

## ارزیابی و تحلیل کارایی سامانه حمل‌ونقل BRT و رضایت عمومی از آن در کلان‌شهر تهران

بهزاد عمرانزاده - دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران  
مهدی قرخلو\* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران  
احمد پوراحمد - استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۹/۱۷ تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۲/۱۵

### چکیده

روند رشد شتابان کلان‌شهرها در جهان، توأم با افزایش جمعیت در این شهرها، مشکلات متعددی را مانند معضل ترافیک و اختلال در سامانه حمل‌ونقل درون‌شهری به‌وجود آورده است. از این رو، معضل مذکور از چالش‌های اساسی فراروی برنامه‌ریزی شهری در اواخر قرن بیستم بوده که بر دستیابی به اهداف توسعه پایدار شهری تأثیر نهاده است. افزایش سریع وسایل حمل‌ونقل موتوری - به‌ویژه اتومبیل - و استفاده زیاد از آن در شهرهای کشور و مشخصاً در کلان‌شهر تهران همراه با رشد جمعیت و گسترش بی‌رویه آن و نیز عدم برنامه‌ریزی‌های علمی و جامع و مشکلات عدیده سیستم حمل‌ونقل عمومی باعث بروز مشکلاتی نظیر آلودگی‌های شدید زیست‌محیطی، تراکم‌های ترافیکی زیاد و خسته‌کننده، اتلاف زیاد وقت شهروندان، مصرف بیش از حد انرژی، ناامنی مسیرها و تصادفات شده است. بدین ترتیب، زندگی در این محیط‌ها دشوار شده و از نظر رفاه و آسایش دچار تنزل گشته است. سامانه حمل‌ونقل BRT سیستم سریع اتوبوسی است، که در کنار توسعه سامانه مترو در قالب سیاست توسعه حمل‌ونقل همگانی در کلان‌شهر تهران برای تسهیل حمل‌ونقل عمومی و مقابله با مشکلات مذکور به‌وسیله شهرداری در پیش گرفته شده است. پژوهش حاضر ضمن بررسی ساختار تجهیزاتی، معیارها و استانداردهای سامانه حمل‌ونقل BRT، براساس روش مطالعات کتابخانه‌ای و پژوهش میدانی به ارزیابی عملکرد این سامانه در کلان‌شهر تهران پرداخته است. برای بررسی نمونه موردی خط یک سامانه BRT تهران مورد نظر بوده است. تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته که بر اساس تحلیل پرسشنامه و اطلاعات سازمان‌های مربوط و بهره‌گیری از آزمون‌های نرم‌افزار SPSS استوار بوده است، ضمن وجود برخی مشکلات کارکردی و شکلی این سامانه در کلان‌شهر تهران، حاکی از تأثیرات مثبت این سامانه بر حمل‌ونقل عمومی و تأثیرات مطلوب زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی آن در این شهر است، به‌طوری‌که رضایت مردم را به میزان زیادی تأمین کرده است.

کلیدواژه‌ها: حمل‌ونقل شهری، حمل‌ونقل عمومی، سامانه BRT کلان‌شهر تهران.

## مقدمه

دنیا در ابتدای قرن بیست‌ویکم است؛ قری که از آن به قرن شهری شدن کره زمین تعبیر می‌شود. در این قرن شهرها همچنان با مسائل و مشکلات و چالش‌های عدیده‌ای روبه‌رو هستند که بخشی از آنها مربوط به دوره‌های گذشته و بخشی دیگر نیز مخصوص همین سال‌های اخیر هستند. براساس آمار ارائه شده به‌وسیله سازمان ملل، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۵ تعداد شهرنشینان دو برابر شود و به حدود ۵ میلیارد نفر برسد (Uwe Deichmand, 2008, 1). در سال ۱۹۰۰ تنها ۱۰ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کردند، اما در سال ۲۰۰۷ جمعیت شهری جهان به ۵۰ درصد رسید. برآورد می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ این رقم به ۷۵ درصد برسد؛ و بدین ترتیب بیش از ۷ میلیارد انسان در شهرها زندگی خواهند کرد (Olilver, 2008, 21). امروزه مناطق شهری و به‌خصوص کلان‌شهرها با جذب جمعیت و فعالیت تبدیل به مراکز اصلی خدمات، تجارت، تولید، مصرف و سکونت شده‌اند. تا سال ۲۰۱۵ نزدیک ۶۰ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد (AsiaEurope forum, 2008, 5). در ایران نسبت جمعیت شهرنشین ۶۸ درصد است.

با این حال، اگر افزایش جمعیت شهرها و گسترش آنها را به معنای چند برابر شدن مسائل و مشکلات موجود در شهرها به همراه افزایش درخواست خدمات بدانیم، در این بین نهادها و مراجع مدیریت شهری که مسئولیت حل مشکلات و پاسخگویی به نیازها بر عهده آنان است، با چالش‌های عدیده‌ای روبه‌رو خواهند شد. یکی از موضوعات و نیازهای اساسی در قالب سکونتگاه‌های انسانی، به‌ویژه با شکل تبلور یافته‌تر آن در شهرها، موضوع دسترسی و یا آمد و شد است که شکل فضایی آن در حوزه مسائل شهری، مقوله ترافیک و حمل‌ونقل شهری است که مسائل و چالش‌های مربوط به آن از دغدغه‌های اصلی مردم و مسئولان شهری به‌شمار می‌آید.

با دید جغرافیایی، هدف اصلی حمل‌ونقل غلبه بر فضا است؛ فضایی که به‌وسیله انواع مختلفی از محدودیت‌های طبیعی و انسانی مانند فاصله، زمان، تقسیمات مدیریتی و توپوگرافی شکل گرفته است. حمل‌ونقل به دو دلیل عمده مورد علاقه جغرافی دانان است. اول اینکه زیرساخت‌ها، ترمینال‌ها، تجهیزات و شبکه‌های حمل‌ونقل مکان‌های زیادی را در فضای جغرافیایی اشغال کرده‌اند و پایه‌های اصلی سیستم فضایی پیچیده را تشکیل داده‌اند. دوم، از آنجا که جغرافی دانان به دنبال تشریح و تبیین روابط فضایی هستند، در این میان شبکه‌ها نیز به‌طور خاص مورد علاقه جغرافی دانانند، زیرا در واقع همین شبکه‌ها روابط متقابل فضایی را ممکن می‌سازند (Rodrigue et al., 2006, 1-5).

در سیستم شهری، جابه‌جایی آسان و ایمن، راحت و اقتصادی حرف آخر را می‌زند. با رشد اقتصادی شهرها نیاز به جابه‌جایی انسان و کالا نیز افزون‌تر می‌شود (Reznik, 2000, 113). معمولاً هر اندازه که شهرها بزرگ‌تر می‌شوند، یعنی شهرها تبدیل به شهرهای بزرگ و شهرهای بزرگ نیز به کلان‌شهر بدل می‌گردند و بارگذاری جمعیت و فعالیت در آنها زیاد می‌شود، مشکلات حمل‌ونقل درون‌شهری نیز به‌خصوص در کشورهای جهان سوم و در حال توسعه که دارای رشد و تراکم جمعیتی بالایی هستند، شکلی حادث‌تر و پیچیده‌تر به خود می‌گیرد.

در ادامه این روند معمولاً راه‌حل‌های مختلفی از طرف کارشناسان امر و یا مدیران شهری به‌صورت ابتکاری و یا تقلیدی از سایر جوامع، برای حل مشکلات ارائه می‌شود که ارزیابی مطلوبیت این راه‌حل‌ها قبل از اجرا و ارزیابی عملکرد

و کارایی آنها بعد از اجرا و پیاده‌سازی، از اقدامات لازم و ضروری است که در تسریع و تصحیح فرایند حل مشکل و دستیابی به الگوی مطلوب و مناسب، می‌تواند نقش ارزنده‌ای داشته باشد.

یکی از راه‌حل‌هایی که طی سال‌های اخیر برای رفع مشکلات حمل‌ونقل عمومی و پاسخگویی به نیازهای این بخش به‌وسیله مدیران شهری در کلان‌شهر تهران به کار گرفته شده است، پیاده‌سازی سیستم حمل‌ونقل BRT<sup>۱</sup> است که به‌عنوان یکی از انواع سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی سریع<sup>۲</sup> در دنیا شناخته می‌شود. با توجه به ضرورت ارزیابی طرح‌ها و برنامه‌هایی که در حوزه عمومی انجام می‌گیرند، مقاله حاضر به ارزیابی عملکرد و میزان کارایی این سیستم در مطلوبیت حمل‌ونقل عمومی در کلان‌شهر تهران می‌پردازد.

پرسش‌های اساسی که این تحقیق به دنبال پاسخگویی به آنهاست، عبارت‌اند از:

- آیا سیستم حمل‌ونقل BRT در کلان‌شهر تهران، از نظر شاخص‌های حمل‌ونقل عمومی مطلوب، سیستم کارآمدی بوده است یا خیر؟
- آیا عملکرد سیستم حمل‌ونقل BRT موجبات رضایتمندی مردم را فراهم کرده است یا خیر؟ در کل پژوهش حاضر در پی دستیابی به این اهداف است:
- شناخت میزان تأثیرگذاری سیستم حمل‌ونقل BRT در تسهیل حمل‌ونقل عمومی کلان‌شهر تهران.
- آگاهی از میزان رضایتمندی کاربران سیستم حمل‌ونقل BRT از عملکرد و کارکرد آن.
- آگاهی از میزان مطلوبیت و کارایی سیستم BRT و سعی در ارتقای آن.

