

## ارزیابی ادراک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس‌های تندرو شهر تهران

امیررضا ممدوحی (مسئول مکاتبات)، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
مصطفی روزبهرانی، کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
هادی قلی، دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

**E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir**

### چکیده

بهبود کیفیت خدمات سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی، اقدامی لازم برای حفظ وفاداری کاربران کنونی این سیستم‌ها و همچنین جذب مسافران جدید است. ارزیابی و شناخت ادراک استفاده‌کنندگان این سیستم‌ها از عوامل متنوع مؤثر بر کیفیت خدمات، به منظور اتخاذ سیاست‌های مؤثر در این زمینه، ضروری به نظر می‌رسد. این مطالعه با تحلیل ادراک مسافران از برخی ویژگی‌های مهم کیفیت خدمات سیستم اتوبوس‌رانی تندروی شهر تهران، به ارزیابی عوامل مؤثر بر مطلوبیت و کیفیت خدمات آن می‌پردازد. چهار ویژگی سفر با اتوبوس شامل زمان داخل وسیله، کرایه، ازدحام داخل وسیله و زمان انتظار موردبررسی قرار گرفتند. در این راستا، اطلاعات رجحان بیان‌شده‌ی ۳۹۶ نفر از مسافران این سیستم با هدف سفر کاری، طی مصاحبه‌های حضوری جمع‌آوری شد. نتایج پرداخت مدل لوجیت چندگانه نشان داد که تمام ویژگی‌های مورد مطالعه، در انتخاب اتوبوس تندروی مطلوب توسط مسافران تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین، مشاهده شد که ازدحام داخل اتوبوس تندرو از اهمیت بیشتری نسبت به سایر ویژگی‌ها برخوردار است. علاوه بر این، تمایل به پرداخت مسافران برای بهبود در هر ویژگی نیز برآورد شد و ارزش ساعتی زمان سفر مسافران، ۱۵۸۴ تومان محاسبه گردید.

واژه‌های کلیدی: حمل‌ونقل همگانی، کیفیت خدمات، اتوبوس تندرو، رجحان بیان‌شده، لوجیت چندگانه

## ۱. مقدمه

ویژگی‌های مهم کیفیت خدمات، می‌توانند ارائه خدمات بهتر را تضمین کنند.

منطقی به نظر می‌رسد که مسافران سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی، داوران اصلی کیفیت خدمات آن هستند؛ زیرا بیش از بقیه و به‌طور مستقیم، عملکرد و خدمات ضعیف یا قوی این سیستم‌ها را متحمل می‌شوند؛ بنابراین، دریافت و تحلیل دیدگاه‌ها و میزان رضایت مشتریان و استفاده‌کنندگان حمل‌ونقل همگانی، اساسی‌ترین روش برای ارزیابی کیفیت خدمات ارائه‌شده و تعیین میزان اهمیت ویژگی‌های مختلف مؤثر بر آن است. به همین دلیل، در سال‌های اخیر، کیفیت خدمات به شکل عمیق‌تری و از نقطه‌نظر مشتریان تحلیل شده است.

در این پژوهش، با تمرکز بر سیستم اتوبوس‌رانی تندرو (BRT) شهر تهران به‌عنوان یکی از شیوه‌های مهم حمل‌ونقل همگانی در این شهر، چند ویژگی محدود و مهم سفر با اتوبوس تندرو که بر کیفیت خدمات این شیوه اثرگذارند، ارزیابی می‌شود. به این ترتیب که با تکیه بر اطلاعات رجحان بیان‌شده‌ی مسافران اتوبوس تندرو و با استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته، میزان اهمیت نسبی ویژگی‌های مورد مطالعه، به‌منظور انجام بهبودها و سیاست‌گذاری‌های آینده مشخص شده و منافع استفاده‌کنندگان سیستم در اثر بهبود هر یک از ویژگی‌ها، در قالب تخمین مقادیر تمایل به پرداخت، محاسبه می‌شود.

ادامه‌ی مقاله، به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شود. در بخش دوم، مروری بر مطالعات مربوط به کیفیت خدمات همگانی صورت می‌گیرد. بخش سوم مقاله، به روش‌شناسی پژوهش شامل طراحی آزمایش، جمع‌آوری و توصیف داده‌ها و روش تحلیل داده‌ها اختصاص یافته است. در بخش چهارم، نتایج پرداخت مدل لوجیت چندگانه ارائه و درباره‌ی آن بحث می‌شود. در نهایت، در بخش پنجم، خلاصه‌ی نتایج و یافته‌های مهم پژوهش و جمع‌بندی مطالب ارائه می‌شود.

به‌منظور برآورده کردن نیازهای حمل‌ونقلی افراد از یک سو و کاهش استفاده از وسیله شخصی در نواحی شهری از سوی دیگر، فراهم کردن حمل‌ونقل همگانی ضروری است. مدیران و سیاست‌گذاران در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه نیز به دنبال کاهش استفاده‌ی مردم از وسیله شخصی و افزایش استفاده از حمل‌ونقل همگانی هستند. این به دلیل منافع متعدد مترتب بر حمل‌ونقل همگانی، از جمله کمک به کاهش ازدحام ترافیک و کاهش آلودگی هوا و مصرف انرژی است؛ اما برای جذب مشتریان به حمل‌ونقل همگانی، ارائه خدمات با کیفیت نیز بسیار لازم به نظر می‌رسد.

کیفیت خدمات حمل‌ونقل همگانی می‌تواند انتخاب‌های سفر افراد را به‌طور محسوسی تحت تأثیر قرار دهد. در واقع، تمام اقدام‌هایی که به نحوی سبب ارتقای کیفیت خدمات حمل‌ونقل همگانی گردد، افزایش استفاده از این سیستم را در پی خواهد داشت؛ زیرا این بهبود می‌تواند منجر به افزایش رضایتمندی مسافران کنونی و همچنین ایجاد جذابیت برای مسافران بالقوه این سیستم‌ها شود. باید توجه داشت کیفیت خدمات نه تنها به زمان و هزینه سفر، بلکه به سایر ویژگی‌های اثرگذار بر کیفیت ادراک‌شده‌ی مسافران و تجربه سفر آن‌ها نیز مربوط می‌شود.

