

تعیین هزینه سیستمی سفر با هر یک از مدهای حمل و نقل شهر تهران در سال ۱۳۹۰

مرتضی خشایی پور*: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت
مهدي عابدینی: کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
شروین بابایی: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران
* M_Khashaypoor@civileng.iust.ac.ir

چکیده

برای تحقق توسعه اقتصادی و اجتماعی، سیاست‌گذاران شهری، همواره و به خصوص در مقوله حمل و نقل، با موضوع تصمیم‌گیری و انتخاب از میان سرمایه‌گذاری‌های بخش‌های متفاوت اقتصادی و اجتماعی رو به رو بوده‌اند. هدف هر تصمیم‌گیری آن است که از سرمایه‌گذاری و کاربرد منابع محدود، بیشترین فایده اقتصادی عاید شهر و در مقیاس بالاتر، کشور شود. در این راستا و در این تحقیق، به منظور کمک به امر تصمیم‌گیری‌های اقتصادی در بخش حمل و نقل شهری، ۱۰ هزینه ناشی از بخش حمل و نقل (شامل ۱۰ مُد حمل و نقلی) در شهر تهران و در سال ۱۳۹۰ بر حسب هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر در ساعات اوج و غیر اوج مورد محاسبه قرار گرفته است و بر اساس آن هزینه‌های اجتماعی ناشی از هر سفر انجام شده با مدهای مورد بررسی در سال ۱۳۹۰ تعیین گردیده است. در نتیجه این محاسبات، وسایل نقلیه شخصی و مینی‌بوس به ترتیب پر هزینه‌ترین و پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و مترو به ترتیب کم‌هزینه‌ترین مدها برای انجام سفر در سال ۱۳۹۰ در شهر تهران و در ساعات اوج و غیر اوج تعیین شده‌اند.

کلید واژه: هزینه سیستمی سفر، هزینه زمان سفر در ساعات اوج و غیراوج، مدهای حمل و نقلی در شهر تهران.

و نقلی موجود در شهر تهران برای سال ۱۳۹۰ محاسبه و ارائه گردد. تحلیل هزینه یاد شده در زمینه‌های مختلفی به شرح ذیل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

- ارزیابی سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های حمل و نقلی
- قیمت‌گذاری بهینه
- مدیریت تقاضای حمل و نقل
- ارزیابی عدالت
- تأثیرات پیشرفت اقتصادی
- تحلیل حساسیت هزینه و تقاضای سفر

۲ - مطالعات تطبیقی

با توجه به اهمیت بررسی مطالعات پیشین به منظور بهره جستن از نتایج و دستاوردهای آن‌ها و همچنین جلوگیری از وقوع اشتباهات صورت گرفته در آن مطالعات، در این بخش به بررسی برخی از بارزترین مطالعات صورت گرفته در این زمینه پرداخته شده است.

۱.۲ - مطالعه کشور شیلی

مطالعه صورت گرفته در کشور شیلی برای پایتخت این کشور،

۱ - مقدمه

از دیرباز اعتقاد به این اصل که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها رشد اقتصادی را به همراه دارد، باعث گردیده که تخصیص منابع به بخش حمل و نقل مورد توجه دولت‌ها قرار گیرد. در همین راستا سیستم حمل و نقل شهری از زیرساخت‌های اصلی در هر شهر محسوب شده و سهم زیادی از منابع مالی و انسانی را به خود اختصاص می‌دهد. این هزینه‌ها از یک سو توسط شهروندان به عنوان استفاده‌کنندگان از سیستم حمل و نقل و از سوی دیگر توسط دولت و شهرداری به عنوان گردانندگان و متولی این سیستم پرداخت می‌گردد. خارج شدن سیستم‌های حمل و نقلی در شهرها از حالت تک وسیله‌ای و تبدیل شدن به حالت چند وسیله‌ای نیز باعث می‌گردد که استفاده‌کننده و متولی سیستم هر دو به دنبال شناسایی وسیله و یا مُد برتر حمل و نقل و یا ترکیبی از آن‌ها، به منظور کاهش هزینه‌های سفر باشند. با توجه به این که این هزینه‌ها شامل طیف گسترده‌ای می‌شوند، می‌توانند به نحو موثری در اتخاذ تصمیمات و سیاست‌گذاری سیستم‌ها و پروژه‌های حمل و نقل تأثیرگذار باشند. در این راستا و در این تحقیق تلاش شده است تا هزینه‌های اجتماعی (شامل مجموع هزینه‌های استفاده‌کنندگان و متولی) سفر با مدهای مختلف حمل

جدول ۲. پارامترهای هزینه‌ای مورد توجه در مطالعات پیشین

پارامتر موثر در هزینه سفر	شیلی	کانادا	هلند
هزینه‌های مرتبط با وسایل نقلیه	✓	✓	✓
هزینه زمان سفر	✓	✓	✓
هزینه تصادفات	✓	✓	✓
هزینه ازدحام	✓	✓	✓
هزینه تسهیلات حمل و نقل	✓	✓	✓
تغییرات ارزش کاربری زمین	✓	✓	✓
هزینه‌های آلودگی هوا	✓	✓	✓
هزینه‌های آلودگی صوتی	✓	✓	✓
هزینه‌های آلودگی آب	X	✓	✓
مصرف منابع تجدید ناپذیر	✓	✓	✓
هزینه‌های اثر ممانعتی	X	✓	X
هزینه پارکینگ	✓	✓	✓
هزینه دفع زباله‌ها	X	✓	X
هزینه منظر شهری	X	X	X

