



مشاوران اندیشکار



سازمان حمل و نقل و ترافیک

شهر تهران



طرح جامع و تفصیلی پارکینگ شهر تهران

ساخت مدل برآورد تقاضای پارک

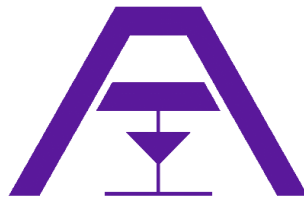


سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران

طرح جامع و تفصیلی پارکینگ شهر تهران

ساخت مدل برآورد تقاضای پارک

خرداد ۱۴۰۳



مشاوران اندیشکار

اولین شرکت مهندسان مشاور ایران در رشته حمل و نقل و ترافیک

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شناسنامه گزارش

عنوان پروژه		طرح جامع و تفصیلی پارکینگ شهر تهران
عنوان گزارش		ساخت مدل برآورد تقاضای پارک
شماره قرارداد		۱۳۵۳۶۴۵
تاریخ قرارداد		۱۴۰۱/۱۲/۱۴
شناسه گزارش		TehranParking-95036-03-A
کارفرما		سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر تهران
ناظر پروژه		-
مدیر پروژه	امیررضا مهدوی	کارکنان کلیدی و عوامل مشاور
مشاوران عالی	سامان مشاق زاده فرد	
	مهدی باوقار زعیمی	
مسئول فنی مطالعات	فاطمه بابایی	
سایر عوامل کلیدی پروژه	سپیده شامی	
	سارا احمدی نژاد	
	میثم رحیمی	
	طناز علایی تبار	
	مهدی فریدزاد	
	امیر تقی خانی	
یک نسخه	تعداد نسخه	ارسال گزارش
۱۴۰۳ خرداد	تاریخ ارسال	
	شماره نامه ارسال	



فهرست مطالب

۱	فصل ۳: ساخت مدل برآورد تقاضای پارک
۱	۳-۱- مقدمه
۲	۳-۲- ساخت مدل برآورد تقاضای پارک سال‌های افق
۶	۳-۲-۱- برآورد سهم انواع پارکینگ بر اساس پرسشگری تبلت
۱۰	۳-۲-۲- برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای
۱۱	۳-۲-۳- برآورد تقاضای پارک غیر حاشیه‌ای
۱۲	۳-۲-۴- برآورد تقاضای پارک در کاربری‌های مهم
۱۳	۳-۲-۵- برآورد مدت زمان پارک به تفکیک هدف سفر
۱۳	۳-۲-۶- مدل بازتوزیع پارکینگ
	۳-۳- ساخت مدل مکان‌یابی پارکینگ غیر حاشیه‌ای بر اساس سطح پوشش تقاضای پارک، محدودیت و بودجه، ...
۳۱	
۳۵	۳-۴- ساخت مدل انتخاب وسیله حساس به قیمت پارکینگ
۴۷	۳-۵- تحلیل حساسیت تقاضا (به تفکیک وسیله) به قیمت پارکینگ و مسافت پیاده‌روی



فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱: نمودار جریان برآورد تقاضای پارک بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل شهر تهران..... ۳
- شکل ۳-۲: پیش‌بینی رفتارهای سفر افراد در شهر تهران بر اساس ماتریس سفرهای مبدا-مقصد شهر تهران در سال ۱۴۰۸..... ۴
- شکل ۳-۳: سهم انواع پارکینگ مقصد به تفکیک مناطق مختلف شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۳..... ۷
- شکل ۳-۴: سهم انواع پارکینگ مقصد به تفکیک محدوده‌های مختلف شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۳..... ۸
- شکل ۳-۵: نمودار تقاضای پارکینگ پیش‌بینی شده در سال‌های افق طرح بر اساس متغیرهای جمعیت، سرانه، تعداد خودرو..... ۹
- شکل ۳-۶: برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای مبدا بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)..... ۱۰
- شکل ۳-۷: برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای مقصد بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)..... ۱۱
- شکل ۳-۸: برآورد تقاضای کل پارک حاشیه‌ای بر اساس پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)..... ۱۱
- شکل ۳-۹: برآورد تقاضای پارک غیرحاشیه‌ای بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)..... ۱۲
- شکل ۳-۱۰: برآورد تقاضای پارک اختصاصی کاربری‌های مختلف بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران..... ۱۲
- شکل ۳-۱۱: تحلیل آماری درصد سهم سفرها از مبدا (به تفکیک محدوده) به مقصد (به تفکیک محدوده)..... ۱۴
- شکل ۳-۱۲: تحلیل آماری درصد سهم شیوه سفر در صورت عدم امکان استفاده از خودرو شخصی..... ۱۵
- شکل ۳-۱۳: تحلیل آماری سهم سفرها به تفکیک هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریحی در سه محدوده تعیین شده..... ۱۵
- شکل ۳-۱۴: تحلیل آماری سهم سفرها به تفکیک هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریحی در شش پهنه تعریف شده..... ۱۶
- شکل ۳-۱۵: تحلیل آماری سفرها به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری در سه محدوده تعیین شده..... ۱۷
- شکل ۳-۱۶: تحلیل آماری سفرها به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری در شش پهنه تعریف شده..... ۱۸
- شکل ۳-۱۷: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف سفر مختلف (پارک حاشیه‌ای)..... ۱۹
- شکل ۳-۱۸: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف سفر مختلف (پارکینگ عمومی)..... ۱۹
- شکل ۳-۱۹: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه (پارک حاشیه‌ای)..... ۲۰
- شکل ۳-۲۰: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه (پارکینگ عمومی)..... ۲۰
- شکل ۳-۲۱: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر (پارک حاشیه‌ای)..... ۲۵
- شکل ۳-۲۲: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر (پارکینگ عمومی)..... ۲۵
- شکل ۳-۲۳: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری (پارک حاشیه‌ای)..... ۲۶
- شکل ۳-۲۴: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری (پارکینگ عمومی)..... ۲۶
- شکل ۳-۲۵: مقایسه تمایل پرداخت از خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری به سه محدوده تعیین شده..... ۲۹



- شکل ۳-۲۶: مقایسه تمایل پرداخت از محدوده طرح ترافیک به سه محدوده تعیین شده ۳۰
- شکل ۳-۲۷: مقایسه تمایل پرداخت از محدوده طرح کاهش آلودگی هوا به سه محدوده تعیین شده ۳۰
- شکل ۳-۲۸: چرخه وابستگی به خودرو ۳۲
- شکل ۳-۲۹: رویکردهای قدیمی و جدید در مدیریت پارکینگ^۱ ۳۲
- شکل ۳-۳۰: پراکندگی هزینه پارکینگ در نمونه آماری ۴۰
- شکل ۳-۳۱: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه پارکینگ ۴۴
- شکل ۳-۳۲: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه سفر ۴۴
- شکل ۳-۳۳: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه سفر ۴۶



فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۳: اطلاعات سفرهای تولید و جذب شده در شهر تهران بر اساس ماتریس سفرهای مبدا-مقصد شهر تهران در سال ۱۴۰۸..... ۵

جدول ۲-۳: تعداد انواع پارکینگ مقصد به تفکیک مناطق شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۳..... ۶

جدول ۳-۳: تقاضای پارک مشاهده شده به تفکیک محدوده‌های مختلف شهر بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت..... ۷

جدول ۴-۳: پیش‌بینی تقاضای پارکینگ بر اساس متغیرهای جمعیت، سرانه مالکیت و تعداد خودرو..... ۹

جدول ۵-۳: برآورد مدت زمان پارک به تفکیک هدف و نوع پارک بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت..... ۱۳

جدول ۶-۳: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف در محدوده‌های مقصد سفر (سه محدوده تعیین شده)..... ۱۶

جدول ۷-۳: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف در محدوده‌های مقصد سفر (شش پهنه تعیین شده)..... ۱۶

جدول ۸-۳: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف‌های اجباری و غیر اجباری در محدوده‌های مقصد سفر (سه محدوده تعیین شده)..... ۱۷

جدول ۹-۳: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف‌های اجباری و غیر اجباری در محدوده‌های مقصد سفر (شش پهنه تعیین شده)..... ۱۷

جدول ۱۰-۳: مقایسه متوسط مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف مختلف سفر..... ۲۱

جدول ۱۱-۳: فراوانی نسبی درصد سهم مسافت پیاده‌روی به تفکیک اهداف سفر در پارک‌های حاشیه‌ای..... ۲۴

جدول ۱۲-۳: فراوانی نسبی درصد سهم مسافت پیاده‌روی به تفکیک اهداف سفر در پارکینگ‌های عمومی..... ۲۴

جدول ۱۳-۳: بازه مطلوب مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر..... ۲۷

جدول ۱۴-۳: متوسط تمایل به پرداخت (هزار تومان به ازای ساعت)..... ۲۸

جدول ۱۵-۳: مقایسه اثرات راهکارهای افزایش عرضه و مدیریت پارکینگ برای مشکلات مختلف..... ۳۳

جدول ۱۶-۳: سناریوهای قیمت‌گذاری پارکینگ..... ۴۰

جدول ۱۷-۳: دسته‌بندی زمان پارک در بازه‌های هزینه پارک..... ۴۱

جدول ۱۸-۳: فراوانی و فراوانی نسبی شیوه‌های مختلف سفر در مواجهه با قیمت‌گذاری پارکینگ..... ۴۱

جدول ۱۹-۳: مدل انتخاب وسیله با متغیر هزینه پارکینگ..... ۴۳

جدول ۲۰-۳: فراوانی و فراوانی نسبی مبدا و مقصد نمونه آماری به تفکیک محدوده‌های قیمت‌گذاری..... ۴۵

جدول ۲۱-۳: مدل انتخاب وسیله با متغیر هزینه سفر..... ۴۵

جدول ۲۲-۳: فراوانی انتخاب شیوه‌های مختلف در بازه‌های مختلف هزینه پارکینگ..... ۴۷



فصل ۳: ساخت مدل برآورد تقاضای پارک

۳-۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، با پیشرفت روزافزون جوامع و افزایش جمعیت شهری، مساله حمل‌ونقل شهری به یکی از موضوعات بحرانی و نگران‌کننده تبدیل شده است. با توسعه شهری و رشد شهرها، مالکیت و استفاده از وسیله‌های نقلیه شخصی در سفرهای شهری نیز به شدت افزایش یافته است. این افزایش مالکیت وسایل نقلیه، همراه با عدم توجه به فرهنگ‌سازی مناسب و عدم ایجاد ساختارهای حمل‌ونقل همگانی موثر، به مشکلاتی از جمله تأمین پارکینگ برای وسایل نقلیه شخصی منجر شده است. مشکلات مربوط به پارکینگ در شهرها، علاوه بر ایجاد مزاحمت و ناراحتی برای شهروندان، آثار منفی دیگری نیز به همراه دارد. برای مثال، کاهش کیفیت زندگی شهروندان ناشی از افزایش زمان تلف‌شده برای پیدا کردن مکان مناسب برای پارک و افزایش ترافیک و شلوغی در شهرها.

شهر تهران با جمعیت ساکن نزدیک به ۹ میلیون نفر و با احتساب سفرهای دروازه‌ای که جمعیت شناور آن را بیش از ۱۵ میلیون نفر در روز می‌رساند، بزرگ‌ترین کلانشهر در کشور و خاورمیانه است که با مشکلاتی در سیستم حمل‌ونقل مواجه است. ترافیک و آلودگی هوا دو معضل بزرگ این شهر هستند که در ارتباط تنگاتنگ با هم می‌باشند. ریشه معضل ترافیک تهران وجود انبوه خودروهای سواری در این شهر است که می‌تواند خیابان‌های آن را به پارکینگ بزرگی تبدیل کند، در حال حاضر متوسط شاخص مالکیت وسیله نقلیه در ایران (و خصوصاً تهران) در مقایسه با این شاخص در سال‌های گذشته رشد زیادی داشته و در آینده نیز با توجه به تغییرات دموگرافیک، تداوم این رشد انتظار می‌رود (و در بهترین حالت به دلیل چالش‌های اقتصادی ثابت می‌ماند). بنابراین مساله پارکینگ و توجه آن بسیار مهم است.



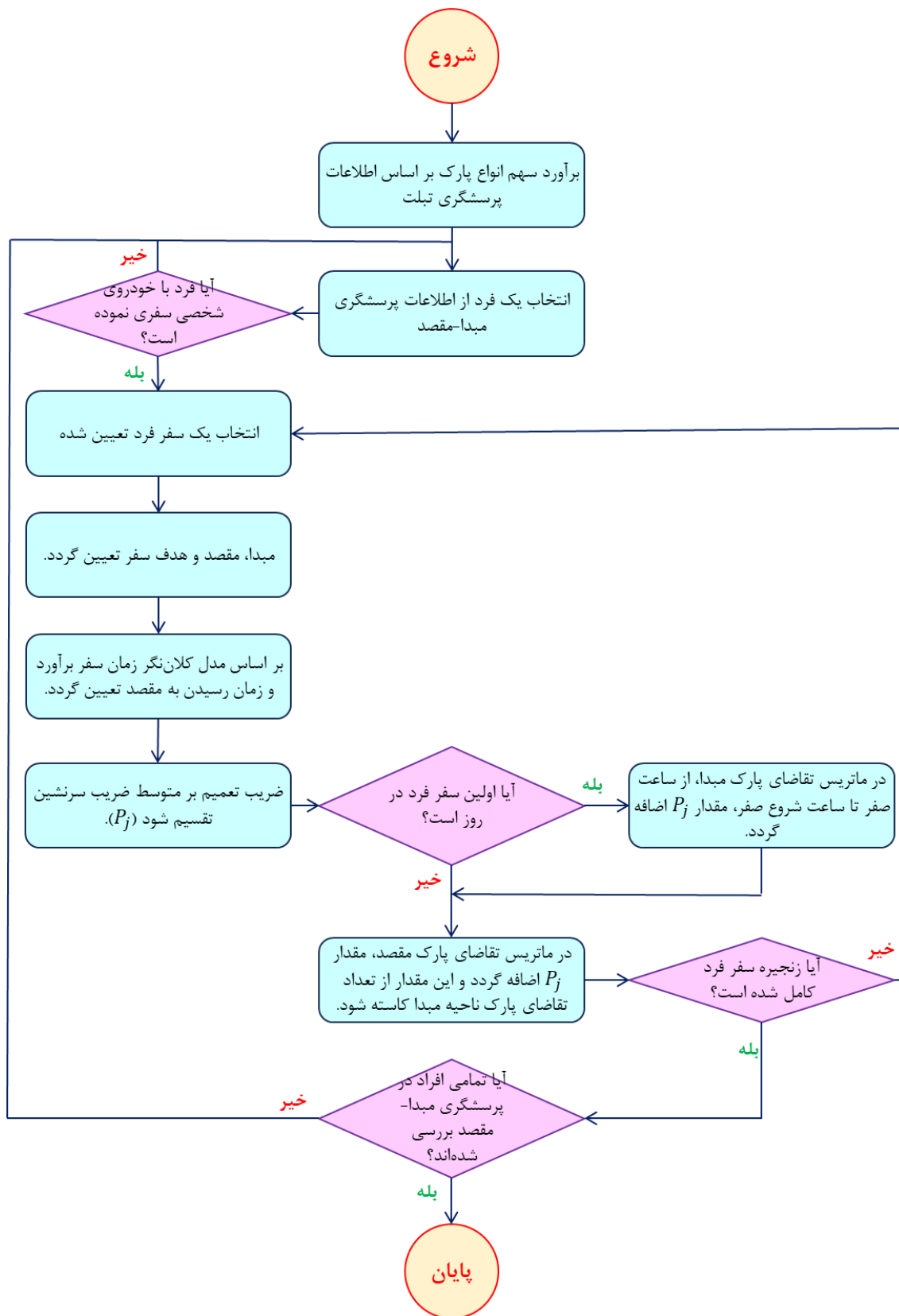
در این میان برخی از مناطق شهر تهران همچون منطقه‌های مرکزی شهر و محدوده‌های طرح ترافیک، با توجه به دارا بودن شرایط خاص چون دروازه‌های ورودی و خروجی شهر، تراکم بالا و بافت تاریخی در برخی نواحی و بازار به عنوان قلب تپنده تجاری-مرکزی شهر دارای حساسیت و پیچیدگی زیاد است. از این رو پرداختن به مدیریت، بررسی عرضه، تقاضا و قیمت‌گذاری پارکینگ‌ها جهت سازماندهی ترافیک شهری، تسریع و سهولت حمل‌ونقل درون‌شهری که از موضوعات مهم در طراحی سیستم ترافیک درون‌شهری است، ضروری به نظر می‌رسد. با در نظر گرفتن این چالش‌ها و مشکلات، در این مطالعه تلاش می‌شود یک مدل برآورد حداقل تقاضای پارکینگ ارائه شود. این مدل در راستای طرح جامع و تفصیلی پارکینگ شهر تهران، با استفاده از شاخص‌های مهم مانند تعداد سفرهای شهری، تراکم جمعیت، نرخ استفاده از وسایل نقلیه شخصی و ساختار شهری، قادر است حداقل تقاضای پارکینگ را برآورد کند. ارائه این مدل به مسئولان شهری و مدیران حمل‌ونقل شهری امکان می‌دهد تا با در نظر گرفتن شرایط خاص شهر تهران و نیازهای پارکینگ، سیاست‌ها و ساختارهای مناسب و بهینه را برای کاهش مشکلات پارکینگ ایجاد کنند.

۳-۲- ساخت مدل برآورد تقاضای پارک سال‌های افق

در این بند از مطالعات، تقاضای پارک در قالب دو دسته تقاضای آشکار و تقاضای پنهان مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در بخش دوم عنوان گردید، به منظور برآورد تقاضای آشکار پارک حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای از اطلاعات برداشت‌شده در پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل شهری و حومه شهر تهران در سال ۱۳۹۳ استفاده گردیده است. همچنین در سال ۱۳۹۳ هم‌زمان با پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل، یک پرسشگری دیگر نیز با استفاده از پرسشنامه‌های هوشمند طراحی‌شده انجام گردید که در روند این گزارش از اطلاعات آن نیز تحت عنوان پرسشگری تبلت استفاده شده است. در پرسشگری مبدا-مقصد سال ۱۳۹۳، از پرسش‌شوندگان مبدا، مقصد، وسیله، زمان شروع و هدف سفر پرسیده شده بود. اما لازم به ذکر است که هیچ سوالی در خصوص نوع پارکینگ مقصد (حاشیه‌ای، عمومی، اختصاصی یا...) مطرح نگردیده بود. اما در پرسشگری تبلت علاوه بر موارد ذکر شده، نوع پارکینگ مقصد نیز مورد پرسش قرار گرفته بود.

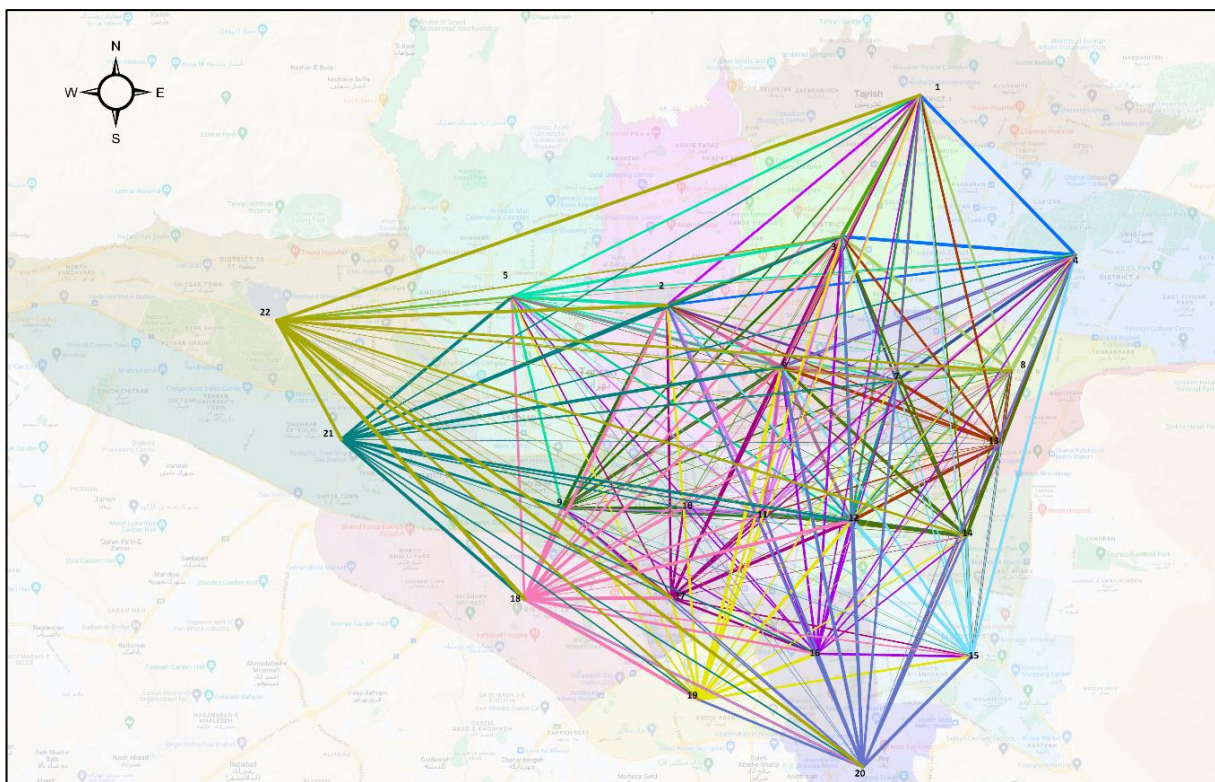
از این رو، در گام اطلاعات پرسشگری تبلت مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و سهم انواع پارکینگ در مقصد به تفکیک محدوده‌های شهری تعیین گردید. سپس با استفاده از اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد تعداد سفرهای انجام شده با وسیله نقلیه شخصی به تفکیک هدف سفر برای هر مبدا-مقصد برآورد شد. حال با استفاده از اطلاعات به دست آمده از پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع و همچنین سهم انواع پارکینگ برآوردشده بر مبنای پرسشگری تبلت، سهم هر یک از انواع پارکینگ برآورد گردید. شایان ذکر است برای برآورد تقاضای پارکینگ از کدنویسی در زبان برنامه‌نویسی پایتون استفاده شده است.

در شکل ۳-۱ نمودار جریان روش پیشنهادی برای برآورد تقاضای انواع پارکینگ‌ها در سطح شهر تهران آورده شده است.



شکل ۳-۱: نمودار جریان برآورد تقاضای پارک بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل شهر تهران

تحلیل ماتریس سفر در شهر تهران اهمیت بسیاری در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و بهبود سیستم حمل‌ونقل شهری دارد. از این رو، از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها، الگوهای سفر، مسیرهای مورد استفاده متداول، ساعات شلوغی ترافیک و نیازهای واقعی شهروندان شناسایی می‌شوند. در این مطالعات، بر اساس ماتریس مبدا-مقصد سفرهای شهر تهران در سال ۱۴۰۸ با در نظر گرفتن عملکرد خطوط مترو پیشنهادی در ۲۲ منطقه شهر تهران، رفتارهای سفر افراد در شهر تهران در نرم‌افزار GIS پیش‌بینی شده است. همانطور که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است، سفرها با رنگ‌های متفاوت برای هر منطقه نمایش داده می‌شوند و ضخامت خطوط تعداد سفرها را نشان می‌دهد. مناطق ۵، ۴ و ۲ بیشترین تولیدکنندگان سفر هستند، در حالی که مناطق ۲، ۳، ۶ و ۴ بیشترین جاذبه سفر را دارند.



شکل ۲-۳: پیش‌بینی رفتارهای سفر افراد در شهر تهران بر اساس ماتریس سفرهای مبدا-مقصد شهر تهران در سال ۱۴۰۸

شایان ذکر است، در جدول ۳-۱ مساحت، جمعیت و پیش‌بینی سفرهای جذب و تولید شده در شهر تهران در افق سال ۱۴۰۸ به تفکیک مناطق تهران نشان داده شده است. همچنین به منظور تحلیل بهتر سفرهای تولید و جذب‌شده در هر منطقه میزان سفرها به ازای هر هکتار محاسبه شده است.