کیفیت خدمات یک سیستم، با مجموعه‌ای از ویژگی‌های آن سیستم توصیف می‌شود. در مطالعات متعدد، ویژگی‌های تأثیرگذار بر کیفیت خدمات سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مورد بررسی قرار گرفته است. به‌طور مشخص در مترو و اتوبوس، به ویژگی‌هایی چون: زمان، هزینه، ازدحام، راحتی، ایمنی، امنیت، فراهم بودن، تواتر حرکت و قابلیت اطمینان پرداخته شده است. به این ترتیب، پایش وضعیت کنونی و آگاهی از میزان تأثیر و اهمیت هر یک از این ویژگی‌ها در کیفیت و مطلوبیت سفر، برای مدیران و متصدیان حمل‌ونقل همگانی حائز اهمیت خواهد بود؛ زیرا با اندازه‌گیری و نظارت بر

## ۲. ادبیات پژوهش

عوامل تعیین‌کننده‌ی کیفیت خدمات را به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌کند: فراهم بودن، راحتی و آسودگی. فراهم بودن شامل فراهم بودن مکانی، فراهم بودن زمانی، فراهم بودن اطلاعات و موجود بودن ظرفیت است. ویژگی‌های مرتبط با راحتی و آسودگی نیز شامل شش مورد می‌شود: ازدحام داخل وسیله، قابلیت اطمینان، زمان سفر، ایمنی و امنیت، هزینه، راحتی.

یکی از موارد قابل مشاهده در پژوهش‌های گذشته، تفاوت نتایج کشورهای توسعه‌یافته با درحال توسعه است. بیشتر پژوهش‌ها در زمینه بررسی کیفیت خدمات حمل‌ونقل همگانی، مربوط به کشورهای توسعه‌یافته بوده و مطالعات کمتری در کشورهای درحال توسعه مانند ایران وجود دارد؛ بنابراین، برای تکمیل مطالعات گذشته در ایران و سایر کشورهای مشابه، انجام پژوهشی در این زمینه لازم به نظر می‌رسد.

مطالعات متنوعی در نقاط مختلف دنیا به بررسی کیفیت خدمات سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مانند مترو و اتوبوس پرداخته‌اند. این مطالعات با توجه به محل انجام تحقیق، نحوه گردآوری اطلاعات، رویکرد مورداستفاده جهت حل مسئله و روش مدل‌سازی، با یکدیگر متفاوت‌اند. ویژگی‌های متنوع و زیادی، با دسته‌بندی‌های گوناگون، در کیفیت و مطلوبیت سفر با سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی و در نتیجه میزان استفاده از این سیستم‌ها، مؤثر دانسته شده‌اند. برخی ویژگی‌های مهم پژوهش‌های گذشته در این زمینه، در کنار ویژگی‌های موردبررسی در این مطالعه، در جدول ۱ نشان داده شده است. کیتلسون و همکاران در کتابچه‌ی راهنمای ظرفیت و کیفیت خدمات حمل‌ونقل همگانی، کیفیت خدمات را میزان درک و دریافت مسافران از عملکرد حمل‌ونقل همگانی تعریف می‌کنند که در میزان استفاده از آن نقش بسیار مهمی دارد. این راهنما،

جدول ۱. برخی ویژگی‌های موردبررسی در مطالعات پیشین و مطالعه حاضر

مطالعات	ویژگی‌ها					
	ازدحام داخل وسیله	زمان داخل وسیله	هزینه	قابلیت اطمینان	زمان انتظار	سرفاصله زمانی
سومان و همکاران	√	√	√			√
بایدو و نیارکو			√	√		
گوپیراو و همکاران	√	√				√
میترا و همکاران		√	√		√	
ژیانگ و همکاران	√	√	√		√	
ایبیس و سسین	√	√			√	
سیریلو و همکاران	√		√	√		√
کتول و همکاران		√	√		√	√
کومار و میترا	√	√	√			√
کومار و میترا		√	√		√	√
کومار و همکاران		√	√		√	√
کاستیلو و بنیتز				√		√

مطالعات	ویژگی‌ها					
	ازدحام داخل وسيله	زمان داخل وسيله	هزینه	قابلیت اطمینان	زمان انتظار	سرفاصله زمانی
ابولی و مازولا	√	√	√	√	√	√
مطالعه حاضر	√	√	√	√	√	√

### ۳. روش پژوهش

#### ۱-۳ پیمایش رجحان بیان شده<sup>۱</sup>

برای پاسخ به پرسش‌های این پژوهش، دیدگاه مسافران درباره‌ی برخی ویژگی‌های سفر با اتوبوس تندرو که مشخص‌کننده‌ی کیفیت خدمات این شیوه هستند، در قالب رجحان بیان شده از آنان پرسیده شد. این روش کمک می‌کند تا نظرات افراد درباره‌ی سناریوها و وضعیت‌های فرضی که هنوز آشکار نشده‌اند، دریافت گردد. به این ترتیب، می‌توان رجحان افراد را در موقعیت‌های بیشتر و متنوع‌تری بررسی کرد. در نتیجه، قابلیت اطمینان نتایج بیشتر خواهد بود.

