

## طراحی سرویس شاتل تندرو تهران

لاله صابر نژاد (مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکترا برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

**E-mail: lsabernejad@gmail.com**

سیدابراهیم عبدالمنافی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

بهنام خیری، کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

سیدمجتبی شفیع، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

### چکیده

گسترش شهرها، افزایش جمعیت آن‌ها و افزایش مالکیت وسیله نقلیه شخصی موجب تراکم ترافیکی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، تصادفات، مصرف سوخت‌های فسیلی و ... شده است. به‌کارگیری سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل یکی از راه‌حل‌های برون‌رفت از این مشکلات است. هدف این مقاله بررسی و اثر سنجی چند سیاست در زمینه مدیریت تقاضای سفر، یعنی سیاست‌های هم‌پیمایی و ایجاد خطوط پر سرنشین در شهر تهران است. در این راستا سرویس شاتل تندرو در قالب احداث ۱۷ خط شاتل (مبدأ- مقصدی) پیشنهاد شده است. در ابتدا مبادی و مقاصد پر تقاضای اصلی و سپس مسیرها برای اجرای سرویس شاتل تندرو شناسایی شده است. سپس دو گزینه اجرای سامانه و گزینه وضع موجود برای بررسی و تحلیل اثرات ساخت و توسعه سامانه، در مدل کلان نگر شهر تهران شبیه‌سازی و اجرا شده است. برای مقایسه تغییرات ایجادشده در شبکه معابر شهر تهران شاخص‌هایی معرفی، اندازه‌گیری و درنهایت با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که هزینه کل سیستم حمل‌ونقل با اجرای سرویس شاتل تندرو به میزان ۲/۲ درصد کاهش می‌یابد. تعداد سفرهای مبدأ- مقصد وسایل نقلیه شخصی به میزان ۱/۱ درصد کاهش می‌یابد. تعداد سفرهای مبدأ- مقصد با سیستم حمل‌ونقل همگانی و نیمه همگانی ۳/۴ درصد افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: هم‌پیمایی، سرویس شاتل تندرو، مدیریت تقاضای سفر و خطوط پر سرنشین

## ۱. مقدمه

تندرو به طور هم‌زمان ۲ راهکار هم‌پیمایی و خطوط پر سرنشین (کاهش ضریب سرنشین خودروی شخصی) به عنوان راهکارهای مهم مدیریت تقاضای سفر به اجرا در خواهد آمد.

## ۲. ادبیات پژوهش

### ۱-۲ هم‌پیمایی

هرروز در سطح شهر صدها نفر به‌تنهایی به محل کار خود می‌روند. اگر درصد قابل‌توجهی از این افراد از وسایل نقلیه اشتراکی استفاده کنند، نتیجه آن راندن تعداد کمتری سواری شخصی و کاهش تراکم ترافیک است. هم‌پیمایی را می‌توان به صورت استفاده چند نفر از یک وسیله نقلیه برای سفرهایی که از قبل برنامه‌ریزی شده‌اند، (سفرهای منظم) تعریف نمود. هم‌پیمایی معمولاً در بین افرادی شکل می‌گیرد که (۱) در زمان یکسانی سفر می‌کنند؛ (۲) از مبدأ تقریباً یکسانی سفر می‌کنند؛ (۳) به مقصد تقریباً یکسانی سفر می‌کنند؛ (۴) در زمان یکسانی برمی‌گردند.

وسيله نقلیه که در این روش توسط افراد استفاده می‌شود، می‌تواند متعلق به هر یک از آن‌ها بوده یا توسط ارگانی که در آن کار می‌کنند، خریداری شده و یا توسط شرکتی و یا سازمانی که به این کار اختصاص دارد، تهیه شده باشد. این وسیله شامل خودروی سواری اشتراکی<sup>۱</sup> (شامل استفاده از وسیله نقلیه شخصی افراد برای این سیستم یا تاکسی سرویس اشتراکی<sup>۲</sup>، کاروان اشتراکی<sup>۳</sup> و اتوبوس سرویس اشتراکی<sup>۴</sup> است. در این روش ظرفیت جابجایی مسافر از ۲ تا ۶ نفر در سواری شخصی الی ۳۰ تا ۴۰ نفر در اتوبوس سرویس اشتراکی متغیر است.

هم‌پیمایی اولین بار در ایالات متحده در طول جنگ جهانی دوم مطرح شد. در اواسط دهه ۱۹۷۰ به علت بحران‌های سوخت ۱۹۷۳ و بحران انرژی ۱۹۷۹ این موضوع اهمیت پیدا کرد. بین دهه‌های ۱۹۷۰ و ۲۰۰۰ هم‌پیمایی شخصی به‌طور معناداری کاهش پیدا کرد. در سال ۱۹۷۰ هم‌پیمایی برای سفرهای روزانه حومه شهری با ۲۰/۴ درصد به اوج رسید. این مقدار برای سال ۲۰۱۱ به ۹/۷ درصد کاهش یافت. با توسعه اینترنت و رشد فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۵ / زمستان ۱۴۰۲

در سال‌های اخیر با افزایش نرخ تولید خودرو و رفاه نسبی، نرخ سرانه مالکیت سواری شخصی در شهر تهران، رشد چشمگیری داشته است. این امر باعث به وجود آمدن مشکلاتی چون ازدحام و آلودگی هوا در شهر تهران شده است. وجود این مشکلات مهندسان و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل را ترغیب به انتخاب برنامه‌های مدیریت تقاضای سفر کرده است. مدیریت تقاضای سفر یک راهکار کم‌هزینه‌تر نسبت به افزایش ظرفیت و زیرساخت‌ها است. مدیریت تقاضای سفر به نوعی تغییر رفتار سفر کاربران در راستای کاهش استفاده از خودرو شخصی است. از سوی دیگر نارسایی در ساختار و عملکرد سیستم حمل‌ونقل همگانی نیز باعث بروز مشکلاتی شده است. تقاضای اندک در بعضی از خطوط سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مانند خطوط ۴ و ۹ اتوبوس تندرو (مترو جوانمرد قصاب- پایانه لاله و پایانه جنوب- پایانه افشار) که باعث افزایش سرفاصله زمانی ناوگان شده که خود باعث پایین آمدن مطلوبیت این خطوط شده است. از طرفی این مسئله در کنار هزینه تأمین و هزینه بهره‌برداری بالا این ناوگان، استفاده از این دسته ناوگان را در این خطوط زیر سؤال برده است و به ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل دامن زده است. همچنین حجم بالای ترافیک در ساعات اوج باعث کاهش تمایل رانندگان تاکسی به خدمات‌رسانی شده است. به طوری که در این ساعات، صف‌های طولانی در ایستگاه‌های تاکسی خطی به وجود می‌آید و ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل را تشدید نموده است.

