

تعیین نرخ سفرسازی کاربری‌های اداری، تجاری و درمانی در شهر تهران*

علیرضا درزی رامندی^۱، امیر روحی^۲، امیر صالحی^۳

۱- کارشناس ارشد حمل‌ونقل و ترافیک، گروه بین‌المللی ره‌شهر

۲- کارشناس ارشد حمل‌ونقل و ترافیک، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

۳- کارشناس ارشد راه و ترابری، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران

چکیده

احداث مجتمع‌های مسکونی، تجاری، اداری، تفریحی، درمانی و ... به صورت مجزا یا مختلط از جمله مصادیق توسعه کاربری‌ها است. تعیین مقدار تولید و جذب سفر هر یک از کاربری‌های مختلف، به منظور انجام مطالعات عرضه‌سنجی ترافیکی، همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های برنامه‌ریزان و طراحان شهری مطرح بوده است. در این مطالعه با استفاده از برداشت اطلاعات میدانی و تحلیل رفتار سفر شاغلین و مراجعین به کاربری‌های اداری، تجاری و درمانی، مدلی برای تعیین میزان سفرسازی آنها پرداخت شده است. بدین منظور ابتدا مطالعات پیشین داخلی و خارجی در این زمینه بررسی، اهمیت و ضرورت بومی‌سازی مطالعات نشان داده شده است. در ادامه ضمن توضیح چگونگی روش برداشت اطلاعات میدانی و تحلیل اطلاعات، خروجی مطالعات در قالب جداول استاندارد ارائه شده است. در انتها نیز سعی شده با مقایسه نرخ‌های تولید سفر بدست آمده از این مطالعات و مقایسه آن با نرخ‌های مطالعات سایر کشورها، تفاوت‌های اساسی در میزان تولید و جذب سفر کاربری‌ها به واسطه تفاوت در رفتار و طریقه سفر مراجعین نشان داده شود.

کلید واژه: توسعه کاربری‌ها، تولید و جذب سفر، مطالعات عرضه سنجی ترافیکی، نرخ سفرسازی، مدل رگرسیون خطی

۱- مقدمه

در این مقاله با استفاده از برداشت اطلاعات میدانی و تحلیل رفتار سفر شاغلین و مراجعین به کاربری‌های اداری، تجاری و درمانی، مدلی برای تعیین میزان سفرسازی آنها پرداخت شده است. کاربری‌های اداری بررسی شده در این مطالعه از نوع ادارات تخصصی با تعداد مراجعین کم، کاربری‌های تجاری از نوع مجتمع‌های تجاری پوشاک فرامنطقه‌ای و کاربری‌های درمانی از نوع بیمارستان‌های دولتی و خصوصی هستند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های ساخته شده از برازندگی مناسب و مطلوبی برخوردار بوده و به وسیله آن‌ها می‌توان میزان سفرسازی کاربری‌های تجاری، اداری و درمانی مشابه را با توجه به مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها، پیش از احداث برآورد کرد. در انتها نیز جدولی با موضوع مقایسه اطلاعات این مطالعه با سایر اطلاعاتی که تا پیش از این، به عنوان مراجع برون مرزی پیش‌بینی کننده تعداد سفر کاربری‌ها مورد استفاده بوده، ارائه شده است.

توسعه و تغییر کاربری بر اساس طرح‌های جامع و تفصیلی از ویژگی‌های هر شهر زنده از جمله شهر تهران است. احداث مجتمع‌های مسکونی، تجاری، اداری، تفریحی، درمانی و ... به صورت مجزا یا مختلط از جمله مصادیق توسعه کاربری می‌باشند. در چنین شرایطی، نبود یک مرجع مناسب و قابل استناد در ارتباط با تعیین مقدار تولید و جذب سفر هر یک از انواع کاربری‌های مختلف، همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های برنامه‌ریزان و طراحان شهری مطرح بوده است. استفاده از منابع خارجی نیز به دلیل تفاوت‌های اساسی در رفتار سفر، خطای قابل توجهی را در پیش‌بینی‌های آتی ایجاد خواهد کرد. بنابراین ضرورت انجام مطالعات تعیین نرخ سفرسازی مرتبط با مهم‌ترین کاربری‌های شهر تهران، همواره در مطالعات مربوط به توسعه‌های جدید احساس شده است [۱].

1- alireza.darzi@gmail.com

2- amirrouhi@gmail.com

3- a.salehi75@yahoo.com

* این مقاله حاصل اطلاعات مربوط به مطالعات "طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی فعالیت‌های مختلف زمینی در تهران (Trip Generation)" به کارفرمایی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران است که در سال ۱۳۹۰ به گروه بین‌المللی ره‌شهر ابلاغ گردیده است.

۲- مطالعات پیشین

در تمامی نمونه‌های بررسی شده در کشورهای پیشرفته، ملاحظه شده است که پایگاه داده‌ها همواره در حال به‌روزرسانی و افزایش تعداد نمونه‌ها است. به این ترتیب با افزایش تعداد نمونه‌های جدید، علاوه بر این که مدل‌ها و نرخ‌های برآورد شده، معرف بهتری از میانگین جامعه هستند، ویژگی‌ها و خصوصیات تغییر یافته جامعه، در اثر گذشت زمان نیز در برآوردها وارد می‌شود.