## مبانی نظری تحقیق

حمل و نقل به طور عام عبارت است از حرکت و جابه‌جایی مردم و کالاها بین نقاط مختلف داخل شهر و بین شهرها (عابدین درکوش، ۱۳۸۳، ۱۶۲). به طور معمول یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های حمل‌ونقل، این است که به خودی خود برای آن تقاضایی وجود ندارد. معمولاً سفرها به قصد بهره‌گیری از فرصت‌های اجتماعی، تفریحی، آموزشی یا تجاری موجود در مقاصد ویژه‌ای صورت می‌گیرد (فیلد و مک گرگور، ۱۳۷۶، ۱۷۹).

امروزه زندگی در شهرها که سکونتگاه‌های سازمان‌یافته انسانی<sup>۳</sup> هستند، صرفاً به‌خاطر اینکه مردم توان تحرک<sup>۴</sup> روزانه دارند، امکان‌پذیر است. یکی از خصوصیات اصلی شهر این است که از فعالیت‌های ویژه، متنوع و مجموعه‌ای تشکیل شده است که به‌صورت جدا از هم عمل می‌کنند. این فعالیت‌ها باید دارای قابلیت

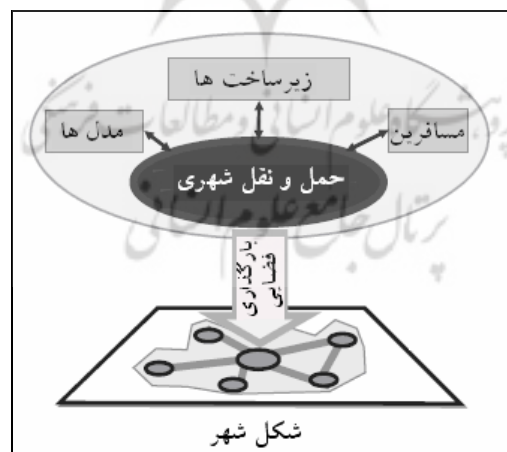
1. Bus Rapid Transit

2. Rapid Transit

3. Organized Human Settlements

۴. تحرک یا Mobility به معنی توانایی حرکت اشخاص بین نقاط مختلف شهر است که از طریق وسایل حمل‌ونقل عمومی و یا شخصی و خصوصی صورت می‌گیرد. موانع معمول تحرک مردم عبارت‌اند از: فاصله زیاد، شرایط آب و هوایی نامناسب، تپه‌های شیب‌دار و نظایر اینها؛ اما سوای موارد یاد شده، در دسترس نبودن خدمات، کرایه بالا و برخی محدودیت‌های خاص بسیار مؤثرتر هستند (Grava, 2003, 1).

دسترسی<sup>۱</sup> باشند (Grava, 2003, 2&15). حمل‌ونقل شهری به عنوان بخشی از کل سیستم حمل‌ونقل یکی از اجزای سیستم ارتباطات شهری است که با هدف دسترسی بین کاربری‌های مختلف در محدوده شهر، کار عبور و مرور و جابه‌جایی انسان و کالا را بین این فضاها انطباق‌یافته (کاربری‌ها) برعهده دارد. معمولاً در سیستم‌های حمل‌ونقل شهری و انتخاب مدل‌های مختلف، فاصله زمانی<sup>۲</sup> مهم‌تر از فاصله مکانی و جغرافیایی<sup>۳</sup> است (Grava, 2004, 8). با افزایش سهم جمعیت جهانی که در شهرها زندگی می‌کنند، شهرنشینی به فرایند غالب معاصر تبدیل شده است. با توجه به این مسئله حمل‌ونقل شهری اهمیت فراوانی می‌یابد. حمل‌ونقل در مناطق شهری با توجه به انواع مدل‌ها، کثرت مبدأها و مقصدها و میزان ترافیک، پیچیدگی زیادی دارد (Rodrigue et al., 2006, 1&171). به‌طور کلی منظور از حمل‌ونقل شهری، جابه‌جایی مردم و کالاها در داخل شهرهاست. این جابه‌جایی‌ها که خود از وجود مبادلات کالاها و خدمات و فعالیت‌های اجتماعی و تفریحی در سطح شهرها تأثیر می‌پذیرد، نه تنها بر روی ساخت شهری و اندازه و توسعه شهرها تأثیر می‌نهد، بلکه انتخاب سیستم مطلوب حمل‌ونقل هم خود به اندازه شهر و چگونگی ساختار شهری منطقه مورد بررسی بستگی دارد (عابدین درکوش، ۱۳۸۳، ۱۶۲). تحول و تکامل حمل‌ونقل که معمولاً در پاسخ به تقاضاهای موجود و تحولات اجتماعی - اقتصادی و تکنولوژیک صورت می‌گیرد، به‌طور کلی به تغییراتی در شکل و فرم شهری منجر می‌شود. پدیدار شدن شهرنشینی سریع و گسترده در سراسر جهان شامل افزایش تعداد سفرها و تحرکات در مناطق شهری نیز هست. شهرها هم به‌طور معمول با ساخت راه‌ها، بزرگراه‌ها و زیرساخت‌های جدید حمل‌ونقل و با ایجاد خطوط حمل‌ونقل عمومی به این رشد پاسخ می‌دهند، که در این فرایند در نهایت ساخت شهرها شکل می‌یابد (Rodrigue et al., 2006, 172-176). شکل ۱ این فرایند را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱. فرایند تأثیر حمل‌ونقل در شکل و ساخت شهر

منبع: Rodrigue et al., 2006, 172

۱. قابلیت دسترسی یا Accessibility عبارت است از امکان دسترسی به هر فعالیت، ساختمان و یا کاربری در شهر به‌وسیله مردم یا حاملان کالا و اطلاعات، که دلیلی برای مراجعت به آنجا دارند. دسترسی یکی از سنج‌ها یا شاخص‌های کیفیت و کارایی عملکردی هر سکونتگاه است (Grava, 2003, 1)

2. Time Distance

3. Geographical Space

اصولاً حمل‌ونقل شهری در سه گروه عمده تعریف می‌شود، که عبارت‌اند از: حمل‌ونقل همگانی، حمل‌ونقل فردی و حمل‌ونقل کالا. در این بین هدف حمل‌ونقل همگانی یا عمومی فراهم کردن تحرک و دسترسی دسته‌جمعی در بخش‌های خاصی از شهر است. کارایی این شکل از حمل‌ونقل به دلیل تعداد زیاد افرادی است که جابه‌جا می‌کند (Rodrigue et al., 2006, 172). در واقع، سیستم حمل‌ونقل عمومی به سیستمی اطلاق می‌شود که هر فردی می‌تواند تحت شرایطی مشخص و تعریف شده، مثل خرید بلیت از آن استفاده کند (خادمی، ۱۳۸۵، ۴). سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی از زیرمجموعه‌های حمل‌ونقل‌های درون‌شهری‌اند که از دیدگاه مهندسان ترافیک در اولویت نخست راهکارهای بهبود وضعیت تردد و توسعه شهری جای دارند (لقمانی، ۱۳۸۶، ۲). امروزه، سیستم حمل‌ونقل عمومی برای داشتن عملکردی بهتر باید به ارائه خدمات سطح بالا بپردازد و تا جایی که امکان دارد، باید در دسترس‌تر باشد و برای تعداد افراد بیشتری خدمات‌رسانی کند (Henrik Hall, 2006, 1). روش‌های متنوع حمل‌ونقل عمومی عبارت‌اند از: تاکسی‌ها، ون‌ها، تاکسی یا اتوبوس تلفنی، مسافرکش‌های شخصی، اتوبوس‌های اجاره‌ای، خودرو اشتراکی، اتوبوس‌های منظم، حمل‌ونقل سریع (حمل‌ونقل ریلی سریع سبک)، حمل‌ونقل سریع چرخ لاستیکی، حمل‌ونقل ریلی سریع سنگین (صفارزاده، ۱۳۸۱، ۴۲).

