

ارائه روشی برای انتخاب سیستم‌های حمل و نقل همگانی مورد نیاز در شهرهای ایران

محمود کرم رودی، حامد امینی شیرازی، یاسر تقی زاده، سعید قیصر، جواد صباغان، عبدالله متولی

۱. کارشناس ارشد عمران گرایش راه و ترابری
۲. کارشناس ارشد عمران گرایش برنامه ریزی حمل و نقل
۳. دانشجوی دکتری برنامه ریزی حمل و نقل
۴. کارشناس رشته حمل و نقل و ترافیک
۵. کارشناس ارشد مدیریت دولتی
۶. دانش آموخته حمل و نقل و ترافیک

چکیده

توسعه شهرها، رشد جمعیت شهری و افزایش تمایل افراد به استفاده از وسایل نقلیه شخصی، معضلات بسیار زیادی مانند تراکم ترافیک و آلودگی هوا را به دنبال داشته است. به منظور رفع این معضل، حمل و نقل همگانی به عنوان یکی از اساسی‌ترین اجزای حمل و نقل شهری نقشی انکارناپذیر بر عهده دارد. اولین مساله‌ای که در رابطه با کارایی و عملکرد مناسب حمل و نقل همگانی در شهرها اهمیت دارد، انتخاب و به کارگیری مدهای مناسب، با توجه به شرایط شهر مورد نظر است. انتخاب نادرست یک سیستم می‌تواند هزینه‌ها و مشکلات بسیار زیادی را برای شهر به دنبال داشته باشد. در ایران، تا به حال روش مشخصی برای تعیین مدهای همگانی مورد نیاز شهرها ارائه نشده و هر شهری بر اساس تجربه سایر شهرها خصوصاً شهرهای بزرگ، سیستم‌های همگانی خود را انتخاب می‌کند. در این مقاله، روشی برای تعیین نیاز یا عدم نیاز یک شهر به مدهای گوناگون حمل و نقل همگانی ارائه شده است. اساس این روش بر مبنای شاخصی به نام "تقاضای جهت‌ی‌کریدور" است که روشی برای محاسبه تقریبی آن در شهرهای ایران با حداقل اطلاعات مورد نیاز ارائه شده است. این روش به صورت نمونه برای شهر یزد، پیاده‌سازی شده و مدهای همگانی مورد نیاز این شهر تعیین شده است. نتایج نشان داد که شهر یزد در افق ۱۰ ساله نیازی به یک سیستم همگانی انبوه بر مانند مترو ندارد.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل همگانی، انتخاب مد، تقاضای جهت‌ی‌کریدور، شهرهای ایران

۱- مقدمه

اگر به تاریخچه ارتباط حمل و نقل و توسعه شهرها نگاه شود، می توان گفت که حمل و نقل نقش بسیار مهمی در شکل گیری شهرهای اولیه و محل قرارگیری آنها داشته است. در زمان قدیم، جابه جایی و حمل و نقل کالا توسط کاروان ها و با استفاده از حیوانات انجام می شد. ریشه شکل گیری بسیاری از شهرها در نقاط تلاقی این کاروان ها یا محل استراحت آنها بوده است. همچنین حمل و نقل بر روی شکل هندسی و اندازه شهرها نیز تاثیر بسیار زیادی داشته است. در شهرهای ابتدایی، تنها شیوه حمل و نقل، پیاده روی بوده است. افراد تمامی سفرهای روزانه خود را به صورت پیاده انجام می دادند. به همین علت شهرها در آن زمان، معمولاً به صورت دایره ای و با شعاع حداکثر دو کیلومتر به وجود آمدند؛ اما به مرور زمان و با رشد تکنولوژی این شرایط تغییر کرد [۱].

انقلاب صنعتی که نتیجه روشن آن در قرن نوزدهم مشخص شد، سبب یک تحول عظیم در تکنولوژی و به دنبال آن شیوه های حمل و نقل به خصوص حمل و نقل همگانی شد. جایگزینی انرژی مکانیکی و الکتریسیته به جای نیروی حیوانات، حمل و نقل و ارتباط بین شهرها را آسان نمود. این امر و دیگر اثرات تکنولوژی، موجب افزایش چشمگیر جمعیت شهرها، افزایش وسعت شهرها و سوق دادن انسان ها به سمت شهرنشینی شد. پیش از انقلاب صنعتی و پیشرفت تکنولوژی، تنها ۱۰ درصد از جمعیت دنیا شهرنشین بودند، اما پس از انقلاب صنعتی، جمعیت شهرها به سرعت رشد پیدا کرد به طوری که امروزه ۷۰ تا ۹۰ درصد جمعیت اغلب کشورهای جهان در شهرها زندگی می کنند [۲].

به طور کلی شهرنشینی مدرن امروزی بدون استفاده از سیستم های حمل و نقل همگانی امکان پذیر نبوده است. همچنین ایجاد تسهیلات حمل و نقلی همگانی مدرن، به تنهایی می تواند عامل بسیار مهمی در افزایش جمعیت یک شهر باشد که نتیجه این افزایش جمعیت به وجود آمدن نیازهای جدید حمل و نقلی است و این چرخه ادامه پیدا می کند. امروزه، اگرچه تکنولوژی سیستم های حمل و نقل همگانی هنوز در حال پیشرفت است، اما انتخاب یک سیستم مناسب و برنامه ریزی و سیاست گذاری برای این سیستم، از درجه اهمیت بسیار بیشتری نسبت به تکنولوژی برخوردار است. امروزه در بسیاری از شهرهای بزرگ، سهم حمل و نقل همگانی از سفرهای درون شهری به بیش از ۵۰ درصد رسیده است که این به معنای بزرگترین بخش از سیستم حمل و نقل شهری به شمار می رود [۳] و [۴]. لذا، انتخاب سیستم های حمل و نقل همگانی مناسب برای شهرها یکی از مهمترین مسائل روز حمل و نقل است. انتخاب یک سیستم حمل و نقل همگانی در یک شهر باید به گونه ای باشد که اولاً نیازهای آن شهر را پاسخگو باشد و ثانیاً از لحاظ اقتصادی بهینه باشد. به عنوان مثال انتخاب سیستمی مانند مترو برای شهری کوچک، نیازهای آن شهر را جواب خواهد داد اما از لحاظ اقتصادی قطعاً توجیه نخواهد داشت.

با یک نگاه به وضعیت موجود حمل و نقل عمومی در شهرهای ایران، مشاهده می شود که اکثر آن ها دارای ساختار و طریقه های مشابهی از سیستم های حمل و نقل همگانی و شبه همگانی هستند که برخی از آنها موفق عمل می کنند و برخی ناموفق. این مسئله نشان می دهد که سیستم حمل و نقل همگانی در شهرهای موفق، متناسب با خصوصیات اقلیمی، فرهنگی و اقتصادی آن شهر بوده است و در مقابل در شهرهای ناموفق این تناسب وجود نداشته است. با تدقیق در روند شکل گیری این سیستم ها مشاهده می شود که هیچگاه یک دستورالعمل یا روش مشخصی برای انتخاب سیستم های حمل و نقل همگانی در شهرهای ایران به کار گرفته نشده و شهرها بر اساس تجربه سایر شهرها ساختار خود را شکل داده اند. لذا انتخاب صحیح و تعریف جایگاه مناسب این خدمات بسیار مهم است. بدین معنی که چه مدهایی و با چه ترکیبی باید از بین مدهای موجود در سیستم حمل و نقل همگانی برای یک شهر خاص و با توجه به شرایط آن شهر انتخاب شود؟ مساله و روشی که در این مقاله مطرح شده، در راستای پاسخ دادن به همین سوال است.