جدول ۱-۳: اطلاعات سفرهای تولید و جذب شده در شهر تهران بر اساس ماتریس سفرهای مبدا-مقصد شهر تهران در سال ۱۴۰۸

منطقه	مساحت (هکتار) (۱۳۹۵)	جمعیت (۱۳۹۵)	تراکم جمعیت	سفرهای جذب شده (۱۴۰۸)	سفرهای جذب به ازای هر هکتار (۱۴۰۸)	سفرهای تولیدی (۱۴۰۸)	سفرهای تولیدی به ازای هر هکتار (۱۴۰۸)
۱	۴,۶۶۱	۴۹۳,۸۸۹	۱۰۶	۱۱۳,۵۰۴	۲۴/۳۵	۱۲۹,۶۹۷	۲۷/۸۲
۲	۴,۷۰۱	۶۹۳,۵۷۹	۱۴۷	۱۵۵,۲۷۲	۳۳/۰۳	۱۷۰,۳۷۰	۳۶/۲۴
۳	۲,۹۲۲	۳۳۰,۰۰۴	۱۱۳	۱۶۰,۰۸۲	۵۴/۷۹	۸۵,۳۱۸	۲۹/۲۰
۴	۶,۱۵۵	۹۱۷,۲۶۱	۱۴۹	۱۵۰,۹۸۳	۲۴/۵۳	۱۷۰,۹۶۶	۲۷/۷۷
۵	۵,۳۱۶	۸۵۶,۵۶۵	۱۶۱	۱۱۱,۶۶۴	۲۱/۰۰	۱۸۲,۹۳۷	۳۴/۴۱
۶	۲,۱۳۷	۲۵۰,۷۵۳	۱۱۷	۱۷۹,۲۵۲	۸۳/۸۹	۷۲,۲۵۱	۳۳/۸۱
۷	۱,۵۳۴	۳۱۲,۰۰۲	۲۰۳	۷۸,۰۲۵	۵۰/۸۸	۶۰,۹۳۹	۳۹/۷۴
۸	۱,۳۱۶	۴۲۵,۰۴۴	۳۲۳	۴۳,۸۸۲	۳۳/۳۵	۷۶,۶۹۲	۵۸/۲۹
۹	۱,۹۷۵	۱۷۴,۱۱۵	۸۸	۳۵,۴۱۷	۱۷/۹۴	۳۲,۵۴۸	۱۶/۴۸
۱۰	۸۱۹	۳۲۶,۸۸۵	۳۹۹	۳۰,۱۵۷	۳۶/۸۴	۴۹,۸۲۴	۶۰/۸۷
۱۱	۱,۲۰۳	۳۰۸,۱۷۶	۲۵۶	۵۸,۱۶۱	۴۸/۳۴	۶۱,۸۲۹	۵۱/۳۹
۱۲	۱,۶۰۱	۲۴۰,۹۰۹	۱۵۱	۱۲۱,۵۲۱	۷۵/۹۲	۴۰,۸۸۱	۲۵/۵۴
۱۳	۱,۲۸۶	۲۵۳,۰۵۴	۱۹۷	۳۰,۲۱۲	۲۳/۴۹	۴۲,۱۱۶	۳۲/۷۴
۱۴	۱,۴۵۵	۴۸۹,۱۰۱	۳۳۶	۴۹,۸۷۷	۳۴/۲۷	۷۶,۲۵۹	۵۲/۴۰
۱۵	۲,۷۷۴	۶۵۹,۴۶۸	۲۳۸	۵۸,۸۳۹	۲۱/۲۱	۸۲,۲۲۷	۲۹/۶۴
۱۶	۱,۶۵۲	۲۶۷,۶۷۸	۱۶۲	۳۹,۵۰۴	۲۳/۹۲	۴۰,۹۶۴	۲۴/۸۰
۱۷	۸۲۵	۲۷۸,۳۵۴	۳۳۷	۲۵,۸۱۱	۳۱/۲۸	۳۴,۸۸۶	۴۲/۲۸
۱۸	۳,۷۸۷	۴۱۹,۲۴۹	۱۱۱	۵۰,۹۷۹	۱۳/۴۶	۵۹,۲۷۵	۱۵/۶۵
۱۹	۲,۰۳۴	۲۵۵,۵۳۳	۱۲۶	۲۶,۷۶۵	۱۳/۱۶	۳۱,۴۹۲	۱۵/۴۸
۲۰	۲,۳۵۸	۳۶۷,۶۰۰	۱۵۶	۴۸,۷۸۵	۲۰/۶۹	۵۷,۵۵۷	۲۴/۴۱
۲۱	۵,۱۵۳	۱۸۶,۳۱۹	۳۶	۴۴,۷۲۲	۸/۶۸	۳۵,۸۴۷	۶/۹۶
۲۲	۵,۹۰۰	۱۷۵,۳۹۸	۳۰	۲۷,۶۸۶	۴/۶۹	۴۶,۲۲۵	۷/۸۳

بر اساس اطلاعات بدست آمده بیشترین میزان جذب سفر برای مناطق ۲، ۳، ۶ و ۱۲ است. با توجه به مساحت و کاربری‌های موجود که شامل مراکز اداری و تجاری است. در این مناطق، بیشترین میزان جذب سفر به ازای یک هکتار به ترتیب برای مناطق ۶، ۱۲ و ۳ بوده است. همچنین بیشترین میزان تولید سفر به ترتیب برای مناطق ۵، ۴ و ۲ بوده و بیشترین میزان تولید سفر به ازای هر هکتار با توجه به تراکم جمعیت زیاد نسبت به سایر مناطق، ۱۰، ۸ و ۱۴ است. لازم به ذکر است، در میان مناطق تهران، مناطق ۴، ۵ و ۲ به ترتیب دارای بیشترین جمعیت و مناطق ۴، ۲۲ و ۵ نیز دارای بیشترین مساحت در میان سایر مناطق هستند.



۳-۲-۱- برآورد سهم انواع پارکینگ بر اساس پرسشگری تبلت

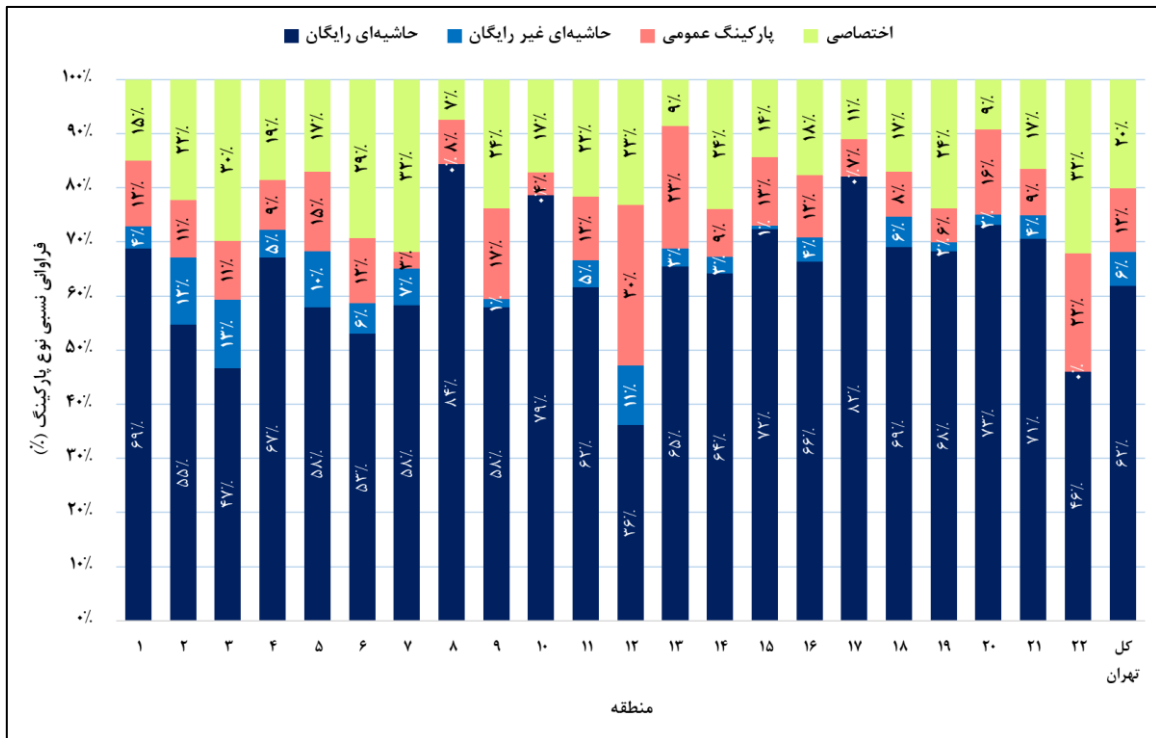
بر اساس پرسشگری تبلت، نتایج انواع پارکینگ مقصد به تفکیک مناطق مختلف شهر تهران، مطابق با جدول ۳-۲ است همچنین برای درک بهتر، این نتایج در شکل ۳-۳ نیز به تصویر کشیده شده است. بر اساس این نتایج مشخص می‌گردد منطقه ۱۲ کمترین سهم پارکینگ حاشیه‌ای رایگان (۳۶ درصد) را به خود اختصاص داده است و منطقه ۲۲ در رتبه دوم قرار می‌گیرد (۴۶ درصد). همچنین بیشترین سهم پارکینگ عمومی (۳۰ درصد) نیز در این منطقه مشاهده می‌شود و بعد از منطقه ۱۳ در رتبه قرار دارد (۲۳ درصد).

جدول ۳-۲: تعداد انواع پارکینگ مقصد به تفکیک مناطق شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۳

جمع	نوع پارکینگ مقصد به تفکیک منطقه			منطقه	
	اختصاصی	پارکینگ عمومی	حاشیه‌ای غیر رایگان		
۳۳۹	۵۱	۴۱	۱۴	۲۳۳	۱
۷۲۵	۱۶۲	۷۷	۸۹	۳۹۷	۲
۹۴۷	۲۸۲	۱۰۳	۱۲۰	۴۴۲	۳
۱۲۲۴	۲۲۸	۱۱۲	۶۲	۸۲۲	۴
۱۰۱۹	۱۷۴	۱۴۹	۱۰۶	۵۹۰	۵
۲۱۵	۶۳	۲۶	۱۲	۱۱۴	۶
۲۳۵	۷۵	۷	۱۶	۱۳۷	۷
۱۲۱	۹	۱۰	۰	۱۰۲	۸
۲۰۲	۴۸	۳۴	۳	۱۱۷	۹
۷۰	۱۲	۳	۰	۵۵	۱۰
۲۶۳	۵۷	۳۱	۱۳	۱۶۲	۱۱
۱۵۵	۳۶	۴۶	۱۷	۵۶	۱۲
۲۰۸	۱۸	۴۷	۷	۱۳۶	۱۳
۲۲۶	۵۴	۲۰	۷	۱۴۵	۱۴
۴۳۷	۶۳	۵۵	۳	۳۱۶	۱۵
۳۳۹	۶۰	۳۹	۱۵	۲۲۵	۱۶
۲۴۵	۲۷	۱۷	۰	۲۰۱	۱۷
۲۲۹	۳۹	۱۹	۱۳	۱۵۸	۱۸
۲۳۹	۵۷	۱۵	۴	۱۶۳	۱۹
۳۵۷	۳۳	۵۶	۷	۲۶۱	۲۰
۱۶۳	۲۷	۱۴	۷	۱۱۵	۲۱
۱۸۷	۶۰	۴۱	۰	۸۶	۲۲
۸۱۴۵	۱۶۳۵	۹۶۲	۵۱۵	۵۰۳۳	کل تهران



بر اساس این اطلاعات تقاضای مشاهده شده برای انواع پارکینگ به تفکیک سه محدوده طرح ترافیک، طرح کنترل آلودگی هوای شهر و خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری نیز برآورد شده است که نتایج آن در جدول ۳-۳ و شکل ۳-۴ نشان داده شده‌اند.

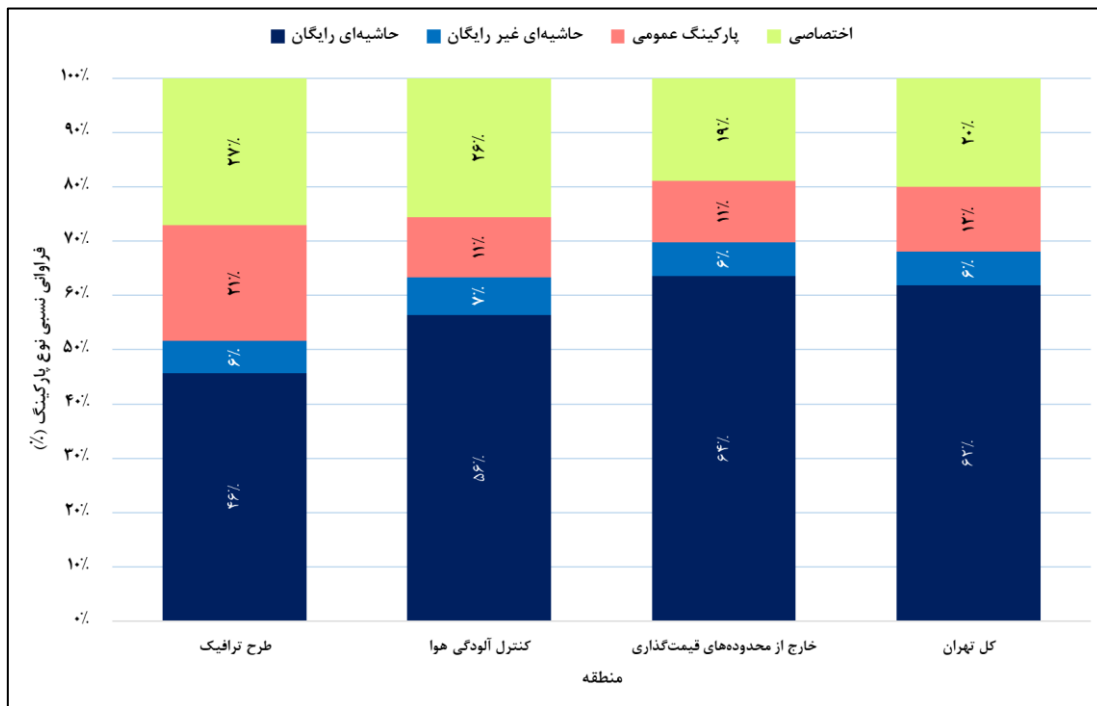


شکل ۳-۳: سهم انواع پارکینگ مقصد به تفکیک مناطق مختلف شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۲

بر اساس این نتایج مشخص می‌گردد که محدوده مرکزی یا طرح ترافیک شهر تهران کمترین سهم پارک حاشیه‌ای رایگان با ۴۶ درصد را دارد. این درحالی است که مناطق خارج از محدوده‌های طرح ترافیک بیشترین سهم پارک حاشیه‌ای را با ۶۴ درصد دارند. سهم پارکینگ‌های عمومی و اختصاصی نیز دقیقاً بر عکس پارکینگ حاشیه‌ای است.

جدول ۳-۳: تقاضای پارک مشاهده شده به تفکیک محدوده‌های مختلف شهر بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت

جمع	نوع پارکینگ مقصد به تفکیک محدوده				محدوده
	اختصاصی	پارکینگ عمومی	حاشیه‌ای غیر رایگان	حاشیه‌ای رایگان	
۴۴۴	۱۲۰	۹۵	۲۶	۲۰۳	طرح ترافیک
۸۹۰	۲۲۸	۹۸	۶۲	۵۰۲	کنترل آلودگی هوا
۶۸۱۱	۱۲۸۷	۷۶۹	۴۲۷	۴۳۲۸	خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری
۸۱۴۵	۱۶۳۵	۹۶۲	۵۱۵	۵۰۳۳	کل تهران



شکل ۳-۴: سهم انواع پارکینگ مقصد به تفکیک محدوده‌های مختلف شهر تهران بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت ۱۳۹۳

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت به طور کلی در شهر تهران، حدود ۶۲ درصد کاربران، از پارکینگ حاشیه‌ای رایگان استفاده نموده‌اند. در رتبه بعدی پارکینگ اختصاصی مقصد با ۲۰ درصد قرار می‌گیرد و پارکینگ عمومی با ۱۲ درصد و پارک حاشیه‌ای غیر رایگان با ۶ درصد در رتبه‌های بعدی قرار خواهند گرفت.

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت به طور کلی در شهر تهران، حدود ۶۲ درصد کاربران، از پارکینگ حاشیه‌ای رایگان استفاده نموده‌اند. در رتبه بعدی پارکینگ اختصاصی مقصد با ۲۰ درصد قرار می‌گیرد و پارکینگ عمومی با ۱۲ درصد و پارک حاشیه‌ای غیر رایگان با ۶ درصد در رتبه‌های بعدی قرار خواهند گرفت.

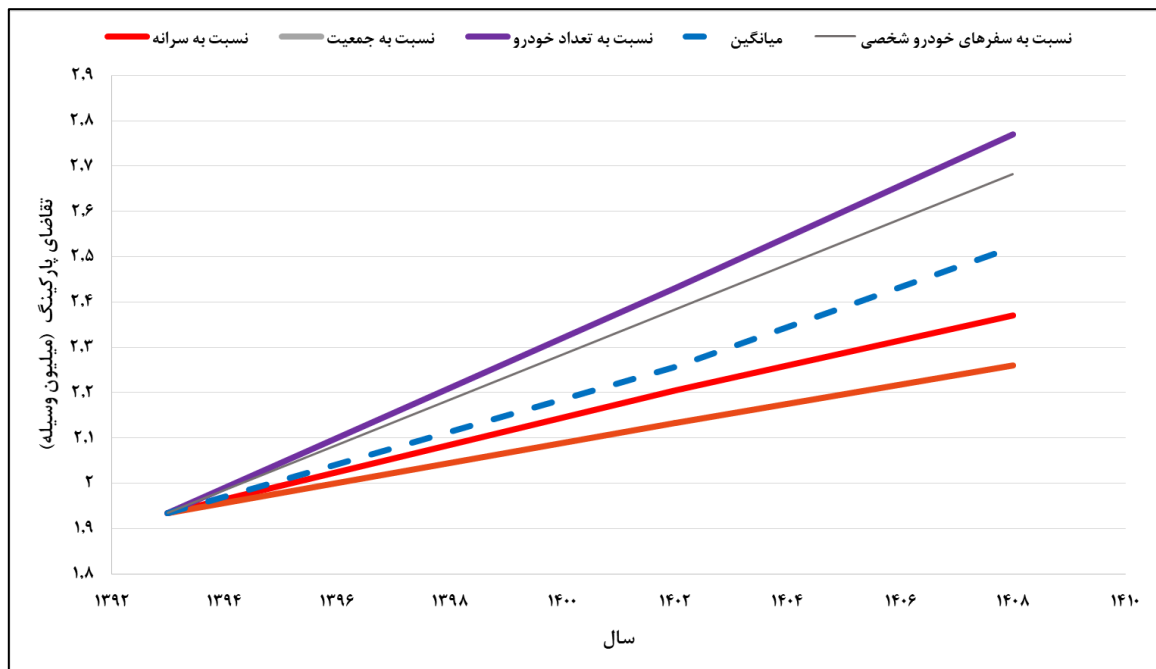
پیش‌بینی و برنامه‌ریزی مناسب برای مدیریت تقاضای پارکینگ نیازمند در نظر گرفتن چندین عامل است. این عوامل شامل رشد تعداد خودروها، افزایش جمعیت و افزایش سرانه مالکیت می‌شوند.

از آنجا که اطلاعات پرسشگری مبدا- مقصد و تقاضای انواع پارکینگ مربوط به سال ۱۳۹۳ بوده است، با در دسترس بودن جمعیت و سرانه مالکیت خودرو در سال ۱۳۹۳ و پیش‌بینی جمعیت و سرانه مالکیت خودرو در گزارش «مطالعات جامع حمل‌ونقل تهران» که در سال ۱۴۰۰ انجام شده است، برای سال‌های افق طرح شامل ۱۴۰۲ و ۱۴۰۸ به پیش‌بینی تقاضای پارک پرداخته شده است. نتایج حاصل از پیش‌بینی تقاضای پارکینگ براساس هرکدام از این متغیرها در جدول ۳-۴ و شکل ۳-۵ نمایش داده شده است.



جدول ۳-۴: پیش‌بینی تقاضای پارکینگ براساس متغیرهای جمعیت، سرانه مالکیت، تعداد سفرهای خودرو شخصی و تعداد خودرو

سال	سرانه مالکیت خودرو	ضریب رشد	جمعیت	ضریب رشد	تعداد خودرو	ضریب رشد	تعداد سفرهای خودرو شخصی	ضریب رشد	نسبت به سرانه	نسبت به جمعیت	نسبت به تعداد سفرهای خودرو شخصی	میانگین
۱۳۹۳	۰/۲۸	۱	۸۹۹۶۱۲۵	۱	۲۵۱۳۵۱۷	۱	۴۳۳۹۱۳	۱	۱۹۳۴۲۴۵	۱۹۳۴۲۴۵	۱۹۳۴۲۴۵	۱۹۳۴۲۴۵
۱۴۰۲	۰/۳۲	۱/۱۴	۹۹۱۹۵۶۷	۱/۱۰	۳۱۵۹۳۸۲	۱/۱۰	-	۱/۲۶	۲۲۰۴۹۲۹	۲۴۳۱۲۶۲	۲۱۳۲۷۹۳	۲۲۵۶۳۲۸
۱۴۰۸	۰/۳۴	۱/۲۳	۱۰۵۱۴۲۰۱	۱/۱۷	۳۶۰۰۰۶۲	۱/۱۷	۶۰۱۵۴۱	۱/۴۳	۲۳۷۰۳۸۵	۲۲۶۰۶۴۵	۲۳۷۰۳۸۲	۲۴۶۷۱۳۷



شکل ۳-۵: نمودار تقاضای پارکینگ پیش‌بینی شده در سال‌های افق طرح براساس متغیرهای جمعیت، سرانه، تعداد سفرهای خودرو شخصی و تعداد خودرو

مطابق با شکل ۳-۵ مشاهده می‌شود که اگر میزان تقاضای پارکینگ با رشد تعداد خودروها در شهرها محاسبه شود، این مقدار به شدت افزایش پیدا می‌کند زیرا با افزایش تعداد خودروها، نیاز به فضاهای پارکینگ نیز بیشتر می‌شود. خودروهای جدید و افزایش تعداد آن‌ها، موجب کاهش سطح فضای عمومی و افزایش فشار بر سیستم‌های حمل‌ونقل شهری می‌شود. از سوی دیگر، اگر تقاضای پارکینگ با رشد جمعیت در نظر گرفته شود، کمترین میزان تقاضای پارکینگ بدست می‌آید. با افزایش جمعیت، ممکن است استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی نیز بیشتر شود و بخشی از جمعیت ترجیح دهد از خودروهای شخصی استفاده کمتری داشته باشد. در این صورت، تقاضای پارکینگ نیز ممکن است با افزایش جمعیت کاهش یابد. همچنین میانگین تقاضای پارک براساس سه متغیر در نظر گرفته شده با خط چین آبی نشان داده شده است. با افزایش سرانه مالکیت در میان جمعیت و به دنبال آن افزایش خودرو میزان تقاضای

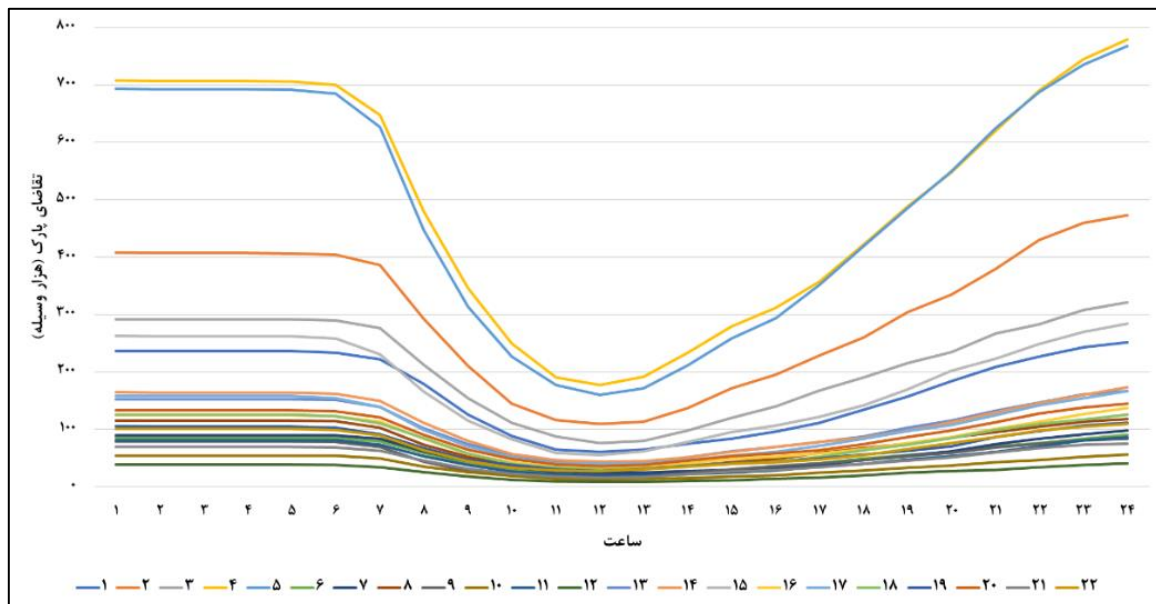


پارکینگ نسبت به افزایش جمعیت رشد بیشتری خواهد داشت. همچنین میانگین رشد تقاضای پارکینگ براساس این سه متغیر جمعیت، سرانه مالکیت و تعداد خودرو با خط آبی و تعداد سفرهای خودرو شخصی (واحد: وسیله) با خط مشکی در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.