۳ - هزینه‌ها و مدهای مورد بررسی در این تحقیق

در این تحقیق و با بررسی روش‌های ارائه شده در خصوص برآورد هزینه‌های اجتماعی مدهای مختلف حمل و نقلی در بخش مطالعات تطبیقی، تصمیم بر آن شد تا هزینه‌های ارائه شده در جدول (۳) با در نظرگیری دو فرض و بر حسب هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر مورد محاسبه قرار گیرد. فرض‌های یاد شده به شرح ذیل می‌باشند:

- ۱- با در اختیار داشتن متوسط ضریب سرنشین وسایل نقلیه مدهای مختلف و تقسیم هزینه اجتماعی ناشی از سفر یک کیلومتر وسیله نقلیه بر آن، می‌توان هزینه اجتماعی ناشی از یک کیلومتر سفر یک مسافر با آن وسیله نقلیه را محاسبه نمود.
- ۲- با توجه به این که در سایر مطالعات، هزینه ازدحام شامل هزینه‌های عملکردی وسایل نقلیه، آلودگی هوا و زمان سفر بوده است، در این تحقیق فرض شده است که هزینه عملکردی و آلودگی هوا در ساعات اوج و غیر اوج برابر بوده و صرفاً هزینه زمان سفر در این ساعات تغییر می‌نماید.

شهر سانتیاگو و در سال ۱۹۹۷ میلادی انجام شده است. در این مطالعه، نخست با توجه به ویژگی‌های سیستم حمل و نقل این شهر، ۱۷ مد حمل و نقلی انتخاب شده و سپس هزینه هر یک از این مدها براساس روش‌های قابل قبول و بر حسب هزینه هر کیلومتر پیمایش وسیله نقلیه مدهای مختلف محاسبه شده است. از آن جا که گاهی اطلاعات و ارقام موجود برای انجام بعضی محاسبات در دسترس نبوده است، بنا به مورد یا از مقادیر سایر کشورها استفاده شده و یا این که از انجام محاسبات مربوطه صرف نظر شده است [۱].

۲.۲ - مطالعه کشور کانادا

مطالعه کشور کانادا، مطالعه‌ای است که توسط موسسه سیاست‌گذاری حمل و نقل و ویکتوریا در سال ۲۰۰۹ میلادی انجام گرفته است. در این مطالعه ۱۱ مد حمل و نقلی مورد توجه قرار گرفته و هزینه‌های مربوط به آن‌ها بر حسب هر کیلومتر پیمایش وسیله نقلیه محاسبه شده است [۲].

۳.۲ - مطالعه کشور هلند

این مطالعات در سال ۲۰۰۲ به منظور بررسی هزینه‌های اجتماعی مدهای اصلی حمل و نقل در کشور هلند انجام گرفته است. این مطالعه تمام مباحث اصلی در حمل و نقل جاده‌ای و ریلی (مسافر و بار) و حمل و نقل دریایی داخلی را در نظر گرفته است (با توجه به اقلیم کشور هلند، در داخل این کشور نیز حمل و نقل دریایی از مهم‌ترین مدهای حمل و نقلی است). در این مطالعات ۱۶ مد حمل و نقلی و هزینه‌هایی همانند هزینه‌های مطالعات کانادا مورد مطالعه قرار گرفته است [۳].

۴.۲ - جمع‌بندی نتایج مطالعات تطبیقی

در جدول (۱) هدف هر یک از مطالعات مذکور و محدوده مورد بررسی در آن‌ها ارائه شده است. پارامترهای هزینه‌ای برآورد شده در مطالعات شیلی، کانادا و هلند با هم متفاوت هستند. در انتها نیز به منظور جمع بندی و مقایسه، پارامترهای هزینه‌ای که در هر مطالعه مورد توجه قرار گرفته‌اند به صورت فهرست‌وار در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۱. هدف مطالعات تطبیقی برآورد هزینه سیستم حمل و نقل و

گستره جغرافیایی مورد بررسی

مطالعه	هدف	گستره جغرافیایی
شیلی	سیاست‌گذاری و قیمت‌گذاری حمل و نقل	شهر سانتیاگو
کانادا	سیاست‌گذاری حمل و نقل با تأکید بر مدیریت تقاضای سفر	کشور کانادا
هلند	هزینه‌های اجتماعی حمل و نقل با تأکید بر مقولات مرتبط با محیط زیست	کشور هلند؛ در بعضی موارد اتحادیه اروپا

جدول ۳. تعریف مهم‌ترین هزینه‌های مورد توجه در این تحقیق

هزینه	تعریف
عملکردی	هزینه‌هایی مانند مصرف سوخت، روغن، لاستیک، هزینه‌های مالکیت وسیله نقلیه مانند استهلاک و غیره
تسهیلات	هزینه‌های ساخت و نگهداری از تسهیلات مختلف حمل و نقلی مانند راه، پل، ایستگاه مترو، اتوبوس و غیره
تصادفات	هزینه‌های ناشی از تصادفات و سوانح رانندگی شامل فوت، جرح و خسارات مالی
پارکینگ	هزینه‌های پارکینگ شامل توقف حاشیه‌ای، غیرحاشیه‌ای و همچنین هزینه‌های ساخت و نگهداری از آنها
زمان سفر	ارزش ریالی معادل زمانی که افراد در ساعات اوج و غیر اوج صرف سفر می‌کنند
آلودگی هوا	ارزش ریالی معادل تبعات آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل
آلودگی صدا	ارزش ریالی معادل تبعات آلودگی صدای ناشی از حمل و نقل
منابع تجدیدناپذیر	هزینه‌های ناشی از مصرف فرآورده‌های نفتی توسط وسایل نقلیه
دفع زباله‌ها	هزینه‌های ناشی از اسقاط نمودن وسایل نقلیه
خدمات	هزینه‌های لجستیکی و جاری در حمل و نقل مانند راهنمایی و رانندگی و معاونت حمل و نقل و ترافیک و غیره