ساختار و محتوای کلی این مقاله بدین شرح است. در بخش دوم، به بررسی پیشینه مطالعات انتخاب سیستم حمل و نقل همگانی در چند شهر بزرگ ایران پرداخته می شود، در بخش سوم مروری بر خصوصیات عملکردی انواع مدهای همگانی انجام می شود، در بخش چهارم متدولوژی این مقاله ارائه می شود و در بخش پنجم این روش به صورت نمونه برای شهر یزد پیاده سازی می شود، بخش ششم نیز به نتیجه گیری اختصاص دارد.

۲- نگاهی به پیشینه مطالعات انتخاب سیستم حمل و نقل همگانی در ایران

رویکرد این بخش بررسی مطالعات انجام شده برای انتخاب سیستم حمل و نقل همگانی در شهرهای مهم کشور شامل تهران، مشهد و اصفهان است که نتایج بررسی های انجام شده به تفکیک هر شهر ارائه شده است. همچنین در پایان این بخش به رویکرد کلی مطالعات جامع انجام شده در کشور در بحث انتخاب سیستم های حمل و نقل همگانی در یک شهر اشاره شده است.

۲-۱- تهران

از شکل گیری سیستم های واگن اسبی و اتوبوس های شهر تهران که بگذریم، شاید اولین مطالعه مربوط به ترافیک شهری در ایران، مطالعات انجام شده توسط شرکت فرانسوی سوفرتو باشد که در سال ۱۳۵۳ انجام گرفت. در این مطالعات، احداث مترو به عنوان راه حل اساسی ترافیک شهر تهران شناخته شد. در سال ۱۳۷۰ مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران برای اولین بار انجام شد

که در این مطالعات نیز گزینه سیستم ریلی برای افق بلند مدت پیشنهاد شده است. این مطالعات در سال ۱۳۸۶ به روز رسانی شد که در آن تا حدی به بررسی انتخاب سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی پرداخته شد. در این مطالعه، خطوط ریلی و BRT به عنوان خطوط اصلی حمل‌ونقل همگانی در کریدروهای پرتقاضا، انتخاب شده‌اند و شبکه اتوبوس شهری و تاکسی‌ها به عنوان فیدر این خطوط انتخاب شده‌اند [۵].

در سال ۱۳۸۵ شرکت فرانسوی سیسترا ۱ یک بازنگری بر سیستم متروی تهران انجام داد. مطالعه سیسترا در نهایت یک گزینه شامل ۴ خط سریع‌السیر و ۸ خط درون‌شهری مترو را برای شهر تهران در افق ۱۴۰۹ انتخاب نموده است [۶]. تا سال ۱۳۸۲ سیستم حمل‌ونقل همگانی شهر تهران شامل خطوط اتوبوسرانی، مینی‌بوسرانی و مترو بود و سیستم‌های پارترانزیت نیز شامل تاکس‌های تلفنی و تاکسی‌های خطی (جیتنی) مشغول فعالیت بودند. در سال ۱۳۸۳ بر اساس مطالعات "مونوریل" که توسط شرکت مهندسی مشاور طرح هفتم انجام شد، عملیات احداث مونوریل در مسیر صادقیه-اکباتان آغاز شد. این عملیات پس از تغییر مدیریت شهر، از سوی شورای شهر و شهرداری تهران متوقف گردید. در روزهای پایانی سال ۱۳۸۶ پایه‌هایی که برای مونوریل احداث شده بود، جمع‌آوری شد و دلیل آن عدم نیاز شهر تهران به سیستم مونوریل بیان شد. در سال ۱۳۸۶ خط اول BRT در حد فاصل میدان آزادی تا تهرانپارس ایجاد شد که مطالعات پایه‌ای برای آن نمی‌توان ذکر نمود. در سال ۱۳۸۷ دانشگاه صنعتی امیرکبیر مطالعات طراحی شبکه خطوط BRT شهر تهران را انجام داد که طی آن ۱۰ خط BRT طراحی گردید. خروجی مطالعات دانشگاه امیرکبیر چندین بار مورد تغییر قرار گرفت و در نهایت آنچه که تا سال ۱۳۹۲ در شهر تهران به بهره‌برداری رسیده، ۸۰ درصد از خطوط پیشنهادی آن مطالعات است [۷]. در سال ۱۳۹۰ مطالعه حمل‌ونقل یکپارچه شهر تهران در دانشگاه امیرکبیر آغاز شد که در این مطالعه براساس الگوبرداری از شهر سئول در کره جنوبی نسخه‌هایی برای تهران پیچیده شده است (این مطالعه هم اکنون در حال انجام می‌باشد).

همانگونه که از عنوان تمامی مطالعات بررسی شده در شهر تهران مشخص است، این مطالعات به نوعی به دنبال طراحی سیستم و شبکه هستند نه انتخاب سیستم حمل‌ونقل همگانی. بنابراین تا به حال مطالعه کاملی در رابطه با اینکه سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مناسب و مورد برای شهر تهران چه هستند، انجام نشده است.

¹ Systra

۲-۲- مشهد

اولین مطالعه در زمینه انتخاب سیستم حمل و نقل همگانی در شهر مشهد، مطالعات جامع حمل و نقل است که در سال ۱۳۷۳ آغاز شد و نهایتاً گزینه سیستم حمل و نقل ریلی را برای افق بلند مدت این شهر در سال ۱۳۹۵ پیشنهاد داد. همچنین در این مطالعات، یک مدل برآورد تقاضا برای افق میان مدت تا سال ۱۳۸۰ و یک مدل برآورد تقاضا برای افق بلند مدت تا سال ۱۳۹۵ برای مشهد ساخته شده است. برای افق میان مدت تا سال ۱۳۸۰، سیستم اتوبوسرانی جدید شهر مشهد پیشنهاد شده است. برای افق بلند مدت در سال ۱۳۹۵، علاوه بر یک شبکه اتوبوسرانی، یک خط تراموا و یک خط قطار سبک شهری (LRT) از انتهای وکیل آباد تا مصلی پیش‌بینی شده است [۸].

