

## مدل‌سازی الگوی فعالیت روزانه در فرآیند فعالیت مبنای سفر

### مقاله علمی - پژوهشی

شهریار افندی‌زاده\*، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
محمود احمدی نژاد، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
نوید خانه‌کشی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
حمید بیگدلی راد، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: zargari@iust.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

صفحه ۴۲-۱۷

### چکیده

هدف مطالعه حاضر، بررسی تاثیر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی بر روی الگوی فعالیت افراد در طول روز برای پیش‌بینی رفتار سفر آن‌ها است. اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از پرسشگری خانوارهای واشنگتن در سال ۲۰۰۷ بوده است. مدل‌ها از نوع لوجیت چندجمله‌ای و آشیانه‌ای می‌باشد. مدل الگوی فعالیت روزانه با هفت هدف فعالیت شامل "کار، تحصیل، همراهی (اسکورت)، کار شخصی (کار آزاد و کارهای مجازی با گوشی و اینترنت)، خرید، وعده‌ غذایی و اجتماعی/تفریح" و با متغیرهایی در دسته‌بندی‌های مختلف شامل "نوع افراد، گروه سنی، درآمد خانوار، ترکیبات خانواری، جنسیت/فرزند" و مدل دوم، یعنی تعداد دقیق تورها بر اساس هدف تور با سه گزینه انتخاب (یک تور، دو تور و سه یا بیشتر از سه تور) به‌ازای هر کدام از هفت هدف فعالیت ساخته شد. مدل سوم یعنی مدل تعداد و هدف تورهای فرعی کار مینا به بررسی تأثیر برخی از مشخصات الگوی فعالیت روزانه افراد و بعضی عوامل اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب تورهای فرعی کار مینا می‌پردازد. با توجه نتایج مدل، مقدار  $\rho^2(C)$  در مدل الگوی فعالیت روزانه برابر با ۰.۱۵۲۷ شد. با توجه به مطالعات مشابه در زمینه‌ی مدل‌های الگوی فعالیت و همچنین تعداد زیاد پارامترهای مدل حاضر، مقدار ۰.۱۵۲۷، بسیار مطلوب ارزیابی می‌شود. در نهایت هر یک از این مدل‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و ملاحظه گردید که علامت و مقدار هر یک از پارامترهای برآورد شده مدل منطقی بنظر می‌رسد و به طرز قابل توجهی بر مطلوبیت‌ها و انتخاب‌های افراد تأثیر گذار است.

واژه‌های کلیدی: الگوی فعالیت روزانه، مدل فعالیت-مبنا، لوجیت چندجمله‌ای، تورهای فرعی کار مینا، مطلوبیت

### ۱- مقدمه

می‌شود (Afandizadeh & Bigdeli Rad, 2021). بر همین اساس تورها و انتخاب‌های سفر، به فعالیت‌های انجام شده، زمان و مکانی که آن فعالیت‌ها انجام می‌شوند و اینکه چگونه افراد به مقصدهای موردنظر خود می‌رسند، مربوط می‌شوند (Ameri et al., 2021). تورها معمولاً به‌عنوان حلقه‌های خانه‌به‌خانه تعریف می‌شوند. به تورهایی با دو سفر، تورهای ساده می‌گویند (به‌عنوان مثال، خانه به محل کار و سپس کار

رویکرد فعالیت-مبنا برای مدل‌سازی تقاضای سفر شهری، در مقایسه با مدل‌های چهار مرحله‌ای سفر-مبنا، حساسیت بیشتری نسبت به رفتار و سیاست دارد. مردم سفر می‌کنند تا بتوانند در فعالیت‌های خارج از خانه شرکت کنند؛ از این رو، تصمیمات مربوط به مشارکت در فعالیت است که رفتار بنیادین را تشکیل می‌دهند، نه خود سفر. سفر، مشتق تقاضا است و هدف، زمان‌بندی، مقصد و مد سفر توسط فعالیت تعیین

فاصله خانه تا محل کار، دسترسی در محل کار و دسترسی محل کار- محل سکونت به عنوان عوامل تعیین کننده قابل توجهی برای فراوانی تور مشخص شد (Mwale et al., 2022). مطالعات مشابهی در مورد زنجیره سفر و شکل شهری در اروپا توسط مات و تیمرمنز در سال ۲۰۰۶ انجام شد، که دریافتند که تراکم بیشتر در نواحی شهری منجر به تورهای مکرر می شود اما این تورها پیچیده تر بودند (یعنی توقف های بیشتری داشتند) (Maat & Timmermans, 2006).

نتیجه کاملاً متفاوتی توسط نولاند و توماس در سال ۲۰۰۷ به دست آمد که داده هایی را ارائه کردند که نشان می دهد مناطق حومه ای کم تراکم نسبت به مناطق با تراکم بیشتر، تعداد تورهای بیشتر و تورهای پیچیده تری دارند. قطعاً فرصتی برای بررسی بیشتر در مورد نقش فرم شهری در زنجیره سفر وجود دارد (Noland & Thomas, 2007). بررسی ساختار مطالعات انجام شده نشان می دهد که به طور کلی سه رویکرد برای مدل سازی فعالیت-مبنا توسعه یافته است. دسته اول مدل های اقتصادسنجی، دسته دوم شبیه سازی یا روند مدل سازی فرایند محاسباتی و دسته سوم سایر مدل ها مانند مدل سازی فرایند زمان بندی دینامیک است (Okeke et al., 2021). مدل های اقتصادسنجی رابطه بین شاخص های کلان فعالیت و پیش بینی احتمالی تصمیم را نشان می دهد این مدل ها نحوه ارتباط الگوهای سفر/ فعالیت را با کاربری زمین و مشخصات اقتصادی-اجتماعی مسافر بیان می کنند. مدل های ریاضی که در این دسته بیشترین فراوانی را داشته اند شامل مدل های انتخاب گسسته، مدت ریسک، مدل های متغیر وابسته محدود می شوند. مدل های ارائه شده برای بوستن، پرتلند، نیویورک و آتلانتا بر اساس این ساختار تهیه شده و در آنها از مدل های لوجیت استفاده شده است (Zhong et al., 2022). مدل های شبیه سازی یا مدل سازی فرایند محاسباتی که غالباً قاعده-مبنا هستند، ساختار لوجیت ندارند بلکه به صورت اگر-آنگاه هستند و ساختار سلسله مراتبی دارند. این مدل ها که انعطاف پذیری بیشتری دارند به اطلاعات زیادی برای تخمین مدل نیاز دارند (Wegener, 2021). با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه الگوهای فعالیت افراد در فرایند فعالیت مبنا، انواع مختلفی از الگوهای فعالیت و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی مورد استفاده قرار گرفته است. در ادامه مطالعات صورت گرفته بطور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

به خانه) و تورهای با بیش از دو سفر را تورهای پیچیده می گویند (Zargari & Rad, 2023). در ادبیات تأیید شده است که سفرها نباید به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند و پیچیدگی تور بر تصمیمات انتخاب مد تأثیر می گذارد. بدون شک برای افرادی که تورهای پیچیده را انتخاب می کنند، به دلیل انعطاف پذیری و راحتی بیشتر در زنجیره سفر، مد ترجیحی خودروی شخصی است. همچنین برای تورهای مسافت کوتاه، مد ترجیحی پیاده روی است (Afandizadeh & Bigdeli Rad, 2023).