شکل ۱: متدولوژی انجام تحقیق

۵ - تعیین هزینه سیستمی سفر با مدهای مختلف حمل و نقلی در شهر تهران در سال ۱۳۹۰

۱.۵ - کیلومترهای سالانه طی شده در شبکه معابر شهر تهران برای مدهای مورد مطالعه

از آن جایی که هزینه‌های مورد بررسی در این تحقیق می‌بایست برای هر کیلومتر تعیین گردد، لذا بایستی میزان کیلومترهای طی شده توسط هر مد مشخص شود. لذا بر اساس اطلاعات میدانی و استعلام‌های دریافتی از سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف، کیلومترهای سالانه مدهای مختلف حمل و نقل در شهر تهران در سال ۱۳۹۰ به شرح جدول (۴) می‌باشد. شایان ذکر است که به طور کلی و برای تبدیل کیلومترهای ساعت اوج به کل روز مطابق با مرجع [۴] از ضریب ۱۰ و برای تبدیل کیلومترهای روز به سال مطابق با پیشنهاد مرجع [۵] از ضریب $۳۳۵/۸ \times (۳۶۵/۱۰۰/۹۲)$ استفاده گردیده است.

۲.۵ - هزینه عملکردی مدهای مختلف حمل و نقل در شهر تهران در سال ۱۳۹۰

به منظور برآورد هزینه‌های عملکردی مدهای مختلف حمل و نقل در شهر تهران در سال ۱۳۹۰، زیر هزینه‌ها به دو دسته هزینه‌های عملکردی ثابت (مستقل از پیمایش وسیله نقلیه) و هزینه‌های عملکردی متغیر (وابسته به پیمایش وسیله نقلیه) تقسیم شده‌اند (جدول (۵)) و با استفاده از آماربرداری میدانی در سطح وسیع، استعلام از سازمان‌های اتوبوسرانی، تاکسیرانی و شرکت بهره‌برداری قطار شهری و حومه هزینه‌های یاد شده برای سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است.

هزینه‌های اجتماعی که در ادامه مطالعات مورد محاسبه قرار گرفته‌اند در بسیاری از مدهای حمل و نقلی مشترک بوده و لازم است برای هر مد حمل و نقلی به صورت مستقل مورد بررسی قرار گیرند. در این راستا مدهای حمل و نقلی که در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از:

- ۱- سواری شخصی ۲- اتوبوس واحد ۳- اتوبوس تندرو (BRT)
- ۴- مینی بوس ۵- قطار سنگین شهری (مترو) ۶- تاکسی ۷- ون ۸- موتورسیکلت ۹- دوچرخه ۱۰- پیاده‌روی.

۴ - متدولوژی انجام تحقیق

با توجه به نوع هزینه‌ها و مدهای مورد بررسی در این تحقیق، نکته مهم گردآوری اطلاعات و آمار مورد نیاز در خصوص پارامترهای هزینه‌ای در هر یک از مدهای حمل و نقلی بوده است که با هماهنگی سازمان‌ها و نهادهای گوناگون دولتی و خصوصی در شهر تهران و همچنین انجام پروژه‌های آماربرداری تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به نکات عنوان شده مراحل انجام تحقیق به شرح شکل (۱) ارائه شده است.

جدول ۴. کیلومتر از سالانه هر وسیله نقلیه در مدهای مختلف (مورد استفاده در این تحقیق)

مُد	کیلومتر از روزانه هر وسیله نقلیه	کیلومتر از سالانه هر وسیله نقلیه		ضریب سرنشین هر وسیله نقلیه
		کیلومتر از سالانه هر وسیله نقلیه	کیلومتر از سالانه هر وسیله نقلیه	
سواری شخصی	۳۰	۷۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۰,۰۷۴	۱/۵۲۴*
تاکسی	۲۰۰	۱۴,۶۹۳,۴۰۰	۶۷,۱۶۰	۱/۸۴۹*
ون	۲۰۰	۱,۴۱۵,۴۰۰	۶۷,۱۶۰	۶***
موتورسیکلت	۳۳	۵۴,۸۹۷,۱۵۰	۱۱,۰۸۱	۱/۲۱۹*
دوچرخه	۵	۸۷۲,۳۳۰	۱,۶۷۹	۱
اتوبوس واحد	۱۱۰	۶۴۹,۳۳۰	۳۶,۹۳۸	۳۰/۱۸۹*
مینی بوس	۲۰۰	۲۰۶,۲۰۰	۶۷,۱۶۰	۸/۴۷۵*
BRT	۱۱۷	۱۳۶,۳۰۵	۳۹,۲۸۹	۴۷/۲**
مترو	-	۲۸,۶۲۱	-	۶۵۸***
پیاده	-	۱,۷۲۰,۰۰۰	-	۱

* بر اساس اطلاعات ارائه شده در مرجع [۶]

** بر اساس اطلاعات ارائه شده در مرجع [۷]

*** فرض شده است که ضریب سرنشین یک واگن برابر با

۹۴ نفر می‌باشد (متوسط ظرفیت ایستاده و نشسته هر واگن). با توجه به این که هر قطار شامل هفت واگن است، بنابراین ضریب سرنشین هر قطار برابر با ۶۵۸ نفر خواهد بود.