در سال ۱۳۸۲ مطالعات حمل و نقل یکپارچه شهر مشهد توسط مرکز تحقیقات حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف انجام گرفت که این مطالعه را می‌توان اولین مطالعه حمل و نقل یکپارچه در ایران نظر گرفت [۹]. مطالعه مذکور، قطار سبک شهری را برای آینده شهر مشهد پیشنهاد داده و گزینه‌های مختلفی را برای شبکه این خطوط ارائه کرده که در نهایت، بهترین گزینه برای شهر مشهد گزینه‌ای با ۴ خط قطار سبک شهری معرفی گردیده است [۹]. در سال ۱۳۸۶ مطالعات احداث خطوط BRT در شهر مشهد توسط پژوهشکده حمل و نقل شریف با هدف امکان‌سنجی و شناسایی کریدورهای ویژه حمل و نقل همگانی اتوبوس تندرو انجام شد.

در مطالعات ذکر شده برای شهر مشهد نیز مشابه تهران، بحث طراحی سیستم‌های حمل و نقل همگانی مورد توجه بوده است و در هیچ یک از مطالعات به طور مشخص به بررسی انتخاب یک مد یا ترکیب مدهای مناسب برای این شهر پرداخته نشده است.

۲-۳- اصفهان

مطالعات جامع حمل و نقل شهر اصفهان در سال ۱۳۵۹ توسط مرکز تحقیقات حمل و نقل دانشگاه شریف انجام شد که برای شهر اصفهان یک شبکه متروی سبک و اتوبوس شهری در نظر می‌گیرد. در سال ۱۳۶۳ مطالعات برون شهری حمل و نقل به مدیریت مجتمع فولاد مبارکه و با همکاری دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد که پیشنهاد ایجاد قطار مسافربری منطقه صنعتی حاشیه زاینده رود را می‌دهند. در سال ۱۳۶۵ مطالعات شبکه مترو منطقه اصفهان به مدیریت استانداری اصفهان توسط مشاور ژاپنی پاسفیک کماگوئی گومی ۲ در حد فاز صفر انجام شد و شبکه مترو و تراموا در اصفهان پیشنهاد گردید. در سال ۱۳۶۶ مطالعات جامع حمل و نقل درون شهری اصفهان توسط دانشگاه صنعتی

² Pacific Kumagai Gumi

اصفهان و مدیریت سازمان حمل و نقل و ترافیک اصفهان انجام گرفت که در آن کریدروهای ترافیکی ترافیکی با حجم بسیار زیاد شناسایی شده و ضرورت ایجاد شبکه مترو سبک در اصفهان و حومه بیان می شود. در سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳ مطالعات پیش امکان پذیری حمل و نقل انبوه منطقه اصفهان توسط مشاور استرالیایی P.P.K انجام می شود. هم اکنون نیز مشاوران داخلی مشغول انجام مطالعات تکمیلی بر روی مسیرهای پیشنهادی P.P.K هستند.

نتیجه اینکه مطالعات انجام شده در شهر اصفهان، به دنبال ایجاد مدهای ریلی از مترو گرفته تا تراموا بوده اند. لذا در هیچ یک از مطالعات به صورت علمی بررسی نشده است که مثلاً چرا نباید به جای تراموا یا مترو گزینه LRT را انتخاب نمود نمود. به عبارتی آیا ترکیب تراموا و مترو برای شهر اصفهان بهترین گزینه است؟ و اگر جواب مثبت است، دلیل آن چیست؟

۲-۴- بررسی کلی مطالعات جامع حمل و نقل شهری در زمینه انتخاب سیستم های حمل و نقل

از سال های آغازین دهه ۷۰ با درک ضرورت مطالعات جامع حمل و نقل، این مطالعات در اغلب شهرهای بزرگ کشور نظیر تهران، اصفهان، شیراز و مشهد انجام شد. در دهه اخیر، این مطالعات در سایر شهرها مانند کرمانشاه، ارومیه، یزد، اهواز و اراک نیز انجام شده است. روند کلی این مطالعات در تمامی شهرها مشابه است. با بررسی روند انجام مطالعات جامع حمل و نقل شهری در ایران، می توان دریافت که در این مطالعات، به طور خاص به انتخاب سیستم حمل و نقل همگانی برای یک شهر پرداخته نشده است. این مطالعات به طور پیش فرض در تمامی شهرها، سیستم حمل و نقل ریلی یا خطوط BRT را پیشنهاد نموده اند. در صورتی که ابتدا باید به این سوال پاسخ داده شود که آیا از دیدگاه اصولی و علمی، شهر مورد بررسی، به سیستم ریلی یا BRT در آینده نیاز دارد یا خیر؟ یا به طور کلی سیستم مناسب حمل و نقل همگانی و طریقه های مورد نیاز شهر چیست؟

۳- مروری بر خصوصیات عملکردی انواع مدهای حمل و نقل همگانی

طریقه های حمل و نقل همگانی بر اساس دیدگاه های مختلف به دسته های متفاوتی تقسیم بندی می شوند که در یکی از معروفترین این تقسیم بندی ها انواع طریقه های حمل و نقل همگانی بر اساس عملکرد به سه دسته زیر تقسیم می شوند [۱۰] و [۳]:

۱- سیستم های همگانی انبوه بر ۳: این دسته شامل طریقه هایی نظیر مترو، LRRT و قطارهای منطق های می گردد که جابجایی مسافر آنها تا ۷۰۰۰۰ سفر در ساعت در هر جهت بالا می رود.

³ - High Performance Transit Systems

این گروه از سیستم‌های حمل و نقل عمومی در مقابل حجم جابجایی بسیار بالایی که تامین می‌کند دارای هزینه سرمایه گذاری اولیه بسیار زیاد و مدت زمان طولانی اجرا نسبت به سایر گروه‌ها می‌باشد.

۲- سیستم‌های همگانی نیمه‌انبوه بر ۴ : طریقه‌های موجود در این گروه شامل قطارهای سبک شهری ۵ (LRT)، سامانه اتوبوس‌های تندرو ۶ (BRT)، سیستم‌های هدایت شده ۷ (AGT) و قطارهای تک‌ریل (Monorail) می‌باشند. جابجایی مسافر در این گروه تا ۲۴۰۰۰ نفر در هر ساعت در هر جهت می‌باشد و هزینه سرمایه گذاری اولیه آن به مراتب کمتر از سیستم‌های حمل و نقل عمومی عملکرد بالا است.

۳- سیستم‌های همگانی سبک یا محلی ۸ : طریقه‌های موجود در این گروه شامل اتوبوس شهری و تراموا است. جابجایی مسافر در این گروه حداکثر تا ۲۰۰۰۰ نفر در هر ساعت در هر جهت است و کمترین هزینه سرمایه گذاری و بالاترین سرعت اجرا را در میان طریقه‌های حمل و نقل عمومی دارد [۱۰] و [۳].

جدول (۱) خصوصیات انواع مدهای موجود در هر دسته را به صورت خلاصه بیان می‌دارد. در این جدول، حق مسیر بیانگر سهم سیستم حمل و نقل از مسیری است که بر روی آن حرکت می‌کند. در حق مسیر A مسیر حمل و نقل عمومی به طور کامل از جریان ترافیک جدا شده است، در حق مسیر B مسیر حمل و نقل عمومی در تقاطعات با جریان ترافیک عبوری تلاقی دارد، در حق مسیر C حمل و نقل عمومی مسیر ویژه‌ای ندارد و کاملاً با جریان ترافیک مخلوط است.

