بررسی اقتصاد زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری

معراج ارجمند زیارتی* دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مدیریت شهری دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران، ایران

محمدجواد صالحی عضو هیأت علمی مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، تهران، ایران

چکیده: همواره حمل‌ونقل و ترافیک شهری به‌عنوان مبحث کلیدی در مطالعات شهری و ناحیه‌ای مطرح بوده است؛ زیرا یکی از نقش‌های اساسی و زیرساخت‌های زندگی شهری را تشکیل می‌دهد که با ارتباط دادن امور انسانی به یکدیگر و جریان‌یابی افراد، کالا، انرژی و اطلاعات، محقق می‌گردد. رویکردهای نظری به حمل‌ونقل درون‌شهری نیز طی دوره‌های زمانی مختلف، از روندی متفاوت برخوردار بوده است. در این راستا پژوهش حاضر، به بررسی روند تحول نظریه‌های مرتبط با حمل‌ونقل درون‌شهری پرداخته است. پژوهش حاضر در زمره مطالعات کاربردی می‌باشد که با مطالعه اسنادی و با استفاده از جدیدترین و معتبرترین منابع انجام شده است. در واقع در این پژوهش با بررسی موردی شهر تهران، نسبت به مطالعه تعامل با چنین مشکلاتی اقدام شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که رشد جمعیت، از یک سو، اشتغال و استقرار فعالیت‌های اقتصادی، خدمات و تسهیلات در نواحی مختلف شهر و حومه از سوی دیگر، باعث افزایش تقاضای جابه‌جایی برای دسترسی به این نواحی و در نتیجه، بروز مشکلاتی در شبکه حمل‌ونقل شهری می‌شود. با توجه به توسعه زیرساخت‌های فیزیکی در دهه‌های اخیر، کاربرد زیرساخت‌های فیزیکی در مدیریت ترافیک کلان‌شهرها جایگاه خاصی یافته است. همچنین وجود هزینه‌های مختلف مانند آلودگی و تراکم موجب عدم‌شفافیت منابع احداث زیرساخت‌های حمل‌ونقلی و عدم‌کفایت هزینه‌های اولیه احداث به‌عنوان معیارهای اصلی مقایسه اقتصادی گزینه‌ها شده است. نتایج بررسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل در تهران، حاکی از آن است که احداث مسیر غیرهم‌سطح، احداث خط مترو و استفاده از سیستم هوشمند حمل‌ونقل شهری به‌عنوان گزینه‌های احتمالی تعامل با مشکلات ترافیکی قابل طرح است. نتایج مقایسه این روش‌ها بیانگر آن است که هزینه ناشی از آلودگی در گزینه احداث مترو کمتر از سایر روش‌ها می‌باشد.

واژگان کلیدی: زیرساخت‌های شهری، حمل‌ونقل، اقتصاد شهری، رشد اقتصادی

* مسئول مکاتبات: maz.1366@yahoo.com

مقدمه

امروزه حمل‌ونقل با کلیه جنبه‌های زندگی در شهرها در ارتباط می‌باشد. اوقات فراغت، آموزش، تجارت، صنعت و دیگر جنبه‌ها از جمله حوضه-هایی هستند که جهت پیوند و ارتباط سازنده با یکدیگر و تداوم بخشیدن به چرخه زندگی در شهرها، نیازمند یک شبکه پایدار برای حمل‌ونقل در شهرها می‌باشند. داشتن رویکرد پایدار در این حوضه مستلزم داشتن تطابق و هماهنگی میان فعالیت‌های انسانی با یک محیط با نشاط و مبری از آلاینده‌ها در کنار حمایت از پویایی و عدالت اقتصادی به همراه سرزندگی و عدالت اجتماعی می‌باشد که به‌عنوان ابعاد اصلی توسعه پایدار مطرح می‌باشد (امانپور، 1392: 232).

از سویی با افزایش نیاز به حمل‌ونقل، تراکم ترافیک تبدیل به یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جامعه شهری شده است. رشد جمعیت، اشتغال و استقرار فعالیت‌های اقتصادی، خدمات، و تسهیلات در نواحی مختلف شهر و حومه باعث افزایش تقاضای جابه‌جایی برای دسترسی به این نواحی و درنتیجه بروز مشکلاتی در شبکه حمل‌ونقل شهری می‌شود. با عنایت به توسعه زیرساخت‌های فیزیکی در دهه‌های اخیر، کاربرد زیرساخت‌های فیزیکی در مدیریت ترافیک کلان‌شهرها جایگاه خاصی یافته است.کلان‌شهر تهران نیز در حال حاضر با مسائل ترافیک مواجه است، زمان هدر شده، انتشار آلاینده‌ها، مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر، کاهش کیفیت محیط‌زیست و... نتایجی از تراکم ترافیک هستند. نارضایتی مردم از این مقوله منجر به طرح سیاست‌هایی برای غلبه بر این مشکل از سوی سیاست‌گذاران جوامع شهری می‌شود. در این راستا سیاست‌گذاران با هدف توسعه جامعه شهری، اقدام به وضع سیاست‌های حمل‌ونقلی در شهرها می‌کنند. از سوی دیگر شهروندان در رویارویی با این سیاست‌ها، غالباً در راستای بهبود شرایط خود واکنش نشان می‌دهند، که معمولاً نتایج آن با انتظار سیاست‌گذاران ناسازگار است (تابلی، 1388: 45)

در واقع میزان بهبود وضعیت حمل‌ونقل یک شهر، با نوعی ارزیابی از رفتار مردم در رویایی با سیاست‌ها به‌منظور شناسایی و انتخاب راهبردهای مؤثر مدیریت تقاضای حمل‌ونقل، بستگی دارد. همچنین، در طراحی سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل برای یک جامعه، شرایط عرضه حمل‌ونقل در آن جامعه دارای اهمیت است (امینی نژاد، 1389: 38).

بیان مسئله

با رشد و توسعه روزافزون زندگی شهری و به تبع آن افزایش نیاز به جابجایی برای انجام فعالیت‌ها، نیازمندی بیشتری به توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل و گونه‌های مختلف آن به وجود آمده است، مسئولان شهری برای دستیابی به حمل‌ونقل ایمن، سریع، راحت و اقتصادی حداکثر تلاش خود را انجام می‌دهند ولی به علت عدم‌توجه کافی به بخش حمل‌ونقل و ترافیک شهری و نقش کلیدی آن در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی، در سیاست‌گذاری‌ها از گذشته‌های دور، عدم‌نگرش فرابخشی و عدم‌بهره‌وری مناسب از امکانات و تجهیزات، حمل‌ونقل و ترافیک هزینه‌ها و خسارت‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی در کشور بر جا گذاشته و می‌گذارد که مهم‌ترین آن‌ها تهدیدهای سه‌گانه زیر است :

- تهدید منابع انسانی (در نتیجه بیش از 600 هزار تصادف، 26 هزار کشته و 245 هزار نفر زخمی در سال 83 خسارتی حدود 5 هزار میلیارد تومان به کشور وارد شده است).

- تهدید منابع زیست‌محیطی (حدود 70 درصد آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل است که میلیاردها تومان هزینه به شهرها و شهروندان وارد می‌سازد).

- تهدید منابع انرژی (مصرف 23 میلیارد لیتر بنزین در سال 83، که یقیناً به 26 میلیارد لیتر تا پایان سال 1384 افزایش خواهد یافت، ارزش این فرآورده بالغ برحدود 6 میلیارد دلار است).

به‌علاوه میلیونها ساعت اتلاف وقت ارزشمند مردم و ناراحتی‌های روحی و روانی ناشی از تأخیر در تراکم ترافیک بخشی دیگر از این خسارت‌ها است می‌باشد (احدی، 1390: 29).

علت بااهمیت بودن مبحث حمل‌ونقل شهری در رویکرد توسعه پایدار، مسئله‌ساز بودن نظام حمل‌ونقل شهری امروزی با توجه به مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن می‌باشد. چرا که امروزه مشکلات و نارسایی‌های عمده‌ای در حمل‌ونقل شهری گریبان‌گیر اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست شهری به‌عنوان شاخص‌های اصلی پایداری می‌باشد که توجه به مبحث پایداری در این حوضه را بیش‌ازپیش ضروری جلوه داده است. ازجمله این چالش‌ها در بعد اقتصادی می‌توان به استفاده بی‌رویه از منابع انرژی به‌خصوص درزمینه سوخت‌های فسیلی، هزینه‌های ناشی از اتکا و گرایش به حمل‌ونقل شخصی به جای حمل‌ونقل عمومی، هزینه‌های مربوط به ساخت زیرساخت‌ها و منابع نگهدارنده در رابطه با فرسودگی آن‌ها اشاره کرد (رشیدی فرد، 1390: 71).

