

## تأثیرات ترافیکی سامانه اتوبوس‌رانی تندرو بر شبکه حمل و نقل محلات شهری (مورد پژوهی: مسیر خط ۷ BRT - منطقه ۶ تهران)

احسان درستکار\*, شیدا عبدالی\*\*

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۶/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۸/۲۰

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیرات ترافیکی سیستم BRT بر شبکه حمل و نقل محلات شهری انجام پذیرفته است. روش پژوهش استنادی و میدانی می‌باشد و داده‌ها به صورت پیمایشی از طریق پرسشنامه و مصاحبه با افراد محله، کسبه و افراد عبوری که از سیستم BRT استفاده می‌کنند جمع اوری شده‌اند. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات صورت گرفته شده است. با توجه به یافته‌های تحقیق و نظرات شهروندان نسبت به BRT و تأثیر آن بر سطح ترافیک منطقه این گونه می‌توان نتیجه گرفت که سامانه BRT خط ۷ منطقه ۶ شهر تهران توانسته است تا حد قابل توجه ای اثرات ترافیکی ناشی از استفاده وسائل نقلیه دیگر در منطقه را کاهش داده و اثر مثبتی بر شبکه حمل و نقل منطقه بگذارد. اثری که به خودی خود نشان دهنده می‌باشد می‌تواند به تنها بر کل شبکه حمل و نقل منطقه اثرگذار باشد.

### واژگان کلیدی

محلات شهری، سامانه اتوبوس تندرو (BRT)، تأثیرات ترافیکی، منطقه شش تهران

ehsandorostkar@ymail.com

sheida.abdoli@ymail.com

\*کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

\*\* کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

## مقدمه

حمل و نقل به عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی در مناطق شهری به شمار می‌آید به هر مقدار شهر گستردتر و جمعیت و تراکم آن بیشتر باشد پیچیدگی‌های حمل و نقل همگانی آن بیشتر خواهد بود. در سال‌های اخیر تقاضای استفاده از سامانه‌های حمل و نقل همگانی با افزایش سرانه مالکیت و سیله نقلیه شخصی به طور چشمگیری کاهش یافته است. این در حالی است که مدیران شهری با سرمایه‌گذاری‌های وسیع در زمینه توسعه حمل و نقل همگانی سعی در کاهش این اثرات داشته‌اند (امینی شیرازی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱). سیستم اتوبوس سریع السیر تلفیقی از همه روش‌هایی است که تاکنون برای افزایش سرانه استفاده از وسائل نقلیه عمومی به عبارت کاهش ترافیک عبوری استفاده شده است. در چنین حالتی کارایی هر چه بیشتر سیستم اتوبوس رانی می‌تواند تأثیر مثبتی در کاهش هزینه سفر، افزایش دسترسی‌ها، افزایش اطمینان و راحتی، افزایش امنیت و ایمنی، که درنهایت سبب افزایش استفاده سامانه اتوبوس رانی تندرو BRT و کاهش بار ترافیکی از روی شبکه حمل و نقل شهری خواهیم بود. در منطقه شش تهران به دلیل حجم بالای مسافر عبوری، افزایش تراکم ترافیک، افزایش هزینه و زمان سفر برای مسافران و ساکنین منطقه و غیره سامانه اتوبوس رانی تندرو طراحی و به اجرا درآمده است. (خط راه آهن - تجریش)؛ هدف این پژوهش بررسی تأثیرات ترافیکی این سامانه اعم از سطح دسترسی و میزان بار ترافیکی عبوری، زمان سفر و میزان استفاده از سامانه تندرو منطقه شش تهران می‌باشد که نتایج آن به صورت ارائه راهکارهایی برای برطرف کردن مشکلات می‌باشد، و برای رسیدن به این هدف باید به سؤال و فرضیه اصلی تحقیق پاسخ داد. فرضیه تحقیق و سؤال اصلی عبارت است از: آیا میان سامانه اتوبوس رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود دارد؟ متغیرهای در نظر گرفته شده به صورت دو متغیر اصلی نظرات ساکنان و تأثیرات ترافیکی سامانه اتوبوس رانی تندرو می‌باشد.

## روش تحقیق

از آنجاکه هدف اصلی پژوهش حاضر در مرحله نخست شناسایی وضع موجود است و جنبه تحلیلی آن حالت ثانویه دارد، بر این اساس روش تحقیق این پژوهش پیمایشی از نوع توصیفی است که با بهره‌گیری از منابع، اسناد و مدارک مرتبط با تحقیق، از پرسشنامه در بستر تحقیق میدانی نیز بهره برده است. تجزیه تحلیل داده‌ها در سطح آمار توصیفی است که از فراوانی و تحلیل در قالب نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. نمونه‌گیری به صورت تصادفی ۲۷۰ نفر صورت گرفته است. عدد پرسشنامه ۲۷۰ در مورد سطح دسترسی، میزان بار ترافیکی عبوری، زمان سفر و میزان استفاده از سامانه تندرو بر منطقه شش تهران می‌باشد. سؤالات پرسشنامه بر اساس هدف تحقیق در شناسایی و بررسی تأثیرات ترافیکی سامانه تندرو منطقه شش تهران تنظیم و تسیق شده‌اند و به صورت سؤال‌های بسته سه گزینه‌ای ارائه شده‌اند که نتایج آن به صورت ارائه راهکارهایی برای برطرف کردن مشکلات پیش رو می‌باشد.

