oes/nutshell/2004-2005/focus_sustainable_development.htm, accessed 22 February 2010.*
۳۱. Whitelegg, J. (1997) "Critical Mass: Transport Environment and Society in the Twenty-First Century", *Pluto Press, London*
۳۲. www.automotivepdigest.com/content/displayArticle.aspx?a=55782, accessed 14 September ۲۰۱۰.