۳- روش انجام مطالعه

به منظور ساخت و پرداخت مدل‌های برآورد میزان سفرسازی کاربری‌های مورد نظر و تعیین متوسط نرخ سفرسازی آن‌ها در شهر تهران، لازم است اطلاعاتی مانند تعداد سفر ورودی و خروجی و مشخصات کاربری (مساحت، تعداد کارکنان، ساعت کاری و غیره) به صورت میدانی برداشت شود. در گام نخست به منظور تعیین تعداد افراد وارد / خارج شده به / از کاربری‌ها از روش شمارش استفاده شده است. بدین ترتیب که تعداد مشخصی از آماربرداران بسته به حجم عبوری از ورودی و خروجی‌های کاربری، در این محل‌ها استقرار یافته و مشاهدات خود را در ارتباط با تعداد افراد وارد شده به و خارج شده از کاربری در فرم‌های طراحی شده ثبت نموده‌اند. به طور کلی هدف، ثبت تعداد کل نفر - سفری است که به هر طریق به کاربری وارد یا خارج می‌شوند.

در گام بعدی از روش مصاحبه به منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به زمان ورود و خروج افراد، نحوه دسترسی، اندازه گروه مراجعین، نوع پارک خودرو و منطقه محل سکونت استفاده شده است. یکی از داده‌های مهم مربوط به سفرسازی کاربری‌ها، زمان ماندگاری افراد در کاربری است. این پارامتر در طراحی فضای داخلی و میزان تقاضای پارکینگ کاربری تأثیر مهمی دارد. بنابراین به منظور برآورد زمان ماندگاری افراد، پرسش "زمان ورود" در هنگام خروج از کاربری، دقت و اطمینان بیشتری خواهد داشت.

پس از گردآوری اطلاعات مورد نیاز نسبت به بررسی ارتباط میان تقاضای سفر کاربری‌ها با ویژگی‌های مختلفی مانند مساحت زیربنای خالص و ناخالص آنها، تعداد پرسنل، کارکنان و ... اقدام گردیده است. فرآیند ساخت مدل‌ها در محیط نرم افزاری SPSS و با روش کمینه کردن مجموع مربعات خطا انجام می‌شود. ارزیابی مدل‌های ساخته شده، به کمک خروجی‌های مربوط به برازش مدل‌ها و آزمون‌های آماری انجام می‌پذیرد. برای سنجش برازندگی

در خصوص برآورد تولید و جذب سفر کاربری‌ها در تهران، تنها یک مطالعه که در سال ۳۷۳۱ برای وزارت مسکن و شهرسازی سابق انجام شده است، موجود می‌باشد. در این مطالعه برای برخی کاربری‌ها نظیر مسکونی، بیمارستان، دانشگاه، سینما، استخر، باشگاه بدن‌سازی، رستوران، هتل، فروشگاه‌های بزرگ، مجتمع‌های تجاری، ساختمان اداری و مجتمع دفتری، مقدار سفرسازی در ساعات اوج، تعداد وسایل نقلیه شخصی ورودی و خروجی در ساعات اوج، توزیع روزانه سفرها در ساعات مختلف و سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای کاربری برآورد شده است. انجام این مطالعه به سال ۳۷۳۱ برمی‌گردد و از آن زمان تاکنون فرآیند بهنگام‌سازی بر روی نتایج به دست آمده از آن مطالعه انجام نشده است. با توجه به تغییرات ایجاد شده در جمعیت، وضعیت اقتصادی شهروندان، مالکیت خودروی شخصی، طبقه‌های مختلف سفر و غیره از سال ۳۷ تاکنون، به نظر می‌رسد، نمی‌توان به نتایج این مطالعه تکیه کرد [۱].

یکی از مهمترین و اصلی‌ترین گزارش‌های ایجاد سفر^۱، حاصل کار موسسه مهندسی حمل و نقل^۲ (ITE) آمریکا است. اطلاعات این گزارش از تحقیقات و تجربیات اداره‌های دولتی، شرکت‌های مشاور، اتحادیه‌ها، مهندسی حمل‌ونقل و متخصصان برنامه‌ریزی، به دست آمده است. جدیدترین نسخه از گزارشات سفرسازی پایگاه ITE شامل سه جلد گزارش است که در قالب نسخه نهم انتشار یافته است. در این نسخه اطلاعات مربوط به بیش از ۴۰۰ کاربری جدید اضافه شده است که تعداد مطالعات انجام شده در این گزارش را به بیش از ۰۰۵۵ کاربری می‌رساند [۱]. دیگر مرجع مورد استفاده، پایگاه داده سفرسازی انگلستان (TRICS) است که شامل ۱۶ نوع کاربری و ۴۱۰۷ نمونه برداشت شده است. این پایگاه برای اولین بار در سال ۱۹۸۹ با همکاری ۶ شرکت مشاور محلی شکل گرفت. در این پایگاه داده، اکثر گروه‌های کاربری زمین دارای یک تا چهار متغیر مستقل هستند که نرخ تولید سفر از طریق آن‌ها محاسبه می‌شود. سطح زیربنای ناخالص، تعداد کارمندان، فضاهای پارک، مساحت سایت از متغیرهایی هستند که بیشتر از بقیه در این مدل‌سازی‌ها استفاده شده‌اند [۱]. دیگر گزارش در دسترس مربوط به معتبرترین مطالعات نرخ سفرسازی کاربری‌ها در کشور نیوزلند، با عنوان TDB است که بر اساس اطلاعات ۳۹۶ کاربری، توسط برنامه‌ریزان و مهندسان ترافیک تهیه شده است. آخرین نسخه این پایگاه داده، مربوط به سال ۲۰۰۹ بوده و شامل نرخ‌های تولید سفر ۹ گروه عمده کاربری و ۷۱ کاربری خرد است [۲].

