چهاردهمین کنفرانس بین المللی
مهندسی حمل و نقل و ترافیک
The 14th International
Conference on Traffic and
Transportation Engineering

تخمین ظرفیت‌های زیرساختی موردنیاز جاده‌ای و ریلی و هزینه‌های مربوطه تا سال ۲۰۵۰

محمود رضا کی منش[۱]، مهرداد نجفی[۲]، رضا گنجی[۳]

۱- استادیار، مهندسی عمران – راه و ترابری، دانشگاه پیام نور تهران

۲- دانشجوی دکترای راه و ترابری، دانشگاه پیام نور تهران

چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به روند رشد جمعیت و صنعتی شدن جوامع، حمل و نقل و جابجایی مسافر و بار نیز افزایش یافته است. این افزایش جابجایی مطمئناً نیازمند افزایش زیرساخت ها و هزینه ها می باشد که در صورتی که درست پیش بینی و برنامه ریزی نشود منجر به مشکلات و هزینه های بسیار زیادی برای جوامع می شود. به همین دلیل در این مقاله سعی شده است که پس از جمع آوری اطلاعات میزان جابجایی بار و مسافرت های افراد از بانک های اطلاعاتی آژانس جهانی انرژی و چند نهاد دیگر با استفاده از مدل جابجایی MoMo به عنوان مبنایی برای رشد جهانی سفر که توسط آژانس جهانی انرژی ارائه شده است، میزان رشد زیرساخت‌های حمل و نقل زمینی و حفظ و نگهداری آن ها تا سال ۲۰۵۰ و نیز هزینه های مرتبط با ساخت و نگهداری زیرساخت های حمل نقل پیش بینی شود. بدین منظور ۲ سناریو با توجه به شرایط و سیاست های محتمل اتخاذی توسط دولت ها تعریف شده و بر مبنای آن ها میزان افزایش یا کاهش زیرساخت ها و هزینه های آن ها پیش بینی شده است. در پایان نتایج سناریو ها به صورت مقایسه ای ارائه شده اند.

کلیدواژه ها: *زیر ساخت ها، آژانس جهانی انرژی، هزینه ها*

[۱] عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور تهران، ۰۹۱۲۲۳۰۹۰۶۸، mrkeymanesh@gmail.com

[۲] مدیر گروه برنامه‌ریزی زیرساخت‌های حمل و نقل ریلی و طرح‌های جامع، راه‌آهن ج.ا.ا.، ۰۹۱۲۳۹۷۷۲۰۷ ، mehrdad.najafi@gmail.com

[۳] دانشجوی دانشگاه پیام نور تهران، ۰۹۳۵۱۹۷۳۰۰۲ ، reza.ganji91@gmail.com

۱- مقدمه

در دهه گذشته، میانگین سرانه جهانی تولید ناخالص ملی تقریبا ۷۵درصد افزایش داشته است (بر مبنای دلار امریکا در سال ۲۰۱۰). این میزان رشد سرمایه و ثروت، منجر به افزایش ناگهانی و قابل ملاحظه تقاضا برای حمل ونقل و جابجایی مسافر و کالا شده است. به ویژه، سفرهای ریلی و جاده‌ای که حدود ۴۰درصد افزایش داشته اند این میزان معادل پرواز بیش از ۴۰۰ میلیون نفر به دور دنیا در یک سال است. آسیا و اقیانوسیه بیش از نیمی از این رشد را شامل می شوند.

تعداد مسافرت های جهانی تا سال ۲۰۵۰ تقریبا به میزان سالانه ۱۱۵تریلیون مسافر-کیلومتر و تن – کیلومتر بار رشد خواهد داشت که معادل با دو برابر میزان سفر در سال ۲۰۱۲ است [آژانس بین المللی انرژی]. سفرهای مسافری حدود ۷۰درصد این رشد را شامل می شود و افزایش سفرها با اتومبیل و کامیون تقریبا نیمی از این رشد مسافرت وجابجایی مورد انتظار را تشکیل می دهد. انتظار می رود که تقریبا ۹۰ درصد افزایش جهانی سفر پیش بینی شده مربوط به کشورها و مناطق غیر عضو در سازمان همکاری های اقتصادی باشد.