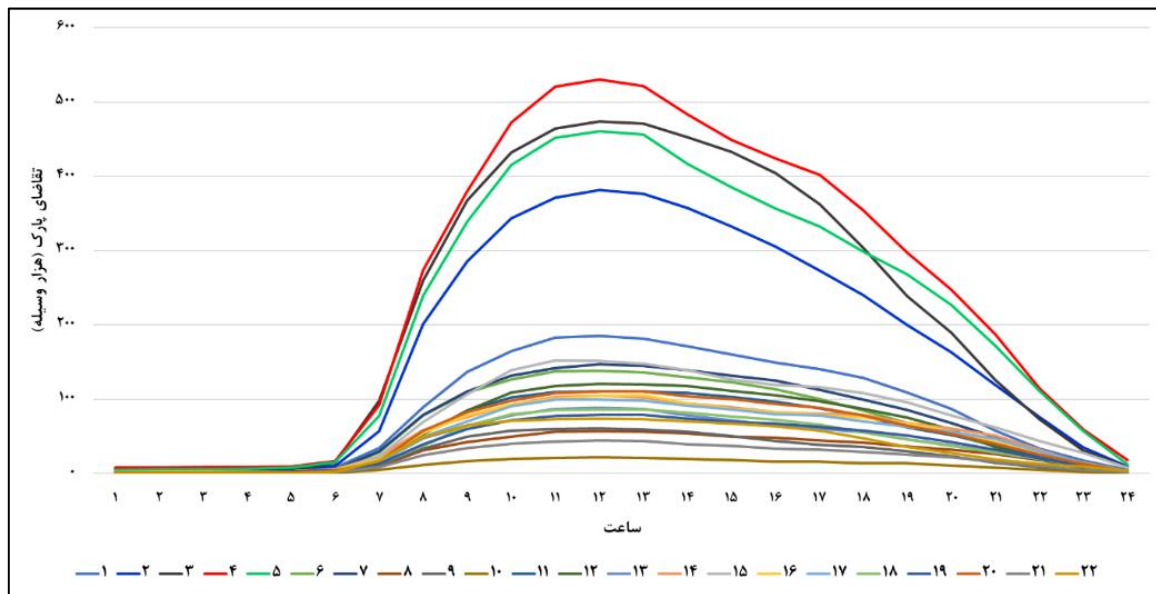
۳-۲-۲- برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای

با توجه به اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل شهری و حومه تهران، در سال ۱۳۹۳، تقاضای پارک حاشیه‌ای (شامل پارک حاشیه‌ای رایگان و غیررایگان) مطابق با شکل ۳-۶ تا شکل ۳-۸ است. بر اساس این نتایج مشخص می‌گردد. اوج تقاضای پارک حاشیه‌ای مقصد، در بازه زمانی ۱۱ ال ۱۳ اتفاق می‌افتد و مناطق ۴، ۳، ۵ و ۲ شهر تهران بیشترین تقاضای پارک مقصد را دارند. این درحالی است که از لحاظ مجموع تقاضای پارک حاشیه‌ای مبدا و مقصد، مناطق ۴، ۵، ۳ و ۲ بیشترین میزان تقاضای پارک را دارند.

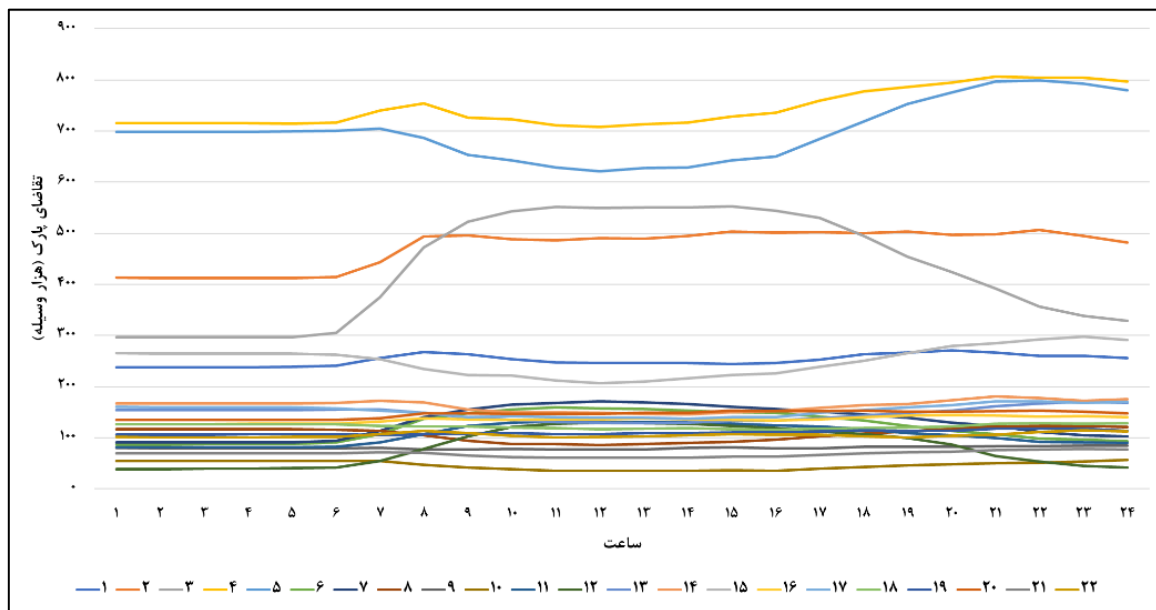
همچنین بر اساس شکل ۳-۸ که مجموع تقاضای پارک مبدا و مقصد را نمایش می‌دهد، مشخص می‌گردد، به جز مناطق ۳، ۲، ۶، ۷ و ۱۲ در سایر مناطق شهر تهران تقریباً تقاضای پارک در تمامی ساعات روز به صورت یکنواختی وجود دارد و فقط نوع آن (پارک مبدا یا مقصد) عوض می‌شود. این درحالی است که در مناطق ۲ و ۳ شهر تهران، در ساعات فعال روز نسبت به ساعات شامگاهی به ترتیب ۲۳ و ۸۷ درصد تقاضای پارک افزایش می‌یابد و افزایش این تقاضا در منطقه‌های ۶ و ۷ به ترتیب ۸۴ و ۸۸ درصد و همچنین در منطقه ۱۲ شهر تهران میزان افزایش تقاضای پارک حاشیه‌ای برابر با ۲۲۲ درصد است.



شکل ۳-۶: برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای مبدا بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)



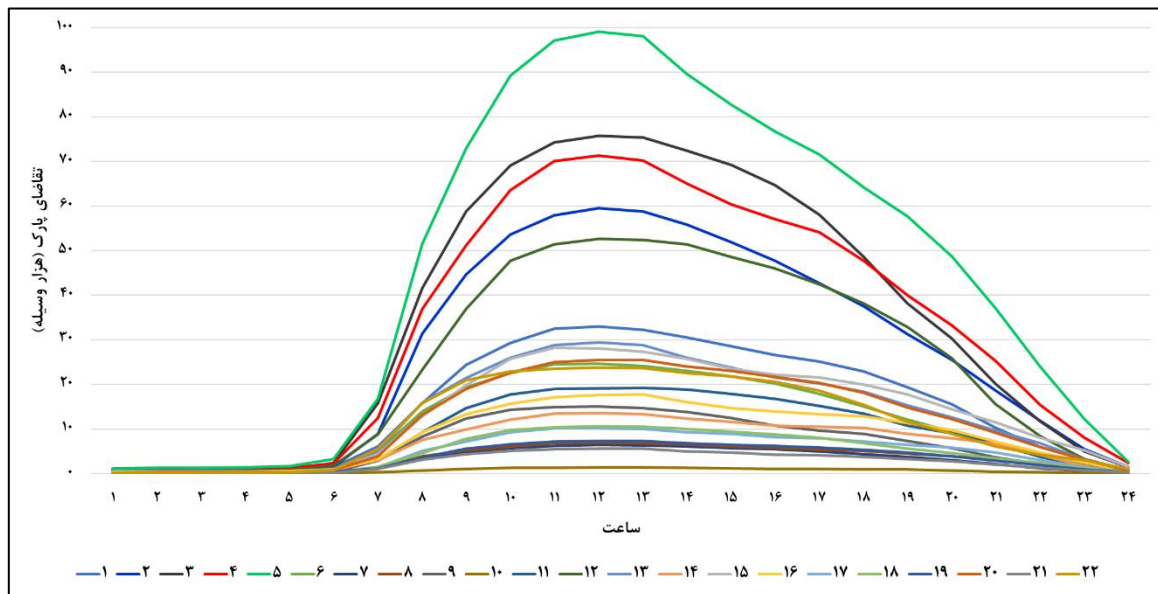
شکل ۳-۷: برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای مقصد بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)



شکل ۳-۸: برآورد تقاضای کل پارک حاشیه‌ای بر اساس پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)

۳-۲-۳- برآورد تقاضای پارک غیر حاشیه‌ای

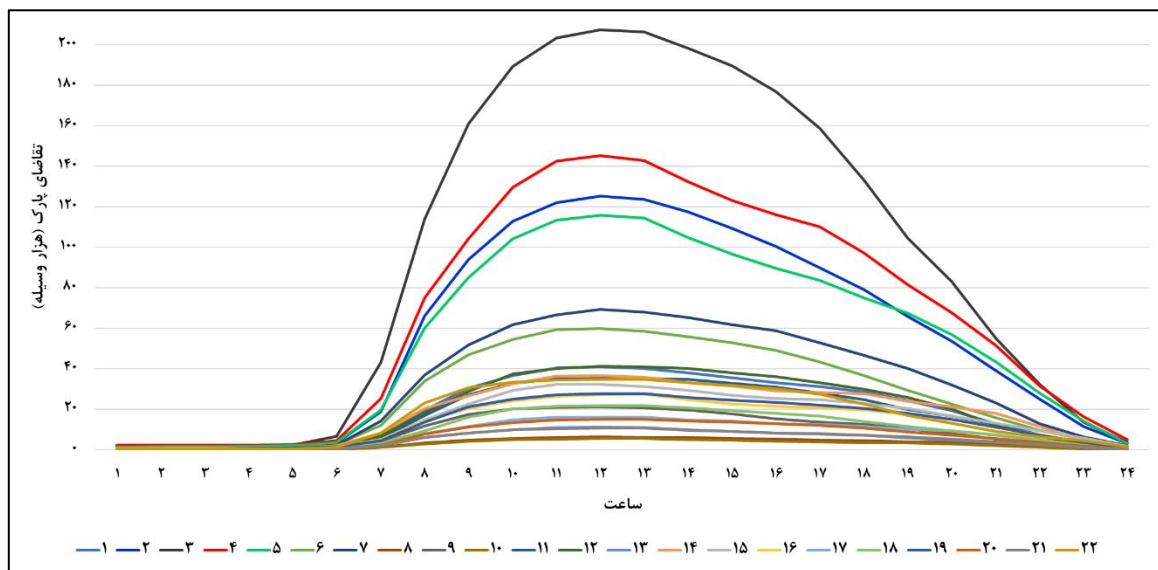
به منظور برآورد تقاضای پارکینگ غیر حاشیه‌ای بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل، تقاضای پارک محاسبه شده و سهم پارک غیر حاشیه‌ای بر اساس محدوده مقصد (طرح ترافیک، طرح کنترل آلودگی هوا و خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری) مطابق با اطلاعات تبلت برآورد شده و تقاضای آن محاسبه گردیده است. در شکل ۳-۹ نتایج برآورد تقاضای پارک غیر حاشیه‌ای بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد آورده شده است.



شکل ۳-۹: برآورد تقاضای پارک غیرحاشیه‌ای بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران (۱۳۹۳)

۳-۲-۴- برآورد تقاضای پارک در کاربری‌های مهم

برای برآورد تقاضای پارک در کاربری‌های مهم در مطالعات حاضر دو روش پیشنهاد می‌گردد. در روش اول با توجه به اطلاعات کاربری‌ها، از نرخ سفرسازی تهران یا ITE Parking Generation Manual تعداد فضای پارک مورد نیاز برآورد شود. روش دوم مبتنی بر پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل و پرسشگری تبلت است. بر این اساس تقاضای پارک اختصاصی به عنوان معیاری از تقاضای پارک کاربری‌های مهم لحاظ می‌شود (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰: برآورد تقاضای پارک اختصاصی کاربری‌های مختلف بر اساس اطلاعات پرسشگری مبدا-مقصد طرح جامع حمل‌ونقل تهران

**۳-۲-۵- برآورد مدت زمان پارک به تفکیک هدف سفر**

برای برآورد مدت زمان پارک به تفکیک هدف سفر و نوع پارک از اطلاعات پرسشگری تبلت استفاده می‌شود که نتایج آن مطابق با جدول ۳-۵ است. بر این اساس مشخص می‌گردد که بیشترین مدت زمان پارک متعلق به هدف سفر شغلی با حدود ۸ ساعت و سپس هدف سفر تحصیلی با متوسط زمان ۵ ساعت و ۳۵ است. همچنین متوسط کل زمان پارک در شهر تهران ۶ ساعت و ۲۳ دقیقه برآورد شده است.

جدول ۳-۵: برآورد مدت زمان پارک به تفکیک هدف و نوع پارک بر اساس اطلاعات پرسشگری تبلت

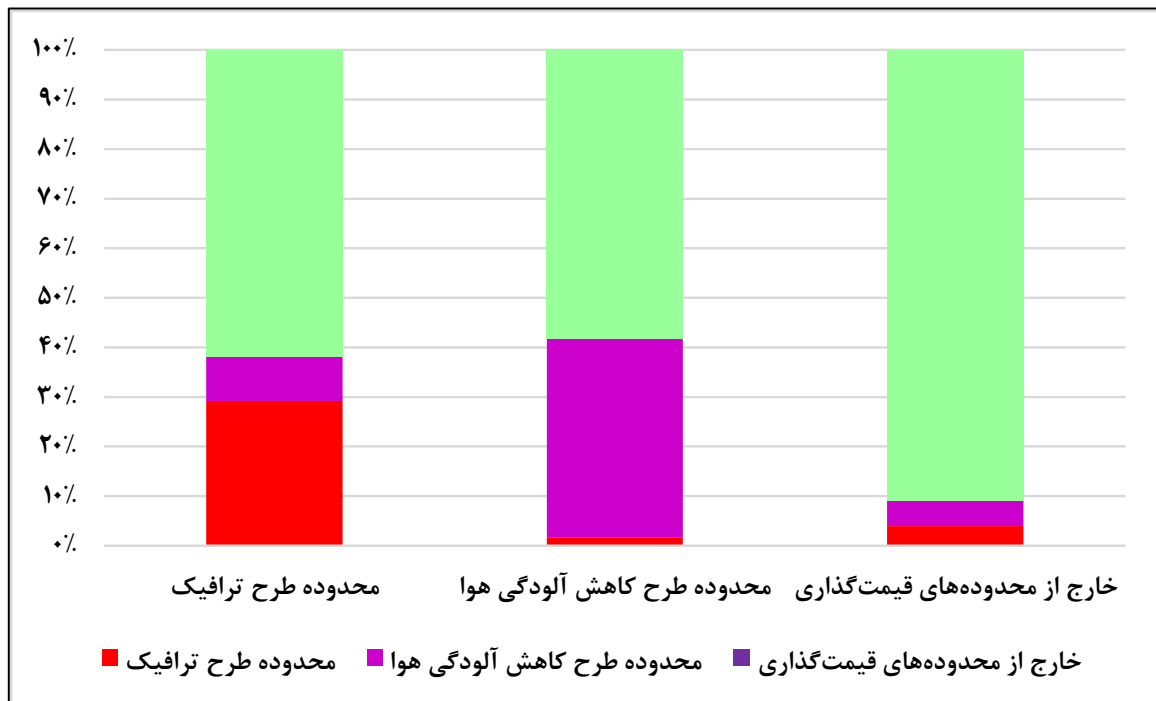
هدف	حاشیه‌ای رایگان	حاشیه‌ای غیر رایگان	پارکینگ عمومی	اختصاصی	کل
شغلی	۴۷۲	۴۸۷	۵۲۸	۴۹۲	۴۸۴
مراجعه به ادارات	۳۹	۷۱	۵۴	۴۶	۴۴
موارد پزشکی	۱۴۰	۹۴	۱۴۸	۹۳	۱۲۴
خرید	۶۵	۸۱	۱۲۴	۷۴	۷۹
تحصیلی	۳۰۴	۳۶۷	۳۶۷	۳۱۹	۳۳۵
تفریح و گردش	۱۰۱	۱۵۸	۱۹۵	۲۶۰	۱۳۷
سایر	۱۳۵	۶۰	۱۲۸	-	۱۳۱
کل	۳۵۸	۳۲۷	۴۱۴	۴۵۸	۳۸۳

۳-۲-۶- مدل باز توزیع پارکینگ

هدف از این بخش از مطالعه پاسخگویی به سوال زیر است:

- چند درصد از تقاضای پارک در هر ناحیه در ناحیه دیگری در اطراف مقصد مورد نظر پارک می‌نمایند؟

با توجه به محدودیت‌های شهر تهران، کسانی که وسیله نقلیه شخصی دارند اما بنا به دلایلی همچون عدم وجود فضای پارک یا محدودیت ترافیکی از وسیله خود استفاده نمی‌کنند به عنوان تقاضای پنهان در نظر گرفته می‌شوند. به منظور پاسخگویی به سوال مذکور، ابتدا تحلیل داده‌های پرسشنامه تهیه شده با عنوان «پرسشنامه کاربران» ضروری است. این اطلاعات در فرآیند تحلیل تقاضا با هدف شناخت بهتر عوامل موثر بر رفتار و انتخاب افراد به منظور ساخت مدل و توصیف عملکرد آن‌ها در راستای مطالعات طرح جامع و تفصیلی پارکینگ شهر تهران استفاده می‌شود. شکل ۳-۱۱ یک نگاه کلی از درصد سهم سفرها از محدوده‌های طرح ترافیک، طرح کاهش آلودگی هوا و خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری به مقصد سه محدوده تعیین شده نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین سفر با ۶۳/۸ درصد از مبدا خارج محدوده‌های قیمت‌گذاری به مقصد خارج محدوده‌های قیمت‌گذاری انجام شده است. به طور کلی، بیشترین مبادی مولد سفر و مقاصد جاذب سفر در خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری قرار می‌گیرند.

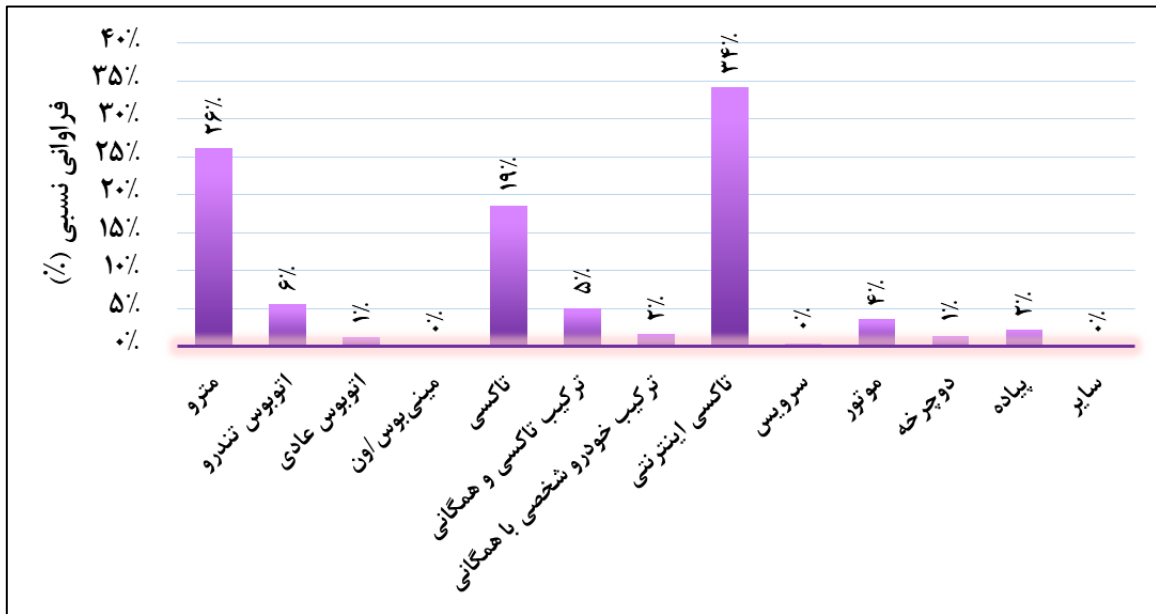


شکل ۳-۱۱: تحلیل آماری درصد سهم سفرها از مبدا (به تفکیک محدوده) به مقصد (به تفکیک محدوده)

در یخش پایانی اطلاعات عمومی سفر در پرسشنامه، از پرسش‌شوندگان پرسیده شد که در صورت عدم امکان استفاده از خودرو شخصی (به دلیل نبود فضای کافی پارک) برای همین سفر خاص (که تمامی اطلاعات همان سفر خاص از آن‌ها دریافت شده است)، از کدام شیوه حمل‌ونقلی برای انجام سفر خود استفاده می‌کنند.

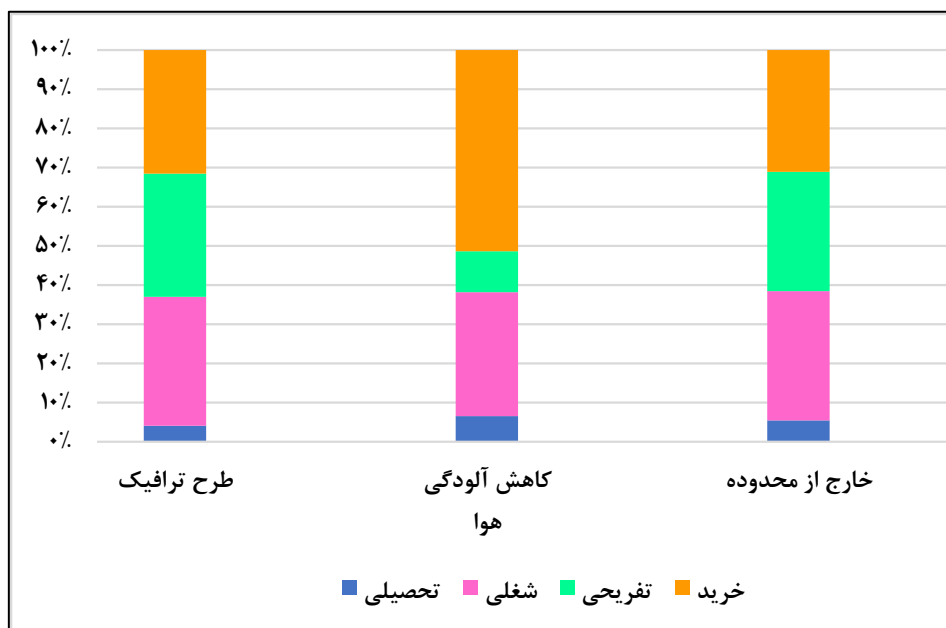
مطابق شکل ۳-۱۲، گزینه‌های تاکسی اینترنتی با ۳۴ درصد، مترو با ۲۷ درصد و تاکسی با ۱۹ درصد بیشترین پاسخ‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. لذا نتیجه‌گیری می‌شود در صورت تغییر شیوه سفر، دو گزینه تاکسی اینترنتی (اسنپ، تپسی و ...)، مترو و تاکسی برای کاربران پرسشگری شده، به ترتیب در اولویت ۱ تا ۳ قرار دارند. همچنین از شیوه‌های حمل‌ونقل پاک شامل دوچرخه‌سواری و پیاده‌مداری با سهم ۲ درصد به عنوان شیوه سفر جایگزین، استقبال خوبی نشده است.

لازم به ذکر است گزینه‌های ترکیب خودرو شخصی با همگانی و اتوبوس عادی با سهم ۱ درصدی، کمترین پاسخ‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. همانطور که پیشتر گفته شد افرادی که خودرو شخصی دارند اما بنا به دلایلی (نبود فضای پارک کافی) از سفر با خودرو شخصی خود امتناع می‌کنند، جزئی از تقاضای پنهان محسوب می‌شوند. لذا می‌توان تعداد کسانی را که به این سوال خاص پاسخ داده‌اند را به عنوان تقاضای پنهان پارک نیز در نظر گرفت.