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شد، ویژگی‌های مورد ارزیابی در این مطالعه عبارت‌اند از: زمان سفر با اتوبوس، هزینه‌ی سفر با اتوبوس، ازدحام داخل اتوبوس و زمان انتظار برای اتوبوس. برای دریافت اطلاعات رجحان بیان‌شده‌ی افراد، با در نظر گرفتن سه سطح از تغییرات برای هر ویژگی، از روش طراحی آزمایش استفاده شد. به این ترتیب که با ترکیب سطوح مختلف ویژگی‌ها، گزینه‌های متنوعی ایجاد شده و از پاسخگو خواسته شد تا انتخاب خود را از بین مجموعه گزینه‌های ارائه‌شده، بیان کند. ویژگی‌های مورد مطالعه و سطوح متناظر هر کدام که بر اساس جمع‌بندی تحقیقات پیشین، نظرات کارشناسان و انجام مطالعات میدانی حاصل شده است، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات ویژگی‌های مورد استفاده در طراحی آزمایش انتخاب بیان شده

ویژگی	تعداد سطوح	مقادیر سطوح
زمان داخل وسیله	۳	زمان سفر فعلی
		۱۵٪ کاهش زمان سفر
هزینه سفر	۳	۳۰٪ کاهش زمان سفر
		هزینه فعلی
ازدحام داخل وسیله	۳	۲۵٪ افزایش هزینه
		۵۰٪ افزایش هزینه
زمان انتظار	۳	ایستادن در تمام طول سفر
		۲ دقیقه یا کمتر
		ایستادن در بخشی از سفر
		نشستن در تمام طول سفر
		۲ تا ۵ دقیقه
		بیشتر از ۵ دقیقه

## ارزیابی ادراک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس‌های تندرو شهر تهران

هر گزینه، یک اتوبوس با ترکیب مشخصی از سطوح چهار ویژگی موردنظر است. گزینه‌ها به‌طور تصادفی در نُه مجموعه‌ی انتخاب (سناریو) قرار گرفتند که در هر مجموعه، پاسخگو باید انتخاب خود را از بین سه گزینه‌ی پیشنهادی بیان کند. با توجه به تعداد نسبتاً زیاد سناریوها و با استفاده بلوک‌بندی، این سناریوها به سه بلوک تقسیم‌شده، به هر فرد یک بلوک (شامل سه سناریو) ارائه شد. در جدول ۳، یک نمونه از نُه سناریوی مورد استفاده، نشان داده شده است.

به‌منظور طراحی آزمایش، از رویکرد طرح عاملی<sup>۲</sup> استفاده می‌شود. در صورت استفاده از طرح عاملی کامل، آزمایش شامل ۸۱ (=۳<sup>۴</sup>) ترکیب می‌شود که به‌وسیله‌ی آن می‌توان تمام اثرات اصلی و متقابل<sup>۳</sup> متغیرها (ویژگی‌ها) را برآورد کرد. با این فرض که بیشتر اثرات متقابل معنادار نبوده و قابل ادغام در اثرات اصلی مراتب پایین‌ترند و برای کاستن از ابعاد طرح آزمایش تولیدشده، از طرح عاملی کسری<sup>۴</sup> استفاده می‌شود. درنهایت، طرحی متعادل و متعادل<sup>۵</sup> و صرفاً با در نظر گرفتن اثرات اصلی، شامل ۲۷ ترکیب (گزینه) از ویژگی‌ها و سطوح آن‌ها ایجاد شد.

جدول ۳. نمونه‌ی سناریو

سناریو ۲	زمان سفر	هزینه‌ی سفر	ازدحام داخل	زمان انتظار	گزینه‌ی انتخابی
	با اتوبوس تندرو	با اتوبوس تندرو	اتوبوس تندرو	اتوبوس تندرو	
گزینه ۱	۱۵٪ کاهش	۵۰٪ افزایش	نشستن در تمام طول سفر	۲ تا ۵ دقیقه	<input type="checkbox"/>
گزینه ۲	زمان فعلی	۲۵٪ افزایش	ایستادن در بخشی از طول سفر	بیشتر از ۵ دقیقه	<input type="checkbox"/>
گزینه ۳	۳۰٪ کاهش	هزینه فعلی	ایستادن در تمام طول سفر	۲ دقیقه یا کمتر	<input type="checkbox"/>

### ۳-۲ نمونه مورد مطالعه

حمل‌ونقل همگانی شهر تهران، اتوبوس نقش ویژه‌ای را داراست. با توجه به آمار و اطلاعات حمل‌ونقل شهری تهران در سال ۱۳۹۵، اتوبوس با سهم ۲۰ درصدی از سفرهای شهر، نقش مهمی را در بین انواع وسایل همگانی داراست. سهم تاکسی و مترو در این سال نیز به ترتیب ۲۲ و ۱۸ درصد بوده است. همچنین سیستم اتوبوس‌رانی شهر تهران به دو بخش عادی و تندرو تقسیم می‌شود که بر اساس آمار و اطلاعات سال ۱۳۹۰، سهم هرکدام به ترتیب ۵۸ و ۴۲ درصد از کل مسافراهایی است که روزانه توسط این سیستم جابجا می‌شوند.

هر پرسشنامه شامل سه بخش بود که بخش‌های اول و آخر در بین هر سه کُد پرسشنامه مشترک و بخش دوم متفاوت بود. بخش اول، مربوط به پرسش درباره‌ی اطلاعات سفر مصاحبه‌شوندگان به سمت محل کار در صبح بوده و به‌طور

این مطالعه بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده در بهمن و اسفندماه سال ۱۳۹۶ انجام شده است. در این پیمایش، سه کُد پرسشنامه برای نظرسنجی از مسافران به‌صورت مصاحبه‌ی حضوری در نظر گرفته شد. مصاحبه‌شوندگان، به‌طور تصادفی، از بین افراد شاغلی انتخاب شدند که صبح و در مسیر خود به سمت محل کار از اتوبوس تندرو نیز استفاده می‌کردند. به‌این‌ترتیب، پیمایش به افرادی که با هدف سفر کاری از اتوبوس تندرو استفاده می‌کنند، محدود شد.