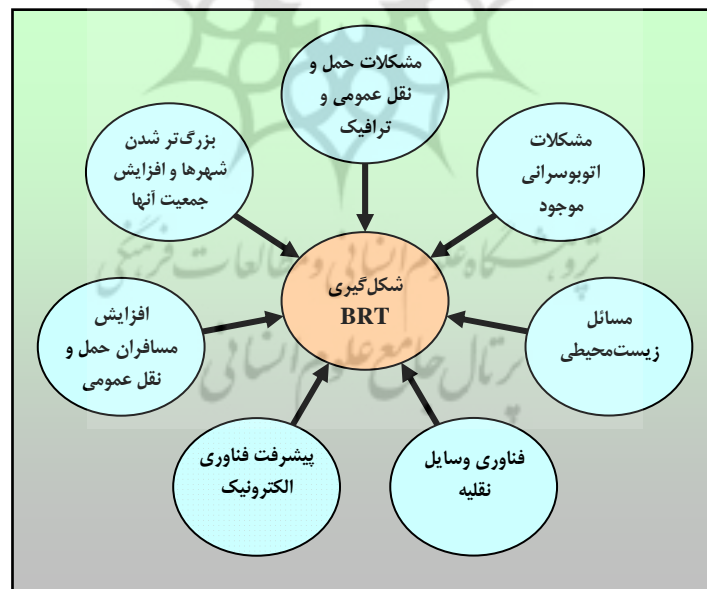
در سطح جهانی، به‌خصوص در دهه نود، به دنبال رواج سیاست طرفداری از محیط زیست و حفاظت از آن در سطح جهانی، گسترش حمل‌ونقل سریع در شهرهای بزرگ، جزء خط‌مشی اصلی مدیریت شهری شهرهای بزرگ جهان قرار گرفته است. به‌کارگیری سیستم‌های سریع حمل‌ونقل عمومی در جهان به سرعت در حال رشد است، زیرا این سیستم‌ها باعث افزایش سرعت و کاهش ازدحام و راه‌بندان در شبکه شهری می‌شوند. در اصل در برابر وضعیت نامناسب سیستم‌های اتوبوسرانی معمولی، ایجاد سیستم حمل‌ونقل عمومی جدیدتر، نوعی ضرورت است (Camilo, 2003, 99). سیستم‌های سریع در دو دسته عمده ریلی و چرخ لاستیکی جای می‌گیرند، که انواع آن عبارت‌اند از: مترو، قطار سبک شهری<sup>۱</sup> و تراموا، مونوریل<sup>۲</sup> و سیستم سریع اتوبوسی<sup>۳</sup>. مطالعات فرسنگی حمل‌ونقل سریع اتوبوسی می‌تواند خدمات حمل‌ونقلی با کیفیت بالا را با بخشی از هزینه‌های سایر گزینه‌ها، تأمین کند (Lloyd Wright, 2003, 1). مشکل انبوهی ترافیک<sup>۴</sup>، رشد پراکنده شهری<sup>۵</sup>، رکود اقتصادی مرکز شهر و آلودگی هوا همه مشکلاتی هستند که به وابستگی بیش از حد به ماشین‌های شخصی مربوط می‌شوند. این شرایط باعث شده است که نیاز به خدمات حمل‌ونقل عمومی با کیفیت بالا به‌منظور اصلاح یا از بین بردن چنین شرایطی مطرح شود. در این شرایط اتوبوس‌های سریع‌السیر به‌عنوان گزینه‌ای جذاب و کارآمد در مقایسه با اتومبیل‌ها، نیازهای دسترسی به مراکز شهری، محله‌ها و حومه‌های شهری میلیون‌ها نفر از مردم را برآورده می‌سازند (Federal Transit Administration: FTA, 2003, 2). دوره ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ سال‌های رفع تصویرهای غلط در مورد حمل‌ونقل عمومی به‌شمار می‌رود. بعد از

1. Light Rail
2. Mono Rail
3. BRT
4. traffic congestion
5. urban sprawl

این دوره بود که در سال‌های دهه هفتاد مفهوم بهبود سیستم‌های اتوبوسی در قالب BRT شکل گرفتند. بعد از آن در اواسط دهه نود میلادی توجه ویژه‌ای به سیستم BRT شد؛ به‌ویژه اداره کل حمل‌ونقل عمومی فدرال وابسته به وزارت حمل‌ونقل ایالات متحد، آن را ایده‌ای جدید و مناسب معرفی کرد (Vukan and Vuchic, 2005, 15).

BRT تعریف دقیق و صریحی ندارد. رایت<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) آن را این‌گونه تعریف می‌کند: «سیستم حمل‌ونقل عمومی انبوه اتوبوس‌محور است که حمل‌ونقل شهری سریع و راحت و مقرون به صرفه‌ای را به ارمغان می‌آورد». لوینسون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۳) سیستم مذکور را این‌گونه تعریف می‌کنند: «نوعی از حمل‌ونقل سریع انعطاف‌پذیر و چرخ لاستیکی<sup>۳</sup> که عناصری چون ایستگاه، وسایل نقلیه، خدمات، مسیرهای حرکت و ITS را در قالب سیستم یکپارچه‌ای، با هویت مشخص و قوی ترکیب می‌کند.» (Matsumoto, 2008, 4).

توماس نیز این تعریف را از BRT ارائه می‌دهد: BRT مدلی از حمل‌ونقل سریع است که می‌تواند کیفیت حمل‌ونقل ریلی و انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل اتوبوسی را با هم ترکیب کند. سیستم حمل‌ونقل BRT بسیاری از جوانب کیفیت بالای سیستم متروهای زیرزمینی را، بدون هزینه‌های بالای آنها، در یک جا جمع می‌کند؛ به همین دلیل آن را با عنوان متروی روی زمین<sup>۴</sup> نیز می‌شناسد (Lloyd Wright, 2003, 1). به‌طور کلی در شکل‌گیری سیستم BRT مجموعه‌ای از عوامل دخیل بوده‌اند که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند.



شکل ۲. عوامل مؤثر در شکل‌گیری سیستم BRT

منبع: نگارنده، ۱۳۸۸.

1. Wright
2. Levinson
3. Rubbertire
4. surface metro



گزارش 90 TCRP<sup>۱</sup> که طی آن مطالعات جامعی بر روی سیستم BRT در کشورهای مختلف صورت گرفته است، BRT را بدین شکل تعریف و تشریح می‌کند: «BRT مدل سریع‌السیار و انعطاف‌پذیر حمل‌ونقل عمومی است که عناصری چون ایستگاه‌ها، وسایل نقلیه، خدمات، خطوط ویژه و سامانه هوشمند حمل‌ونقل<sup>۲</sup> (ITS) را در قالب سیستم واحدی، با خصوصیات مثبت فراوان که هویت جدیدی را نیز شکل می‌دهد، می‌ریزد و آنها را درمی‌آمیزد. به‌طور خلاصه، BRT سیستم منسجمی از تسهیلات، خدمات و مطلوبیت‌هایی است که مجموعاً سرعت و پایداری و هویت حمل‌ونقل اتوبوسی را بهبود بخشیده است. BRT در بسیاری جوانب یک LRT یا قطار سبک شهری با چرخ‌های لاستیکی است؛ اما با انعطاف‌پذیری اجرایی بالاتر و هزینه‌های سرمایه‌ای و اجرایی کمتر» (TCRP, 2003, 1).

افزایش ازدحام و تراکم شهری نیاز به راه‌حل‌های جدید حمل‌ونقل را ایجاد کرده است. از راه‌حل‌های ابداعی و نوآورانه در زمینه حمل‌ونقل عمومی BRT است. تا به امروز راه‌حل‌هایی که برای مقابله با مشکل ترافیک ارائه شده، عمدتاً افزایش راه‌ها و خطوط ریلی با ساخت‌وسازهای جدید در سطح شهر، زیرشهر و حومه آن بوده است. از جمله محدودیت‌ها و تنگناهایی که باعث توقف این روند شده، یکی کمبود جدی زمین در مناطق شهری و دیگر مسائل مالی شهرداری‌ها و شهرهاست (Jonson and Tengstrom, 2005, 18). BRT معمولاً همان تعداد مسافری را جابه‌جا می‌کند که سیستم‌های ریلی حمل می‌کنند، ولی این کار را با هزینه‌ای بسیار اندک انجام می‌دهد (Sperling and Gordon, 2009, 238).

در اصل، امروزه سیستم حمل‌ونقل BRT تبدیل به روندی کلی و همه‌گیر در کل جهان در زمینه توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی شده است (Currie, 2005, 41). برنامه‌ریزان و پیشنهاددهندگان سیستم BRT در امریکای لاتین به‌طور عاقلانه‌ای مشاهده کردند که هدف نهایی این است که مردم به‌صورت سریع، ارزان و با کارایی بیشتر نسبت به ماشین‌های شخصی جابه‌جا شوند (Lloyd Wright, 2003, 1) و (Hartmut, 2005, 117). یکی از تفاوت‌های اساسی سیستم BRT با سیستم‌های ریلی، این است که BRT معمولاً با توانایی مالی اکثر شهرهای دنیا سازگاری دارد.

در آسیا تا سال ۲۰۰۰ تجربه ایجاد BRT خیلی محدود بود. این سیستم اولین بار در قالب سیستمی کامل در ناگوتای ژاپن و تایپه پایتخت تابوان مورد توجه قرار گرفت. گسترش BRT در قاره آسیا عمدتاً از سال ۲۰۰۴ اتفاق افتاد؛ و در شهرهای جاکارتا، سئول، پکن و بانکوک این سیستم اجرا شد (Matsumoto, 2008, 2). پاسخگویی به نیاز فزاینده به حمل‌ونقل عمومی در مناطق شهری متراکم و گسترده، اجرای سریع و مرحله به مرحله، هزینه ساخت و تجهیز خیلی کمتر از سایر سیستم‌ها، ظرفیت کافی و مناسب و استفاده از فناوری‌های جدید، اصلی‌ترین دلایل روی‌آوری به سیستم BRT در کشورهای مختلف است (Aswanth Yedavalli, 2008, 4-6) و (TCRP, 2003, 12-14).

