پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷
ص ۴۰۵-۴۲۶

مطالعهٔ اثرات سیاست بهبود عملکرد سیستم اتوبوس‌رانی در محدودهٔ مرکزی تهران (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۱۲)

فاطمه سالاروندیان * – دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشکدهٔ جغرافیای دانشگاه تهران
سعید ارونقی – کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک، دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب
سید جمال حسینی – دانشجوی دکتری مدیریت پیشگیری از جرم، دانشگاه علوم انتظامی امین

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰ تأیید مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۲۵

چکیده

منطقهٔ ۱۲ به‌عنوان قلب تهران اتکای زیادی به سیستم حمل‌ونقل عمومی دارد. راه‌اندازی خطوط حمل‌ونقل همگانی جدید در حالی رخ داده که سیستم اتوبوس‌رانی کنونی متناسب با آن تغییر نکرده و ضروری است این سیستم بازنگری شود. هدف پژوهش حاضر، شناسایی مهم‌ترین اقدامات ممکن برای بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی و بررسی آثار این سیاست در بهبود شاخص‌های ابعاد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی-کالبدی، و اجتماعی-فرهنگی در منطقه است. در ابتدا، مهم‌ترین راهکارهای عملی در راستای این سیاست با تکنیک دلفی معرفی شد. سپس با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر، تأیید ارتباط معنادار میان شاخص‌های پژوهش صورت گرفت. پس از آن، با به‌کارگیری آزمون میانگین رتبه‌ای فریدمن، شاخص‌های سه بعد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی-کالبدی و اجتماعی-فرهنگی رتبه‌بندی شدند. براساس نتایج، ابعاد اجتماعی-فرهنگی، حمل‌ونقل و کالبدی-زیست‌محیطی به‌ترتیب بیشترین تأثیر را از سیاست بازنگری سیستم می‌پذیرند. بررسی معایب و موانع طرح از نظر متخصصان نشان داد لزوم هماهنگی با سیستم اتوبوس‌رانی سایر مناطق مجاور و افزایش تعداد سفر، مهم‌ترین معایب این طرح است. درحالی‌که مهم‌ترین موانع اجرای طرح شامل تداخل وظایف نهادهای تصمیم‌گیر، و نبود نیروی متخصص محسوب می‌شود. در ادامه، پتانسیل اجرایی هرکدام از اقدامات سه‌گانهٔ طرح از نظر متخصصان آزموده شد. براین‌اساس، مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه، بالاترین پتانسیل اجرایی را دارد.

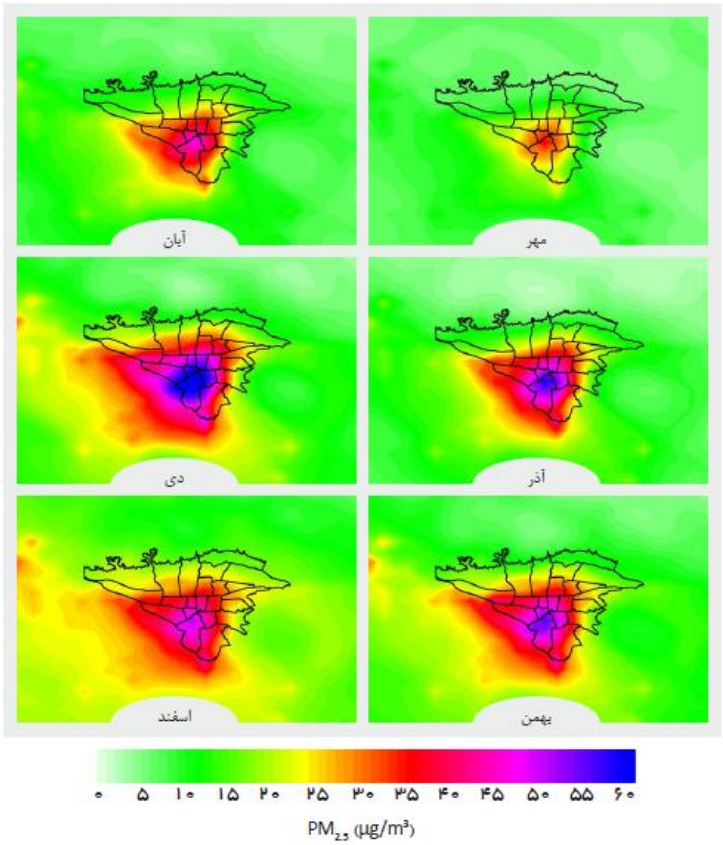
کلیدواژه‌ها: سیستم اتوبوس‌رانی، هاب‌های انتقالی، مسیرهای ویژه، منطقهٔ ۱۲.

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۰۶۸۰۹۳۶۶
E- mail: fsalarvandian@ut.ac.ir

مقدمه

تغییر و رشد شهر چالش‌های جدیدی را به توسعهٔ منطقه‌ای به‌ویژه از منظر پایداری تحمیل می‌کند. حمل‌ونقل عمومی نقش مهمی در خدمات‌رسانی به مناطق شهری دارد. برای افزایش استفاده از این سامانه، دسترسی به خدمات و کارایی سیستم از ضروریات است (Murray, 2001). در این میان، توسعه و رشد مراکز شهری لزوم توسعهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی را می‌طلبد.

حمل‌ونقل عمومی یکی از مهم‌ترین سیستم‌های حمل‌ونقل است که در حجم انبوه، مسافران را جابه‌جا می‌کند. منطقهٔ ۱۲ به‌عنوان قلب تپنده و مرکز تاریخی و اقتصادی تهران، یکی از مراکز مهم و حساس شهر به‌شمار می‌رود که روزانه پذیرای حجم بالایی از مراجعات شهروندان است. استقرار بازار تهران و آثار فضایی و کالبدی ناشی از آن، تمرکز مراکز اداری—سیاسی از جمله سفارتخانه‌ها و ساختمان‌های اداری، تمرکز موزه‌ها و مراکز گردشگری تهران قدیم، و مراکز آموزشی موجب شده است که روزانه در این منطقه حجم بالایی از سفرهای تهران صورت بگیرد. براساس آمارهای موجود، منطقهٔ ۱۲ بالاترین نرخ جذب سفر (حدود ۱۲ درصد) در میان مناطق تهران را دارد (اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۵). حجم بالای تردد موجب افزایش آلودگی در این منطقه به‌ویژه در فصل‌های سرد سال می‌شود. شکل ۱ پراکنش آلایندهٔ PM2.5 را در شش ماههٔ دوم سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد و بیانگر این است که منطقهٔ ۱۲ در طول این دوره از مناطق آلودهٔ تهران بوده است.

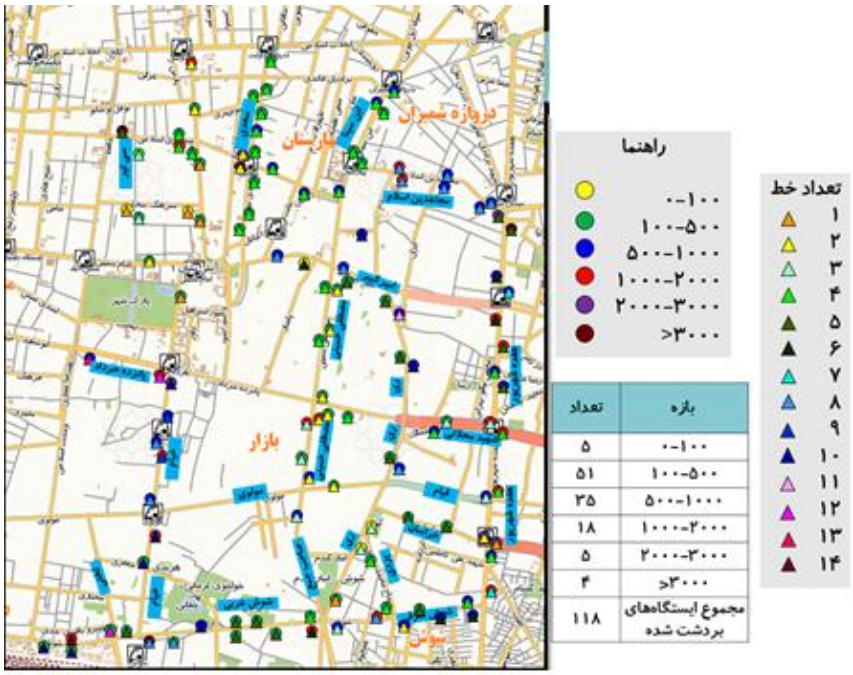


شکل ۱. پراکنش آلایندهٔ PM2.5 در شش ماههٔ دوم سال ۱۳۹۵

منبع: شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، ۱۳۹۵

محدودیت تردد اتومبیل شخصی در قالب طرح ترافیک (RTZ) موجب کاهش سفر با خودروهای شخصی در این منطقه شده است. اجرای این طرح از یک‌سو و احاطهٔ منطقه با محدودهٔ طرح زوج و فرد، سبب شده است بسیاری از سفرهای این منطقه با سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی از جمله مترو و اتوبوس انجام شود. در حال حاضر ۵ خط مترو در قالب ۱۶ ایستگاه، جابه‌جایی مسافران را در محدودهٔ منطقه ۱۲ انجام می‌دهد. از مجموع ۲۵۰ خط اتوبوس‌رانی تهران نیز، ۵۳ خط یعنی حدود یک‌چهارم آن یا از منطقه ۱۲ عبور می‌کنند یا ایستگاه ابتدایی آن‌ها در این منطقه است. خطوط تاکسی در این منطقه نیز ۴۳ خط است (جدول ۱). نگاهی گذرا به این اعداد و ارقام نشان‌دهندهٔ جابه‌جایی حجم بالایی از مسافران توسط حمل‌ونقل عمومی در منطقه است. در این میان سهم سیستم اتوبوس‌رانی به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین وسایل حمل‌ونقل عمومی در منطقه چندان قابل‌توجه نیست.