## چارچوب مبانی نظری

### حمل و نقل عمومی

سیستم حمل و نقل عمومی مجموعه‌ای از افراد، امکانات، تجهیزات و زیرساخت‌ها است که هدف از آن جابجایی مسافر به صورت ابیوه در سطح شهر است. در یک سیستم حمل و نقل عمومی از انواع مختلف وسائل حمل و نقل استفاده می‌شود. به طور کلی وظیفه اصلی هر سیستم حمل و نقل عمومی، انتقال و جابجایی سالم، سریع و راحت مسافران در مقیاس وسیع و برحسب نیاز است. خدمات این سیستم شامل: جمع‌آوری مسافران از مناطق مسکونی و دیگر مناطق شهر، انتقال مسافران به مراکز فعالیت تجاری، صنعتی و جمع‌آوری مسافران در فاصله بین مراکز مناطق یادشده، توزیع مسافران بین مراکز کار و زندگی و محل‌های تفریح (سعید نیا، ۱۳۸۳: ۴۱). روش‌های متنوع حمل و نقل عمومی عبارت اند از: تاکسی، ون، تاکسی یا اتوبوس تلفنی، مسافرکش‌های شخصی، اتوبوس‌های اجاره‌ای، خودروی اشتراکی، اتوبوس‌های منظم، حمل و نقل سریع (حمل و نقل ریلی سریع و سبک)، حمل و نقل سریع چرخ لاستیکی، حمل و نقل ریلی سریع سنگین (صفارزاده، ۱۳۸۱: ۴۲).

### حمل و نقل ابیوه

مفهوم حمل و نقل ابیوه به سیستم بزرگ‌مقیاسی از حمل و نقل عمومی، که در یک شهر یا مادر شهر به کار گرفته می‌شود که با سرعتی بسیار بالا، با ظرفیت وسیع حمل و نقل مسافر و اساساً سیستمی با داشتن حق عبور است. سیستم حمل و نقل ابیوه از دیگر شیوه‌های حمل و نقل عمومی با ایجاد و استفاده از زیرساخت‌های ویژه برای جدایی مسیر عبور و مرور از سایر شیوه‌ها است (Midgley, 1994).

انواع سیستم‌های حمل و نقل ابیوه شامل: MRT (مترو)، سیستم حمل و نقل سبک، مونوریل و BRT که همگی سیستم‌هایی با تعداد و ظرفیت بالای جابجایی مسافر هستند (Grava, 2003).

### **سیستم اتوبوس‌رانی تندرو BRT**

با وجودی که امروزه سیستم حمل و نقل عمومی تحت فشار رشد تقاضا، به دلیل ناکافی بودن زیرساخت‌های شهری است (Santhakumar et al, 2003). BRT یکی از شیوه‌های حمل و نقل ابیوه است، باشد که با سرعت، اطمینان خاطر و امنیت بیشتر به همراه انعطاف پذیری و هزینه‌ای پایین‌تر، اخیراً در مقایسه با سیستم‌های حمل و نقل قدیمی بکار گرفته شده است. استفاده از BRT به عنوان یکی از شیوه‌های اقتصادی و مؤثر حمل و نقل ریلی سریع، در بین سایر شیوه حمل و نقل پذیرفته شده است. از سال ۲۰۰۵ تاکنون بیش از ۲۷۰ سیستم BRT در سرتاسر جهان ایجاد شده است (Matsumoto, 2007; 351-376). BRT به عنوان یکی از شیوه‌های حمل و نقل مسافران شهری در دهه‌های اخیر قرن بیست پدیدار گشته است که توانایی حمل حجم وسیعی از مسافران را دارد. سیستم BRT در سرتاسر آمریکای لاتین، آمریکای شمالی، شمال شرق آسیا، چین، استرالیا و در حال حاضر در آفریقا، هند و ایران نیز توسعه یافته است. مفهوم BRT برای اولین بار از منطقه شمال آمریکا اتخاذ شده است و استفاده از این کلمه در نقاط دیگر جهان در حال افزایش است. همین مفهوم با کلمات متفاوت و در مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (Deng, 2010; 32).

سیستم اتوبوس با ظرفیت بالا<sup>۱</sup>؛ سیستم اتوبوس یا کیفیت بالا<sup>۲</sup>؛ اتوبوس مترویی<sup>۳</sup>؛ متروی سطحی<sup>۴</sup> (Rambaud and Babilotte, 2005& Wright, 2007)