طبق آمار و اطلاعات حمل‌ونقل شهری تهران، ۳۶ درصد سفرهای غیر بازگشت شهر تهران با هدف شغلی صورت می‌گیرد و ۳۵/۵ درصد از این سفرهای شغلی، توسط حمل‌ونقل همگانی انجام می‌شود. در بین انواع سیستم‌های



## ارزیابی ادراک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس‌های تندرو شهر تهران

جدول ۵. توزیع فراوانی برخی از ویژگی‌های اقتصادی - اجتماعی نمونه

مشخصه	دسته	فراوانی نسبی (%)
جنسیت	مرد	۶۴/۶
	زن	۳۵/۴
تأهل	مجرد	۴۳/۴
	متأهل	۵۶/۶
سن	کمتر از ۳۰ سال	۲۵/۲
	بین ۳۰ تا ۵۰ سال	۶۵/۲
	بیش از ۵۰ سال	۹/۶
درآمد	برخوردار	۲۱/۵
	نیمه برخوردار	۳۹/۶
	کمتر برخوردار	۳۸/۹

توصیف آماری برخی مشخصات سفرهای روزانه‌ی افراد، در جدول ۶ نشان داده شده است. از جمله، از مصاحبه‌شوندگان خواسته شد تا برای بیان میزان رضایت خود از خدمات کلی اتوبوس تندرو، از ۱ (برای بسیار خوب) تا ۵ (برای بسیار بد)، نمره دهند. مقدار میانگین این شاخص، نشان‌دهنده رضایت متوسط مسافران از این سیستم است.

جدول ۶. آمار توصیفی مشخصات سفرهای روزانه‌ی افراد نمونه

مشخصه	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
میزان رضایت از اتوبوس	۳/۱۲	۱/۰۲	۱	۵
تعداد اتوبوس مورد استفاده	۱/۲۴	۰/۴۵	۱	۳
مدت زمان سفر (دقیقه)	۵۲/۴۳	۲۵/۸۴	۱۰	۱۸۰
مدت زمان داخل اتوبوس (دقیقه)	۲۶/۷۴	۱۵/۰۸	۵	۹۵
زمان انتظار برای اتوبوس (دقیقه)	۵/۴۱	۳/۴۶	۱	۲۰
هزینه‌ی اتوبوس (تومان)	۶۱۹/۹۵	۲۲۸/۱۰	۵۰۰	۱۵۰۰

### ۳-۳ مدل لجیت چندگانه

برای ارزیابی چهار ویژگی سفر با اتوبوس تندرو که در این مطالعه به‌عنوان عوامل مؤثر بر کیفیت خدمات این شیوه در نظر گرفته شدند، مدل لجیت چندگانه<sup>۸</sup> مورد استفاده قرار گرفت. ساختار مدل لجیت چندگانه، بر اساس نظریه‌ی مطلوبیت تصادفی، به شکل روابط ۱ تا ۳ است:

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \quad (1)$$

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{j \in j_n} e^{V_{nj}}} \quad (2)$$

$$V_{ni} = \beta_1 X_{ni1} + \beta_2 X_{ni2} + \dots + \beta_k X_{nik} \quad (3)$$

در این روابط،  $U_{ni}$  مطلوبیت گزینه‌ی  $i$  برای فرد  $n$  بخش قابل‌اندازه‌گیری و قطعی مطلوبیت گزینه‌ی  $i$  برای فرد  $n$  و  $\varepsilon_{ni}$  بخش غیرقابل مشاهده و تصادفی مطلوبیت گزینه‌ی  $i$  برای فرد  $n$  است. هم‌چنین،  $j_n$  مجموعه‌ی گزینه‌های موجود برای فرد  $n$  است.  $X_{ni1}, X_{ni2}, \dots, X_{nik}$  متغیرهای توصیفی (ویژگی‌ها) و  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  ضرایب هرکدام از ویژگی‌ها هستند.  $P_{ni}$  نیز

نسبی ویژگی‌های مختلف سفر با اتوبوس تندرو از دیدگاه مسافران، ۲- تخمین میزان تمایل به پرداخت<sup>۱۰</sup> مسافران برای بهبود در این ویژگی‌ها. با توجه به استفاده از اطلاعات ۳۹۶ پاسخگو و پرسیدن سه سناریو از هر فرد، ۱۱۸۸ انتخاب مبنای پرداخت مدل‌ها قرار گرفت. همچنین، متغیر انتخاب افراد از بین سه گزینه‌ی موجود در هر سناریو، به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. به این صورت که مقدار متغیر وابسته برای گزینه‌ای که در هر سناریو انتخاب شده است برابر با یک و برای دو گزینه‌ی دیگر صفر منظور گردید.

بیان‌گر احتمال انتخاب گزینه‌ی  $i$  برای فرد  $n$  است. پرداخت مدل لجیت چندگانه یا همان یافتن ضرایب  $\beta$ ، با استفاده از روش پیشینه‌ی درستنمایی انجام می‌شود. به این معنی که احتمال انتخاب گزینه‌ی مشاهده‌شده برای هر فرد، توسط مدل، پیشینه می‌شود.

#### ۴. تحلیل داده‌ها

در نتیجه‌ی مدلسازی انتخاب گسسته با استفاده از ساختار لجیت چندگانه، تابع مطلوبیت<sup>۹</sup> شیوه‌ی اتوبوس تندرو به‌دست آمده و پس‌از آن، دو مورد دنبال می‌شود: ۱- اهمیت