یکی از شاخص‌های مهم شبکهٔ اتوبوس‌رانی شهر تهران بررسی ظرفیت، و میزان کارایی و بهره‌برداری خطوط است. با توجه به تغییرات حمل‌ونقل عمومی در سال‌های اخیر، بررسی این خطوط نشان می‌دهد سیستم مورد نظر متناسب با شرایط و نیازهای ترافیکی و ترددی در منطقه توسعه نیافته است. هرچند در سال‌های اخیر ۶/۶ کیلومتر مسیر ویژه و ۵ کیلومتر خط ویژه برای تردد اتوبوس‌ها و افزایش مطلوبیت این وسیله در منطقه درنظر گرفته شده است، کارایی خطوط قدیمی شهر تهران به‌مرورزمان از بین رفته و تغییراتی در تقاضای خدمات‌رسانی آن‌ها ایجاد شده است. همچنین با تغییرات ایجادشده در سایر وسایل حمل‌ونقل توسعه‌نیافته متناسب است که دلیل این امر را می‌توان تأثیر عواملی از جمله احداث و تکمیل خطوط مترو در مسیرهای موازی دانست. با توجه به بررسی تراکم خطوط اتوبوس‌رانی منطقه در شکل ۲، کمتر از ۵ درصد خطوط اتوبوس‌رانی منطقه، حجم تبادل سفر بیش از ۳ هزار نفر را دارند. درحالی‌که در ۴۷/۵ درصد ایستگاه‌ها حجم تبادل بسیار ناچیز و حتی کمتر از ۵۰۰ نفر است (معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقهٔ ۱۲، ۱۳۹۶).



بازه	تعداد
۰-۱۰۰	۵
۱۰۰-۵۰۰	۵۱
۵۰۰-۱۰۰۰	۳۵
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۸
۲۰۰۰-۳۰۰۰	۵
>۳۰۰۰	۴
مجموع ایستگاه‌های برداشت شده	۱۱۸

شکل ۲. مجموع مسافر سوارشده و پیاده‌شده در ۶ ساعت در ایستگاه‌ها

منبع: معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقهٔ ۱۲، ۱۳۹۶

همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد سرفاصلهٔ زمانی خطوط، به‌ویژه عصرها طولانی است و در برخی از این مسیرها به ۱۵ دقیقه می‌رسد (جدول ۱). شاخص بار مسافر[1] به‌طور ساده به تعداد مسافران در یک واحد وسیلهٔ نقلیهٔ حمل‌ونقل همگانی گفته می‌شود. در بسیاری از موارد اشغال وسیلهٔ نقلیه را نسبت به تعداد صندلی، به‌عنوان ضریب بار[2] به‌کار می‌برند. ضریب ۱ یعنی همهٔ صندلی‌ها اشغال شده‌اند. اهمیت بارگذاری وسیلهٔ نقلیه با توجه به نوع خدمات متفاوت است. به‌طورکلی، حمل‌ونقل اتوبوس ضریب بار زیر ۱ را برای سفرهای رفت‌وآمد از راه دور و با عملکرد سرعت بالا و ترافیک مخلوط فراهم می‌کند. براساس پژوهش‌ها، ضریب اشغال ارتباط معناداری با احساس راحتی مسافر دارد. اگر ضریب بار بالاتر از ۱ باشد، مسافران احساس راحتی نمی‌کنند (Vovsha et al., 2014; Shen et al., 2016; Li and Hensher, 2011; Tirachini et al., 2013). با این حال، سرویس‌های داخل شهری می‌تواند به ضریب بار ۲ (به‌طور معمول ۱/۵) نزدیک شود. درحالی‌که سایر سرویس‌ها میان این مقادیر هستند (Transit Capacity and quality of Service Manual, 2003). در جدول ۱، میانگین ضریب بار میان ۰/۹ تا ۱/۵ با رنگ قهوه‌ای نشان داده شده است که بیان می‌کند تنها ۳ ایستگاه ضریب بار بالاتر از ۱ دارند؛ یعنی استفاده از اتوبوس در این منطقه چندان بالا نیست.

با توجه به جدول ۲، میانگین حجم مسافران ایستگاه‌های ابتدایی خطوط اتوبوس‌رانی داخل منطقه درمجموع ۶ ساعت، تنها در دو ایستگاه میدان شوش و میدان بهارستان بالای ۱۰۰۰ نفر است.

جدول ۱. سرفاصلهٔ خطوط فعال در منطقهٔ ۱۲

شماره خط	مبدا	مقصد	تعداد تردد صبح در ۳ ساعت	متوسط سرفاصله صبح (دقیقه)	تعداد تردد عصر در ۳ ساعت	متوسط سرفاصله عصر (دقیقه)	میانگین load factor	LF صبح	LF عصر
۳۱۰	پایانه شهید براری	میدان ولی‌عصر(عج)	۲۶	۷	۱۶	۱۱.۲۵	۱/۱۴۱	۱/۴۰۵	۰/۶۳۵
۳۱۰	میدان ولی‌عصر (عج)	پایانه شهید براری	۲۱	۸.۵	۱۸	۱۰	۰/۷۳۲	۰/۳۳۶	۱/۱۸۱
۳۱۷	میدان شوش	میدان بهارستان	۵۷	۳	۳۳	۵.۵	۰/۹۰۴	۱/۱۳۷	۰/۴۵۳
۳۱۷	میدان بهارستان	میدان شوش	۶۰	۳	۲۹	۶	۰/۴۷۶	۰/۲۷۲	۰/۹
۳۰۸	میدان امامت	پایانه امام خمینی	۲۰	۹	۱۱	۱۶	۱/۱۱۸	۱/۲۳۴	۰/۲۷۷
۳۰۸	پایانه امام خمینی(ره)	میدان امامت	۱۹	۹.۵	۱۳	۱۴	۰/۴۶۱	۰/۱۲۳	۰/۸۲۷
۳۵۱	هاشم آباد	ناصرخسرو	۲۱	۸.۵	۱۸	۱۰	۱/۰۸۵	۱/۳۲۰	۰/۶۴۵
۳۵۱	ناصر خسرو	هاشم‌آباد	۲۳	۷.۸	۱۴	۱۳	۰/۵۴۴	۰/۰۹۰	۱/۲۷
۳۴۴	بلوار ابوذر	ناصرخسرو	۲۶	۷	۲۰	۹	۰/۸۹۴	۱/۲۲۱	۰/۳۶۴
۳۴۴	ناصرخسرو	بلوار ابوذر	۲۳	۷.۸	۲۱	۸.۵	۰/۴۴۵	۰/۱۱	۰/۸۱۱
۳۴۵	بلوار ابوذر	میدان بهارستان	۳۰	۶	۲۴	۷.۵	۰/۸۱۱	۱/۰۳۲	۰/۵۳۲
۳۴۵	میدان بهارستان	بلوار ابوذر	۲۷	۶.۷	۲۵	۷.۲	۰/۷۷۶	۰/۱۸۳	۱/۰۸۸
۲۷۶	میدان انقلاب اسلامی	میدان خراسان	۲۹	۶	۱۸	۱۰	۰/۷۳۳	۰/۳۰۴	۱/۳۷۸
۲۷۶	میدان خراسان	میدان انقلاب اسلامی	۲۸	۶.۵	۱۸	۱۰	۰/۶۲۱	۰/۷۷۲	۰/۳۹
۳۱۲	میدان رسالت	میدان قیام	۱۷	۱۰.۵	۱۲	۱۵	۰/۷۰۶	۰/۹۷۹	۰/۱۹۷
۳۱۲	میدان قیام	میدان رسالت	۱۶	۱۱.۲۵	۱۲	۱۵	۰/۴۴۰	۰/۲۷۱	۰/۷۱

منبع: معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری منطقهٔ ۱۲

1. Passenger Load
2. Load Factor

جدول ۲. میانگین حجم مسافر ایستگاه‌های ابتدایی خطوط

مبدا	مقصد	صبح	عصر	مجموع ساعتی	مجموع ۶ساعت
میدان بهارستان	ابوذر	۲۳	۱۲۹	۱۵۲	۹۱۰
میدان بهارستان	کوهسار	۵	۷۷	۸۲	۴۹۶
میدان بهارستان	شوش	۱۰۲	۱۱۱	۲۱۳	۱۲۸۰
میدان بهارستان	پایانه ائمه اطهار	۴	۵۸	۶۲	۳۷۲
میدان بهارستان	خیابان معلم	۵	۱۹	۲۴	۱۴۴
سعدی جنوبی	هاشم آباد	۳	۳۴	۳۷	۲۲۰
سعدی جنوبی	بلوار ابوذر	۶	۶۴	۷۰	۴۲۲
سعدی جنوبی	پارک ولیعصر	۱۰	۵۲	۶۲	۳۶۷
سعدی جنوبی	پایانه جنوب	۱۵	۳۹	۵۴	۳۲۷
سعدی جنوبی	پاسدار گمنام	۲	۱۳	۱۵	۹۱
امام خمینی	امامت	۸	۳۳	۴۱	۲۴۵
میدان خراسان	انقلاب	۶۷	۱۶	۸۳	۴۹۸
شوش	بهارستان	۴۱۵	۵۳	۴۶۸	۲۸۰۴
بلوار قیام	میدان رسالت	۱۶	۶	۲۲	۱۳۲

منبع: همان، ۱۳۹۶

جدول ۳. تعداد مسافران سوارشده و پیاده‌شده در ایستگاه‌های اتوبوس منطقهٔ ۱۲ در ۶ ساعت