مدل ارائه شده توسط دیزی و همکاران در سال ۲۰۱۸، نگرش اساسی ای را در مورد رابطه بین انواع تور و فراوانی تور ارائه می دهد. به طور خاص، این مطالعه نشان داد که انواع تور، مانند HPH، HGH، HEH و HTH ارتباط مثبتی با فراوانی تور دارند. از این رو، بین تورهای ساده و تعداد کل تورها همبستگی مثبت وجود دارد.

تورهای پیچیده، همان طور که انتظار می رود، همبستگی نامطلوبی با فراوانی تور دارند، زیرا آنها فعالیت های بیشتری را که فرد می خواهد در یک روز انجام دهد، ادغام یا بسته بندی می کند و نیازی به بازگشت به خانه و ایجاد تورهای جدید را از بین می برد (Afandizadeh et al., 2023).

مشاهده شده است که داشتن گواهینامه رانندگی همبستگی منفی با زنجیره سفر دارد در حالی که همبستگی مثبتی با فراوانی تورها نشان می دهد. در دسترس بودن اتومبیل به عنوان یک گزینه حمل و نقل به طور بالقوه ظرفیت افراد غیرشاغل را برای انجام بسیاری از تورها افزایش می دهد، برخلاف شرکت در سفرهای مختلف در یک تور (Afandizadeh Zargari et al., 2019). زنجیره سفر با تعداد خودروهای خانوار همبستگی منفی دارد. افزایش دسترسی به وسایل نقلیه اضافی به افراد فرصت ها و راحتی بیشتری برای شرکت در بسیاری از تورها می دهد، به جای اینکه یک تور را با سفرهای متعدد سنگین نماید (Daisy et al., 2018).

با این حال، در سال ۲۰۲۲ محققین کشف کردند که در ایالات متحده، شکل شهری بر رفتار زنجیره ای سفر تأثیر می گذارد، بدین صورت که مکان های با دسترسی بالا (تراکم بالا) تورهای بیشتری با توقف های کمتر تولید می کنند. در میان ویژگی های اجتماعی-جمعیت شناختی خانوار، تعداد بزرگسالان، تعداد کارمندان، تعداد وسایل نقلیه، درآمد خانوار،

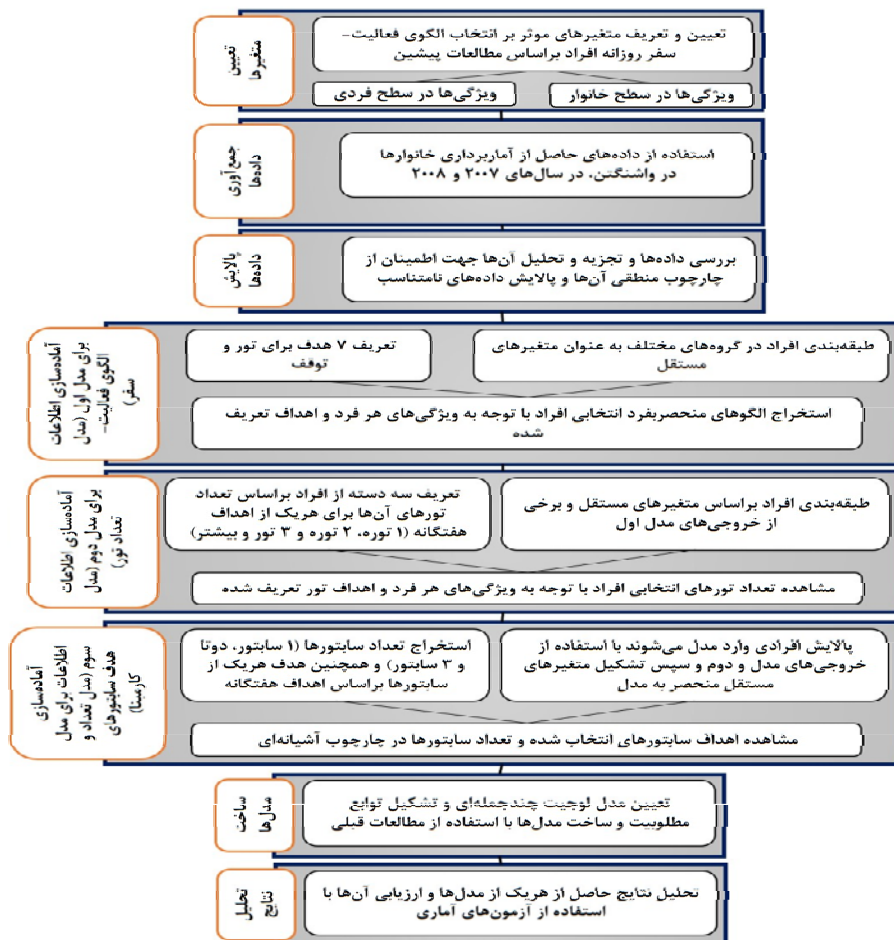
جدول ۱. مطالعات پیشین

ردیف	نام محقق	زمان تحقیق	هدف از تحقیق	نتایج تحقیق
۱	پارک و همکارانش	۲۰۲۳	الگوی سفر-فعالیت شاغلان	تأثیر بسزای متغیرهای نوع فرد و خصوصیات خانوار بر الگوی فعالیت-سفر افراد
۲	ژو و همکاران	۲۰۲۲	ارائه یک مدل برای پیش‌بینی تقاضای سفر و الگوهای فعالیت افراد	احتمالات دسترسی وسیله نقلیه، کیلومتر طی شده با وسیله نقلیه سفر، احتمالات الگوی فعالیت
۳	هدجدیمیتورو	۲۰۲۲	تحلیل و بررسی نقش عوامل مختلف بر زنجیره سفر	تورهای پیچیده بیشتر از تورهای ساده، خودرو محور هستند.
۴	کوشیک و همکاران	۲۰۲۰	بررسی ارتباط مدت‌زمان فعالیت و انتخاب فعالیت	محدودیت‌های مکانی-زمانی مانند زمان روز، ساعات کاری و زمان سفر نقش مهمی در زمان‌بندی فعالیت. مدت‌زمان و نوع فعالیت نیز وابسته به تاریخچه الگوی فعالیت-سفر و اولویت‌های مسافر است.
۵	پارادی و همکاران	۲۰۲۰	مدل‌سازی تصمیم‌گیری برای انجام یک فعالیت درون خانه یا خارج از خانه	عوامل تأثیرگذار در این مدل شامل ترکیب خانوار، ویژگی‌های شغلی، ترکیب سنی و نوع سبک زندگی است.
۶	مالوکین و همکاران	۲۰۱۹	مدل مربوط به جمعیت‌شناسی اجتماعی، مشارکت در فعالیت و رفتار سفر	رفتار سفر را می‌توان با گنجاندن مشارکت در فعالیت در مدل بهتر توضیح داد. روابط بین مشارکت در فعالیت‌های درون خانه و خارج از خانه وجود داشت و می‌توان آن را تخمین زد و تفسیر کرد.
۷	ویزی و همکاران	۲۰۱۸	رابطه بین انواع تور و فراوانی تور	بین تورهای ساده و تعداد کل تورها همبستگی مثبت وجود دارد. تورهای پیچیده، همبستگی نامطلوبی با فراوانی تور دارند.
۸	جیانگ و همکاران	۲۰۱۲	(۱) ساختار اصلی فعالیت روزانه افراد در یک منطقه شهری، (۲) تنوع فعالیت‌های روزانه فردی (نحوه رشد و محو شدن آن‌ها در طول زمان)	(۱) رفتار شاغلان آخر هفته بسیار شبیه به شاغلان روزهای هفته است. (۲) در مقایسه «افرادی که بیشتر اوقات خود را در خانه می‌گذرانند» و «ماجرایوان»، اولی سهم بیشتری از زنان، جمعیت سالخورده‌تر، خانواده‌های با درآمد کمتر و افرادی که در خانه کار می‌کنند دارد. درحالی‌که سهم کمتری از دانش‌آموزان و افرادی که در حال کار هستند، دارد.
۹	کاتو و همکاران	۲۰۰۹	تخصیص منابع مشترک خانوارها با استفاده از مدل حداکثرسازی مطلوبیت	هر چه تعداد فرزندان در یک خانواده بیشتر باشد، اهمیت فعالیت مشترک زن و شوهر در اوقات فراغت خارج از خانه بیشتر است. هر چه شوهران روزهای غیر کاری بیشتری داشته باشند، اهمیت فعالیت‌های فراغت فردی خارج از خانه آن‌ها کمتر است.
۱۰	مات و تیمرمنز	۲۰۰۶	بررسی تأثیرات کاربری زمین بر انتخاب تور	تراکم بیشتر در نواحی شهری منجر به تورهای مکرر می‌شود، اما این تورها پیچیده‌تر بودند.
۱۱	سرنیواسان و بات	۲۰۰۵	بررسی تخصیص فعالیت مراقبت و نگهداری و مشارکت اعضای خانواده	متغیرهای مرتبط با خانوار مانند نقش خانوادگی، جنسیت، درآمد، در دسترس بودن خودرو، وضعیت کار و وجود/عدم وجود کودکان نقش عمده‌ای در تعیین مشارکت در فعالیت‌های مشترک و فعالیت‌های فردی در فعالیت مراقبت و نگهداری ایفا می‌کنند.
۱۲	لیمانوند و نیمایر	۲۰۰۴	بررسی تأثیرات کاربری زمین بر انتخاب تورهای خرید خانوار	فراوانی کلی تورهای خرید اساساً تحت تأثیر الگوهای کاربری زمین با استفاده از یک مدل فعالیت-مبنا قرار نگرفته است.