با توجه به موارد اشاره‌شده در این پژوهش به ارائه راهکاری برای توسعه حمل‌ونقل نیمه همگانی پرداخته شده است که با استفاده از ظرفیت خطوط اتوبوس تندرو و ایجاد خطوط پر سرنشین می‌تواند با افزایش سرعت موجب افزایش مطلوبیت آن گردد. بدیهی است توسعه این سیستم می‌تواند با کمک به سیستم حمل‌ونقل همگانی و نیمه همگانی در بهبود عملکرد سیستم حمل‌ونقل نقش مهمی را بازی نماید. با اجرای سیستم شاتل

## طراحی سرویس شاتل تندرو تهران

خارج از ساعات کاری منظم برای سرویس‌های اتوبوس معمولی کار کنند.

### ج) اتوبوس‌های جایگزین ریلی

اتوبوس‌های جایگزین ریلی اتوبوس‌هایی هستند که وقتی خط قطار خاصی از کار می‌افتد، این اتوبوس‌ها خدمات‌رسانی می‌کنند. این سرویس‌ها معمولاً خدمات اتوبوس‌های عمومی را اجرا می‌کنند، با این حال در برخی موارد ممکن است اتوبوس‌های اضافی نیز کرایه کنند و برای خدمات مسافت طولانی از اتوبوس‌های منطقه‌ای استفاده شود. این خدمات عموماً با استقبال خوبی روبرو نمی‌شوند، زیرا فاقد بسیاری از مزایای قطار نسبت به اتوبوس هستند.

### د) شاتل‌های کارکنان

شاتل‌های کارکنان اتوبوس‌هایی هستند که برای جابجایی کارمندان بین خانه و محل کارشان استفاده می‌شود، گاهی اوقات این شاتل‌ها ممکن است برای جابجایی افراد در داخل محل کار نیز استفاده شوند. این شاتل‌ها باعث سهولت در رفت‌وآمد روزانه کارگران است. همچنین بسیاری از کارفرمایان از این اتوبوس‌ها به‌عنوان جایگزینی برای اتومبیل‌های شخصی استفاده می‌کنند تا باعث کاهش تولید آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه شخصی توسط کارکنان آن مجموعه گردند.

اتوبوس‌های شاتل در سراسر جهان و در خیلی از کشورها مشغول بکار هستند. در ادامه به نمونه‌ای از این سیستم در کشورهای متفاوت اشاره می‌شود.

### الف) استرالیا

در استرالیا، اتوبوس‌های شاتل برای انتقال دانشجویان از مراکز حمل‌ونقل (مانند ایستگاه‌های قطار یا ایستگاه‌های اتوبوس) به دانشگاه‌های مربوطه استفاده می‌شود. در ملبورن تعداد زیادی از این اتوبوس‌ها کار می‌کنند که معروف‌ترین آن‌ها مسیر ۶۰۱ است که دانشجویان را از ایستگاه هانتینگدیل به دانشگاه موناش، پردیس کلیتون منتقل می‌کند. در بریزبن، محبوب‌ترین شاتل مسیر ۱۳۴ است که دانشجویان را از ایستگاه اتوبوس کوئین استریت

تسهیلات هم‌پیمایی، درصد هم‌پیمایی برای سفرهای روزانه حومه شهری در سال ۲۰۰۵ به ۱۰/۷ درصد افزایش پیدا کرد. در سال ۲۰۰۷ با ظهور تلفن‌های هوشمند و سامانه موقعیت‌یاب جهانی که به‌صورت تجاری در دسترس قرار گرفتند، هم‌پیمایی با رشد بیشتری گسترش پیدا کرد؛ چراکه هماهنگی و ارتباط با هم سواران با راحتی بیشتری فراهم شده است.

## ۲-۲ سرویس شاتل

شاتل نوعی حمل‌ونقل همگانی است که از اتوبوس‌های کوچک یا ون‌ها برای جابجایی مسافران استفاده می‌کند. این شیوه علاوه بر ایمنی، مزایای زیست‌محیطی نیز دارد. به‌طور معمول، اتوبوس‌های شاتل در هر دو جهت بین دو نقطه حرکت می‌کنند. اتوبوس‌های شاتل برای جابجایی گروه‌های بزرگی از مردم که همگی در حال سفر به یک مقصد خاص هستند و به شیوه‌ای سازماندهی شده‌تر هستند، طراحی شده‌اند.

اتوبوس‌های شاتل انواع مختلفی دارند که در ادامه به معرفی هر یک از آن‌ها پرداخته شده است.

### الف) اتوبوس‌های فرودگاهی

اتوبوس‌های فرودگاهی، شاتل‌های فرودگاهی یا اتوبوس‌های شاتل فرودگاهی اتوبوس‌هایی هستند که بین فرودگاه و مرکز شهر حرکت می‌کنند. این اتوبوس‌ها عمدتاً به مراکز حمل‌ونقل اصلی سفر می‌کنند، اما ممکن است مستقیماً به هتل‌های اصلی در اطراف شهر نیز سفر کنند. اتوبوس‌هایی که مستقیماً به شهر سفر می‌کنند، گاهی اوقات به‌عنوان شاتل هتل شناخته می‌شوند.

### ب) شاتل‌های دانشگاه

شاتل‌های دانشگاه اتوبوس‌هایی هستند که بین محوطه دانشگاه حرکت می‌کنند و گاهی اوقات ممکن است به مراکز حمل‌ونقل اصلی و ایستگاه‌های راه‌آهن خدمت کنند. این شاتل‌ها نه تنها زمان حمل‌ونقل بین دو انتهای دانشگاه را کاهش می‌دهند، بلکه به دانشجویان اجازه می‌دهند تا در طول شب با خیال راحت از مکان‌های تاریک عبور کنند. شاتل‌های دانشگاه نیز تمایل دارند

آن‌ها سرویس اتوبوس فلای‌اوی<sup>۷</sup> است که لس‌آنجلس و فرودگاه بین‌المللی لس‌آنجلس را به هم متصل می‌کند، این سرویس ایستگاه یونیون را به فرودگاه بین‌المللی لس‌آنجلس متصل می‌کند.