شکل ۳-۱۲: تحلیل آماری درصد سهم شیوه سفر در صورت عدم امکان استفاده از خودرو شخصی

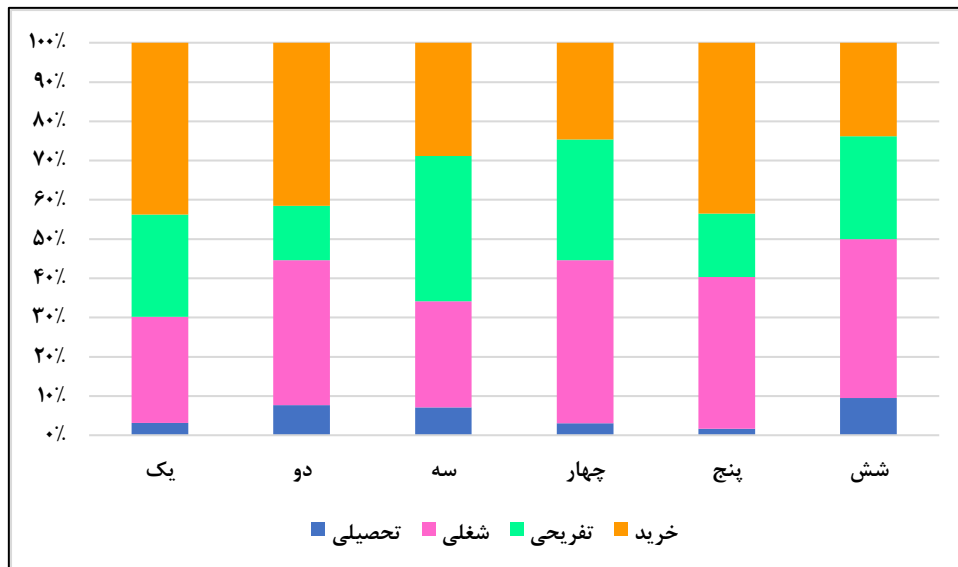
با توجه به دسته‌بندی گسترده اهداف سفر و فراوانی‌های متغیر آن، اهداف سفر به ۴ دسته اصلی شغلی، تحصیلی، تفریحی و خرید تقسیم شدند. لازم به ذکر است هدف سفرهای درمانی و مراجعه به ادارات به دلیل خرید خدمات در این بخش قرار می‌گیرند. شکل ۳-۱۳، سهم سفرها به تفکیک هدف سفر در سه محدوده تعیین شده را نشان می‌دهد. در محدوده طرح ترافیک، سفرها با درصد مساوی با هدف‌های خرید، تفریحی و شغلی انجام شده‌است. در محدوده طرح کاهش آلودگی هوا، بیشترین سهم سفرها به ترتیب با هدف خرید و شغلی است. در خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری، بیشترین سفرها به ترتیب با هدف شغلی، خرید و تفریح انجام شده است.



شکل ۳-۱۳: تحلیل آماری سهم سفرها به تفکیک هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریحی در سه محدوده تعیین شده



لازم به ذکر است، جهت تفکیک سه محدوده محدوده طرح ترافیک، طرح کاهش آلودگی هوا و خارج از محدوده قیمت گذاری در راستای مطالعات پارکینگ، شش پهنه جدید با هدف تامین پراکندگی در سطح شهر تهران و پوشش دهی تمامی مناطق ۲۲-گانه شهر تهران پیشنهاد شده است (در گزارش بند دوم توضیحات تکمیلی ارائه شده است). شکل ۳-۱۴ سهم سفرها را به تفکیک هدف‌های ذکر شده در شش پهنه تعیین شده نشان می‌دهد. به طور کلی بیشترین سفرها به مقصد پهنه سوم (یا شمالی) در مناطق ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ انجام شده است.



شکل ۳-۱۴: تحلیل آماری سهم سفرها به تفکیک هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریحی در شش پهنه تعریف شده

جدول ۳-۶: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف در محدوده‌های مقصد سفر (سه محدوده تعیین شده)

محدوده مقصد سفر			
تحصیلی	شغلی	تفریحی	خرید
۴	۳۲	۳۲	۳۲
۵	۳۳	۳۰	۳۲
۷	۳۲	۱۱	۵۰
خارج از محدوده			

جدول ۳-۷: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف در محدوده‌های مقصد سفر (شش پهنه تعیین شده)

محدوده مقصد سفر					
تحصیلی	شغلی	تفریحی	خرید	یک	دو
۳	۲۷	۲۶	۴۴	۳	۸
۱۰	۴۰	۲۶	۲۴	۲	۳۶
۲	۳۸	۱۶	۴۴	۳	۲۷
۳	۴۲	۳۰	۲۵	۷	۲۹
سه	۲۷	۳۷	۲۹	۲۷	۴۲
چهار	۴۲	۳۰	۲۵	۲۷	۴۲
پنج	۳۸	۱۶	۴۴	۲۷	۲۹
شش	۲۷	۲۶	۲۴	۲۷	۲۹



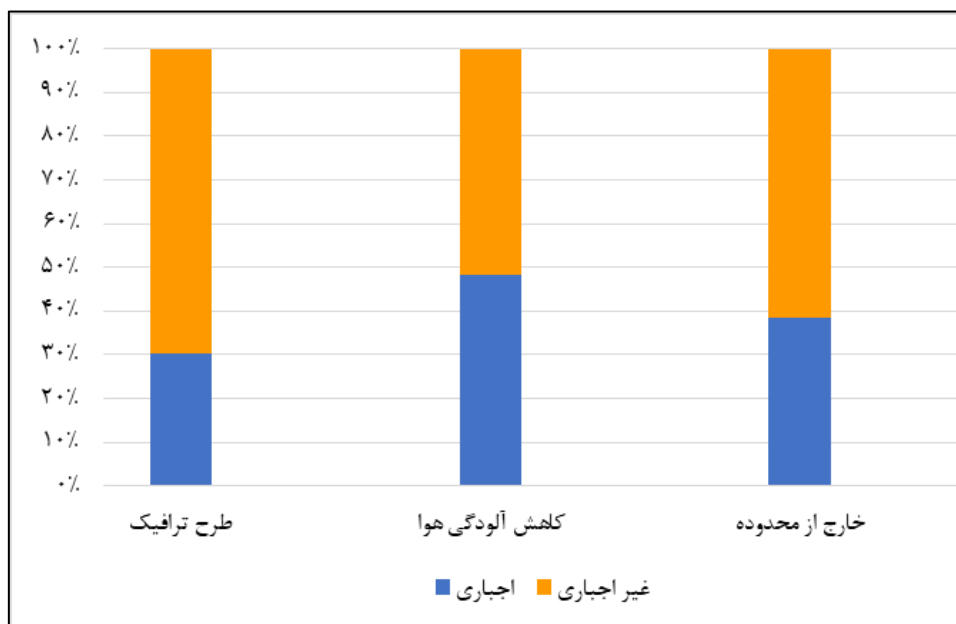
شایان ذکر است اهداف سفر به دو دسته کلی تر سفرهای اجباری و غیر اجباری نیز دسته‌بندی شده‌اند. سفرهای اجباری شامل اهداف سفر شغلی و تحصیلی و سفرهای غیر اجباری شامل اهداف سفر تفریحی و خرید هستند. شکل ۳-۱۵ درصد سهم سفرها را به تفکیک اهداف سفر اجباری و غیر اجباری در سه محدوده تعیین شده نشان می‌دهد. در محدوده طرح ترافیک، ۷۰ درصد سفرها با هدف غیر اجباری و ۳۰ درصد با هدف اجباری انجام شده است. در محدوده طرح کاهش آلودگی هوا، سهم سفرهای غیر اجباری با ۵۲ درصد نسبت به سهم سفرهای اجباری با ۴۸ درصد بیشتر است. در مقایسه با محدوده‌های ذکر شده، سفرها در خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری نتیجه متفاوتی ندارد. سهم سفرهای غیر اجباری ۶۲ درصد و سهم سفرهای اجباری ۳۸ درصد است.

جدول ۳-۸: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف‌های اجباری و غیر اجباری در محدوده‌های مقصد سفر (سه محدوده تعیین شده)

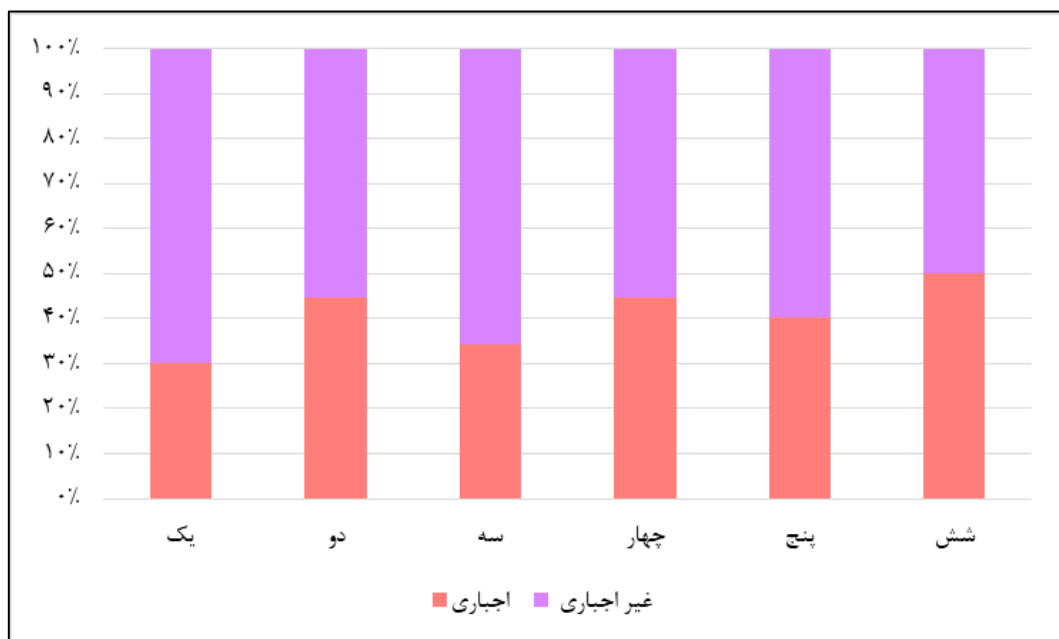
محدوده مقصد سفر				
خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری				
هدف	اجباری	طرح ترافیک	طرح کاهش آلودگی هوا	قیمت‌گذاری
سفر	غیر اجباری	۷۰	۵۲	۶۲
هدف	اجباری	۳۰	۴۸	۳۸

جدول ۳-۹: فراوانی نسبی (درصد) سفرها به تفکیک هدف‌های اجباری و غیر اجباری در محدوده‌های مقصد سفر (شش پهنه تعیین شده)

محدوده مقصد سفر							
هدف سفر	اجباری	یک	دو	سه	چهار	پنج	شش
غیر اجباری	۷۰	۵۵	۵۵	۶۶	۵۵	۶۰	۵۰
اجباری	۳۰	۴۵	۴۵	۳۴	۴۵	۴۰	۵۰



شکل ۳-۱۵: تحلیل آماری سفرها به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری در سه محدوده تعیین شده

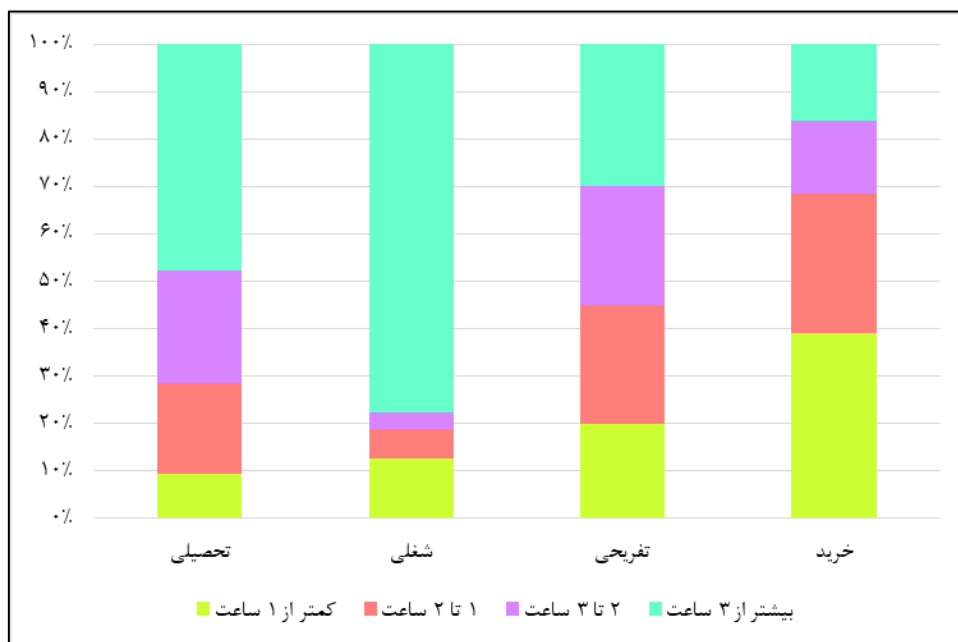


شکل ۳-۱۶: تحلیل آماری سفرها به تفکیک هدف سفر اجباری و غیراجباری در شش پهنه تعریف شده

به طور کلی می توان تقاضای مکان های پارک را بر حسب مدت زمان پارک به سه گروه تقسیم نمود:

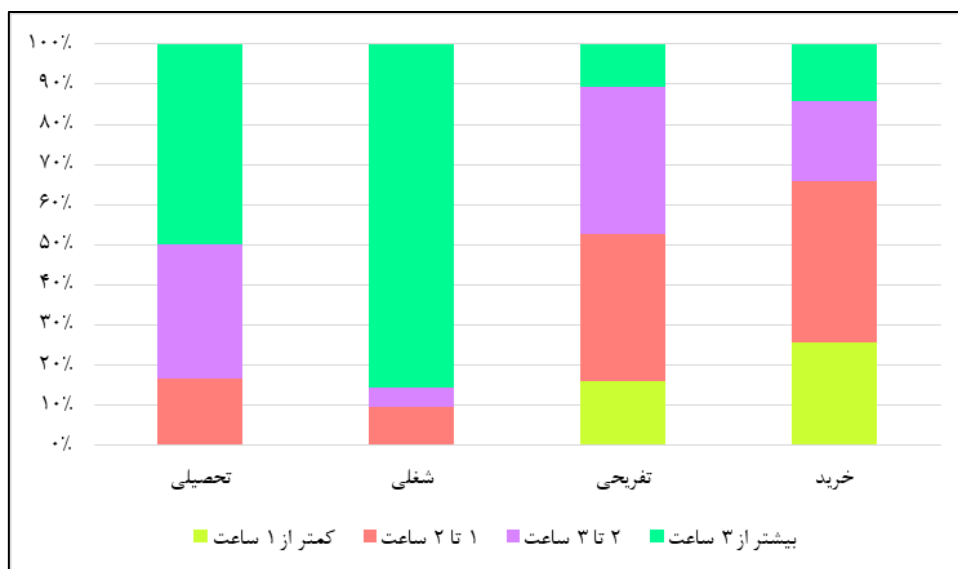
- پارک کنندگان با زمان پارک کوتاه مدت (معمولا کمتر از یک ساعت) که اکثرا جهت انجام امور شخصی به صورت کوتاه مدت اقدام به پارک می نمایند.
- پارک کنندگان با زمان پارک میان مدت (معمولا بیش از ۱ ساعت و کمتر از ۳ الی ۴ ساعت) که اکثرا جهت مراجعه به ادارات، سازمان های مختلف یا به قصد خرید صورت می پذیرد.
- پارک کنندگان با زمان پارک طولانی مدت (معمولا بیش از ۳ الی ۴ ساعت) که اکثر این گروه را افراد شاغل در مراکز تجاری، کارمندان ادارات و دفاتر و یا صاحبان مغازه ها تشکیل می دهند.

لذا در این مطالعه، با توجه به اطلاعات دریافت شده مدت زمان پارک وسایل نقلیه در ۴ دسته (کمتر از ۱ ساعت، ۱ تا ۲ ساعت، ۲ تا ۳ ساعت و بیشتر از ۳ ساعت) در نظر گرفته شده است. شکل ۳-۱۷ مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه با اهداف مختلف سفر در پارک های حاشیه ای و شکل ۳-۱۸ در پارکینگ های عمومی را نشان می دهد. به طور کلی مدت زمان پارک وسیله نقلیه به قصد هدف شغلی، در پارک های حاشیه ای بیشتر از سایر اهداف سفر است. همچنین در تمامی اهداف سفر (به جز خرید)، بیشترین مدت زمان پارک بیشتر از ۳ ساعت مشاهده می شود. کمترین مدت زمان پارک در هدف شغلی به ترتیب مربوط به بازه های زمانی ۲ تا ۳ ساعت و ۱ تا ۲ ساعت است. برای هدف سفر خرید، بیشترین مدت زمان پارک در بازه زمانی ۱ تا ۲ ساعت قرار دارد.

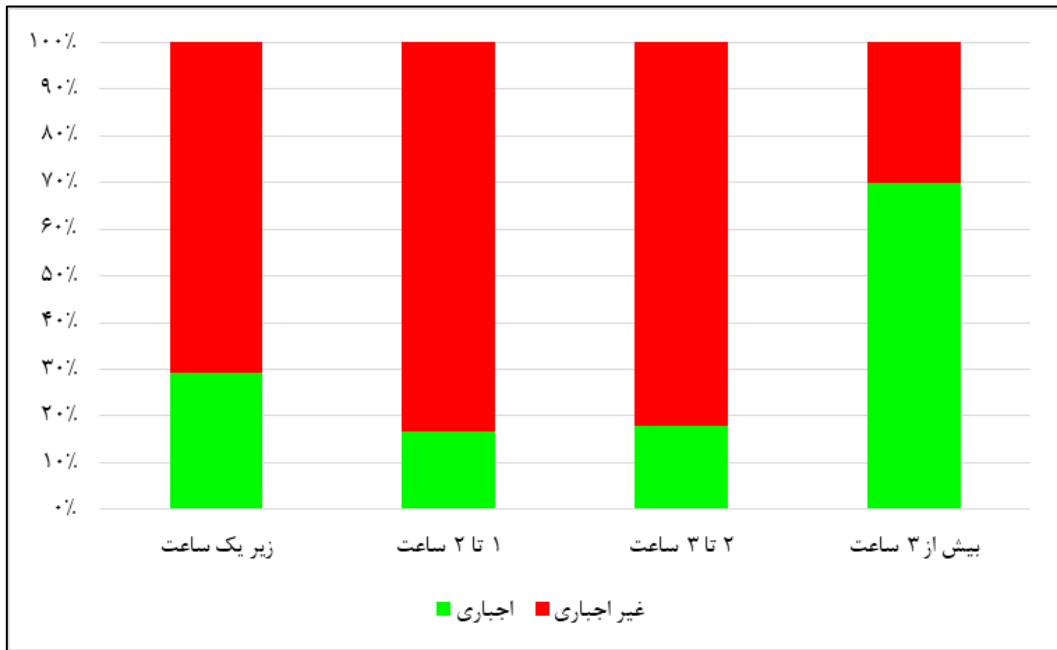


شکل ۳-۱۷: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف سفر مختلف (پارک حاشیه‌ای)

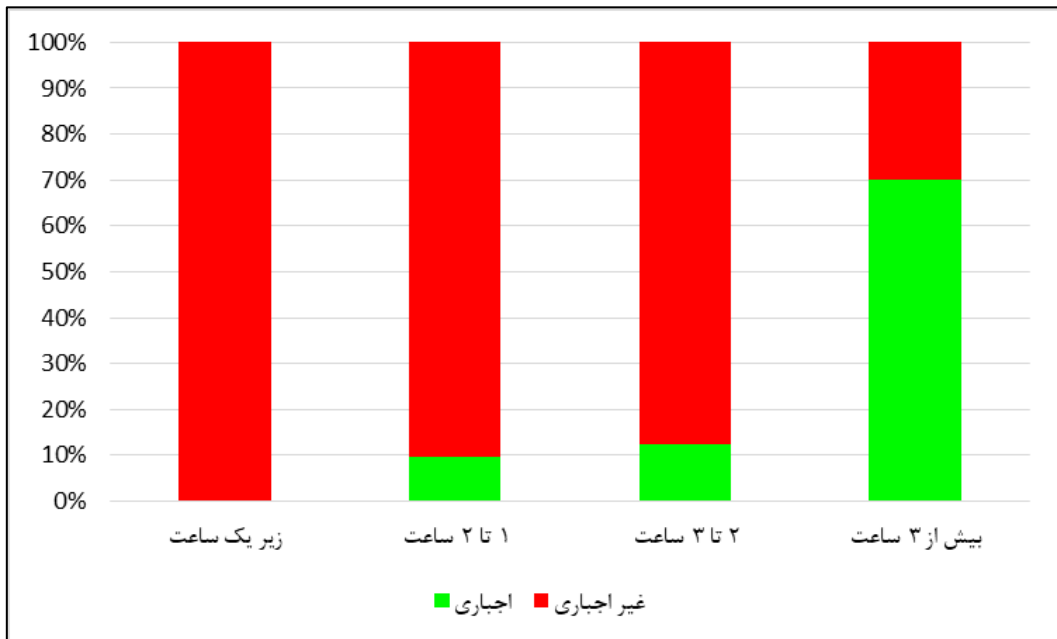
مطابق شکل ۳-۱۸ در پارکینگ‌های عمومی، بیشترین مدت زمان پارک مربوط به هدف سفر شغلی است، سپس هدف تحصیلی در رتبه دوم قرار دارد. همچنین بیشترین مدت زمان پارک جهت هدف سفرهای خرید و تفریحی با فاصله نزدیکی شامل بازه زمانی ۱ تا ۲ ساعت و ۲ تا ۳ ساعت است. شکل ۳-۱۹ و شکل ۳-۲۰ درصد مقایسه مدت زمان پارک به تفکیک هدف‌های اجباری و غیر اجباری به ترتیب در پارک‌های حاشیه‌ای و پارکینگ‌های عمومی را نشان می‌دهند. در هر دو نوع پارکینگ، بیشترین مدت زمان پارک مربوط به سفرهای اجباری (شغلی و تحصیلی) است.



شکل ۳-۱۸: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف سفر مختلف (پارکینگ عمومی)



شکل ۳-۱۹: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه (پارک حاشیه‌ای)



شکل ۳-۲۰: مقایسه درصد مدت زمان پارک وسایل نقلیه (پارکینگ عمومی)

جدول ۳-۱۰ نیز مقایسه متوسط مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف مختلف سفر را نشان می‌دهد.



جدول ۳-۱۰: مقایسه متوسط مدت زمان پارک وسایل نقلیه در اهداف مختلف سفر

متوسط زمان پارک (ساعت)								محدوده مقصد / هدف سفر	
کل اهداف سفر	سایر	دیدار آشنایان	درمانی	کار اداری	خرید	تفریحی	تحصیلی		
۳:۴۲	۲:۱۵	۴:۵۲	۱:۰۸	۱:۲۹	۱:۵۸	۲:۱۹	۳:۰۰	۷:۳۱	محدوده طرح ترافیک
۳:۵۹	۰:۴۵	۰:۰۰	۱:۳۴	۱:۳۱	۱:۴۵	۱:۵۲	۴:۳۰	۶:۵۹	محدوده طرح کاهش آلودگی هوا
۴:۲۳	۲:۰۱	۳:۰۸	۲:۳۴	۴:۳۳	۱:۵۰	۲:۵۲	۳:۲۷	۷:۴۲	خارج از محدوده های قیمت گذاری
۴:۱۳	۱:۵۵	۳:۲۹	۲:۰۹	۳:۱۵	۱:۵۱	۲:۴۲	۳:۳۶	۷:۳۴	کل شهر

یکی از عوامل تأثیرگذار در انتخاب محل پارکینگ، مسافت پیاده‌روی بین پارکینگ تا مقصد نهایی سفر است. بیشتر رانندگان تمایل دارند تا به‌منظور دسترسی به مقصد موردنظر، وسیله نقلیه خود را در کمترین فاصله از مقصد پارک کنند و با توجه به وجود عوامل مختلف مؤثر بر فاصله مطلوب پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد در میان کاربران، محدوده مسافت موردپذیرش افراد برای پیاده‌روی متفاوت است. از جمله عوامل مؤثر بر مسافت مطلوب پیاده‌روی می‌توان به محدوده مقصد سفر، هدف سفر، مدت‌زمان پارک و نوع پارکینگ مورد استفاده شامل پارکینگ حاشیه‌ای و پارکینگ عمومی اشاره نمود. منظور از مسافت مطلوب پیاده‌روی مسافتی است که رانندگان براساس عادت، نوع سفر و مدت زمان پارک وسیله‌نقلیه خود، حاضر به پیاده‌روی از محل پارک خودرو تا مقصد هستند. مدت زمان پارک، نشان‌دهنده طول زمانی است که وسایل نقلیه در پارک باقی می‌مانند و توزیع و مقدار متوسط آن در مطالعات پارکینگ از اهمیت زیادی برخوردار است. این مشخصه وابستگی زیادی به ویژگی‌های افراد و هدف سفر آن‌ها دارد.