1- Trip Generation

2- Institute of Transportation Engineers

برای اینکه بتوان مدلی با برازندگی مناسب برای پیش‌بینی مقدار سفرسازی کاربری‌ها، پرداخت نمود یا سهم طریقه‌های مختلف سفر به کاربری را به خوبی پیش‌بینی کرد، لازم است کاربری‌هایی در یک گروه قرار گیرند که از نظر ویژگی‌های نام‌برده شرایط مشابهی داشته باشند. به عنوان نمونه مجتمع‌های تجاری پوشاک که از نظر مقیاس عملکردی، فرا منطقه‌ای هستند در یک گروه برای مدل‌سازی قرار گرفته‌اند. شایان یاد است که چهار مورد بیان شده برای همه انواع کاربری‌ها عامل تفکیک کننده نیستند. به عنوان نمونه در مورد ادارات تخصصی، هیچ یک از موارد بیان شده بر مقدار سفرسازی کاربری اثرگذار نبوده اما موقعیت کاربری در شبکه، بر سهم طریقه‌های مختلف سفر این نوع کاربری مؤثر است. عوامل مختلف تأثیرگذار بر میزان سفرسازی هر یک از انواع کاربری‌ها در تعیین تعداد و نحوه انتخاب کاربری‌های نمونه جهت آماربرداری نقش مهمی دارند. براساس موارد بیان شده مجموعاً تعداد ۲۷ نمونه از سه گروه کاربری مجتمع تجاری پوشاک فرامنطقه‌ای، ادارات تخصصی و بیمارستان‌های دولتی و خصوصی شهر تهران انتخاب شد (جدول ۱).

مدل‌های روندگرایی خطی از شاخص استفاده شده است. مقدار R^2 بین ۰ و ۱ قرار دارد و هر چه به مقدار ۱ نزدیک‌تر باشد، برازش بهتر مدل را می‌رساند. به منظور آزمون ضریب برازندگی مدل، از تست F استفاده شده است. این آزمون تعمیم‌یافته آزمون t است و برای ارزیابی یکسان بودن یا نبودن دو یا چند جامعه به کار برده می‌شود. در این آزمون واریانس کل جامعه به عوامل اولیه آن تجزیه می‌شود. به همین دلیل به آن آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) نیز می‌گویند.

تعیین اهمیت هر متغیر توصیفی مدل در بازه اطمینان مشخص، از طریق آماره t صورت می‌گیرد. این آزمون که بر روی هر یک از پارامترها انجام می‌گیرد، نشان می‌دهد که آیا متغیر بکار رفته، در ساخت مدل نقش تأثیرگذاری دارد؟ در این راستا، آزمون t به بررسی ضرایب هر یک از متغیرها پرداخته و چنانچه ضریب متغیر، در سطح اطمینان مورد نظر با مقدار صفر اختلاف معناداری نداشته باشد، این متغیر تأثیر قابل توجهی در توصیف متغیر وابسته مدل نداشته و می‌توان آن را از ساختار مدل حذف کرد. برای بررسی اهمیت متغیرها نیاز به تعیین درصد اطمینان قابل قبول برای بررسی فرض مورد نظر وجود دارد. با تعیین درصد اطمینان مورد انتظار، آماره t محاسبه شده برای هر متغیر با مقدار بحرانی این آماره مقایسه شده و با توجه به نتیجه مقایسه می‌توان در خصوص با اهمیت بودن متغیر مذکور در ساختار مدل اظهار نظر کرد [۳].

۴- جامعه آماری

عواملی مختلفی وجود دارد که می‌تواند باعث تغییر میزان سفرسازی و سهم طریقه‌های مختلف سفر در یک نوع کاربری خاص باشد [۴]. مواردی که در این بخش از مطالعه به عنوان عوامل تأثیرگذار بر میزان سفرسازی و سهم طریقه‌های مختلف سفر کاربری‌های مشابه به آن‌ها پرداخته شده‌است عبارت هستند از:

- مقیاس عملکردی کاربری (فراشهری، شهری، منطقه‌ای، ناحیه‌ای و محلی)
- موقعیت قرارگیری کاربری از نظر ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی ساکنین (پهنه جنوبی و پهنه شمالی)
- ممنوعیت و محدودیت‌های تردد در شبکه معابر اطراف (محدوده مرکزی طرح ترافیک)
- وضعیت عرضه شبکه حمل‌ونقل (دسترسی به سیستم حمل و نقل همگانی انبوه)