در حال حاضر شهر تهران در بخش حمل‌ونقل و ترافیک با بحران مواجه است و در سایر کلان شهرها و شهرهای بزرگ نیز در آستانه ورود به بحران می‌باشیم که در صورت عدم‌توجه کافی و برنامه ریزی صحیح منتج از مطالعه کارشناسی دقیق و تخصیص به موقع و کافی منابع مالی، با معضلات فراوانی در آینده نزدیک مواجه خواهیم شد. بعلاوه اکنون ثابت شده است که راه حل‌های پرهزینه دهه‌های گذشته مانند ایجاد بزرگراه‌ها، ساخت پل‌ها و

تعریض خیابان‌ها دیگر قادر به حل مسائل و مشکلات حمل‌ونقل و ترافیک نیستند و نمی توانند به خواسته‌های سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران برای دستیابی به سامانه حمل‌ونقل کارآمد پاسخ مثبت دهند (میربها، 1391: 2).

آینده چنین رویکردی در حمل‌ونقل شهری افزایش روزافزون آلودگی‌های آب هوایی در شهرهای بزرگ نظیر تهران، اتلاف هزینه‌ها آن هم صرفاً برای جبران خسارات ناشی ازحمل ونقل ناپایدار، افزایش روزافزون میزان تصادفات، تخریب و استفاده بیش از حد از دارایی‌های طبیعی و منابع در دسترس در شهرها و نهایتاً عدم‌دسترسی و عدم‌قابلیت تأمین پایدار حمل‌ونقل شهری برای جامعه شهری خواهد بود. در این راستا و در جهت پیشبرد پایداری در حوضه حمل‌ونقل شهری، پیشنهاد مجامع جهانی و محیط‌زیست بر شناخت مؤلفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار در زمینه گرایش حمل‌ونقل شهری به سمت رویکرد پایدار آن می‌باشد تا برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته برای آن در جهت شناخت نقاط ضعف و قوت با توجه به شاخص‌ها و مؤلفه‌های تعریف شده برای آن باشد. لذا مسئله اصلی مورد بررسی در پژوهش حاضر بررسی و مقایسه زیرساخت‌های حمل‌ونقل از منظر اقتصادی به خصوص در شهر تهران می‌باشد (همان منبع: 3).

پیشینه پژوهش

میراحمدزاده اردبیلی و همکاران (1393) در پژوهشی به بررسی زیرساخت‌های شهری و پایداری توسعه پایدار شهری پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد رفع موانع و معضلات و ایجاد فرصت توسعه شهرهای کشور در گرو زیرساخت‌هایی است که از قبل برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند. در این‌رو زیرساخت همراه با توسعه به‌طور موازی و هماهنگ به‌سوی اهداف هدفمند درحرکت‌اند به‌گونه‌ای که اگر هر یک از آن‌ها از حرکت باز ایستد و یا حرکت کندتری به خود بگیرد توسعه نیز بی‌شک از اهداف خود دورتر خواهد شد. زیرساخت‌های شهری با توجه به موقعیت جغرافیایی شهر، فرهنگ شهر، اقتصاد شهر و آینده شهر در نظر گرفته می‌شود. در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار - پایداری محیطی در ارتباط با معماری اهمیت زیادی دارد و مسائل زیست‌محیطی که آینده بشر را به خطر انداخته است معماران را به چاره‌اندیشی واداشته است و پایداری محیطی عبارت است از باقی گذاردن زمین به بهترین شکل برای نسل آینده با این تعریف که فعالیت انسان‌ها تنها زمانی از نظر محیطی پایدار است که بتواند بدون تقلیل منابع طبیعی و یا تنزل محیط طبیعی اجرا شود. امروزه در کشورها و شهرها برنامه‌ریزی‌هایی در جهت پیشرفت با نگاه به آینده اتخاذ می‌شود که کشور ما نیز از آن نظر مستثنی نیست. در چشم‌انداز شهری که برنامه‌هایی نوشته و اجرا می‌شود می‌توان با تأمین زیرساخت‌های اکولوژیکی شهری مناسب، پایداری توسعه پایدار شهرها را تضمین کنیم.

شرفی (1392) در مقاله‌ای با عنوان بررسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل و نقش آن در امنیت ترافیکی-اجتماعی شهروندان کرمان به این نتیجه رسید که در زمینه زیرساخت‌های ترافیکی شهر کرمان ضعف زیادی وجود دارد. تقاطع‌های غیرهمسطح ساخته شده در سطح شهر با مشکلات متعدد مکان‌یابی، اجتماعی، فنی، چشم‌اندازی و غیره همراه بوده‌اند و نتوانسته‌اند امنیت پایدار شهروندان را تضمین کنند. نتیجه آزمون آماری T نشان داد که مقدار معناداری برابر با 0/078 شده و این مقدار بزرگ‌تر از 0/05 می‌باشد. با پذیرش فرضیه تحقیق با ضریب اطمینان 95 درصد این نتیجه حاصل می‌شود که زیرساخت‌های فیزیکی موجود در سطح شهر کرمان پاسخگوی نیازهای ترافیکی نمی‌باشد.

میربها و همکاران (1391) در پژوهشی با انجام یک مطالعه موردی نسبت به مطالعه تعامل با مشکلاتی تراکم ترافیک در تهران پرداختند. به گونه‌ای که با استفاده از مدل‌های به‌کارگرفته شده برای سازمان حمل‌ونقل نیوجرسی و نیز نتایج تخصیص ترافیک درکلانشهر تهران میزان هزینه‌های ناشی ازا لودگی ترافیک مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که هزینه ناشی از آلودگی در گزینه احداث تونل 17درصد بیشتر از گزینه وضع موجود است درصورتی‌که این هزینه در گزینه احداث مترو 47درصد کمتر از گزینه وضع موجود می‌باشد به عبارت دیگر میزان این هزینه در گزینه احداث مترو 51درصد کمتر از احداث تونل می‌باشد.

رشیدی فرد و همکاران (1390)، در مقاله‌ای با عنوان کاهش ترافیک شهر یاسوج به تأکید بر نحوه توزیع و ساخت‌وساز پارکینگ‌های عمومی در سطوح شهری نتیجه گرفتند: به‌وسیله برنامه‌ریزی مطلوب در مورد مکان‌یابی پارکینگ‌ها در سطح شهر می‌توان ترافیک ساکن و متحرک را به مقدار قابل‌توجهی کاهش داد.

یقینی و همکاران (1389)، در مقاله‌ای با عنوان نقش سیستم‌های برنامه‌ریزی سفر در کاهش ترافیک و سوق دادن شهروندان به استفاده از حمل‌ونقل عمومی در سفرهای درون‌شهری پیشنهاد می‌کنند، متناسب با ویژگی‌های جغرافیایی یا اجتماعی- اقتصادی هر کشوری، تقاضای جابجایی باید پاسخ داده شود و این امر می‌تواند از طریق بهبود کارایی سیستم حمل‌ونقل و استفاده از پایدارترین شیوه‌های حمل‌ونقل و افزایش بهره‌وری بخش‌های مختلف سیستم محقق شود.

تابلی و همکاران (1388)، سرمقاله‌ای باعنوان"بررسی نقش مدیریت شهری در بهبود ترافیک و ارائه راهکارهایی برای کاهش ترافیک و افزایش ایمنی در شهر کرمان" نتیجه گرفتند که از طریق فرهنگسازی و تدارک یک سیستم مدیریت شهری قوی به همراه برنامه‌ریزی فیزیکی مطلوب، می‌توان مشکل ترافیک و افزایش ایمنی در شهر کرمان را بهبود بخشید.

در مطالعات هانسل[1] و همکاران (2015)، بر کاهش استفاده از خودرو و استفاده از سیستم‌های جایگزین به‌عنوان هدف اصلی سیاست‌های مدیریتی حمل‌ونقل تأکید شده است. در این راستا، راهکارهایی چون ایجاد پارک- سوار، قیمت‌گذاری پارکینگ و قیمت گذاری شلوغی، نشانگر سیاست‌های متنوعی است که در راستای کاهش تقاضای سفر با خودرو و برآورده کردن آن با روش‌های مختلف است.

مانجو[2] و همکاران (2013)، در تحقیقی تحت عنوان فعالیت بر پایه مدل‌های تقاضای سفر: ابزاری برای ارزیابی سیاست‌های حمل‌ونقل دریافتند چشم‌انداز آینده (2030)، حمل‌ونقل شهرهای پرجمعیت حکایت از کاهش سهم حمل‌ونقل عمومی تا سطح 14 درصد دارد، لذا راهبردهای ترافیک باید به گونه‌ای باشد که منجر به احیای این بخش شود.