جدول ۷. تعریف متغیرهای مورد استفاده در مدل‌ها

نام متغیر	توصیف متغیر	مقدار متغیر
TTIME	متغیر رتبه‌ای زمان داخل اتوبوس	۰ = زمان کنونی، ۱ = ۱۵٪ کاهش زمان، ۲ = ۳۰٪ کاهش زمان
TTIME1	متغیر ساختگی زمان داخل اتوبوس	۱ برای $TTIME=1$ و صفر در غیر این صورت
TTIME2	متغیر ساختگی زمان داخل اتوبوس	۱ برای $TTIME=2$ و صفر در غیر این صورت
TTIME3	متغیر پیوسته زمان داخل اتوبوس	برحسب دقیقه
FARE	متغیر رتبه‌ای کرایه اتوبوس	۰ = ۵۰٪ افزایش کرایه، ۱ = ۲۵٪ افزایش کرایه، ۲ = کرایه کنونی
FARE1	متغیر ساختگی کرایه اتوبوس	۱ برای $FARE=1$ و صفر در غیر این صورت
FARE2	متغیر ساختگی کرایه اتوبوس	۱ برای $FARE=2$ و صفر در غیر این صورت
FARE3	متغیر پیوسته کرایه اتوبوس	برحسب تومان
CROWD	متغیر رتبه‌ای ازدحام داخل اتوبوس	۰ = ایستادن در تمام طول مسیر، ۱ = ایستادن در بخشی از مسیر، ۲ = نشستن در تمام طول مسیر.
CROWD1	متغیر ساختگی ازدحام داخل اتوبوس	۱ برای $CROWD=1$ و صفر در غیر این صورت
CROWD2	متغیر ساختگی ازدحام داخل اتوبوس	۱ برای $CROWD=2$ و صفر در غیر این صورت
WTIME	متغیر رتبه‌ای زمان انتظار	۰ = بیش از ۵ دقیقه، ۱ = ۲ تا ۵ دقیقه، ۲ = کمتر از ۲ دقیقه
WTIME1	متغیر ساختگی زمان انتظار	۱ برای $WTIME=1$ و صفر در غیر این صورت
WTIME2	متغیر ساختگی زمان انتظار	۱ برای $WTIME=2$ و صفر در غیر این صورت

متغیرهای مورد استفاده در مدل نهایی، در جدول ۷ نشان داده شده است. همان‌طور که در بخش‌های قبلی توضیح داده شد، هر یک از چهار ویژگی اصلی مورد مطالعه، دارای سه سطح هستند. به این ترتیب، متغیر متناظر با هر ویژگی، یکی از سه مقدار ۰، ۱ یا ۲ را اختیار می‌کند. در هر ویژگی، عدد صفر

مربوط به بدترین وضعیت و عدد دو مربوط به بهترین وضعیت آن ویژگی است.

#### ۴-۱ اهمیت نسبی ویژگی‌ها

مدل لجیت چندگانه برآورد شده برای این منظور، در جدول ۸ ارائه شده است. در مدل برآورد شده، علامت مثبت ضرایب متغیرها، منطقی است؛ زیرا جهت تغییر مطلوبیت را به ازای

## ارزیابی ادراک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس‌های تندرو شهر تهران

نسبت به سطح شماره‌ی ۱ دارد که این امر نیز مطابق انتظار است. شاخص برازندگی کلی مدل حدوداً برابر با ۰/۱۵ است که مناسب ارزیابی می‌شود. هم‌چنین، ضرایب بیشتر متغیرها در سطح اطمینان ۹۹٪ یا ۹۵٪ معنی‌دار است.

تغییر از سطح مبنای آن ویژگی به سطح موردنظر نشان می‌دهد. با توجه به اینکه سطح مبنای هر ویژگی بدترین وضعیت آن ویژگی در نظر گرفته شده است، قطعاً وضعیت بهتر شده و مطلوبیت افزایش می‌یابد. به‌علاوه، سطح شماره‌ی ۲ از هر ویژگی که نشان‌دهنده‌ی شرایط بهتری است، ضریب بزرگ‌تری

جدول ۸. نتایج پرداخت مدل لوجیت چندگانه برای تعیین اهمیت نسبی ویژگی‌ها

ویژگی	متغیر	ضریب	آماره $\chi^2$	اهمیت نسبی (%)
زمان داخل اتوبوس تندرو	TTIME1	۰/۳۰۳۱	۲/۵۳**	۱۹/۶
	TTIME2	۰/۷۰۵۸	۷/۷۰***	
هزینه اتوبوس تندرو	FARE1	۰/۱۲۹۲	۱/۱۶	۲۵/۲
	FARE2	۰/۹۰۹۴	۷/۳۸***	
ازدحام داخل اتوبوس تندرو	CROWD1	۰/۱۳۲۸	۱/۴۰	۲۸/۱
	CROWD2	۱/۰۱۰۵	۹/۳۷***	
زمان انتظار اتوبوس تندرو	WTIME1	۰/۳۵۵۲	۳/۲۸***	۲۷/۱
	WTIME2	۰/۹۷۴۷	۱۰/۲۷***	
ثابت مدل		۰/۱۳۶۶	۱/۱۸	-
تعداد مشاهده ( $N$ )			۱۱۸۸	
تعداد متغیرها ( $K$ )			۸	
	$LL(0)$		-۱۳۰۵/۱۵۱۴	
	$LL(\beta)$		-۱۱۰۱/۸۷۰۹	
	$\rho^2$		۰/۱۵۵۷	
	$\bar{\rho}^2$		۰/۱۴۹۶	

توجه: علائم \*، \*\* و \*\*\*، به ترتیب بیان‌گر سطح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد هستند.

و سطح شماره‌ی ۱ از ویژگی‌های هزینه و ازدحام، از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری ندارند.