### **تعاریف سیستم اتوبوس‌رانی تندرو BRT**

BRT ترکیبی از تأسیسات، سیستم‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در صنعت حمل و نقل است که نتیجه‌تاً سرویس‌های متداول اتوبوس‌رانی به سرویس‌های حمل و نقلی با بازدهی بیشتر و مؤثرتر برای استفاده کنندگان تبدیل می‌شود (FTA, 2003). BRT یکی از شیوه‌های سریع حمل و نقل است که می‌تواند کیفیت حمل و نقل ریلی و انعطاف اتوبوس را با یکدیگر ترکیب کند (Tiwari, 1999; 77). نوعی سرویس حمل و نقل سریع چرخ دار که ترکیبی از ایستگاه‌ها، وسایل، مجموعه‌ای از راه‌ها، طرح عملیاتی انعطاف‌پذیر و فناوری در بالاترین سطح کیفیت و سرویس با تمرکز بر مشتری مداری است که سریع، قابل اعتماد، راحت و از نظر اقتصادی کارآمد است (Eboli, 2007; 34). سیستم BRT سیستمی اتوبوسی با کیفیت بالا، که راحتی، سرعت و به صرفه بودن اقتصادی را با آماده کردن زیربنای لازم برای ایجاد مسیری جدگانه، فعالیتی سریع و به تناوب، مناسب در بازاریابی و سرویس دهی به مشتریان، ایجاد کرده است. سیستم BRT ذاتاً با سیستم‌های ترازویت مدرن، اما با هزینه‌ای کمتر رقابت می‌کند. رایت هدف از ایجاد سیستم‌های BRT را ایجاد سیستمی اتوبوسی با ویژگی‌هایی مشابه سیستم‌های ریلی، باکیفیتی بالاتر از نظر سطح خدمات می‌داند (Wright, 2003). طبق تعریف راهنمای BRT؛ سامانه اتوبوس تندرو (BRT) یک شبکه حمل و نقل با کیفیت بالاست که امکان جابه‌جایی سریع، راحت و ایمن مسافران را با در نظر گرفتن حق تقدیم اتوبوس به سایر خودروها، سرعت بالای بهره برداری، بازاریابی و خدمات رسانی مناسب در حد عالی فراهم می‌آورد. این تعریف بدان معناست که BRT از نظر سطح کارایی و مشخصه‌های رضایت مسافر قابل رقابت با سامانه‌های حمل و نقل ریلی است، اما از نظر هزینه‌ای اجرا و بهره برداری بسیار ارزان‌تر از آن است (روحی، ۱۳۸۷: ۱). رایت BRT را این گونه تعریف می‌کند: سیستم حمل و نقل عمومی ابیوه اتوبوس محور است که حمل و نقل شهری که حمل و نقل شهری سریع و راحت و مقرن به صرفه‌ای را به ارمنان می‌آورد. توماس نیز این تعریف را از BRT ارائه می‌دهد: BRT مدلی از حمل و نقل سریع است که می‌تواند کیفیت حمل و نقل ریلی و انعطاف پذیری حمل و نقل اتوبوس رانی را با هم ترکیب کند. گزارش TCRP90 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 سریع‌السیر و انعطاف‌پذیر حمل و نقل عمومی است که عناصری چون ایستگاه‌ها، وسایل نقلیه، خدمات، خطوط ویژه و سامانه هوشمند حمل و نقل (ITS) را در قالب سیستم واحدی، با خصوصیات مثبت فراوان که هویت جدیدی را

1 high-capacity bus systems

2 high-quality bus systems

3 Metro-bus

4 surface Metro

نیز شکل می‌دهد، می‌ریزد و آن‌ها را درمی‌آمیزد. به طور خلاصه، BRT سیستم منسجمی از تسهیلات، خدمات و مطابقیت‌هایی است که مجموع سرعت و پایداری و هویت حمل و نقل اتوبوسی را بهبود بخشیده است. BRT در بسیاری از جوانب یک LRT یا قطار سبک شهری با چرخ‌های لاستیکی است؛ اما با انعطاف پذیری اجرایی بالاتر و هزینه‌های سرمایه‌ای و اجرایی کمتر (عمران زاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۵). سیستم BRT یکی از اشکال حمل و نقل توده‌ای است که در راستای حل مشکلات ترافیک شهری و حرکت به سمت توسعه پایدار شهری طراحی و اجرا شده است (قبیری و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۳۲). ویژگی‌های کلیدی سیستم BRT که این کیفیت را تضمین و تعریف می‌کند به شیوه‌ای مفصل توسط (Levinson et al., 2003) تعریف شده است که شامل:

#### عناصر اصلی یک سیستم BRT

(۱) وسائل نقلیه (اتوبوس‌ها) با ظرفیت جابجایی بالا؛ (۲) سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS)؛ (۳) ایستگاه‌های عریض؛ (۴) محل عبور مشخص شده (خطوط نارنجی) که در سطح خیابان مشخص شده‌اند؛ (۵) سیستم جمع‌آوری هزینه حمل و نقل؛ (۶) خدمات رسانی با قابلیت اطمینان بالا و به طور مستمر (از قبیل اطلاع‌رسانی در زمینه آمدن اتوبوس‌های بعدی)؛ (۷) دسترسی عابران و دوچرخه‌سواران به ایستگاه (خشایی پور، ۱۳۹۰: ۲۰).

### معرفی محدوده مورد مطالعه

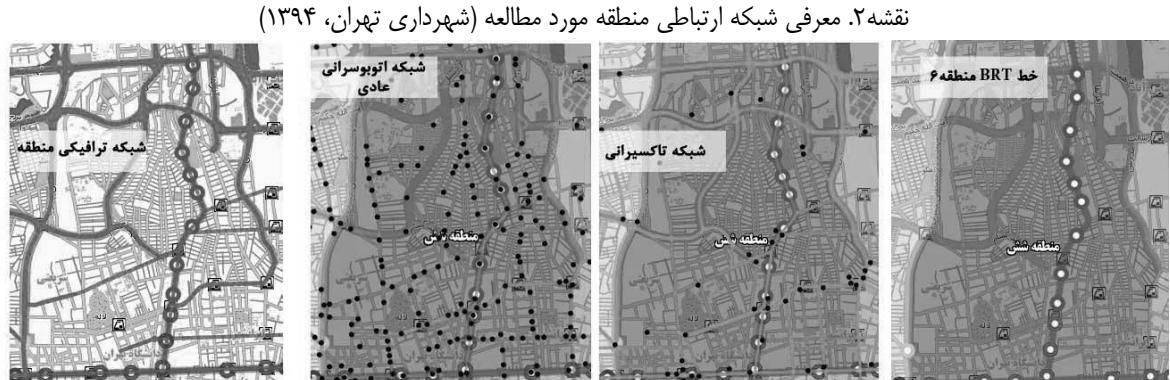
منطقه شش شهرداری تهران با جمعیت ۲۲۹۹۸۰ نفر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) و مساحتی معادل ۴۵/۲۱۳۸ هکتار از سمت شمال به بزرگراه همت، سمت جنوب به محور انقلاب - آزادی، در مرز شرقی توسط بزرگراه مدرس و از سمت غرب به بزرگراه شهید چمران محدود شده است؛ و در وضع موجود با تراکم ناخالص جمعیتی ۱۰۸ نفر در هکتار و با سطحی با مساحت معادل ۳ درصد شهر تهران، به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق شهر تهران جایگاه رفیع در تحولات شهری تهران قرار داشته و دارد.