براساس تحقیقات برجسون[3] (2012)، برنامه ریزان حمل‌ونقل در راستای بهبود شرایط حمل‌ونقل در شهرها سعی بر ارائه سیاست‌هایی در جهت باز تنظیم تقاضای حمل‌ونقل مسافران با توجه به طریقه‌های کارآمدتری چون سیستمهای حمل‌ونقل همگانی دارند. توسعه و تشویق به استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی که از جایگاه تعیین‌کننده‌ای در عملکرد حمل‌ونقل شهری برخوردارند، با گسترش ابعاد شهر و افزایش مشکلات مربوط به حمل‌ونقل در کلانشهرها، به‌عنوان یک راهبرد مدیریت شهری مطرح است. در این رابطه، کاهش عوارض حمل‌ونقل شهری، از طریق جذب استفاده‌کنندگان از سواری شخصی به سیستمهای حمل‌ونقل همگانی مورد توجه سیاستگذاران قرار گرفته است. بر این اساس بررسی دلایل انتخاب طریقه سواری شخصی توسط مسافران روزانه و تمایل نداشتن آنان به استفاده از سیستمهای همگانی، در راستای بهبود عملکرد مدیریت تقاضای حمل‌ونقل جامعه، از محورهای عمده پژوهش‌های حمل‌و نقل در سال‌های اخیر بوده و مطالعات مختلفی به بررسی الگوهای استفاده افراد از سواری شخصی پرداخته اند.

مطالعات لیتمن[4] و همکاران (2011) نشان میدهند که در کشورهای درحال توسعه جهان، حتی نرخ رشد مالکیت وسیله نقلیه هم در حال افزایش است. از سوی دیگر، مسایلی چون تراکم ترافیک، تصادفات، ناهنجاریهای اجتماعی، آلودگی محیط زیست در دو سطح جهانی (انهدام منابع، اثرات ثانویه آلودگی‌ها مانند گرم شدن جهانی)، و محلی (آلودگیهای دیداری، هوا و صوتی) و بحرآن‌های انرژی، تولید، نحوه استفاده و تأثیرات خودرو را به چالشهای فنی، اجتماعی و زیست‌محیطی کشانده است. این مشکلات، به همراه ناکارآمدی خودرو در جابجایی مسافران از دیدگاه میزان استفاده از فضای شهری با توجه به اشغال بیشترین سطح ممکن نسبت به ظرفیت، منجر به چاره اندیشی در جهت مدیریت تقاضای حمل‌ونقل با این طریقه شده است. مدیریت تقاضای حمل‌ونقل که برنامه‌ها و راهبردهای مشوق استفاده کارآتر از منابع حمل‌ونقل (معابر و فضاآن‌های پارک، ظرفیت خودروها، سرمایه‌گذاری‌ها، انرژی و...) را شامل می‌شود.

چو[5] و همکاران (2008) در یک نظرسنجی در شهر کارستاد سوئد، دلایل کاهش استفاده کارمندان از سواری شخصی در سفرهای کاری روزانه را به‌صورت بهبود سیستم حمل‌ونقل همگانی و دورکاری، به‌عنوان مهم ترین عوامل بیان شده، نتیجه گرفتند. در این مطالعه کاهش زمان سفر، افزایش تواتر و کاهش کرایه، به‌عنوان مهم ترین عوامل افزایش استفاده از سیستمهای حمل‌ونقل همگانی در یک شهر کوچک نتیجه شده است. با استفاده از نظریه انتخاب گسسته همچنان که می‌توان احتمال استفاده از یک طریقه را براساس متغیرهای مؤثر بر آن از لحاظ آماری محاسبه کرد.

هول[6] (2008) در بررسی زمینه‌های اجرای موفق یک سیاست مدیریتی حمل‌ونقل، عواملی چون امکان‌پذیری سیاسی، میزان کارآیی و پندارهای جامعه را ضروری می‌داند به عبارتی، برای پیشنهاد اجرای یک سیاست مدیریتی، لازم است تا علاوه‌بر مساعد بودن شرایط سیاسی و پذیرش ذهنی شهروندان نسبت به آن سیاست، سطح کارآیی قابل انتظار آن سیاست در کاهش استفاده از سواری شخصی، از دیدگاه شهروندان مورد بررسی قرار گیرد.

گلدمن[7] و همکاران (2006) در کشور انگلستان یک نظرسنجی با هدف شناسایی دلایل مردم در استفاده از خودرو، برآورد آنان از میزان استفاده و نیز حد مطلوب استفاده از خودرو از نظر آنان انجام داده‌اند شناسایی سیاست مناسب مدیریت تقاضای حمل‌ونقل و میزان تأثیر آن برای تشویق یا اجبار به تغییر وسیله نقلیه و ارائه اقدامات مناسب لازم جهت تغییر دادن عادت مردم به استفاده از خودرو از دیگر اهداف آن‌ها بوده است. بر این اساس، اولویت تاثیر سیاست‌ها از دیدگاه مردم در قالب دو گروه سیاست شامل: سیاست‌های جذبی سیستم حمل‌ونقل همگانی نظیرکاهش زمان سفر، کاهش زمان تغییر وسیله و افزایش اعتمادپذیری این سیستم‌ها؛ و سیاست‌های دفعی 8، شامل افزایش هزینه بنزین، کاهش فضای پارکینگ و قیمت گذاری شبکه معابر، به‌عنوان مؤثرترین سیاست‌ها شناخته شده اند.

1- Hounsell, N.
2- Manjo, M.
3- Borjesson
4- Litman
5- Choo, S.
6- Hull
7- Goldman

استگ[1] و همکاران (2005) در مطالعه‌ای به بررسی سیاستهای جذب رانندگان سواری شخصی به سایر طریقه‌های حمل‌ونقل در سفرهای کوتاه (کمتر از 8 کیلومتر) در کشور انگلستان پرداخته است به این منظور وی اقدام به شناسایی دلایل استفاده از خودرو، گزینه‌های جایگزین خودرو، احتمال استفاده از این گزینه‌ها و اتفاقات منجر به استفاده از این گزین ها نمود. او نشان داد که دو طریقه اتوبوس و پیاده روی دارای بیشترین پتانسیل جذب مسافر از وسیله نقلیه شخصی هستند، که تقویت سیستم اتوبوسرانی می‌تواند عامل تغییر وسیله به میزان 22 درصد باشد.

کولومبو[2] و همکاران (2005) به‌منظور بررسی فرایند انتخاب وسیله سفر کارمندان شاغل در دو شرکت در کشور انگلستان، نظرسنجی ویژه‌ای انجام داده‌اند که منجر به شناسایی عوامل مؤثر در کاهش استفاده از خودرو شد آن‌ها با شناسایی سایر طریقه‌های سفر و بررسی سیاستهای منجر به تغییر طریقه سفر کارکنان، پتانسیل استفاده از طریقه‌های مختلف و نقش اقدامات مختلف مربوط به هر سیاست را در تغییر وسیله سفر افراد به دست آوردند.

فرضیه‌های پژوهش

در این پژوهش درصدد بررسی فرضیه‌های زیر هستیم:

- زیرساخت‌های فیزیکی در کلان شهر تهران سبب کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری و در نتیجه صرفه اقتصادی شده است.
- احداث مسیرهای غیر همسطح (نظیر تونل و پل) سبب کنترل تراکم ترافیک شهری و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری شده است.
- احداث و توسعه مسیرهای قطار درون شهری (مترو) سبب کنترل تراکم ترافیک شهری و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری شده است.
- توسعه حمل‌ونقل هوشمند (ITS) می‌تواند سبب کنترل تراکم ترافیک شهری و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری شود.

تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

چون در این تحقیق به توصیف و مطالعه آنچه هست پرداخته می‌شود، لذا این تحقیق از لحاظ روش اجراء، از نوع تحقیقات توصیفی[3] است. جمع-آوری اطلاعات مورد نیاز برای این پژوهش به‌صورت کتابخآن‌های، مراجعه به اسناد و مدارک و میدانی است. روش کتابخآن‌های شامل بررسی و مطالعه انواع متون فارسی و انگلیسی (کتب، مقالات و ...) در رابطه با ادبیات مربوط به حمل نقل شهری و بررسی اقتصادی آن می‌باشد.

ارزیابی اقتصادی زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری

تحلیل سود-هزینه یکی از مهمترین دیدگاه‌ها برای تصمیم‌گیران جهت اندازه‌گیری تأثیرات کلیدی پروژه‌های سرمایه گذاری حمل‌ونقلی و اولیت‌بندی آن‌ها در مقایسه با سایر گزینه‌های پیشنهادی می‌باشد. دیدگاه سود به هزینه در تعریف کلاسیک آن محدوده‌ای از فاکتورهای مختلف سود و هزینه را در نظر گرفته و با استفاده از پارامترهای ارزش گذاری همه آن‌ها را تبدیل به واحدهای مالی می‌نماید (کاسیدو[4]، 2012).

به جز روش مذکور، دیدگاه‌های مختلفی را برای ارزیابی پروژه‌های حمل‌ونقلی وجود دارد که می‌توان به روش تحلیل چندمعیاره، تحلیل هزینه دوره - زندگی و روش‌های مبتنی بر تحلیل شرایط اجتماعی و محیط‌زیستی اشاره نمود.

بانیستر و برچمن[5] تشریح نمودند که تفاوتی بین تحلیل هزینه – فایده و سایر روش‌ها در نوع و روش و دیدگاه آن‌ها وجود دارد. تحلیل هزینه – فایده نسبت به به‌کارگیری معیارهایی اقدام می‌نماید که مرتبط با اهداف خاص پروژه پیشنهادی است. در حالی که سایر روش‌ها معمولاً از معیارهای با گستردگی بیشتر که مرتبط با دیدگاه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی هستند، بهره می‌برند. علاوه بر این، تحلیل هزینه – فایده از معیارهای کمی مانند افزای حجم و زمان سفر بهره می‌گیرند. در حالی که سایر روش‌ها معمولاً از معیارهای کیفی تری استفاده می‌کنند (بانیستر و برچمن، 2006: 67).