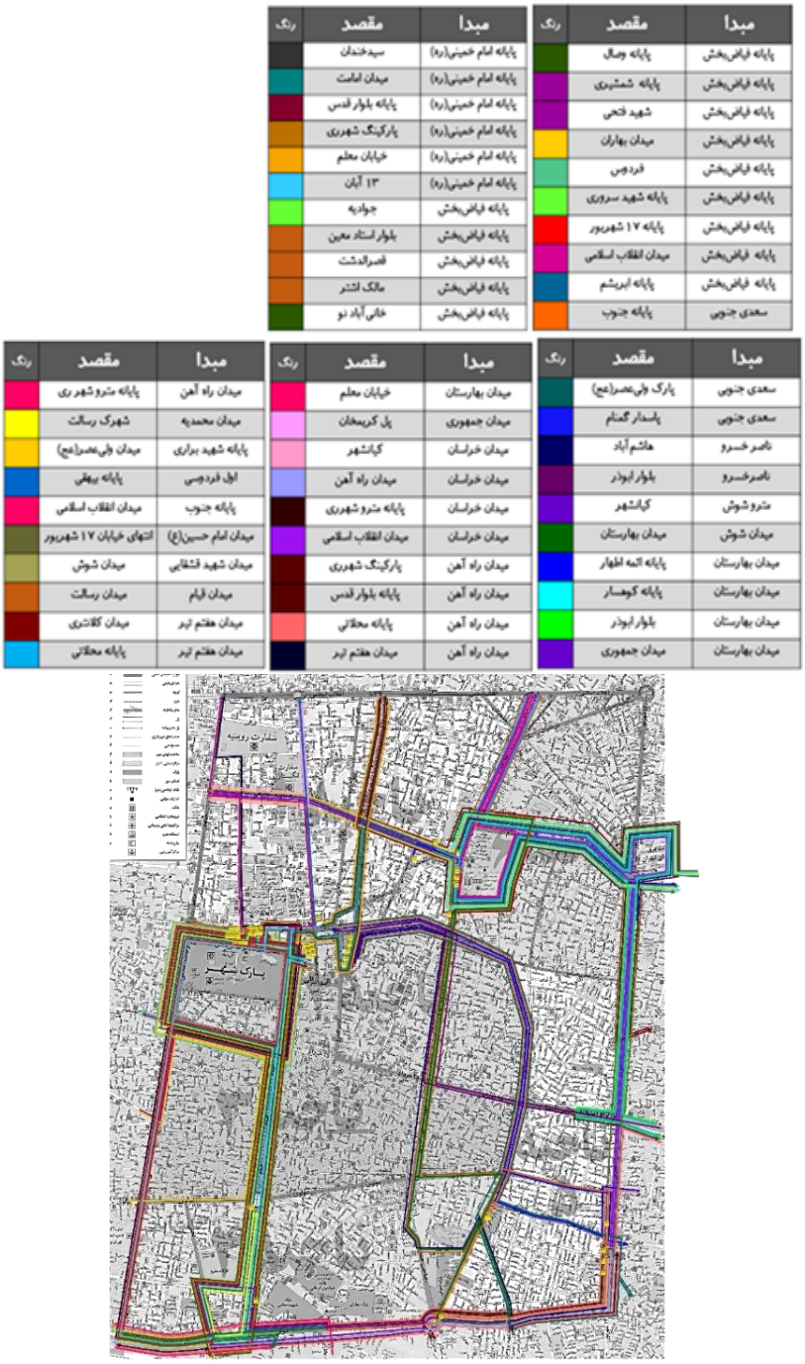
تعداد مسافر سوار شده در ایستگاه ها در ۶ ساعت	۳۸۶۸۲ نفر
تعداد مسافر پیاده شده در ایستگاه ها در ۶ ساعت	۵۲۳۷۷ نفر
تعداد مسافر سوار شده در پایانه ها در ۶ ساعت	۱۷۶۸۰ نفر
مجموع (در۶ ساعت اوج) (۳ ساعت اوج صبح و ۳ ساعت اوج عصر)	۱۰۸۷۳۹ نفر
متوسط مسافران ساعتی اتوبوس	۱۸۱۲۳

منبع: همان، ۱۳۹۶

براساس جدول ۳، درمجموع ۱۰۸.۷۳۹ مسافر در بازهٔ زمانی ۶ ساعت در منطقهٔ ۱۲ با اتوبوس جابه‌جا شده‌اند. این رقم نشان می‌دهد یک‌چهارم خطوط اتوبوس‌رانی تهران که از این منطقه می‌گذرند، تنها کمتر از ۱۱۰ هزار نفر را در ۶ ساعت جابه‌جا می‌کنند. مقایسهٔ این مقدار جابه‌جایی مسافر به‌وسیلهٔ مترو، بر ناکارآمدی عملکرد سیستم فعلی اتوبوس‌رانی منطقه تأکید می‌کند. براساس آمار معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران (۱۳۹۵) در طول روز بیش از ۳ میلیون مسافر با مترو جابه‌جا می‌شوند؛ بنابراین می‌توان گفت به‌طور میانگین ۱۲۵ هزار نفر در ساعت از مترو استفاده می‌کنند. به‌دلیل تفاوت‌های دو سیستم از نظر گنجایش و سرعت، مقایسهٔ مترو و اتوبوس از نظر حجم جابه‌جایی مسافر متفاوت است. شکل ۳ نشان‌دهندهٔ مسیر اتوبوس‌های منطقه است و نشان می‌دهد در سیستم اتوبوس‌رانی فعلی منطقه، بسیاری از این خطوط هم‌پوشانی بالایی دارند. این مسئله سبب تراکم زیاد، و ایجاد ازدحام و ترافیک در برخی مسیرها، همچنین نداشتن پوشش مناسب برخی مسیرهای دیگر می‌شود. می‌توان دلیل این امر را دو مورد دانست:

۱. سیاست‌گذاری در زمینهٔ مسیریابی اتوبوس‌ها به‌صورت کلان و برای کل سطح شهر تهران صورت نگرفته و سیاست‌گذاری بخشی و برحسب نیاز مطرح‌شده در زمان خود اتفاق افتاده است.

۲. مسیریابی ایستگاه‌های اتوبوس به‌تناسب ورود وسایل جدیدتر مانند مترو و BRT تغییر نکرده و بی‌توجه به آن‌ها به کارکرد خود ادامه داده است.



شکل ۳. وضعیت هم‌پوشانی خطوط فعلی اتوبوس‌رانی در منطقهٔ ۱۲

منبع: معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقهٔ ۱۲، ۱۳۹۶

بنابراین با توجه به مشکلات مطرح‌شده و حجم بالای تقاضای حمل‌ونقل در این منطقه، همچنین محدودیت تردد اتومبیل شخصی، ضروری است سیستم اتوبوس‌رانی منطقه بازنگری شود و متناسب با تغییرات ایجادشده در سایر وسایل حمل‌ونقل مانند مترو و تاکسی توسعه یابد. بازنگری سیستم حمل‌ونقل عمومی و اتوبوس‌رانی در منطقهٔ ۱۲ یکی از اهداف طرح جامع حمل‌ونقل این منطقه به‌شمار می‌آید که در سال ۱۳۹۵ تدوین شده است. هدف از اجرای طرح ساماندهی خطوط اتوبوس‌رانی، بازنگری در میزان کارایی این خطوط، حذف هم‌پوشانی خطوط اتوبوس‌رانی و یکپارچه‌سازی آن با سایر وسایل حمل و نقل است. این سیاست بخشی از طرح بازنگری سیستم حمل‌ونقل همگانی در منطقهٔ ۱۲ شهر تهران است که براساس چشم‌انداز ترافیکی ۱۴۰۴ یعنی توسعه و اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی پاک در منطقهٔ ۱۲ مطرح شده است.

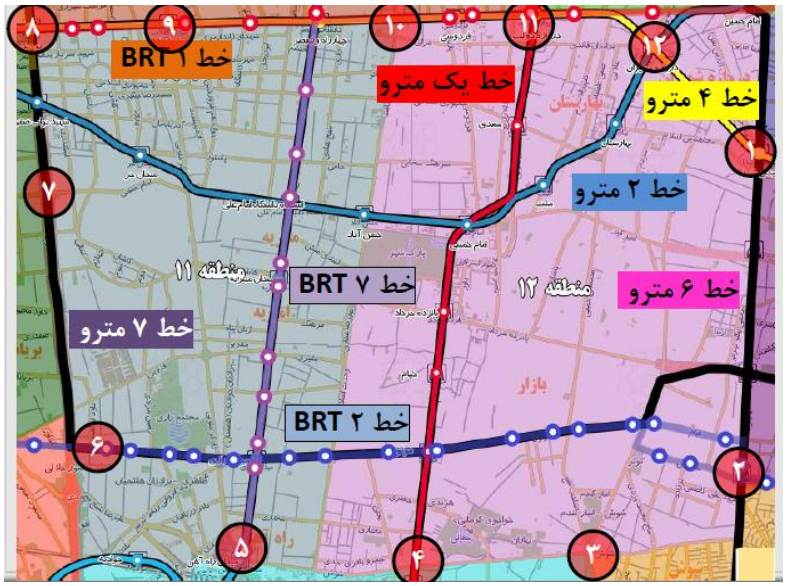
مهم‌ترین اقدامات پیشنهادی برای پیشبرد این سیاست در بخش روش پژوهش بیان شد. سه سیاست کلی این هدف عبارت است از:

۱. تغییر مکان‌یابی پایانه‌های داخل منطقه و ایجاد ۱۲ پایانهٔ مرزی یا Hub پیشنهادی در مرزهای منطقه. به‌طوری‌که با سایر مدها مانند مترو و تاکسی ترکیب شود (شکل ۴ و ۵)؛

۲. تمرکززدایی خطوط اتوبوس از منطقهٔ ۱۲ و حذف هم‌پوشانی‌های خطوط، توسعهٔ خطوط یک سر پایانه به‌صورت رفت‌وبرگشتی و توسعهٔ اتوبوس‌های برقی (شکل ۶)؛

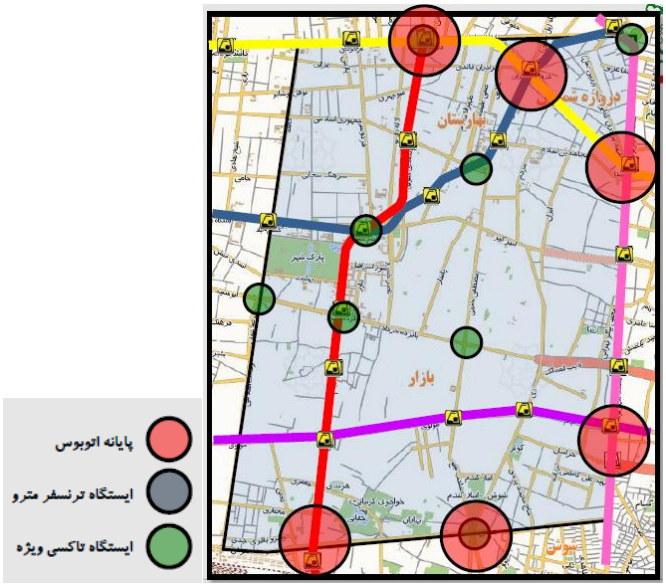
۳. تعیین مسیرهای ویژهٔ تردد اتوبوس در منطقه.