در حالیکه مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها اغلب در مرکز توجه پیش‌بینی‌های حمل و نقل است، یک مساله اساسی در رابطه با افزایش جهانی سفر، تامین و برآورده کردن نیاز های افزایش زیرساخت ها است. افزایش سریع و ناگهانی رشد سفر منجر به رشد و توسعه قابل توجه زیر ساخت ها گردیده است و در واقع، کشورهای با رشد زیاد میزان جابجایی و مسافرت در طول دهه گذشته به میزان بسیار زیادی نیز به توسعه زیرساخت های حمل و نقل پرداخته‌اند. کشور چین که بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ که افزایش سه برابری سفر مسافر و بار در سال را تجربه کرده است، طول جاده ها و خطوط ریلی خود را در طی همین دوره تقریبا ۲۹۰درصد افزایش داده است.

۲-متدلوژی

با استفاده از مدل جابجایی (MoMo) به عنوان مبنایی برای رشد جهانی سفر، این مقاله به میزان رشد زیرساخت‌های حمل و نقل زمینی و حفظ و نگهداری آن ها تا سال ۲۰۵۰ می‌پردازد، علاوه بر آن هزینه های مرتبط با ساخت و نگهداری زیرساخت های حمل نقل در سطح جهانی را نیز مد نظر قرار می‌دهد. به منظور انجام این تحلیل، از پایگاه اطلاعاتی زیرساخت‌های جاده‌ای و ریلی سازمان های همکار آژانس بین المللی انرژی استفاده شده است. اطلاعات مربوط به هزینه‌های توسعه زیرساخت‌ها نیز با همکاری بانک توسعه آسیا و اتحادیه بین المللی حمل ونقل جمع آوری شده است.

الگوی جابجایی آژانس بین المللی انرژی (MoMo) یک مدل برای حمل و نقل جهان است که از سال ۲۰۰۳شکل گرفته است. این الگو دربردارنده داده‌های بخش حمل و نقل همراه با شاخص‌های انرژی و گازهای گلخانه‌ای برای سال‌های مختلف و پیش بینی تا سال ۲۰۵۰ به تفکیک مد، سوخت، مناطق و کشورهای مختلف است. این مدل همه مدهای حمل و نقل و انواع فعلی و آتی سوخت که انرژی مورد نیاز بخش حمل و نقل را تامین می کنند، شامل می‌شود. این مدل قابلیت ارزیابی تاثیر تکنولوژی های نوین بر روی مصرف انرژی، انتشار گازهای گل‌خانه ای و هزینه‌های سوخت خودروها را دارا بوده و نیز می‌تواند به تحلیل اثرات مشابه ناشی تغییر مدهای حمل ونقل بپردازد.

نتایج مورد بحث قرار گرفته در این مقاله، رشد حمل ونقل جهانی را در تحت دو سناریو، مطابق تعریف ارائه شده شرح می‌دهد. در یکی از سناریوها، توسعه بخش حمل ونقل و هزینه های آن با فرض تداوم اغلب روندهای گذشته تا کنون و اتخاذ سیاست هایی مشابه با سیاست های کنونی در آینده، پیش‌بینی شده است. این سناریو 4DS نامیده می‌شود که پیش‌بینی می کند افزایش دمای اتمسفر به میزان ۴درجه برسد. پیش‌بینی‌های سناریوی 4DS، سپس با سناریوی 2DS مقایسه می‌شود که این سناریو (2DS) شامل ارتقاء تکنولوژی خودروها و پیشرفت و بهبود سوخت‌ها همراه با تغییر مد و کاهش رشد حمل ونقل است (سیاست‌های سلبی و تغییر مد). در این سناریو هدف افزایش دمای جوی به میزان۲ درجه سانتی گراد است.