جدول ۵. هزینه‌های عملکردی مدهای مورد بررسی در این تحقیق

مُد حمل و نقل	هزینه‌های عملکردی ثابت							هزینه‌های عملکردی متغیر		
	تیمه شخص ثالث	بازرسی شهرداری	مقایسه فنی خودرو	استهلاک	هزینه سوخت	هزینه لاستیک	هزینه تعمیرات	هزینه کاروان	هزینه رانندگان	
سواری شخصی	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
موتورسیکلت	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
اتوبوس واحد	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
اتوبوس BRT	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
مینی بوس	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
تاکسی	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
ون	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
قطار سنگین شهری	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
دوچرخه	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
پیاده	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

* منظور از هزینه‌های سوخت برای قطار سنگین شهری، هزینه‌های مربوط به تأمین انرژی بعنوان نیروی محرکه قطار است.

۳.۵ - هزینه‌های احداث و تعمیر و نگهداری تسهیلات حمل و نقل

برای محاسبه هزینه احداث و تعمیر و نگهداری از تسهیلات حمل و نقل، از اطلاعات استخراج شده از بودجه مصوب سال ۱۳۹۰ شهرداری تهران [۸] و استعلام از سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف، استفاده شده است. آن چه در این خصوص می‌بایست به آن توجه نمود، تقسیم‌بندی ارقام ارائه شده در بودجه به دو دسته "هزینه‌ای" و "سرمایه‌ای" است. بدین معنی که ارقام هزینه‌ای صرفاً در سال ۱۳۹۰ مصرف شده و برای سال‌های آینده و در برنامه‌ریزی بودجه دوباره دیده خواهد شد و به عبارتی طول عمر آن‌ها تنها یک سال ماست و با پایان سال ۱۳۹۰ پایان می‌یابد. با این حال ارقام سرمایه‌ای مربوط به پروژه‌هایی است که ممکن است طول عمر آن‌ها متفاوت و بیش از یک سال باشد (مانند تسهیلات راه، تونل مترو و غیره). با توجه به آن که هزینه‌های سال ۱۳۹۰ شهرداری برای پروژه‌هایی که ممکن است در سال‌های آتی مورد بهره‌برداری قرار گیرد، می‌بایست در محاسبات لحاظ گردد، از روش هزینه‌های یکنواخت سالیانه مطابق با رابطه (۱) برای تبدیل هزینه‌های یاد شده و لحاظ نمودن آن‌ها در محاسبات استفاده شده است.

(۱)

$$AC = BC \times \left(\frac{i \times (1+i)^{(n+a)}}{(1+i)^{(n+a)} - 1} \right)$$

که در آن:

AC: هزینه سرمایه‌ای یکنواخت سالیانه (ریال)

BC: هزینه سرمایه‌ای در سال ۱۳۹۰

i: نرخ تنزیل (درصد)

n: دوره بهره‌برداری از پروژه (و یا عمر مفید پروژه) (سال)

a: فاصله زمانی از سال ۱۳۹۰ تا سال شروع بهره‌برداری از پروژه

در کشورهای در حال توسعه، نرخ بهره به ناچار منعکس‌کننده هزینه فرصت سرمایه است. بر این اساس و در این مطالعات نرخ تنزیل برابر با نرخ سود بانکی در سال ۱۳۹۰ و به طور متوسط برابر با ۱۵٪ در سال در نظر گرفته شده است. هزینه‌های محاسبه شده در این بخش شامل موارد ذیل بوده‌اند:

- هزینه ساخت و نگهداری راه و ابنیه فنی
- هزینه مسیر و ایستگاه‌های اتوبوس واحد و BRT
- تسهیلات کنترل و هدایت مسیر
- هزینه تسهیلات ساخت قطار سنگین شهری (مترو)
- هزینه ساخت و نگهداری مسیرهای دوچرخه
- هزینه ساخت و نگهداری مسیر (پیاده‌روها) و پل عابر پیاده

۴.۵ - هزینه‌های پارکینگ

هزینه‌های اجتماعی پارکینگ به دو دسته زیر هزینه شامل هزینه استفاده از فضای توقف موجود و هزینه‌های مربوط به ساخت و توسعه پارکینگ‌های غیرحاشیه‌ای تقسیم می‌شود. شایان ذکر

است که در این بخش از مطالعات هزینه پارکینگ برای مدهای سواری شخصی، موتورسیکلت، تاکسی سواری، ون، مینی بوس، اتوبوس واحد و BRT محاسبه گردیده است و برای سایر مدها این هزینه برابر با صفر در نظر گرفته شده است.

۵.۵ - هزینه‌های آلودگی هوا

به منظور محاسبه هزینه آلودگی هوا از اعداد منتشر شده توسط بانک جهانی برای برآورد خسارت سالیانه آلودگی هوا ناشی از بخش حمل و نقل در شهر تهران استفاده شده است. برای اختصاص این هزینه به هر یک از مدهای مورد بررسی از اطلاعات ارائه شده در جدول (۶) استفاده شده است.

جدول ۶. درصد سهم انواع مدهای حمل و نقل در انتشار آلاینده‌های هوای شهر تهران [۹]

مد حمل و نقل	درصد
سواری و وانت	۶۱/۲۳
تاکسی و ون	۸/۰۷
اتوبوس شرکت واحد و BRT	۳/۰۲
موتورسیکلت	۲۵/۵۲
مینی بوس	۱
کامیون	۱/۱۶
مجموع	۱۰۰

۵.۶ - هزینه‌های آلودگی صوتی

برای محاسبه هزینه آلودگی صوتی در شهر تهران ناشی از بخش حمل و نقل، از هزینه‌های به دست آمده در مطالعات کشور کانادا استفاده گردیده است.