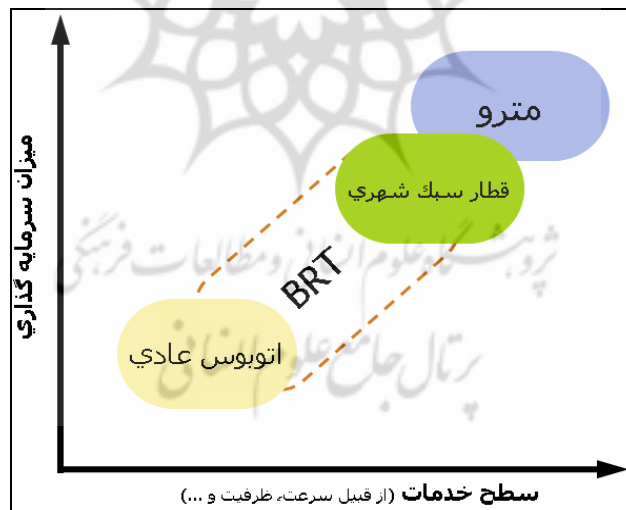
سیستم حمل‌ونقل BRT با توجه به ظرفیت خود و در نظرگیری کیفیت و سطح خدماتی که در مقایسه با

1. Transit Cooperative Research Program

2. Intelligent Transportation System (ITS)

سیستم‌های سنتی ارائه می‌دهد، باعث جذب مسافران بیشتری به سیستم حمل‌ونقل عمومی می‌شود. طی گزارش‌های ارائه شده از ۱۷ شهر در زمینه میزان افزایش مسافران حمل‌ونقل عمومی اتوبوسی، حدود نیمی از آنها افزایش ۵ تا ۳۵ درصدی را اعلام کرده‌اند. در ۴ شهر افزایش بین ۳۶ تا ۷۵ درصد بوده و در شش شهر نیز افزایش بیش از ۱۰۰ درصد مشاهده شده است (Federal Transit Administration: FTA, 2009, 357-358) و (Wright and Hook, 2007, 4). پیاده‌سازی BRT در خیابان‌های شریانی شهرهایی نظیر لس‌آنجلس، شیکاگو، ونکوور و لندن باعث افزایش ۱۵ تا ۴۰ درصدی سرعت کلی و ۱۵ تا ۱۵۰ درصدی تعداد مسافرانی که از این سیستم استفاده می‌کنند، شده است (Joseph et al., 2003, 24).

هزینه‌های عملیاتی BRT بسیار کمتر از LRT است، به طوری که این هزینه در پیتزبورگ برای هر نفر مسافر BRT ۰/۵۲ دلار و برای هر نفر مسافر LRT به‌طور میانگین ۱/۳۱ دلار بوده است (Biehler, 1989, 90). در کل افزایش زیاد سرعت اتوبوس‌ها، افزایش تعداد مسافران سیستم اتوبوسی و ارتقای کیفیت زیست‌محیطی (کاهش آلودگی‌های صوتی و هوایی) در شهرهای بزرگ اصلی‌ترین تأثیرات پیاده‌سازی سیستم‌های BRT در شهرها بوده‌اند (Federal Transit Administration: FTA, 2005, 5-14) و (Levinson et al., 2003, 23). شکل ۳ رابطه بین میزان سرمایه‌گذاری و سطح خدمات سیستم‌های سریع حمل‌ونقلی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. مقایسه هزینه‌های ساخت سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل عمومی

منبع: Cain and Darido, 2009, 9

## روش تحقیق

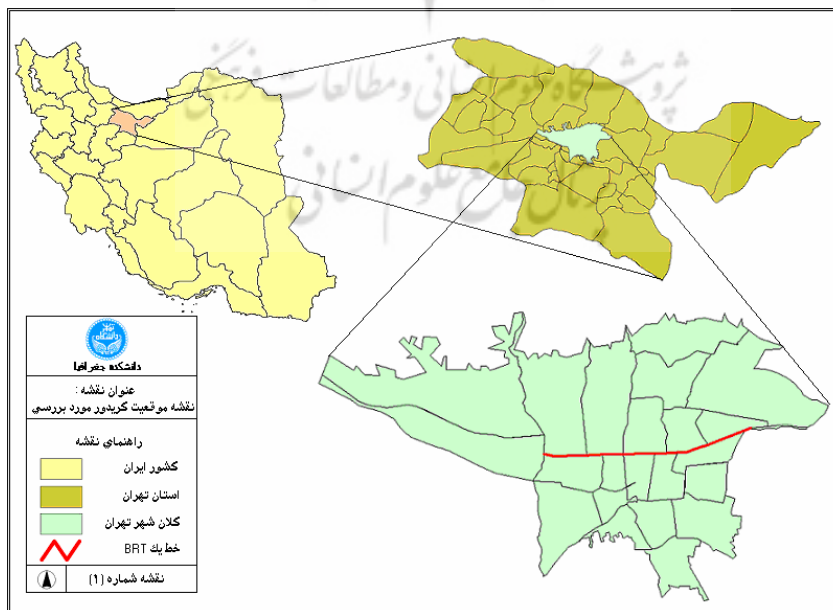
اساس تحقیق حاضر بر مطالعات کتابخانه‌ای و پژوهش میدانی استوار بوده است؛ بدین صورت که با توجه به فقدان اطلاعات و آمار دقیق سازمانی، ابتدا با تکیه بر اطلاعات و شاخص‌های به‌دست آمده در مطالعات کتابخانه‌ای و پژوهش‌ها و نوشتارهای نظری موجود، اطلاعات شاخص‌های کارایی از وضعیت کارکردی سیستم حمل‌ونقل BRT براساس نظر



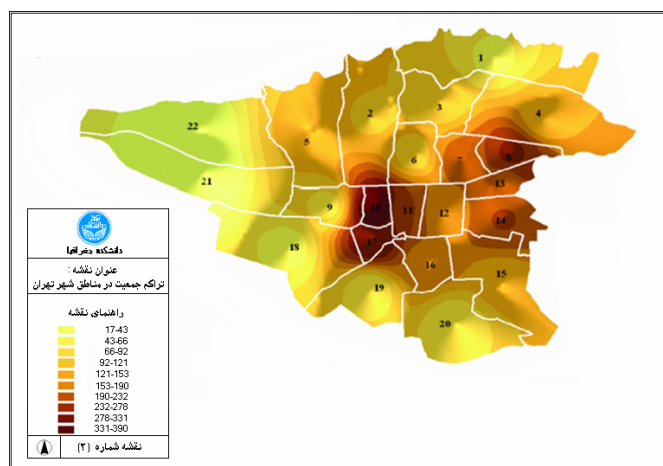
مسافران و کاربران سیستم و کارشناسان امر به‌دست آمده و در مرحله بعد با استفاده از نتایج بررسی‌های میدانی تحلیل‌های توصیفی و استنباطی مورد نظر در جهت پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق انجام گرفته است. بنابراین پژوهش میدانی در قالب تلفیقی از پرسش‌نامه باز و بسته بی‌نام انجام شد. در واقع، جامعه نمونه مورد مطالعه، مشتمل بر ۳۰۰ نفر از مسافرانی بودند که در مسیر حرکت و داخل اتوبوس دیدگاه‌های‌شان از طریق پرسش‌نامه گردآوری گردید. انتخاب نمونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی از هر دو قسمت محل استقرار خانم‌ها و آقایان در داخل اتوبوس و از ابتدا تا انتهای مسیر ۱۸/۷ کیلومتری انجام شد، تا طیف گسترده‌تری از طبقات مختلف جامعه را در برگیرد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تلخیص و طبقه‌بندی اطلاعات، تکنیک‌های تحلیلی نرم‌افزار SPSS مورد استفاده قرار گرفت.

### کریدور مورد مطالعه

تا زمان تهیه پژوهش حاضر سه خط از سیستم BRT در تهران اجرا شده است و خط چهارم نیز در حال برنامه‌ریزی و اجراست. با توجه به اینکه نوع عناصری از سیستم که در خطوط مذکور به اجرا درآمده‌اند، و از همه مهم‌تر نوع گروه‌ها و طبقات اجتماعی که از خطوط یاد شده استفاده می‌کنند متفاوت‌اند، به همین دلیل بررسی همزمان سه کریدور مذکور در قالب کار پژوهشی ممکن نیست. همچنین با توجه به اینکه خط یک سیستم BRT تهران در مسیر آزادی - تهرانیپارس به طور کامل به مرحله بهره‌برداری و تجهیز نهایی رسیده است، به همین علت کریدور مذکور برای ارزیابی عملکرد سیستم یاد شده به عنوان نمونه انتخاب شده است (شکل ۴). براساس شکل ۵، مسیر مورد مطالعه از متراکم‌ترین نقطه جمعیتی شهر تهران عبور می‌کند و دو قطب جمعیتی این شهر را به هم متصل می‌سازد.