۳- جمع آوری داده ها

روند گذشته تا حال داده‌های مربوط به زیرساخت های حمل و نقل زمینی، توسط آژانس بین الملل انرژی از منابع مختلفی مثل فدراسیون بین المللی راه، اتحادیه بین المللی راه آهن، موسسه توسعه و حمل ونقل و مرکز منابع جهانی حمل ونقل پایدار (۲۰۱۲) گردآوری شده و در بانک اطلاعاتی آن ها موجود می باشد. در این مقاله، از این داده ها بر اساس بیش از ۲۵شاخص شامل طول شبکه، نوع (جاده درجه دو، بزرگراه) وکیفیت زیرساخت (میزان درصد هموار بودن جاده) از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۰ استفاده شده است.

۳-۱- سیستم حمل و نقل جاده ای

از سال ۲۰۰۰، طول شبکه معابر در سطح جهان حدود تقریبا ۱۲میلیون کیلومتر- خط عبور افزایش یافته است. سهم دو کشور چین و هند بیش از ۵۰ درصد این میزان افزایش طی این مدت است.

۳-۲- اتوبوس های تندرو

از منظر فنی، زیر ساخت شبکه اتوبوس‌های تندرو به عنوان بخشی از شبکه معابر درنظر گرفته می‌شود. با این وجود، سامانه‌های بی‌آرتی نیازمند سرمایه گذاری چشمگیر در زیرساخت‌های ویژه‌ای هستند. سامانه‌های بی‌آرتی عموماً دربردارنده اتوبوس‌های با ظرفیت بالا در کریدورهای ویژه ای که از خطوط ویژه اختصاصی و جدا شده از بقیه سیستم ترافیکی بوده و شیوه سوار و پیاده شدن مسافر در آن مشابه مترو است.

از زمانیکه نخستین شبکه اتوبوس های سریع السیر در کریتیبای برزیل در ۱۹۷۲ افتتاح شد، بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر کریدور اصلی بی ار تی در سراسر جهان ساخته شده است. تا پایان سال ۲۰۱۱ تقریبا ۲۲۰۰ کیلومتر شبکه بی ار تی در سراسر جهان ساخته شده بود که بیش از نیمی از این شبکه متعلق به کشورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی بوده است.

علی رغم رشد زیاد شبکه بی آر تی در سال های اخیر و طرح های اعلام شده برای توسعه مستمر آن در سال های آینده هیچ ضمانتی وجود ندارد که توسعه شبکه با سرعت زیادی از سال ۲۰۱۵ به بعد ادامه یابد. در حال حاضر، ۱۲۰۰کیلومتر کریدور اصلی بی‌آرتی دیگر، در دست طراحی و یا جهت ساخت پیشنهاد شده است. با این وجود، آینده بسیاری از این برنامه‌های توسعه بی‌آرتی نامعلوم است. در نتیجه، در سناریوی 4DS، فرض شده است که گسترش شبکه جهانی بی ار تی تا سال ۲۰۲۵ فراتر از میزان ۳۰۰۰ کیلومتر تخمین زده شده، نخواهد بود.

۳-۳- بخش ریلی

توسعه خطوط ریلی در جهان بسیار کمتر از رشد زیرساخت بخش جاده‌ای بوده است. زیرساخت‌های ریلی در سطح جهان به میزان ناچیزی در طول دهه گذشته کاهش یافته است در حالیکه کشورهای چین، هند و آسیای جنوب شرقی تقریبا ۱۱۰۰۰کیلومتر به خطوط ریلی خود افزوده‌اند. از سال ۲۰۰۰، کشورهای عضو سازمان همکاری های اقتصادی امریکای شمالی ۶۳۰۰۰کیلومتر خط آهن را خود از خدمت خارج کرده‌اند.