مشکل به‌کارگیری این روش برای پروژه‌های حمل‌ونقل، علی رغم محلی بودن بسیاری از پروژه‌های حمل‌ونقل، گستردگی منافع آن‌ها در محدوده‌ای وسیعتر از حوزه تأثیر مستقیم آن‌ها است. مطالعات کمی در ارتباط با محدودیتهای آنالیز تسهیلات و زیرساخت‌ها انجام شده است. به‌طور مثال کوهن به این نکته اشاره نمود که منظور از منافع وسیعتر، منافعی است که خارج از مرز جغرافیایی مطرح می‌گردد. ویکرمن بیان نمود که در نظر گرفتن تأثیرات شبکه ممکن است موجب کاهش یا افزایش منافع نسبت به تعیین منافع برای یک کمان تکی شود (الوانی، 1388: 9).

محققانی مانند ماس و مادوس نیز نشان دادند که زیرساخت‌های حمل‌ونقلی نه تنها تأثیر قابل توجهی بر منطقه خود دارند بلکه تأثیر زیادی بر مناطق نزدیک یا متصل به آن نیز دارند. همچنین تأثیراتی که احداث این زیرساخت‌ها بر پیدایش و یا بهبود مشاغل دارد در بلند مدت قابل محاسبه می‌باشد (مهربیان، 1389: 13).

اگرچه مطالعات اقتصادی پروژه‌ها دارای اهمیت بالایی می‌باشد، اما پیش از آن نیازمند محاسبات هزینه‌ها و منافع ناشی از پارامترهای مؤثر بر اقتصاد طرح است. تاکنون تحقیقات زیادی راجع به مطالعات هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم تراکم و آلودگی انجام گرفته است، که عمدتاً مبتنی بر

1 Steg
2 Colombo
3 Descriptive
4 Caicedo
5 Banister and Berechman

استفاده از روش‌های نرم افزاری بوده است. نتایج شبکه در دو حالت عدم‌انجام کار و افزایش ظرفیت به انجام رسیده است که مقایسه آن‌ها نشان دهنده وضعیت تقاضای معابر مورد نظر و همچنین تعیین تقریبی میزان تراکم و طول صف خواهد بود. پس از تعیین این تفاوت‌ها، این امکان وجود دارد تا نسبت به تعیین تقریبی هزینه‌ها اقدام گردد (میکو[1]، 2007).

گروه‌های هزینه که در این مطالعه مد نظر قرار خواهد گرفت عبارتند از: 1- هزینه‌های تراکم، 2-هزینه‌های آلودگی وسایل نقلیه .نحوه تعیین هزینه‌های تراکم و آلودگی به‌صورت روابط زیر می‌باشد.

رابطه 1

$$\begin{cases} \text{if} \quad Q \le C \\ C_{cong} = Q\dfrac{d_{a,b}}{V_0}\left(1+0/15\left(\dfrac{Q}{C}\right)^4\right) \end{cases}$$

رابطه 2

$$\begin{cases} \text{if} \quad Q > C \\ C_{cong} = Q\dfrac{d_{a,b}}{V_0}\left(1+0/15\left(\dfrac{Q}{C}\right)^4\right)VOT + Q\left(\dfrac{Q}{C}-1\right)\dfrac{VOT}{2} \end{cases}$$

که در آن Q حجم وسایل نقلیه در ساعت (veh/h)، $d_{a,b}$ مسافت (مایل)، C ظرفیت معبر (veh/h)، VOT ارزش زمانی، a سن وسایل نقلیه (سال) و V سرعت متوسط(متر در ساعت) می‌باشد. رابطه 1 در شرایطی استفاده می‌شود که میزان جریان وسایل نقلیه هنوز به مرز ظرفیت معبر نرسیده باشد. در شرایطی که جریان مساوی یا بیشتر از ظرفیت باشد از رابطه 2 استفاده می‌شود.

هزینه‌های آلودگی ناشی از جابجایی خودروها به‌صورت رابطه 3 تعیین می‌شود:

رابطه 3

$$TC_{air} = Q(0/01094 + 0/2155F)$$

که در آن TC_{air} نشان دهنده هزینه ناشی از آلودگی و F به‌صورت رابطه 4 تعیین می‌شود.

رابطه 4

$$F = 0/0723 - 0/00312V + 5/403\times10^{-5}V^2$$

که در آن F میزان سوخت (گالن در واحد مایل) و V سرعت متوسط(متر در ساعت) می‌باشد.

در ادامه به بررسی پنج گزینه اصلی برای کاهش هزینه‌ها (و در نتیجه صرفه اقتصادی با ایجاد زیرساخت) می‌پردازیم(میربها، 1391: 3).

احداث مسیرهای غیرهم‌سطح

در شهرهایی که برای ساخت راه‌های جدید مشکل کمبود زمین وجود دارد از گزینه‌های روگذر (یا زیر گذر) استفاده می‌شود. به‌طور نمونه میربها و همکاران به بررسی تونل (یا روگذر) نیایش-صدر که از بزرگراه صد امتداد یافته و تا بزرگراه صیاد شیرازی ادامه می‌یابد پرداختند. در این شرایط و در مقایسه با عدم‌افزایش ظرفیت بزرگراه صدر، میزان تقاضای تردد در مسیر شرق به غرب بزرگراه صدر از 10026 به 7307 وسیله نقلیه معادل سواری در ساعت کاهش یافته است. با این حال در مسیر غیر همسطح این جهت 5177 وسیله نقلیه معادل سواری تقاضا وجود خواهد داشت که در مجموع 2400 وسیله نقلیه معادل سواری در مقایسه با گزینه عدم‌افزایش ظرفیت بزرگراه افزایش تقاضا نشان می‌دهد که موید تقاضای ایجاد شده ناشی از احداث یک زیرساخت جدید می‌باشد (میربها، 1391: 5).

در جهت غرب به شرق نیز، در حدود 4337 وسیله نقلیه معادل سواری از تونل صدر-نیایش به‌طور مستقیم وارد طرح گسترش غیر همسطح افزایش بزرگراه صدر می‌شود و از مسیر هم‌سطح این جهت نیز در حدود 3760 وسیله نقلیه معادل سواری تقاضای سفر وجود خواهد داشت. در کل در حدود 1200 وسیله نقلیه معادل سواری افزایش تقاضای تردد شخصی در ساعت اوج نسبت به گزینه عدم‌انجام کار مشاهد می‌گردد. با توجه به رابطه 2، میزان هزینه ارزش وقت صرف شده به‌صورت جدول زیر می‌باشد.

جدول 1- هزینه‌های مربوط به تراکم در گزینه عدم انجام کار

هزینه ساعتی (ریال)	هزینه روزانه (ریال)	هزینه سالانه (میلیارد ریال)
184963360	258948040	610

منبع: (میربها و همکاران، 1391)

هزینه آلودگی نیز با استفاده از رابطه 3 و با فرض متوسط مصرف 11 لیتر در 100 کیلومتر سوخت با سرعت متوسط 22 کیلومتر در ساعت با احتساب 14 ساعت در روز و 234 روز در سال مطابق جدول زیر می‌باشد:

1 Mikko, R.

جدول 2- هزینه‌های مربوط به تراکم در گزینه عد انجام کار

هزینه ساعتی (ریال)	هزینه روزانه (ریال)	هزینه سالانه (میلیارد ریال)
4535510	63497140	14/9

منبع: (میربهایی و همکاران، 1391)

احداث مترو

مترو به‌عنوان یکی از وسایل نقلیه با ظرفیت حمل بالا از اهمیت زیادی در جهت توسعه حمل‌ونقل همگانی در شهرها برخوردار است. این شیوه حمل‌ونقل، علاوه بر امکان جابجایی حجم بالای مسافران، به دلیل عدم‌دخالت در ترافیک سطحی، با سرعت بالایی نیز همراه می‌باشد. برای تعیین ابعاد و منافع احداث خط مترو لازم است تا میزان ظرفیت آن تعیین گردد. ظرفیت حمل مسافر یک سیستم حمل‌ونقل ریلی شهری عبارت است از تعداد مسافری که آن سیستم می‌تواند در قطعه مشخصی از یک مسیر در مدت زمان یک ساعت حمل نماید. واحد ظرفیت سیستم حمل‌ونقل ریلی به‌صورت مسافر در هر ساعت در جهت به‌صورت رابطه 5 بیان می‌شود.

$$P = (3600/h_{min}) \times N_c \times P_c \times PHF$$ رابطه 5

که در آن h_{min} حداقل سرفاصله زمانی (ثانیه)، N_c تعداد واگن در هر قطار، P_c تعداد مسافر هر واگن و HPH فاکتور اوج ترافیک است. در این رابطه تعداد مسافر در هر واگن با توجه به فرض ایستادن راحت مسافران (نیاز به 0/5 مترمربع به ازای هر نفر)، تعداد 104 نفر خواهد بود. با در نظر گرفتن سرفاصله‌ای متوسط در حدود 6 دقیقه و تعداد 7 واگن به ازای هر قطار و ضریب ساعت اوج 0/75 برای مترو، میزان ظرفیت خط برابر 22300 مسافر به ازای هر ساعت در هر روز خواهد بود.