شکل ۴. نقشه موقعیت کریدور مورد بررسی

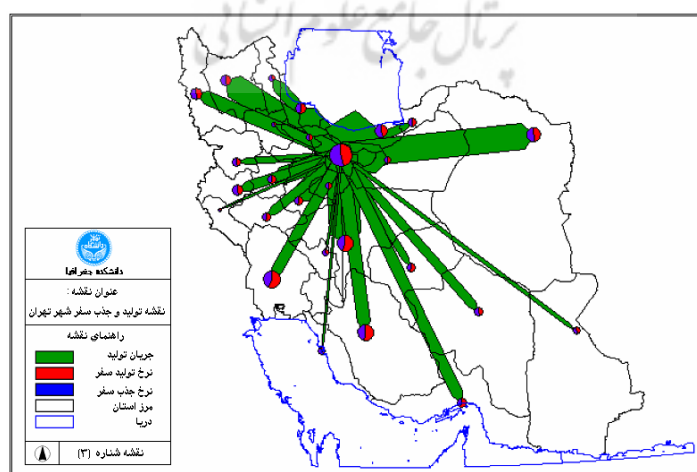


شکل ۵. نقشه تراکم جمعیت در مناطق شهر تهران

منبع: T.C.T.T.S., 2008, 11

### بحث و یافته‌های تحقیق

با توجه به اهمیت موضوع ارزیابی برنامه‌ها و طرح‌های شهری در مراحل مختلف، و نقشی که این ارزیابی در برنامه‌ریزی شهری امروز دارد، پژوهش حاضر به ارزیابی عملکرد و کارایی یکی از مهم‌ترین طرح‌های اجرا شده در کلان‌شهر تهران با عنوان سیستم اتوبوس‌های تندرو و یا BRT که در بخش حمل‌ونقل شهری مطرح می‌شود، پرداخته است. «شهر تهران با جمعیت ساکن نزدیک به ۷/۸ میلیون نفر، تردد بیش از دو میلیون خودرو، و با احتساب سفرهای دروازه‌ای که جمعیت شناور آن را به بیش از ۸/۵ میلیون نفر در روز می‌رساند، بزرگ‌ترین کلان‌شهر کشور و خاورمیانه است که با مشکلات جدی و عديده‌ای در سیستم حمل‌ونقل مواجه است» (شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران، ۱۳۸۵، ۱۰). براساس شکل ۶، شهر تهران با حدود ۱۵ درصد، بیشترین میزان تولید و جذب سفر را در سطح کشور دارد. این موضوع بدین معناست که مبدأ و مقصد اکثر سفرهای بین استانی در کشور مربوط به کلان‌شهر تهران است.



شکل ۶. نقشه تولید و جذب سفر شهر تهران

منبع: Transportation and Terminals Organization (T.T.O), 2008, 12

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج حاصل از بررسی آزمون فرض‌ها بایستی پایایی<sup>۱</sup> پرسش‌نامه مورد بررسی قرار گیرد. پرسش‌نامه در مرحله قبل از آزمون پری - تست<sup>۲</sup> دارای آلفای ۰/۶۹ بوده است، که با حذف دو سؤال آلفای مذکور به ۰/۸۰ ارتقا یافت، که این مقدار در مقایسه با حداقل پایایی ۰/۷۰، عددی پذیرفتنی است.

جدول ۱. آزمون پایایی پرسش‌نامه

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha
19	.800

ویژگی‌های فردی جامعه آماری مورد نظر: نمونه‌های انتخابی شامل ۲۳۸ مرد و ۶۲ زن هستند که در گروه‌های مختلف سنی توزیع شده‌اند، به گونه‌ای که تقریباً از همه سنین (جوان، میان‌سال و پیر) در این نمونه جای دارند. همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است، در واقع از نظر توزیع جنسی بیشتر پاسخ‌دهندگان را - با ۷۹/۳ درصد - مردان تشکیل می‌دهند و حدود یک‌چهارم آنها زن‌اند. البته در واقعیت هم تعداد مردان در ایستگاه‌ها و اتوبوس‌ها چند برابر زنان است.

از نظر ساخت سنی پرسش‌شوندگان به چهار گروه تقسیم شده‌اند که بیشتر آنها در گروه سنی ۲۰ تا ۳۵ سال قرار دارند. با توجه به جدول ۳ حدود ۵۶/۷ درصد پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات لیسانس و لیسانس به بالا هستند؛ و به همین دلیل می‌توان گفت که سطح تحصیلات، تقریباً بالاست.

جدول ۲. توزیع پاسخ‌دهندگان براساس سن و جنسیت

جمع	گروه‌های سنی				تعداد	جنسیت
	بالاتر از ۵۰ سال	۳۵-۵۰ سال	۲۰-۳۵ سال	کمتر از ۲۰ سال		
۲۳۸	۲۸	۴۶	۱۴۷	۱۷	تعداد	مرد
۷۹/۳	۹/۳	۱۵/۳	۴۹	۵/۷	درصد	
۶۲	۱	۱۱	۴۴	۶	تعداد	زن
۲۰/۷	۰/۳	۳/۷	۱۴/۷	۲	درصد	
۳۰۰	۲۹	۵۷	۱۹۱	۲۳	تعداد	جمع کل
۱۰۰	۹/۷	۱۹	۶۳/۷	۷/۷	درصد	

جدول ۳. سطح تحصیلات پاسخگویان براساس جنس

جمع	تحصیلات					تعداد	جنسیت
	فوق لیسانس و بالاتر	لیسانس	دیپلم	راهنمایی	ابتدایی		
۲۳۸	۳۸	۹۴	۸۷	۱۱	۸	تعداد	مرد
۷۹/۳	۱۲/۷	۳۱/۳	۲۹	۳/۷	۲/۷	درصد	
۶۲	۹	۲۹	۲۰	۴	۰	تعداد	زن
۲۰/۷	۳	۹/۷	۶/۷	۱/۳	۰	درصد	
۳۰۰	۴۷	۱۲۳	۱۰۷	۱۵	۸	تعداد	جمع
۱۰۰	۱۵/۷	۴۱	۳۵/۷	۵	۲/۷	درصد	

براساس اطلاعات مندرج در جدول ۴ بخش عمده استفاده‌کنندگان از اتوبوس‌های تندرو را در هر دو گروه زنان و مردان، افراد شاغل تشکیل می‌دهند. در کل ۶۰/۷۰ درصد مسافران در گروه افراد شاغل قرار دارند که پس از آن در رتبه بعدی بیشتر محصلان از سیستم استفاده می‌کنند.

جدول ۴. وضع فعالیت پاسخگویان بر حسب جنس

جمع	وضع فعالیت					تعداد	جنسیت
	خانه‌دار	بازنشسته	در حال تحصیل	بیکار	شاغل		
۲۳۸	۰	۱۸	۵۶	۱۱	۱۵۳	تعداد	مرد
۷۹/۳	۰	۶	۱۸/۷	۳/۷	۵۱	درصد	
۶۲	۵	۰	۲۴	۴	۲۹	تعداد	زن
۲۰/۷	۱/۷	۰	۸	۱/۳	۹/۷	درصد	
۳۰۰	۵	۱۸	۸۰	۱۵	۱۸۲	تعداد	جمع
۱۰۰	۱/۷	۶	۲۶/۷	۵	۶۰/۷	درصد	

**وضعیت اجتماعی - اقتصادی مسافران:** برای آگاهی از وضعیت اجتماعی - اقتصادی مسافران سیستم BRT در این بخش دو سؤال از مسافران سیستم پرسیده شده است. سؤال اول در مورد وضعیت تملک اتومبیل شخصی و سؤال دوم درباره میزان درآمد ماهیانه مسافران است. براساس جدول شماره ۵ اکثریت مسافران (۶۸/۳ درصد) سیستم BRT فاقد اتومبیل شخصی‌اند؛ و از این لحاظ بیشتر در طبقات متوسط به پایین جامعه جای می‌گیرند. با این حال، میزان ۳۱/۷ درصدی مسافران دارای اتومبیل، نشان‌دهنده توانایی جذب سیستم BRT در مسیر مورد نظر است.

جدول ۵. وضعیت مسافران از تملک وسایل نقلیه شخصی

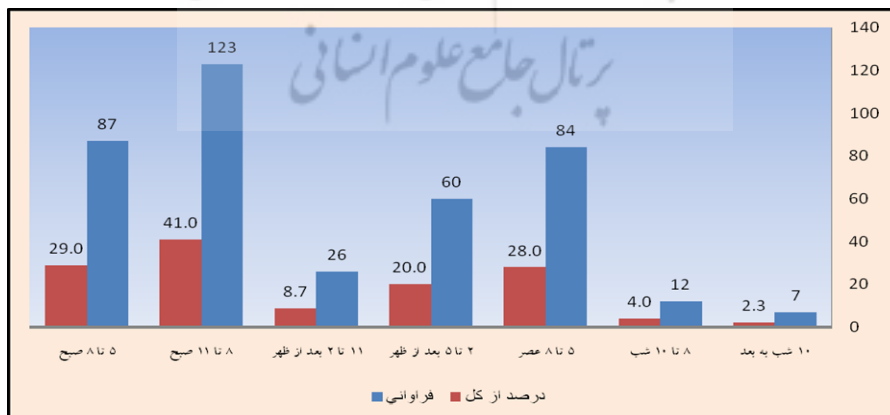
درصد تجمعی	درصد	فراوانی	آیا ماشین شخصی دارید؟
۳۱/۷	۳۱/۷	۹۵	بلی
۱۰۰	۶۸/۳	۲۰۵	خیر
-	۱۰۰	۳۰۰	جمع

امروزه درآمد و توان اقتصادی افراد، اسکان آنان را در نقطه خاصی از شهر مشخص می‌سازد و یا توانایی آنها را برای استفاده از خدمات تعیین می‌کند. بیش از ۵۰ درصد از مسافران نمونه در مسیر آزادی - تهرانپارس درآمدی کمتر از ۳۰۰ هزار تومان، و بیش از ۷۰ درصد درآمدی کمتر از ۵۰۰ هزار تومان در ماه دارند. بنابراین می‌توان عنوان کرد که حدود ۵۰ درصد از مسافران سیستم درآمد پایینی دارند. با این تحلیل، حدود ۲۷ درصد مسافران دارای درآمد متوسط و ۲۲/۵ درصد دارای درآمد متوسط به بالا هستند. معمولاً سیستم اتوبوس معمولی صرفاً مورد استفاده طبقات پایین اجتماعی قرار می‌گیرد؛ ولی اطلاعات مذکور نشان می‌دهد که سیستم BRT توانسته است بخشی از افراد طبقات متوسط به بالای جامعه را نیز به خود جلب کند (جدول ۶).