### ۳- روش شناسی تحقیق

متغیر وابسته معمولاً به‌عنوان یک متغیر "اسمی" در ادبیات دانشگاهی نشان داده می‌شود. مدل لاجیت چندجمله‌ای در مواردی استفاده می‌شود که متغیر وابسته طبقه‌بندی شده شامل سه یا چند دسته است که مرتب نشده هستند. این مدل احتمالات مربوط به هر دسته را به‌صورت نسبی با یک دسته مرجع معین شده تخمین می‌زند. روند کلی و مراحل این پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.

در این تحقیق از مدل لاجیت چندجمله‌ای و آشیانه‌ای برای تخمین نوع الگوی فعالیت-سفر افراد، تعداد تورها و تعداد سابتورهای کاری انجام شده توسط هر فرد استفاده شد. متغیر وابسته در یک مدل لاجیت چندجمله‌ای به‌صورت طبقه‌بندی شده مشخص می‌شود که به‌جای محدود شدن به دو دسته، چندین دسته را در بر می‌گیرد. این شکل خاص از



شکل ۱. فلوچارت روش پژوهش

### ۳-۱- داده‌های پژوهش

این منظور استفاده شده بود، انجام شد. در این آمارگیری ناحیه مورد مطالعه به ۳۷۲۲ ناحیه ترافیکی تقسیم‌بندی شده و ویژگی‌های مربوط به هر ناحیه مانند جمعیت، تعداد شاغلین و کاربری‌های مختلف زمین گردآوری و گزارش شده است. در شکل ۲ ناحیه مورد مطالعه ارائه شده است. اطلاعات موجود در آمارگیری مبدأ-مقصد شامل سه دسته کلی است: اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از نتایج آمارگیری مبدأ-مقصد ساکنان منطقه واشنگتن در سال ۲۰۰۷ استخراج شده است. از فوریه ۲۰۰۷ تا آوریل ۲۰۰۸، یک بررسی از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و رفتار سفر افراد ساکن در خانواده‌های منطقه شهری واشنگتن توسط یک شرکت تحقیقاتی شناخته شده ملی بررسی حمل و نقل، NuStats برای

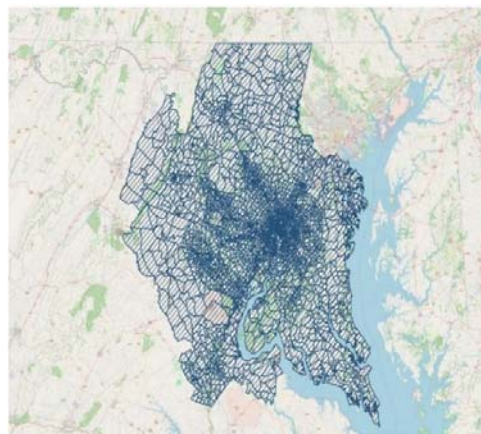
اختصاص یک دانه تصادفی به هر نتیجه احتمالی برای هر فرد انجام می‌شود. در شبیه‌سازی مونته کارلو، تصمیمات بر اساس احتمالات پیش‌بینی شده و یک مقدار تصادفی به نام "دانه تصادفی" انجام می‌شوند. احتمالات پیش‌بینی شده: در مدل‌سازی انتخاب‌ها، پژوهشگران احتمال یا احتمالات انتخاب یک شخص بر یکی از گزینه‌ها در یک وضعیت معین را تخمین می‌زنند. این احتمالات براساس عوامل مختلف از جمله ویژگی‌های فردی و ویژگی‌های گزینه‌ها، تعیین می‌شوند.

**دانه تصادفی:** "دانه تصادفی" نقطه شروعی برای تولید اعداد تصادفی در یک شبیه‌سازی است. می‌توان آن را مانند مقدار اولیه در تولید تصادفی در نظر گرفت. در این متن، دانه تصادفی بسیار مهم است چرا که تأثیرگذاری شبیه‌سازی در تخصیص نتایج را تعیین می‌کند. بطورمثال تصور کنید یک شخص با دو انتخاب ممکن در یک وضعیت مواجه می‌شود و احتمال انتخاب او برای اولین گزینه برابر با ۰,۲۰ است. دانه تصادفی برای این انتخاب خاص نیز تولید می‌شود و مقداری بین ۰ تا ۱ است (برای مثال، کمتر یا مساوی با ۰,۲۰). اگر دانه تصادفی با احتمال انتخاب (۰,۲۰ یا کمتر) همخوانی داشته باشد، شبیه‌سازی نتیجه اول را به‌عنوان انتخاب شخص برای آن گزینه می‌یابد. حالا قسمت جالب این است که از آنجاکه مقادیر دانه تصادفی متفاوت می‌توانند برای هر اجرای شبیه‌سازی استفاده شوند، شما تغییرات تصادفی در نتایج خواهید داشت. به‌عبارت‌دیگر، حتی اگر از همان داده‌ها و منطق پردازش یکسان برای چندین بار اجرای شبیه‌سازی استفاده کنید، نتایج کمی متفاوت خواهند بود به دلیل تفاوت‌ها در دانه‌های تصادفی از یک اجرا به اجرایی دیگر. این تنوع تصادفی به درک عدم قطعیت یا تغییرات در تصمیم‌گیری‌های انسانی کمک می‌کند و یک ویژگی اساسی در شبیه‌سازی مونته کارلو در مدل‌سازی انتخاب‌هاست.

### ۳-۳- سیستم مدل‌های دیسیم

در حقیقت تنها یک زیر مدل یا مدل فرعی وجود دارد که SACSIM را به معنای واقعی، یک شبیه‌ساز می‌سازد و آن دیسیم است (Malekmohammadi & Mirbagheri, 2023). دیسیم یک شبیه‌ساز سفر و فعالیت فرد در طول روز است که تنها مؤلفه فعالیت مبنای تور در SACSIM است.