جدول (۱) خصوصیات انواع طریقه‌های حمل و نقل عمومی [۳] و [۱۱]

کنترل	نیروی محرکه	حق مسیر	ظرفیت خط (نفر در ساعت)	ظرفیت مجموعه واگن (نفر)	تعداد واحد یا واگن	طریقه	خصوصیت مد
راننده / بصری	ICE	C	۳۰۰۰ - ۶۰۰۰	۸۰ - ۱۲۵	۱	اتوبوس	حمل و نقل همگانی محلی
راهبر / سیگنال	برق	C	۱۰۰۰۰ - ۲۰۰۰۰	۱۰۰ - ۳۰۰	۱-۳	تراموا	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر
راننده / بصری	ICE	B	۶۰۰۰ - ۲۴۰۰۰	۸۰ - ۱۸۰	۱	BRT	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر
راهبر / سیگنال	برق	B	۱۰۰۰۰ - ۲۴۰۰۰	۱۰۰ - ۷۲۰	۱-۴	LRT	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر
اتوماتیک	برق	A	۶۰۰۰ - ۱۶۰۰۰	۵۰ - ۴۸۰	۱-۶	مونوریل	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر
سیگنال	برق	A	۱۰۰۰۰ - ۲۸۰۰۰	۱۰۰ - ۶۰۰	۱-۴	LRRT	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر
سیگنال / اتوماتیک	برق	A	۴۰۰۰۰ - ۷۰۰۰۰	۷۲۰ - ۲۵۰۰	۴-۱۰	مترو	حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر

4 - Medium Performance Transit Systems

5 - Light Rail Transit

6 - Bus Rapid Transit

7 - Automated Guided Transit

8 - Street Transit

۴- روش

در این بخش، متدولوژی این تحقیق ارائه می‌شود که ورودی آن یک شهر و اطلاعات پایه آن شامل جمعیت، شکل کلی شهر و وضعیت کریدورهای اصلی آن است و خروجی آن پاسخ به این سوال است که آیا شهر مورد نظر به مُد نوع m نیاز دارد یا خیر؟ این روش بر مبنای "شاخص تقاضای جهتی کریدور" است که در همین مقاله تعریف شده است. روش مذکور شامل دو بخش اصلی است؛ در بخش اول شاخص تقاضای جهتی کریدور محاسبه می‌شود و در بخش دوم با استفاده از یک نمودار، نیاز یا عدم نیاز به مُد m تعیین می‌شود.

۴-۱- تعریف شاخص تقاضای جهتی کریدور و محاسبه آن

به طور کلی برآورد شاخص تقاضای کریدور، بر اساس ماتریس تقاضای سفرهای مبدا- مقصد (ماتریس OD) در شهر انجام می‌شود؛ اما این برآورد در صورتی امکان‌پذیر است که مطالعات جامع حمل‌ونقل در شهر مورد نظر انجام شده باشد و اطلاعات ماتریس تقاضای مبدا-مقصد آن نیز در دسترس باشد. اما در بسیاری از شهرهای کشورمان (تقریباً تمامی شهرها با جمعیت کمتر از ۵۰۰ هزار نفر) مطالعات جامع حمل‌ونقل انجام نشده و از این رو، اطلاعات محدودی در رابطه با ماتریس تقاضای سفر در این شهرها وجود دارد. حتی در اکثر شهرهایی که مطالعات جامع انجام شده، اطلاعات ماتریس تقاضا و اعداد آن در گزارش مطالعات وجود ندارد. لذا در این مقاله یک روش تقریبی برای محاسبه این شاخص ارائه می‌شود که حداقل اطلاعات یک شهر را نیاز دارد که برای هر شهری قابل حصول است.

تعریف دقیق این شاخص، که "تقاضای جهتی کریدور" نامیده شده، به شرح ذیل است:

"تقاضای جهتی یک کریدور با فرض انتخاب یک مُد خاص، تعداد مسافر پیش‌بینی شده در ساعت اوج و در یک جهت (جهت بحرانی) است که ممکن است از آن مُد برای سفر در کریدور مذکور در شهر مورد نظر استفاده کنند. منظور از کریدور، خط یا مسیری است که برای اجرای مُد مورد نظر کاندیدا می‌باشد. در واقع این شاخص میزان تقاضای کریدورهای کاندیدا برای یک مُد خاص را پیش‌بینی می‌کند."

در این مقاله یک روش تقریبی برای محاسبه شاخص تقاضای جهتی کریدور پیشنهاد شده که شامل سه مرحله است:

۱- محاسبه و پیش‌بینی کل تقاضای مُد منتخب برای شهر (مُدی که گزینه انتخاب است و باید بررسی شود)

۲- تفکیک تقاضای مُد در کریدورهای کاندیدا

۳- محاسبه تقاضای جهتی هر کریدور با در نظر گرفتن جهت بحرانی

مرحله اول، محاسبه کل تقاضای مُد در شهر در این مرحله، کل تقاضای استفاده از مُد نوع m در صورت انتخاب این مُد برای شهر مورد نظر، از رابطه (۱) پیش‌بینی و برآورد می‌شود:

$$D^m = Pop_N \times Tr \times K \times P^m \quad (1)$$

در این رابطه، D^m کل تقاضای مُد m در شهر مورد نظر (نفر در ساعت)، Pop_N جمعیت شهر در افق زمانی مورد نظر در سال N ، Tr ضریب تحرک سواره در شهر مورد نظر (سفر بر نفر)، K درصد انجام سفرهای روزانه در ساعت اوج در شهر و P^m سهم مورد انتظار پس از اجرای مُد m در شهر است. به منظور برآورد پارامتر Pop_N ، افق زمانی برای برنامه‌ریزی و اجرای انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی متفاوت است. از آنجا که تصمیم‌گیری برای انتخاب این سیستم‌ها در جهت تشخیص نیاز یا عدم نیاز شهرها به این سیستم‌ها و شروع عملیات اجرایی تا افق مورد نظر می‌باشد، لذا در این مقاله افق اجرایی سیستم‌ها در نظر گرفته می‌شود. در جدول (۲) افق‌های برنامه‌ریزی و اجرایی برای هر یک از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ارائه شده است. با مشخص شدن افق زمانی، برای محاسبه جمعیت می‌توان از ضریب رشد جمعیت استفاده کرد. جمعیت فعلی و ضریب رشد جمعیت برای تمامی شهرهای ایران در اطلاعات مرکز آمار ایران موجود است.

جدول (۲) افق اجرایی انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی

نوع سیستم	افق تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی سیستم	افق اجرایی سیستم
انبوه‌بر (مترو و LRRT)	۲۰	۱۰
نیمه‌انبوه‌بر (LRT، BRT و مونوریل)	۱۰	۵
اتوبوس شهری	۵	۲

ضریب تحرک سواره Tr برای تمامی شهرهای ایران و با توجه به جمعیت آنها در افق زمانی، از جدول (۳) قابل استخراج است [۱۲]. توجه شود که ضریب تحرک سواره را باید بر حسب جمعیت شهر در افق زمانی مورد نظر استخراج نمود نه جمعیت فعلی شهر.