با توجه به این مهم که هدف حمل‌ونقل عمومی در سال 1404 تأمین 30 درصد جابجایی از طریق مترو می‌باشد، فرض بر این است که تقاضایی معادل 3007 وسیله نقلیه معادل سواری در جهت شرق به غرب و تقاضایی معادل 2035 وسیله نقلیه معادل سواری در جهت غرب به شرق جذب خط مترو می‌شود.

با در نظر گرفتن 550 میلیارد ریال برای هزینه هر کیلومتر ساخت مترو به همراه تجهیزات مورد نیاز، هزینه نهایی احداث خط مترو به همراه تجهیزات برابر با 3135 هزار میلیارد ریال خواهد بود. سایر هزینه‌ها مانند بخش قبل مربوط به تراکم و آلودگی خواهد بود (جدول 3)

جدول 3- هزینه‌های مربوط به زیرساخت احداث مترو

نوع هزینه	هزینه ساعتی (ریال)	هزینه روزانه (ریال)	هزینه سالانه (میلیارد ریال)
تراکم	39479100	552707390	130
آلودگی	1621800	22705200	5/3
نگهداری و بهره برداری	194600370	2/7 x 10 E +9	642

منبع: (میربهایی و همکاران، 1391)

سامانه حمل‌ونقل هوشمند ITS[1]

سیستم حمل‌ونقل هوشمند یا ITS اصطلاحی کلی برای کاربرد ترکیبی فناوری‌های ارتباطات، کنترل و پردازش اطلاعات برای سیتم حمل‌ونقل است. استفاده از آن باعث نجات جان انسان‌ها، صرفه جویی در زمان، پول، انری و منافع زیست‌محیطی می‌گردد. اصطلاح ITS قابل انعطاف و تغیر به‌صورت گسترده و یا محدود است. مخابرات مرتبط با حمل‌ونقل، اصطلاحی است که در اروپا برای گروهی از فناوری‌های حمایت‌کننده از ITS به کار می‌رود (تولین[2]، 2012: 23).

ITS تمام شیوه‌های حملی و نقلی را در بر می‌گیرد و تمامی عناصر سیستم حمل‌ونقل مانند: وسیله نقلیه، زیر ساخت و راننده یا کاربر را مورد بررسی قرار می‌دهد. وظیفه کلی ITS بهبود تصمیم‌گیری (اغلب بصورت به هنگام) برای کنترل کننده‌های شبکه حمل‌ونقل و دیگر کاربران و در نتیجه بهبود کاربرد کلی سیستم حمل‌ونقل است. این تعریف دامنه وسیعی از فنون و تدابیر را در بر می‌گیرد که می‌تواند با کاربرد یک فناوری به دست آید و یا با بهبود مجموعه‌ای از فناوری‌های حمل‌ونقلی صورت پذیرد (حبیبیان، 2012: 9).

اطلاعات نقطه مرکزی ITS است که می‌تواند به‌صورت ثابت، داده‌های ترافیکی به هنگام و یا نقشه دیجیتالی باشد. بسیاری از ابزارهای ITS بر مبنای جمع آوری، پردازش، ترکیب و تهیه اطلاعات استوارند. داده‌های جمع آوری شده توسط ITS می‌تواند اطلاعات به هنگام شرایط جاری شبکه راه، یا اطلاعات به هنگام برای طراحی یک مسافرت را فراهم سازد و تصمیم‌گیرندگان امور راه‌ها و شرکت‌های مزتبط، متولیان جاده‌ها، تأمین کنندگان

1 Intelligent Transportation Systems
2 Tumlin

خدمات حمل‌ونقلی عمومی و تجاری و مسافران شخصی را قادر به دریافت اطلاعات بهتر، سالم‌تر و هماهنگ‌تر کند تا از شبکه جاده‌ای استفاده هوشمندانه‌تری شود (همان منبع).

خدماتی که توسط ITS به کاربر ارائه می‌شود عبارتند از:

1- سامانه پیشرفته مدیریت ترافیک (ATMS)

2- سامانه پیشرفته اطلاعات مسافر (ATIS)

3- سامانه‌های کنترل پیشرفته وسیله نقلیه (AVC)

4- عملکرد وسایل نقلیه تجاری (CVO)

5- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی (APTS)

6- سامانه پرداخت الکترونیکی (EPS)

7- سامانه‌های ایمنی و امنیتی (SSS)

با چنین مجموعه عظیمی از خدمات در دسترس کاربران ITS، تصمیم گیرندگان امور حمل‌ونقل، آزادی بیشتری برای توسعه استراتژی‌های مناسب و انتخاب راه کارهایی برای حل مشکلات دارند. اما لازمه اجرای مؤثر ITS تعهد و اتخاذ تدابیر روشن و شناسایی و ارائه اطلاعات لازم به متخصصین صلاحیت دار در زمینه ITS است.

زیرساخت‌های مبنای ITS

تابلوهای پیام متغیر (VSM) می‌توانند به‌صورت خودکار هشدارهایی در مورد وضعیت ترافیک، راه‌ها و وقوع حوادث در نزدیکی خود را نمایش دهند و موجب افزایش امنیت شبکه جاده‌ای گشته و به رانندگان فرصت اجتناب از مواجهه با مشکلات و یا حداقل، کم کردن سرعت را بدهند. یافتن خودکار حوادث و صفوف ترافیکی به همراه تنظیم خودکار VSM موجب کاهش زیاد تصادفات ثانویه در بزرگراه‌های مجهز به این سامانه گشته است. همچنین VMS می‌تواند اطلاعاتی را که از مدل‌های پیش بینی در مراکز کنترل ترافیک TCCS[1] دریافت کرده، نمایش دهد. باجه‌های اطلاعاتی الکترونیکی که در محل ارائه خدمات عمومی یا تقاطع‌ها قرار گرفته‌اند، از دیگر رسانه‌های زیر ساختی به حساب می‌آیند.

جدول 4- نحوه دستیابی به اهداف به واسطه سیستم هوشمند حمل‌ونقل شهری

اهداف	مقاصد	مقیاس کارایی	اقدامات ITS برای هر هدف
ابتدا با بهبود کیفیت خدمات حمل‌ونقلی توسط سیستم فعلی حمل‌ونقل	کمینه‌سازی زمان سفر	تاخیر وسایل نقلیه نفر/ مساحت	کنترل دسترسی به شیبراهه رفتار ترجیحی برای وسایل نقلیه با ظرفیت بالا (HOV)
	کمینه‌سازی هزینه‌ها	هزینه‌های سفر از یک نقطه به نقطه دیگر	ایجاد خطوط ویژه HOV
	پیشینه‌سازی ایمنی	تصادفات نرخ تصادفات	
افزایش کارایی سیستم موجود	کمینه‌سازی استفاده از خودروهای شخصی	تعداد وسایل نقلیه چند سرنشینی حجم ترافیک	کنترل دسترسی به شیبراهه‌ها رفتار متفاوت و ترجیحی با HOV
	پیشینه‌سازی استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی	تعداد مسافران حمل‌ونقل عمومی	ایجاد خطوط ویژه HOV
به حداقل رساندن تأثیرهای نامطلوب تسهیلات موجود	کمینه‌سازی آلودگی هوا	مقدار مواد آلاینده (تن)	کنترل دسترسی به شیبراهه‌ها رفتار ترجیحی HOV
	کمینه‌سازی مصرف انرژی	مصرف انرژی	خطوط انحصاری HOV

طراحی سیستم حمل‌ونقل هوشمند در اتوبوس‌های تندرو (BRT)