این منطقه در طی دهه‌های اخیر توسعه شهری تهران به تدریج عرصه تحولات کالبدی، فضایی و سیاسی تأثیرگذار در سطح ملی و حتی بین‌المللی گردیده است. بر این اساس در شرایط کنونی از نظر فعالیت و عملکرد، بخش عمده‌ای از منطقه به عنوان استخوان‌بندی شهر تهران و مرکز شهر جدید، حکومتی - اداری و تجاری (CBD) ایجاد نقش می‌نماید.

ویژگی‌های ساختاری و استراتژیک استخوان‌بندی فضایی - کالبدی منطقه شش شامل: کالبدی، عملکرد و مجراهای می‌باشد. موقعیت مجراهای یا به عبارت دیگر شبکه‌های ارتباطی در منطقه تحت تأثیر الگوی توسعه کالبدی و تدریجی شهر بوده است. بدین معنی که مرکزیت، قدمت و چهت توسعه ضرورت احداث مسیرهایی که بتواند ارتباط عناصر ساختار فضایی شهری را تأمین نماید، سبب ایجاد شبکه‌های شرقی - غربی و در مرحله بعدی محورهای شمالی - جنوبی شده است. به طور کلی دو محور اصلی ساختار فضایی شهر تهران به نام انقلاب و ولی‌عصر تأثیر بسیار قاطعی در جریان‌های ارتباطی منطقه ایجاد نماید.

نقشه ۱. خطوط اتوبوس‌رانی تندرو BRT شهر تهران (شهرداری تهران، ۱۳۹۴)





### ساختمان کالبدی - فضایی موجود در محدوده مطالعاتی

ویژگی‌های ساختاری و استراتژیک استخوان‌بندی فضایی - کالبدی محدوده مطالعاتی شامل: کالبد، عملکرد و مجرها می‌باشد.

#### استخوان‌بندی کالبدی

استخوان‌بندی کالبدی بر اساس اجزاء و عناصر کالبدی، موقعیت قرارگیری در شهر، ساختاری کالبدی، بافت شهری و فضاهای سبز و باز مورد بررسی قرار گرفته است. با استنتاج از این مطالعات عناصر اصلی کالبدی محدوده مطالعاتی عبارت‌اند از: دانشگاه هنر پارک و فضای سبز (پارک دانشجو)، مراکز تجاری (بازار کامپیوترا رضا و ...) مراکز فراغتی - فرهنگی چون (سینما استقلال - سینما آفریقا - سینما قدس) مراکز مذهبی.

#### استخوان‌بندی عملکردی

استخوان‌بندی عملکردی محدوده مطالعاتی در گرو اجزا عملکردی خود که آن‌ها تحت تأثیر نقش و عملکرد تاریخی محدوده مطالعاتی در دوره توسعه کالبدی شهر است. اجزا عملکرد منطقه به طور کلی شامل عناصر اداری، تجاری، فرهنگی، خدماتی و تفریحی می‌باشد. عناصر عملکردی در محورها و لیاصر، انقلاب و خیابان آیت‌الله طالقانی می‌باشد.

#### شبکه ارتباطی

موقعیت مجرها یا به عبارت دیگر شبکه‌های ارتباطی در منطقه تحت تأثیر الگوی توسعه کالبدی و تدریجی شهر بوده است. بدین معنی که مرکزیت، قدمت و جهت توسعه ضرورت احداث مسیرهایی که بتواند ارتباط عناصر ساختار فضایی شهری را تأمین نماید، سبب ایجاد شبکه‌های شرقی - غربی و در مرحله بعدی محورهای شمالی - جنوبی شده است. مجراهای اصلی محدوده مطالعاتی عبارت‌اند از:

- خیابان انقلاب که با خیابان ولی‌عصر در تقاطع‌اند و چهارراه ولی‌عصر را شکل دادند.
- خیابان آیت‌الله طالقانی که با خیابان ولی‌عصر در تقاطع‌اند و میدان ولی‌عصر را شکل دادند.
- خیابان زرتشت که با خیابان ولی‌عصر در تقاطع‌اند و چهارراه زرتشت را شکل دادند.
- خیابان رشت و خیابان علی ولدی.