	موقعیت
۱	میدان شهدا
۲	میدان خراسان
۳	میدان شوش
۴	شوش- خیام
۵	میدان راه‌آهن
۶	مولوی- نواب
۷	امام خمینی- نواب
۸	توحید
۹	میدان انقلاب
۱۰	حافظ- انقلاب
۱۱	سعدی- انقلاب
۱۲	میدان ابن سینا



شکل ۴. هاب‌های پیشنهادی برای مکان‌یابی پایانه‌های مرزی اتوبوس‌رانی در منطقهٔ ۱۲

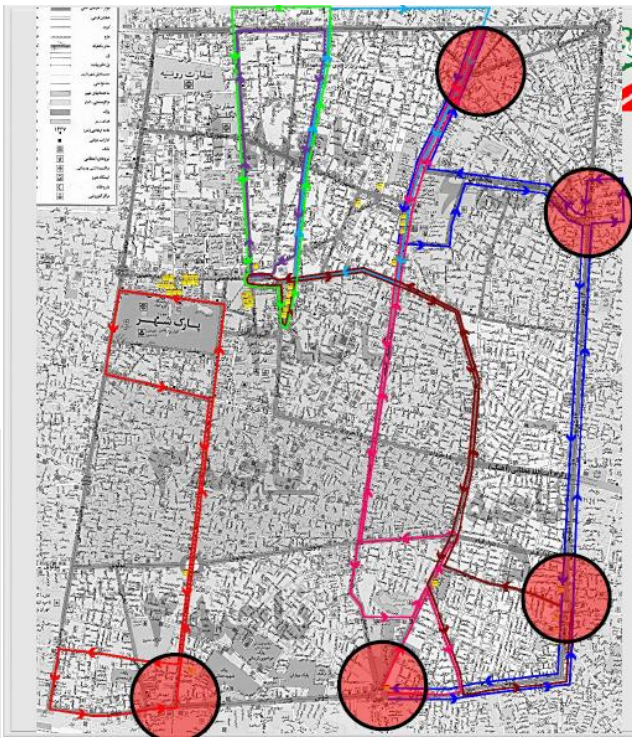
منبع: مهندسان مشاور آرتا نقش رامونا، ۱۳۹۶



شکل ۵. موقعیت پایانه‌های پیشنهادی اتوبوس‌رانی نسبت به ایستگاه‌های تبادلی مترو و تاکسی

منبع: همان

براساس مطالعات، از ۵۴ خط اتوبوس‌رانی منطقه، حدود ۲۴ خط به بازنگری و تغییر نیاز دارد (معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقهٔ ۱۲، ۱۳۹۶).



رنگ	طول خط	مقصد	مبدا
	۸.۹ کیلومتر	فیاض بخش	میدان شوش
	۱۱.۹ کیلومتر	میدان ابن سینا	میدان شوش
	۱۴.۹ کیلومتر	میدان ابن سینا	میدان شوش
	۴.۳ کیلومتر	سعدی	فردوسی
	۵.۶ کیلومتر	ابن سینا	سعدی
	۱۰.۵ کیلومتر	میدان امام خمینی	میدان خراسان
	۶.۳ کیلومتر	طالقانی- فردوسی	سعدی

شکل ۶. وضعیت پیشنهادی برای توسعهٔ خطوط یک سر پایانه به شکل رفت‌وبرگشتی و توسعهٔ اتوبوس‌های برقی

منبع: مهندسان مشاور آرتا نقش رامونا، ۱۳۹۶

با توجه به حجم بالای تردد اتوبوس‌ها در این منطقه اگر سیاست بازنگری موفق اجرا شده باشد، می‌تواند الگویی برای سایر مناطق تهران باشد. براین‌اساس هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی راهکارهای بهینه در قالب سیاست بازنگری و اصلاح سیستم اتوبوس‌رانی منطقهٔ ۱۲ و اثر آن‌ها در بهبود وضعیت حمل‌ونقل، وضعیت زیست‌محیطی، کالبدی، و اجتماعی منطقه است؛ از این‌رو پرسش‌ها به شرح زیر هستند:

- آیا میان شاخص‌های بعد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی-کالبدی و اجتماعی-فرهنگی منطقه، و سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی منطقهٔ ۱۲ تفاوت معناداری وجود دارد؟
- اجرای سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی منطقهٔ ۱۲ بر کدام‌یک از شاخص‌ها بیشترین تأثیر را دارد؟
- مهم‌ترین معایب و موانع اجرای این سیاست از نظر متخصصان کدام است؟
- پتانسیل اجرایی کدام یک از اقدامات سه‌گانهٔ این طرح از نظر متخصصان بیشتر است؟
- مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی کدام است؟

محدودهٔ مورد مطالعه

این محدوده بخش مرکزی تهران شامل منطقهٔ ۱۲ و بخش‌هایی از منطقهٔ ۱۱ و به‌نوعی تهران ناصری است. تهران بر پایهٔ حصار ناصری و برحسب نام خیابان‌های کنونی، از شمال به خیابان انقلاب، از شرق به خیابان ۱۷ شهریور، از غرب به خیابان کارگر و از جنوب به خیابان شوش محدود بود. در حال حاضر، بخش زیادی از این محدوده در منطقهٔ ۱۲ قرار دارد که با مساحت ۱۶/۹۱ کیلومترمربع شامل ۶ ناحیه و ۱۴ محله است. موقعیت مرکزی این منطقه و قرارگیری بازار تهران، سفارتخانه‌ها، مراکز دولتی، و وزارتخانه‌ها از مهم‌ترین ویژگی‌های این منطقه است. این منطقه از شمال به خیابان انقلاب اسلامی، از جنوب به خیابان شوش، از شرق به خیابان ۱۷ شهریور و از غرب به خیابان‌های حافظ و وحدت اسلامی محدود است. همچنین ۴ پایانهٔ اتوبوس‌رانی و تاکسی‌رانی درون‌شهری، و ۱۹۲ ایستگاه تاکسی و اتوبوس دارد. با اینکه طرح بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی برای بهبود عملکرد این سیستم در منطقهٔ ۱۲ مطرح شده است، قسمت‌هایی از منطقهٔ ۱۱ را نیز پوشش می‌دهد.

پیشینهٔ پژوهش

موری (۲۰۰۱) با تحلیل سیستم حمل‌ونقل عمومی بریسبون استرالیا نشان داد برنامه‌ریزی راهبردی منطقه‌ای در این شهر تنها بر دسترسی به حمل‌ونقل عمومی تمرکز دارد که این دسترسی به‌نسبت خوب است. با این حال، استفاده از حمل‌ونقل عمومی بسیار پایین است؛ بنابراین، توسعه و به‌کارگیری دیگر راهکارهای راهبردی در تحلیل فراهم‌سازی خدمات حمل‌ونقل عمومی اهمیت دارد. به اعتقاد موری، تغییر در سیستم حمل‌ونقل باید ترجیحات مردم را تغییر دهد. براساس مطالعهٔ او، ۸۴/۵ درصد از ایستگاه‌های اتوبوس در منطقه، دسترسی پوششی اضافی با فاصلهٔ استاندارد ۴۰۰ متر را تا نزدیک‌ترین ایستگاه اتوبوس ندارند. او معتقد است زمانی که برخی ناکارآمدی‌ها و ایستگاه‌های اضافه در طول مسیر محدود شود، بهبود قابل‌توجه امکان‌پذیر خواهد بود. در این میان، حذف خطوط ناکارآمد بستری را برای ارائهٔ خدمات اضافی به نواحی‌ای که در حال حاضر دسترسی کافی به خدمات حمل‌ونقل عمومی ندارند فراهم می‌کند.

دوبیوس[1] و همکاران (۱۹۷۹) به بررسی برنامه‌ریزی مجدد و اصلاح شبکهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در انطباق با نیازهای درحال‌رشد در ۱۰ شهر فرانسه پرداختند و سه زیرمسئله را شناسایی کردند که شامل انتخاب مجموعهٔ خیابان‌ها، انتخاب مجموعه‌ای از خطوط اتوبوس و تعیین دفعات بهینه است.