مربوط به فرد، خانوار و اطلاعات مربوط به سفر. اطلاعات مربوط به فرد شامل ویژگی‌هایی از جمله جنسیت، سن، شغل و تحصیلات است. ویژگی‌های خانوار شامل بعد خانوار، ناحیه محل سکونت، نوع و تعداد وسایل نقلیه تحت مالکیت است. اطلاعات مربوط به سفر نیز شامل هدف سفر، زمان سفر، وسیله نقلیه و ناحیه مبدأ و مقصد سفر هر یک از افراد است.



شکل ۲. ناحیه مورد مطالعه به تفکیک نواحی ترافیکی (Bhat et al., 2003)

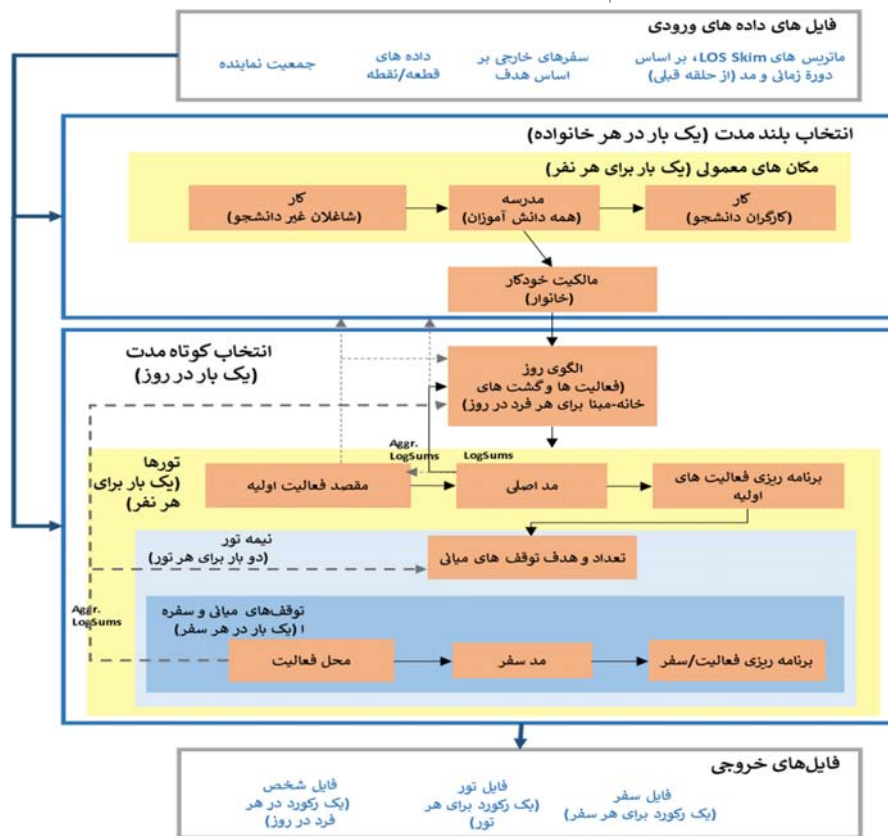
داده‌ها از حدود ۳۰ هزار زنجیره سفر تشکیل شده‌اند که اطلاعاتی از جمله زمان شروع سفر، وسیله نقلیه مورد استفاده در سفر، ناحیه مبدأ و مقصد سفر و هدف سفر را شامل می‌شوند.

### ۳-۲- فرایند انتخاب دانه تصادفی و مونته کارلو

مدل‌های انتخابی بر اساس ویژگی‌های شخص مورد نظر و جذابیت نسبی گزینه‌های موجود و در اختیار آن فرد، احتمال انتخاب هر یک از گزینه‌های مختلف را پیش‌بینی می‌کنند (Malekmohammadi & Mirbagheri, 2022). مدل‌های همفزون (نه دیسیم) از این احتمالات با تقسیم گزینه‌ها بر روی همه اعضای بخش قابل استفاده از جمعیت استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، اگر یک مدل انتخاب مد احتمال ۰,۲۰ استفاده از ترانزیت و ۰,۸۰ استفاده از خودرو برای یک بخش خاص با ۱۰۰ نفر را پیش‌بینی کند، ۲۰ نفر از افراد به ترانزیت و ۸۰ نفر به اتومبیل اختصاص داده می‌شوند. شبیه‌سازی در سطح شخص (از جمله دیسیم) برای تخصیص افراد به گزینه‌های خاص در سطح فردی نیاز به یک فرایند دیگر دارد. در دیسیم این کار با

زمان سفرها در طول یک روز محدود شده‌اند و انتخاب‌های سفر مطابق مدل برای هر بازه ۳۰ دقیقه‌ای شمرده می‌شوند. مدل‌های سنتی چهارمرحله‌ای سفر کل روز را با استفاده از فاکتورهای ثابت زمانی یا مدل‌های انتخاب همفزون، مدل می‌کردند. دیسیس تقاضای سفر را شبیه‌سازی می‌کند ولی تخصیص واقعی این تقاضا به بزرگراه‌ها و شبکه‌های حمل‌ونقل همگانی شبیه‌سازی نمی‌شود. دیسیس شبیه‌ساز فعالیت مبنای تور منطقه‌ای تنها برای سفر درون منطقه‌ای ساکنان آن منطقه است. مدل‌های تور فعالیت مبنای به طور فزاینده‌ای به‌عنوان جایگزینی برای مدل‌های سنتی و چهارمرحله‌ای سفر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل‌های تور فعالیت مبنای نمایش دقیقی از سفرهای افراد را ارائه می‌دهند، به‌ویژه تصمیمات مرتبط با فعالیت‌هایی که یک شخص در طول یک روز انجام می‌دهد.

دیسیس همه سفرهای ساکنین منطقه SACOG را در خود منطقه می‌شمارد. شبیه‌سازی در سطح فردی است، بنابراین خروجی اصلی دیسیس مربوط به سفر فردی به محل کار، مدرسه، امور اجتماعی/تفریحی و اهداف غیرکاری دیگر است. دیسیس مجموعه‌ای از مدل‌های انتخاب بلندمدت را در بالاترین سطح و مجموعه بزرگ‌تری از مدل‌های انتخاب کوتاه‌مدت را در سطوح پایین‌تر شامل می‌شود. دیسیس مدلی غیرهمفزون است که واحدهای تحلیل آن مردم‌اند. واحدهای تحلیل مدل‌های سنتی چهارمرحله‌ای، نواحی ترافیکی هستند. دیسیس مدل‌هایی را ارائه می‌دهد که بر مبنای نظرسنجی سفر خانوار تک‌تک افراد تخمین زده می‌شود و همه متغیرهای در سطح فردی برای وضوح مدل محاسبه می‌شوند. دیسیس زمان را نیز به طور واضح در نظر می‌گیرد. مدت‌زمان انجام فعالیت‌ها و



شکل ۳. ساختار و جریان دیسیس

بلندمدت به مدل‌های کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد با حرکت از بالا به پایین، انتخاب‌های مدل‌های بلندمدت در مدل‌های سطوح پایین تأثیر می‌گذارد یا آن را محدود می‌کند.