#### اعتبار پرسشنامه

یک آزمون زمانی دارای پایایی است که نمره‌های مشاهده و نمره‌های واقعی آن دارای همبستگی بالایی باشند(خاکی، ۱۳۸۲). یکی از روش‌های تعیین پایایی آزمون روش ضریب آلفای کرونباخ نام دارد. گفته می‌شود که اگر ضریب آلفا بیشتر از  $0.70$  باشد، آزمون از پایایی قابل قبول برخوردار است(مؤمنی، ۱۳۸۶). این تحقیق به منظور تعیین پایایی پرسشنامه، تعداد  $270$  نفر به عنوان نمونه انتخاب و پرسشنامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت که این تعداد پرسشنامه توسط فرمول کوکران و با توجه به جمعیت منطقه تعیین گردید و سپس از روش آلفای کرونباخ استفاده گردید. این روش برای محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری که خصیصه‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند به کار می‌رود.

برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ، ابتدا باید واریانس نمره‌های هر یک از سؤال‌های پرسشنامه و واریانس کل را محاسبه نمود. فرمول آن عبارت است از :

رابطه (۱):

$$va = \frac{J}{j-i} \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

که در آن:

$J$ =تعداد زیرمجموعه سؤال‌های پرسشنامه یا آزمون

$s_i^2$ =واریانس سؤال  $i^{\text{th}}$  پرسشنامه یا آزمون

$s_t^2$ =واریانس کل پرسشنامه یا آزمون

می‌باشد را محاسبه کرد.

در صورتی که مقدار آلفای کرونباخ از  $0.7$  بیشتر باشد می‌توان گفت سؤالات پرسشنامه مذبور از اعتبار کافی برخوردار است. ضریب آلفای کرون با خ به دست آمده از رابطه فوق برای کل پرسشنامه برابر  $0.801$  می‌باشد. از آنجا که این مقدار بیشتر از  $0.7$  می‌باشد، نشان دهنده آن است که پرسشنامه‌های تحقیق، از قابلیت اعتماد و یا به عبارت دیگر از پایایی لازم برخوردار است.

#### جدول ۱. نتایج آزمون آلفای کرونباخ (منبع: نگارنده)

ضریب آلفا	تعداد گویه
$0.801$	۱۴

با توجه به جدول مقابله مشاهده می‌شود پرسشنامه دارای آلفای کرونباخ بیشتر از  $0.7$  می‌باشد، بنابراین از اعتبار کافی برخوردار هستند.

#### روایی پرسشنامه

روایی به معنای صحیح و درست بودن است (خاکی، ۱۳۸۲). مهم‌ترین روش تعیین روایی در پرسشنامه این پژوهش، روش منطقی است. در این روش، روایی هم به صورت ظاهری و هم محتوایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش ظاهری به این مفهوم است که پرسشنامه باید حداقل دارای روایی ظاهری باشد و شیوه محتوایی به این مفهوم است که کیفیت و کمیت سؤالات از دید صاحب‌نظران مورد بررسی قرار گیرد. به همین منظور پرسشنامه در اختیار صاحب‌نظران حوزه مربوطه و استادی محترم قرار گرفته تا روایی آن تأیید گردد.

#### تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده به منزله پل ارتباطی برای رسیدن به نتایج پژوهش می‌باشد. در این بخش از گزارش پژوهشگر به توصیف حجم نمونه بر اساس اطلاعات به دست آمده پرداخته و با اجرای آزمون آماری مناسب در مورد معناداری رابطه‌ها و تفاوت‌ها و تعیین نتایج به دست آمده به جامعه مورد نظر اقدام می‌کند. در پژوهش حاضر نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS در دو سطح توصیفی و استنباطی به تحلیل داده‌های به دست آمده پرداخته شده است. در سطح توصیفی از شاخص‌های فراوانی (فراوانی، درصد فراوانی، درصد تراکمی و ...) و در بخش استنباطی نیز ضمن کمی سازی، از آزمون‌های آماری برای بررسی فرضیه‌ها استفاده شده است.

#### یافته‌های توصیفی

با مشخص شدن شاخص‌های هر متغیر، پرسشنامه تهیه شد. اطلاعات موردنظر از جامعه آماری به طور تصادفی از میان  $270$  نفر از ساکنین جمع‌آوری و پس از تکمیل پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار داده‌های به دست آمده تحلیل گردید. در ادامه نتایج حاصل از تحلیل اطلاعات جامعه آماری بیان می‌شود. با توجه به جدول ۲ در بخش تأثیرات ترافیکی BRT بر خیابان‌های اطراف بیشترین نظر مثبت را به خود جلب کرده است یعنی میزان تأثیرات ترافیکی BRT بر خیابان‌های اطراف بالا می‌باشد که میانگین آن برابر است با  $2/8$  درصد را در بر می‌گیرد. بنابراین در جامعه مورد مطالعه میزان تأثیرات ترافیکی BRT بر خیابان‌های اطراف بالا از موارد دیگر می‌باشد. و همچنین، در نقش BRT در ایجاد قطب‌های تجاری کمترین نظر مثبت را به خود اختصاص داده است یعنی میزان نقش BRT در ایجاد نقش BRT در ایجاد قطب‌های تجاری کم می‌باشد که میانگین آن برابر است با  $1/7$  درصد را در بر می‌گیرد. بنابراین در جامعه مورد مطالعه میزان نقش BRT در ایجاد قطب‌های تجاری کمتر از موارد دیگر می‌باشد.