برای برآورد میزان اهمیت نسبی ویژگی‌ها در مطلوبیت اتوبوس، با توجه باینکه ضرایب ویژگی‌ها در مدل بیان‌گر مطلوبیت حاشیه‌ای<sup>۱۱</sup> آن‌هاست، مشارکت<sup>۱۲</sup> هر ویژگی در تابع مطلوبیت محاسبه می‌شود. بیشتر بودن این مقدار برای یک ویژگی، نشان از مهم‌تر بودن آن است. برای این منظور، محدوده‌ی مطلوبیت یک ویژگی، تفاضل بین بیشترین و کمترین ضریب برآورد شده برای سطوح آن ویژگی تعریف

معنی‌داری متغیرها نشان‌دهنده‌ی این مطلب است که هر چهار ویژگی مورد مطالعه، از نظر استفاده‌کنندگان اتوبوس تندرو، تأثیر معنی‌داری در مطلوبیت این شیوه از سفر داشته و در ارزیابی کیفیت خدمات آن، مؤثرند. علاوه بر این، معنی‌داری متغیرهای متناظر با سطوح ویژگی‌ها، بیان‌گر این است که سطوح در نظر گرفته‌شده برای هر ویژگی تفاوت معنی‌داری باهم داشته و از یکدیگر متمایزند. در این میان، معنی‌دار نبودن ضرایب متغیرهای FARE1 و CROWD1، بیان‌گر این است که ضرایب این متغیرها با صفر تفاوتی ندارد. به عبارتی، سطح مبنا

وسيله همگانی، مؤثرترین ویژگی‌ها در توصیف کیفیت خدمات مطلوب حمل‌ونقل همگانی از نظر مسافران هستند. علاوه بر این، با توجه به اینکه این مطالعه بر مبنای نظرات شاغلین استفاده‌کننده از اتوبوس در سفرهای کاری است و اهمیت عامل زمان در این نوع سفرها، این نتیجه مطابق انتظار است. بعد از عامل زمان نیز، ویژگی هزینه اهمیت بیشتری از دیدگاه مسافران دارد. از آنجاکه استفاده‌کنندگان از این شیوهی سفر، نوعاً افراد با درآمد پایین هستند، مهم بودن این عامل در مطلوبیت سفر با اتوبوس نیز دور از انتظار نیست. ویژگی مهم بعدی نیز زمان داخل اتوبوس است. مشابه بسیاری از مطالعات در کشورهای مختلف، زمان داخل وسیله اهمیت کمتری نسبت به زمان انتظار برای رسیدن وسیله دارد.

#### ۴-۲ تمایل به پرداخت

با توجه به اینکه هزینه در قالب کرایه‌ی سفر رفت با اتوبوس، به‌عنوان یک ویژگی در این پژوهش منظور شده است، می‌توان تمایل به پرداخت مسافران برای صرفه‌جویی در زمان سفر با این شیوه و یا بهبود سایر جنبه‌های کیفیت خدمات سفر با آن را به‌صورت هزینه‌ی پولی<sup>۱۴</sup> محاسبه نمود. مدل لجیت چندگانه‌ی برآورد شده برای این منظور، در جدول ۹ نمایش داده شده است.

می‌شود. در مدل ارائه‌شده، بیشترین ضریب برای یک ویژگی مربوط به سطح شماره‌ی ۲ آن ویژگی و کم‌ترین ضریب (صفر)، مربوط به سطح مبنای آن ویژگی است. با جمع زدن محدوده‌ی مطلوبیت تمام ویژگی‌ها و محاسبه‌ی سهم هر ویژگی از این مجموع، میزان اهمیت ویژگی‌ها نسبت به هم مشخص می‌شود. مقادیر محاسبه‌شده بر این اساس، در ستون آخر جدول ۸ گزارش شده است.

نتایج مدل برآورد شده و محاسبات ارائه‌شده نشان می‌دهند که با بررسی هم‌زمان چهار ویژگی زمان سفر، هزینه، ازدحام و زمان انتظار اتوبوس‌های تندرو و در نظر گرفتن سه سطح از تغییرات برای هر کدام، مهم‌ترین ویژگی از نظر مسافران، ازدحام داخل اتوبوس بوده که معیاری از راحتی<sup>۱۳</sup> سفر با این شیوه است. از طرف دیگر، باید توجه داشت که وزن بیشتری که افراد برای این ویژگی قائل شده‌اند، می‌تواند نشان‌دهنده‌ی ضعف کیفیت خدمات سیستم اتوبوس‌رانی در این جنبه از سفر باشد. در واقع، به نظر می‌رسد ازدحام زیاد داخل اتوبوس‌ها و در نتیجه سطح راحتی پایین سفر با این شیوه، موجب شده که افراد نسبت به این عامل حساس‌تر شده و وزن بیشتری به این ویژگی اختصاص بدهند.

ویژگی تأثیرگذار بعدی که تفاوت زیادی با ازدحام ندارد، زمان انتظار است. در بسیاری از مطالعات، زمان انتظار برای رسیدن

جدول ۹. نتایج پرداخت مدل لجیت چندگانه برای تخمین مقادیر تمایل به پرداخت

ویژگی	متغیر	ضریب	آماره t	تمایل به پرداخت
زمان داخل اتوبوس تندرو	TTIME3	-۰/۰۶۴۱۴	-۶/۸۰ ***	۲۶/۴ تومان بر دقیقه
هزینه اتوبوس تندرو	FARE3	-۰/۰۰۲۴۳	-۸/۰۰ ***	-
ازدحام داخل اتوبوس تندرو	CROWD1	۰/۲۶۵۵۹	۳/۰۶ ***	۱۰۹/۳۰ تومان
	CROWD2	۰/۹۱۷۵۸	۹/۸۲ ***	۳۷۷/۶۰ تومان
زمان انتظار اتوبوس تندرو	WTIME1	۰/۲۳۸۱۰	۲/۴۸ ***	۹۷/۹۸ تومان
	WTIME2	۰/۸۷۶۶۸	۱۰/۷۱ ***	۳۶۰/۷۷ تومان
ثابت مدل		-۰/۰۸۱۱۳	-۰/۹۶	-
تعداد مشاهده (N)			۱۱۸۸	

## ارزیابی ادراک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس‌های تندرو شهر تهران

تعداد متغیرها ( $K$ )	۶
$LL(0)$	-۱۳۰۵/۱۵۱۴
$LL(\beta)$	-۱۱۲۳/۸۹۶۲
$\rho^2$	۰/۱۳۸۹
$\bar{\rho}^2$	۰/۱۳۴۳

توجه: علامت \*\*\*، بیان‌گر سطح معنی‌داری ۱ درصد است.

حاضرند تا ۴۲٪ افزایش هزینه را برای کاهش ۱۰ دقیقه‌ای در زمان سفر با اتوبوس تندرو، متحمل شوند.