براساس دیدگاه سلطانی و فلاح‌منشادی (۱۳۹۱)، سیاست‌های جاری مدیریت شهری شیراز از نظر معیارهای راهبرد حمل‌ونقل یکپارچه، وضعیت مطلوبی ندارد. از دیدگاه کارشناسی، اولویت‌بندی سیاست‌های یکپارچه‌سازی با محوریت توسعهٔ حمل‌ونقل عمومی، به‌ترتیب شامل افزایش دسترسی و کارایی اتوبوس‌رانی در مناطق شهری دارای پتانسیل تقاضا، تخصیص بخشی از عواید دریافتی از عوارض شهرداری در بخش حمل‌ونقل عمومی و ایجاد مسیرهای ویژهٔ اتوبوس در کریدورهای پرتردد و بخش مرکزی شهر است.

وایاما[2] و همکاران (۲۰۱۳) برای حل مشکل افزایش طول مسیر اتوبوس و عملکرد پایین این سیستم در مناطق کم‌تراکم پیشنهاد می‌کنند از سیستم هاب و اسپوک[3] استفاده کنند. این سیستم به‌معنای تمرکز تمامی خطوط حمل‌ونقل در چند نقطهٔ کانونی و انتقال مسافر از آن نقطه به بخش مرکزی شهر توکیگاوای ژاپن است. اصلاح مسیر و شبکهٔ اتوبوس‌های این شهر به سیستم کانون و پخش، از اهداف اصلی پژوهش آن‌هاست. نتیجه اینکه اجرای این سیستم در کنار سیستمی برای حمل‌ونقل پاسخگوی نیازها با یک برنامهٔ زمانی ثابت و ناحیه‌ای برای تجمیع مسیرهای نواحی کوهستانی در یک نقطه و دسترسی به اتوبوس برای ساکنان نواحی با تردد پایین به‌دلیل افزایش کارایی به‌طور موفقیت‌آمیزی افزایش یافته است.

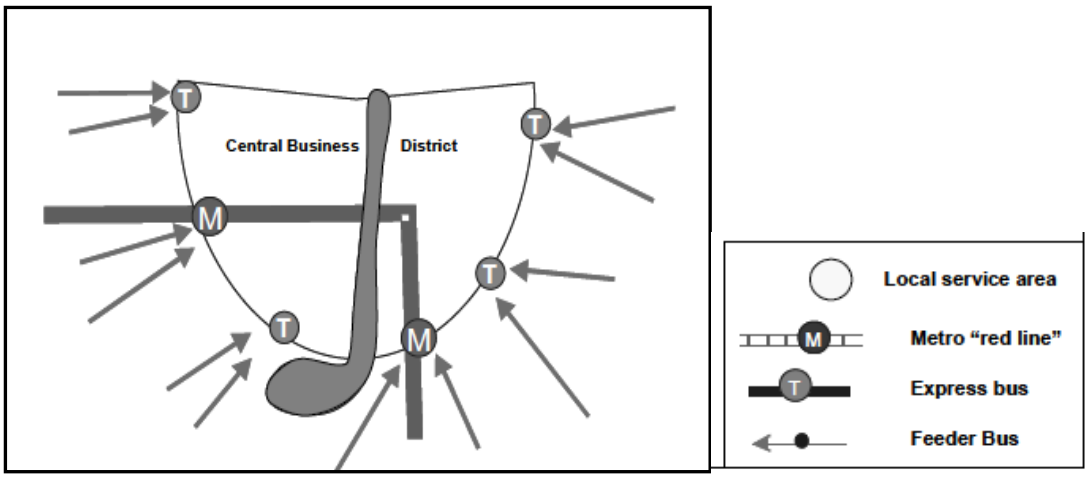
آملینگایا و ورما[4] (۲۰۱۳) توسعهٔ مدل هاب و اسپوک را برای شبکهٔ مسیر حمل‌ونقل اتوبوس پیشنهاد می‌دهند. این مدل در گذشته تنها بر خطوط هوایی و شبکهٔ ارتباطی متمرکز بود. به عقیدهٔ آن‌ها، توسعهٔ این مدل برای سیستم اتوبوس‌رانی می‌تواند سبب افزایش کارایی و کاهش مشکلات بهره‌برداری از شبکهٔ اتوبوس‌رانی شود. آن‌ها توسعهٔ مدل هاب و اسپوک را شامل شناسایی هاب‌های بالقوه، مکان‌یابی بهینهٔ گره‌گاه‌ها برای تبدیل به هاب، راه‌اندازی مسیرهای درون هاب، و راه‌اندازی مسیرهای فیدر دانستند و با الگوریتم ژنتیک برای این سه مسئله چاره‌جویی کردند. براساس نتایج آن‌ها، استفاده از این مدل، ناوگان اتوبوس‌رانی را تا ۱۳/۶۴ درصد کاهش می‌دهد و سبب حفظ رضایت از سیستم می‌شود. همچنین سبب افزایش ناچیز زمان سفر می‌شود.

ورما (۲۰۱۶) در پژوهش دیگری این مدل را برای شهر بنگالور پیشنهاد می‌دهد و نتیجه می‌گیرد با اجرای این طرح، ۱۹/۱۷ درصد ناوگان اتوبوس‌رانی، ۵۵۷۵ نیروی انسانی و ۶۷.۱۰۳ لیتر سوخت کاهش می‌یابد. همچنین به‌دلیل انتقال سفر از طریق هاب‌ها در مقایسه با سایر مدل‌های بدون ترانسفر، رضایت کمتر است.

---

1. Dubois
2. Yajima
۳. hub and spoke. هاب نقطه‌ای است که چندین خط حمل‌ونقلی را به هم می‌رساند و به مسافران فرصت جابه‌جایی و انتخاب وسایل مختلف حمل‌ونقل را می‌دهد. هاب گاهی به ایستگاه‌های انتقال مسیر، ترمینال‌ها یا مراکز جابه‌جایی اطلاق می‌شود. نقاط هاب علاوه‌بر نقش مهم در سیستم جابه‌جایی هر شهر، در شکوفایی اقتصادی شهرها نیز تأثیرگذارند. هاب‌ها اغلب در بخش تجاری مرکز شهر یا بخش‌هایی با کارکرد اوقات فراغت و سرگرمی متمرکز می‌شوند (Di et al., 2018).
4. Amalingayya and Verma

مؤدی (۲۰۱۱) یکپارچگی میان وسایل حمل‌ونقل سفر را یکی از مصداق‌های هم‌بستگی حمل‌ونقل می‌داند؛ بنابراین بهتر است بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی با هدف یکپارچگی با سایر وسایل حمل‌ونقل سفر انجام شود. همچنین، ایجاد هاب‌های مرزی که انواع وسایل حمل‌ونقل عمومی را به‌صورت یکپارچه در خود جای می‌دهد، یکی از مهم‌ترین سیاست‌های بهبود سیستم حمل‌ونقل عمومی در شهر دبی مطرح شده است (کایسر[1]، ۲۰۰۷) (شکل ۷).



شکل ۷. شمای کلی از استقرار هاب‌های مرزی اطراف بخش مرکزی شهر دبی

منبع: Kaiser, 2007

مرور مطالعات نشان‌دهنده تأکید بر لزوم تغییر در سیستم حمل‌ونقل عمومی، به‌ویژه اتوبوس‌رانی با حذف خطوط ناکارآمد، شناسایی هاب‌های ویژهٔ اتوبوس اطراف مرکز شهر و انتقال مسافران از آنجا به سایر نقاط، تغییر مسیرهای حرکت اتوبوس، و ایجاد هاب برای یکپارچگی اتوبوس و متروست.

روش پژوهش

پژوهش حاضر آمیخته و ترکیبی است که بخش اول آن به‌صورت کیفی صورت گرفته است. برای این منظور، متخصصان با استفاده از پرسشنامه و بهره‌گیری از تکنیک دلفی، مهم‌ترین اقدامات پیشنهادی را مطرح کردند. در ادامه با استفاده از روش کمی (پیمایشی) و با طراحی پرسشنامه‌ای دیگر، اثر این سیاست بر ابعاد استخراج‌شده شناسایی می‌شود. در بخش اول، با آگاهی از جایگاه منطقهٔ ۱۲ کلان‌شهر تهران از نظر وضعیت اتوبوس‌رانی و مشکلات موجود، شناسایی اقدامات و راهکارهای مؤثر در بهبود این سیستم بیش از پیش ضرورت دارد. دلیل این امر با به‌کارگیری تکنیک دلفی و نظرات متخصصان و صاحب‌نظران دانشگاهی و اجرایی در زمینهٔ حمل‌ونقل و ترافیک و برنامه‌ریزی شهری در کلان‌شهر تهران مشخص می‌شود. در دور اول این دلفی، براساس پرسشنامه‌ای با پرسش‌های باز از خبرگان خواسته شد تا حداقل ۱ و

1. Jürgen Kaiser

حداکثر ۳ راهکار کلیدی را برای بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی منطقه نام ببرند و توضیحی مختصر برای آن بیان کنند. پس از ارائهٔ پرسشنامه‌ها به ۴۰ نفر از خبرگان ۳۶ پرسشنامه برگشت داده شد. در گام اول، پس از بررسی و تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها در تیم دلفی، استخراج حدود ۱۵ مورد از راهکارهای کلیدی صورت گرفت. در گام دوم، تیم دلفی با خلاصه‌سازی موارد مذکور موفق شد ۱۵ مورد یادشده در پرسش‌های باز را در ۱۰ مورد، خلاصه و جمع‌بندی کند. در جدول ۴ این موارد به‌ترتیب بیشترین فراوانی تکرار در نظرات خبرگان را ارائه کرده است.

در ادامه، با توجه به نتایج دلفی، ۱۰ مورد به‌عنوان راهکارهای مؤثر از نظر گروه دلفی انتخاب شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک مهم‌ترین راهکارهای بهینه به‌منظور بهبود وضعیت اتوبوس‌رانی منطقه استخراج و تحلیل شد.