تعداد تخت	زیربنای قابل اجاره (متر مربع)	زیربنای کل (متر مربع)	نام نمونه کاربری	تعداد نمونه	نوع کاربری
-	۳۶,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	بوستان	۷	مجتمع تجاری پوشاک و منسوجات
-	۱۶,۰۰۰	۳۳,۷۰۵	گلستان		
-	۱۵,۵۰۰	۲۷,۵۹۰	میلاذ نور		
-	۶,۰۰۰	۱۷,۵۰۰	گلدیس		
-	۵,۰۰۰	۱۲,۰۰۰	تندیس		
-	۴,۵۰۰	۸,۰۰۰	ونک		
-	۱۱,۰۰۰	۳۰,۰۰۰	تیرازه		
-	-	۲,۲۳۰	مبین نت	۱۰	اداری تخصصی
-	-	۲۵,۲۰۰	امکان		
-	-	۲,۴۰۰	مانا		
-	-	۱,۰۰۰	پیشرو قشم		
-	-	۱,۸۲۰	امور شعب بانک ملی ایران		
-	-	۱,۵۰۰	شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک		
-	-	۲,۵۲۰	مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران		
-	-	۲,۴۵۰	گل گهر		
-	-	۱,۱۹۵	قطعات صنعتی اتومبیل ایران		
-	-	۱,۶۵۰	مپنا		
۱۰۸	-	۱۰,۹۰۰	ضیائیان	۱۰	بیمارستان
۴۰۰	-	۹۲,۰۰۰	لقمان		
۹۷۰	-	۷۹,۰۰۰	میلاذ		
۱,۲۰۰	-	۶۰۱,۰۰۰	امام خمینی (ره)		
۶۰۰	-	۲۴,۰۰۰	طالقانی		
۶۳	-	۶,۰۰۰	آبان		
۳۵۰	-	۴۲,۰۰۰	آتیه		
۲۵۰	-	۳۰,۰۰۰	لاله		
۹۳	-	۵,۵۰۰	رسالت		
۵۰	-	۸,۰۰۰	کیان		

جدول ۱: مشخصات و تعداد نمونه‌های کاربری برداشت شده

۵- بحث و نتیجه گیری

برای هر دسته کاربری بر حسب نوع آن محاسبه نمود (جدول ۳). با توجه به نتایج آماربرداری‌ها می‌توان ساعت اوج سفرهای مراجعین، تعداد سفر ایجاد شده در ساعت اوج، نسبت سفرهای ورودی به کل سفرها و سهم هر یک از انواع شیوه‌های مختلف در سفر مراجعین به هر یک از کاربری‌های منتخب را مشخص کرد (جدول ۲). از طریق مقادیر ارائه شده برای هر کاربری می‌توان شاخص‌های آماری کمینه، متوسط، میانگین و انحراف معیار را برای هر دسته کاربری بر حسب نوع آن محاسبه نمود (جدول ۳).

با توجه به نتایج آماربرداری‌ها می‌توان ساعت اوج سفرهای مراجعین، تعداد سفر ایجاد شده در ساعت اوج، نسبت سفرهای ورودی به کل سفرها و سهم هر یک از انواع شیوه‌های مختلف در سفر مراجعین به هر یک از کاربری‌های منتخب را مشخص کرد (جدول ۲). از طریق مقادیر ارائه شده برای هر کاربری می‌توان شاخص‌های آماری کمینه، متوسط، میانگین و انحراف معیار را

نام کاربری منتخب	ساعت اوج سفر کاربری	تعداد سفر ساعت اوج	سهم طرق مختلف در سفر به کاربری (درصد)			
			پیاده	موتور	سواری تاکسی همگانی	۴
بوستان	۱۹:۱۵	۸,۲۲۸	۲۲	۰	۵۶	۱۸
گلستان	۲۰:۳۰	۳,۹۹۸	۱۰	۰	۷۲	۱۶
میلاذ نور	۱۸:۳۰	۴,۱۶۲	۷	۰	۷۲	۱۸
گلدیس	۱۹:۳۰	۳,۳۵۲	۲۱	۰	۲۷	۳۱
تندیس	۲۰:۳۰	۱,۶۱۶	۱۲	۰	۵۶	۲۶
ونک	۱۹:۳۰	۱,۸۱۳	۹	۰	۶۶	۱۸
تیرازه	۱۹:۴۵	۵,۲۶۰	۱۱	۰	۷۲	۱۳
مبین نت	۰۸:۰۰	۴۸	۱	۱۰	۲۳	۲۵
امکان	۱۰:۳۰	۱۴۱	۳۱	۱	۱۹	۴۴
مانا	۰۸:۱۵	۱۰۰	۳	۰	۳۹	۱۹
پیشرو قشم	۱۵:۳۰	۱۳	۵	۵	۳۵	۳۵
امور شعب بانک ملی ایران	۰۹:۰۰	۵۰	۷	۱۸	۱۸	۹۳
شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک	۰۸:۰۰	۱۵	۶	۴	۳۷	۲۶
مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران	۱۵:۴۵	۱۲۰	۰	۱۵	۵۰	۵
گل گهر	۰۷:۱۵	۱۲۳	۶	۱۰	۵۹	۱۳
قطعات صنعتی اتومبیل ایران	۰۷:۱۵	۴۵	۱۰	۱۶	۳۹	۱۰
مپنا	۱۶:۴۵	۱۴۵	۲	۳	۵۰	۲۷
ضیائیان	۰۹:۴۵	۸۱۲	۳۲	۹	۲۵	۲۴
لقمان	۱۰:۰۰	۸۱۷	۱۱	۱۸	۴۴	۱۲
میلاذ	۱۵:۳۰	۳,۳۲۱	۰	۲	۶۳	۱۴
امام خمینی (ره)	۰۹:۴۵	۲,۳۶۶	۲	۴	۵۳	۱۶
طالقانی	۱۵:۰۰	۶۳۰	۱	۲	۶۹	۱۳
آبان	۱۰:۳۰	۲۵۳	۳	۳	۵۸	۲۶
آتیه	۱۵:۱۵	۱,۳۹۸	۱	۱	۷۹	۱۵
لاله	۱۵:۳۰	۷۶۷	۲	۱	۷۷	۱۶
رسالت	۰۹:۴۵	۳۹۲	۳	۳	۶۴	۲۱
کیان	۱۲:۴۵	۱۵۸	۱۳	۱	۵۹	۱۲