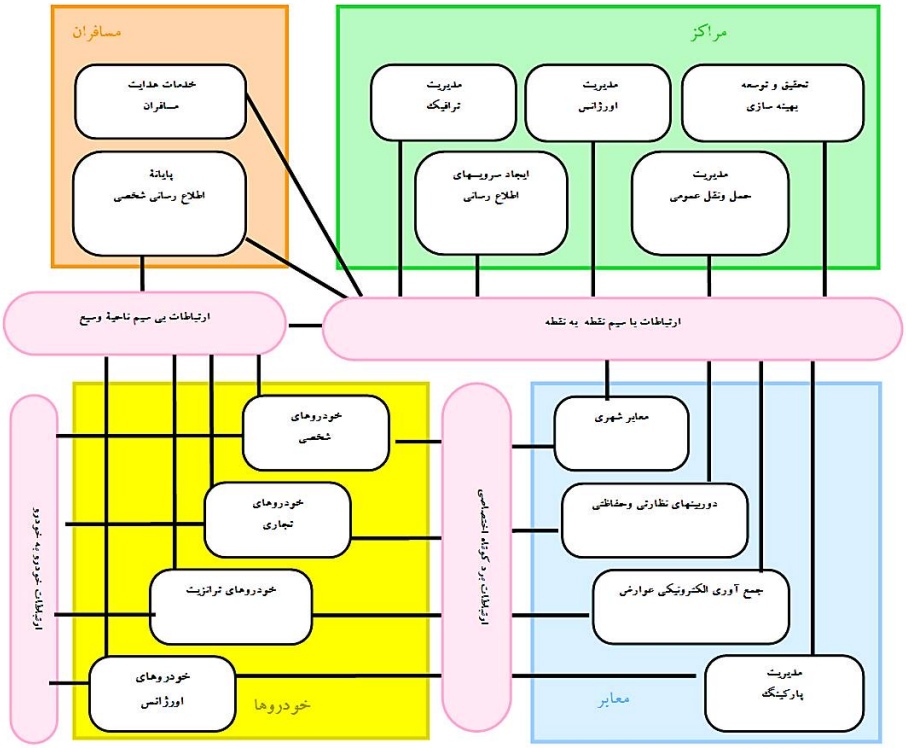
به‌کارگیری فن آوری (ITS) شامل سیستم مکان‌یاب اتوبوس، سیستم اطلاعات مسافر، سیستم‌های مقدماتی حل گره ترافیک در تقاطع‌های سیگنالیزه شده، کنترل دسترسی به تونل‌ها و پل‌ها، حوزه هزینه‌ها، رمپ‌های بزرگراه‌ها و میدان‌ها می‌باشد. با استفاده از فناوری (ITS) در لس‌آنجلس در تقاطع‌ها، هنگامی که اتوبوس وارد میدان سیگنالی آن می‌شود، تا 10 ثانیه چراغ سبز می‌گردد. سیستم حمل ونقل هوشمند (ITS) همچنین می‌تواند حق تقدم برای اتوبوس‌ها در بزرگراه‌ها، رمپ‌ها و پل‌ها و تونل‌ها برای دسترسی بهتر را فراهم کند(لیتمن ،2011: 66).

1- Traffic Control Center System

سیستم (ITS) برای موفقیت سیستم (BRT) ضروری می‌باشد. (ITS) سیستم‌هایی هستند که با بهره‌گیری از اطلاعات، ارتباطات و تکنیک‌های کنترل، به جریان حمل‌ونقل کمک می‌کنند که دارای سه ویژگی اساسی اطلاعات، ارتباطات، تلفیق و انسجام می‌باشند. ابزارهای این سیستم هوشمند علاوه بر بهبود عملکرد شبکه حمل‌ونقل، برای جلوگیری از اتلاف وقت و حفظ جان انسان‌ها نیز به‌کار می‌روند و بدین صورت کیفیت زندگی و محیط‌زیست را بالا برده و باعث رونق بیشتر فعالیت‌های تجاری می‌شوند. متخصصان حمل‌ونقل که به سیستم‌های هوشمند علاقمند می‌باشند می‌بایست در سطح کاربردی از امکاناتی که فناوری جدید ایجاد می‌کنند آگاه باشند. مهم‌ترین و اصلی‌ترین کار سیستم حمل‌ونقل هوشمند آن است که سیستم حمل‌ونقل را بهبود بخشیده، در زمان صرفه‌جویی نموده و باعث شود که به ایمنی و حفاظت از جان انسان‌ها کمک نماید. همچنین کیفیت زندگی و محیط‌زیست را بهبود داده و باعث رونق بخشیدن به فعالیت‌های تجاری می‌شود. (ITS) می‌تواند جهت کمک به تأسیسات زیر بنایی جاده‌ها در وضعیت موجود و کاهش سرمایه‌گذاری در تأسیسات زیربنایی آینده به‌کار رود. برای آن‌که موارد روبه رشد ترافیکی هم مورد ملاحظه قرار گیرد و از حجم ترافیک نیز کاسته شود، (ITS) می‌بایست موازی با سرمایه‌گذاری درامر تأسیسات زیربنایی جاده‌ها به کاررود. رمز ایجاد یک (ITS) موفق آن است که ساختار و برنامه‌ریزی باز داشته باشیم و نسبت به تغییرات آینده، تقویت و ترکیب با سیستم‌های دیگر اقدام نماییم. بسیاری از کشورهای در حال گذار،کشورهایی که تغییرات اساسی در سیستم اقتصادی خود داده و یا کشورهایی که رشد اقتصادی سریعی داشته‌اند، شروع به سرمایه‌گذاری در (ITS) نموده اند(جومارد[1]، 2010: 139).

فناوری‌هایی که (ITS) را قدرتمند می‌سازدعبارتند از: دریافت داده‌ها، پردازش داده‌ها، انتقال داده‌ها، توزیع اطلاعات، بهره‌برداری از اطلاعات.

در شکل زیر شاخص‌های مربوط به زیرساخت‌های فیزیکی حمل‌ونقل که بر کاهش هزینه‌ها تأثیرگذار است به‌طور مورد خلاصه و جمع‌بندی شده است.



شکل 1- شاخص‌های مربوط به حمل‌ونقل شهری مؤثر بر صرفه اقتصادی ناشی از زیرساخت‌ها

رویکرد رجحان بیان شده

سیاست‌های دفعی شامل قیمت گذاری پارکینگ، افزایش بهای بنزین و قیمت‌گذاری ورودی به محدوده مرکزی شهر میشود، و سیاست‌های جذبی شامل کاهش زمان سفر با سیستم همگانی (شامل اتوبوس و مترو) و کاهش زمان دسترسی به این سیستم است. دستیابی به سیاست‌های جذبی از طریق اولویت به حرکت وسایل نقلیه همگانی در معابر و تقاطعها، کاهش زمان سوار و پیاده شدن مسافر در ایستگاهها، افزایش تعداد خطوط اتوبوس و بهبود سرفاصله سیستمهای حم لونقل همگانی در شهر، موردنظر است. گستره هریک از سیاست‌های قیمت گذاری پارکینگ، افزایش بهای بنزین و کاهش زمان سفر با سیستم همگانی در سه سطح و ورود به محدوده مرکزی شهر و کاهش زمان دسترسی به سیستم همگانی در دو سطح طراحی شدند. در جدول 1، سیاست‌های فوق و مقادیر سطحهای آن‌ها نشان داده شده است. سیاست‌های دفعی دارای مقادیر مطلق برای هر یک از سطوح بوده و

1- Joumard

سطوح مربوط به دو سیاست جذبی به دلیل تنوع موجود در مقادیر زمان سفر با سیستم حمل ونقل همگانی و مقادیر دسترسی به آن برای افراد مختلف، به‌صورت نسبی انتخاب شده‌اند.

جدول 5- سیاست‌های مدیریتی و سطوح آن

سیاست	نوع سیاست	تعداد سطوح	مقادیر سطوح
قیمت‌گذاری پارک ساعتی	دفعی	3	بدون تغییر، 4000، 7000 ریال
قیمت‌گذاری ورود به محدوده (روزانه)	دفعی	2	25000 و 50000 ریال
افزایش بهای بنزین (لیتر)	دفعی	3	بدون تغییر، 30000 و 50000 ریال
کاهش زمان سفر با همگانی	جذبی	3	بدون تغییر، 85 درصد و 70 درصد
کاهش زمان دسترسی به همگانی	جذبی	2	بدون تغییر، 75 درصد

نتیجه‌گیری

شناسایی و اجرای راه حل‌های مربوط به تراکم ترافیک همواره مشکل بوده است. راه حل‌هایی که نیاز به صرف هزینه‌های اولیه زیادی دارند، مانند توسعه ظرفیت از طریق ساخت راه‌های جدید در برخی شرایط، مطلوب و مناسب می‌باشند. اما از طرف دیگر گران و غالباً تأثیرات منفی زیادی بر محیط‌زیست افراد و کیفیت زندگی می‌گذارند. برای کاهش تراکم ترافیک، دولت و تصمیم‌گیران شهری باید به یک تعادل بین احداث زیرساخت‌های جدید و کلیدی و همچنین به‌کارگیری روش‌های مدیریت ترافیک دست پیدا کنند (کلوانی، 1390: 8).

یکی از اجزای کلیدی سیاستگذاری حمل‌ونقل کارآمد، تخمین صحیح تمام هزینه‌های سفر می‌باشد. این اطلاعات قطعاً می‌تواند در زمان تخصیص منابع بسیار مهم باشد. در ارتباط با سرمایه گذاری حمل‌ونقل باید عنوان نمود که شناسایی هزینه‌ها و منافع آن‌ها با توجه به چند بعدی بودن آن‌ها نیازمند فرایند پیچیده‌ای است. هدف اصلی سرمایه گذاری در خصوص حمل‌ونقل بهبود شرایط سفر می‌باشد که می‌تواند به‌صورت چندبعدی (کاهش زمان سفر، ایمنی، قابلیت دسترسی و قابلیت اتکا) بیان گردد. اما به هر صورت، منافع بیشتر و وسیعتری از آنچه ذکر گردید، وجود دارد. به طول مثال می‌توان به منافع ناشی از بهبود وضعیت تجاری و تأثیر غیرمستقیم بر رشد اقتصادی اشاره نمود(سلطانی، 1389: 41).