دیسیس به عنوان یک سری از مدل‌های سلسله مراتبی یا گزینه‌های تودرتو ساخته شده است. سلسله مراتب عمومی، مدل‌های بلندمدت را در صدر سلسله مراتب انتخاب و مدل‌های کوتاه‌مدت را در سطوح متوالی پایین‌تر در سلسله مراتب قرار می‌دهد. جریان کلی مطابق شکل ۳ از مدل‌های

روز برای همان هفت هدف پیش‌بینی می‌کند. این هفت هدف عبارتند از: کار، مدرسه، اسکورت، کار آزاد، خرید، غذا و تفریحی/اجتماعی. انتخاب الگو تابعی از انواع مختلف ویژگی‌های خانوار و فرد و در صورت ارتباط، محل کار معمول افراد می‌باشد. مدل اصلی الگو (مدل اول) وقوع یا عدم وقوع تورها (۰ یا ۱+) و توقف‌ها (۰ یا ۱+) را برای هر هدف و یک مدل شرطی ساده‌تر تعداد دقیق تورها را برای هر هدف پیش‌بینی می‌کند.

اگر مدل اصلی الگو شامل همه ترکیبات ۱۴ متغیر انتخاب باینری باشد، ۲ به توان ۱۴ یا ۱۶۳۸۴ انتخاب خواهیم داشت. با یک بررسی بر روی داده‌ها مشخص گردید که تنها ترکیباتی که در چارچوب ضوابط زیر باشند، می‌توانند موجود باشند: هیچ هدف توقفی با تعداد ۱ توقف یا بیشتر نمی‌تواند موجود باشد مگر اینکه حداقل یک هدف تور با تعداد ۱ تور یا بیشتر وجود داشته باشد. حداکثر تعداد هدف تور با تعداد ۱ تور یا بیشتر، ۳ می‌باشد. حداکثر تعداد هدف توقف با تعداد ۱ توقف یا بیشتر، ۴ می‌باشد. حداکثر (تعداد هدف تور + تعداد هدف توقف) با تعداد ۱ یا بیشتر، ۵ می‌باشد. توقف با هدف کار یا مدرسه نمی‌تواند موجود باشد مگر اینکه ۱+ تور کاری و یا ۱+ تور مدرسه وجود داشته باشد. الگو نمی‌تواند هم شامل توقف با هدف کار و هم توقف با هدف مدرسه باشد (اگر یکی ۱+ باشد، دیگری صفر است). مطابق این چارچوب، تعداد انتخاب‌های مدل به ۲۰۸۰ می‌رسد. انتخاب پایه در مدل، ماندن در خانه است، در واقع در این حالت هر ۱۴ متغیر وابسته صفر هستند (هیچ تور و توقفی وجود ندارد). البته در مدل اجرا شده در پژوهش حاضر تعداد انتخاب‌های موجود مدل به مراتب کمتر است. باتوجه به تحلیل و ارزیابی که روی الگوهای سفر کل نمونه انجام شد، ۵۹۸ الگوی منحصربه‌فرد فعالیت-سفر استخراج شد. در مرحله مدل‌سازی برای کاهش زمان اجرای مدل از چندین روز به چندین ساعت بالاجبار تعدادی از الگوهای سفر را با یکدیگر ادغام شد تا زمان اجرای مدل منطقی و انجام ادامه کار ممکن شود.

مؤلفه‌ی اصلی مطلوبیت، مشخصه‌های فردی و خانواری است. این ویژگی‌ها که در واقع پارامترهای ساخته شده برای مدل‌سازی بوده‌اند در دسته‌های مختلف گروه‌بندی شده و به شرح ادامه می‌باشند.

مثلاً: انتخاب مکان‌های معمول برای کار و مدرسه بر روی انتخاب مقصدهای سفر و کار تاثیر می‌گذارد، زیرا مکان‌های معمول محتمل‌ترین مقصد هستند.

علاوه بر این تأثیرات مستقیم، مطلوبیت‌ها نیز از مدل‌های سطح پایین به سمت مدل‌های سطح بالاتر حرکت می‌کنند. لوگسام‌های مقصد و مد تور، سایر مدل‌های کوتاه‌مدت و همچنین مدل‌های بلندمدت سطح بالایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. برخی از لوگسام‌های مربوط به مدل‌های سطح پایین برای استفاده در مدل‌های بلندمدت، به‌منظور کاهش بار محاسباتی استفاده از لوگسام‌های واقعی در چنین ساختار آشنیانه‌ای پیچیده‌ای جمع می‌شوند (Lord et al., 2021). سیستم مدل‌های دیسیم در چهار مرحله تعداد و هدف تورها و توقف‌های میانی هر فرد را پیش‌بینی می‌کند:

#### مدل اول

الگوی فعالیت روزانه: مدل اصلی الگوی فعالیت که پیش‌بینی می‌کند آیا یک شخص با هفت هدف مختلف فعالیت در طول روز در تورها و توقف‌های میانی مشارکت دارد یا خیر، با انتخاب‌های ممکن ۰ یا ۱+ تور/توقف.

#### مدل دوم

تعداد دقیق تورها: برای هر هدف فعالیتی که در مدل اول پیش‌بینی می‌شود، تعداد دقیق تورهایی که در طول روز برای آن هدف خاص انجام می‌گیرد، پیش‌بینی می‌گردد.

#### مدل سوم

تعداد و هدف تورهای فرعی کار مبنا: برای هر تور کاری خانه مبنا که توسط مدل‌های اول و دوم پیش‌بینی می‌شود، این مدل تعداد دقیق و هدف تورهای فرعی کار مبنا را که از آن تور (تور کاری خانه مبنا) نشأت می‌گیرند را پیش‌بینی می‌کند.

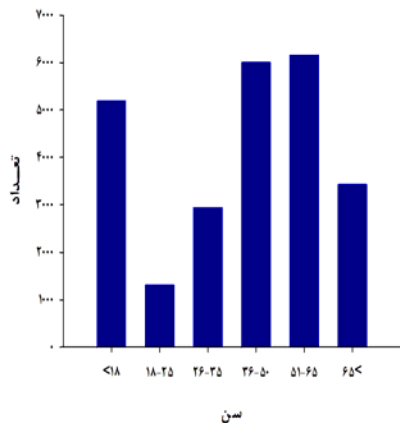
#### مدل چهارم

تعداد و هدف توقف‌های میانی: برای هر نیم‌تور از همه تورها و تورهای فرعی کار مبنا که در مدل‌های اول تا سوم پیش‌بینی می‌شود، این مدل تعداد و هدف همه توقف‌های میانی را که در فاصله بین مبدأ و مقصد صورت می‌گیرد، پیش‌بینی می‌کند.

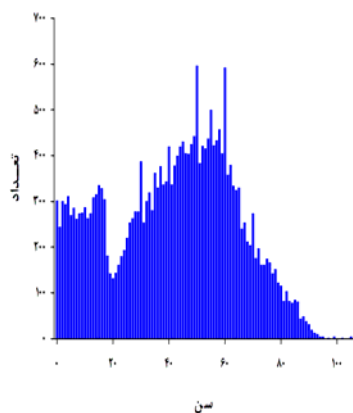
### ۴- نتایج و بحث

#### ۴-۱- الگوی فعالیت روزانه

این مدل در واقع تغییری در رویکرد بن-آکیواست که تعداد تورهای خانه‌مبنایی که یک فرد در طول یک روز برای هفت هدف انجام می‌دهد و نیز وقوع توقف‌های اضافی را در طول



شکل ۵. توزیع سنی داده‌ها در محدوده مورد مطالعه (مطابق دسته‌بندی)



شکل ۶. توزیع سنی داده‌ها در محدوده مورد مطالعه

### ۳) گروه‌بندی جنسیت بزرگسال / فرزندان

مرد/ فرزند ۰-۴ سال: فرد بزرگسال (بالای ۱۸ سال) یا در واقع سرپرست خانوار مرد باشد و دارای فرزندی در بازه سنی ۰ تا ۴ سال باشد.