### ۳. روش پژوهش

#### ۳-۱ طرح سرویس شاتل تندرو

آنچه در این پژوهش به آن پرداخته شده است، معرفی سامانه سرویس شاتل تندرو با ایجاد خطوط پرسرنشین و استفاده از برخی خطوط اتوبوس تندرو است. در این سیستم با استفاده از ناوگان نیمه همگانی (ون، مینی‌بوس و مدی‌بوس) و در بستر شبکه بزرگراهی با خطوط ویژه، دسترسی شهروندان بین نقاط پر تقاضای مشخص و معرفی شده به شهروندان فراهم می‌شود. به‌طورکلی ایجاد خطوط ویژه در بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی با افزایش سرعت و کاهش زمان سفر می‌تواند عاملی برای تشویق شهروندان در استفاده بیشتر از وسایل نقلیه همگانی و نیمه همگانی و هم‌پیمایی گردد. عملکرد سیستم معرفی شده به‌صورت شاتل بوده و دسترسی مبدأ-مقصدی را فراهم می‌کند که ممکن است برخی از مسیرها دارای چند مبدأ یا چند مقصد باشند. بدیهی است این مبادی و مقاصد با داده‌کاوی و ارتباط با شهروندان می‌توان با گذشت زمان اصلاح گردد. همچنین این سیستم در مسیر دارای ایستگاه نبوده و بنابراین دارای سرعت بالاتری خواهد بود. در ابتدا برای طراحی مسیر سامانه و سرویس شاتل تندرو، نقاط اصلی به‌عنوان مبادی و مقاصد سامانه به شرح جدول ۱ شناسایی شد که در شکل ۱ نیز موقعیت آن‌ها بر روی نقشه نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برای شناسایی این مبادی و مقاصد مهم تقاضا از داده‌های مطالعات مبدأ و مقصد شهر تهران استفاده شده است.

از طریق پردیس کوه گراوات دانشگاه گریفیث به پردیس ناتان دانشگاه گریفیث می‌برد. به‌طورمعمول، شاتل‌های دانشگاه سریع‌السیار هستند و فقط به حوزه‌های آموزشی یا ایستگاه‌های اصلی در طول مسیر خدمت‌رسانی می‌کنند. این اتوبوس‌ها دارای رنگ خاصی هستند که نشان‌دهنده دانشگاهی که به آن خدمات می‌دهند، هستند. همچنین اتوبوس‌های شاتل در استرالیا برای اتصال فرودگاه‌ها و مراکز شهر نیز استفاده می‌شوند که به‌عنوان نمونه می‌توان از اسکای‌باس<sup>۸</sup> ملبورن یاد کرد که فرودگاه ملبورن را به ایستگاه کراس جنوبی در محدوده تجاری مرکزی ملبورن متصل می‌کند.

ب) فرانسه

در فرانسه، اتوبوس‌های شاتل معمولاً برای اتصال فرودگاه‌ها و مراکز شهر مورد استفاده قرار می‌گیرند که بیشترین استفاده از این اتوبوس‌ها، سرویس اتوبوس رویسی<sup>۶</sup> از فرودگاه شارل دوگل و مرکز پاریس است. اتوبوس رویسی پاریس از ترمینال ۲ در فرودگاه شارل دوگل به ایستگاه اپرا در متروی پاریس خدمت‌رسانی می‌کند.

ج) انگلیس

در بریتانیا اتوبوس‌های شاتل در فرودگاه‌ها کار می‌کنند و همچنین دانشگاه‌ها را به مناطق محلی متصل می‌کنند. یکی از نمونه‌های آن سرویس هتل هوپا است که مسافران را از فرودگاه هیترو به چندین هتل انتقال می‌دهد. در بریتانیا، اتوبوس‌های شاتل زیادی نیز وجود دارد که دانشجویان را از دانشگاه به مناطق مجاور جابجا می‌کنند. به‌عنوان مثال، شرکت اتوبوس آکسفورد، شاتلی است که بین دانشگاه آکسفورد و منطقه شهری اطراف دانشگاه خدمات‌رسانی می‌کند.

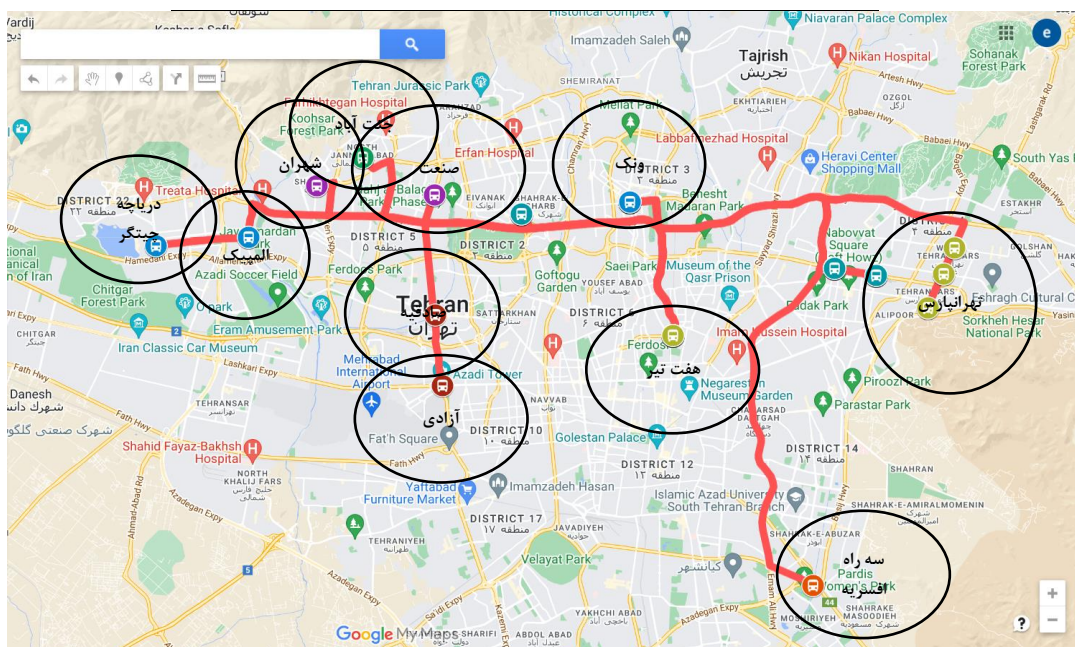
د) آمریکا

در ایالات متحده آمریکا از اتوبوس‌های شاتل برای انتقال کاربران از فرودگاه‌ها به مراکز شهر استفاده می‌شود. یکی از پرکاربردترین

## طراحی سرویس شاتل تندرو تهران

جدول ۱. نقاط پر تقاضای اصلی شناسایی شده برای سرویس شاتل تندرو پیشنهادی

ردیف	مراکز اصلی	ردیف	مراکز اصلی
۱	هفت تیر	۸	دهکده المپیک
۲	ونک	۹	صادقیه
۳	تهرانپارس	۱۰	آزادی
۴	رسالت	۱۱	صنعت
۵	علم و صنعت	۱۲	شهران
۶	جنت آباد	۱۳	سه راه افسریه
۷	پونک	۱۴	دریاچه چیتگر



شکل ۱. موقعیت مراکز پر تقاضای اصلی شناسایی شده

- بزرگراه مدرس: یک خط از هر طرف (رفت و برگشت) از بزرگراه حقانی تا میدان هفت تیر به پروژه اختصاص پیدا خواهد کرد. بدیهی است در قالب خطوط پر سرشین، یک خط از هر طرف به پروژه اختصاص داده خواهد شد.