۴-معرفی سناریو ها

سند ETP 2012 آژانس جهانی انرژی، ۳ وضعیت کاملا متفاوت را برای آینده انرژی جهان ارائه کرده است. سناریوی 6DS که مطابق تداوم روند حال حاضر دنیا است، سناریوی 4DS، که ارزیابی وضعیتی است که سیاست‌های اعلام شده می‌تواند ایجاد نماید و سناریوی 2DS. سناریوی 2DS شرح داده شده

در سند ETP 2012، گزینه‌های مختلف تکنولوژیکی و سیاست های لازم به منظور دست یافتن به وضعیتی پایدار در آینده، بر اساس کارآیی بهتر انرژی و سیستم های متعادل تر {از منظر مصرف} انرژی را بررسی می‌کند.

در بخش حمل ونقل، سناریوی 6DS، نشان می‌دهد که در صورت عدم پیاده‌سازی سیاست‌های مختلف حمل ونقل موجود شامل استانداردهای مصرف سوخت در اروپا و ایالات متحده پس از سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، چه اتفاقاتی خواهد افتاد. در مقابل، سناریوی 4DS، وضعیتی که در اثر پیاده سازی سیاست های موجود و آتی شامل سختگیرانه‌تر کردن استانداردهای مصرف سوخت تا سال ۲۰۲۵ است برای خودروهای سواری و خودروهای باری و نیز ورود آهسته خودروهای هیبریدی، برقی هیبریدی و برقی طی دهه‌های پیش روی ایجاد خواهد شد را نشان می‌دهد. در هر دو سناریو، میزان مسافر و بار پیش‌بینی شده تا سال ۲۰۵۰ مشابه است. میزان سفر خودروهای سبک (سواری) در سطح جهان تقریبا به میزان دو و نیم برابر در هر دو سناریوی 2DS و 4DS افزایش می‌یابد.

در مقابل، سناریوی 2DS، شامل سیاست های سلبی و تغییر مد سفر به منظور تحقق سهم بخش حمل و نقل در نیل به هدف افزایش دمای هوا به میزان ۲ درجه است. سیاست ارتقاء تکنولوژیکی، بر ارتقاء کیفیت خودرو و سوخت تمرکز دارد که شامل سختگیرانه‌تر کردن استانداردهای مصرف سوخت و افزایش سهم تکنولوژی های موثر در این خصوص است. سیاست‌های اتخاذ شده در سناریوی 2DS، سهم و مشارکت کارآمدترین مدها شامل حمل و نقل مجازی و سیاست‌های ترویج همپیمایی (کارپولینگ)، خودروی اشتراکی (کارشرینگ) و استفاده از سیستم بی‌آرتی و و قطارهای پرسرعت را افزایش می‌دهد.

سناریی 2DS، نه تنها مبنایی را برای تحلیل تاثیرات پیشرفت‌های تکنولوژیکی و سیاست‌های تغییر مد سفر بر روی میزان سفر، کارایی، سهم هریک از مدها، مصرف انرژی و انشار گاز دی اکسید کربن فراهم می‌آورد، بلکه چارچوبی برای برآورد هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در بخش حمل و نقل در طی۴ دهه آینده فراهم می‌سازد. در سناریوی 2DS، برای میزان تقاضای سالانه جهانی برای مسافرت و جابجایی افزایشی تقریبا تا ۳۵ تریلیون نفر- کیلومتر و برای بار تا ۱۵تریلیون تن- کیلومتر افزایش پیش‌بنی شده است. با این وجود سناریوی 2DS سالانه ۱۰تریلیون کمترجابجایی بار و مسافر تا سال ۲۰۵۰ نسبت به هر دو سناریوی ۴دی اس و ۶دی اس خواهد داشت. این میزان نشان دهنده اجتناب از تقریبا ۱۰درصد افزایش سفر تا سال ۲۰۵۰ است. بعلاوه، تقریبا یک چهارم مسافرت و حمل بار از خودروهای سواری سبک، کامیون ها و هواپیما به مدهای حمل و نقل با کارامدی بهتر از منظر انرژی مانند اتوبوس‌های شهری و بین شهری، سیستم‌های ریلی تغییر می‌یابند.