جدول ۲. میزان تأثیرات ترافیکی سامانه اتوبوس‌رانی تندرو BRT بر منطقه از نظر ساکنین (منبع: نگارنده)

موارد سنجش نظرات ساکنین	تعداد	میانگین	Std. Deviation	Std. Error Mean
حجم مسافران جابجا شده در سامانه	۲۷۰	۲.۴	۱.۰۴۵	۰.۰۵۶
سرعت دسترسی به وسائل نقلیه مکمل	۲۲۷۰	۲.۷	۱.۱۸۴	۰.۰۶۳
مسیر ویژه طراحی شده شبکه اتوبوس‌رانی تندرو	۲۷۰	۲.۴	۰.۹۳۰	۰.۰۵۰
تأثیر خدمات جانی بر ترافیک منطقه	۲۷۰	۲.۲	۱.۲۲۴	۰.۰۶۵
سرعت اتوبوس‌های تندرو	۲۷۰	۲.۲	۱.۰۳۳	۰.۰۵۵
نحوه ارتباط دیگر وسائل نقلیه با سامانه تندرو BRT	۲۷۰	۲.۲	۰.۹۵۳	۰.۰۵۱
تأثیرات کاربری‌های مجاور BRT بر سطح ترافیکی منطقه	۲۷۰	۲.۶	۳.۱۱۲	۰.۱۶۶
ترجیح دادن به استفاده از BRT	۲۷۰	۲.۱	۱.۰۰۷	۰.۰۵۴
ظرفیت ترافیکی BRT در ساعت‌های اوج ترافیک	۲۷۰	۲.۰	۰.۸۱۲	۰.۰۴۳
تدخل حرکتی با سایر وسائل نقلیه عمومی و شخصی	۲۷۰	۲.۶	۰.۹۲۷	۰.۰۵۰
حجم جابجایی مسافر در طول روز	۲۷۰	۲.۷	۱.۰۶۱	۰.۰۵۷
نقش BRT در ایجاد قطب‌های تجاری	۲۷۰	۱.۷	۰.۹۳۶	۰.۰۵۰
تأثیر BRT بر سایر وسائل نقلیه دیگر در شبکه حمل و نقل	۲۷۰	۲.۳	۱.۰۶۸	۰.۰۵۷
تأثیرات ترافیکی BRT بر خیابان‌های اطراف	۲۷۰	۲.۸	۱.۱۱۳	۰.۰۵۹

## یافته‌های استنباطی

در این قسمت به تحلیل استنباطی داده‌ها پرداخته و با استفاده از آزمون آماری مناسب به تحلیل فرضیات پرداخته شده است. در این بخش جهت بررسی فرضیه پژوهش پس از کمی سازی و جمع‌بندی امتیاز پاسخ سؤالات مربوط به هر سؤال پژوهش به بررسی فرضیه پرداخته شده است. برای کمی سازی نیز امتیازات (۱۱) سؤالات مربوط به هر متغیر باهم جمع شده است. ابتدا به کمک آزمون کلموگروف اسپیرنوف به بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای تحقیق می‌پردازیم. در صورتی که سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد توزیع متغیر نرمال نیست، بنابراین جهت بررسی فرضیه تحقیق از آزمون‌های ناپارامتری (دوجمله‌ای) استفاده می‌نماییم. آزمون دوجمله‌ای به بررسی تأثیر یک متغیر بر متغیر دیگر می‌پردازد. در صورتی که سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر رد شده و متغیر مورد نظر اثربخش است. این آزمون گاهی آزمون نسبت نیز نامیده می‌شود و زمانی به کار می‌رود که می‌خواهیم نسبت خاصی را در جامعه بسنجیم. این آزمون معادل ناپارامتری آزمون میانگین یک جامعه است. در این تحقیق فرض بر این است که افراد در دو گروه با نمره کمتر از ۲ و بیشتر از ۲ دسته‌بندی می‌شوند و افراد با نمره بیشتر از ۲ عامل موردنظر را مؤثر می‌دانند. جهت بررسی ارتباط فرضیه از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده می‌نماییم. این آزمون زمانی استفاده می‌شود که هر دو متغیر دارای مقیاس رتبه‌ای باشند و یا توزیع متغیرها نرمال نباشد. فرض صفر در آزمون اسپیرمن عدم وجود رابطه معنی‌دار بین متغیرهای مورد بررسی است و فرض مقابل وجود رابطه معنی‌دار بین دو متغیر است.

فرض صفر: عدم وجود رابطه معنی‌دار بین دو متغیر مورد بررسی

فرض مقابل: وجود رابطه معنی‌دار بین دو متغیر مورد بررسی

$$\begin{cases} H_0 : \rho = 0 \\ H_1 : \rho \neq 0 \end{cases}$$

در صورتی که سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرض صفر رد شده و با اطمینان ۹۵٪ می‌توان گفت رابطه معنی‌داری بین دو متغیر وجود دارد. در این حالت با توجه به مقدار ضریب همبستگی و علامت آن می‌توان گفت اگر ضریب همبستگی مثبت باشد رابطه بین دو متغیر مستقیم است یعنی با افزایش یکی، دیگری نیز افزایش می‌یابد. اگر منفی باشد بدین معنا است که با کاهش یکی، دیگری افزایش می‌یابد و بالعکس. مقدار ضریب همبستگی اسپیرمن با کمک رابطه زیر به دست می‌آید:

$$r_s = 1 - \frac{6(\sum d_i^2)}{n(n^2 - 1)}$$

### بررسی نرمال بودن متغیر مشارکت مردم

در این قسمت ابتدا به بررسی نرمال بودن متغیر مشارکت مردم با کمک آزمون کلموگروف اسمیرنوف می‌پردازیم.