جدول ۲: نتایج آماربرداری از کاربری‌های منتخب

انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه	پارامتر مورد نظر	نوع کاربری
۳	۵۰	۵۴	۴۷	نسبت سفرهای ورودی به کل سفرها (درصد)	مجتمع تجاری پوشاک و منسوجات
۵۴۰,۱۱	۱۳,۴۱۹	۳۶,۰۰۰	۴,۵۰۰	زیربنای قابل اجاره (مترمربع)	
۳/۲۱	۳۶/۱	۵۵/۹	۲۴/۵	نرخ ایجاد سفر (نفر - سفر بر یکصد مترمربع زیربنای قابل اجاره)	
۲۳	۶۲	۱۰۰	۱۲	نسبت سفرهای ورودی به کل سفرها (درصد)	اداری تخصصی
۹۹۳,۷	۴,۱۹۷	۲۵,۲۰۰	۱,۰۰۰	زیربنای کل (مترمربع)	
۱/۲	۴/۰	۸/۸	۰/۶	نرخ ایجاد سفر (نفر - سفر بر یکصد مترمربع زیربنای کل)	
۱۱	۴۷	۶۲	۳۱	نسبت سفرهای ورودی به کل سفرها (درصد)	بیمارستان
۱۰۴	۴۰۸	۲۰۰,۱	۵۰	ظرفیت (تعداد تخت)	
۸/۱	۳/۴	۷/۵	۱/۱	نرخ ایجاد سفر (نفر - سفر بر یک تخت)	

جدول ۳: شاخص‌های آماری نتایج برداشت اطلاعات کاربری‌های منتخب

نوع کاربری	تعداد نمونه	پیاده	موتور	سواری	تاکسی	همگانی
مجتمع تجاری پوشاک و منسوجات	۷	۱۳	۰	۶۰	۲۰	۷
اداری تخصصی	۱۰	۷	۸	۳۷	۲۴	۴۲
بیمارستان	۱۰	۷	۴	۵۹	۲۶	۴

جدول ۴: متوسط سهم شیوه‌های مختلف در سفر به کاربری به تفکیک نوع کاربری (درصد)