مرد/ فرزند ۵-۱۵ سال: فرد بزرگسال یا در واقع سرپرست خانوار مرد باشد و دارای فرزندی در بازه سنی ۵ تا ۱۵ سال باشد.

زن/ فاقد فرزند: فرد بزرگسال یا در واقع سرپرست خانوار زن باشد و فرزندی نداشته باشد.

زن/ فرزند ۰-۴ سال: فرد بزرگسال یا در واقع سرپرست خانوار زن باشد و دارای فرزندی در بازه سنی ۰ تا ۴ سال باشد.

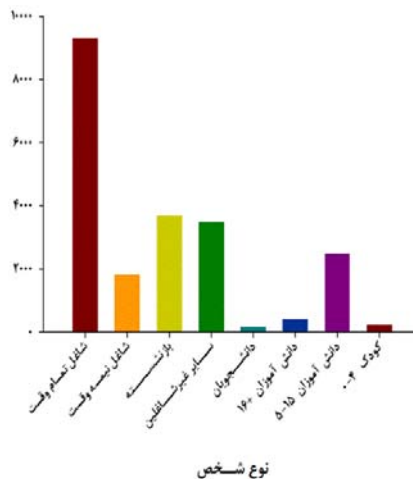
### ۱) دسته نوع شخص

شاغل تمام‌وقت: افرادی با بیش از ۳۲ ساعت کار در هفته.  
 شاغل پاره‌وقت: افرادی با کمتر از ۳۲ ساعت کار در هفته.  
 غیرشاغل: افراد ۶۵ سال یا بالاتر که در دو دسته بالا نباشند.  
 سایر افراد غیرشاغل: شامل افراد غیرشاغل و غیردانشجو می‌باشند.

دانشجوی دانشکده/دانشگاه: دانشجوی تمام‌وقت که در واقع تمام زمان روزانه درگیر فعالیت‌های تحصیلی بوده و فاقد شغل می‌باشد.

دانش‌آموز ۱۶ سال یا بالاتر: دانش‌آموزی که به سن رانندگی رسیده ولی هنوز در مدرسه مشغول تحصیل بوده و فاقد شغل است.

دانش‌آموز ۵-۱۵ ساله: دانش‌آموزی که به سن رانندگی نرسیده و هنوز در مدرسه مشغول تحصیل بوده و فاقد شغل است.  
 کودک در سن ۰-۴ سال: کودک خردسالی که به مدرسه می‌رود ولی ممکن است جهت نگهداری روزانه به مراکزی چون مهدکودک سپرده شود.



شکل ۴. فراوانی نوع شخص در محدوده مورد مطالعه

### ۲) گروه‌بندی سنی

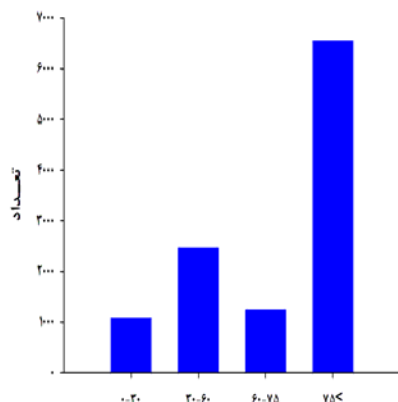
افراد ۱۸-۲۵ ساله: افرادی که در بازه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال واقع شده باشند.

افراد ۲۶-۳۵ ساله: افرادی که در بازه سنی ۲۶ تا ۳۵ سال واقع شده باشند.

افراد ۳۶-۴۵ ساله: افرادی که در بازه سنی ۳۶ تا ۴۵ سال واقع شده باشند.

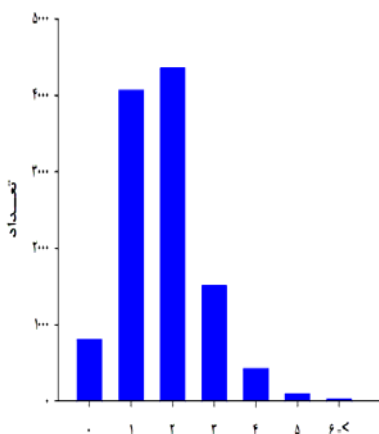
افراد ۴۶-۵۵ ساله: افرادی که در بازه سنی ۴۶ تا ۵۵ سال واقع شده باشند.

کار در خانه: افرادی که دورکار بوده و یا به روش‌های اینترنتی و مجازی و غیره در خانه مشغول هستند.



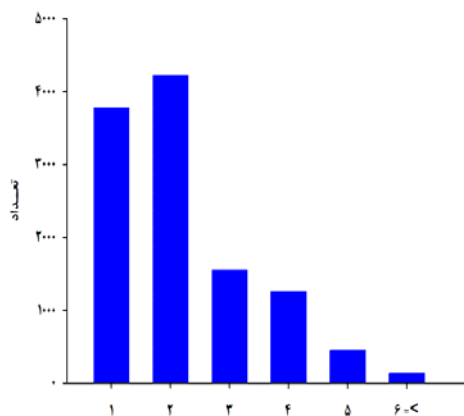
درآمد (هزار دلار در سال)

شکل ۸. توزیع گروه‌های درآمدی خانوار در محدوده مورد مطالعه



تعداد خودرویی خانوار

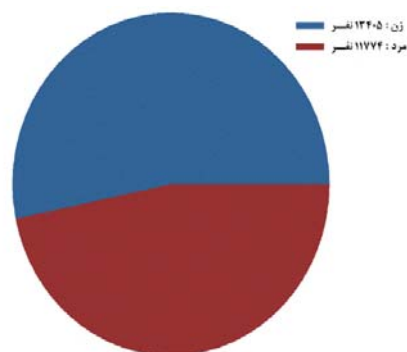
شکل ۹. تعداد خودرویی خانوار در محدوده مورد مطالعه



تعداد اعضای خانوار

شکل ۱۰. تعداد اعضای خانوار در محدوده مورد مطالعه

زن/ فرزند ۵-۱۵ سال: فرد بزرگسال یا در واقع سرپرست خانوار زن باشد و دارای فرزندی در بازه سنی ۵ تا ۱۵ سال باشد.



شکل ۷. توزیع جنسیتی در محدوده مورد مطالعه

#### ۴) گروه‌بندی ترکیبات خانواری

تنها بزرگسال خانوار: این متغیر برای فردی مقدار ۱ به خود می‌گیرد که فرد موردنظر تنها فرد بزرگسال (بالای ۱۸ سال) در خانوار باشد.

تنها فرد شاغل خانوار: این متغیر برای فردی مقدار ۱ به خود می‌گیرد که فرد موردنظر تنها فرد شاغل در خانوار باشد.

خانوار بالای ۲ نفر و بدون نسبت فامیلی: این متغیر برای فردی مقدار ۱ به خود می‌گیرد که خانوار فرد موردنظر اندازه‌ای بیش از ۲ نفر داشته و اعضای آن خانوار نسبت فامیلی نداشته باشند.

#### ۵) گروه‌بندی درآمد خانوار

درآمد ۰-۲۵: خانواری که درآمد آن در بازه ۰ تا ۲۵۰۰۰ دلار در سال باشد.

درآمد ۲۵-۴۵: خانواری که درآمد آن در بازه ۲۵۰۰۰ تا ۴۵۰۰۰ دلار در سال باشد.

درآمد بالای ۷۵: خانواری که درآمد آن بیش از ۷۵۰۰۰ دلار در سال باشد.