جدول ۶. میزان درآمد ماهیانه مسافران BRT

میزان درآمد ماهیانه شما چقدر است؟	فراوانی	درصد	درصد مطلوب و مناسب	درصد تجمعی
کمتر از ۱۵۰ هزار تومان	۶۲	۲۰/۷	۲۲/۹	۲۲/۹
بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ هزار تومان	۷۵	۲۵	۲۷/۷	۵۰/۶
بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ هزار تومان	۷۳	۲۴/۳	۲۶/۹	۷۷/۵
بیشتر از ۵۰۰ هزار تومان	۶۱	۲۰/۳	۲۲/۵	۱۰۰
جمع پاسخ‌دهندگان	۲۷۱	۹۰/۳	۱۰۰	-
بدون پاسخ	۲۹	۹/۷	-	-
جمع کل	۳۰۰	۱۰۰	-	-

میزان بهره‌گیری از سیستم BRT به وسیله افراد: بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کل روز سیستم BRT در مسیر مورد نظر دارای یک پیک سفر قبل از ظهر و یک پیک سفر بعد از ظهر است. کمترین استفاده از سیستم از ساعت ۸ شب به بعد صورت می‌گیرد (شکل ۷).



شکل ۷. ساعات‌های استفاده از سیستم، به وسیله مسافران

اطلاعات برگرفته از مطالعه میدانی، نشان می‌دهد که افراد عمدتاً یک بار در طول روز از اتوبوس‌های سریع استفاده می‌کنند، به طوری که ۵۰ درصد از مردان و ۴۳/۵ درصد از زنان اظهار داشته‌اند که در طول روز فقط یک بار از این

اتوبوس‌ها برای رفت و برگشت استفاده می‌کنند. با توجه به ساختار شغلی بهره‌برداران، که اکثراً شاغلان را در بر می‌گیرد، می‌توان استنباط کرد که استفاده از اتوبوس‌های سریع عمدتاً با انگیزه رفتن به محل کار و برگشت به محل سکونت همراه است.

جدول ۷. آمار توصیفی دیدگاه‌های مسافران در مورد شاخص‌های ارزیابی عملکرد سیستم BRT

ردیف	شاخص‌ها	گزینه‌ها	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
۱	سلامت و ایمنی مسافر	فاقد سلامت و ایمنی	۱۰	۳/۳	۳/۳
		فرقی نکرده	۳۸	۱۲/۷	۱۶
		تا اندازه‌های سالم و ایمن	۷۸	۲۶	۴۲
		سالم و ایمن	۱۳۱	۴۳/۷	۸۵/۷
		خیلی سالم و ایمن	۴۳	۱۴/۳	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-
۲	مدت زمان انتظار در ایستگاه	طولانی‌تر	۸	۲/۷	۲/۷
		فرقی نکرده	۱۷	۵/۷	۸/۳
		تا اندازه‌های کوتاه‌تر	۶۱	۲۰/۳	۲۸/۷
		کوتاه‌تر	۱۳۱	۴۳/۷	۷۲/۳
		خیلی کوتاه‌تر	۸۳	۲۷/۷	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-
۳	آسایش و راحتی مسافر	شلوغ‌تر	۶۴	۲۱/۳	۲۱/۳
		فرقی نکرده	۳۴	۱۱/۳	۳۲/۷
		تا اندازه‌های راحت‌تر	۹۱	۳۰/۳	۶۳
		راحت‌تر	۷۵	۲۵	۸۸
		خیلی راحت‌تر	۳۶	۱۲	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-
۴	نظافت و تمیزی اتوبوس	نامناسب‌تر	۲	۰/۷	۰/۷
		فرقی نکرده	۱۳	۴/۳	۵
		تا اندازه‌های تمیزتر	۷۰	۲۳/۳	۲۸/۳
		تمیزتر	۱۳۴	۴۴/۷	۷۳
		خیلی تمیزتر	۸۱	۲۷	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-
۵	سرعت دسترسی به مقصد	فرقی نکرده	۵	۱/۷	۱/۷
		تا اندازه‌های سریع‌تر	۸۱	۲۷	۲۸/۷
		سریع‌تر	۱۵۱	۵۰/۳	۷۹
		خیلی سریع‌تر	۶۳	۲۱	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-
		فرقی نکرده	۵	۱/۷	۱/۷
۶	رفتار کارکنان سیستم	نامناسب	۱۱	۳/۷	۳/۷
		تا اندازه‌های مناسب	۴۰	۱۳/۳	۱۷
		مناسب	۱۸۰	۶۰	۷۷
		خیلی مناسب	۶۹	۲۳	۱۰۰
		جمع	۳۰۰	۱۰۰	-



**ارزیابی کارایی و کیفیت خدمات رسانی سیستم BRT:** برای شناخت اجمالی وضعیت خدمات رسانی و کیفیت عملکردی سیستم حمل و نقل سریع BRT از شاخص‌ها و مؤلفه‌های مختلفی استفاده شده است که حاصل بررسی پژوهش‌ها و نوشتارهای نظری است. این مؤلفه‌ها عبارت‌اند از: سلامت و ایمنی مسافران (عدم بروز تصادفات، دزدی و بزهکاری و نظایر اینها)، مدت زمان انتظار در ایستگاه، سرعت دسترسی به مقصد، رفتار و عملکرد کارکنان سیستم، آسایش و راحتی (ازدحام کمتر و جادارتر بودن) و نظافت و تمیزی داخل اتوبوس‌ها. از آنجا که برای سهولت بررسی و پاسخگویی به پرسش‌ها باید معیاری در اختیار پرسش‌شوندگان قرار گیرد، اساس بررسی حاضر به مقایسه تطبیقی سیستم BRT با سیستم اتوبوسرانی معمولی (اتوبوس‌های خط واحد) نزدیک است. در این حالت پاسخ‌دهندگان به راحتی می‌توانند در مورد عملکرد سیستم BRT اظهار نظر کنند.

بررسی دیدگاه‌های مسافران سیستم BRT در مورد شاخص‌ها و مؤلفه‌های مورد نظر، جز در یک مؤلفه، نشان‌دهنده رضایت نسبتاً بالای مسافران از این سیستم است. در مورد مدت زمان انتظار در ایستگاه و سرعت دسترسی به مقصد بیش از ۷۰ درصد مسافران، در مورد وجود سلامت و ایمنی در سیستم و چگونگی رفتار کارکنان سیستم بالای ۸۰ درصد، و در مورد نظارت و تمیزی اتوبوس‌ها حدود ۹۵ درصد از مسافران سیستم BRT نظر مثبتی را ابراز کرده‌اند، که خود نشان‌دهنده رضایت بالای شهروندان از این سیستم است. در مورد مؤلفه آسایش و راحتی مسافران، به نظر رضایت پایینی در مقایسه با مؤلفه‌های دیگر وجود دارد که این مسئله با توجه به حجم زیاد مسافران سیستم و میزان تقاضایی که وجود دارد، و تعداد کم اتوبوس‌ها امری واقعی به نظر می‌رسد.

برای فهم بهتر موضوع، در هر کدام از مؤلفه‌ها و گویه‌های مذکور در جدول ۸ گزینه‌ها در قالب طیف لیکرت از حالت مطلوب به نامطلوب، و یا از حالت مناسب به حالت نامناسب تنظیم شده‌اند، که برای تحلیل آنها و دریافت نظر کلی مسافران جدای از بررسی مورد به مورد، به گزینه‌ها کدهای ۵ تا ۱ داده شده است. در این صورت، چون عدد ۵ نشان‌دهنده رضایت کامل مسافران از مؤلفه مورد نظر و عدد ۱ نشان‌دهنده عدم رضایت مطلق آنان از این مؤلفه است؛ به همین دلیل هر چه قدر میانگین گویه‌ها به عدد ۵ نزدیک باشد، بیان‌کننده مطلوبیت و کارایی سیستم است و هر چه قدر به عدد ۱ نزدیک باشد، نشان از عدم مطلوبیت سیستم و ناراضایتی مسافران دارد.