برای ویژگی‌های ازدحام و زمان انتظار، تمایل به پرداخت، برای هر یک از سطوح محاسبه شده است. در مورد ویژگی ازدحام می‌توان گفت که هر مسافر برای تغییر وضعیت ازدحام داخل اتوبوس از ایستادن در تمام طول مسیر به ایستادن در بخشی از طول مسیر، حاضر است حدود ۱۰۹ تومان پرداخت کند. هم‌چنین برای بهبود وضعیت ازدحام از ایستادن در تمام طول مسیر به نشستن در تمام طول مسیر، تمایل به پرداخت هر مسافر، حدود ۳۷۷ تومان است؛ بنابراین، با تفریق این دو مقدار می‌توان گفت که تمایل به پرداخت برای بهبود ازدحام از ایستادن در بخشی از مسیر به نشستن در تمام طول مسیر، در حدود ۲۶۸ تومان است. علاوه بر این، با توجه به ارزش واحد زمان در این مطالعه، می‌توان بهبود در وضعیت ازدحام را برحسب صرفه‌جویی در زمان داخل اتوبوس نیز بیان کرد. برای نمونه، می‌توان گفت بهبود ازدحام از ایستادن در بخشی از مسیر به نشستن در تمام مسیر با اتوبوس تندرو، حدوداً معادل ۱۰ دقیقه کاهش در زمان سفر با این شیوه است.

### ۵. نتیجه‌گیری

حمل‌ونقل همگانی، بدون حمایت مسافران و استفاده‌کنندگان، به اهداف خود در دستیابی به حمل‌ونقل و توسعه پایدار نخواهد رسید؛ بنابراین، مطالعه‌ی مستمر کیفیت خدمات ارائه‌شده توسط سیستم‌های همگانی و تطبیق آن با خواست‌ها و نیازهای استفاده‌کنندگان، به‌منظور حفظ وفاداری مشتریان کنونی این سیستم‌ها و همچنین جذب مسافران جدید به سمت آن‌ها،

در مدل ارائه‌شده، برای اینکه بتوان محاسبات موردنظر را انجام داد، متغیرهای هزینه و زمان به‌صورت پیوسته مدل شده‌اند؛ بنابراین، علامت ضرایب تخمین زده‌شده منطقی است. افزایش میزان زمان یا هزینه که دارای مقادیر پیوسته هستند، باعث کاهش مطلوبیت شده و در نتیجه دارای ضرایب منفی‌اند. ضرایب متغیرهای ساختگی برای سطوح مختلف ازدحام و زمان انتظار نیز، مانند قبل و مطابق انتظار، مثبت‌اند. شاخص برازندگی کلی مدل حدوداً برابر با ۰/۱۳ است که مناسب ارزیابی می‌شود. هم‌چنین ضرایب همه متغیرها در سطح ۹۹٪ معنی‌دار هستند. تمایل به پرداخت به معنای آن است که مسافر برای بهبود در یک ویژگی سفر چه میزان حاضر است بپردازد، بدون اینکه در سطح مطلوبیت کلی او تغییری حاصل شود. به‌عبارت‌دیگر، نرخ‌های جایگزینی حاشیه‌ای بین ویژگی‌های مختلف و هزینه، چقدر است. این نرخ‌های جایگزینی، در توابع خطی در پارامتر، با تقسیم ضریب ویژگی موردنظر بر ضریب هزینه به دست می‌آید. مقادیر محاسبه‌شده در این مطالعه، در ستون آخر جدول ۹ گزارش شده است.

تمایل به پرداخت برای کاهش هر واحد زمان، بیان‌گر ارزش صرفه‌جویی در زمان برای مسافران است. با توجه به مدل برآورد شده، ارزش زمان داخل اتوبوس تندرو برای هر فرد حدوداً ۲۶/۴ تومان بر دقیقه یا معادل آن، ۱۵۸۴ تومان به ازای هر ساعت است. به عبارتی، افراد حاضرند برای کاهش زمان سفر با اتوبوس به میزان ۱۰ دقیقه، ۲۶۴ تومان پرداخت کنند. با توجه به متوسط هزینه‌ی یک سفر با اتوبوس یعنی ۶۲۰ تومان، می‌توان گفت که به‌طور میانگین، مسافران شاغل

زمان سفر با اتوبوس به سمت محل کار، حدود ۴۰٪ افزایش هزینه را نیز بردارند. همچنین ارزش پولی بهبود در وضعیت ازدحام داخل اتوبوس از حالت ایستادن در بخشی از مسیر به حالت نشستن در تمام طول مسیر، در حدود ۲۶۸ تومان تخمین زده شد که تقریباً معادل ۱۰ دقیقه کاهش در زمان داخل اتوبوس است.

## ۶. پی‌نوشت‌ها

1. Stated preference (SP) survey
2. Factorial design
3. Main and interaction effects
4. Fractional factorial design
5. Orthogonal and balanced
6. Stated choice (SC) experiment
7. Demographic
8. Multinomial logit (MNL)
9. Utility function
10. Willingness-to-pay (WTP)
11. Marginal utility
12. Contribution
13. Comfort
14. Monetary cost

## ۷. مراجع

- گزیده آمار و اطلاعات حمل‌ونقل شهری تهران. ۱۳۹۵: معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
- گزیده آمار و اطلاعات حمل‌ونقل شهری تهران. ۱۳۹۰: معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
- Cirillo, C., L. Eboli, and G. Mazzulla, On the asymmetric user perception of transit service quality. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2011. 5(4): p. 216-232.
- Redman, L., et al., Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 2013. 25: p. 119-127.
- Kittelson, et al., *Transit Capacity and Quality of Service Manual*. Vol. 100. 2003: Transportation Research Board.

گامی ضروری است. به این ترتیب، در پژوهش حاضر به ارزیابی درک مسافران از کیفیت خدمات اتوبوس تندروی شهر تهران پرداخته شد.