۵.۷ - هزینه‌های مصرف منابع تجدیدناپذیر

در این مطالعات هزینه مصرف منابع تجدیدناپذیر (سوخت) برابر با قیمت آن در بازار جهانی در نظر گرفته شده است. بر این اساس و با توجه به محاسبات مصرف سوخت وسایل نقلیه در بخش هزینه‌های عملکردی، هزینه سوخت برای مدهای مختلف محاسبه شده است. برای این منظور قیمت جهانی هر گالن بنزین برابر با ۴/۰۲ دلار (برابر با ۱/۰۶۱۹۷ دلار در هر لیتر) و هر گالن گازوئیل برابر با ۳/۷۰ دلار (برابر با ۰/۹۷۷۴۴ دلار در هر لیتر) در نظر گرفته شده است [۱۰] که با توجه به قیمت هر دلار برابر با ۱۲۲۶۰ ریال، قیمت جهانی هر لیتر بنزین برابر با ۱۳۰۲۰ ریال و هر لیتر گازوئیل برابر با ۱۱۹۸۳ ریال در نظر گرفته شده است.

۵.۸ - هزینه‌های دفع زباله‌ها

آن چه در این بخش هدف اصلی قرار گرفته است، هزینه‌های ناشی از اسقاط وسایل نقلیه می‌باشد. در این راستا و با توجه به اطلاعاتی که از سوی انجمن صنفی اسقاط خودرو دریافت

شده، نسبت به محاسبه هزینه‌های ناشی از اسقاط وسایل نقلیه در مدهای مختلف حمل و نقل اقدام شده و در نهایت هزینه بر حسب هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر محاسبه شده است.

۵.۹ - هزینه‌های خدمات ترافیکی

خدمات ترافیکی در این تحقیق شامل تمامی هزینه‌های صرف شده در ارگان‌های مرتبط با بخش حمل و نقل شهری و مدهای مورد بحث در این تحقیق می‌باشد.

۵.۱۰ - هزینه تصادفات

هزینه تصادفات رانندگی در شهر تهران با استفاده از هزینه‌های به دست آمده در مطالعه دکتر آیتی برای هزینه تصادفات درون شهری و برون شهری [۱۱] و بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول (۷) در خصوص تعداد تصادفات سال ۱۳۸۹ و با فرض تعداد تصادفات مشابه در سال ۱۳۹۰ مورد محاسبه قرار گرفته است.

جدول ۷. تعداد تصادفات در شهر تهران به تفکیک هر طریق حمل و نقل و نوع تصادف (۱۳۸۹) [۱۲]

وسيله نقلیه	تعداد تصادفات		
	خسارتی	فوتی	جرحی
سواری	۶۴,۴۸۲	۱۲۴	۱۳,۴۳۷
مینی بوس	۸۴۰	۶	۱۳۷
وانت بار	۶,۴۱۱	۱۶	۱,۲۲۳
موتورسیکلت	۲,۲۷۲	۵۱	۶,۷۰۷
تاکسی	۲,۹۴۹	۶	۸۷۳
اتوبوس	۲,۴۳۵	۱۰	۵۶۲

۵.۱۱ - محاسبه هزینه زمان سفر

به منظور محاسبه هزینه زمان سفر، ابتدا لازم است تا متوسط ارزش زمانی سفرهای هر شهروند تهرانی در ساعات اوج و غیر اوج تعیین شود که بر این اساس در مرحله اول، ارزش زمانی سفرهای کاری و شخصی محاسبه شده و سپس هزینه زمان سفر به تفکیک ساعات اوج و غیر اوج محاسبه شده است.

۵.۱۱.۱ - متوسط ارزش زمان برای سفرهای کاری افراد در سال ۱۳۹۰ (در ساعات اوج)

یکی از بازه‌های زمانی روزانه مربوط به ساعات کاری افراد است که برای تعیین ارزش زمان سفر فرد در این ساعات می‌بایست ارزش هر ساعت شهروند فعال و شاغل مورد محاسبه قرار گیرد. بر این اساس و با استفاده از اطلاعات متوسط درآمد خانوار در سال ۱۳۸۹، و با توجه به آن که ۴۰/۲٪ درصد افراد خانوار شاغل می‌باشند [۱۳]، ارزش زمان سفر هر ساعت فرد شاغل به شرح ذیل محاسبه شده است:

(۲) ریال بر ساعت

$$VOT_B = \frac{S}{T \times 12 \times P \times D} = \frac{132282990}{176 \times 12 \times 0.402 \times 3.6} = 43279$$

که در آن :

=VOTB ارزش زمان هر ساعت فرد شاغل (ریال بر ساعت)

S= متوسط درآمد خانوار در سال (ریال)

T= متوسط ساعت کاری در ماه

P= متوسط در صد افراد شاغل در هر خانوار

D= بعد خانوار (متوسط جمعیت هر خانوار)

در شهر تهران ۲۰٪ افراد کمتر از ۲۰ سال سن دارند (دسته غیر بزرگسالان) و ۸۰٪ افراد ۲۱ سال به بالا می‌باشند [۱۳] بنابراین می‌توان به طور متوسط ارزش زمانی سفرهای شخصی افراد در شهر تهران را برابر با ۶۸۶،۱۱ ریال بر ساعت در نظر گرفت.