جدول ۸. پارامترهای آماری از نظریات ارائه شده در مورد کیفیت خدمات رسانی سیستم BRT

ردیف	گویه	تعداد کل	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۱	انتظار در ایستگاه	۳۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۳/۸۸۰۰	۰/۹۶۷۱۵
۲	سرعت دسترسی به مقصد	۳۰۰	۲/۰۰	۵/۰۰	۳/۹۰۶۷	۰/۷۳۴۶۸
۳	آسایش و راحتی	۳۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۲/۹۵۰۰	۱/۳۰۳۷۸
۴	نظافت و تمیزی اتوبوس	۳۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۳/۹۳۰۰	۰/۸۵۶۸۶
۵	سلامت و ایمنی	۳۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۳/۵۳۰۰	۰/۹۹۶۲۰
۶	رفتار کارکنان سیستم	۳۰۰	۱/۰۰	۴/۰۰	۳/۰۲۳۳	۰/۷۱۴۹۵

با توجه به میانگین نمره‌هایی که به هر کدام از مؤلفه‌ها داده شده است، به‌جز مؤلفه آسایش و راحتی، در دیگر مؤلفه‌ها رضایت بالایی از سیستم BRT در بین شهروندان وجود دارد. در بین مؤلفه‌های موردنظر بیشترین رضایت مسافران با میانگین ۳/۹۳ از نظافت و تمیزی اتوبوس‌هاست. البته باید عنوان کرد که نارضایتی مسافران از وضعیت آسایش و راحتی در سیستم بیشتر در مقابل وضعیت مطلوب فاکتورهای دیگر بدین‌گونه جلوه می‌کند. وگرنه خود این گویه دارای میانگین متوسط به بالاست، که نشان از رضایت نسبی از گویه مورد نظر دارد.

برای دستیابی به نتیجه دقیق‌تر و ارائه پاسخ طبقه‌بندی شده از وضعیت و کارایی سیستم از نظر مسافران می‌توان در حالت کلی از میانگین‌های ۱ تا ۲، ۲ تا ۳ و ۳ تا ۵ به ترتیب به عدم رضایت، رضایت نسبی و رضایت بالا تعبیر کرد. در این صورت تمامی میانگین‌ها جز میانگین گویه ۳، نشان‌دهنده رضایت بالای مسافران از کیفیت خدمات ارائه شده در سیستم است.

**بررسی توان جذب سیستم BRT و علت آن:** به‌منظور استنباط میزان گرایش مسافران به سیستم حمل‌ونقل BRT و علت آن، دو سؤال طرح شد که اولین آنها در مورد سیستم مورد استفاده مسافر قبل از راه‌اندازی سیستم BRT در مسیر مورد مطالعه، و دومین سؤال درباره علت استفاده مسافر از سیستم BRT در مسیر مورد نظر است. با توجه به جدول ۹، بیشترین تعداد مسافران سیستم BRT (۵۸ درصد) در مسیر آزادی - تهرانپارس از سیستم اتوبوس‌رانی معمولی انتقال یافته‌اند. این موضوع نشان‌دهنده جذابیت بسیار بالای این سیستم در قیاس با سیستم معمولی است. انتقال ۱۴/۳ درصد مسافران از سیستم وسایل نقلیه شخصی و ۲۷/۳ درصد آنان از بخش تاکسی‌رانی بیانگر توانایی بالای سیستم BRT در جذب مسافر در مقایسه با سایر سیستم‌هاست. بدیهی است که انتقال حدود ۴۱/۶ درصد مسافران سیستم BRT از وسایل نقلیه شخصی و تاکسی تأثیرات عمده مطلوبی در شرایط ترافیکی مسیر مورد نظر و محیط زیست شهر خواهد داشت. به نظر می‌رسد که کاهش ترافیک، کاهش مصرف انرژی، کاهش اتلاف وقت شهروندان و کاهش آلودگی هوا و صوت اولین تأثیر انتقال این مسافران به سیستم BRT باشد.

جدول شماره ۹. نوع سیستم مورد استفاده قبل از ایجاد سیستم BRT

نوع سیستم قبل از BRT	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
اتومبیل شخصی	۴۳	۱۴/۳	۱۴/۳
اتوبوس خط واحد	۱۷۴	۵۸	۷۲/۳
تاکسی معمولی	۸۲	۲۷/۳	۹۹/۷
تاکسی ون	۱	۰/۳	۱۰۰
جمع	۳۰۰	۱۰۰	-

بدین لحاظ، با توجه به متوسط پیمایش روزانه یک خودروی سواری در شهر تهران، که معادل ۴۳ کیلومتر است و میانگین مصرف ۰/۱۱۰۷۸ لیتر بنزین در هر کیلومتر، می‌توان محاسبه کرد که روزانه حدود ۳۴۰۵۹۳ لیتر بنزین فقط از انتقال ۱۴/۳ درصد از بهره‌برداران سیستم BRT از بخش اتومبیل شخصی در مسیر آزادی - تهرانپارس صرفه‌جویی می‌شود.

براساس جدول ۱۰، نزدیک به ۴۰ درصد از مسافران، هر چهار پارامتر سیستم‌های حمل و نقل مطلوب را (از قبیل سرعت بالا، اتوبوس‌های با کیفیت، امنیت و سلامت بیشتر و آسایش و راحتی)، دلیل استفاده خود از سیستم BRT عنوان کرده‌اند. بعد از آن ۱۱۱ نفر از مسافران (۳۷ درصد)، سرعت بالای سیستم حمل و نقل BRT را که اصلی‌ترین وجه تمایز این سیستم با سیستم اتوبوسی معمولی است، علت استفاده خود از این سیستم بیان کرده‌اند. در صورت اضافه کردن ۱۱۸ نفری که گزینه همه موارد را انتخاب کرده‌اند، می‌توان عنوان کرد که در حدود ۷۶ درصد از مسافران، سریع‌بودن سیستم BRT را علت گرایش خود به این سیستم دانسته‌اند.

جدول شماره ۱۰. علت استفاده مسافران از سیستم BRT

علت استفاده از BRT	فراوانی	درصد	درصد واقعی	درصد تجمعی
سرعت بالا	۱۱۱	۳۷/۳	۳۷	۳۷
اتوبوس‌های با کیفیت	۳۶	۱۲	۱۲	۴۹
امنیت و سلامت بیشتر	۲۴	۸	۸	۵۷
آسایش و راحتی	۱۱	۳/۷	۳/۷	۶۰/۷
همه موارد	۱۱۸	۳۹/۳	۳۹/۳	۱۰۰
جمع	۳۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-

**کارآمدی و کارایی سیستم BRT:** بعد از بررسی و دریافت دیدگاه‌های جامعه نمونه مورد نظر دربارهٔ عناصر و اجزا و جوانب مختلف خط یک سیستم BRT تهران، و تعیین میزان رضایت و عدم رضایت مسافران در مورد آنها، در نهایت برای دریافت نظر کلی مسافران در زمینه میزان کارآمدی این سیستم در مسیر مورد بررسی در مقابل سایر سیستم‌ها، سؤالی با عنوان ارزیابی کارآمدی سیستم BRT در مقایسه با سایر سیستم‌ها از مسافران پرسیده شده است، که نتیجهٔ بررسی آن در ادامهٔ مطلب ذکر می‌گردد.

جدول ۱۱ نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از افراد جامعه نمونه، نظر منفی در مورد سیستم ارائه نداده‌اند. همهٔ ۳۰۰ نفر مسافری که مورد پرسش قرار گرفته‌اند، در مورد کارآمدی سیستم نظر مثبت بیان کرده‌اند. بیشترین تعداد مسافران (۵۸/۷ درصد) سیستم حمل و نقل BRT را کارآمدتر از سایر سیستم‌ها دانسته‌اند. بیش از ۲۶ درصد نیز سیستم BRT را خیلی کارآمد دانسته‌اند. در واقع حدود ۸۵ درصد مسافران سیستم حمل و نقل BRT، کارآمدی این سیستم را بالا عنوان کرده‌اند که این خود نشان‌دهنده رضایت بالای این مسافران از سیستم BRT است. حدود ۱۵ درصد از مسافران هم سیستم BRT را تا اندازه‌ای کارآمد دانسته‌اند.

جدول شماره ۱۱. میزان کارآمدی سیستم BRT از نظر مسافران

میزان کارآمدی سیستم BRT	فراوانی	درصد	درصد واقعی	درصد تجمعی
خیلی کارآمد	۷۹	۲۶/۳	۲۶/۳	۲۶/۳
کارآمد	۱۷۶	۵۸/۷	۵۸/۷	۸۵
تا اندازه‌ای کارآمد	۴۵	۱۵	۱۵	۱۰۰
ناکارآمد	۰	۰	۰	۱۰۰
جمع	۳۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-

براساس اطلاعات ارائه شده از طرف معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران قبل از اجرای BRT در کریدور مورد بررسی روزانه حدود ۲۱۴ هزار نفر با اتوبوس جابه‌جا می‌شدند، که این رقم در زمان حاضر به حدود ۵۴۰ هزار نفر رسیده است. این رشد ۲۵۰ درصدی، یا به عبارت دیگر رشد ۲/۵ برابری طی یک سال، به همراه اعلان ۴۲ درصد از مسافران سیستم که قبلاً به هیچ وجه در مسیر مورد نظر از اتوبوس استفاده نمی‌کرده‌اند، نشان از عملکرد مناسب و کارآمدی این سیستم و مقبولیت آن نزد مردم دارد.