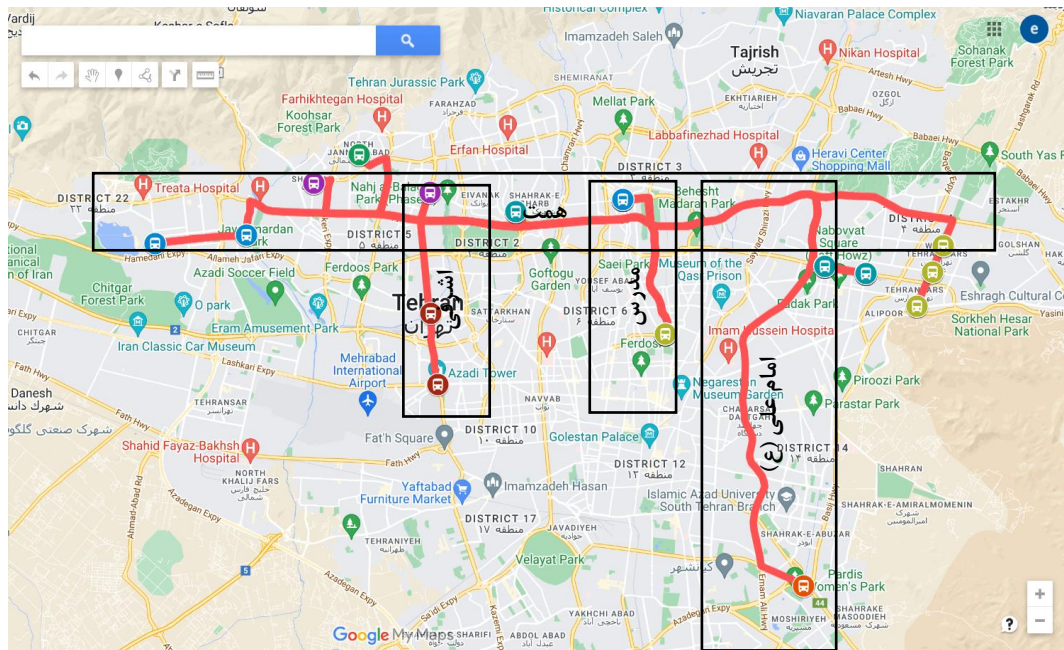
- بزرگراه امام علی (ع): از ظرفیت خطوط اتوبوس تندرو از بزرگراه همت تا بزرگراه بعثت استفاده خواهد شد.

- بزرگراه اشرفی اصفهانی: از ظرفیت خطوط اتوبوس تندرو از بزرگراه همت تا میدان آزادی استفاده خواهد شد.

سپس با توجه به موقعیت این مراکز و بزرگراه‌ها و معابر اصلی قابل استفاده و همچنین عملکرد و تقاضای خطوط اتوبوس تندرو شهر تهران، مسیرهای و شریان‌های اصلی برای بسترسازی حمایت از سرویس شاتل تندرو شناسایی شد. این مسیرها که در شکل ۲ نمایش داده شده‌اند، عبارت‌اند از:

- بزرگراه همت: یک خط از هر طرف (رفت و برگشت) به پروژه اختصاص پیدا خواهد کرد. بدیهی است در قالب خطوط پر سرشین، یک خط از هر طرف به پروژه اختصاص داده خواهد شد.

لاله صابر نژاد، سیدابراهیم عبدالمنافی، بهنام خیری، سیدمجتبی شفیع



شکل ۲. معابر اصلی شناسایی شده برای سرویس شاتل

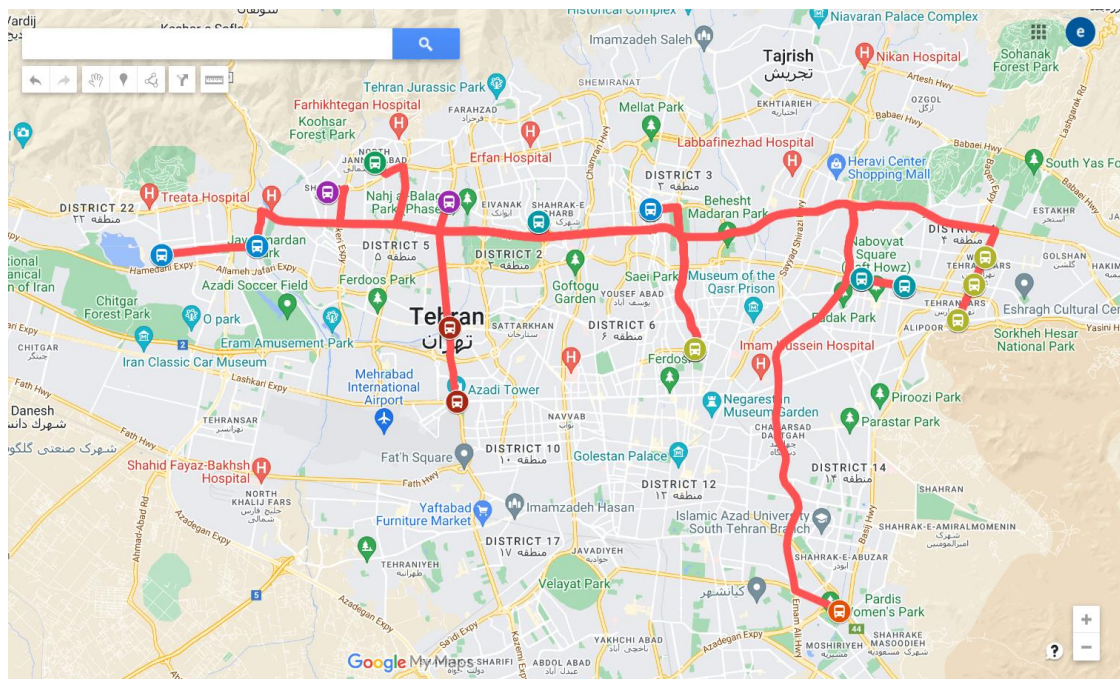
سپس با توجه به حجم تقاضا بین مبادی اصلی و نظر به معابر مستعد برای ایجاد خطوط پر سر نشین و تقاضای خطوط اتوبوس تندرو تهران، ۱۷ خط برای اجرای سرویس شاتل به شرح جدول ۲ و شکل ۳ پیشنهاد شده است.