۵.۱۱.۳ - برآورد هزینه زمان سفر مدهای مختلف

حمل و نقل در سال ۱۳۹۰

با توجه به ارزش زمانی محاسبه شده برای سفرهای کاری و شخصی شهروندان تهرانی در سال ۱۳۹۰، در جدول (۸) وسیله نقلیه - ساعت طی شده در شبکه در ساعات اوج و غیر اوج، متوسط سرعت هر یک از مدها^۱ و همچنین متوسط ضریب سرنشین برای مدهای مختلف حمل و نقل آورده شده است. با استفاده از این عوامل می‌توان هزینه زمان سفر طی شده در شبکه توسط کل استفاده‌کنندگان از هر مد حمل و نقل را به دست آورد که این نتایج نیز در همان جدول ارائه شده است. با توجه به ارقام به دست آمده در ستون آخر جدول یاد شده و روش ارائه شده در متدولوژی تحقیق، هزینه زمان سفر برای پیمایش یک کیلومتر سفر یک مسافر محاسبه شده است.

جدول ۸. هزینه متوسط زمان سفر استفاده‌کنندگان از سیستم حمل و نقل در شهر تهران به تفکیک هر یک از مدهای حمل و نقل در یک روز سال ۱۳۹۰

مد حمل و نقل	ساعات طی شده در شبکه	وسيله نقلیه-کیلومتر طی شده در شبکه	متوسط سرعت در شبکه	وسيله نقلیه-ساعت طی شده در شبکه	متوسط ضریب سرنشین	نفر- ساعت طی شده در شبکه	ارزش زمان سفر استفاده‌کنندگان از شبکه (ریال)
سواری شخصی	اوج غیراوج	۱۵,۰۰۰,۰۰۰ ۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۶/۶	۵۶۳,۹۱۰ ۲,۲۵۵,۶۳۹	۱/۵۲۴	۸۵۹,۳۹۸ ۳,۴۳۷,۵۹۴	۳۷,۱۹۳,۹۰۷,۵۱۹ ۴۰,۱۷۱,۷۲۳,۳۰۸
تاکسی	اوج غیراوج	۳,۶۷۳,۳۵۰ ۱۴,۶۹۳,۴۰۰	۱۷/۳	۲۱۲,۳۳۲ ۸۴۹,۳۲۹	۱/۸۴۹	۳۹۲,۶۰۳ ۱,۵۷۰,۴۱۰	۱۶,۹۹۱,۴۴۵,۸۴۹ ۱۸,۳۵۱,۸۱۳,۶۹۲
ون	اوج غیراوج	۳۵۳,۸۵۰ ۱,۴۱۵,۴۰۰	۱۷/۳	۲۰,۴۵۴ ۸۱,۱۱۵	۶	۱۲۲,۷۲۳ ۴۹۰,۸۹۰	۵,۳۱۱,۳۰۸,۹۵۴ ۵,۷۳۶,۵۴۲,۵۶۶
موتورسیکلت	اوج غیراوج	۱۴,۱۱۲,۴۰۴ ۵۶,۴۴۹,۶۱۵	۲۱/۶	۶۵۳,۳۵۲ ۲,۶۱۳,۴۰۸	۱/۲۱۹	۷۹۶,۴۳۶ ۳,۱۸۵,۷۴۴	۳۴,۴۶۸,۹۵۸,۹۱۸ ۳۷,۲۲۸,۶۱۰,۰۸۰
دوچرخه	اوج غیراوج	۱۳۵,۵۲۵ ۵۴۲,۱۰۰	۱۲	۱۱,۲۹۴ ۴۵,۱۷۵	۱	۱۱,۲۹۴ ۴۵,۱۷۵	۴۸۸,۷۸۲,۲۰۶ ۵۲۷,۹۱۵,۰۵۰
اتوبوس واحد	اوج غیراوج	۱۲۹,۸۶۶ ۵۱۹,۴۶۴	۱۵/۲	۸,۵۴۴ ۳۴,۱۷۵	۳۰/۱۸۹	۲۵۷,۹۲۹ ۱,۰۳۱,۷۱۷	۱۱,۱۶۲,۹۲۰,۲۲۱ ۱۲,۰۵۶,۶۴۵,۰۹۰
مینی بوس	اوج غیراوج	۴۱,۲۴۰ ۱۶۴,۹۶۰	۱۶/۲	۲,۵۴۶ ۱۰,۱۸۳	۸/۴۷۵	۲۱,۵۷۵ ۸۶,۲۹۹	۹۳۳,۷۲۸,۳۹۶ ۱,۰۰۸,۴۸۴,۴۸۷
BRT	اوج غیراوج	۲۵,۶۳۰ ۱۰۲,۵۲۰	۱۶/۲	۱,۵۴۴ ۶,۱۷۶	۴۷/۲	۷۲,۸۷۶ ۲۹۱,۵۰۳	۳,۱۵۳,۹۸۵,۸۰۴ ۳,۴۰۶,۴۹۹,۹۷۵
مترو	اوج غیراوج	۵,۷۲۴ ۲۲,۸۹۷	۴۲/۶	۱۳۴ ۵۳۷	۶۵۸	۸۸,۴۱۶ ۳۵۳,۶۶۴	۳,۸۲۶,۵۵۸,۰۹۶ ۴,۱۳۲,۹۱۹,۶۹۹
پیاده	اوج غیراوج	۲۵۲,۸۰۰ ۱,۰۱۱,۲۰۰	۴/۳۲	۵۸,۵۱۹ ۲۳۴,۰۷۴	۱	۵۸,۵۱۹ ۲۳۴,۰۷۴	۲,۵۳۲,۶۲۲,۹۶۳ ۲,۷۳۵,۳۸۹,۶۳۰

۱. با توجه به آن که اطلاعات مربوط به سرعت مدهای مختلف از شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران برای یک ساعت اوج اخذ شده است، و با توجه به آن که در خصوص متوسط سرعت شبکه در ساعات غیراوج اطلاعاتی در دسترس نبوده، فرض شده است که سرعت مدهای مختلف حمل و نقل در شبکه معابر شهر تهران در ساعات اوج و غیراوج یکسان می‌باشد.