مطابق نتایج، از میان ۱۰ راهکار بررسی‌شده در این پژوهش، ۳ راهکار اصلی به‌عنوان راهکارهای کلیدی مؤثر در بازنگری و بهبود عملکرد اتوبوس‌رانی درنظر گرفته شده است. راهکارهای پیشنهادی براساس تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم و تأثیرات پتانسیلی مستقیم و غیرمستقیم انتخاب شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد از ۵ راهکار کلیدی تأثیرگذار مستقیم، ۳ راهکار آن در راهکارهای کلیدی تأثیرگذار غیرمستقیم نیز تکرار شده‌اند؛ بنابراین، درمجموع ۳ راهکار به‌عنوان راهکارهای کلیدی برای ساماندهی اتوبوس‌رانی انتخاب شده‌اند که در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴. راهکارهای پیشنهادشدهٔ نهایی حاصل از روش دلفی

ردیف	راهکارهای پیشنهادی برای بهبود سیستم اتوبوس‌رانی منطقه
۱	استفاده از سیستم Hub and Spoke
۲	یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل
۳	تخصیص سفر
۴	تعیین مسیرهای ویژهٔ تردد اتوبوس در منطقه
۵	توسعهٔ اتوبوس‌های برقی
۶	ساماندهی پایانه‌های موجود در منطقه
۷	تعیین خطوط ویژهٔ تردد اتوبوس در منطقه
۸	تغییر روش مدیریت نگهداشت
۹	مدیریت تعداد ناوگان و کاهش تعداد آن
۱۰	توسعهٔ خطوط یک سر پایانه به‌صورت رفت‌وبرگشتی

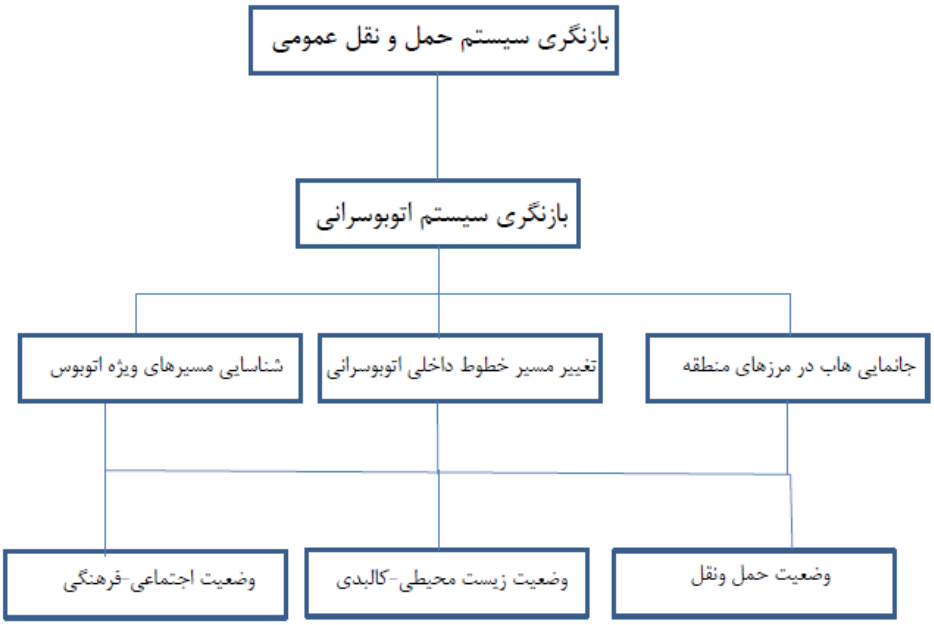
جدول ۵. راهکارهای پیشنهادی برای بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی

عنوان	راهکارهای پیشنهادی
بازنگری سیستم	استفاده از سیستم Hub and Spoke
اتوبوس‌رانی منطقهٔ	تمرکززدایی خطوط اتوبوس از منطقه و حذف هم‌پوشانی‌های خطوط
۱۲	تعیین مسیرهای ویژهٔ تردد اتوبوس در منطقه

در بخش دوم پژوهش، پرسشنامهٔ دیگری با ۴۱ پرسش در قالب طیف پنج‌گانهٔ لیکرت طراحی شد. همچنین سه اقدام پیشنهادی در پنج بخش شامل مشخصات فردی، بعد حمل‌ونقل، بعد زیست‌محیطی و کالبدی، بعد اجتماعی–فرهنگی، شناسایی موانع و معایب طرح، و سنجش پتانسیل اجرایی برای بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی به‌کار رفت. در ادامه، نظر ۵ متخصص دربارهٔ این پرسشنامه مدنظر قرار گرفت و بدین‌ترتیب روایی یا اعتبار پرسشنامه تأیید شد. برای سنجش پایایی یا اعتماد ابزار پژوهش، آزمون آلفای کرونباخ به‌کار رفت. عدد به‌دست‌آمده ۰/۷۳، و بیانگر پایایی بالای پرسشنامه است. پرسشنامه تأییدشدهٔ میان ۴۰ نفر از مدیران، کارشناسان و متخصصان حمل‌ونقل در شهرداری تهران، منطقهٔ ۱۲، و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک توزیع، و اطلاعات به‌دست‌آمده از آن با آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شد. با توجه به اینکه پژوهش حاضر پیمایشی، و داده‌های آن ترتیبی است، برای تحلیل داده‌های استنباطی از آزمون‌های غیرپارامتریک کای‌دو و آزمون فریدمن استفاده شد. چارچوب پژوهش در شکل ۸ مشاهده می‌شود.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

براساس یافته‌های توصیفی، ۶۵ درصد پاسخ‌دهندگان مرد و ۳۵ درصد آن‌ها زن هستند (جدول ۶). همچنین جدول ۷ نشان می‌دهد ۵۲/۵ درصد پاسخ‌دهندگان کارشناسان حمل‌ونقل و ترافیک و برنامه‌ریزی شهری، و ۳۵ درصد رؤسای ادارات و بخش‌های مرتبط با حوزهٔ حمل‌ونقل مانند شهرداری‌ها، ارگان‌ها و سازمان‌های مرتبط با حوزهٔ حمل‌ونقل هستند.



شکل ۸. مدل مفهومی پژوهش

جدول ۶. توزیع پاسخ‌دهندگان براساس جنسیت

جنسیت	تعداد	درصد
زن	۱۴	۳۵
مرد	۲۶	۶۵
جمع	۴۰	۱۰۰

جدول ۷. توزیع پاسخ‌دهندگان براساس نوع شغل

نوع شغل	تعداد	درصد
مدیر ارشد	۳	۷/۵
رئیس اداره	۱۴	۳۵
کارشناس	۲۱	۵۲/۵
سایر	۲	۵
جمع	۴۰	۱۰۰

براساس نتایج آزمون کای‌اسکوئر در جدول ۸، افزایش قابلیت اطمینان به اتوبوس، افزایش راحتی سالمندان، کودکان و گروه‌های خاص، کاهش آلودگی هوا، و توسعهٔ گردشگری، در سطح ۰/۰۰۰ است. شاخص‌های توسعهٔ حمل‌ونقل همگانی (۰/۰۰۱)، افزایش درآمد منطقه (۰/۰۰۱)، و یکپارچه‌سازی شبکهٔ حمل‌ونقل (۰/۰۰۷) در سطح ۰/۰۱ معنادار هستند. همچنین گویه‌های افزایش تعداد سفر درون‌شهری (۰/۰۳۲)، افزایش دسترسی محلی (۰/۰۳۳)، کاهش جمعیت‌گریزی منطقه (۰/۰۱۳)، کاهش جرم و جنایت (۰/۰۱۷)، افزایش راحتی مسافران (۰/۰۳۸)، بهبود عملکرد داخلی اتوبوس‌رانی منطقه (۰/۰۴۷) در سطح ۰/۰۵ معنادار قرار دارند.

جدول ۸. نتایج آزمون کای‌اسکوئر

گویه‌ها	Chi-Square	Sig
افزایش مطلوبیت سفر با اتوبوس	۶/۰۰۰	۰/۱۱۲
کاهش فشار بر سایر وسایل حمل‌ونقل انبوه‌بر	۸/۰۰۰	۰/۰۹۲
کاهش تردد تاکسی‌های غیرمجاز	۳/۷۰۰	۰/۱۵۷
افزایش راحتی مسافران	۸/۴۰۰	۰/۰۳۸
یکپارچه‌سازی شبکهٔ حمل‌ونقل	۱۴/۰۰۰	۰/۰۰۷
توزیع بهینهٔ مسافران	۲/۸۰۰	۰/۲۴۷
افزایش قابلیت اطمینان اتوبوس	۱۸/۰۰۰	۰/۰۰۰