به دلیل ایجاد مسیر ویژه و اختصاصی کردن برخی از تقاطع‌های غیرهم‌سطح برای اتوبوس، زمان سفر در خط یک BRT در حدود ۳۳ درصد کاهش یافته است. قبل از اجرای این سیستم از مبدأ (پایانه آزادی) تا مقصد (پایانه تهرانپارس) بیش از ۹۰ دقیقه زمان لازم بود. ضمناً مسافران مجبور بودند سه بار وسیله خود را تغییر دهند؛ در حالی که با احداث خط BRT این زمان به کمتر از یک ساعت رسید. طبق بررسی و ارزیابی انجام شده به وسیله شرکت کنترل کیفیت هوا، آلودگی تولید شده ناشی از تردد اتوبوس‌ها نسبت به مدت مشابه سال قبل در حدود ۵۰ درصد کاهش یافت و میزان آلودگی تولید شده در طول ۱۸ کیلومتر مسیر از ۱۷۰ کیلوگرم در روز به کمتر از ۹۳ کیلوگرم در روز رسید.

## نتیجه‌گیری

کلان‌شهر تهران سال‌هاست که با مسئله و مشکل ترافیک و حمل‌ونقل شهری به‌ویژه در حوزه حمل‌ونقل همگانی مواجه است که در سال‌های اخیر برای رفع این معضلات، مدیران شهری راه‌حل‌های چندی را ارائه و اعمال کرده‌اند که مهم‌ترین آنها را می‌توان گرایش و روی‌آوری به مدل‌های حمل‌ونقل سریع درون‌شهری همچون مترو و BRT عنوان کرد. در این بین، BRT یک سیستم حمل‌ونقل مشتری‌محور و با کیفیت بالاست که حمل‌ونقل شهری سریع و راحت و مقرون به صرفه‌ای را ارائه می‌دهد.

بررسی‌های صورت‌گرفته در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سیستم حمل‌ونقل BRT در کلان‌شهر تهران دارای عملکرد مناسب و مطلوبی است و به‌خصوص در مقایسه با سیستم معمولی اتوبوسرانی شهر، کارایی بسیار بالایی دارد. کاهش زمان انتظار در ایستگاه‌ها، افزایش سرعت دسترسی به مقصد یا کاهش زمان سفر، افزایش آسایش و رفاه شهروندان، ارائه خدمات مطلوب با اتوبوس‌های سالم و تمیز، افزایش سلامت و ایمنی مسافران، جذب مسافران سایر سیستم‌ها و مواردی از این دست، باعث شده‌اند که سیستم BRT از نظر شاخص‌های حمل‌ونقل عمومی مطلوب، سیستم کارآمدی باشد و سطح رضایتمندی شهروندان و مسافران نیز از این سیستم بالا باشد. نظر کل افرادی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، در مورد کارآمدی این سیستم مثبت بوده است. سرعت بالا به همراه اتوبوس‌های باکیفیت که دارای ظرفیت بالا و ورود و خروج راحت‌تر هستند، در کنار فناوری‌های مدرن، همه باعث شده‌اند که اکثریت مسافران در مسیر مورد بررسی، سیستم BRT را به عنوان اولویت نخست خود انتخاب کنند. این سیستم توانسته است حجم عظیمی از مسافران را به‌سوی خود جذب کند، به‌طوری که روزانه بیش از ۵۰۰ هزار نفر را فقط در مسیر آزادی - تهرانپارس جابه‌جا می‌کند. در نهایت می‌توان عنوان کرد که با توجه به شاخص‌های مطلوبیت و کارآمدی، سیستم BRT در کلان‌شهر تهران سیستم مطلوب و کارآمدی است که موجبات رضایتمندی شهروندان را فراهم کرده است.

## منابع

- Abedin Dorkush S., 2004, **Introduction to Urban Economy**, University Publication Center, Tehran.
- Asia Urbs, 2008, **Urban Management**, Training on Urban Sustainability Management for Municipalities, Indian Ecocities, pp.1-2.
- Aswanth Yedavalli S., 2008, **Decision Support System for Bus Rapid Transit**, in School of Planning College of Design, Art, Architecture & Planning.
- Biehler D.,1989, **Exclusive Busways versus Light Rail Transit: A Comparison of New Fixed-Guideway Systems**, Special Report 221: Light Rail Transit: New System Successes at Affordable Prices. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp.89-97.
- Cain, A. Darido, G., 2009, **An Overview of Bus Rapid Transit (BRT) in the United States and Lessons Learned from South America**, National Bus Rapid Transit Institute, Center for Urban Transportation Research University of South Florida. Online ppt. (available from): [www.nbrti.org](http://www.nbrti.org).
- Camilo, German, 2003, **Bus Rapid Transit: Impacts on Travel Behavior in Bogota**, Master Thesis in City Planning, Massachusetts Institute of Technology, Colombia.
- Currie, Graham, 2005, **The Demand Performance of Bus Rapid Transit**, Journal of Public Transportation, Vol.8, No.1, pp.41-55.
- Federal Transit Administration: FTA, 2003, **Issues in Bus Rapid Transit** [Report online]; available from <http://www.fta.dot.gov/documents/issues.pdf>. Accessed on November 17, 2006.
- Federal Transit Administration, 2004, **Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision Making** [Report on-line]; available from <http://www.nbrti.org/media/documents/Characteristics%20of%20Bus%20Rapid%20Transit%20for%20Decision-Making.pdf>. United States Department of Transportation. Accessed on Feb.17, 2009.
- Federal Transit Administration, 2005, **Boston Silver Line Washington Street Bus Rapid Transit (BRT)**, Demonstration Project Evaluation, Sep.
- Federal Transit Administration, 2009, **Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making**, project Manager: Helen M. Tann.
- Field, B., Brayan, M., 1997, **Predication Techniques in Urban and Regional Planning**, Translated by Fatemeh Tagizadeh, Budget and Plan Organization publication, Tehran.
- Grava, Sigard, 2003, **Urban Transportation System: Choices for Communities**.
- Grave, Sigurd, 2004, **Urban Transportation System**, Downloaded from Digital Engineering Library at McGraw-Hill ([www.digitalengineeringlibrary.com](http://www.digitalengineeringlibrary.com)).
- Hartmut H. Topp, 2005, **The South American Bus Rapid Transit Systems and the Renaissance of Tram and Light Rail in Europe**, Revista de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes mayo, pp.116-120.
- Henrik Hall, Carl, 2006, **A Framework for Evaluation and Design of an Integrated Public Transportation**, Department of Science and Technology, Linkopings University.
- Jonson, Guilla and Emin Tengstron, 2005, **Urban Transport Development**, A Complex Issue, Springer, e-book.



- Joseph, P. Kubala, P. E. and Scot Barton, 2003, "**BRT = BTR**", **Bus Rapid Transit is Better than Rail**, Center for American Dream of Mobility and Home Ownership, 16 December.
- Khademi, 2006, **Choice of Rail Transportation System in a Cities Corridor**, M.A. thesis in Tehran University.
- Levinson, H., S. Zimmerman, J. Clinger, J. Gest, 2004, **TCRP Report 90: Bus Rapid Transit**, Volume 2: Implementation Guidelines, Transportation Research Board of the National Academic, Washington DC.
- Lloyd Wright, 2003, **A Source Book for Sustainable Transport: Bus Rapid Transit**, (Institute for Transportation and Development Policy), Editor: Karl Fjellstrom, Manager: Manfred Breithaupt, GTZ Transport and Mobility Group.
- Logmani, Mohammad Reza, 2007, **Choice of Public Transportation Optimum Option with Attention to City Size**, Tehran Case Study, M.A. Thesis in Azad University.
- Matsumoto, Naoko, 2008, **Analysis of Policy Processes to Introduce Bus Rapid Transit Systems in Asian Cities from the Perspective of Lesson-Drawing: Cases of Jakarta, Seoul, and Beijing**, Urban Environmental Management Project of IGES.
- Oliver, Paul, A., 2008, **City Leadership: At the Heart of the Global Challenge**, GLOBAL ASIA, Vol.3, No.3, pp.21-24.
- Reznik L.G, 2000 , **The Rigorous Index of Mashines Operation**, Information of Higher Education Institution Oil and Gas : Tyumen, pp.112-115.
- Rodrigue, Paul J. Claude Comtois and Brian Slack, 2006, **The Geography of Transportation Systems**, Routledge, New York, U.S.
- Saffarzadeh M., 2002, **Engineering of Transportation and Traffic**, Tarbiat Modarres University, Tehran.
- Sperling, Daniel and Gordon, Deborah, 2009, **Two Billion Cars, Driving Toward Sustainability**, Oxford University Press.
- Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Studies Co. (TCTTS), 2008, **Metropolitan Tehran Transportation and Traffic Information**, Transportation Deputy of Tehran Municipality.
- Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Studies Co, 2006, **Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Plan**, Transportation Deputy of Tehran Municipality.
- Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Studies Co, 2006, **Tehran Transportation and Traffic at one Glance**, Transportation Deputy of Tehran Municipality.
- Transportation and Terminals Organization (T.T.O), 2008, **IRAN Road Transport Network**, (Roads Network, Transit Roads Network, Major Roads Network, Existing and Future Bottlenecks, Freeways, Highways, etc.), Planning and Education Department.
- Uwe. Deichman, Somik V. Lall, Ajay. Suri, Prgys.R., 2003, **Improved Urban Management**, World Bank Policy Research Working Paper 2003, Washington.DC.
- Vukan, R , Vuchic, 2005, **Urban Transit Operations**, Planning and Economic.
- Wright, L. Walter, Hook, 2007, **Bus Rapid Transit**, Planning Guide, The Wiliam and Flora Hewleh Foundation, Global Environment Facility and GTZ, Institute for Transportation and Development Policy, New York.