جدول (۳) ضریب تحرک سواره در شهرهای مختلف

کمتر از ۳۰ هزار نفر	بین ۳۰ هزار تا ۱۰۰ هزار نفر	بین ۱۰۰ هزار تا ۳۰۰ هزار نفر	بین ۳۰۰ هزار تا ۱ میلیون نفر	بین ۱ تا ۳ میلیون نفر	بیش از ۳ میلیون نفر	جمعیت در افق زمانی مورد نظر
۰.۸	۱	۱.۲	۱.۴	۱.۶	۱.۸	ضریب تحرک سواره

پارامتر K در شهرهای مختلف معمولاً بین ۱۰ تا ۲۰ درصد است و لذا بازه تغییرات آن در شهرهای مختلف زیاد نیست و می‌توان یک مقدار متوسط برای آن در نظر گرفت. مقدار متوسط پیشنهادی در این مقاله، برای شهرهایی که اطلاعات کافی برای برآورد این پارامتر وجود ندارد، ۱۵ درصد است. در رابطه با پارامتر P^m ، از آنجا که مُد m هنوز در شهر وجود ندارد و قرار است انتخاب یا عدم انتخاب آن بررسی شود، نمی‌توان سهم دقیق آن را بیان نمود و لذا تعیین این سهم در حد کلان و در سطح برنامه‌ریزی کفایت می‌کند. در این مقاله، سهم مطلوب انواع سیستم‌های همگانی با توجه به اطلاعات شهرهای موفق در زمینه حمل‌ونقل همگانی در دنیا استخراج شده که نتایج این بررسی در جدول (۴) ارائه شده است. شهرهای گروه ۱، شهرهایی هستند که نیاز به سیستم‌های انبوه‌بر، نیمه انبوه‌بر و سبک دارند. گروه ۲، شهرهایی هستند که نیاز به سیستم‌های نیمه انبوه‌بر و سبک دارند. گروه ۳، شامل شهرهایی است که تنها نیاز به سیستم‌های سبک دارند و شهرهایی که نیازی به سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ندارند، در گروه ۴ قرار دارند. لذا به طور مثال اگر هدف بررسی نیاز یا عدم نیاز به مترو در یک شهر است، این شهر از گروه اول خواهد بود و سهم پیش‌بینی شده برای انبوه‌بر در این شهر را می‌توان بین ۱۵ تا ۲۰ درصد گرفت.

جدول (۴) سهم پیش‌بینی شده برای سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی و شبه‌همگانی در هر گروه

شهرهای گروه ۱	شهرهای گروه ۲	شهرهای گروه ۳	شهرهای گروه ۴
سهم انبوه‌بر (درصد)	۱۵ تا ۲۰	-	-
سهم نیمه انبوه‌بر (درصد)	۱۰ تا ۱۵	۱۵ تا ۲۰	-
سهم سبک (درصد)	۳۰ تا ۳۵	۳۵ تا ۴۰	-
سهم شبه‌همگانی (درصد)	۱۰ تا ۱۵	۲۰ تا ۲۵	۲۰ تا ۳۰

• **مرحله دوم، محاسبه تقاضای هر یک از کریدورهای کانیدیدا**

• در این مرحله، تقاضای کل محاسبه شده در مرحله اول با فرض انتخاب مُد نوع m ، بین کریدورهای کانیدیدا برای اجرای مُد m در شهر، تقسیم می‌شود. در این راستا، ابتدا باید کریدورهای کانیدیدا برای مُد مورد نظر شناسایی شوند، سپس وزن تقاضای هر کریدور مشخص گشته و در نهایت تقاضای هر یک از کریدورها محاسبه شود (با ضرب کردن وزن کریدور در تقاضای کل). برای انجام این محاسبات، از رابطه (۲) استفاده شود:

$$D_i^m = \alpha_i^m \times D^m \quad \bullet \quad (2)$$

• که در این رابطه، D_i^m کل تقاضا در کریدور i با فرض اجرای مُد m است. D^m کل تقاضای مُد m در شهر مورد نظر که در مرحله اول محاسبه شد. α_i^m وزن کریدور شماره i در مجموعه کریدورهای کانیدیدا برای اجرای مُد m که حداکثر مقدار آن ۱ است (زمانی که تنها یک کریدور داشته باشیم). نکته بسیار مهم در مورد پارامتر α_i^m این است که وزن کریدورهای کانیدیدا برای اجرای مُد m باید به گونه‌ای منظور شوند که مجموع آنها برابر با ۱ شود. لذا:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i^m = 1 \quad \bullet \quad (3)$$

• که در این رابطه n تعداد کریدورهای کانیدیدا برای اجرای مُد m است. بنابراین برای برآورد تقاضای هر کریدور در این مرحله، کافی است که وزن هر کریدور در شهر مورد نظر یا همان α_i را تخمین زد. توجه شود که مجموعه کریدورهای کانیدیدا، شامل کریدورهایی است که تنها برای انتخاب مُد نوع m کانیدیدا شده‌اند. به عنوان مثال ممکن است در شهری دو کریدور برای مترو کانیدیدا شوند و چهار کریدور برای BRT. در این صورت مجموع وزن در دو کریدور کانیدیدا شده برای مترو ۱ است و در چهار کریدور کانیدیدا برای BRT نیز به صورت جداگانه ۱ است. بنابراین این گونه نیست که مجموع وزن در شش کریدور، ۱ شود. البته اگر نوع مُدها به گونه‌ای باشد که از لحاظ عملکردی در یک دسته قرار بگیرند، کریدورهای کانیدیدا مشترک خواهند بود. به عنوان مثال زمانی که هدف بررسی دو سیستم از گروه نیمه‌انبوه‌بر مانند LRT و BRT برای یک شهر باشد، کریدورهای کانیدیدا برای هر دو مُد مشترک هستند. زیرا هر دو مُد یک سیستم نیمه‌انبوه‌بر می‌باشند. برای مثال اگر دو کریدور برای LRT و چهار کریدور برای BRT کانیدیدا باشد، وزن دهی باید به گونه‌ای انجام شود که مجموع وزن شش کریدور برابر با ۱ شود.

• به طور کلی، برای استخراج وزن کریدورهای کانیدید برای مد مورد بررسی، اگر مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک یا اطلاعاتی از وزن تقاضای کریدورها در شهر مورد نظر وجود داشته باشد، می‌توان از این اطلاعات استفاده نمود. در غیر این صورت، می‌توان از نظرات افراد آشنا به شهر

استفاده نمود و در صورت نبود اطلاعات کافی، می توان وزن تمامی کریدورها را مساوی در نظر گرفت.