یافته‌های مد نظر قرار گرفته در این مقاله توسعه زیرساخت‌های حمل ونقل زمینی جهانی را با توجه به رشد میزان جابجایی در سناریوهای ۴دی اس و ۲دی اس نمایش می‌دهد. به رشد زیرساخت‌ها در سناریوی ۶دی اس بطور صریح در این مقاله پرداخته نشده است. با این وجود رشد زیرساخت‌ها در هر دو برنامه ۴دی اس و ۶دی اس مشابه هستند زیرا میزان افزایش سفر به صورت خالص تا سال ۲۰۵۰ در هر دو سناریو وضعیت مشابهی دارند. پیش‌بینی زیرساخت های شناسایی شده در این مقاله برای سناریوی 4DS مربوط به هر دو سناریو می‌شود. رشد زیرساخت‌ها در سناریوی ۲دی اس تغییرات در میزان خالص سفرهای مسافری و باری ناشی از اعمال سیاست‌های سلبی و تغییر مد را نشان می‌دهد.
در این مقاله، در مواردی به دو سناریوی دیگر، بعنوان مرجعی جهت مقایسه با توسعه زیرساخت ها بر اساس سناریوی ۴دی اس، اشاره شده است. "روند قبلی تاکنون" به توسعه زیرساخت‌های حمل ونقل به میزان و نرخ رشد فعلی ساخت وساز دلالت دارد. در مناطقی از جهان که افزایش سریع و قابل ملاحظه‌ای در تقاضای حمل‌ونقل انتظار می‌رود، این روندهای قبلی تاکنون برای توصیف تاثیرات تقاضای حمل ونقل بر زیرساخت‌های محلی در صورتی عدم توسعه آن زیرساخت ها جهت تامین نیاز های ناشی از رشد حمل ونقل، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه اطلاعات ارائه شده در رابطه با سناریو ها و تعریف آن ها، در ادامه به نتایج آن ها می پردازیم.

۴-۱- سناریو ۴ دی اس

براساس سناریوی ۴دی اس، انتظار میرود تا سال ۲۰۵۰ ترافیک جاده‌ای جهانی تقریبا دوبرابر شده و به بیش از ۴۳ تریلیون وسیله-کیلومتر در سال برسد. برای پاسخ به این میزان رشد، انتظار می‌رود زیرساخت جاده‌ای جهانی تا سال ۲۰۵۰ تقریبا ۶۰ درصد بالاتر از میزان آن در سال ۲۰۱۰ افزایش داشته باشد که برابر با افزایش در حدود ۱۴میلیون کیلومتر- خط عبوری معبر هموار تا سال ۲۰۳۰ و ۱۱میلیون کیلومتر- خط عبوری معبر هموار دیگر تا سال ۲۰۵۰ است..
براساس پیش بینی سناریوی ۴دی اس در خصوص وضعیت معابر تا سال ۲۰۵۰، انتظار می‌رود حداکثر ظرفیت های ساخت وساز تنها منجر به کاهش میانگین ضریب اشغال راه ها به میزان اندکی در کشورهای غیرعضو خواهد شد. (کمتر از ۱۰درصد در امریکای لاتین، افریقا وخاورمیانه). این نکته نشان می دهد که کشورهای درحال توسعه که تا کنون ساخت راه ها در آن ها کمتر بوده است، نیازمند افزایش سرعت توسعه زیرساخت های خود هستند تا بتوانند آن میزان ضریب اشغال معابر ناشی از افزایش سفر وسایل نقلیه را پاسخگو باشند.
در ادامه دیگر نتایج سناریو ۴ دی اس آورده شده است:

- براساس سناریوی ۴دی اس، تا سال ۲۰۵۰، معابر جهان به احتمال زیاد تا میزان ۲۵ میلیون کیلومتر خط عبور روسازی شده رشد خواهند داشت.
- به دلیل اینکه انتظار می رود میزان حمل ونقل و مسافرت جاده ای در کشورهای چین و هند از میزان افزایش زیرساخت هایشان پیشی بگیرد، احتمال افزایش سطح اشغال معابر وجود دارد. این در حالی است که پیش بینی می شود میانگین ضریب اشغال معابر در امریکای لاتین اندکی کاهش یابد زیرا افزایش زیرساخت ها با تقاضای سفر برابری می‌کند.
- انتظار می رود طول شبکه بی ار تی تنها ۵۰درصد افزایش داشته باشد مگراینکه کشورها متعهد به گسترش بی ار تی فراتر از میزان در نظر گرفته شده فعلی شوند.
- در این سناریو پیش بینی شده است که میزان جهانی پارکینگ بین ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع و۸۰۰۰۰ کیلومتر مربع افزایش یابد.
- تا سال ۲۰۵۰ انتظار می رود شبکه ریلی جهانی ۳۰درصد نسبت به سال ۲۰۱۰ افزایش یابد.
- طول شبکه جهانی قطارهای پرسرعت ممکن است به میزان ۲۸۰۰۰ کیلومتر تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. اما در مورد افزایش بیش از این میزان قطعیتی وجود ندارد. درحالیکه رشد قطارهای پرسرعت تا سال ۲۰۳۰ یک افزایش ۳برابری نسبت به شبکه خط اهن سریع السیر در سال ۲۰۱۰ را نشان می دهند، این گونه قطارها هنوز هم تنها بخش ناچیزی از کل شبکه جهانی ریلی را شامل می‌شود.
- هزینه های زیرساختی حمل ونقل زمینی پیش بینی می شود که به ۱۲۰تریلیون دلار امریکا تا سال ۲۰۵۰ برسد تا جاییکه تقریبا ۶۵درصد هزینه ها برای زیرساخت جاده ای است.

۴-۲- سناریو ۲ دی اس

براساس طرح ۲ دی اس، افزایش زیرساخت های جاده ای و خطوط ریلی تقریبا ۱۰ میلیون کیلومتر کاهش می یابد. تمامی این کاهش های زیرساختی از کاهش میزان توسعه جاده سازی در نتیجه تغییر و یا اجتناب از حمل ونقل جاده ای ناشی می شود. برخلاف این موضوع، زیر ساخت خطوط ریلی پیش بینی می شود که تقریبا ۲۰۰۰ کیلومتر بیش از سطح ۴دی اس افزایش یابد. طول خطوط سریع السیر تقریبا ۱۴۰۰۰۰ کیلومتر از این ۲۰۰۰۰۰ کیلومتر را شامل می شود.

نتایج سناریو ۲ دی اس نیز به شرح ذیل است:

- پیش بینی شده رشد جاده سازی در ۲دی اس تقریبا ۲۰ درصد بیش از ۴دی اس کاهش یابد که تقریبا برابر است با ۱۵تریلیون دلار امریکا صرفه جویی در هزینه های زیرساخت ها.

- هزینه توسعه ونگهداری شبکه بی آر تی، در طرح ۲دی اس براورد می شود تا ۲۰۵۰ تقریبا به ۴۰۰میلیارد دلار امریکا و یا بطور میانگین سالانه به ۱۰ میلیارد دلار امریکا برسد. این افزایش ۱۰برابری بیش از هزینه های بی آر تی طرح ۴دی اس، قابل ملاحظه است. اگرچه بر اساس طرح ۴دی اس هزینه های بی ار تی هنوز ۱درصد پایین تر از هزینه های جاده سازی است.
- براساس ۲دی اس، پارکینگ سازی جهانی ۳۵درصد کمتر از ۴دی اس خواهد بود که تقریبا برابر است با ۱۰تریلیون دلار امریکا صرفه جویی در هزینه های زیرساخت ها.
- بر اساس ۲دی اس، طول شبکه خط قطار سریع السیر تقریبا به ۸.۵ برابر بیش از سال ۲۰۱۰ می رسد که برابر است با افزایش ۴تریلیون دلاری در هزینه های زیرساخت ها