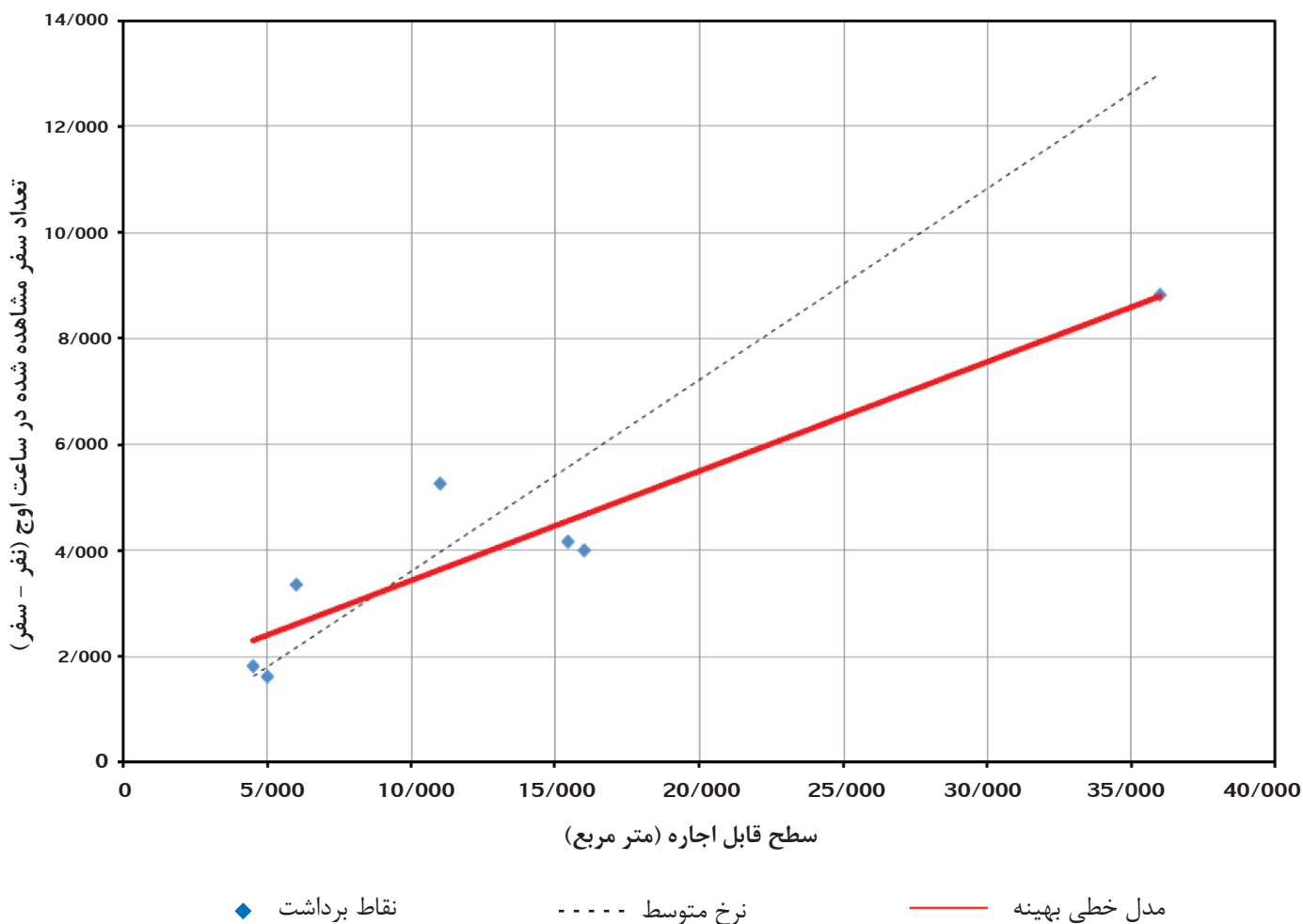
در خروجی‌های زیر در صورتی می‌توان از معادله مدل رگرسیون خطی ارائه شده به منظور تخمین ایجاد سفر کاربری مورد نظر استفاده کرد که مدل در بازه اطمینان ۹۰ درصد معنادار باشد، بنابراین در مورد کاربری اداری، توصیه می‌شود برای برآورد تعداد سفر ایجاد شده توسعه جدید، از نرخ میانگین به جای مدل استفاده شود. قابل ذکر است که در صورت افزایش تعداد نمونه‌ها و پرداخت مجدد مدل خطی برای این دسته کاربری‌ها نیز می‌توان به یک رابطه معنادار و مناسب دست یافت.

علاوه بر شاخص‌های آماری ارائه شده، از طریق نتایج آماربرداری کاربری‌های منتخب در این مطالعه، می‌توان مدل‌های تک متغیره خطی برای تعداد سفر ایجاد شده توسط هر یک از انواع کاربری‌ها پرداخت کرد. در صورت مناسب و معنادار بودن مدل‌های پرداخت شده، می‌توان در مرحله برآورد تقاضای انواع مطالعات حمل‌ونقلی نظیر عرضه سنجی ترافیکی از آنها بهره گرفت. در ادامه برای هر یک از سه نوع کاربری مورد نظر در این مطالعه (مجتمع تجاری، اداری تخصصی و بیمارستان) به ترتیب، مدل، پارامترهای مربوطه و آزمون‌های معناداری ارائه شده است.

$$R^2 = 0.870 \quad \text{ضریب برازندگی مدل} \quad T = 0.205x + 1386.14 \quad \text{مدل خطی بهینه نفر - سفر}$$

$$\text{مقدار آماره } F \quad (۳۳/۳۶۹) \quad \text{مقدار آماره } t \quad (۲/۳۰۸) \quad (۵/۷۷۷)$$

$$۰/۲ \quad \text{احتمال بی‌معنا بودن پارامتر} \quad (۰/۲) \quad ۶/۹$$



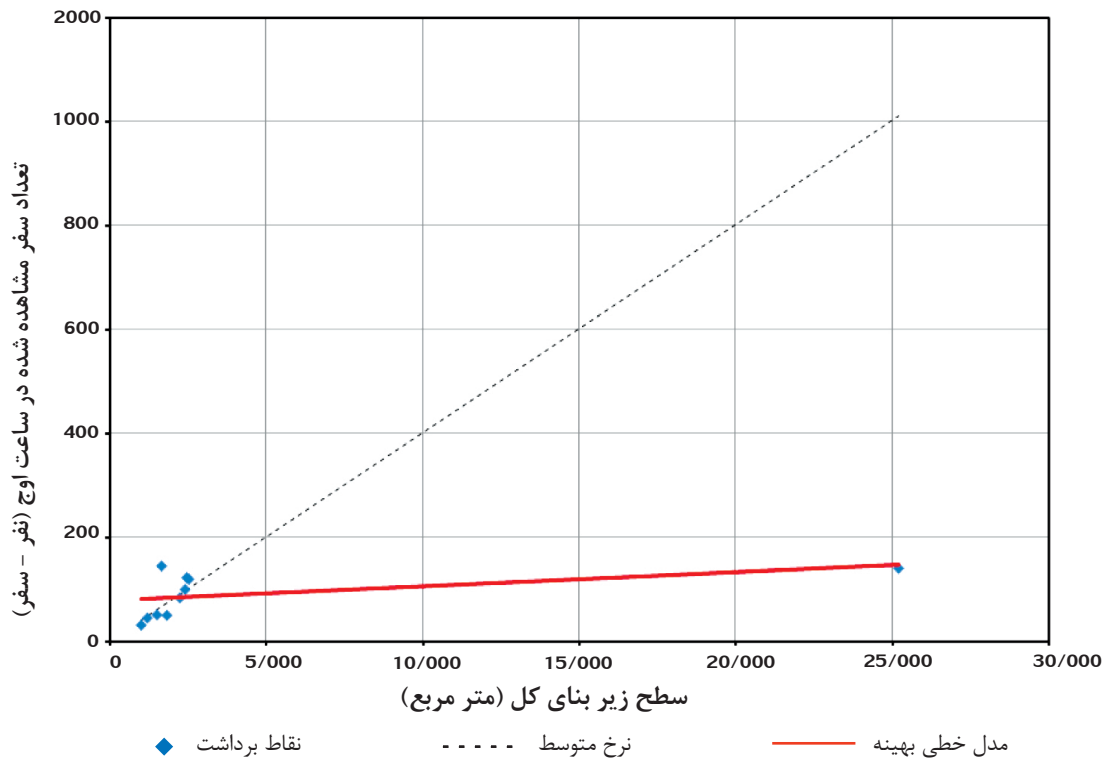
شکل ۱: تعداد سفر ایجاد شده کاربری تجاری در مقابل زیربنای قابل اجاره و نتایج پرداخت مدل خطی