در این بخش به تعیین مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد نهایی پرداخته می‌شود و بدین منظور از تحلیل نتایج پرسشگری صورت گرفته استفاده شده است. لازم به ذکر است به منظور تعیین کمیت مورد استفاده در سوالات، به صورت آزمایشی تعدادی پرسشنامه با استفاده از واحد مسافت و تعدادی نیز با استفاده از واحد زمان (مدت زمان پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد نهایی بر حسب دقیقه) طراحی شد و در یک نمونه‌برداری تصادفی تکمیل گردید. بررسی نتایج حاصل از پرسشنامه‌های آزمایشی تکمیل شده نشان داد که افراد پاسخگو درک بهتری از زمان پیاده‌روی نسبت به مسافت پیاده‌روی بین محل پارک تا مقصد دارند. لذا در پرسشنامه نهایی، سوالات با استفاده از واحد زمانی طراحی شدند. اما در بخش تحلیل‌ها تمامی زمان‌های درک شده به مسافت تبدیل گردیدند.

سرعت پیاده‌روی افراد در شرایط جریان آزاد، بسته به سن، جنس، وضعیت جسمانی عابر و سایر عوامل از قبیل منظور از سفر پیاده، زمان سفر و شرایط محیطی و جوی متفاوت است. اشخاص سالم می‌توانند سرعت پیاده‌روی خود را از حد کندروی به میزان $0/9-0/6$ متر در ثانیه تا حد تندروی به میزان $1/8-1/5$ متر بر ثانیه تغییر دهند. به طور کلی میانگین سرعت آزاد پیاده‌روی بزرگسالان با افزایش سن کاهش می‌یابد. با وجود این ممکن است در هر گروه سنی افراد کندرو یا تندرو مشاهده شود. حداکثر سرعت پیاده‌روی مشاهده شده در گروه سنی ۲۵-۱۳ برابر $1/33$ متر بر ثانیه و حداقل آن در گروه سنی بالای ۵۵ برابر $1/05$ متر بر ثانیه بوده است. از نظر توزیع جنسی سرعت پیاده‌روی، متوسط سرعت خانم‌ها حدود ۵ تا ۱۰ درصد کمتر از آقایان مشاهده شده است. در ارتباط با تاثیر نوع کاربری معبر در



سرعت‌های پیاده‌روی مشاهده می‌شود که بالاترین سرعت مربوط به عبور از عرض خیابان ($1/3$ متر بر ثانیه) و کمترین سرعت در گردشگاه‌ها ($1/1$ متر بر ثانیه) بوده و در سایر کاربری‌ها متوسط سرعت آزاد پیاده‌روی در حدود $1/2$ متر بر ثانیه نسبتاً ثابت است. در نتیجه جهت تبدیل زمان درک‌شده پیاده‌روی به مسافت، میانگین سرعت پیاده‌روی معادل $1/2$ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است.

مسافت پیاده‌روی قابل قبول بستگی به منظور از سفر، کل زمان سفر مربوط به آن، وضعیت جسمی پیاده، شرایط محیطی پیاده‌رو، میزان ایمنی و امنیت مسیر پیاده‌روی و در بعضی موارد عوامل اقتصادی دارد. مسافت پیاده‌روی به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در شکل‌دهی فضاهای شهری، تعیین محدوده خدمات موثر سیستم حمل‌ونقل عمومی، مکان‌یابی و ارزیابی گذرگاه‌های ویژه پیاده و امثال آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علاوه در مدیریت ترافیک شهری نیز می‌توان با تشویق پیاده‌روی در مسافت‌های کوتاه بخش عمده‌ای از سفرهای سواره را کاهش داد. بررسی رابطه مسافت پیاده‌روی و سن افراد نشان‌دهنده یک روند نزولی در گروه‌های سنی بزرگسال (بالای ۱۸ سال) همراه با حداکثر طول در گروه سنی ۱۸ تا ۲۹ سال است. گروه سنی زیر ۱۸ سال که بالاترین تعداد سفرهای پیاده شهری را به خود اختصاص می‌دهد به طور متوسط ۶۰۰ متر پیاده‌روی می‌کنند. مقادیر میانگین طول سفر در گروه‌های مختلف شغلی نزدیکی بیشتری نشان می‌دهند و به استثنا گروه شغلی کارمند که در حدود ۵۷۰ متر است، سایر گروه‌ها در حدود ۶۸۰-۵۶۰ متر پیاده‌روی اعلام نموده‌اند.

در ارتباط با گروه‌های تحصیلی مختلف مشاهده می‌شود که با افزایش میزان تحصیلات از طول پیاده‌روی کاسته شده است. این روند احتمالاً می‌تواند انعکاسی از افزایش ارزش وقت افراد باشد.

در این بخش، نتایج حاصل از بررسی و تحلیل نتایج پرسشنامه در خصوص متغیرهای مسافت مطلوب پیاده‌روی، مدت زمان جستجوی محل پارک، مدت زمان پیاده‌روی بین محل پارکینگ و مقصد نهایی و مدت زمان پارک در محل مورد نظر برای اهداف شغلی، تحصیلی، خرید و تفریح به صورت جداگانه نشان داده می‌شود. در ادامه نتایج مربوط به تحلیل صورت گرفته به تفکیک متغیرهای مختلف ارائه می‌گردد.

در این قسمت از گزارش به بررسی رابطه میان ویژگی‌های رانندگان و سفر آن‌ها و حداکثر مسافتی که آن‌ها تمایل دارند تا بین محل پارک و مقصد نهایی طی کنند، پرداخته شده است. تمایل به پیاده‌روی به تفکیک چهار هدف سفر شامل: سفرهای شغلی، تحصیلی، خرید و تفریحی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور سطوح مختلف پیاده‌روی بین مکان پارک خودرو و مقصد نهایی تعریف شده است. مسافت پیاده‌روی به جهت ملموس بودن نتایج در سه دسته، کمتر از ۲۵۰ متر، ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر و بیشتر از ۵۰۰ متر تقسیم شده‌اند.

رابطه بین حداکثر مسافتی که رانندگان خودرو تمایل به پیاده‌روی دارند (متغیر وابسته) و ویژگی افراد و سفر (متغیر مستقل) با استفاده از تحلیل‌های رگرسیون چندجمله‌ای بررسی شده است. مدل رگرسیون چندجمله‌ای در نظر گرفته شده به صورت زیر است:



$$\ln\left(\frac{P(\text{alternative } k)}{P(\text{reference})}\right) = b_{k0} + \sum_l (b_{kl} \cdot X_l)$$

که در آن:

$P(\text{alternative } k)$: گزینه انتخابی k

$P(\text{reference})$: گزینه مرجع

b_{k0} : ثابت ویژه گزینه k

b_{kl} : پارامتر گزینه k و ویژگی l

X_l : مقدار ویژگی l

پیش از شروع تجزیه و تحلیل مدل رگرسیون، یک ماتریس همبستگی برای بررسی همبستگی میان همه متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده، ایجاد شد و مشاهده گردید که میان متغیرها همبستگی قابل توجهی وجود ندارد. براساس این تحلیل، تمامی متغیرهای مستقل در تحلیل رگرسیون استفاده شد. متغیرهای وابسته به چند دسته تقسیم شدند. برای یافتن یک مدل بهینه، مدل‌هایی با اعداد مختلف از دسته فاصله مورد آزمایش قرار گرفتند. براساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که مدل بهینه را می‌توان برای سه دسته مسافت ایجاد کرد:

- دسته اول: کمتر از ۲۵۰ متر
- دسته دوم: بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر
- دسته سوم: بیش از ۵۰۰ متر

که دسته اول (کمتر یا مساوی ۲۵۰ متر) به عنوان دسته مرجع مورد استفاده قرار گرفت.

طبق نتایج بدست آمده، حداکثر این مسافت برای هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریح پارکینگ‌های حاشیه‌ای به ترتیب برابر کمتر از ۲۵۰ متر، بیشتر از ۵۰۰ متر، ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر و کمتر از ۲۵۰ متر است. بنابراین، مسافت مطلوب پیاده‌روی برای سفرهای انجام‌شده به قصد تحصیل دارای بیشترین مقدار و برای سفرهای انجام‌شده با هدف شغلی و خرید دارای کمترین مقدار است. ذکر این نکته ضروری است که منظور از هدف سفر خرید در مطالعه حاضر، سفرهای انجام‌شده به مراکز عمده و جزئی سفر و انجام کار اداری است. شکل ۳-۲۱ نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک به مقصد در پارک‌های حاشیه‌ای نشان می‌دهد.

با استفاده از این سهم سفرها برای هر یک از اهداف سفر، میانگین مسافت مطلوب پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد نهایی در هنگام پارک حاشیه‌ای در شهر تهران به طور تقریبی برابر ۲۵۰ متر است.



شکل ۳-۲۱ و جدول ۳-۱۱، فراوانی نسبی سهم مسافت پیاده‌روی به تفکیک اهداف سفر در پارک‌های حاشیه‌ای نشان داده شده است. بیشترین میزان مسافت پیاده‌روی برای هدف سفر تحلیلی برای مسافت‌های بیشتر از ۵۰۰ متر بوده است. در سفرهای شغلی در پارک حاشیه‌ای میزان تمایل به پیاده‌روی کمتر بوده و تمایل به پارک در نزدیکی مقصد بیشتر است. همچنین در سفرهای خرید بیشترین درصد مربوط به مسافت پیاده‌روی متوسط (۲۵۰ تا ۵۰۰ متر) بوده است.

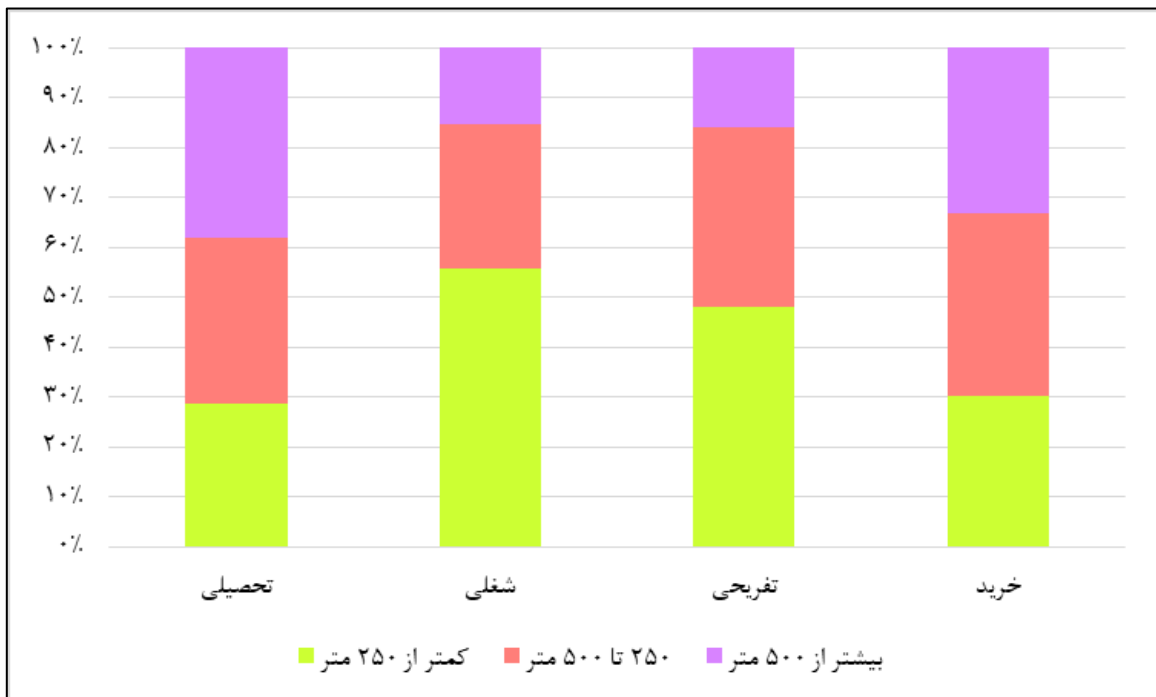
در شکل ۳-۲۲ و جدول ۳-۱۲، حدود مسافت مطلوب پیاده‌روی افراد در پارکینگ‌های عمومی برای اهداف مختلف سفر نشان داده شده است. میانگین این مسافت برای هدف‌های شغلی، تحصیلی، خرید و تفریح در پارکینگ‌های عمومی برابر کمتر از ۲۵۰ متر است. بنابراین در میان سفرهای انجام‌شده، مسافت مطلوب پیاده‌روی در تمامی اهداف سفر معادل کمتر از ۲۵۰ متر است. لذا نتیجه‌گیری می‌شود اشخاصی که در پارکینگ‌های عمومی پارک می‌کنند انتظار مسافت پیاده‌روی کوتاه‌تری را نیز دارند. همچنین شکل ۳-۲۳ و شکل ۳-۲۴ نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک به مقصد را با هدف سفرهای اجباری و غیر اجباری به ترتیب در پارک‌های حاشیه‌ای و پارکینگ‌های عمومی نشان می‌دهند. در هر دو نوع پارکینگ، بیشترین مسافت پیاده‌روی مرتبط با هدف سفرهای اجباری (شغلی و تحصیلی) است.

جدول ۳-۱۱: فراوانی نسبی درصد سهم مسافت پیاده‌روی به تفکیک اهداف سفر در پارک‌های حاشیه‌ای

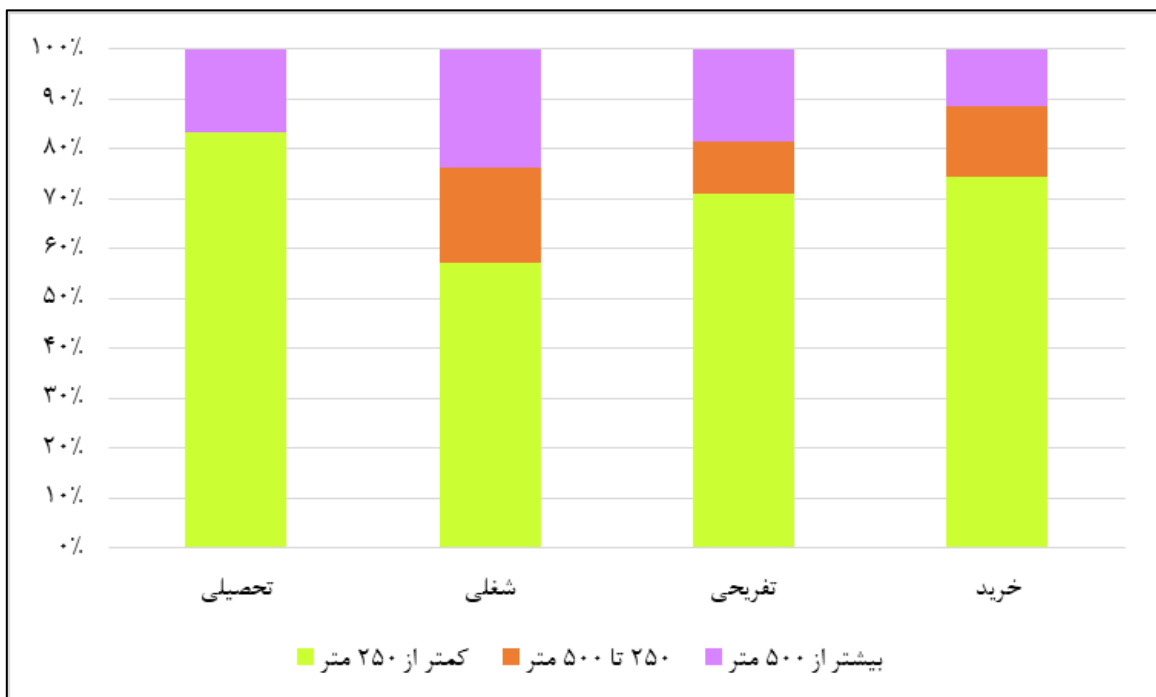
هدف سفر				مسافت پیاده‌روی	نوع پارک
خرید	تفریحی	شغلی	تحصیلی		
۳۰	۴۸	۵۶	۲۹	کمتر از ۲۵۰ متر	پارک حاشیه‌ای
۳۷	۳۶	۲۹	۳۳	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر	
۳۳	۱۶	۱۵	۳۸	بیشتر از ۵۰۰ متر	

جدول ۳-۱۲: فراوانی نسبی درصد سهم مسافت پیاده‌روی به تفکیک اهداف سفر در پارکینگ‌های عمومی

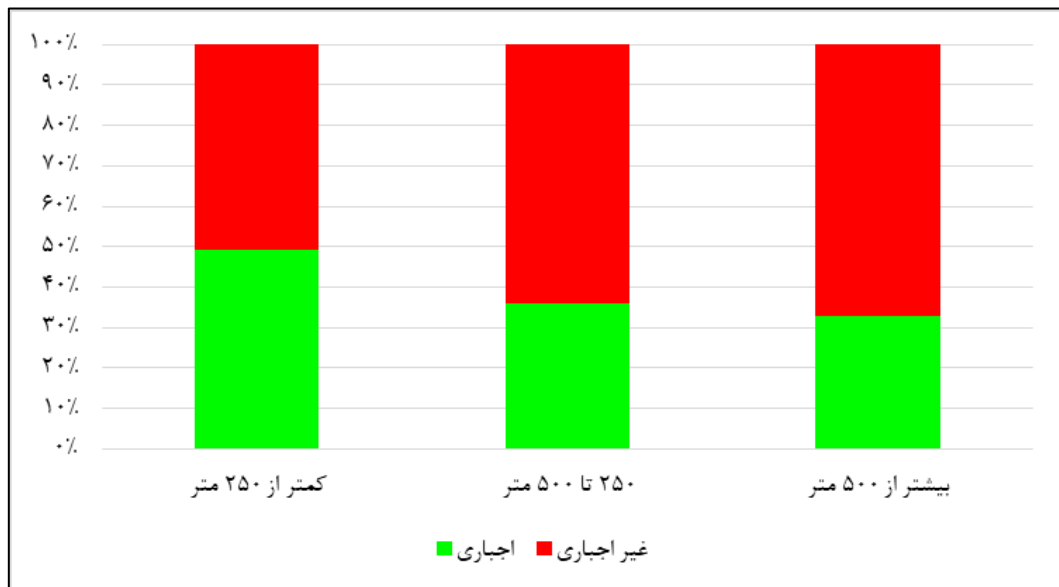
هدف سفر				مسافت پیاده‌روی	نوع پارک
خرید	تفریحی	شغلی	تحصیلی		
۷۴	۷۱	۵۷	۸۳	کمتر از ۲۵۰ متر	پارکینگ عمومی
۱۴	۱۱	۱۹	۰	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر	
۱۱	۱۸	۲۴	۱۷	بیشتر از ۵۰۰ متر	



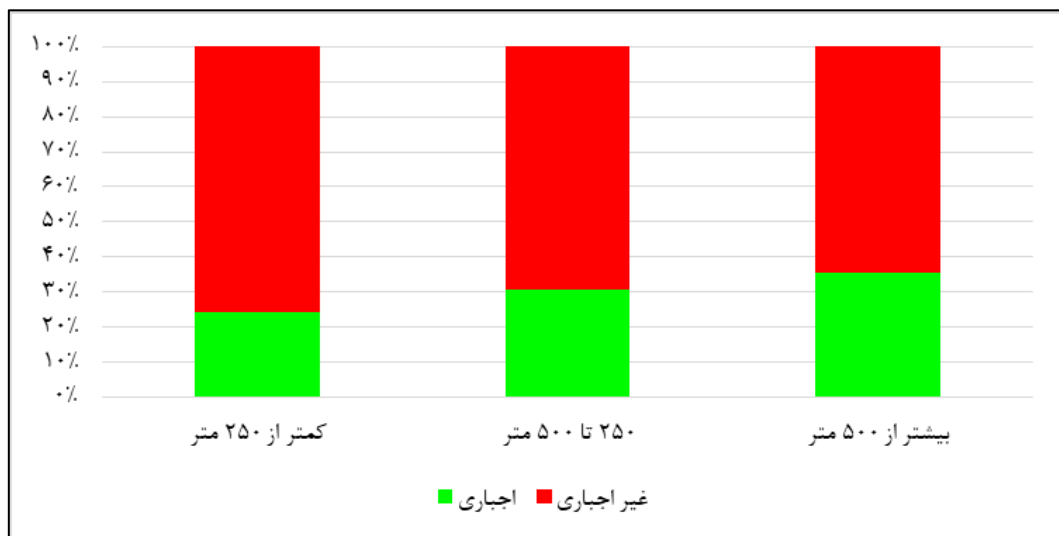
شکل ۳-۲۱: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر (پارک حاشیه‌ای)



شکل ۳-۲۲: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر (پارکینگ عمومی)



شکل ۳-۲۳: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری (پارک حاشیه‌ای)



شکل ۳-۲۴: نتایج تحلیل اطلاعات مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر اجباری و غیر اجباری (پارکینگ عمومی)

با بررسی نتایج بدست آمده مشخص شد که در پارک حاشیه‌ای به نسبت پارکینگ عمومی، مسافت کمتری به صورت پیاده بین محل پارک و مقصد نهایی طی می‌شود.

در شهر تهران به دلیل شیوه متفاوت شهرسازی، فضای زیادی در شهر به ساخت پارکینگ عمومی اختصاص داده شده است. به دلیل همین امر و وجود پارکینگ عمومی در فواصل نزدیک به مقصد، تمایل به استفاده از خودروی شخصی در شهر تهران بیشتر از استفاده از حمل‌ونقل عمومی بوده و همچنین موجب کاهش فاصله پیاده‌روی بین محل پارک و مقصد نهایی شده و تأثیر مستقیمی در میزان ازدحام و ترافیک شهر دارد.



بنابراین، با توجه به سیاست‌گذاری‌ها در ساخت پارکینگ‌های عمومی نزدیک به مقاصد جذب‌کننده سفر در تهران، مسافت پیاده‌روی نسبت به شهرها و کشورهای دیگر کمتر است.

در جدول ۳-۱۳ بازه مطلوب مسافت پیاده‌روی به تفکیک هدف سفر نشان داده شده است.

جدول ۳-۱۳: بازه مطلوب مسافت پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد به تفکیک هدف سفر

بازه پیاده‌روی (متر)	حداکثر مسافت (متر)	حداقل مسافت (متر)	انحراف معیار (متر)	میانگین مسافت پیاده‌روی (متر)	هدف سفر
(۱۸۳-۷۷۰)	۷۷۰	۱۸۳	۲۹۴	۴۷۷	تحصیلی
(۷-۹۱۸)	۹۱۸	۷	۴۵۵	۴۶۳	خرید
(۸۶-۵۵۳)	۵۵۳	۸۶	۲۳۴	۳۲۰	تفریحی
(۴۳-۵۲۵)	۵۲۵	۴۳	۲۴۱	۲۸۴	شغلی

نوع سفر و هدف آن می‌تواند تأثیر زیادی بر فاصله پیاده‌روی از محل پارکینگ تا مقصد داشته باشد و نیازها و زمان‌های مختلف در زندگی افراد موجب این تفاوت‌ها می‌شود.