بنابراین برای ایجاد شبکه خطوط سرویس دهنده به طرح سرویس شاتل تندرو لازم است در خطوط همت و مدرس (از بزرگراه حقانی تا میدان هفت تیر) خطوط پر سر نشین ایجاد گردد. همچنین برای ناوگان این طرح اجازه استفاده از خطوط اتوبوس تندرو در بزرگراه امام علی (ع) از بزرگراه همت تا بزرگراه بعثت و اشرفی اصفهانی از بزرگراه همت تا میدان آزادی فراهم گردد.

جدول ۲. مسیرهای پیشنهادی خطوط سرویس شاتل تندرو

شماره خط	مسیر	شماره خط	مسیر
۱	تهرانپارس - ونک	۱۰	هفت تیر - پونک
۲	علم و صنعت - رسالت - ونک	۱۱	هفت تیر - دهکده المپیک - دریاچه چیتگر
۳	علم و صنعت - رسالت - هفت تیر	۱۲	هفت تیر - صنعت
۴	علم و صنعت - رسالت - آزادی	۱۳	ونک - صنعت
۵	جنت آباد - ونک	۱۴	علم و صنعت - رسالت - صنعت
۶	جنت آباد - هفت تیر	۱۵	ونک - سهراب افسریه
۷	شهران - ونک	۱۶	تهرانپارس - هفت تیر
۸	شهران - هفت تیر	۱۷	ونک - دهکده المپیک - دریاچه چیتگر
۹	علم و صنعت - رسالت - پونک	--	--

## طراحی سرویس شاتل تندرو تهران



شکل ۳. مسیرهای پیشنهادی خطوط سرویس شاتل تندرو بر روی شبکه معابر

نقلیه در طول سفر توقف نداشته و تنها مسافران را از محل‌های که از قبل معین شده است سوار و در انتهای مسیر پیاده می‌کند. البته لازم به ذکر است که برخی خطوط دارای بیش از یک مبدأ یا مقصد می‌باشند. ناوگان پیشنهادی برای این سیستم ون (۱۱ نفره)، مینی‌بوس (۱۷ نفره) و مدیوبوس (میدلباس) (۳۵ نفره) است که با توجه به حجم تقاضا به خطوط تخصیص می‌یابد.

همچنین در این سیستم برای خدمت‌دهی بهتر و ایجاد مطلوبیت بیشتر استفاده از بسته‌های خدماتی هوشمند نظیر بسته هوشمند اطلاع‌رسانی به کاربران، بسته هوشمند پرداخت الکترونیکی کرایه و بسته هوشمند رزرو صندلی پیشنهاد می‌گردد.

همچنین در آینده این سیستم قابلیت توسعه و ارائه سرویس‌هایی نظیر هم‌پیمایی آنلاین از هر مبدأ به هر مقصد، هم‌پیمایی آفلاین (رزرو از قبل) و سرویس ادارات را خواهد داشت.

## ۴. تحلیل داده‌ها

### ۴-۱ تحلیل اجرای سرویس شاتل تندرو

برای بررسی و تحلیل تأثیر اجرای سرویس شاتل تندرو از مدل حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران که در نرم‌افزار EMME/2

درعین حال ذکر این نکته نیز ضروری است که بر اساس نتایج مطالعات یکپارچه حمل‌ونقل همگانی که یکی از محورهای طرح جامع حمل‌ونقل است، کریدور همت به‌عنوان یک کریدور مهم برای سیستم حمل‌ونقل همگانی با ظرفیت بیشتر از ۱۰ معرفی گردیده است. بدیهی ناوگان مناسب برای این ظرفیت، ون، مینی‌بوس و اتوبوس بشمار می‌آید؛ بنابراین این طرح با نتایج مطالعات یکپارچه حمل‌ونقل همگانی انطباق کامل دارد.

درنهایت سعی بر آن شده است که با معرفی سرویس شاتل تندرو و از طریق اطلاع‌رسانی به‌صورت در اختیار گذاشتن زمان‌بندی دقیق برنامه سفر ناوگان هر خط، مسافرانی که دارای یک مسیر بوده به‌صورت هم‌پیمایی از این سرویس‌ها استفاده کنند. سامانه به این صورت است که با گذشت زمان و با توجه به مبادی و مقاصد مسافران دارای قابلیت به‌روزرسانی برای تغییر مبدأ و مقصد است. مسافران با توجه به برنامه زمانی با استفاده از اپلیکیشن، در زمان مقرر به مبدأ خطی که دارای مسیر یکسانی با سفر آن‌هاست، حرکت خواهند نمود. ناوگان در زمان مشخص شده و طبق زمان‌بندی اعلام‌شده به مسافران به محل مبدأ خط اعزام می‌شود، مسافران را سوار و حرکت می‌کند. وسیله

پیاده‌سازی شده، استفاده شده است. گزینه وضع موجود و گزینه احداث سامانه در نرم‌افزار شبیه‌سازی و اجرا گردیدند. برای تحلیل اجرای سرویس شاتل تندرو، شاخص‌هایی مشخص و از نرم‌افزار استخراج گردید. میزان شاخص‌ها در گزینه پایه (وضع

(موجود) و گزینه پیشنهادی (اجرای سامانه) به همراه میزان تغییرات در ساعت اوج ترافیک صبح در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های ترافیکی در وضعیت موجود با گزینه پیشنهادی اجرای سرویس شاتل تندرو برای ساعت اوج صبح

شاخص	وضعیت موجود	اجرای گزینه پیشنهادی	درصد تغییرات
مسافت طی شده (وسیله- کیلومتر)	۸۳۲۱۴۶۲	۸۱۴۵۱۸۴	-۲/۲
متوسط سرعت (کیلومتر بر ساعت)	۲۶/۷۳	۲۶/۹۸	۰/۹
زمان سفر آزاد (وسیله- ساعت)	۲۰۰۳۶۲	۱۹۶۷۰۴	-۱/۹
تأخیر در مسیر (وسیله- ساعت)	۵۳۴۳۳	۵۱۷۳۱	-۳/۳
تاخیر در تقاطع (وسیله- ساعت)	۵۷۵۱۹	۵۳۴۴۴	-۷/۶
کل زمان سفر (وسیله- ساعت)	۳۱۱۳۱۴	۳۰۱۸۷۸	-۳/۱
درصد تأخیر از کل زمان سفر	۳۵/۶۴	۳۴/۸۴	-۲/۳
درصدی از شبکه با وضعیت آزاد و روان	۲۳/۱۵	۲۲/۹۷	-۰/۸
درصدی از شبکه با وضعیت مناسب	۵۳/۱۳	۵۴/۱۹	۲
درصدی از شبکه با وضعیت کند و بحرانی	۲۳/۷۲	۲۲/۸۲	-۳/۹
تعداد سفرهای مبدأ- مقصد با سواری	۸۸۷۷۳۷	۸۷۷۹۲۷	-۱/۱
تعداد سفرهای مبدأ- مقصد با همگانی	۴۲۳۷۴۶	۴۳۸۸۸۵	۳/۴

۱/۱ درصد کاهش و تعداد سفرهای مبدأ- مقصد با سیستم همگانی و نیمه همگانی ۳/۴ درصد افزایش می‌یابد. این بدان معناست که عملاً قسمتی از سفرهای با وسیله نقلیه شخصی جذب سیستم هم‌پیمایی و سرویس شاتل تندرو پیشنهادی شده است.