۱۲.۵ - مجموع هزینه‌های سیستمی سفر با مدهای مختلف حمل و نقلی در شهر تهران در سال ۱۳۹۰

با توجه به روش‌های ارائه شده در بخش‌های پیشین این تحقیق، در جدول (۹) هزینه‌های سیستمی بر حسب یک کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر در سال ۱۳۹۰ ارائه شده است. بر اساس

هزینه کل ارائه شده در جدول (۹) و با توجه به متوسط طول سفر با طرق مختلف حمل و نقل، در جدول (۱۰) و شکل‌های (۲) و (۳) متوسط هزینه پیمایش یک سفر در ساعت اوج و غیراوج و با مدهای مختلف حمل و نقل ارائه شده است.

جدول ۹. هزینه‌های سیستمی مدهای حمل و نقل شهر تهران در سال ۱۳۹۰ بر حسب ریال بر هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر

هزینه	مد	ساعات	عملکردی	تسهیلات	پارکینگ	آلودگی هوا	آلودگی صوتی	مصرف منابع تجدید ناپذیر	دفع زباله‌ها	خدمات ترافیکی	تصادفات	زمان سفر
۱,۶۲۷	اوج	۲,۰۹۱	۷۲	۹۳۱	۵۶۸	۱۰۴	۱۰۲۵	۷	۷	۷	۸۷	۱,۶۲۷
۴۳۹	غیراوج											
۲,۵۰۲	اوج	۱,۳۹۷	۵۹	۳۵	۲۸۷	۸۶	۸۱۱	۱	۱	۱۷	۱۴	۲,۵۰۲
۶۷۵	غیراوج											
۲,۵۰۲	اوج	۵۵۱	۱۸	۱۴	۸۹	۲۷	۳۴۷	۰	۰	۵	۴	۲,۵۰۲
۶۷۵	غیراوج											
۲,۰۰۴	اوج	۵۹۶	۸۹	۴۲۳	۴۰۴	۱,۷۳۸	۳۲۰	۸	۸	۸	۱۵	۲,۰۰۴
۵۴۱	غیراوج											
۳,۶۰۷	اوج	۲۶۲	۲۰۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰	۳,۶۰۷
۹۷۴	غیراوج											
۲,۸۴۷	اوج	۵۵۳	۵۰	۱۲	۱۳۵	۱۸	۱۸۳	۰	۰	۰	۱۸	۲,۸۴۷
۷۶۹	غیراوج											
۲,۶۰۷	اوج	۴۲۰	۱۱۱	۷	۸۶	۱۱	۱۱۷	۰	۰	۱	۱۲	۲,۶۰۷
۷۰۴	غیراوج											
۱,۰۱۶	اوج	۳۹۵	۳۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱,۰۱۶
۲۷۴	غیراوج											
۲,۶۷۲	اوج	۶۱۴	۱۳	۱۰	۶۰۷	۱۲۵	۴۲۴	۰	۰	۱	۱۱۰	۲,۶۷۲
۷۲۱	غیراوج											
۱۰,۰۱۸	اوج	۰	۱,۲۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰	۱۰,۰۱۸
۲,۷۰۵	غیراوج											

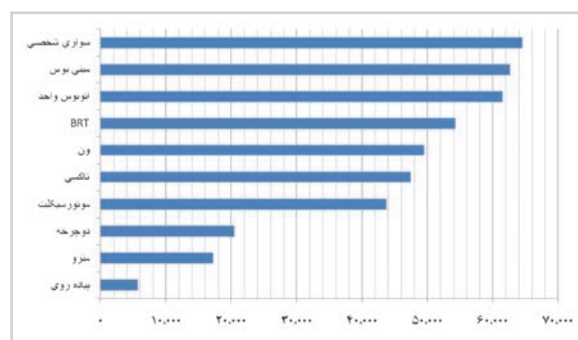
جدول ۱۰. هزینه متوسط یک سفر با مدهای مختلف برای شهر تهران در سال ۱۳۹۰

هزینه	مد	ساعات	هزینه هر کیلومتر سفر (ریال)	متوسط طول یک سفر با مد (کیلومتر)	هزینه متوسط یک سفر (ریال)
۶,۵۱۹	اوج	۵,۳۳۱	۹/۹	۹/۹	۶۴,۵۳۸
۵,۳۳۱	غیراوج				
۵,۲۰۹	اوج	۳,۳۸۲	۹/۱	۹/۱	۴۷,۴۰۲
۳,۳۸۲	غیراوج				
۳,۵۵۷	اوج	۱,۷۳۰	۱۳/۹	۱۳/۹	۴۹,۴۴۲
۱,۷۳۰	غیراوج				
۵,۶۰۵	اوج	۴,۱۴۲	۷/۸	۷/۸	۴۳,۷۱۹
۴,۱۴۲	غیراوج				
۴,۰۸۱	اوج	۱,۴۴۸	۵	۵	۲۰,۴۰۵
۱,۴۴۸	غیراوج				