براساس بررسی‌ها فاصله پیاده‌روی از محل پارکینگ تا مقصد، در سفرهای تحصیلی نسبت به سفرهای خرید، تفریحی و شغلی بیشتر است و دلیل این امر می‌تواند به دلیل ازدحام زیاد و عدم وجود فضای پارکینگ در نزدیکی دانشگاه‌ها است. همچنین میزان انحراف معیار و پراکندگی در سفرهای خرید بیشتر از هدف‌سفرهای دیگر است و مردم در سفرهای خرید و تحصیلی تمایل بیشتری به دورتر پارک کردن خودرو و پیاده‌روی تا مقصد دارند. همچنین، در سفرهای شغلی نیز، به دلیل ضروریات کاری و زمان‌بندی مشخص، تمرکز بیشتری بر مقصد و کاهش فاصله پیاده‌روی ممکن است وجود داشته باشد. نتیجه‌گیری می‌شود جهت برآورد تقاضای پارک حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای و پس از آن مدیریت پارک وسایل نقلیه در شهرها، متغیرهای تأثیرگذاری وجود دارد. این مطالعه به بررسی و تعیین دو متغیر موثر در تقاضای پارک شامل مسافت مطلوب پیاده‌روی و مدت زمان پارک پرداخته است. اگرچه در خصوص هدف مذکور، مطالعات متعددی در سایر کشورها صورت پذیرفته است، لیکن تعیین این متغیرها بر اساس اهداف مختلف سفر کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

نتایج حاصل از تحلیل صورت گرفته بر روی بانک اطلاعاتی جمع‌آوری شده، بیانگر این مطلب است که مسافت مطلوب پیاده‌روی از محل پارک تا مقصد نهایی‌های حاشیه‌ای برای اهداف سفر تحصیلی، تفریحی و خرید برابر با ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر است. مسافت مطلوب برای هدف سفر شغلی کمتر از سایر اهداف و برابر با کمتر از ۲۵۰ متر است. همچنین مسافت مطلوب پیاده‌روی در پارکینگ‌های عمومی برای تمامی اهداف سفر کمتر از ۲۵۰ متر است. بر اساس این مقادیر، می‌توان محل‌های پارک را بر اساس مسافت مطلوب پیاده‌روی به گونه‌ای جانمایی نمود که از کارایی مناسبی برخوردار باشند. همچنین، تحلیل صورت گرفته نشان می‌دهد متوسط متغیرهای مدت زمان جستجوی محل پارک، مدت زمان



پیاده‌روی بین محل پارک و مقصد نهایی و مدت زمان پارک وسایل نقلیه به ترتیب برابر با ۶/۷، ۴/۹۵ و ۲۴۰ دقیقه است.

با بحث و بررسی بیشتر، مشخص می‌گردد به دلیل تراکم نسبتاً بالای پارک در شهر تهران، کاربران مجبور می‌گردند، مدت زمان نسبتاً زیادی را برای پیدا نمودن فضای پارک جستجو نمایند. همچنین فاصله محل پارک نیز تا مقصد نهایی نسبتاً زیاد بوده و بر این اساس رانندگان زمان نسبتاً بالایی برای رسیدن به مقصد نهایی (حدود ۵ دقیقه)، اقدام به پیاده‌روی می‌نمایند. همچنین می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که ساکنان شهر تهران در تمامی سفرها خصوصاً سفرهای شغلی یا تحصیلی در مقایسه با سایر اهداف سفر، تمایل کمتری به یافتن محل پارک دورتر نسبت به مقصد نهایی و در نتیجه زمان پیاده‌روی بیشتر بین محل پارک و مقصد نهایی دارند.

به طور کلی در شهر تهران، متوسط زمان پارک به صورت میان مدت است. همچنین پارک‌های بلندمدت در سفرهای شغلی و تحصیلی، بیش از سایر اهداف سفر است.

امروزه اعمال سیاست قیمت‌گذاری پارکینگ، به عنوان یکی از محورهای اصلی مدیریت تقاضای حمل‌ونقل با محوریت تغییر در انتخاب شیوه حمل‌ونقلی مورد استفاده، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. بدیهی است در مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک، به ویژه طرح جامع و تفصیلی پارکینگ به منظور برنامه‌ریزی در سال افق، لزوم ایجاد مدل‌های متناسبی که قادر به اثرسنجی اعمال استراتژی‌هایی نظیر قیمت‌گذاری پارکینگ در شرایط مختلف باشند، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. لذا به‌منظور کاهش پیامدهای منفی شیوه سفر با خودروی شخصی و افزایش کارآمدی سیستم‌های حمل‌ونقل و تمایل به استفاده از حمل‌ونقل همگانی، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران به استفاده از راهکارهای مدیریتی سیستم‌های حمل‌ونقل روی آورده‌اند. یکی از راهکارهای مدیریت سیستم‌های حمل‌ونقل در استفاده بهینه از پارکینگ‌های حاشیه‌ای، قیمت‌گذاری محل پارک خودرو است. تعیین سیاست‌های مناسب قیمت‌گذاری می‌تواند بر روی میزان تقاضای پارکینگ و مدت‌زمان توقف خودروها تأثیرگذار باشد. لذا در این بخش به تحلیل میزان پرداخت به تفکیک مبدا و مقصدهای سفر پرداخته شده است. شکل ۳-۱۰ متوسط تمایل به پرداخت (هزار تومان به ازای هر ساعت) را نشان می‌دهد.

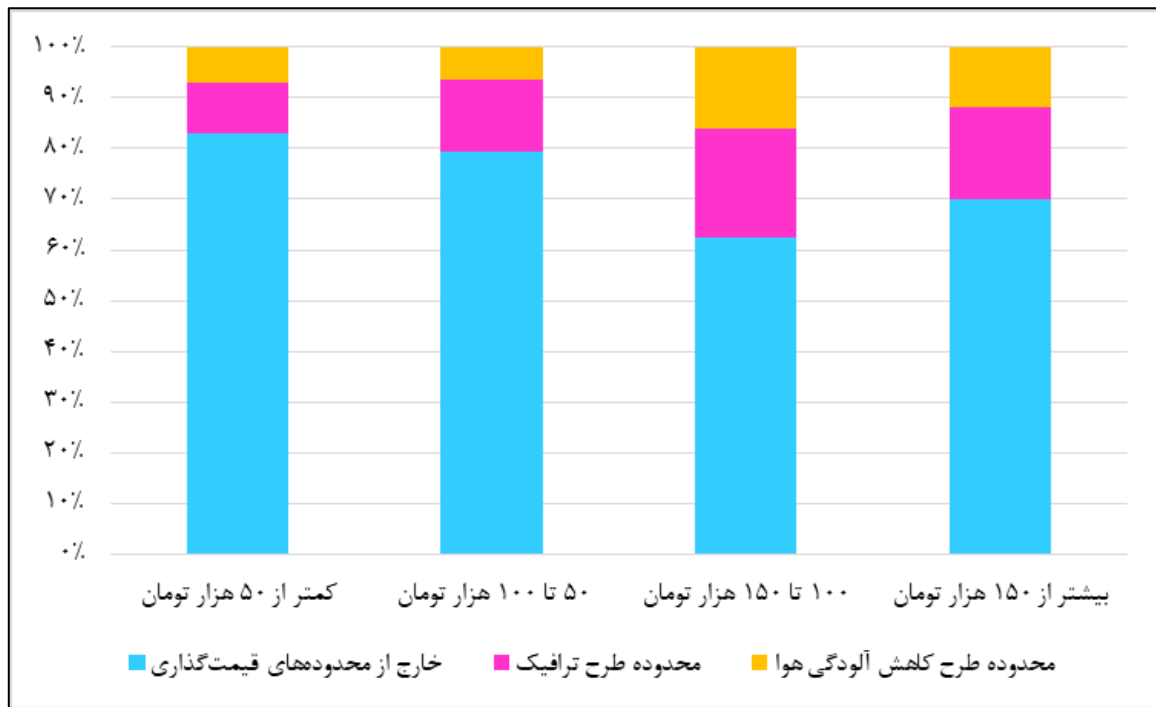
جدول ۳-۱۴: متوسط تمایل به پرداخت (هزار تومان به ازای هر ساعت)

متوسط تمایل به پرداخت (هزار تومان به ازای هر ساعت)								محدوده مقصد / هدف سفر	
کل اهداف سفر	سایر	دیدار آشنایان	درمانی	کار اداری	خرید	تفریحی	تحصیلی		
۲۲	۰	۲۴	۲۸	۱۸	۲۲	۲۰	۲۵	۲۰	محدوده طرح ترافیک
۱۲	۱۲	۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲	۰	۱۲	محدوده طرح کاهش الودگی هوا
۱۴	۱۵	۱۹	۱۷	۱۱	۱۴	۱۵	۱۰	۱۳	خارج از محدوده های قیمت گذاری
۱۵	۱۶	۲۱	۱۹	۱۱	۱۵	۱۶	۱۲	۱۵	کل شهر

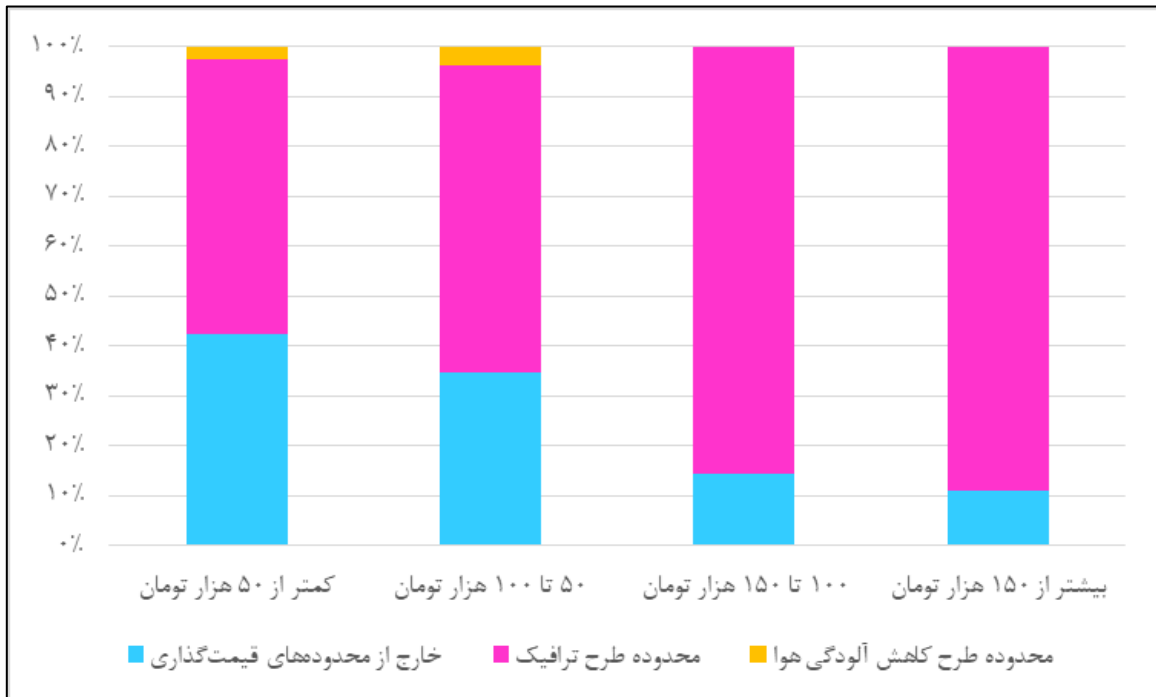
در این بخش با توجه به اطلاعات حاصل از پرسشگری و تحلیل نتایج سناریوهای قیمت‌گذاری، بازه‌های پرداختی جهت استفاده از پارکینگ (حاشیه‌ای و عمومی) به ازای مدت زمان پارک در ۴ دسته کمتر از ۵۰ هزار تومان، ۵۰ تا ۱۰۰



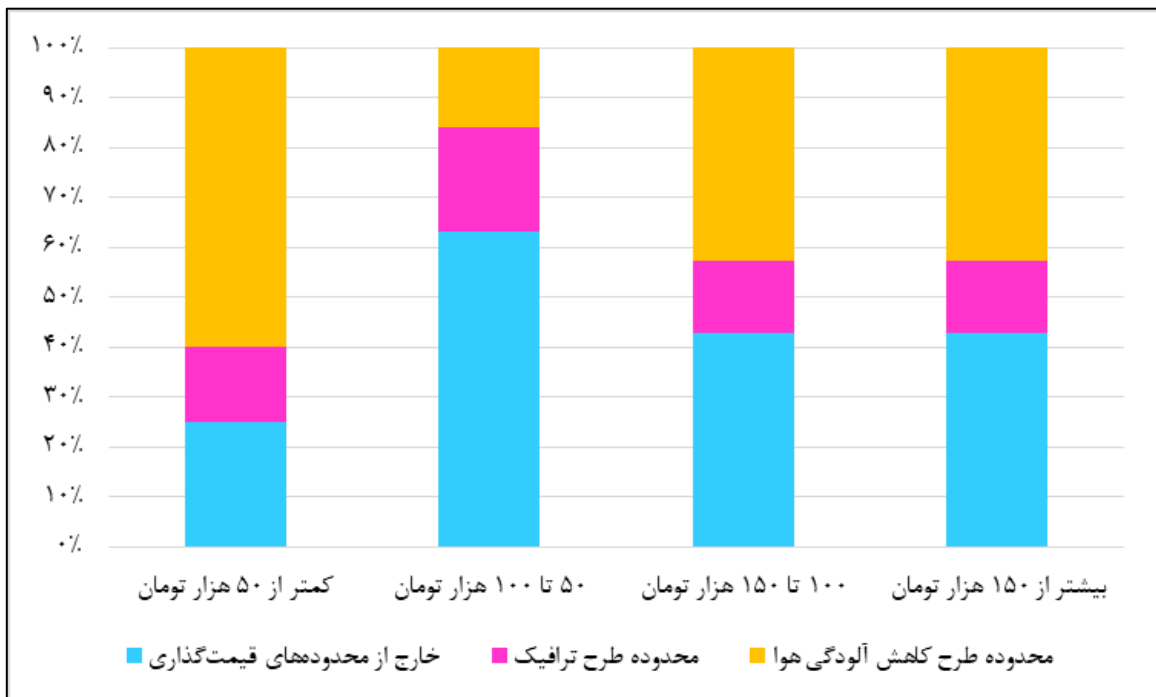
هزار تومان، ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تومان و بیشتر از ۱۵۰ هزار تومان تقسیم‌بندی شده است. شکل ۳-۲۵ الی شکل ۳-۲۷ مقایسه تمایل پرداخت را به ترتیب از مبادی خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری، محدوده طرح ترافیک و محدوده طرح کاهش آلودگی هوا به سه محدوده تعیین‌شده را نشان می‌دهد. لذا نتیجه‌گیری می‌شود از مبدا خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری، بیشتر سفرها به خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری انجام شده است و تمایل پرداخت معادل زیر ۵۰ هزار تومان است. از محدوده طرح ترافیک بیشتر سفرها به محدوده طرح ترافیک انجام شده است و فراوانی پرداخت در دسته‌های ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تومان و بیش از ۱۵۰ هزار تومان بیشتر است. از محدوده طرح کاهش آلودگی هوا بیشترین سفرها به درون محدوده طرح کاهش آلودگی هوا و خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری انجام شده است و تمایل پرداخت با توجه به مدت زمان پارک در بازه‌ی ۵۰ تا ۱۰۰ هزار تومان بیشتر است.



شکل ۳-۲۵: مقایسه تمایل پرداخت از خارج از محدوده‌های قیمت‌گذاری به سه محدوده تعیین‌شده



شکل ۳-۲۶: مقایسه تمایل پرداخت از محدوده طرح ترافیک به سه محدوده تعیین شده



شکل ۳-۲۷: مقایسه تمایل پرداخت از محدوده طرح کاهش آلودگی هوا به سه محدوده تعیین شده

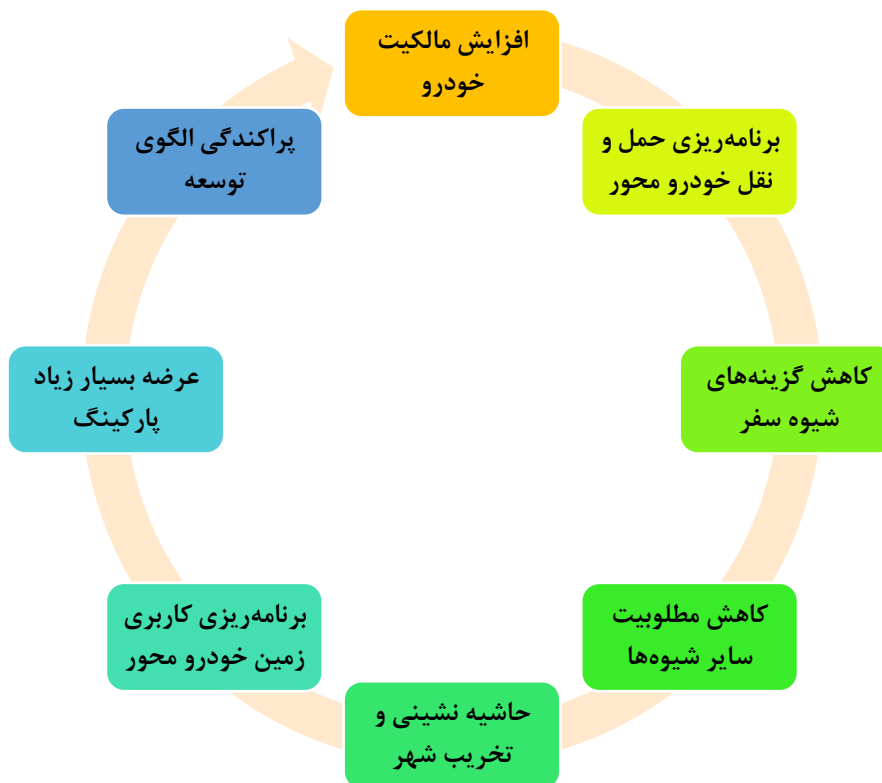


۳-۳- ساخت مدل مکان‌یابی پارکینگ غیر حاشیه‌ای بر اساس سطح پوشش تقاضای

پارک، محدودیت و بودجه، ...

ازدحام ترافیک در معابر شهری، علی‌الخصوص معابر محدوده مرکزی شهر یکی از بزرگ‌ترین مشکلات و دغدغه‌های مهندسان و برنامه‌ریزان فعال در حوزه حمل‌ونقل شهری است. دلایل بسیار زیادی برای تشدید ازدحام ترافیک وجود دارد که می‌توان به مواردی همچون رفتار ترافیکی نامناسب شهروندان (عدم رعایت حق تقدم، عدم حرکت بین خطوط، پارک در محل‌های نامناسب، پارک دابل و...) و عرضه کم تسهیلات حمل‌ونقلی (کمبود ظرفیت شبکه معابر، کمبود یا فقدان شبکه حمل‌ونقل همگانی، کمبود عرضه پارکینگ و...) اشاره نمود.

شاید در نگاه اول به نظر برسد با افزایش تسهیلات و زیرساخت‌های حمل‌ونقل شخصی می‌توان بر مشکلات ناشی از ازدحام ترافیک و رفتار نادرست ترافیکی کاربران، فائق آمد. اما لازم به ذکر است که حل چنین مشکلاتی به این سادگی نیست؛ زیرا بر اساس مبانی علم اقتصاد، یک اصل حمل‌ونقلی وجود دارد که بیان می‌کند به هر میزان تسهیلات یک شیوه افزایش یابد، مطلوبیت استفاده از آن شیوه برای کاربران افزایش خواهد یافت و در نتیجه سهم آن شیوه در رقابت با سایر شیوه‌های حمل‌ونقلی افزایش می‌یابد. به بیان ساده‌تر می‌توان گفت چنانچه در یک معبر فرضی تقاضای پارک خودروهای شخصی بسیار زیاد باشد و به دلیل پارک در محل‌های نامناسب و همچنین وجود پارک دابل مشکلات ترافیکی پیش آید، با ساخت پارکینگ عمومی غیرحاشیه‌ای ممکن است نه تنها این مشکلات بر طرف نشود بلکه مشکلات موجود نیز تشدید گردد. علت این امر آن است که با ساخت پارکینگ عمومی غیرحاشیه‌ای، میزان عرضه پارکینگ در این خیابان فرضی افزایش خواهد یافت. این افزایش عرضه منجر به افزایش مطوبیت سفر با خودروی شخصی به خیابان مورد نظر شده و کسانی که قبلاً به دلیل عدم وجود فضای پارک مناسب ترجیح می‌دادند از سایر شیوه‌های حمل‌ونقلی استفاده نمایند، اکنون از خودروهای شخصی خود برای سفر به این مقصد استفاده نمایند. در نهایت این فرآیند منجر به افزایش تقاضای سفر با خودروی شخصی شده و پس مدت کوتاهی اثر ساخت پارکینگ عمومی غیرحاشیه‌ای کم رنگ شده و علاوه بر مشکلات قبلی ممکن است مشکلات جدیدی همانند تداخل ترافیکی جریان عبوری از معبر با ورود و خروج وسایل از پارکینگ احداث شده یا تداخل با صف وسایل ورودی به پارکینگ نیز پیش آید. به طور کلی ساخت و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل شخصی در راستای سیاست‌های توسعه حمل‌ونقل پایدار نیست و چنانچه این توسعه‌ها بدون توجه به سیاست‌گذاری‌های دفعی (برای شیوه شخصی) و جذبی (برای شیوه حمل‌ونقل همگانی و همچنین شیوه‌های حمل‌ونقل پاک) صورت پذیرد، ممکن است مشکلات موجود را تشدید نماید. از این رو می‌توان گفت تصمیم‌گیری در خصوص توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل شخصی امری بسیار پیچیده با ابعاد متنوع و گوناگون است که دارای ذی‌نفعان گسترده با اهداف و خواسته‌های بعضاً متضاد است. دلایل ذکر شده همه حاکی از پیچیدگی مساله مکان‌یابی پارکینگ‌های غیرحاشیه‌ای است که به موارد ذکر شده می‌توان محدودیت‌های موجود در داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز را نیز اضافه نمود. به طور کلی یک چرخه برای وابستگی به خودرو مطابق با شکل ۳-۲۸ می‌توان در نظر گرفت. لازم به ذکر است سیاست‌های مدیریت پارکینگ قادر است تا این چرخه را بشکند. همچنین در شکل ۳-۲۹ نیز برخی نگرش‌های مدیریت پارکینگ قدیمی و جدید نیز آورده شده است.



شکل ۳-۲۸: چرخه وابستگی به خودرو^۱

رویکرد قدیمی	رویکرد جدید
مشکلات پارکینگ ناشی کمبود عرضه پارکینگ	مشکلات پارکینگ ناشی از کمبود یا ازدیاد عرضه
افزایش عرضه پارکینگ همواره مورد قبول است	عرضه بسیار زیاد همانند عرضه بسیار کم مضر است
پارکینگ ها بهتر است رایگان باشند و به صورت غیر مستقیم از طریق مالیات یا... تامین اعتبار شوند.	تا جایی که ممکن است، کاربران باید به صورت مستقیم هزینه زیرساخت های پارکینگ را پرداخت نمایند.
حمل و نقل به معنای رانندگی است. پراکندگی کاربری ها قابل قبول یا حتی مطلوب است.	رانندگی تنها یک نوع حمل و نقل است. الگوهای کاربری زمین پراکنده و وابسته به خودرو می تواند نامطلوب باشد.

شکل ۳-۲۹: رویکردهای قدیمی و جدید در مدیریت پارکینگ^۱

مهم است که مشکلات پارکینگ با دقت تعریف شود. برای مثال، اگر مردم از پارکینگ نامناسب شکایت کنند، تعیین نوع، مکان و زمان دقیق آن مهم است. جدول ۳-۱۵ مشکلات مختلف پارکینگ را فهرست کرده و اثرات افزایش عرضه پارکینگ را با راه حل های مدیریت پارکینگ مقایسه می کند. افزایش عرضه به کاهش ازدحام پارکینگ و مشکلات سرریز تقاضای پارک کمک می کند اما می تواند بسیاری از مشکلات دیگر را افزایش می دهد. راه حل های مدیریت

^۱ Parking Management Strategies, Evaluation and Planning, (2021), VTPI



پارکینگ اغلب مشکلات را کاهش می‌دهند، طیف وسیع‌تری از مزایای حمل‌ونقلی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و... را ارائه می‌دهند و بنابراین با برنامه‌ریزی جامع‌تر پشتیبانی می‌شوند.