#### ۶) یک گروه دیگر شامل

خودرو به ازای افراد بزرگسال در خانوار: این متغیر می‌تواند شامل مقادیری به غیر از ۰ و ۱ باشد و از تقسیم تعداد خودرویی تحت مالکیت هر خانوار بر تعداد افراد بزرگسال در آن خانوار به دست می‌آید.

- در هر دسته تعریف شده برای پارامترهای موجود، ویژگی‌هایی به‌عنوان "مشخصه‌های پایه" ای در نظر گرفته می‌شوند که مقدار ضریب آنها صفر فرض شده و به‌این ترتیب ضرایب مربوط به سایر مشخصه‌ها در هر دسته، نسبت به آن ویژگی مشخص محاسبه شده و به دست می‌آیند. مشخصه پایه در هر یک از گروه‌های نامبرده به‌صورت زیر در نظر گرفته شده است:
- نوع شخص: شغل تمام‌وقت (افرادی با بیش از ۳۲ ساعت کار در هفته)
- گروه سنی: ۵۰-۳۶ سال (افرادی که در بازه سنی ۳۶ تا ۵۰ سال واقع شده باشند).
- جنسیت/ نقش: مرد بزرگسال فاقد فرزند زیر ۱۶ سال (فردی که اولاً جنسیت مذکر داشته، ثانیاً بالای ۱۸ سال باشد و ثالثاً فرزند زیر ۱۶ سال نداشته باشد).
- ترکیب خانواری: خانوار فامیل با ۲+ فرد بزرگسال و ۲+ فرد شاغل (خانواری که اعضای آن نسبت فامیلی داشته و خانوار دارای ۲ یا بیشتر فرد بزرگسال و به تعداد ۲ یا بیشتر فرد شاغل داشته باشد).
- درآمد خانوار: ۷۵-۴۵ هزار دلار در سال (خانواری که درآمد آن در سال بین ۴۵۰۰۰ تا ۷۵۰۰۰ دلار باشد).
- برای همه گزینه‌ها به‌جز گزینه در خانه ماندن که در واقع گزینه مبنا در این مدل است، تابع مطلوبیت شامل مولفه‌های زیر است:
- (۱)
- $$U = \text{sumoverp}(I_p \times BP_p) + BT(NT) + BS(NS) + C(NT, NS) + \text{sumoverp}, q(T_p \times T_q \times BX_{pq}) + \text{sumoverp}, q(S_p \times S_q \times BY_{pq}) + \text{sumoverp}, q(T_p \times S_q \times BZ_{pq})$$
- که در آن:
- $p$  و  $q$ : از ۱ تا ۷ و بیانگر هدف تور/توقف هستند.
  - $I_p$ : یک خواهد بود اگر برای هدف  $p$ ، ۱+ تور یا ۱+توقف وجود داشته باشد، وگرنه صفر است.
  - $T_p$ : برابر ۱ است، اگر ۱+ تور برای هدف  $p$  وجود داشته باشد، در غیر این صورت ۰ است.
- NT: مجموع  $T_p$  به ازای هفت هدف است ( $1 \leq NT \leq 3$ ).
- $S_p$ : برابر ۱ است، اگر ۱+ توقف برای هدف  $p$  وجود داشته باشد، در غیر این صورت ۰ است.
- NS: مجموع  $S_p$  به ازای هفت هدف است ( $0 \leq NT \leq 4$ ).
- ضرایب برآورد شده عبارت‌اند از:
- $BP_p$ : آرایه‌ای از ضرایب مربوط به انجام بیش از یک تور /توقف به ازای هدف  $p$  است که شامل ثابت نیز می‌باشد.
- BT: آرایه‌ای از ضرایب مربوط به انجام تورهای بیشتر است که شامل ثابت نیست (اثر هر متغیر متناسب با لگاریتم تورهاست).
- BS: آرایه‌ای از ضرایب مربوط به انجام توقف‌های بیشتر است که شامل ثابت نیست (اثر هر متغیر متناسب با لگاریتم تعداد توقف‌هاست).
- C ( $NT, NS$ ): مجموعه‌ای از ثابت‌های مربوط به ساخت تورها برای دقیقاً NT هدف مختلف و برای دقیقاً NS توقف مختلف.
- BX: ماتریسی از ضرایب برای ایجاد تور برای یک جفت معین از اهداف تور. فقط یک نیم ماتریس تخمین زده می‌شود که قطر آن محدود به ۰ می‌شود.
- BY: ماتریسی از ضرایب برای ایجاد توقف برای یک جفت معین از اهداف توقف. فقط یک نیم ماتریس تخمین زده می‌شود که قطر آن به ۰ محدود می‌شود.
- BZ: ماتریسی از ضرایب برای ایجاد توقف در یک هدف معین در ترکیب با یک تور از یک هدف معین. در اینجا، یک ماتریس تقریباً کامل را می‌توان تخمین زد، زیرا همه اهداف توقف و اهداف تور می‌توانند با هم در یک الگو رخ دهند.

#### ۴-۲- برآوردها و خروجی‌های مدل الگوی فعالیت

##### روزانه (دیسیم)

مدل دیسیم بر روی ۲۲۱۷۴ نفر در قالب خانوار در واشنگتن پیاده‌سازی و برآورد شد. با برآورد ۱۶۰ پارامتر،  $Rho^2$  با در نظرگیری ثابت‌ها مقداری برابر با ۰,۱۵۲۷ و مقدار  $Rho^2$  با در نظرگیری پارامترها برابر با ۰,۴۶۳۸، که می‌توان اظهار داشت که نتایج قابل قبول و معتبری ارائه داده است. نتایج در جداول ۲ و ۳ نمایش داده شده‌اند.

جدول ۲. نتایج و خروجی مدل الگوی فعالیت روزانه (بخش ۱)

نام پارامترها	متغیرها Purpose-Specific Variables (BP)	کار	x=1	مدرسه	x=2	اسکورت	x=3	کارشخصی	x=4	خرید	x=5	غذا	x=6	اجتماعی-تفریحی	x=7
		ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio
Ct	ثابت تور	0.612	4.23	-5.875	-16.13	-6.641	-8.62	-1.395	-21.10	-4.315	-27.60	-5.710	-19.72	-3.941	-28.05
Cs	ثابت توقف	1.864	1.98	-6.681	-9.29	-0.695	-6.45	-0.291	-0.91	-0.367	-0.31	-0.129	-2.84	-0.302	-0.92
	نوع افراد														
X02	شاغل پاره وقت	-0.333	-6.80	-	-3.16					0.1036	2.34				
X03	بازنشسته	-0.641	-5.82	-	-9.10					0.7642	2.65	4.37		-0.0832	-2.06
X04	سایر غیرشاغلین			-	-1.10					0.4258	2.18	4.20			
X05	دانشجو	-1.740	-10.34	3.2580	11.41										
X06	دانش آموز ۱۶+	-4.282	-8.78	6.9232	18.60				-1.84	-1.6288	-	0.4156	3.62		
X07	دانش آموز ۱۵-۵			7.6104	17.10				-4.20	-0.3716	-	1.8675	7.33	0.8490	4.55
X08	کودک ۴-۰											0.0726	1.46	0.2741	4.18
	گروه سنی بزرگسال														
X21	سن ۱۸-۲۵			0.9744	5.00				-0.128	-2.69	-	-3.20		0.3065	2.76
X22	سن ۲۶-۳۵			0.0866	1.96				-0.3081	-3.15	-	-2.76			
X23	سن ۳۶-۵۱			-0.9501	-3.30				0.0864	1.83	0.6362	1.72		-0.1221	-2.02
	جنسیت بزرگسال / فرزندان														
X19	مرد / فرزند ۴-۰								2.27	0.6754					
X20	مرد / فرزند ۱۵-۵								-3.6223	-4.22				-0.7946	-3.30
X16	زن / بدون فرزند	0.2630	3.17							0.7761	8.35	0.5208	2.03		



۴۵۰۰۰ دلار که احتمالاً بیشتر اعضای آنها بزرگسال و شاغل هستند، مطلوبیت انجام تور اسکورت منفی است.