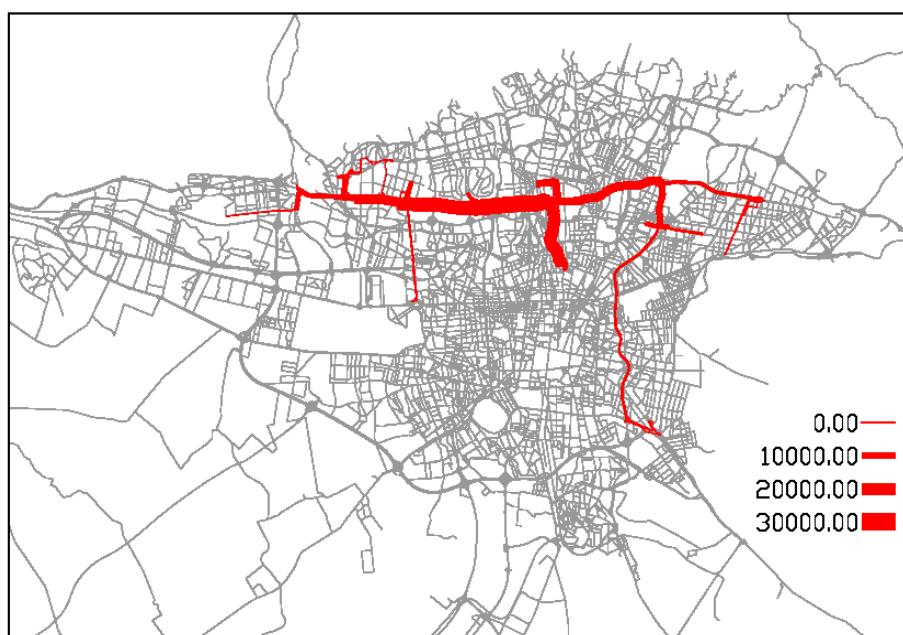
برای بررسی مسیرهای پیشنهادی، نتایج تخصیص سیستم حمل‌ونقل همگانی شهر تهران در یک ساعت اوج صبح در مسیر رفت و برگشت به تفکیک خط، در جدول ۴ و میزان تقاضا در این خطوط در شکل ۴ نشان داده شده است.

مطابق نتایج گزارش شده در جدول ۳، میزان افزایش متوسط سرعت در گزینه پیشنهادی نسبت به وضع موجود، معادل ۰/۹ درصد است. مساحتی از شبکه که در حالت کند و بحرانی قرار دارد، با اجرای گزینه پیشنهادی ۳/۹ درصد کاهش یافته است. همچنین میزان تأخیر در مسیر و تأخیر در تقاطع به ترتیب به میزان ۳/۳ درصد و ۷/۶ درصد کاهش یافته است. شاخص مسافت طی شده (وسیله- کیلومتر) یا هزینه کل سیستم با اجرای سرویس شاتل تندرو به میزان ۲/۲ درصد کاهش یافته است. علاوه بر این تعداد سفرهای مبدأ- مقصد سواری نیز به میزان

## طراحی سرویس شاتل تندرو تهران

جدول ۴. نتایج تخصیص حمل و نقل همگانی برای خطوط سرویس شاتل تندرو پیشنهادی برای ساعت اوج صبح

شماره خط	ناوگان فعال	طول (کیلومتر)	تعداد ایستگاه	سرفاصله (دقیقه)	متوسط سرعت (کیلومتر در ساعت)	مسافر سوار شده	مسافر قطعه اوج
۱	۸۹	۳۷	۶	۱	۲۴	۲۴۲۰	۲۰۷۴
۲	۴۸	۲۹	۴	۲	۲۷	۱۴۰۸	۱۳۵۴
۳	۳۳	۳۱	۴	۳	۳۲	۷۶۳	۵۷۱
۴	۶۴	۵۳	۶	۲	۳۵	۲۵۲۱	۱۱۷۲
۵	۴۰	۳۲	۲	۲	۳۰	۱۶۵۵	۱۵۴۲
۶	۴۰	۳۵	۲	۲	۳۴	۱۱۸۵	۱۰۷۳
۷	۴۱	۳۲	۲	۲	۲۹	۲۴۴۷	۲۳۰۵
۸	۱۶۰	۳۵	۲	۱	۳۷	۴۱۸۰	۳۷۶۲
۹	۵۶	۴۳	۴	۲	۳۸	۱۵۱۶	۹۲۳
۱۰	۱۳۶	۲۷	۲	۱	۳۶	۴۹۰۲	۴۲۱۳
۱۱	۱۲۸	۴۶	۴	۱	۳۱	۳۶۲۹	۳۲۳۸
۱۲	۵۶	۱۸	۲	۱	۳۰	۲۱۸۸	۱۱۳۳
۱۳	۲۰	۱۶	۲	۳	۲۴	۴۲۶	۲۷۳
۱۴	۴۹	۳۴	۴	۲	۳۵	۱۴۸۰	۱۰۵۸
۱۵	۸۸	۵۲	۲	۱	۳۳	۲۰۴۰	۱۸۸۹
۱۶	۷۳	۳۹	۶	۲	۲۷	۲۲۳۶	۱۴۹۶
۱۷	۱۰۵	۴۴	۴	۱	۲۸	۲۳۸۹	۲۲۶۳