جدول ۳-۱۵: مقایسه اثرات راهکارهای افزایش عرضه و مدیریت پارکینگ برای مشکلات مختلف^۲

مشکل	راهکارهای افزایش عرضه	راهکارهای مدیریت پارکینگ
ازدحام پارکینگ: تعداد زیادی وسیله سعی بر استفاده از زیرساخت‌های پارکینگ در دسترس دارند.	باعث افزایش تعداد فضای پارک در دسترس (اثر مثبت)	باعث استفاده کارآتر از فضای پارک در دسترس می‌شود (اثر مثبت)
سرریز تقاضا: کاربران به دلیل عدم وجود فضای پارک در جایی غیر از مقصد نهایی پارک می‌کنند.	باعث کاهش انگیزه رانندگان برای استفاده از فضاهای خارج از مقصد نهایی (اثر مثبت)	برخی سیاست‌ها منجر به کاهش این مشکل و برخی منجر به افزایش (اثر بینابینی)
هزینه تسهیلات: افزایش هزینه‌های توسعه و بهره‌برداری برای تسهیلات پارکینگ	باعث افزایش هزینه‌های تسهیلات پارکینگ (منفی)	باعث کاهش هزینه‌های تسهیلات پارکینگ (مثبت)
ازحام ترافیک: تعداد وسایل نقلیه بسیار زیاد نسبت به ظرفیت معابر موجود	فضای پارک با تعداد بسیار زیاد و هزینه کم منجر به افزایش استفاده از خودرو شخصی می‌شود. (منفی)	راهبردهای مدیریت پارکینگ بسیاری منجر به کاهش استفاده از خودروی شخصی می‌شود. (مثبت)
نابرابری: توزیع هزینه‌ها به نحو ناعادلانه به دلیل اعمال هزینه بر افرادی که از پارکینگ استفاده نمی‌کنند و کیفیت سایر شیوه‌ها برای آن‌ها افزایش نمی‌یابد.	مجبور کردن افرادی که کاربر پارکینگ نیستند به پرداخت هزینه‌ها از طریق مالیات برای ساخت، توسعه و نگهداری پارکینگ بدون بهبود وضعیت سایر شیوه‌ها (منفی)	دریافت هزینه‌ها از کاربران پارکینگ‌ها و صرف هزینه برای بهبود سایر گزینه‌های سفر در راستای توسعه عدالت اجتماعی (مثبت)
هزینه‌های مالیات: بار مالیاتی مورد نیاز برای پرداخت یارانه به تسهیلات پارکینگ	در اکثر موارد نیازمند یارانه‌های عمومی برای توسعه و بهره‌برداری پارکینگ‌ها است. (منفی)	باعث کاهش نیاز به یارانه‌های عمومی برای توسعه و بهره‌برداری پارکینگ‌ها را در پی دارد. (مثبت)
تأثیرات زیست‌محیطی: کاهش فضای سبز، آلودگی هوا، آب و... فضاهای غیرجذاب	باعث افزایش مساحت زمین‌های روسازی شده و افزایش مالکیت خودرو و استفاده از آن (منفی)	باعث کاهش تسهیلات پارکینگ و استفاده از خودروی شخصی می‌شود. (مثبت)
پراکندگی: تشویق توسعه پراکنده، حاشیه‌ای شهری، و ممانعت از توسعه چند وجهی و پرکننده شهری	پراکندگی غیر پرکننده، توسعه حاشیه شهر و توسعه خودرو محور را تشویق می‌کند. (منفی)	الگوهای توسعه رشد هوشمند شهر را تشویق می‌کند. (مثبت)

با توجه به تمامی موارد مطرح شده و همچنین حساسیت موضوع مکان‌یابی ساخت پارکینگ‌های غیرحاشیه‌ای جدید در این گزارش پیشنهاد می‌گردد از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی غیر خطی به صورت روابط (۱) تا (۱۰) استفاده گردد که در آن نمادها به صورت زیر تعریف می‌گردند:

² Parking Management Comprehensive Implementation Guid, (2022), VTPI



- X_i : متغیر تصمیم عدد صحیح برای تعداد فضاهای پارک غیر حاشیه‌ای پیشنهادی برای ساخت در ناحیه i
- Y_i : متغیر تصمیم دوتایی در صورتی که در ناحیه i پارکینگ غیر حاشیه‌ای احداث شود برابر با یک در غیر این صورت برابر با صفر خواهد بود.
- C_i : متوسط هزینه ساخت ۵۰ واحد فضای پارک غیر حاشیه‌ای در ناحیه i
- d_i : تقاضای کل فضای پارک حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای در ناحیه i
- s_i : عرضه کل فضای پارک حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای در ناحیه i
- B : میزان بودجه در نظر گرفته شده برای توسعه پارکینگ‌های غیر حاشیه‌ای شهر تهران
- n : حداکثر تعداد پارکینگ‌های غیر حاشیه‌ای که مطابق با سیاست‌های تعیین شده قرار است ساخته شود.
- I : مجموعه نواحی ترافیکی
- P : مجموعه نواحی ترافیکی که براساس سیاست‌های تعیین شده، باید در آن‌ها پارکینگ غیر حاشیه‌ای احداث شود.
- NP : مجموعه نواحی ترافیکی که بر اساس سیاست‌های تعیین شده یا تحلیل‌های ترافیکی و حمل‌ونقلی انجام شده نباید در آن‌ها پارکینگ غیر حاشیه‌ای احداث شود.

$$z = \max \sum_i 50 \left(\frac{d_i}{s_i + 50x_i} \right) x_i \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_i c_i x_i \leq B \quad (2)$$

$$\left(\frac{d_i}{s_i} - 1.1 \right) y_i \geq 0 \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$50x_i \leq \left(\frac{d_i}{s_i} - 1.1 \right) y_i \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$y_i = 0 \quad \forall i \in NP \quad (5)$$

$$y_i = 1 \quad \forall i \in P \quad (6)$$

$$50x_i \geq 100 \quad (7)$$

$$\sum_i y_i \leq n \quad (8)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (9)$$

$$x_i \in \mathbb{N} \quad \forall i \in I \quad (10)$$

رابطه (۱) بیانگر تابع هدف مدل پیشنهادی است که به دنبال تعیین اولویت ساخت پارکینگ در نواحی ترافیکی با کمبود پارک بیشتر است. رابطه (۲) محدودیت بودجه ساخت را اعمال می‌کند. رابطه (۳) حاکی از آن است که تنها در نواحی ترافیکی می‌توان پارکینگ غیر حاشیه‌ای احداث نمود که نسبت تقاضا به عرضه پارکینگ بیشتر از ۱/۱ باشد.



این قید به نوعی بیانگر آن است که در صورت احداث پارکینگ تقاضای کافی برای استفاده از آن وجود دارد. رابطه (۴) بیانگر آن است که فضای پارک تخصیص داده شده برای ناحیه i نباید از حداکثر ظرفیت پیش‌بینی شده مورد نیاز بیشتر باشد. رابطه (۵) بیانگر آن است که در برخی نواحی به دلیل سیاست‌گذاری‌های مدیریت پارکینگ لازم نیست به هیچ عنوان پارکینگ غیرحاشیه‌ای جدید برای افزایش ظرفیت پارکینگ ساخته شود. بلعکس در رابطه (۶) سیاست اجبار به ساخت پارکینگ در برخی نواحی نشان داده شده است. رابطه (۷) بیانگر قید حداقل فضای پارک جهت توسعه پارکینگ است. رابطه (۸) بیانگر حداکثر تعداد نواحی ترافیکی است که در آن‌ها می‌تواند پارکینگ احداث گردد. رابطه (۹) بیانگر دوتایی بودن متغیر تصمیم y_i و رابطه (۱۰) نیز بیانگر آن است که متغیر تصمیم x_i عضو مجموعه اعداد طبیعی است. لازم به ذکر است در فصل‌های آتی پس از برآورد میزان عرضه و تقاضای پارک هر ناحیه ترافیکی، سیاست‌گذاری نحوه ساخت و توسعه پارکینگ‌های غیرحاشیه‌ای و همچنین تکمیل اطلاعات اولیه مورد نیاز، مدل پیشنهادی اجرا و نتایج آن ارائه خواهد شد.

۳-۴- ساخت مدل انتخاب وسیله حساس به قیمت پارکینگ

در این بخش با استفاده از داده‌های گردآوری شده به وسیله پرسشنامه با روش رجحان بیان‌شده، به بررسی حساسیت افراد به قیمت پارکینگ و ساخت مدل انتخاب وسیله افراد در صورت مواجهه با قیمت‌گذاری پارکینگ پرداخته خواهد شد. پیش از انجام مدل‌سازی انتخاب وسیله، لازم است تحلیل‌های فراوانی بر روی متغیرهای اصلی صورت پذیرد. در این بخش ابتدا به توصیف نظریه مدل‌ها و پس از ارائه نتایج تحلیل‌های فراوانی، به ارائه نتایج مدل انتخاب وسیله پرداخته خواهد شد.

نظریه مدل‌ها: عدم کارایی مدل‌های خطی در بررسی بسیاری از پدیده‌ها، موجب گرایش پژوهشگران حوزه‌های مختلف به استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته گردیده است. مدل‌های انتخاب گسسته بر مبنای نظریه مصرف‌کننده بنا شده‌اند. این مدل‌ها که مبنای رفتاری دارند در فرآیند تصمیم‌گیری و پیش‌بینی احتمال انتخاب گزینه‌های مختلف در گستره متنوعی از کاربردها به کار گرفته شده‌اند. مبنای شکل‌گیری بسیاری از مدل‌های انتخاب گسسته نظریه اقتصادی مطلوبیت تصادفی است. فرض اساسی در این مدل‌ها، آن است که ترجیح فردی تصمیم‌گیرنده نسبت به هر گزینه هنگامی که با یک انتخاب مواجه می‌شود، با یک معیار مطلوبیت و جذابیت بیان می‌شود. این مطلوبیت تابعی از ویژگی‌های گزینه‌ها و نیز مشخصات تصمیم‌گیرنده است. فرض می‌شود تصمیم‌گیرنده گزینه‌ای را انتخاب می‌نماید که بیشترین مطلوبیت را از آن دریافت می‌نماید. همچنین در نظریه انتخاب گسسته فرض بر این است که فرد تصمیم‌گیرنده با یک مجموعه از گزینه‌های مجزا مواجه است که تنها می‌تواند یکی از آن‌ها را برگزیند و نه مقداری از هر کدام را، به همین دلیل به آن انتخاب گسسته گفته می‌شود.

مدل لوجیت چندگانه: در مدل‌های انتخاب، مطلوبیت هر گزینه به صورت تابعی از ویژگی‌های آن گزینه، مشخصات تصمیم‌گیرنده و شرایط محیطی در نظر گرفته شده است. این تابع دارای دو بخش معین و تصادفی است و در حالت کلی با رابطه (۱۱) نشان داده می‌شود.



$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (11)$$

که در آن U_{in} مطلوبیت تصادفی انتخاب گزینه i توسط تصمیم‌گیرنده n ، V_{in} قسمت قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه i برای تصمیم‌گیرنده n است. در چنین رابطه‌ای عبارت معین تابع مطلوبیت (V_{in}) تابعی از ویژگی‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی تصمیم‌گیرنده و نیز ویژگی‌های گزینه i است.

در شرایطی که انتخاب تنها دو گزینه صورت گیرد، مدل مورد استفاده مدل دوگانه و در صورتی که چند گزینه مورد نظر باشد، مدل مورد استفاده مدل چندگانه است. احتمال انتخاب گزینه i توسط تصمیم‌گیرنده n معادل است با احتمال آنکه مطلوبیت درک شده گزینه i برای تصمیم‌گیرنده n از هر گزینه دیگری برای وی بیشتر باشد. به عبارت دیگر، چنان چه احتمال انتخاب گزینه i توسط تصمیم‌گیرنده n را با P_{in} نشان داده و C_n مجموعه گزینه‌ها باشد، این احتمال را می‌توان با رابطه (۱۲) نشان داد.

$$P_{in} = P_r(U_{in} \geq U_{jn}; \forall j \in C_n, j \neq i) \quad (12)$$

بسته به تابع چگالی، احتمالی که برای بخش غیرقابل مشاهده (ε_{in}) در نظر گرفته می‌شود، نوع مدل انتخاب گسسته مشخص می‌گردد. در شرایطی که (ε_{in}) دارای توزیع نرمال فرض شود، تابع توزیع تجمعی نرمال، مدل پروبیت را به دست می‌دهد و چنان چه (ε_{in}) دارای توزیع گامبل فرض شود، در این صورت مدل لوجیت، خروجی نهایی خواهد بود. فرم نهایی مدل لوجیت چندگانه را می‌توان مطابق رابطه (۱۳) نشان داد.

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})} \quad (13)$$

اعتبارسنجی مدل‌ها: ضوابط متفاوتی برای ارزیابی مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد.

آماره t: به منظور تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای توصیفی مدل در سطوح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ همانند مدل‌های روندگرا از آماره استفاده می‌شود. منظور از آماره t همان آزمون t است. در این آزمون مشخص می‌شود که ضرایب برآورده شده برای هر یک از متغیرها، با سطح اطمینان مشخص (مثلاً ۹۵ درصد)، درست است و یا برابر صفر است. اگر برای سطح اطمینان مشخصی آماره t (بدون در نظر گرفتن علامت) کمتر از مقدار معینی شود، آن متغیر در سطح مورد نظر معنی‌دار نخواهد بود. به بیان ساده‌تر، ضریب صفر است و در نتیجه متغیر مربوط به آن ضریب نیز اثری در مدل نخواهد داشت.



این آزمون به جهت بررسی معنی‌داری پارامتر θ_k^* از مجموعه θ^* های پرداخت‌شده تعریف می‌شود. رابطه (۱۴) بیانگر آن است که θ_k^* دارای واریانس s_{kk}^2 خواهد بود، به شکلی که $S^2 = \{s_{kk}^2\}$ ، و در حین تخمین این پارامتر محاسبه شده است. از این رو اگر میانگین آن $\theta_k = 0$ باشد، آنگاه:

$$t = \frac{\theta_k^*}{s_{kk}} \quad (14)$$

دارای یک توزیع نرمال $N(0,1)$ خواهد بود. به همین منظور، امکان مقایسه اینکه آیا تخمین زده شده از لحاظ آماری با صفر متفاوت است یا خیر، وجود دارد. مقادیر بزرگ t (عموماً بزرگ‌تر از $1/96$ در سطح اطمینان ۹۵ درصد) منجر به رد فرضیه صفر $\theta_k = 0$ شده و به دنبال آن معنی‌دار بودن اثر متغیر k ام توجیه می‌شود.

آماره F: با استفاده از این آماره، معنادار بودن کل مدل رگرسیون خطی بررسی می‌شود. برای آزمون این فرضیه که تمام ضرایب مدل به طور همزمان برابر با صفر هستند، مجموعه متغیرهای مستقل تأثیری بر متغیر وابسته ندارند، از آماره F استفاده می‌شود. محاسبه این آماره مستلزم محاسبه آماره‌های ESS ، RSS و TSS و آگاهی بر ارتباط بین آن‌ها است که بر اساس روابط زیر به دست می‌آیند.

$$ESS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (15)$$

$$RSS = \sum_{j=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (16)$$

$$TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (17)$$

$$TSS = ESS + RSS \quad (18)$$

که در این روابط TSS برابر مجموع مربعات کامل (با درجه آزادی تعداد مشاهدات منهای یک)، RSS مجموع مربعات روندگرایی (با درجه آزادی تعداد متغیرهای مدل) و ESS مجموع مربعات خطا (با درجه آزادی تعداد مشاهدات منهای یک تعداد پارامترهای مدل) است. آماره F نیز به صورت رابطه (۱۹) تعریف می‌شود.

$$F = \frac{RSS/df}{ESS/df} \quad (19)$$

که در آن تعداد ضرایب برآورد شده (با در نظر گرفتن ثابت مدل) و N تعداد مشاهدات است، همچنین درجه آزادی مخرج $(N-k)$ است.

آزمون Wald: در مدل‌های لجیت آشیانه‌ای متغیری تحت عنوان لگاریتم مجموع از شاخه‌های سطوح پایین به بالا انتقال می‌یابد. ضریب این متغیر ضریب IV^2 (\emptyset_j) نام دارد و توسط نرم‌افزار محاسبه و ارائه می‌شود. محدوده این ضریب در رابطه (۲۰) نشان داده شده است.

$$0 < IV_{Par.} < 1 \quad (20)$$



همان طور که مشاهده می‌شود، این ضریب باید بین دو عدد صفر و یک باشد، در غیر این صورت مفهوم بیشینه‌سازی مطلوبیت جهانی در تضاد است. برای آزمودن غیر صفر بودن این ضریب از آزمون t استفاده می‌شود و برای سنجش غیر یک بودن آن از آزمون Wald به صورت رابطه (۲۱) استفاده می‌گردد.

$$Wald - Test = \frac{IV_{par}-1}{Std.error} \quad (21)$$

که در آن Std.error خطای استاندارد ضریب IV است.

در مدل‌های پرداخت‌شده این پژوهش فرض شده است که یکی از ضرایب IV به عدد یک نرمال می‌شود و آماره t و آزمون Wald برای سایر ضرایب IV محاسبه شده است.

نیکویی برازش: هنگامی که مدل اولیه تخمین زده می‌شود، بهترین ارزیابی بررسی علامت ضرایب برآورد شده، مقادیر آن‌ها و بررسی سطح معناداری هر پارامتر است. اما به منظور مقایسه مدل‌های برآورد شده در مراحل بعدی از ضریب خوبی برازش می‌شود که این ضریب نشان‌دهنده بهبود یا عدم بهبود مدل‌های بعدی است.

آماره ρ^2 برازندگی کلی مدل را نشان می‌دهد و بر اساس معیار سنجش مورد استفاده، انواع آن تعریف می‌گردد. در ادامه توضیحاتی در مورد هر کدام از انواع این آماره‌ها داده می‌شود.

ρ^2 برابر است با اختلاف بین لگاریتم تابع تمایل در حالت ضرایب صفر با ضرایب بدست آمده از روش تخمین تمایل بیشینه نسبت به اختلاف بین لگاریتم تابع تمایل در حالت ضرایب صفر با ضرایب بدست آمده در بهترین حالت ممکن است و به صورت رابطه (۲۲) نشان داده می‌شود.

$$\rho_0^2 = \frac{LL(\beta) - LL(0)}{LL(*) - LL(0)} \quad (22)$$

حالت کامل و بی نقصی که به آن اشاره شده، احتمال پیشامد هر گزینه را به گونه‌ای ارائه و برآورد می‌کند که احتمال وقوع در حالت کلی برابر یک باشد. براساس مقدار $LL(*)$ که درواقع $LL(0)$ است، برآورد صفر خواهد شد و رابطه مذکور به شکل رابطه (۲۳) تبدیل می‌شود.

$$\rho_0^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (23)$$

به‌طور مشابه، اگر لگاریتم تابع در حالت تابع مطلوبیت به صورت عدد ثابت، به عنوان مرجع در نظر گرفته شود، به صورت رابطه (۲۴) تعریف می‌گردد.

$$\rho_C^2 = \frac{LL(\beta) - LL(C)}{LL(*) - LL(C)} = \frac{LL(\beta) - LL(C)}{0 - LL(C)} = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(C)} \quad (24)$$



بنابراین طبق تعریف ρ_0^2 و ρ_C^2 در بازه $[0,1]$ قرار دارند. این اماره شبیه ضریب R^2 در رگرسیون خطی است. مقدار $\rho^2 = 0$ پیام می‌کند که مدل بدست‌آمده بهتر از مدل مرجع نبوده و بهتر است مدل مرجع ارائه گردد و برعکس $\rho^2 = 1$ پیام می‌کند که مدل بدست‌آمده مدلی کامل و بی‌نقص است.

ضرایب فوق مانند R^2 در تحلیل مدل‌های رگرسیونی است با این تفاوت که بالا بودن این ضریب به طور مطلق نشان‌دهنده خوبی مدل نبوده و تنها مقایسه این ضریب بین دو مدل برآورد شده، می‌تواند گویای خوبی برازش مدل‌ها نسبت به هم باشد.

آزمون نسبت به درست‌نمایی: به‌منظور اعتباریابی کل مدل در مدل‌های دوگانه و چندگانه از این آزمون استفاده می‌شود. روش کار آن به این صورت است که باید مشخص شود میزان تفاوت $LL(\beta)$ با $LL(0)$ برای مدل مورد نظر دارای معنی است یا خیر. این آزمون با استفاده از توزیع مربع‌خی (χ^2) انجام می‌شود. بدین منظور می‌بایست رابطه (۲۵) برقرار باشد.

$$-2(LL(0) - LL(\beta)) > \chi_{N,1-\alpha}^2 \quad (25)$$

که در آن α نشان‌دهنده سطح معناداری و N برابر پارامترهایی است که با اعمال محدودیت در مدل برآورد شده است. در صورت برقراری رابطه فوق مدل پذیرفته می‌شود.

اهمیت دیگر این آزمون در مقایسه بین دو مدل است. اگر فرض شود که در یک نمونه آماری، دو مدل با یک نوع ساختار (برای مثال: لوجیت) ساخته شده‌اند و یک مدل نسبت به مدل دیگر دارای تعداد متغیرهای بیشتری باشد، به وسیله این آزمون می‌توان دو مدل را با یکدیگر مقایسه کرد و اهمیت متغیرهای اضافی را تعیین نمود. اگر مدل با تعداد متغیر بیشتر با α_L و مدل با تعداد متغیرهای کمتر با α نشان داده شود، برای تعیین اهمیت متغیرهای اضافی می‌توان از رابطه (۲۶) استفاده کرد.

$$-2(LL(a_L) - LL(a)) \sim \chi_k^2 \quad (26)$$

که در آن k نشان‌دهنده درجه آزادی مدل (تفاوت تعداد متغیرهای توصیفی دو مدل) است. مقدار رابطه مذکور با مقدار بحرانی جدول توزیع χ^2 برای درجه آزادی نظیر، مقایسه و اهمیت آماری مجموعه متغیرهای مورد نظر بررسی می‌شود.

شاخص درصد برآورد صحیح: در مدلسازی انتخاب گسسته، در بعضی موارد به ضریب دیگری با عنوان درصد برآورد صحیح اشاره می‌شود. به منظور محاسبه این شاخص، پس از پرداخت مدل احتمال انتخاب هر گزینه برای تمامی مشاهدات محاسبه شده و گزینه‌ای که بیشترین احتمال را داشته باشد به عنوان گزینه انتخابی برای مشاهده q ام در نظر گرفته می‌شود. در نهایت درصد تطابق و پیش‌بینی صحیح مدل برای مشاهدات را می‌توان به عنوان درصد برآورد صحیح گزارش نمود.

یکی از اهداف مطالعه حاضر بررسی تاثیر سیاست قیمت‌گذاری پارکینگ بر تغییر شیوه سفر است. در این مطالعه، پرسشنامه‌ای به منظور بررسی رفتار کاربران پارکینگ حاشیه‌ای و عمومی شهر تهران شامل اطلاعات کلی تردهای



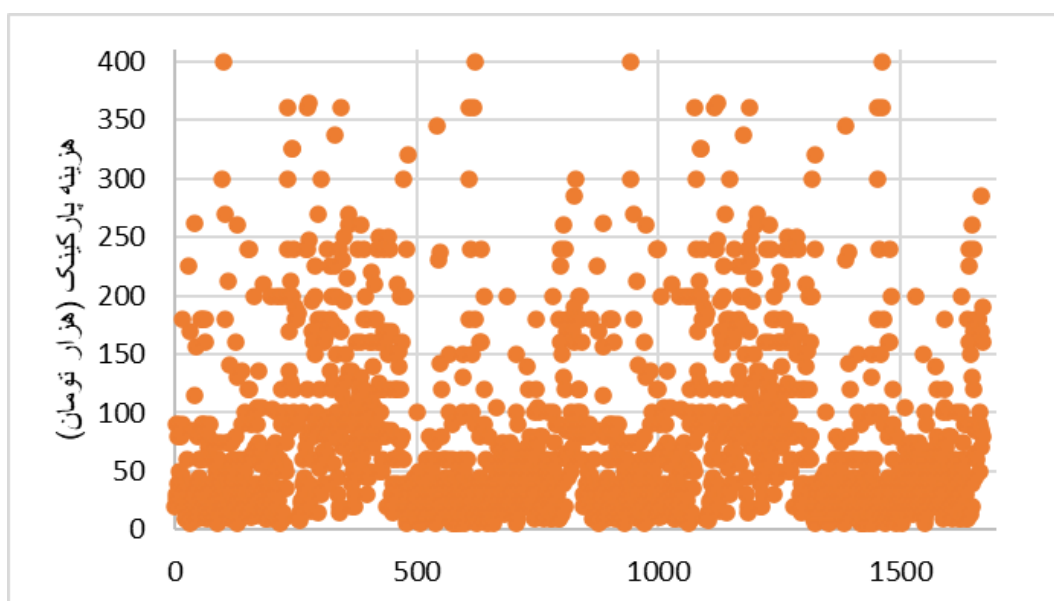
معمول افراد در شهر تهران، مشخصات سفر افراد، سناریوهای قیمت گذاری، سوالات نگرشی در زمینه پارکینگ و قیمت گذاری آن و مشخصات فردی طراحی شده است.

بخش سناریوهای قیمت گذاری شامل سه سناریو قیمتی به تفکیک محدوده مقصد سفر است. محدوده مقصد سفر نیز با توجه به محدوده های قیمت گذاری شهر تهران به سه بخش خارج محدوده قیمت گذاری، محدوده کنترل آلودگی هوا و محدوده طرح ترافیک تقسیم شده است. شکل ۳-۱۶ سطوح قیمتی در سناریوهای قیمت گذاری پارکینگ را نشان می دهد.