فرض صفر آزمون عبارت است از ( $H_0$ ) : نرمال بودن توزیع متغیر

فرض مقابل عبارت است از ( $H_1$ ) : عدم نرمال بودن توزیع متغیر مورد بررسی

درصورتی که سطح معنی‌داری آزمون کمتر از  $0.05$  باشد فرض صفر را رد کرده و با اطمینان  $95\%$  می‌توان گفت توزیع داده‌ها نرمال نیست. درصورتی که سطح معنی‌داری آزمون بیشتر از  $0.05$  باشد فرض صفر را می‌پذیریم و توزیع داده‌ها نرمال است.

جدول ۳. بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها (منبع: نگارنده)

نتیجه	سطح معنی‌داری (sig)	آماره Z	متغیر
رد فرض صفر- توزیع متغیر نرمال نیست. $\text{sig} < 0.05$	.006	-0.07	تأثیر ترافیکی سامانه اتوبوس‌رانی تندرو بر منطقه

با توجه به جدول بالا از آنجاکه سطح معنی‌داری آزمون نرمال بودن متغیر تأثیر ترافیکی سامانه اتوبوس‌رانی تندرو بر منطقه کمتر از  $0.05$  می‌باشد بنابراین فرض صفر را رد کرده و با اطمینان  $95\%$  می‌توان گفت توزیع متغیر نرمال نیست.

### بررسی فرضیه تحقیق

جهت بررسی فرضیه تحقیق از دو جمله‌ای استفاده می‌نماییم.

فرض تحقیق : " میان سامانه اتوبوس‌رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود دارد؟ "

فرض صفر ( $H_0$ ) : میان سامانه اتوبوس‌رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود ندارد.

فرض مقابل ( $H_1$ ) : میان سامانه اتوبوس‌رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود دارد.

جهت بررسی فرضیه فوق از آزمون دو جمله‌ای استفاده می‌نماییم.

با توجه به جدول ۲ جامعه آماری به دودسته کمتر از عدد ۲ (تأثیرگذاری منفی) و بیشتر از ۲ (تأثیرگذاری مثبت) دسته‌بندی شده است.

سطح معنی‌داری آزمون ( $0.000$ ) از  $0.05$  کمتر است. بنابراین فرض صفر رد شده و با اطمینان  $95\%$  می‌توان گفت، میان سامانه اتوبوس‌رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود دارد. با توجه به اینکه فراوانی گروه دوم بیشتر است می‌توان گفت میان سامانه اتوبوس‌رانی تندرو و تأثیرات ترافیکی آن بر شبکه حمل و نقل منطقه شهری رابطه معناداری وجود دارد و تأثیری مثبت دارد.

جدول ۴. آزمون دو جمله‌ای (منبع: نگارنده)

سطح معنی‌داری	احتمال مورد آزمون	احتمال مشاهده شده	تعداد	گروه
0.000	0.05	0.21	18	گروه ۱ (کمتر یا مساوی ۲)
		0.79	52	گروه ۲ (بیشتر از ۲)

### نتیجه‌گیری

بررسی‌های صورت گرفته در پژوهش حاضر نشان داد که در سیستم BRT، اتوبوس به عنوان یک وسیله‌ی نقلیه مناسب، دارای جایگاه

ارتفاع‌یافته‌ای است به طوری که بخش قابل توجهی از مسافران آن را جوانان بالاً‌الخص افراد تحصیل کرده با طبقات اجتماعی متوسط به

بالا تشکیل می‌دهند که این خود نویدی برای وجود فرهنگ استفاده از این سیستم در منطقه است که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های آتی

برای توسعه‌ی این خطوط موردنموده واقع شود. از طرفی نظرات شهروندان از خط هفت BRT در این منطقه نشان می‌دهد که این سیستم عملکرد قابل قبولی دارد به‌گونه‌ای که اهداف موردنظر از راهاندازی آن تا حدود زیادی تأمین شده است. نظرات شهروندان از شاخص‌های مورد بررسی از جمله سرعت حرکت اتوبوس‌ها و کاهش زمان سفر مسافرین و کاهش میزان زمان انتظار آن‌ها در ایستگاه‌ها، نشان از نقاط قوت این سیستم است که باعث شده است تا میزان قابلیت اطمینان مردم به آن افزایش یابد. همچنین نظرات مسافران از زمان‌بندی و فاصله‌ی زمانی حرکت اتوبوس‌ها خصوصاً در ساعت اوج ترافیک گویای برنامه‌ریزی خوب این سیستم است که در عملکرد آن مؤثر است. با توجه به یافته‌های تحقیق و نظرات شهروندان نسبت به BRT و تأثیر آن بر سطح ترافیک منطقه این‌گونه می‌توان نتیجه گرفت که سامانه BRT خط ۷ منطقه ۶ شهر تهران توانسته است تا حد قابل توجهی اثرات ترافیکی ناشی از استفاده وسایل نقلیه دیگر در منطقه را کاهش داده و اثر مثبتی بر شبکه حمل و نقل منطقه بگذارد. اثربودن خود نشان دهنده‌ی قابلیت بالای سامانه اتوبوس‌رانی تندرو BRT می‌باشد و ظرفیت قابل استفاده و پنهان آن را برای ما نمایان می‌کند. در این پژوهش نشان دادیم که BRT در سطح یک منطقه از لحاظ ترافیکی تأثیرات مفیدی را خواهد گذاشت و هم مکمل وسایل نقلیه دیگر خواهد بود و هم می‌تواند به‌تهاهایی بر کل شبکه حمل و نقل منطقه اثرگذار باشد. در انتهای به برخی از پیشنهادها اشاره می‌شود که می‌تواند با در نظر گرفتن آن‌ها اثرات این سامانه بر شبکه حمل و نقل مؤثرتر و تقویت شود:

### پیشنهادها

- توسعه‌ی خطوط BRT در سطح شهر با مکان‌بایی مناسب؛
- توزیع بلیت‌هایی با قیمت کمتر برای دو گروه از کاربران شامل مسافرین دائمی و محصلین برای افزایش استفاده کاربران و جلب مسافر و افزایش ظرفیت جابجایی برای کاهش استفاده از وسایل نقلیه دیگر؛
- اولویت‌دهی به حرکت اتوبوس‌های BRT در چهارراه‌ها با تنظیم سیستم چراغ راهنمایی هوشمند؛
- افزایش خدمات جانبی در خطوط BRT برای جلب نظر مسافران و ایجاد یک مزیت نسبی؛
- افزایش تعداد ناوگان برای تسریع جابجایی مسافر و آسایش و راحتی آن‌ها؛

### فهرست مراجع

۱. امینی شیرازی، حامد و خطیب‌زاده، آرمین(۱۳۹۰). شناسایی سامانه اتوبوس تندرو(BRT). تهران: انتشارات راهدان.
۲. خاکی، غلامرضا(۱۳۸۲). مدیریت زمان. چاپ ششم، تهران: انتشارات بازتاب.
۳. خشایی پور، مرتضی(۱۳۹۰). برنامه‌ریزی سیستم حمل و نقل همگانی. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۴. روحی، امیر(۱۳۸۷). اتوبوس‌های تندرو شتاب بیشتر توسعه حمل و نقل عمومی. جستارهای شهرسازی، شماره ۲۶ و ۲۷، تهران.
۵. سعید نیا، احمد (۱۳۸۳). کتاب سبز شهرداری‌ها حمل و نقل شهری. جلد سوم، تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور. ع شهرداری تهران، بازیابی ۵ تیرماه ۱۳۹۴، [Http://www.Tehran.ir](http://www.Tehran.ir)
۶. صفارزاده، محمود(۱۳۸۱). مهندسی تراپری و ترافیک. جلد اول و دوم: مهندس تراپری. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
۷. عمران زاده، بهزاد، قرخلو، مهدی و همکاران(۱۳۸۹). ارزیابی و تحلیل کارایی سامانه حمل و نقل BRT و رضایت عمومی از آن در کلان شهر تهران. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۳، ص ۱۹-۳۸، تهران.
۸. قبیری، ابوالفضل، صفرپور، میثم و کرد، قهرمان(۱۳۹۲) بررسی و ارزیابی اثرات اقتصادی BRT بر کاربری‌های تجاری کلان شهر تبریز؛ فلکه دانشگاه تا چهارراه شریعتی. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۱۶، ص ۱۳۱-۱۴۴، اصفهان.
۹. مرکز آمار ایران(۱۳۹۰). سرشماری نفوس و مسکن کشور.
۱۰. مؤمنی، منصور(۱۳۸۶). تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS. تهران: انتشارات کتاب نو.
13. Deng, T,(2010) , The Impact of Bus Rapid Transit on Land Development: A Case Study of Beijing, Engineering and Technology Journal, Vol. 16,No. 6,pp23-32.
14. Eboli,L (2007), Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit. Journal of Public Transportation, Vol. 10. No. 3,pp. 21-34
15. Federal Transit Administration: FTA, (2003) , Bus Rapid Transit [Report online]; available at :www. fta. dot. gov/ documents/ issues. pdf.
16. Grava,S. (2003). Urban Transportation System: Choices for Communities(New York:McGraw-Hill).

17. Levinson, H. , Zimmerman, S. , Clinger, J. , Rutherford, S. , Smith, R. L. , Cracknell, J. et al. (2003) Bus Rapid Transit: Case Studies in Bus Rapid Transit, Vol 1, TCRP Report 90 (Washington, DC: Transportation Research Board of the National Academies).
18. Matsumo (2007), Analysis of Policy Processes to Introduce Bus Rapid Transit Systems in Asian Cities from the Perspective of Lesson-drawing. In: Air Pollution Control in the Transportation Sector: Third Phase Research Report of the Urban Environmental Management Project, IGES (Hayama).
19. Midgley, P (1994) Urban Transport in Asia: An Operational Agenda for the 1990s. World Bank Technical Paper Number 224, Asia Technical Department Series (Washington, DC: World Bank).
20. Rambaud and Babilotte (2005) , Buses with a High Level of Service: concept and recommendations, Centre on Transport and Urbanism (Certru), Available at: <http://www.certru.fr>.
21. Santhakumar et al(2003) , Transportation system management for Madurai city using GIS, MapIndia, Poster Session.
22. Tiwari, G (1999) , "Planning for non-motorized traffic – a prerequisite for sustainable transport system", IATSS Research. Vol. 23, No. 2, 270–77.
23. Wright. L (2007) ,Bus Rapid Transit Planning Guide ,(New York: Institute for Transportation and Development Policy).
24. Wright. L (2003) ,Bus rapid transit planning guide, Eschborn,Germany: GTZ.