- مرحله سوم، اصلاح تقاضای کریدورها با اعمال ضریب اصلاح جهتی
- در این مرحله تقاضای هر کریدور که در مرحله دوم محاسبه شده است، به تقاضای جهتی تبدیل خواهد شد. بدین منظور جهت بحرانی در نظر گرفته می شود. بنابراین باید یک ضریب اصلاح جهتی به تقاضای هر کریدور بر اساس رابطه (۴) اعمال شود:

$$D_i^m (adjusted) = \beta_i \times D_i^m \quad (۴)$$

- که در این رابطه، $D_i^m (adjusted)$ تقاضای جهتی کریدور i با فرض اجرای m (نفر در ساعت در جهت) است که شاخص نهایی مورد نظر برای بررسی مدهای مناسب برای آن شهر است. D_i^m : تقاضای کریدور i با فرض اجرای m (نفر در ساعت) است که در مرحله دوم محاسبه شده است. β_i نیز ضریب اصلاح جهت بحرانی در کریدور i است که مشخصاً بین ۰.۵ تا ۱ می باشد. ضریب ۰.۵ برای زمانی است که تعداد سفرها در کریدور مورد نظر در هر دو جهت یکسان باشد، در غیر این صورت، این ضریب بزرگتر از ۰.۵ خواهد بود. همچنین زمانی که کل سفرها در کریدور در یک جهت انجام شود، ضریب اصلاح ۱ خواهد بود که البته این حالت به ندرت اتفاق می افتد.

- برای تعیین ضریب اصلاح جهت بحرانی، اگر این ضریب از مطالعات موجود شهر مانند مطالعات جامع یا مطالعات دیگر قابل استخراج باشد، می توان این ضریب را از مطالعات پیشین استخراج نمود. اما اگر مطالعاتی در این زمینه وجود ندارد، در این مقاله یک روش تقریبی ارائه شده است. این روش بستگی به شکل شهر، محل قرارگیری هسته اصلی شهر (CBD) و موقعیت کریدور نسبت به هسته اصلی شهر دارد. معمولاً کریدورهای اصلی یک شهر از هسته آن شهر عبور کرده و در دو طرف آن امتداد می یابند. به عبارتی، هسته اصلی شهر، کریدور را به دو بخش نامساوی تقسیم می کند. طول بخش بزرگتر کریدور به طول کل کریدور، ضریب اصلاح جهت بحرانی را نتیجه می دهد. شکل (۱) این روش را به صورت شماتیک نمایش می دهد، با توجه به توضیحات بیان شده، ضریب اصلاح جهت بحرانی در این شکل برابر است با:

$$\beta_i = \frac{a}{a+b} \quad (۵)$$



شکل (۱) روش محاسبه ضریب اصلاح جهتی

۴-۲- پاسخ به نیاز یا عدم نیاز شهر به مُد m

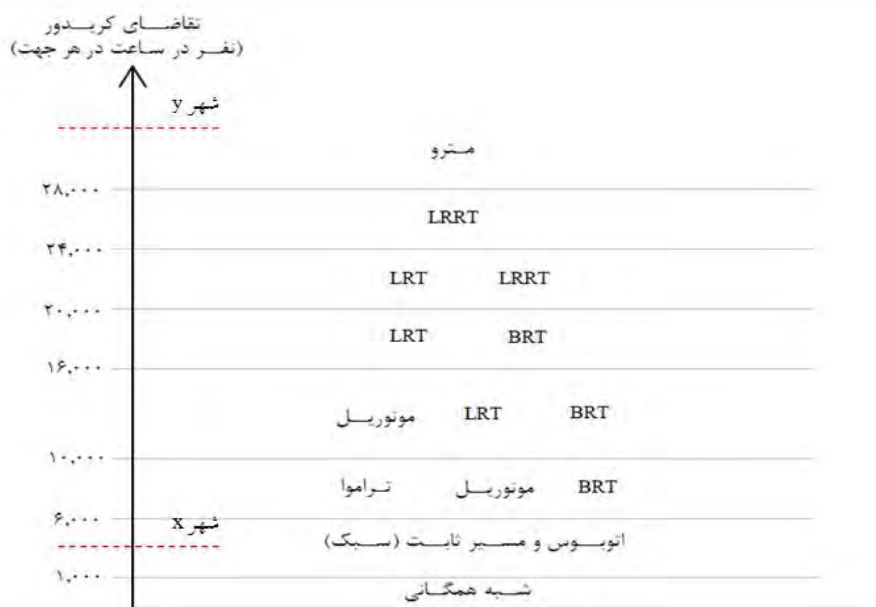
خروجی بخش اول متدولوژی، تقاضای جهتی هر یک از کریدورهای کاندیدا برای اجرای مُد m در شهر مورد نظر بود. همانطور که اشاره شد مقدار شاخص تقاضای جهتی کریدور با فرض انتخاب مُد m، نشان می‌دهد که تقاضای این مُد در کریدور مورد نظر چند نفر در ساعت در جهت خواهد بود. بنابراین با مقایسه این شاخص با قابلیت جابه‌جایی مُد m، می‌توان نیاز یا عدم نیاز شهر به مُد مورد نظر را به شرح ذیل بررسی نمود:

اگر شاخص تقاضای جهتی در یک کریدور خاص با فرض اجرای مُد m، بیشتر یا مساوی با قابلیت جابه‌جایی مُد m باشد، اجرای این مُد در کریدور، از دیدگاه تقاضا توجیه دارد. در غیر این صورت، انتخاب این مُد پیشنهاد نمی‌شود.

در راستای بررسی این شرط، یک نمودار شاخص در این مقاله ارائه شده که در آن محدوده قابلیت جابه‌جایی برای هر یک از مُدهای حمل‌ونقل همگانی مشخص شده است. نمودار مذکور در شکل (۲) قابل مشاهده است^۹. برای استفاده از این نمودار، خروجی بخش اول متدولوژی یعنی شاخص تقاضای جهتی کریدور، روی محور عمودی با یک خط شاخص افقی ثبت می‌شود. سپس اگر مُد مورد بررسی در زیر این خط شاخص بود، شهر به آن مُد نیاز دارد و در غیر این صورت نیاز ندارد. به عنوان مثال اگر هدف بررسی انتخاب مترو برای شهر فرضی X باشد و شاخص تقاضای جهتی کریدور در اصلی‌ترین کریدور این شهر، ۳۵۰۰ نفر در ساعت در جهت به دست آمده باشد، با مشاهده نمودار می‌توان نتیجه

^۹ محدوده‌ها در این نمودار بر اساس مراجع معتبر در زمینه حمل و نقل همگانی استخراج شده است [۳] و [۱۰].

گرفت که این شهر به هیچ وجه نیاز به مترو ندارد. چراکه یک خط مترو برای پاسخ‌گویی به تقاضای حداقلی ۲۸۰۰۰ نفر در ساعت در جهت می‌شود و لذا این شهر نیازی به مترو ندارد. حال شهر فرضی Y را در نظر بگیرید که شاخص تقاضای جهت‌ی کریدور در اصلی آن، با فرض انتخاب مترو، ۴۰۰۰۰ نفر در ساعت در جهت به دست آمده باشد، در این صورت نتیجه می‌شود که احداث مترو در این شهر ممکن است لازم باشد. در این حالت باید سایر شاخص‌ها مانند هزینه سرمایه‌گذاری و زمان اجرا و غیره را در شهر مورد نظر بررسی نمود و سپس نظر قطعی در رابطه با انتخاب یا عدم انتخاب مترو برای این شهر را بیان نمود.