ادامهٔ جدول ۸. نتایج آزمون کای‌اسکوئر

گویه‌ها	Chi-Square	Sig
افزایش پوشش ایستگاه‌های اتوبوس	۷/۶۰۰	۰/۰۵۵
افزایش ایمنی	۳/۶۰۰	۰/۳۰۸
کاهش سفرهای غیرضروری	۶/۰۰۰	۰/۱۹۹
تمرکز بالای خطوط اتوبوس‌رانی	۵/۲۰۰	۰/۱۵۸
بهبود عملکرد طرح ترافیک	۴/۰۰۰	۰/۴۰۶
بهبود عملکرد داخلی اتوبوس‌رانی منطقه	۶/۱۰۰	۰/۰۴۷
افزایش دسترسی محلی	۱۰/۵۰۰	۰/۰۳۳
ارتقای فرهنگ پیاده‌روی	۰/۵۰۰	۰/۹۷۴
افزایش تقاضا برای دوچرخه	۸/۰۰۰	۰/۰۹۲
افزایش تعداد سفر درون‌شهری	۸/۸۰۰	۰/۰۳۲
افزایش زمان سفر	۷/۲۰۰	۰/۰۶۶
افزایش تعداد سفر	۲/۸۰۰	۰/۴۲۳
توسعهٔ حمل‌ونقل همگانی	۱۲/۴۰۰	۰/۰۰۱
کاهش آلودگی هوا	۱۹/۲۰۰	۰/۰۰۰
کاهش آلودگی صوتی	۲/۰۰۰	۰/۵۷۲
کاهش سوخت‌های فسیلی	۷/۶۰۰	۰/۰۵۵
ایجاد فرصت‌های شغلی	۳/۷۰۰	۰/۱۵۷
افزایش درآمد منطقه	۱۶/۴۰۰	۰/۰۰۱
افزایش قیمت اراضی در محدودهٔ این سیاست	۷/۰۰۰	۰/۱۳۶
ارتقای کیفیت زندگی	۵/۵۰۰	۰/۲۴۰
کاهش جمعیت‌گریزی منطقه	۱۰/۸۰۰	۰/۰۱۳
کاهش جرم و جنایت	۱۲/۰۰۰	۰/۰۱۷
بهبود نگرش به حمل‌ونقل عمومی	۳/۷۰۰	۰/۱۵۷
توسعهٔ گردشگری	۲۱/۶۰۰	۰/۰۰۰
هم‌بستگی گروه‌های مختلف	۷/۵۰۰	۰/۱۱۲
افزایش راحتی سالمندان کودکان و گروه‌های خاص	۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰

همچنین نتایج آزمون مقایسه‌ای فریدمن در بعد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی–کالبدی، و اجتماعی–فرهنگی به‌ترتیب در جدول‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ آورده شده است. همان‌طور که در سطرهای پایانی سه جدول دیده می‌شود، معناداری آزمون کای‌اسکوئر در هر سه بعد در سطح ۰/۰۰۰ است. براساس جدول ۹، گویه‌های کاهش سفرهای غیرضروری به منطقه، کاهش مطلوبیت اتوبوس به‌دلیل افزایش تعداد سفر، افزایش زمان سفر، کاهش فشار بر وسایل حمل‌ونقل انبوه‌بر، بهبود عملکرد طرح ترافیک و ارتقای فرهنگ پیاده‌روی در بعد حمل‌ونقل، به‌ترتیب بالاترین تأثیرپذیری را از سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی منطقه خواهند داشت.

جدول ۹. میانگین گویه‌های انتخابی در بعد حمل‌ونقل

گویه	میانگین رتبه
کاهش سفرهای غیرضروری به منطقه	۱۳/۴
کاهش مطلوبیت اتوبوس به‌دلیل افزایش تعداد سفر	۱۲/۶۱
افزایش زمان سفر	۱۲/۳۵
کاهش فشار بر وسایل حمل‌ونقل انبوه‌بر	۱۲/۳۴
بهبود عملکرد طرح ترافیک	۱۲/۱
ارتقای فرهنگ پیاده‌روی	۱۲/۰۹
افزایش ایمنی	۱۱/۷
افزایش تقاضای سفر با دوچرخه	۱۱/۴۳
افزایش دسترسی محلی	۱۱/۰۱
افزایش تعداد سفر	۱۰/۰۳
کاهش تمرکز بالای اتوبوس در منطقه	۹/۰۸
افزایش میزان پوشش ایستگاه‌های اتوبوس	۸/۷۴
توزیع بهینهٔ مسافران بین خطوط	۸/۴۸
افزایش راحتی مسافران	۸/۳۵
افزایش قابلیت اطمینان به اتوبوس	۷/۸۳
کاهش تردد تاکسی‌های غیرمجاز	۷/۵۸
یکپارچه‌سازی شبکهٔ حمل‌ونقل	۷/۵۱
افزایش مطلوبیت سفر با اتوبوس	۷/۱
بهبود عملکرد داخلی اتوبوس‌رانی	۶/۳
Chi-Square	۱۳۵/۱۹۵
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰
تعداد	۴۰

براساس جدول ۱۰، در بعد زیست‌محیطی و کالبدی گویه‌های افـزایش قیمـت اراضـی اطـراف محـدودهٔ پیشـنهادی، افزایش درآمد منطقه، کاهش آلودگی صوتی، ایجاد فرصت شغلی جدید، کـاهش مصـرف سـوخت‌هـای فسـیلی، کـاهش آلودگی هوا و توسعهٔ حمل‌ونقل همگانی، به‌ترتیب بالاترین میانگین را دارد و به عبارت دیگـر، بیشـترین تـأثیر را از ایـن سیاست می‌پذیرد.

براساس جدول ۱۱، کاهش جرم و جنایت، افزایش هم‌بستگی میان گروه‌هـای اجتمـاعی، کـاهش جمعیـت‌گریـزی از منطقه، افزایش کیفیت زندگی، راحتی سالمندان، کودکان و گـروه‌هـای خـاص، بهبـود گردشـگری و بهبـود نگـرش بـه حمل‌ونقل عمومی به‌ترتیب بیشترین میانگین رتبه را دارند.

جدول ۱۰. میانگین رتبهٔ گویه‌های انتخابی در بعد زیست‌محیطی و کالبدی

گویه‌ها	میانگین رتبه	رتبه
توسعهٔ حمل‌ونقل همگانی	۵/۷۴	۱
افزایش درآمد منطقه	۴/۸۶	۲
کاهش آلودگی صوتی	۴/۲۱	۳
ایجاد فرصت شغلی جدید	۴/۰۴	۴
کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی	۳/۴	۵
کاهش آلودگی هوا	۲/۹۳	۶
افزایش قیمت اراضی اطراف محدودهٔ پیشنهادی	۲/۸۳	۷
Chi-Square	۷۵/۶۰۱	
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	
N	۴۰	

جدول ۱۱. میانگین رتبهٔ گویه‌های انتخابی در بعد اجتماعی و فرهنگی

گویه‌ها	میانگین رتبه	رتبه
کاهش جرم و جنایت	۵/۴۸	۱
افزایش هم‌بستگی میان گروه‌های اجتماعی	۴/۷۴	۲
کاهش جمعیت‌گریزی از منطقه	۴/۴۸	۳
افزایش کیفیت زندگی	۴/۰۱	۴
راحتی سالمندان، کودکان و گروه‌های خاص	۳/۵	۵
بهبود گردشگری	۳/۳۶	۶
بهبود نگرش به حمل‌ونقل عمومی	۲/۴۴	۷
Chi-Square	۶۷/۵۳۷	
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	
N	۴۰	

همچنین از آزمون مقایسه‌ای فریدمن برای رتبه‌بندی میزان تأثیرپذیری هرکدام از ابعاد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی و کالبدی، و اجتماعی و فرهنگی از سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱۲ آمده است.

نتایج این آزمون نشان می‌دهد میان سه بعد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی و کالبدی، و اجتماعی و فرهنگی تفاوت معناداری وجود دارد. در این میان، بیشترین میانگین رتبه به بعد اجتماعی و فرهنگی با ۲/۰۸ و کمترین میانگین رتبه به بعد زیست‌محیطی و کالبدی با ۱ مربوط است. برای رتبه‌بندی مهم‌ترین معایب و موانع این سیاست، از آزمون فریدمن استفاده شد که نتایج آن در جدول‌های ۱۳ و ۱۴ آمده است. براساس نظرات متخصصان، لزوم هماهنگی با سیستم اتوبوس‌رانی سایر مناطق مجاور، افزایش تعداد سفر، کاهش مطلوبیت سفر، کاهش دسترسی محلی در سطح منطقه، و افزایش زمان سفر به‌ترتیب مهم‌ترین معایب این طرح به‌شمار می‌آیند.

جدول ۱۲. رتبه‌بندی میزان تأثیرپذیری ابعاد پژوهش از سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی

بعد	میانگین رتبه	رتبه
اجتماعی–فرهنگی	۲/۸۰	۱
حمل‌ونقل	۲/۱۳	۲
زیست‌محیطی–کالبدی	۱	۳
Chi-Square	۷/۵	
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	
N	۴۰	

جدول ۱۳. مهم‌ترین معایب سیاست به‌ترتیب بالاترین میانگین رتبه

معایب	میانگین رتبه	رتبه
افزایش تعداد سفر	۳/۰۱	۲
افزایش زمان سفر	۲/۸۸	۳
کاهش مطلوبیت سفر	۲/۹۸	۵
لزوم هماهنگی با سیستم اتوبوس‌رانی سایر مناطق مجاور	۳/۲۱	۱
کاهش دسترسی محلی در سطح منطقه	۲/۹۳	۴
Chi-Square	۱/۰۷۸	
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	
N	۴۰	

از نظر متخصصان مهم‌ترین موانع اجرای این سیاست به‌ترتیب بیشترین میانگین رتبه شامل تداخل وظایف نهادهای تصمیم‌گیر، نبود نیروی متخصص، مشکلات حقوقی از قبیل خرید اراضی موردنیاز، مشکلات فناوری، و مشکلات مالی برای اجرای طرح است (جدول۱۴)

برای رتبه‌بندی اجرایی‌بودن سه اقدام اصلی این سیاست، شامل مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه، تغییر مسیر خطوط داخلی منطقه، حذف هم‌پوشانی خطوط و شناسایی مسیرهای ویژه بار دیگر از آزمون فریدمن استفاده شد.