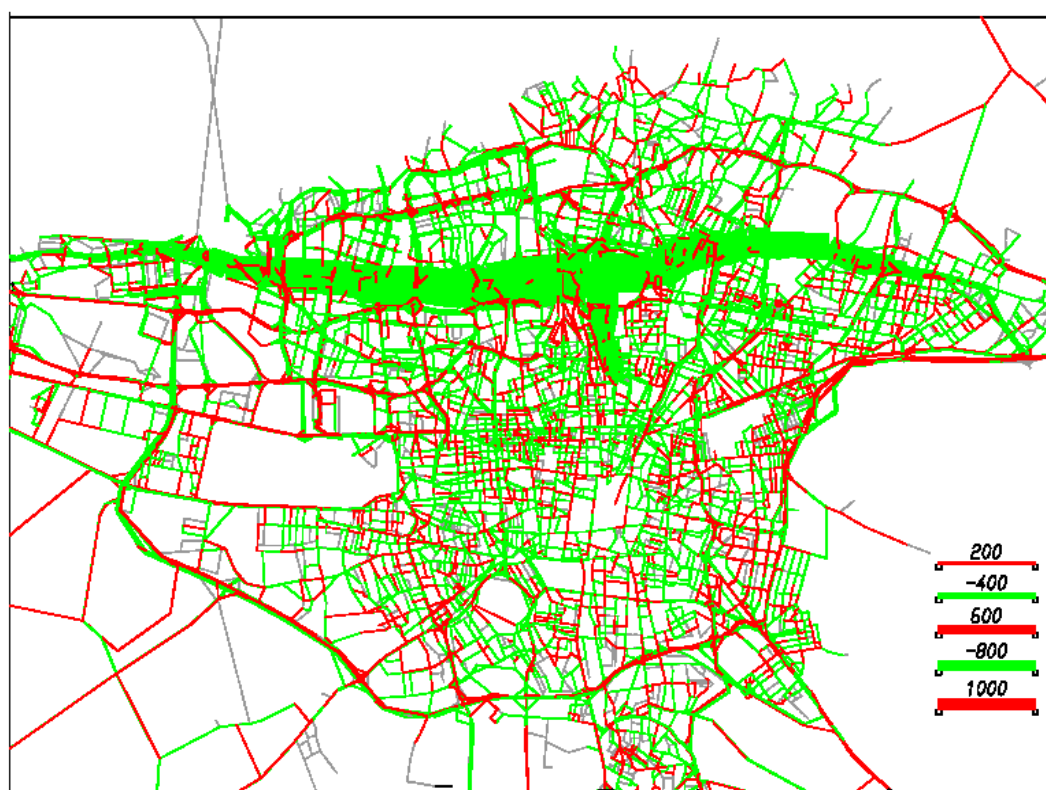
شکل ۴. حجم مسافر خطوط سامانه سرویس شاتل تندرو

نشان‌دهنده تقاضای بالای و جذب تقاضای زیاد این خطوط است.

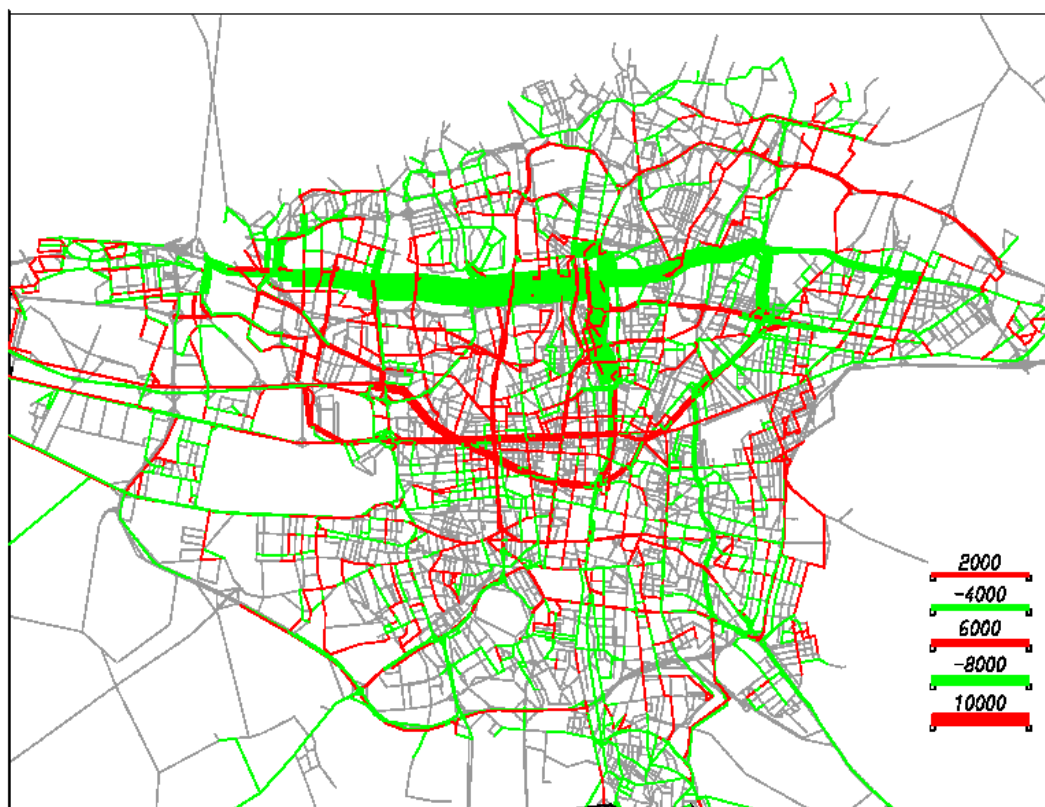
در شکل ۵ تغییرات حجم همسنگ سواری در شبکه معابر با احداث سامانه نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در بسیاری از معابر با اجرای سرویس شاتل تندرو، حجم سواری کاهش پیدا می‌کند که این کاهش با رنگ سبز نمایش داده شده است.

در شکل ۶ تغییرات حجم مسافر حمل‌ونقل همگانی در شبکه معابر با اجرای سرویس شاتل تندرو نمایش داده شده است. رنگ سبز نشان‌دهنده افزایش حجم مسافر در خطوط سرویس شاتل تندرو و سایر خطوط است. در کریدور همت با احداث سرویس شاتل حجم مسافر حمل‌ونقل همگانی و نیمه همگانی افزایش می‌یابد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود مجموع طول ۱۷ خط پیشنهادی ۶۰۴ کیلومتر است. در بعضی از خطوط تنها دو ایستگاه یعنی مبدأ و مقصد خط و در بعضی دیگر خط به صورت چند مقصده است. طولانی‌ترین خط، خط ۴ مسیر علم و صنعت- رسالت- آزادی است که میزان مسافر سوارشده آن ۲۵۲۱ و در قطعه اوج ۱۱۷۲ است. بیشترین مسافر در قطعه اوج، برابر ۴۲۱۳ مسافر و مربوط به خط هفت‌تیر- پونک است. بیشترین میزان مسافر سوار شده متعلق به خط ۱۰، مسیر هفت‌تیر- پونک با ۴۹۰۲ مسافر و کمترین میزان مسافر مربوط به خط ۱۳، ونک- میدان صنعت است. میانگین تعداد مسافر سوار شده در خطوط، ۲۱۹۹ است و تقریباً ۵۰ درصد خطوط دارای حجم مسافر بیشتر از مقدار متوسط هستند. همچنین اعداد کم برای سرفاصله زمانی