شکل (۲) حدود قابلیت جابه‌جایی هر یک مدهای همگانی

۵- مثال عددی - شهر یزد

در این بخش شهر یزد به عنوان مثالی برای پیاده‌سازی متدولوژی ارائه شده در این مقاله، با فرض نیاز به یک سیستم انبوه‌بر انتخاب شده است. زمان طرح مساله سال ۱۳۹۲ است و سوال اساسی این است که آیا شهر یزد در افق ۱۰ ساله (سال ۱۴۰۲) به یک سیستم انبوه‌بر مانند مترو نیاز دارد یا خیر؟ برای پاسخ به این سوال، باید شاخص تقاضای جهت‌ی کریدور را برای کریدورهای کاندیدای اجرای یک سیستم انبوه‌بر در شهر یزد محاسبه نمود. در این راستا، نیاز به پارامترهای ذیل می‌باشد که برای افق ۱۰ ساله این شهر در سال ۱۴۰۱ برآورد شده است:

جمعیت در سال ۱۴۰۱: بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران جمعیت شهر یزد در سال ۱۳۸۵، ۴۲۳۰۰۰ نفر و ضریب رشد سالانه جمعیت شهر ۲.۴۱ درصد بوده است [۱۳]. اطلاعات تفصیلی سرشماری ۱۳۹۰ در سایت مرکز آمار وارد نشده و به همین دلیل از جمعیت سال ۱۳۸۵ استفاده شده است. با این ضریب رشد، جمعیت شهر یزد در ۱۶ سال بعد (سال ۱۴۰۱)، حدود ۶۲۰۰۰۰ نفر خواهد بود.

ضریب تحرک سواره: این پارامتر برای شهر یزد در افق ۱۰ ساله بر اساس جدول (۳)، ۱.۴ برآورد می شود.

سهم سفر با انبوه‌بر: با رجوع به جدول (۴)، سهم ۱۵ درصد برای سیستم انبوه‌بر در شهر یزد در نظر گرفته می شود.

درصد انجام سفرهای روزانه در ساعت اوج: همانطور که اشاره شد، برای شهرهایی که اطلاعات کافی وجود ندارد، ۱۵ درصد در نظر گرفته می شود.

مرحله اول: با برآورد پارامترهای فوق حال می توان کل تقاضای انبوه‌بر در شهر یزد را مطابق رابطه ذیل محاسبه نمود:

$$D^{Metro} = 620000 \times 1.4 \times 0.15 \times 0.15 = 19530 \quad \text{نفر در ساعت اوج}$$

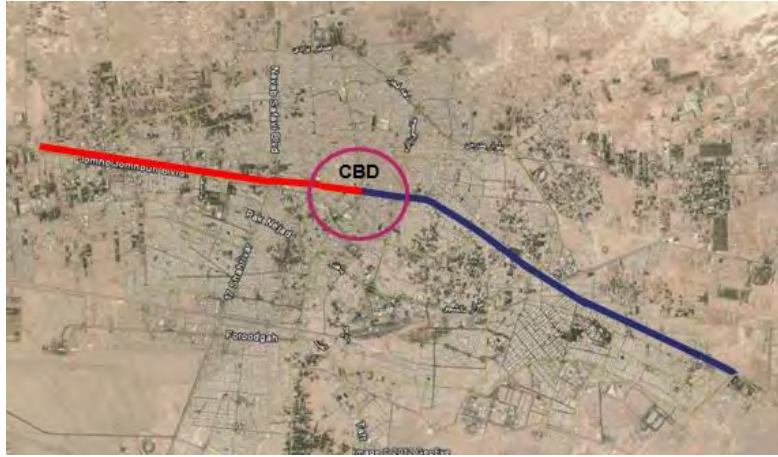
مرحله دوم: با فرض اینکه در شهر یزد تنها یک کریدور کاندیدا برای سیستم انبوه‌بر باشد که اصلی ترین کریدور این شهر نیز می باشد، وزن این کریدور ۱ خواهد بود و تقاضای این کریدور به صورت ذیل قابل محاسبه است:

$$D^{Metro}_{corridor} = 1 \times 19530 = 19530 \quad \text{نفر در ساعت اوج}$$

مرحله سوم: در این مرحله ضریب اصلاح جهتی با روش ارائه شده در این مقاله محاسبه می شود. هسته اصلی شهر یزد در مرکز این شهر قرار دارد و کریدور اصلی نیز از هسته عبور می کند. شکل (۳) موقعیت کریدور اصلی شهر یزد نسبت به هسته شهر (CBD) را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود هسته شهر، کریدور را به دو قسمت تقسیم نموده است. همانطور که قبلاً اشاره شد، طول بخش بزرگتر کریدور به طول کل کریدور، ضریب اصلاح جهت بحرانی را نتیجه می دهد. محاسبات

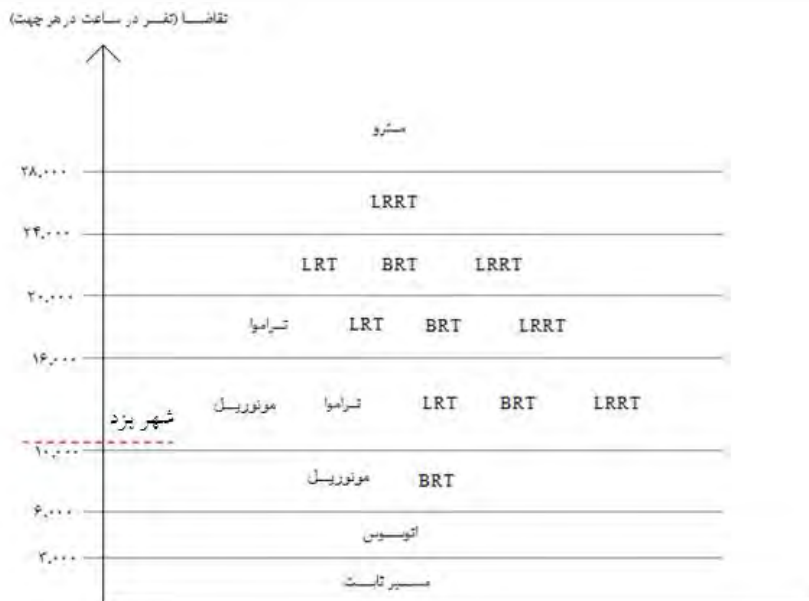
$$\text{نشان داد که این ضریب برابر است با } 0.6, \beta_{corridor} = 0.6 \quad \text{بنابراین:}$$

$$D^{Metro}_{corridor} (adjusted) = 0.6 \times 19530 = 11718 \quad \text{نفر در ساعت در جهت بحرانی}$$



شکل (۳) کریدور کاندیدا برای اجرای سیستم انبوهبر در شهر یزد

مشاهده می‌شود که تقاضای کریدور کاندیدا برای اجرای یک سیستم انبوهبر در شهر یزد در سال ۱۴۰۱، حدود ۱۱۷۱۸ نفر در ساعت در جهت برآورد می‌گردد که این تقاضا فاصله بسیار زیادی با قابلیت جابه‌جایی یک سیستم انبوهبر که بیش از ۲۸۰۰۰ نفر در ساعت در جهت است، دارد. این شرایط در شکل (۴) با استفاده از نمودار شاخص نشان داده شده است. بنابراین ایجاد یک سیستم انبوهبر برای افق ۱۰ ساله این شهر پیشنهاد نمی‌شود و از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه نمی‌باشد. زیرا تقاضا بسیار کمتر از قابلیت جابه‌جایی یک سیستم انبوهبر است و زمانی استفاده بهینه از ظرفیت یک سیستم ممکن نباشد، آن سیستم اقتصادی نیست.