جدول ۳-۱۶: سناریوهای قیمت گذاری پارکینگ

سناریو ۳ (هزار تومان به ازای یک ساعت)	سناریو ۲ (هزار تومان به ازای یک ساعت)	سناریو ۱ (هزار تومان به ازای یک ساعت)	محدوده مقصد سفر
۳۰	۲۰	۱۰	خارج از محدوده قیمت گذاری
۳۵	۲۵	۱۵	کنترل آلودگی هوا
۴۰	۳۰	۲۰	طرح ترافیک

برای هریک از پاسخگویان، هزینه پارکینگ با استفاده از زمان پارک وی (دریافت شده در بخش اطلاعات سفر پرسشنامه) محاسبه شده و افراد با توجه به هزینه پارکینگ سفر خود، نوع تغییر رفتار سفر خود را مشخص کردند. شکل ۳-۳۰ نشان دهنده پراکندگی هزینه پارکینگ در نمونه آماری مطالعه (۱۶۸۸ نفر-سناریو) است. بازه قیمتی ۰ تا ۱۰۰ هزار تومان بیشترین فراوانی را دارد و هرچه هزینه بیشتر می شود فراوانی کاهش می یابد.



شکل ۳-۳۰: پراکندگی هزینه پارکینگ در نمونه آماری



از آنجایی که زمان پارک برای افراد مختلف متفاوت است و در نتیجه هزینه پارک علاوه بر محدوده مقصد سفر به زمان پارک نیز وابسته است، یک تحلیل دسته‌بندی بر اساس بازه‌های هزینه پارک و زمان پارک نیز انجام شده و در جدول ۱۷-۳ گزارش شده است. این جدول نشان می‌دهد که بیشترین زمان پارک نمونه آماری در بازه زمانی ۰ تا ۲ ساعت است.

جدول ۱۷-۳: دسته‌بندی زمان پارک در بازه‌های هزینه پارک

مجموع	هزینه پارک (هزار تومان) در بازه‌های ۵۰ هزارتومانی								زمان پارک (ساعت) در بازه‌های یک ساعته
	-۳۵۰	-۳۰۰	-۲۵۰	-۲۰۰	-۱۵۰	-۱۰۰	-۵۰	۵۰-۰	
۳۷۰	۴۰۰	۳۵۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰-۱
۳۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۲	۲۹۴	۱-۲
۲۵۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱۳۲	۱۱۸	۲-۳
۱۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸	۷۴	۳۰	۳-۴
۸۶	۰	۰	۰	۰	۲	۲۲	۴۲	۲۰	۴-۵
۲۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱۰	۶	۲	۵-۶
۱۴	۰	۰	۰	۴	۰	۶	۴	۰	۶-۷
۱۱۲	۰	۲	۰	۱۲	۴۶	۱۸	۳۴	۰	۷-۸
۱۴۶	۰	۰	۴	۶	۶۴	۴	۶۴	۴	۸-۹
۷۶	۲	۰	۸	۴	۳۴	۴	۲۴	۰	۹-۱۰
۱۶	۰	۰	۲	۶	۲	۶	۰	۰	۱۰-۱۱
۱۲۲	۱۴	۸	۱۶	۴۲	۶	۳۶	۰	۰	۱۱ و بیشتر

پس از محاسبه هزینه پارکینگ برای سفر هر فرد، تغییر رفتار سفر وی پرسش شده است. تغییر در رفتار سفر افراد در ۵ حالت کلی شامل عدم تغییر، تغییر شیوه سفر (به مترو، اتوبوس تندرو، اتوبوس عادی، تاکسی، تاکسی اینترنتی، موتور و پیاده)، تغییر مقصد، تغییر مدت زمان پارک و لغو سفر است. با توجه به هدف مطالعه حاضر که تاثیر هزینه پارکینگ بر انتخاب وسیله است، افرادی که در مواجهه با هزینه پارک خود، گزینه بدون تغییر را انتخاب کردند و افرادی که تغییر وسیله را انتخاب کردند مورد تحلیل قرار خواهند گرفت. در جدول ۱۸-۳ فراوانی افرادی که در مواجهه با قیمت‌گذاری پارکینگ اقدام به تغییر وسیله کرده‌اند یا همچنان تمایل دارند سفر خود را با خودروی شخصی انجام دهند، نشان داده شده است.

جدول ۱۸-۳: فراوانی و فراوانی نسبی شیوه‌های مختلف سفر در مواجهه با قیمت‌گذاری پارکینگ

نحوه تغییر وسیله	شیوه سفر	فراوانی	فراوانی نسبی (درصد)
بدون تغییر	خودروی شخصی	۷۴۶	۴۴.۲
تغییر وسیله	تاکسی اینترنتی	۲۰۲	۱۲.۰
	تاکسی	۲۳۰	۱۳.۶



	۲۵.۹	۴۳۸	همگانی
	۴.۳	۷۲	موتور
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۶۸۸	مجموع

با توجه به نتایج شکل ۳-۱۸، خودروی شخصی بیشترین فراوانی را دارد. یعنی ۴۴.۲ درصد از نمونه آماری، در صورت قیمت گذاری شدن پارکینگ، همچنان تمایل دارند با خودروی شخصی سفر خود را انجام دهند. در بین شیوه‌های غیر از خودرو شخصی، شیوه همگانی (شامل مترو، اتوبوس و اتوبوس تندرو)، با ۲۶ درصد بیشترین فراوانی نسبی را دارد. کمترین فراوانی انتخاب وسیله در صورت قیمت گذاری پارکینگ نیز مربوط به موتور است. جهت بررسی دقیق‌تر نحوه تاثیر قیمت گذاری بر انتخاب وسایل افراد، از مدل انتخاب گسسته لوجیت چندگانه استفاده شده است که در ادامه ارائه خواهد شد.

در این مطالعه دو مدل انتخاب وسیله برازش داده شده است. یک مدل انتخاب وسیله با هزینه پارکینگ و یک مدل انتخاب وسیله با هزینه سفر شامل هزینه پارکینگ و هزینه تردد در محدوده‌های قیمت گذاری برازش داده شده است. برای تطبیق نتایج مدل انتخاب وسیله در صورت قیمت گذاری پارکینگ با مدل شهر تهران، شیوه‌های سفر در هر دو مدل در ۵ گروه اصلی شامل خودروی شخصی، همگانی، تاکسی اینترنتی، تاکسی و موتور، در نظر گرفته شده است. پس از برازش مدل‌های متعدد بعد از بررسی هر یک از مدل‌ها با استفاده از معیارهایی نظیر خوبی برازش مدل و درصد برآورد صحیح، در نهایت مدل انتخاب وسیله ذیل به عنوان مدل برتر انتخاب شد. جدول ۳-۱۹ نتایج مدل با متغیر هزینه پارکینگ را نشان می‌دهد.



جدول ۳-۱۹: مدل انتخاب وسیله با متغیر هزینه پارکینگ

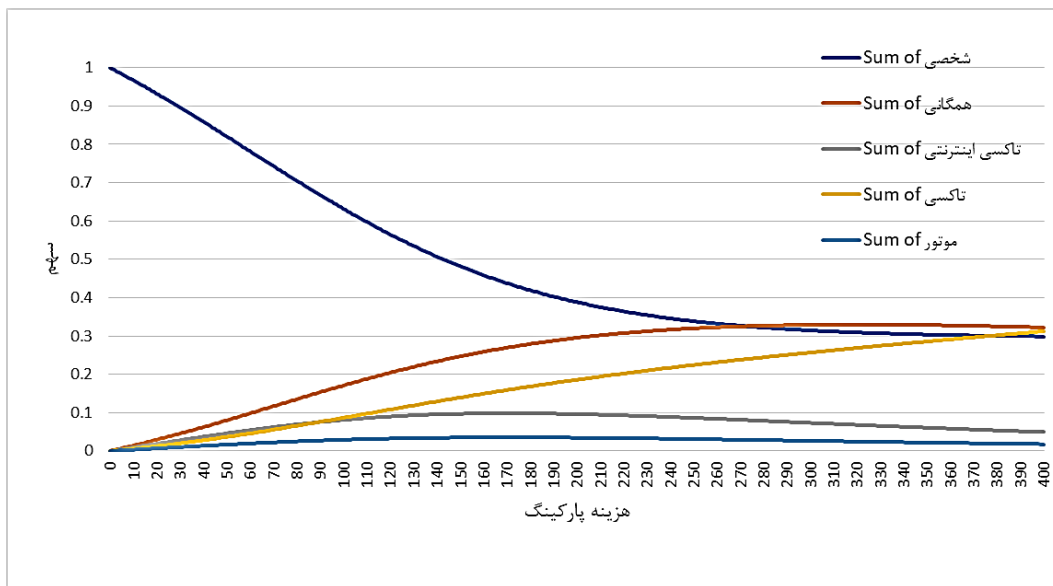
گزینه‌ها	متغیر	پارامتر	سطح معنی‌داری
	ثابت	۱.۹۲۷	۰.۰۰
انتخاب خودروی شخصی	هزینه پارکینگ (هزار تومان)	-۰.۰۱۲۶	۰.۰۰
	زمان سفر خودروی شخصی	-۰.۰۴۴	۰.۰۰
	مالکیت خودروی شخصی	۳.۱۳	۰.۰۰
	ثابت	۱.۵۱	۰.۰۰
انتخاب حمل‌ونقل همگانی	هزینه پارکینگ (هزار تومان)	۰.۰۰۴	۰.۰۰
	زمان سفر داخل و بیرون همگانی	-۰.۲۳۰	۰.۰۰
	ثابت	-۰.۶۱۳	۰.۱۵
انتخاب تاکسی اینترنتی	زمان سفر تاکسی اینترنتی	-۰.۰۳۶	۰.۰۰
	مالکیت خودروی شخصی	۳.۸۲	۰.۰۰
	ثابت	۱.۳۶	۰.۰۰
انتخاب تاکسی	زمان سفر تاکسی	-۰.۰۴۴	۰.۰۰
	هزینه پارکینگ (هزار تومان)	۰.۰۰۶	۰.۰۰
	مالکیت خودروی شخصی	-۱.۸۲	۰.۰۳
	ثابت	-۰.۰۴۹	۰.۰۰
		ρ_0^2	۲۳.۰
		ρ_c^2	۰.۱۰
		مشاهدات	۱۶۸۸

نتایج مدل انتخاب وسیله نشان می‌دهد که در گزینه خودروی شخصی، متغیر هزینه پارکینگ علامت منفی دارد. این بدان معنا است که با افزایش هزینه پارکینگ، مطلوبیت استفاده از خودروی شخصی کاهش پیدا می‌کند. متغیر هزینه پارکینگ در مطلوبیت همگانی و تاکسی نیز با علامت مثبت معنی‌دار شده است؛ یعنی با افزایش هزینه پارکینگ، مطلوبیت استفاده از همگانی و تاکسی افزایش خواهد داشت.

با توجه به علامت زمان سفر هر شیوه در مطلوبیت آن شیوه، افزایش زمان سفر، موجب کاهش مطلوبیت آن شیوه خواهد شد. معنی‌دار شدن ثابت در چهار گزینه خودروی شخصی، حمل‌ونقل همگانی، تاکسی اینترنتی و تاکسی نشان‌دهنده وجود عوامل موثر در مدل است که مشاهده و اندازه‌گیری نشده است. برای تحلیل بهتر تاثیر سطوح مختلف

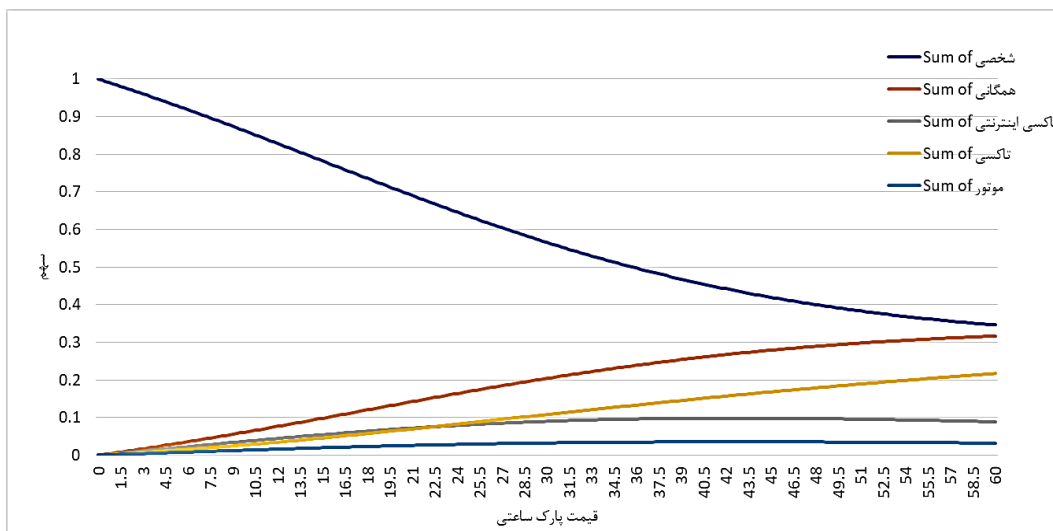


هزینه پارکینگ، نمودار انحراف تقاضای برای هر ۵ شیوه ترسیم شده است. نتایج انحراف تقاضای مدل انتخاب وسیله در سطوح مختلف هزینه پارکینگ مطابق شکل ۳-۳۱ است. بر اساس این نمودار، شیب کاهش سهم سواری شخصی تا بازه ۲۲۰ هزار تومان نسبتاً تند بوده و پس از آن سهم شخصی با شدت کمتری کاهش می‌یابد. با افزایش هزینه پارک و کاهش سهم سواری شخصی، سهم حمل‌ونقل همگانی بیشتر از سایر شیوه‌ها افزایش می‌یابد و بعد از آن تاکسی افزایش سهم بیشتری را دارد. در بازه‌های هزینه بالای ۴۰۰ هزار تومان، سهم تاکسی و همگانی همگرا می‌شود.



شکل ۳-۳۱: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه پارکینگ

نمودار انحراف تقاضای دیگری بر اساس هزینه ساعتی پارکینگ با استفاده از میانگین زمان پارک نمونه آماری ترسیم شده است که مطابق شکل ۳-۳۲ است. با افزایش قیمت ساعتی پارک و کاهش سهم سواری شخصی، سهم حمل‌ونقل همگانی بیشتر از سایر شیوه‌ها افزایش می‌یابد و بعد از آن تاکسی افزایش سهم بیشتری را دارد.



شکل ۳-۳۲: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه سفر



مدل انتخاب وسیله دیگری با در نظرگیری هزینه سفر برازش داده شده است. این هزینه شامل متغیرهای هزینه پارکینگ و هزینه تردد در محدوده‌های قیمت‌گذاری است. بر این اساس برای هر فرد با توجه به محدوده مقصد سفر وی، روز هفته، ساعت ورود و ساعت خروج وی از محدوده‌های قیمت‌گذاری شده، یک هزینه محدوده محاسبه شد. سپس در فرایند مدلسازی هزینه تردد در محدوده به هزینه پارکینگ اضافه شده و متغیر هزینه سفر ساخته شد. جدول ۲۰-۳ فراوانی و فراوانی نسبی مبادی و مقاصد نمونه را به تفکیک محدوده‌های قیمت‌گذاری شده نشان می‌دهد. مبدا و مقصد ۶۲.۳۲ درصد از نمونه آماری، بیرون از محدوده‌های قیمت‌گذاری است. یعنی درصد بیشتری از افراد، هزینه‌ای برای تردد در محدوده‌های قیمت‌گذاری نمی‌پردازند.

جدول ۲۰-۳: فراوانی و فراوانی نسبی مبدا و مقصد نمونه آماری به تفکیک محدوده‌های قیمت‌گذاری

محدوده مبدا	محدوده مقصد	فراوانی	فراوانی نسبی
	داخل طرح ترافیک	۹۰	۵.۳۳
داخل طرح ترافیک	کنترل آلودگی هوا	۴	۰.۲۴
	خارج محدوده‌ها	۵۶	۳.۳۲
	داخل طرح ترافیک	۲۶	۱.۵۴
کنترل آلودگی هوا	کنترل آلودگی هوا	۷۲	۴.۲۷
	خارج محدوده‌ها	۶۲	۳.۶۷
	داخل طرح ترافیک	۲۰۶	۱۲.۲
خارج محدوده‌ها	کنترل آلودگی هوا	۱۲۰	۷.۱۱
	خارج محدوده‌ها	۱۰۵۲	۶۲.۳۲
مجموع		۱۶۸۸	۱۰۰.۰۰

نتایج مدل انتخاب وسیله با متغیر هزینه سفر مطابق جدول ۳-۲۱ است. بر این اساس با افزایش هزینه سفر، مطلوبیت خودروی شخصی کاهش یافته ولی مطلوبیت شیوه همگانی و تاکسی افزایش خواهد داشت. وجود ثابت در مدل به معنای عدم مشاهده عوامل موثر در مدلسازی است.

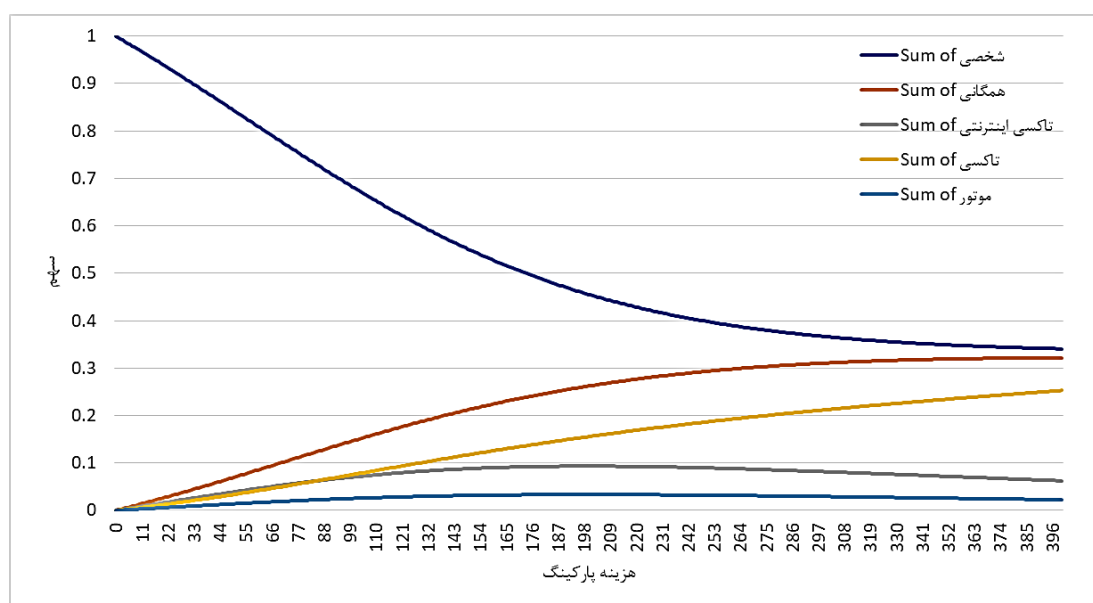
جدول ۲۱-۳: مدل انتخاب وسیله با متغیر هزینه سفر

گزینه‌ها	متغیر	پارامتر	سطح معنی‌داری
	ثابت	۱.۷۱۲	۰.۰۰
	هزینه سفر (هزار تومان)	-۰.۰۱۱	۰.۰۰
انتخاب خودروی شخصی	زمان سفر خودروی شخصی	-۰.۰۳۶	۰.۰۰
	مالکیت خودروی شخصی	۳.۶۸	۰.۰۰
	ثابت	۱.۵۲	۰.۰۰
انتخاب حمل‌ونقل همگانی	هزینه سفر (هزار تومان)	۰.۰۰۳	۰.۰۰
	زمان سفر داخل و بیرون همگانی	-۰.۲۰	۰.۰۰



گزینه‌ها	متغیر	پارامتر	سطح معنی داری
	ثابت	-۰.۶۶۳	۰.۱۱
انتخاب تاکسی اینترنتی	زمان سفر تاکسی اینترنتی	-۰.۰۲۹	۰.۰۰
	مالکیت خودروی شخصی	۴.۰۰	۰.۰۰
انتخاب تاکسی	ثابت	۱.۴۵	۰.۰۰
	زمان سفر تاکسی	-۰.۰۳۸	۰.۰۰
	هزینه سفر (هزار تومان)	۰.۰۰۴	۰.۰۰
	مالکیت خودرو شخصی	-۱.۷۷۱	۰.۰۳
انتخاب موتورسیکلت	زمان سفر موتور	-۰.۰۴۳	۰.۰۰
	ρ_0^2		۲۳.۰
	ρ_c^2		۰.۱۱
	مشاهدات		۱۶۸۸

نتایج انحراف تقاضای مدل انتخاب وسیله در مدل با هزینه سفر، در سطوح مختلف هزینه پارکینگ مطابق شکل ۳-۳ است. بر اساس این نمودار، شیب کاهش سهم سواری شخصی تا بازه ۲۷۰ هزار تومان نسبتاً تند بوده و پس از آن سهم شخصی با شدت کمتری کاهش می‌یابد. با افزایش هزینه پارک و کاهش سهم سواری شخصی، سهم حمل‌ونقل همگانی بیشتر از سایر شیوه‌ها افزایش می‌یابد و بعد از آن تاکسی افزایش سهم بیشتری را دارد.



شکل ۳-۳: نمودار انحراف تقاضا بر اساس مدل با متغیر هزینه سفر

**۳-۵- تحلیل حساسیت تقاضا (به تفکیک وسیله) به قیمت پارکینگ و مسافت****پیاده‌روی**

در این بخش از گزارش به بررسی دقیق‌تر نحوه اثرگذاری هزینه پارکینگ بر انتخاب وسیله افراد پرداخته خواهد شد. برای این کار و درک بهتر نحوه تاثیر هزینه پارکینگ بر انتخاب وسیله افراد، به جز مدل‌سازی تحلیل‌های دیگری نظیر طبقه‌بندی می‌تواند انجام شود. در جدول ۳-۲۲ یک دسته‌بندی بر روی هزینه پارکینگ انجام شده است و فراوانی شیوه سفر انتخاب شده توسط افراد در آن بازه قیمتی نیز محاسبه شده است.

جدول ۳-۲۲: فراوانی انتخاب شیوه‌های مختلف در بازه‌های مختلف هزینه پارکینگ

بازه هزینه (هزار تومان)	خودروی شخصی	تاکسی اینترنتی	تاکسی	همگانی	موتور	مجموع
۰ تا ۵۰	۵۳۸	۷۲	۵۲	۱۳۸	۴۲	۸۴۲
۵۱ تا ۱۰۰	۱۶۰	۶۸	۵۸	۱۲۸	۱۸	۴۳۲
۱۰۱ تا ۱۵۰	۲۴	۲۶	۲۶	۴۸	۴	۱۲۸
۱۵۱ تا ۲۰۰	۲	۲۶	۶۰	۶۴	۴	۱۵۶
۲۰۱ تا ۲۵۰	۱۰	۱۰	۲۴	۳۰	۰	۷۴
۲۵۱ تا ۳۰۰	۶	۰	۸	۱۶	۰	۲۰
۳۰۱ تا ۳۵۰	۰	۰	۰	۸	۲	۱۰
۳۵۱ تا ۴۰۰	۶	۰	۲	۶	۲	۱۶

نتایج نشان می‌دهد، در بازه قیمتی ۰ تا ۵۰ هزار تومان، سهم خودروی شخصی بیشتر از سایر شیوه‌ها است. در این بازه، حدود ۶۴ درصد افراد (۵۳۸ نفر)، خودروی شخصی را برای سفر خود انتخاب کرده‌اند و بعد از آن همگانی با ۱۶.۴ درصد سهم بیشتری دارد. با افزایش هزینه پارکینگ، در سطح قیمتی ۵۱ تا ۱۰۰ هزار تومان، سهم سواری کاهش پیدا کرده و به ۳۷ درصد (۱۶۰ نفر) رسیده است. در این بازه، شیوه‌های همگانی و تاکسی، دارای افزایش سهم هستند. بر این اساس می‌توان گفت، افراد به هزینه پارکینگ حساس هستند، به طوری که با افزایش بازه هزینه پارکینگ به میزان ۵۰ هزار تومان (از بازه ۰ تا ۵۰ به ۵۱ تا ۱۰۰ هزار تومان)، باعث کاهش سهم خودروی شخصی به میزان ۲۷ درصد می‌شود.



مشاوران اندیشکار

تاسیس ۱۳۵۵

تهران - سعادت آباد - خیابان علامه طباطبایی -
کوچه شهید قدیری (۳۰ غربی) - پلاک ۳



www.andishkar.com



info@andishkar.com



۸۸ ۶۹۰ ۴۲۸ - ۸۸ ۶۸۰ ۲۲۴ (۰۲۱)



۸۸ ۶۹۰ ۴۳۳ (۰۲۱)