۵- بحث و جمع بندی

پیش بینی‌های انجام شده در خصوص زیرساخت‌ها نشان می‌دهد که امکان بالقوه اتخاذ سیاست سلبی و تغییر مد سفر به منظور کاهش میزان توسعه زیرساخت ها به صورت کلی وجود دارد و در این شرایط هزینه های جهانی زیرساخت‌های حمل ونقل زمینی به میزان ۲۰تریلیون دلار امریکا تا سال ۲۰۵۰ کاهش خواهد یافت. این سیاست ها، زمانیکه بخشی از یک استراتژی سلبی/تغییر مد و ارتقاء باشد، مشابه موارد نشان داده شده در سناریوی ۲ دی اس، می تواند به معنای یک صرفه جویی بالقوه ۷۰ تریلیون دلاری در وسایل نقلیه، سوخت و هزینه های زیرساختی باشد. این استراتژی ها بدین ترتیب، منجر به کاهش قابل توجهی در مصرف انرژی در مقایسه با سناریوی ۴ دی اس و کاهش میزان گازهای گلخانه ای ناشی از بخش حمل ونقل تا ۲۰۵۰ خواهد شد.

شایان ذکر است که ارتقاء شبکه های حمل ونقل به منظور فراهم آوردن امکان جابجایی گسترده تر و پایدارتر با کاهش میزان تقاضا برای سفرهای شخصی انجام شده توسط وسایل نقلیه موتوری ممکن است بر روی منافع خالص کل سامانه تاثیر گذار باشد.

سیاست‌های از نوع " چماق" (سلبی و بازدارنده) که رانندگی (استفاده از وسیله نقلیه شخصی) را منع کرده و تغییر به سمت مدهای حمل ونقل پایدارتر را تشویق می‌کند، ممکن است برای برخی افرد فایده‌ای نداشته باشد. اما سیاست‌های "هویج" (تشویقی) ، مانند ارائه حمل ونقل عمومی و مدهای غیر موتوری و طرح های کاربری زمین هوشمندانه‌تر مواردی هستند که می تواند منجر به منتفع شدن اقشار عظیمی شود. چنین پیشرفت‌هایی مورد نظر این مقاله نیستند. با این وجود از آنجا که برخی سیاست های سلبی مانند هزینه های سوخت و پارکینگ ممکن است برای حصول نتایج

سناریوی ۲دی اس مورد نیاز باشد، تاثیرات و هزینه های چنین سیاست هایی برای جوامع نیازمند بررسی بیشتر است.

میزان کلی افزایش زیرساخت‌ها و سرمایه‌های تجمیعی، بازسازی و بهره برداری و نگهداری (به صورت حقیقی و نیز با در نظر گرفتن کاهش ارزش آن در آینده) در جدول ۱ برای سناریو های ۴دی اس و ۲دی اس نشان داده شده است. این برآوردها ممکن است بسته به اینکه چگونه و با چه سرعتی کشورها اجازه رشد طرح های زیرساختی را بدهند و اینکه کشورها چه مقدار پول در زیرساخت حمل ونقل زمینی سرمایه گذاری کنند و همینطور چگونه کشورها سیاست های مدیریت تقاضای سفر و تغییر مد به مدهای با کارآیی بیشتر و پایدارتر در مصرف انرژی را به کارگیرند، تغییر کند.