شکل (۴) شاخص تقاضای جهت کریدور برای مترو، شهر یزد

۶- نتیجه‌گیری

انتخاب صحیح سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی در یک شهر با توجه به نیاز آن شهر بسیار حائز اهمیت است. اگر سیستم انتخاب شده فراتر از نیازهای شهر باشد، بدون شک توجیه اقتصادی نخواهد داشت. همچنین اگر سیستم حمل‌ونقل همگانی در یک شهر نتواند تقاضای موجود را پاسخ دهد و ظرفیت آن کافی نباشد، مشکلات بسیاری را به دنبال خواهد داشت؛ تا حدی که حتی ممکن است مجبور به جایگزین کردن یک سیستم جدید شویم که در این صورت هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای سیستم قبلی به کلی تلف خواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع، در این مطالعه، روشی برای تشخیص نیاز یا عدم نیاز به یک سیستم حمل‌ونقل همگانی در یک شهر دلخواه ارائه شد. این روش بر مبنای شاخصی تحت عنوان شاخص تقاضای جهتی کریدور عمل می‌کند که تعریف شاخص مذکور و روش محاسبه آن ارائه شد.

ویژگی متدولوژی این مطالعه این است که اطلاعات مورد نیاز آن بسیار کم و در سطح حداقل است که در تمامی شهرها به راحتی در دسترس یا قابل پیش‌بینی است. در حال حاضر بسیاری از شهرهای کشور ادعای نیاز به سیستم‌هایی مانند مترو یا LRT را دارند که هزینه‌های سرمایه‌گذاری بسیار زیادی را به دنبال دارد. با روش ارائه شده در این مقاله و بررسی نیاز یا عدم نیاز آن شهر به این سیستم‌ها، می‌توان این ادعا را قبول یا رد نمود. همچنین روش ارائه شده در این تحقیق، برای تشخیص نیاز شهرهای کشور به مدهای انبوه‌بر و نیمه‌انبوه‌بر در سطح کلان بسیار کارا است. به عنوان مثال می‌توان دریافت که چند شهر ایران در افق ۱۰ ساله نیاز به سیستمی همچون BRT یا LRT دارند. پیاده‌سازی روش ارائه شده برای شهر یزد به عنوان یک نمونه موردی نشان داد که این شهر در افق ۱۰ ساله نیازی به یک سیستم حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر مانند مترو ندارد. به عبارتی، انتخاب و اجرای مترو برای افق ۱۰ سال بعد شهر یزد از لحاظ اقتصادی قطعاً به صرفه نیست. گزینه‌های مناسب و قابل بررسی برای افق ۱۰ ساله این شهر که در زیر خط شاخص تقاضای جهتی کریدور قرار دارند، مدهایی مانند BRT و مونوریل است.

مراجع

- [1] Muller, Peter O. 2004. "Transportation and Urban Form." In The Geography of Urban Transportation, Chapter 3, The Guilford Press.
- [2] Weber, Adna F. "The Growth of Cities in the Nineteenth Century: a study in statistics", Publisher: Gale, Making of Modern Law, 2010.
- [3] Vuchic .V, "Urban transit systems and technology", Willy, 2007
- [4] Vuchic.V, "Urban Transit: Operations, Planning, and Economics", John Willey & Sons, Inc., 2004..
- [5] شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "گزارش مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران"، ۱۳۸۶.
- [6] SYSTRA, "Tehran Long Term Urban Rail Study", 2007.
- [7] دانشگاه صنعتی امیرکبیر، گروه تحقیقات بهینه سازی و شبکه، "گزارش مطالعات طراحی شبکه پرسرعت ناوگان اتوبوسرانی شهر تهران"، ۱۳۸۷.
- [8] مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک مشهد، مرکز مطالعات و تحقیقات حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف، گزارش ۰۹-۷۶، آبان ۱۳۷۶.
- [9] مطالعات حمل و نقل همگانی یکپارچه شهر مشهد ۱۳۸۲، پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه شریف.
- [۱۰] امیری پور، سید محمد مهدی، "برنامه ریزی در سیستم اتوبوسرانی"، سازمان شهرداریها، ۱۳۹۱.
- [11] Levinson, H., S. L. Zimmerman, J. Clinger, S. Rutherford, R. L. Smith, J. Cracknell, and R. Soberman; "TCRP Report 90: Bus Rapid Transit, Volume 2: Implementation Guidelines"; Washington, DC; Transportation Research Board of the National Academies; 2003.
- [۱۲] گزارش اطلاعات آماری، ستاد مدیریت حمل و نقل و سوخت کشور، ۱۳۹۱.
- [۱۳] سایت مرکز آمار ایران، آخرین بازدید مهر ۱۳۹۲.

A Method for Selecting Public Transportation System Required for Cities of Iran

Mahmoud Karamroudi, Master of Road and Transportation
Hamed Amini Shirazi, Master of Transportation Planning
Yaser taghizadeh candidate for phd of Transportation Planning
Saeed gheysar ,bachelor of Transportation
Javad sabbaghan Master of governmental management
Abdolah motevali Educated Transportation

Abstract

Developing cities, increasing of population, and growing tendency to the use of personal vehicles, has caused numerous problems and issues such as air pollution and traffic congestion. In removing this problem, public transportation, as one of the most important constituents of urban transport, has an undeniable role. The first thing which is worth considering in efficiency and proper functioning of public transportation is choosing and employing appropriate modes, with regard to the situation of the city being studied. Inappropriate selection of a system may cause many problems, and high costs. There has been few, if any, studies in Iran on suggesting a method for determining public modes required in cities, and the public mode for each city is determined in the very same city based on the experience of other cities especially large cities. This paper, suggests a method for determining the need or not needing of a city to various modes of public transportation. This method is based on an index named "Side Corridor Demand" and there has also been suggested a method for its approximate calculation in the cities of Iran with minimum data. This method has been implemented in Yazd for instance and public modes of this city have been determined. The results show that Yazd does not need public mass transit system such as metro in ten years.

Keywords: *cities of Iran, mode selection, public transportation, Side Corridor Demand*