در همین راستا، شهر تهران با حدود 8 میلیون نفر جمعیت ساکن و بیش از یک میلیون نفر جمعیت شناور بزرگترین شهر ایران و پرجمعیت‌ترین شهر خاورمیانه به شمار می‌رود. معابر این شهر روزانه بیش از 15 میلیون سفر و 2 میلیون وسیله نقلیه در خود عبور می‌دهند (شربتیان، 1389: 10).

نتایج نشان دهنده فاصله قابل توجه هزینه‌های ناشی از آلودگی و تراکم وضع موجود معادل 1/6 برابر هزینه احداث زیرساخت‌های غیر هم سطح و در حدود 3 برابر هزینه‌های ناشی از مترو می‌باشد. به گونه‌ای که میزان منفعت حاصله از هزینه تراکم و آلودگی در گزینه مترو 15 درصد کل هزینه ساخت در شرایط فعلی می‌باشد. با در نظر گرفتن نرخ تورم متوسط 10 درصد به ازای هر سال و تعدیل هزینه‌های فعلی به سال افق طرح، این مقادیر به ترتیب معادل 53 درصد هزینه‌های احداث مترو می‌باشد.

یکی از بارزترین مشکلات فعلی، عدم‌تناسب ظرفیت معابر موجود با تقاضای جابجایی روزانه می‌باشد. به‌طور مثال بزرگراه‌های همت، رسالت-حکیم، صدر-بابایی، جزو معدود معابر شریانی شهر تهران هستند که نقش جابه‌جایی شرقی-غربی شهر تهران را ایفا می‌نمایند. در حالی که موقعیت استقرار شهرک‌های اقماری اطراف تهران مانند کرج، رودهن، پردیس در مناطق غربی یا شرقی تهران و قرار گرفتن پرجمعیت ترین مناطق شهر (مناطق 4 و 5 شهرداری تهران) به ترتیب در شرق و غرب تهران که دارای بیشترین مقدار تولید سفر در شهر تهران هستند، نیاز به عرضه تسهیلات جابجایی را در راستای شرق به غرب دیکته می‌نمایند. از سویی امروزه در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا استفاده از سیستم حمل‌ونقل هوشمند رایج و مرسوم است و در کلان شهر تهران نیز شاهد بهره جوئی از آن در بیش از 150 تقاطع می‌باشیم.

بررسی‌ها حاکی از آن است که شهر تهران با جمعیت 8 میلیون نفر بزرگترین کلانشهر کشور و خاور میانه است. در طی 10 سال اخیر با افزایش مالکیت خودرو افزایش رفاه نسبی، نرخ سفر از 1,5 سفر سواره به ازاء هر نفر افزون شده است به‌طوری که قریب به 15 میلیون سفر سواره در طی روز در شبکه معابر شهر تهران جریان دارد. این تعداد سفر باعث مشکلات عدیده برای شهر تهران شده است. به‌عنوان مثال مصرف بنزین در پایتخت از 12 میلیون لیتر در روز گذشته است، که این امر خود باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست و در نتیجه تهدیدی برای سلامتی شهروندان است ضمن اینکه افزایش حجم تردد خودروها باعث افزایش حوادث ترافیکی نیز می‌شود (حبیبیان، 2011: 40).

در حال حاضر در تهران بیش از 3 میلیون خودرو و 2 میلیون موتور سیکلت در تردد هستند. از سوی دیگر ورود سالانه بیش از 400 هزار خودرو به خیابان‌های پایتخت با توجه به کاهش سطح معابر شرایط بسیار سختی را برای شهروندان به وجود آورده است.

آمارها نشان می‌دهند حدود 4 برابر ظرفیت واقعی تهران، انواع خودرو و وسایل نقلیه در سطح شهر تردد می‌کنند. تأمین هزینه‌های بسیار بالا برای روان سازی ترافیک شهر با بودجه فعلی امری غیر ممکن می‌باشد. تنها برای روان سازی ترافیک تهران به بودجه 20 هزار میلیاردی نیاز است که با

توجه به درآمد یک هزار میلیارد تومانی شهرداری که نیمی از آن هم صرف نگهداری شهر می‌شمود، 40 سال زمان نیاز است تا این بودجه فراهم شود. از این رو راهکارهای نوین حملو نقل و ترافیک امری اجتناب ناپذیر است (شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل ترافیک تهران، 1390).

در جدول زیر مزایا و معایب سه زیرساخت مورد بررسی در پژوهش به‌صورت خلاصه ذکر شده است؛

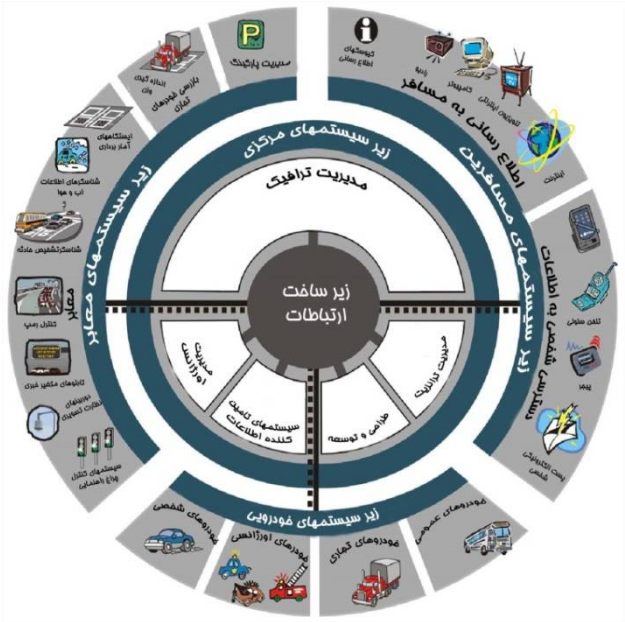
جدول 6- بررسی مزایا و معایب اقتصادی مربوط به هریک از زیرساخت‌های مورد بررسی

نوع زیرساخت	مزایا	معایب
احداث مسیرهای غیرهمسطح	- عدم‌نیاز به تملک قابل ملاحظه اراضی نسبت به گزینه احداث مسیر همسطح به موازات بزرگراه - مشکلات اجرایی کمتر با توجه به سرعت اجرایی بیشتر	- آلودگی بصری ایجاد شده توسط پل‌های روگذر - آلودگی صوتی بسیار زیاد رو گذرها برای مناطق اطراف - اشراف مسیر روگذر به مناطق مسکونی حاشیه بزرگراه - نیاز به تغییر ترافیک عبوری در برخی مقاطع هنگام احداث ستونها - هزینه تملک مناطقی که با احداث پل در حریم بزرگراه قرار خواهند گرفت - وجود تأسیسات مختلف در محل مسیر احداث روگذر مانند دکل‌های فشار قوی برق و پست‌های مخابراتی
احداث مترو	- کاهش هزینه‌های مربوط به آلودگی - کاهش هزینه‌های مربوط به تراکم - کاهش بار ترافیکی درون شهری	- وجود موانع فیزیکی در مسیر احداث تونل نظیر قنات‌ها و .. - زمانبر بودن احداث مسیرهای درون شهری و نیاز به انسداد برخی مسیرهای روگذر در حین احداث ایستگاه‌های درون شهری
سیستم هوشمند حمل‌ونقل (ITS)	- 30 درصد کاهش مصرف سوخت 25 درصد کاهش آلودگی هوا - 2/2 میلیون دلار صره جویی در مصرف سوخت - 56 درصد کاهش زمان تاخیر - 14-9 درصد کاهش آلودگی هوا	- نیاز به احداث زیر ساخت‌های الکترونیکی و ارتباطی قوی - زمانبر بودن برقراری و پیاده‌سازی زیرساخت‌ها

منبع: (محقق)

ایجاد سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل و همچنین احداث مترو از مهمترین راهکارها برای پایتخت خواهد بود. با ایجاد زیر ساخت‌های درست و استفاده از فناوری نوین می‌توان به سرعت و با صرف هزینه‌ای بسیار پایین تر از آن چیزی که برای روان سازی ترافیک نیاز است، مشکلات مختلف تهران را از جمله ترافیک سنگین،آلودگی‌های زیست‌محیطی، به هدر رفتن انرژی، زمان و هزینه را برطرف کرد. در حال حاضر مشاهده فعالیت‌های (ITS) در شهرهای بزرگ دنیا اهمیت این سیستم‌ها را به ما نشان می‌دهد (حمیدی، 1389: 23).