این بررسی، به چهار ویژگی (عامل) مهم و تأثیرگذار بر مطلوبیت سفر با اتوبوس و کیفیت خدمات آن، شامل: زمان داخل اتوبوس، کرایه اتوبوس، ازدحام داخل اتوبوس و زمان انتظار برای اتوبوس محدود شد. اطلاعات رجحان بیان‌شده‌ی مسافران اتوبوس تندرو در خصوص ویژگی‌های مذکور، در قالب آزمایش انتخاب بیان‌شده، جمع‌آوری شد و در کنار اطلاعات اقتصادی- اجتماعی و مشخصات سفر مصاحبه‌شوندگان، مبنای مدل‌سازی‌ها و تحلیل‌های بعدی قرار گرفت. اطلاعات حاصل از آزمایش‌های انتخاب، واقع‌بینانه‌تر بوده و به رفتار واقعی افراد نزدیک‌تر است. درعین‌حال، در طراحی این آزمایش‌ها نمی‌توان عوامل زیادی را در نظر گرفت؛ زیرا با اضافه شدن یک عامل، ابعاد آزمایش به‌طور قابل‌توجهی افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر، افراد پاسخگو نیز در بیان تصمیم خود، عوامل محدودی را می‌توانند به‌طور هم‌زمان در نظر بگیرند.

بر اساس نتایج مدل لوجیت چندگانه، مشاهده شد که هر چهار ویژگی مذکور، در انتخاب اتوبوس تندروی مطلوب برای سفر به محل کار مؤثر هستند. از نظر اهمیت نسبی، به ترتیب ازدحام، زمان انتظار، هزینه و زمان داخل وسیله، از بیشترین تا کم‌ترین میزان اهمیت در مقایسه با هم برخوردارند. این یافته می‌تواند در اولویت‌بندی بهبودها و سیاست‌گذاری‌های آینده بر روی سیستم اتوبوس‌رانی تندروی شهر تهران، به‌منظور دستیابی به حمل‌ونقل با کیفیت بالا، مؤثر باشد.

برای کمی کردن نظرات استفاده‌کنندگان درباره‌ی ویژگی‌های مورد مطالعه، تمایل به پرداخت آن‌ها برای بهبود در هر یک از ویژگی‌ها، محاسبه شد. به این ترتیب، ارزش ساعتی زمان سفر افراد شاغل استفاده‌کننده از اتوبوس تندرو، ۱۵۸۴ تومان برآورد شد. به عبارتی این افراد حاضرند برای کاهش ۱۰ دقیقه‌ای در

- Phanikumar, C. and B. Maitra, Willingness-to-pay and preference heterogeneity for rural bus attributes. *Journal of Transportation Engineering*, 2007. 133(1): p. 62-69.
- Phanikumar, C. and B. Maitra, Valuing urban bus attributes: An experience in Kolkata. *Journal of Public Transportation*, 2006. 9(2): p. 69.
- Kumar, C.P., D. Basu, and B. Maitra, Modeling generalized cost of travel for rural bus users: a case study. *Journal of Public Transportation*, 2004. 7: p. 59-72.
- Del Castillo, J. and F.G. Benitez, A methodology for modeling and identifying users satisfaction issues in public transport systems based on users surveys. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012. 54: p. 1104-1114.
- Eboli, L. and G. Mazzulla, How to capture the passengers' point of view on a transit service through rating and choice options. *Transport reviews*, 2010. 30(4): p. 435-450.
- Hensher, D.A., J.M. Rose, and W.H. Greene, *Applied choice analysis: a primer*. 2005: Cambridge University Press.
- Louviere, J.J., D.A. Hensher, and J.D. Swait, *Stated choice methods: analysis and applications*. 2000: Cambridge University Press.
- Hensher, D.A., *Stated preference analysis of travel choices: the state of practice*. *Transportation*, 1994. 21(2): p. 107-133.
- Molin, E.J., *Conjoint analysis, in The measurement and analysis of housing preference and choice*. 2011, Springer. p. 127-155.
- Train, K.E., *Discrete choice methods with simulation*. 2009: Cambridge university press.
- Eboli, L., C. Forciniti, and G. Mazzulla, Spatial variation of the perceived transit service quality at rail stations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018.
- Dell'Olivo, L., et al., *Public Transportation Quality of Service: Factors, Models, and Applications*. 2017: Elsevier.
- Taylor, B.D. and C.N. Fink, *The factors influencing transit ridership: A review and analysis of the ridership literature*. University of California Transportation Center, 2003.
- Suman, H.K., N.B. Bolia, and G. Tiwari, Comparing public bus transport service attributes in Delhi and Mumbai: Policy implications for improving bus services in Delhi. *Transport Policy*, 2017. 56: p. 63-74.
- Baidoo, I.K. and E. Nyarko, A discrete choice modeling of service Quality attributes in public transport. *Research Journal of Mathematics and Statistics*, 2015. 7(1): p. 6-10.
- Guirao, B., A. García-Pastor, and M.E. López-Lambas, The importance of service quality attributes in public transportation: Narrowing the gap between scientific research and practitioners' needs. *Transport Policy*, 2016. 49: p. 68-77.
- Maitra, B., S. Dandapat, and P. Chintakayala, Differences between the Perceptions of Captive and Choice Riders toward Bus Service Attributes and the Need for Segmentation of Bus Services in Urban India. *Journal of Urban Planning and Development*, 2014. 141(2): p. 04014018.
- Jiang, S., Y. Du, and L. Sun, Analysis of In-vehicle Congestion Degree Influence on Choice of Public Transit Mode. in *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*. 2012.
- Ibeas, A. and P. Cecin, The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 2011. 18(1): p. 217-227.
- Cantwell, M., B. Caulfield, and M. O'Mahony, Examining the factors that impact public transport commuting satisfaction. *Journal of Public Transportation*, 2009. 12(2): p. 1-21.