جدول ۱: *افزایش زیر ساخت های حمل و نقل زمینی تا سال ۲۰۵۰*

		زیر ساخت (هزار واحد)		هزینه ها (میلیارد دلار آمریکا)	
		۴ دی اس	۲ دی اس	۴ دی اس	۲ دی اس
اعضای OECD	جاده (روسازی شده – کیلومتر)	۳۳۰۰	- ۵۰۰	۲۹۶۰۰	۲۴۱۰۰
	BRT (اتوبوس – کیلومتر)	۰.۲۶	۲.۴	۲۷	۸۴
	ریلی (قطار – کیلومتر)	۱۳۶	۲۱۰	۴۱۰۰	۴۶۰۰
	HSR (قطار – کیلومتر)	۱۱	۳۴	۵۸۰	۱۳۰۰
	پارکینگ (کیلومتر مربع)	۴۷۰۰	- ۶۰۰۰	۱۸۹۰۰	۱۳۶۰۰
	مجموع	-	-	۵۳۲۰۰	۴۳۷۰۰
سایر کشور ها	جاده (روسازی شده – کیلومتر)	۲۲۰۰۰	۱۵۳۰۰	۴۵۸۰۰	۳۶۷۰۰
	BRT (اتوبوس – کیلومتر)	۰.۳۶	۲۱۱۰۰	۲۱	۳۲۲
	ریلی (قطار – کیلومتر)	۱۹۸	۳۲۴	۳۷۰۰	۴۵۰۰
	HSR (قطار – کیلومتر)	۱۸	۸۳	۸۲۰	۲۸۰۰
	پارکینگ (کیلومتر مربع)	۳۹۷۰۰	۲۳۶۰۰	۱۴۷۰۰	۱۰۲۰۰
	مجموع	-	-	۶۵۰۰۰	۵۴۵۰۰
جهان	جاده (روسازی شده – کیلومتر)	۲۵۳۰۰	۱۴۸۰۰	۷۵۴۰۰	۶۱۱۰۰
	BRT (اتوبوس – کیلومتر)	۰.۶۲	۲۴.۵	۴۸	۴۰۶
	ریلی (قطار – کیلومتر)	۳۳۴	۵۳۴	۷۸۰۰	۹۳۰۰
	HSR (قطار – کیلومتر)	۲۹	۱۱۷	۱۴۰۰	۴۱۰۰
	پارکینگ (کیلومتر مربع)	۴۴۴۰۰	۱۷۶۰۰	۳۳۶۰۰	۲۴۰۰۰
	مجموع	-	-	۱۱۸۲۰۰	۹۸۲۰۰

تفاوت و تضاد میان سناریوی ۴دی اس و سناریوی ۲دی اس نشان می‌دهد که کاهش هزینه‌های زیرساختی حمل ونقل زمینی با تغییر مد برخی سفرها از اتومبیل شخصی به سمت مد های حمل و نقل عمومی میسر خواهد بود. بهبود وارتقاء گزینه های سفر از طریق افزایش توسعه ظرفیت و مدهای حمل ونقل کارامدتر، می‌بایست با کاهش مصرف انرژی بخش حمل و نقل، انتشار آلاینده‌ها و هزینه‌های زیرساخت‌ها و درنتیجه منتفع شدن جوامع، مزایای خالص فراوانی در حمل و نقل و جابجایی را فراهم آورد.

۶-مراجع

1- ADB (Asian Development Bank) (2012), *Sustainable Fuel Partnership Study: Exploring an Innovative Market Scheme to Advance Sustainable Transport and Fuel Security*. ADB, Manila
2- CIA (Central Intelligence Agency) (2012), The World Factbook: Field Listing: Area. US Central Intelligence Agency.
3- Echeverry, J.C., Ibanez, A.M. and Hillon, L.C. (2004), "The Economics of Transmilenio, a Mass Transit System for Bogota", *Economia*, Vol. 5, No. 2, Brookings Institution Press, Washington, DC, pp.151-196.
4- EMBARQ, ALC-BRT (Across Latitudes and Cultures - Bus Rapid Transit) and IEA (2012), *Global BRT data*, Washington, DC.
5- Fulton L., Cazzola P. and Cuenot F. (2009),"IEA Mobility Model (MoMo) and its use in the ETP 2008", *Energy Policy*, Vol. 3, No. 10, Elsevier, Amsterdam, pp. 3758-3768.
6- IEA (International Energy Agency) (2002) *Bus Systems for the Future: Achieving Sustainable Transport Worldwide*, OECD/IEA, Paris
7- Trigg T. and Fulton L. (2012) *"Bus Rapid Transit: Cost and CO2 Implications of Future Deployment Scenarios",* TRB 2012 Proceedings, Washington, DC.
8- UNSD (United Nations Statistics Division) (2010), *GDP and its breakdown at current prices in US Dollars,* UNSD, New York City