شکل ۵. تغییرات حجم همسنگ سواری در شبکه معابر با اجرای سرویس شاتل تندرو



شکل ۶. تغییرات حجم مسافر حمل و نقل همگانی با اجرای سرویس شاتل تندرو

## ۵. نتیجه گیری

در این پژوهش برای مدیریت تقاضا سفر و توسعه حمل و نقل نیمه همگانی و بهبود عملکرد حمل و نقل همگانی به ارائه راهکاری در قالب طراحی سرویس شاتل تندرو پرداخته شد. برای تحقق سرویس مذکور، ۱۷ خط با محوریت بزرگراه‌های همت و مدرس با ایجاد خطوط پر سرشبین و بزرگراه‌های امام علی (ع) و اشرافی اصفهانی و به طول ۶۰۴ کیلومتر پیشنهاد شد. برای بررسی عملکرد پروژه سرویس شاتل، دو گزینه وضع موجود و اجرای سامانه در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران مدل‌سازی و اجرا شد. با اجرای مدل نتایج زیر به صورت خلاصه به دست آمد:

- (۱) متوسط سرعت در گزینه پیشنهادی نسبت به وضع موجود، ۰/۹ درصد افزایش می‌یابد.
- (۲) مساحتی از شبکه که در حالت کند و بحرانی قرار دارد، با اجرای گزینه پیشنهادی ۳/۹ درصد کاهش یافته می‌یابد.

(۳) میزان تأخیر در مسیر و تأخیر در تقاطع به ترتیب به میزان ۳/۳ درصد و ۷/۶ درصد کاهش می‌یابد.

(۴) مسافت طی شده (وسيله- کیلومتر) یا هزینه کل سیستم با اجرای سرویس شاتل تندرو به میزان ۲/۲ درصد کاهش می‌یابد.

(۵) تعداد سفرهای مبدأ- مقصد وسایل نقلیه شخصی به میزان ۱/۱ درصد کاهش می‌یابد.

(۶) تعداد سفرهای مبدأ- مقصد با سیستم حمل و نقل همگانی و نیمه همگانی ۳/۴ درصد افزایش می‌یابد.

(۷) بیشترین میزان مسافر خوار شده برابر ۴۹۰۲ مسافر در مسیر هفت تیر- پونک است.

(۸) تقریباً ۵۰ درصد خطوط پیشنهادی دارای حجم مسافر بیشتر از میانگین تعداد مسافر سوار شده به کل سیستم پیشنهادی است.

/industry-news/1908/skybus-parent-relaunches-as-kinetic  
- Bureau, Paris Convention and Visitors."RoissyBus – Paris tourist office".en.parisinfo .com  
- <https://www.heathrow.com/transport-and-directions/by-coach-or-bus/hotel-buses>.  
- "flyaway union station downtown lax Route: Schedules, Stops & Maps – LAX to Union Station (Updated)"

بنابراین نتایج اجرای طرح سرویس شاتل تندرو نشان می‌دهد که اجرای آن می‌تواند با کاهش زمان سفر و افزایش مطلوبیت کاربران سیستم حمل‌ونقل، هدف نهایی موردنظر در مدیریت تقاضای سفر یعنی کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی را محقق نماید.

## ۶. پی‌نوشت‌ها

1. Carpooling, Car-sharing
2. Shared-ride taxi service
3. Vanpool
4. Subscription bus service
5. Skybus
6. Roissy
7. FlyAway

## ۷. مراجع

- مطالعات بازننگری طرح جامع مدیریت تقاضای سفر، بهار ۱۳۹۱، شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران، گزارش شماره: ۹۳۳/۹۰.

- مطالعات جامع حمل‌ونقل تهران، نتایج آمارگیری مبدا-مقصد سفرهای ساکنین شهر تهران، شهریورماه ۱۳۹۸، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران گزارش شماره: ۱-۲۵-۹۸-۱.

- مطالعات سیستم یکپارچه حمل‌ونقل همگانی تهران، زمستان ۱۳۹۹، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران.

- Chan, Nelson D. & Susan A. Shaheen (2012) Ridesharing in North America: Past, Present, and Future. Archived 4 February 2014 at the Wayback Machine Transport Reviews 32 (1): 93–112.

- <https://www.monash.edu/ohs/OHS-structure-responsibilities/events/ohs-conference/transport>

- "134,135,145,155Printed(PDF):Timetable" <https://translink.com.au/sites/default/files/acquiadam-assets/timetables/170109-134%2C135%2C145%2C155.pdf>

- SKYBUS PARENT RELAUNCHES AS 'KINETIC': <https://www.busnews.com.au>

## Designing of Tehran Rapid Shuttle Service

Laleh Sabernejad\*, Phd Candidate in Transportation Engineering of Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran

Seyed Ebrahim Abdolmanafi, Assistant Professor of Azad University, Tehran, Iran

Behnam Kheiri, M.sc in Transportation Engineering of Islamic Azad South Tehran Branch, Tehran, Iran

Seyed Mojtaba Shafiei, Assistant Professor of Azad University, Tehran, Iran

**E-mail: lsabernejad@gmail.com**

### Abstract

The expansion of cities, the increase in their population and the increase in the ownership of personal vehicles have caused traffic congestion, environmental pollution, accidents, consumption of fossil fuels, etc. Applying transport demand management policies is one of the solutions to overcome these problems. The purpose of this article is to investigate and evaluate the effectiveness of several policies in the field of travel demand management, that is, car-sharing policies and the creation of HOV lanes in the city of Tehran. In this regard, rapid shuttle service has been proposed in the form of building 17 shuttle lines (origin-destination). First, the main high-demand origins and destinations and then the routes for running the rapid shuttle service, have been identified. Then, two scenarios, current statue and proposed scenario of constructing the shuttle service have been simulated and implemented in the macro model of Tehran to investigate and analyze the effects of the system construction. In order to compare the changes made in the road network of Tehran, indicators have been introduced, measured and finally compared with each other. The results of the study show that the total cost of the transportation system is reduced by 2.2% with the implementation of rapid shuttle service. The number of origin-destination trips of cars will decrease by 1.1%. The number of origin-destination trips with public and semi-public transportation system increases by 3.4 percent.

**Keywords:** Car-sharing, Rapid shuttle service Transportation demand management, High-Occupancy Vehicle lane