مزایای حاصل از (ITS) هم از لحاظ نسبت منفعت به هزینه وهم از لحاظ ماهیت فواید حاصل از آن، دلیل استفاده از این سیستم‌ها است. برای نمونه در امریکا نسبت منفعت به هزینه در نواحی شهری 5/2 و در شهرهای بزرگ این میزان به 8/2 نیز می‌رسد. ضمن آنکه براساس پیش‌بینی‌های انجام شده بازار ITS در سال‌های آینده رشد قابل توجهی کرده وبراساس تخمین‌ها این بازار در دنیا تا پایان سال 2015 به حدود 420 میلیارد دلار خواهد رسید. در تهران نیز نمونه‌هایی همچون سیستم کنترل هوشمند تقاطع‌ها (SCATS)، دوربین‌های نظارت تصویری مرکز کنترل ترافیک تهران و تونل هوشمند رسالت از پروژه‌های موفق پیاده‌سازی (ITS) در تهران بوده است. در نمودار زیر انواع زیرساخت‌های پیشنهادی در سه حوزه مسافرین، معابر و خودرویی ارائه شده است؛



شکل 2- انواع زیرساخت‌های پیشنهادی جهت صرفه اقتصادی

زیر ساخت برای این فناوری‌های جدید و محصولات عمومی که یک تولید جانبی است، بازار وسیع‌تری نسبت به خدمات حمل‌ونقلی صرف، به خود اختصاص می‌دهد. با این همه، ملزومات منحصر به فرد سیستم‌ها و خدماتی که یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند را تشکیل می‌دهند بسیارند. این زیرساخت‌ها باید از جابجایی مردم و کالا با رعایت ایمنی، کارآیی و با توجه به شرایط محیط، پشتیبانی نماید. بنابراین پذیرش فناوری‌ها برای ارائه خدمات به کاربر به‌صورت مقرون به صرفه و قابل اطمینان، هم فرصتی بزرگ و هم چالشی بزرگ است (میربها، 1391: 7).

از محاسن این زیرساخت‌ها می‌توان به کاستن از تاخیرهای بی مورد، کاهش زمان سفر و جلب آرامش و رضایت مسافر، کاهش تصادفات و ایجاد موج سبز در شبکه ... را نام برد. روشن است، بدین ترتیب پیشنهاد یک مسیر مطمئن و به دور از تراکم‌های ناخواسته توسط سیستم‌های اطلاعاتی و هوشمند و انتخاب آن توسط مسافر در روان سازی جریان ترافیک تاثیر مطلوب و شایانی خواهد داشت. ضمن اینکه کاستن از مصرف سوخت خودرو و کاهش آلودگی هوا، زمان سفر و بالا بردن ضریب اطمینان در رانندگی و آرامش در مسافر از نتایج مطلوب و دائمی آن بوده و از آثار سیستم‌های ناوبری پیشرفته به شمار می‌آید (همان منبع).

منابع

احدی، محمدرضا و بریمانی، منوچهر،(1390)، بررسی اثرات وضعیت ترافیکی بر سوانح رانندگی در راه‌های استان سمنان، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن، کرمان.

امانپور، سعید، مرتضی، نعمتی، (1392). ارزیابی و اولویت سنجی شاخص‌های پایداری حمل‌ونقل شهری با استفاده از منطق فازی (نمونه موردی: شهر اهواز). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال چهاردهم، 47.

الوانی، منوچهر، حقیقی، محمدرضا، (1388)، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، دفتر تحقیقات کاربردی انتظامی.

امینی نژاد، سید رامین، افتخاری، قدرت، (1389)، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول، تهران.

تابلی، حمید، مهدی دهقانی، مهدی سلطانی، (1388)، بررسی نقش مدیریت شهری در بهبود ترافیک و ارائه راهکارهایی برای کاهش ترافیک و افزایش ایمنی، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن، کرمان.

حمیدی، سیدصادق، نبوی، یاسر، و هاشمی، سیداحمد، (1389)، ضرورت ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی تحت وب در مدیریت ترافیک شهری، دفتر تحقیقات کاربردی انتظامی.

رشیدی فرد، سیدنعمتالله، کرامتیاصل، رحمتالله، جمشیدی، روحالله، (1390)، کاهش ترافیک شهر یاسوج با تأکید بر نحوه توزیع و ساختوساز پارکینگ‌های عمومی در سطوح شهری با استفاده از مدل تحلیل شبکه، نمونه مورد مطالعه: شهر یاسوج، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن، کرمان.

سلطانی، علی، زهرا بحرانی فرد، (1389)، توسعه معابر درون شهری و تراکم ترافیکی؛ ارائه راه حل یا تشدید مشکل، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن.

شربتیان، محمدحسن، (1389)، تأملی اجتماعی بر ابعاد کارکردی آموزش رسانه‌های جمعی در فرهنگ ترافیک، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن.

شرفی، حجت الله، (1392)، بررسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل و نقش آن در امنیت ترافیکی- اجتماعی شهروندان (مطالعه موردی: شهر کرمان) فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس، سال پنجم،شماره 17.

شرفی، حجت الله، غضنفرپور، حسین، و جعفری، مرضیه،(1390)، کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تحلیل امنیت ترافیک شهری(با تأکید برکارایی آن در پلیس راهور ناجا)، همایش ترافیک کرمان.

شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران، (1390). چگونگی تعیین سیستم ریلی درون شهری مناسب برای کلان شهرها، دهمین کنفرانس ترافیک تهران.

کلوانی نیتلی، علی، (1390)، کاربری اراضی و مدیریت ترافیک و حملونقل درون شهری، با مطالعه موردی مشکلات ترافیکی شهر ساحلی نور، دفتر تحقیقات کاربردی انتظامی.

مهرابیان، فردین، کشاورز محمدیان، سکینه، (1389)، بررسی عوامل مؤثر بر بهبود رفتار ترافیکی از دیدگاه خبرنگاران رسانه‌ها، راهکارهای مقابله با چالشهای ترافیک شهری، اولین همایش ملی ترافیک: ایمنی و راهکارهای اجرایی آن.

میراحمدزاده اردبیلی، سیدجمال و فضیلت ابراهیمی، (1393). زیرساخت‌های شهری و پایداری توسعه پایدار شهری، کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، مشهد، مؤسسه بین‌المللی مطالعات معماری و شهرسازی مهراز شهر.

میربها، بابک و شهاب حسن پور، (1391). ارزیابی اقتصادی زیر ساخت‌های حمل‌ونقل شهری با رویکرد آلودگی زیست‌محیطی(مطالعه موردی:بزرگراه صدر)، اولین کنفرانس مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، دانشگاه صنعتی شریف.

یقینی، احمد (1389)، نقش سیستم‌های برنامه‌ریزی سفر در کاهش ترافیک و سوق دادن شهروندان به استفاده از حمل‌ونقل عمومی، فصل نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس.

Banister, D. and Berechman, J. (2006).Transport Investment and Economic Development .University College London Press.

Borjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M. B. and Brundell-Freij, K. (2012) “The Stockholm congestion charges 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt”, Transport Policy, 20, pp.1-12.

Caicedo, F. (2012) “Charging parking by the minute: What to expect from this parking pricing policy?”, Transport Policy, 19, pp.63-68.

Choo, S. and Mokhtarian., P. L. (2008) “Individual response to congestion policies: Modeling consideration of factor-based travel related strategy bundles”, In TRB 86th Annual Meeting Compendium of Papers.

Colombo, S., Hanley, N. and Calatrava-Requena, J. (2005) “Designing policy for reducing the off-farm effects of soil erosion using choice experiments”, Journal of Agricultural Economics, 56(1), pp.81-95.

Goldman. T., Gorham, R., (2006), "Sustainable urban transport: four innovative directions". Journal of Technology in Society, 28:261-273.

Habibian, M. (2011) “Designation and assessment of integrated transportation damend management policies. Ph.D Thesis. Tehran: Sharif University of Technology.

Habibian, M. (2012) “Exploring the role of TDM policies on car commuters’ mode change: Subjective vs. objective approach”, In Safavi, H. R., ed. 9th International Congress on Civil Engineering. Isfahan, 2012.

Habibian, M. and Kermanshah, M. (2011) “Exploring the role of transportation demand management policies’ interactions”, Scientia Iranica, 18(5), pp. 37-44.

Hounsell, N., Shrestha, B. and Piao, J. (2015) “Enhancing park and ride with access control: A case study of Southampton”, Transport Policy, 18, pp.194-203.

Hull, A., (2008), "Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities", Transport Policy,15: 94-103.

Joumard, R., Nicolas.j, (2010), "Transport project assessment methodology within the framework of sustainable development", Journal of Ecological Indicators, 10: 136–142.

Litman.T., (2011), "Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning", Victoria Transport Policy Institute.US.

Manoj Malayath a, Ashish Verma(2013), Activity based travel demand models as a tool for evaluating sustainable transportation policies, Research in Transportation Economics 38, pp 45-66.

Mikko Rasanen, Timo Lajunen, Farahnaz Alticafarbay, Cumhur Aydin(2007), Pedestrian selfreportsof factors influencing the use of pedestrian bridges Accident Analysis and Prevention 39,pp 969–973.

Steg .L, Gifford. R, (2005), "Sustainable transport of quality of life", Journal of Transport geography,13:59-69.

Tumlin, J, (2012), "Sustainable Transportation Planning: Tools for Creating Vibrant and resilient communities". New Jersey, John Wiley press.