مورد کاربری تجاری و بیمارستان، به علت معنادار بودن پارامترهای مدل و ضریب برازندگی می‌توان استفاده کرد ولی در مورد کاربری اداری نیاز به برداشت اطلاعات نمونه‌های بیشتری وجود دارد و در این شرایط استفاده از مقدار میانگین نرخ ایجاد سفر ارائه شده توصیه می‌گردد.

ویژگی‌ها و متغیرهای مستقل زیادی برای پرداخت مدل برآورد تعداد سفر ایجاد شده توسط یک نوع کاربری وجود داشته و قابل استفاده است ولی در این مطالعه تنها به مدل‌های تک متغیره با مناسب و قابل دسترس‌ترین متغیر مستقل پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که از مدل‌های پرداخت شده در

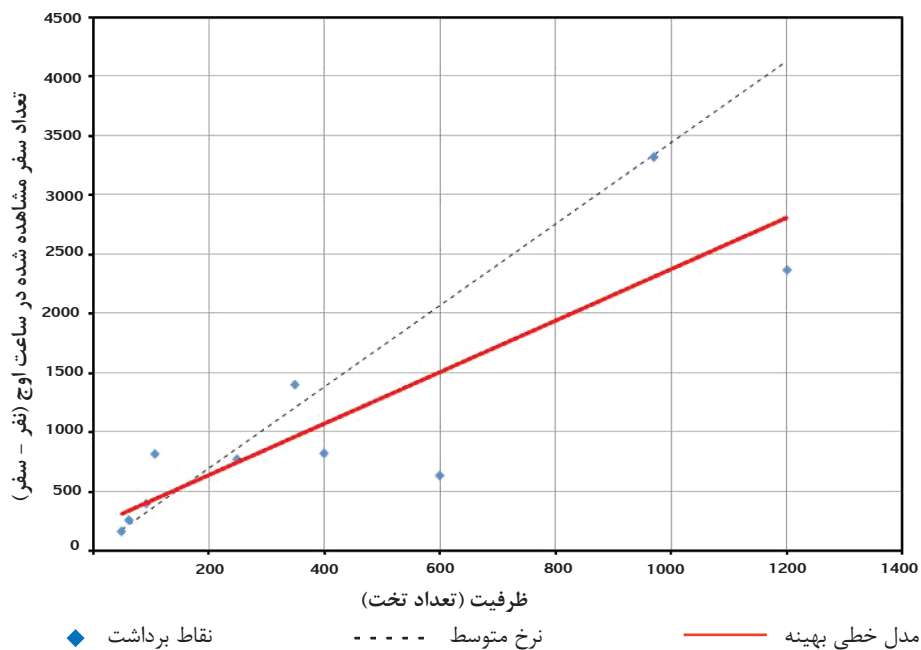
مدل خطی بهینه نفر - سفر : $T = 0.002x + 77.58$
 مقدار آماره t : (۱/۵۱۵) (۵/۲۸۱)
 احتمال بی‌معنا بودن پارامتر (%): ۱۶/۸ ۰/۱

ضریب برازندگی مدل : $R^2 = 0.222$
 مقدار آماره F : (۲/۲۹۵)
 ۱۶/۸



شکل ۲: تعداد سفر ایجاد شده کاربری اداری در مقابل زیربنای کل و نتایج پرداخت مدل خطی

مدل خطی بهینه :	$T = 2.171x + 204.6$	ضریب برازندگی مدل :	$R^2 = 0.738$
مقدار آماره t :	(۴/۷۵۳)	مقدار آماره F :	(۲۲/۵۸۷)
احتمال بی معنای بودن پارامتر (%):	۰/۱ ۴۴/۵		۰/۱



شکل ۳: تعداد سفر ایجاد شده کاربری بیمارستان در مقابل تعداد تخت و نتایج پرداخت مدل خطی

۶- مقایسه نتایج با راهنماهای خارجی

متغیر مستقل یکسان در همه مطالعات است. کشورهای منتخب مذکور، چهار کشور آمریکا، انگلیس، استرالیا و نیوزیلند هستند که داده‌های سفرسازی نیوزلند از TDB، انگلیس از TRICS، استرالیا از RTA (مرجع ترافیک و جاده‌ای) و ایالات متحده از ITE (موسسه مهندسی حمل‌ونقل) بدست آمده است.