جدول ۱۴. مهم‌ترین موانع اجرای سیاست به‌ترتیب بالاترین میانگین رتبه

موانع	میانگین رتبه	رتبه
مشکلات مالی	۲/۲۰	۵
مشکلات حقوقی از قبیل خرید اراضی موردنیاز	۲/۸۸	۳
مشکلات فناوری	۲/۶۳	۴
نبود نیروی متخصص	۳/۴۸	۲
تداخل وظایف نهادهای تصمیم‌گیر	۳/۸۳	۱
Chi-Square	۲۰/۹۹۷	
Asymp. Sig.	۰/۰۰۰	
N	۴۰	

جدول ۱۵. نتایج آزمون مقایسه‌ای فریدمن در اقدامات سه‌گانه

بعد	میانگین رتبه
مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه	۲/۸۰
تغییر مسیر خطوط داخلی منطقه و حذف هم‌پوشانی خطوط	۱/۸۶
شناسایی مسیرهای ویژه	۱/۴۸
Chi-Square	۹
Asymp. Sig.	۰/۰۱
N	۴۰

نتایج آزمون فریدمن نشان می‌دهد میان سه اقدام تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین میانگین رتبه به مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه با ۲/۸۰، و کمترین میانگین رتبه به تغییر مسیر خطوط داخلی منطقه و حذف هم‌پوشانی خطوط و شناسایی مسیرهای ویژه به‌ترتیب با ۱/۸۶ و ۱/۴۸ مربوط است.

نتیجه‌گیری

بازنگری خطوط حمل‌ونقل عمومی به‌ویژه خطوط اتوبوس‌رانی برمبنای طرح و برنامهٔ جامع اجرایی ۱۴۰۴ قلب تاریخی تهران و از اهداف طرح جامع حمل‌ونقل منطقهٔ ۱۲ است. در حال حاضر، ۴۴ خط اتوبوس‌رانی مهم از منطقهٔ ۱۲ عبور می‌کند که به‌همراه ۱۰ خط مبدأ و مقصدی که در این محدوده قرار دارد، درمجموع ۵۴ خط اتوبوس‌رانی شهر تهران در این منطقه فعال است. به عبارت دیگر، حدود یک‌چهارم خطوط اتوبوس‌رانی این شهر در منطقهٔ ۱۲ تردد می‌کنند. باید توجه داشت که این سیستم نتوانسته است با خطوط جدید مترو و BRT رقابت کند و توسعه بیابد. درنتیجه با گذشت زمان کارایی خود را از دست داده است. برای رفع این مشکل سیاست بازنگری خطوط اتوبوس‌رانی در قالب سه اقدام مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه، تغییر مسیر خطوط داخلی منطقه و حذف هم‌پوشانی خطوط، و شناسایی مسیرهای ویژه مطرح شد. در این مقاله تفاوت معنادار میان این سیاست و شاخص‌های سه بعد حمل‌ونقل، کالبدی–زیست‌محیطی و اجتماعی–فرهنگی با استفاده از آزمون مقایسه‌ای فریدمن بررسی شد که نتایج آن بیانگر تفاوت معنادار میان این ابعاد است. بررسی میانگین رتبهٔ شاخص‌های سه بعد حمل‌ونقل، زیست‌محیطی–کالبدی و اجتماعی–فرهنگی نشان می‌دهد افزایش قابلیت اطمینان به اتوبوس، افزایش راحتی سالمندان، کودکان و گروه‌های خاص، کاهش آلودگی هوا، توسعهٔ حمل‌ونقل همگانی، افزایش درآمد منطقه، یکپارچه‌سازی شبکهٔ حمل‌ونقل، افزایش تعداد سفر درون‌شهری، افزایش دسترسی محلی، کاهش جمعیت‌گریزی منطقه، کاهش جرم و جنایت، افزایش راحتی مسافران، و بهبود عملکرد داخلی اتوبوس‌رانی منطقه بیشترین تأثیر را از اجرای سیاست بازنگری سیستم اتوبوس‌رانی منطقهٔ ۱۲ می‌پذیرند. آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی میانگین شاخص‌های سه بعد نیز استفاده شد و نتایج آن نشان داد بعد اجتماعی–فرهنگی، بعد حمل‌ونقل و بعد کالبدی–زیست‌محیطی به‌ترتیب بیشترین تأثیر را از این سیاست می‌پذیرند. بررسی معایب و موانع طرح از نظر متخصصان نشان می‌دهد لزوم هماهنگی با سیستم اتوبوس‌رانی سایر مناطق مجاور، افزایش تعداد سفر، کاهش مطلوبیت سفر، کاهش دسترسی محلی در سطح منطقه، و افزایش زمان سفر به‌ترتیب مهم‌ترین معایب این طرح هستند. نتایج این بخش با نتایج مطالعات ورما (۲۰۱۳) و (۲۰۱۶) برای شهر بنگالور مطابقت دارد که در آن بر افزایش زمان سفر و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی تأکید شده است. کاهش رضایت از سفر به‌دلیل انتقال سفر از طریق هاب‌ها، از دیگر نتایج پژوهش ورماست که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد. درحالی‌که مهم‌ترین موانع اجرای طرح به‌ترتیب بالاترین میانگین شامل تداخل وظایف نهادهای تصمیم‌گیر، نبود نیروی متخصص، مشکلات حقوقی از قبیل خرید اراضی موردنیاز، مشکلات فناوری، و مشکلات مالی برای اجرای طرح هستند. در ادامه پتانسیل اجرایی هریک از اقدامات سه‌گانهٔ طرح از نظر متخصصان آزموده شد و نتایج آن نشان داد مکان‌یابی هاب‌های انتقال مسافر در مرزهای منطقه، تغییر مسیر خطوط داخلی منطقه، حذف هم‌پوشانی خطوط، و شناسایی مسیرهای ویژه به‌ترتیب بالاترین پتانسیل اجرایی را دارد.

منابع

سلطانی، علی و افروز فلاح‌منشادی، ۱۳۹۱، «یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل راهکاری در جهت دستیابی بـه حمـل‌ونقـل پایـدار، مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر شیراز»، فصلنامهٔ مطالعات شهری، شمارهٔ ۵، صص ۴۷-۶۰.

شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران، ۱۳۹۵، *اطلاعات مربوط به پراکنش آلایندهٔ PM2.5 در ۶ ماههٔ دوم سال ۱۳۹۵*.

شریعت مهیمنی، افشین، فراشائی، بهزاد و سید محمدمهدی امیری‌پور، ۱۳۸۹، *بررسی اهمیت بازنگری در طراحی شبکه حمل‌ونقل عمومی پس از ایجاد محدودهٔ طرح ترافیک برمبنای شاخص‌های ارزیابی*، پنجمین کنگرهٔ ملی مهندسـی عمـران، مشـهد، دانشگاه فردوسی مشهد، https://civilica.com/Paper-NCCE05-NCCE05_489.html

معاونت حمل‌ونقل و ترافیک منطقهٔ ۱۲، ۱۳۹۶، *گزارش عملکرد معاونت حمل‌ونقل و ترافیک*.

مهندسان مشاور آرتا نقش رامونا، ۱۳۹۶، *مطالعات بازنگری سیستم حمل‌ونقل عمومی*.

Amalingayya B. H., and Ashish V., 2013, *Development of Hub and Spoke Model for Bus Transit Route Network Design*, 2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG), Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 104, PP. 835 – 844

Arta Naghsh Ramona Consulting, 2017, *Study of Improving the Public Transport.*

Di Huang, et al, 2018, *Multimodal Transit Network Design in a Hub and-Spoke Network Framework*, Transportmetrica A: Transport Science, DOI: 10.1080/23249935.2018.1428234

Kaiser, J., 2007, *Dubai Public Transport Bus Master Plan: A New Era of Public Transport Services in the World's Fastest Developing City*, Proceedings of 10th International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Hamilton Island.

Li Z, and Hensher D. A., 2011, *Crowding and Public Transport: A Review of Willingness to Pay Evidence and Its Relevance in Project Appraisal*. Transp Policy. 2011; 18:880–887. Doi: 10.1016/J.Tranpol.2011.06.003

Litman T. 2008, "Valuing Transit Service Quality Improvements", *Journal of Public Transportation*, Vol.1, No.2 pp43–63. Doi: 10.5038/2375-0901.11.2.3.

Masaru Yajima M., Sakamoto K., and Hisashi K., 2013, *Efficacy of Bus Service Reorganization Utilizing a Hub and Spoke Topology and DRT to Meet Community Needs: A Case Study of Tokigawa Town*, International Association of Traffic and Safety Sciences, IATSS Research, Vol. 37, issue. 1, PP. 49–60

Murray, Alan T., 2001, *Strategic Analysis of Public Transport Coverage*, Socio-Economic Planning Sciences, Vol.35, issue. 3, pp. 175–188

Shen X. et al, 2016, *Analysis of Bus Passenger Comfort Perception Based on Passenger Load Factor and in-Vehicle Time*, Springerplus, Vol.5,No.62.

Tirachini A., Hensher D. A., Rose J. M., 2013, *Crowding in Public Transport Systems: Effects on Users, Operation and Implications for the Estimation of Demand*, Transp Res Part A,No. 53, PP. 36–52

Transportation Research Board,2003, *Transit Capacity and Quality of Service MANUAL*, 2 nd Edition, Washington, D.C

Verma A. et al, 2016, *Development of Hub and Spoke Model for Improving Operational Efficiency of Bus Transit Network of Bangalore City*, Case Studies on Transport Policies,

Vovsha P. et al, 2014, *Statistical Analysis of Transit User Preferences Including in-Vehicle Crowding aAnd Service Reliability*, TRB Annual Meeting.

Shariat Mahimani A., Farashaee B., Amiripour S. M., 2010, *Importance of Reviewing the Design of the Public Transportation Network After Establishing the Scope of Traffic Planning Based on Evaluation Indicators*, Fifth National Congress on Civil Engineering, Mashhad, Iran, https://civilica.com/paper-ncce05-ncce05_489.html. *(In Persian)*

Soltani A., and Fallah Menshadi A., 2012, *Integrated Transportation Approach: Achieving Sustainable Transportation, Case Study: Metropolitan Shiraz*, Journal of Urban Studies, Vol. 2, No. 5, PP. 47-60. *(In Persian)*

Tehran Air Quality Control Company, 2016, *Information on the Distribution of PM2.5 Pollutants in the First Half of 2016. (In Persian)*