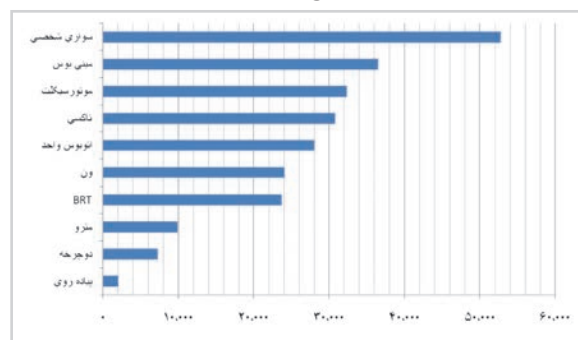
ادامه جدول ۱۰. هزینه متوسط یک سفر با مدهای مختلف برای شهر تهران در سال ۱۳۹۰

هزینه	مد	ساعت	هزینه هر کیلومتر سفر (ریال)	متوسط طول یک سفر با مد (کیلومتر)	هزینه متوسط یک سفر (ریال)
اتوبوس واحد	اوج	۳,۸۱۶	۱۶/۱	۶۱,۴۳۸	
	غیراوج	۱,۷۳۸			
BRT	اوج	۳,۳۷۲	۱۶/۱	۵۴,۲۸۹	
	غیراوج	۱,۴۶۹			
مترو	اوج	۱,۷۳۹	۹/۹	۱۷,۲۱۶	
	غیراوج	۹۹۷			
مینی بوس	اوج	۴,۵۷۶	۱۳/۹	۶۲,۶۰۶	
	غیراوج	۲,۶۲۵			
پیاده روی	اوج	۱۱,۳۰۵	۰/۵	۵,۶۵۳	
	غیراوج	۳,۹۹۲			

ناوگان این مد و هزینه بالای آلاینده‌گی هوای آن) به ترتیب پرهزینه‌ترین مدها و پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و مترو به ترتیب کم‌هزینه‌ترین مدها برای انجام سفر در شهر تهران در سال ۱۳۹۰ بوده‌اند. از دیگر نتایج این تحقیق می‌توان به این مطلب اشاره نمود که مدهای اتوبوس واحد و BRT به دلیل آن که دارای سرعت عملکردی پایین‌تری نسبت به سایر مدهای موتوری می‌باشند، در نتیجه در ساعات اوج دارای هزینه زمان سفر و به تبع آن مجموع هزینه سفر بیشتری هستند که باعث می‌گردد در ساعات اوج سفر، شهروندان تمایل کمتری به استفاده از مدهای یاد شده نشان دهند. بنابراین می‌توان با سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مختلف در جهت افزایش سرعت عملکردی این مدها، باعث شد تا هزینه سفر با آن‌ها در ساعات اوج کاهش و در نتیجه سهم سفرهای ساعت اوج با آن‌ها افزایش یابد.



شکل ۲. هزینه متوسط یک سفر با مدهای مختلف برای شهر تهران در ساعت اوج در سال ۱۳۹۰



شکل ۳. هزینه متوسط یک سفر با مدهای مختلف برای شهر تهران در ساعت غیراوج در سال ۱۳۹۰

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق هزینه سیستمی ۱۰ مد حمل و نقلی در شهر تهران در سال ۱۳۹۰ مورد محاسبه قرار گرفت. بر این اساس و با توجه به بررسی مطالعات تطبیقی که در کشورهای شیلی، کانادا و هلند صورت گرفته بود، ۱۰ گروه هزینه برای مدهای یاد شده در شهر تهران شناسایی گردید و مقادیر آن‌ها برای ساعات اوج و غیر اوج بر حسب هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر تعیین گردید و سپس با توجه به متوسط طول هر سفر با مدهای مختلف، هزینه اجتماعی هر سفر محاسبه شد. در نهایت و بر اساس محاسبات صورت گرفته، در ساعات اوج و غیر اوج وسیله نقلیه شخصی و مینی بوس (به دلیل عمر بالای

۷- مراجع

- Zegras, C. and Litman, T., "An Analysis of the Full Costs and Impacts of Transportation in Santiago de Chile", International Institute for Energy Conservation, (1997).
- Littman, T.A., Doherty, E. Transportation Benefit and Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications, Victoria Transport Policy Institute. Second Edition. January 2009.
- Vermeulen, J.P.L., Boon, B.H., van Essen, H.P., den Boer, L.C., Dings, J.M.W., Bruinsma, F.R. and Koetse, M.J., "The Price of Transport: Overview of the Social Costs of Transport", (2004).
- P. Poess, S. Prassas, W.R. MCshane, "Traffic engineering-third edition", 2004.
- Florida State, Department of transportation, "Project Traffic Forecasting Handbook", October 2002.
- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "طرح جامع حمل و نقل و ترافیک تهران- نتایج آمارگیری‌های جامع حمل و نقل و ترافیک تهران - گزارش: ۹۱۰ - ۱۳۸۳"، تابستان ۱۳۸۷.
- معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک، "گزینه‌های جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران ۱۳۸۹"، ۱۳۸۹.
- بودجه مصوب شهرداری در سال ۱۳۹۰ به آدرس: http://www.tehran.ir/portals/0/budject_1390.pdf
- سازمان کنترل کیفیت هوای تهران.
- www.eia.gov/petroluim/gasdiesel
- آیتی اسماعیل، هزینه تصادفات راه‌های ایران (درون شهری و برون شهری)، گزارش نهایی تحقیق، مرکز مطالعات فنی و اقتصادی ایمنی جاده‌های دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۸۸.
- دفتر مهندسی و ایمنی سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران.
- مرکز آمار ایران. چکیده نتایج طرح آمارگیری هزینه و درآمد خانوارهای شهری و روستایی، سال ۱۳۸۹