در این بخش به منظور اعتبارسنجی و مقایسه نتایج بدست آمده در این مطالعه، مقادیر نرخ سفرسازی سه نوع کاربری مورد نظر در چند کشور بزرگ که سابقه دیرینه در آماربرداری، ثبت و برآورد نرخ سفر سازی داشته‌اند، ارائه می‌گردد (جدول ۵). مقادیر گزارش شده متوسط نرخ سفرسازی هر نوع کاربری بر اساس یک

ایالات متحده	انگلیس	استرالیا	نیوزلند	این مطالعه	متغیر مستقل	نوع کاربری
۲/۷	۲/۲	۳/۱	۳/۸	۰/۴	GFA (یکصد مترمربع)	اداری تخصصی
۸/۶	-	۷/۰	-	۳۶/۱	GLA (یکصد مترمربع)	مجتمع تجاری
۲/۳	۲/۴	۱/۴	۱/۸	۳/۴	ظرفیت (تعداد تخت)	بیمارستان

جدول ۵: مقایسه نرخ سفرسازی بدست آمده از این مطالعه با نتایج سایر مطالعات جهان

- تراکم واحدهای تجاری: تفاوت در تراکم کاربری‌های تجاری نیز می‌تواند موجب بروز اختلاف در میزان سفرسازی کاربری‌ها شود. با توجه به الگوی موجود در مجتمع‌های تجاری کشورهای دیگر، مشاهده می‌شود در مجتمع‌های تجاری شهر تهران، تراکم واحدهای تجاری بیشتر است. به عبارت دیگر در هر ۱۰۰ متر مربع مجتمع‌های تجاری واقع در شهر تهران، تعداد واحدهای تجاری بیشتری در مقایسه با نمونه‌های مشابه خارجی وجود دارد. اثبات تعیین میزان تأثیر هر یک از عوامل بالا در ایجاد تفاوت میان نرخ سفرسازی مجتمع‌های تجاری در شهر تهران با نمونه‌های مشابه در سایر نقاط دنیا به مطالعه جداگانه‌ای نیاز دارد. نتایج حاصل از پژوهش پیش‌رو حاکی از آن است که استفاده از نرخ‌های غیربومی بدون توجه به تفاوت الگوهای سفر

مشاهده می‌شود که میزان سفرسازی کاربری‌های بررسی شده در این مطالعه در مقایسه با میزان سفرسازی کاربری‌های مشابه خارجی، تفاوت قابل توجهی دارد. به ویژه در مجتمع‌های تجاری تفاوت بسیار زیاد است. این تفاوت می‌تواند ناشی از عوامل زیر باشد:

- کمبود گزینه‌های رقیب: به سبب وجود گزینه‌های رقیب در کشورهای پیشرفته، سهم هر مجتمع تجاری از بازار محدود است. حال آنکه در شهر تهران به سبب تعداد کم مجتمع‌های تجاری و تراکم جمعیت، هر مجتمع بازار قابل توجهی از شهر را به خود اختصاص می‌دهد.
- رونق بازارهای مجازی: در کشورهای پیشرفته به دلیل رونق بازارهای مجازی، بخشی از سفرهای خرید حذف می‌شود. در حالی که چنین بازاری در شهر تهران مطرح نیست.

۸- مراجع

می‌تواند خطای قابل ملاحظه‌ای در برآوردها و پیش‌بینی‌ها به دنبال داشته باشد. بنابراین نیاز به وجود یک مطالعه کامل و بهنگام به منظور ایجاد دستورالعمل و راهنمای نرخ سفرسازی مطابق با شرایط شهر تهران به صورت مشخص احساس می‌شود.

۱- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، «طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی فعالیت‌های مختلف زمینی در تهران»، مرحله اول، جلد اول، مطالعات پایه، گروه بین‌المللی ره‌شهر، ۱۳۹۲.

2- Douglass, M and D McKenzie (2001) Trips and parking related to land use. Volume 1. Transfund NZ research report 209.

3- Jerry Banks, John S. Carson II, Barry L. Nelson, and David M. Nicole, "Discrete-Event System Simulation: Fourth Edition", 2005.

۴- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، «طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی فعالیت‌های مختلف زمینی در تهران»، مرحله سوم، جلد اول، آماده‌سازی برای برداشت اطلاعات میدانی، گروه بین‌المللی ره‌شهر، ۱۳۹۲.

۵- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، «طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی فعالیت‌های مختلف زمینی در تهران»، مرحله سوم، جلد اول، آماده‌سازی برای برداشت اطلاعات میدانی، گروه بین‌المللی ره‌شهر، ۱۳۹۲.

۶- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، «طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی فعالیت‌های مختلف زمینی در تهران»، مرحله چهارم، جلد اول، مدل‌سازی و تحلیل اطلاعات، گروه بین‌المللی ره‌شهر، ۱۳۹۲.