در مقابل، مطلوبیت برای دسته افرادی که در گروه سنی ۵۱ تا ۶۵ سال هستند مثبت است. افراد در این گروه سنی عمدتاً بازنشسته هستند و وقت فراوانی دارند تا به دیگر اعضای خانوار، از جمله فرزندان و اعضای شاغل، کمک کنند یا از آنها کمک بگیرند. افرادی که دارای فرزندان ۰ تا ۴ و ۵ تا ۱۵ سال در خانواده خود هستند، معمولاً تمایل دارند تورهای اسکورت را برای رساندن یا گرفتن فرزندان خود به مهدکودک یا مدرسه انجام دهند (به‌ویژه باتوجه به اینکه افراد در گروه سنی ۰ تا ۱۵ سال عمدتاً گواهینامه ندارند).

در تعریف پارامترها برای ورود به مدل، کار شخصی به نحوی تعریف شده است که شامل مشاغل آزاد در شرکت‌ها و سازمان‌های شخصی و همچنین کارهای آزاد اینترنتی است که از طریق تلفن همراه و اتصال به شبکه انجام می‌شود. به دلایل محدودیت‌های زمانی در طول روز و اشتغال به تحصیل و یا کار، مقدار این مطلوبیت برای دانش‌آموزان، افراد در بازه سنی ۱۸ تا ۳۵ سال و پدر دارای فرزندان ۵ تا ۱۵ سال منفی است. همچنین برای زنانی که فرزندان زیر ۱۵ سال دارند، این مقدار منفی است زیرا احتمالاً این افراد به دلیل نگهداری از فرزندان خردسال و همراهی فرزندان به مهدکودک یا مدرسه، شرایط مکانی و زمانی مناسب برای کارهای شخصی ندارند. در مقابل، مطلوبیت مربوط به انجام تورها با این هدف برای افراد بازنشسته، افراد شاغل در حوزه‌های مختلف و افرادی در بازه سنی ۵۱ تا ۶۵ سال مثبت است که به دلیل محدودیت‌های زمانی کمتری که ناشی از عدم مشغولیت به شغل دائمی و عوامل دیگر هستند، تمایل به انجام کارهای آزاد و مدیریت شخصی بیشتری دارند.

در ارزیابی تقاضای تورهای خرید، مشاهده می‌شود که تمایل به انجام این تورها برای دانش‌آموزان و افراد در گروه سنی ۱۸ تا ۳۵ سال منفی است که ممکن است به دلیل محدودیت‌های سنی، زمانی و وضعیت اشتغال به وجود آمده باشد. همچنین، این مطلوبیت برای مردانی که فرزندان خردسال دارند نیز منفی است که این ممکن است به علت اشتغال تمام‌وقت آنها و انتقال مسئولیت سفرهای خرید به سایر اعضای خانوار بخصوص زنان بزرگسال خانوار توجیه شود. همچنین، تمایل به این تورها برای خانوارهای با درآمد کمتر از ۲۵۰۰۰ دلار نیز منفی است که ممکن است به علت

فرزندان و ماندن در خانه، نبود کارهای دائمی یا شاغلان تمام‌وقت در خانوارهای با درآمد پایین، عدم تمایل و نیاز به سفرها یا تورهای کاری برای افراد خانه‌دار یا افرادی که به‌صورت دورکاری، مجازی یا به شیوه‌های دیگر در منزل به امور کاری می‌پردازند، منطقی و مناسب به نظر می‌رسد. در این روند، کمترین مطلوبیت به گروه‌هایی از جمله دانش‌آموزان و دانشجویان، مادران دارای فرزندان کوچک و خانوارهای با اشتغال اصلی در منزل تعلق دارد که این امر نشان‌دهنده صحت نتایج مدل است.

تورهای با هدف تحصیلی (مدرسه) برای شاغلان پاره‌وقت، افراد بازنشسته، افرادی که در دیگر شغل‌ها مشغول به کار هستند، افرادی که در گروه سنی ۵۱ تا ۶۵ سال قرار دارند و همچنین مادران دارای فرزندان خردسال مقادیری منفی دارد. این مقادیر نمایانگر عدم تمایل این افراد به سفرهای تحصیلی هستند که باتوجه به شرایط سنی و وضعیت اشتغال آنان، منطقی به نظر می‌آید. همچنین، این مقادیر برای خانوارهای با درآمد بین ۲۵ هزار تا ۴۵ هزار دلار نیز منفی است که ممکن است نمایانگر خانوارهایی با اعضای بالغ و دارای اشتغال ثابت در گذر زمان باشد که دوره تحصیل خود را به پایان رسانده‌اند. از طرف دیگر، مقدار این مطلوبیت برای خانوارهای با درآمد زیر ۲۵ هزار دلار مثبت است که ممکن است نمایانگر خانوارهایی نوپا با یک یا دو فرد شاغل جوان که احتمالاً در حال تحصیل دانشگاهی نیز هستند. همچنین، باید توجه داشت که مقدار این مطلوبیت برای دانشجویان، دانش‌آموزان و افراد در گروه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال مثبت است که این امر بسیار قابل توجیه است. بیشترین تقاضا مرتبط با دانش‌آموزان در دوره ۵ تا ۱۵ سال است که به دلیل ضرورت تحصیل روزانه برای آنها کاملاً توجیه‌پذیر است.

تورهای اسکورت، به معنای همراهی و سوار/پیاده‌کردن شخصی در مقصدی مشخص است. برای گروه سنی ۲۶ تا ۳۵ سال که احتمالاً خود در این بازه سنی شاغل هستند و معمولاً فرزند محصلی ندارند، مطلوبیت برای انجام تور اسکورت به‌منظور رساندن یا گرفتن دیگر اعضای خانوار به یا از مکانی خاص کاهش می‌یابد، زیرا فرد بزرگسال در خانوار معمولاً مسئولیت اقتصادی خانوار را بر عهده دارد و فرصتی برای انجام تور اسکورت ندارد. همچنین، برای خانوارهای با درآمد ۰ تا

فرزندان ۵ تا ۱۵ سال به انجام چنین تورهایی مثبت است، زیرا احتمالاً وقت بیشتری برای گذراندن با فرزندان خود اختصاص می‌دهند. اما برای مردان دارای فرزندان ۵ تا ۱۵ سال، میزان این مطلوبیت منفی است که این ممکن است به علت عدم وجود وقت کافی برای آن‌ها و تمایل بیشتر به گذراندن وقت استراحت در منزل باشد. میزان مطلوبیت برای انجام تورهایی تفریحی-اجتماعی در دو دسته پایین درآمدی خانوار منفی است، اما در دسته اول که کمترین درآمد را دارد، منفی‌ترین (کمترین) مقدار است. این نشان می‌دهد که به دلیل وضعیت اقتصادی ضعیف‌تر، تمایل به سفر یا تورهایی تفریحی-اجتماعی کمتر است. در مقابل، در خانوارهایی که برای هر بزرگسال یک خودرو دارند، احتمالاً به دلیل وضعیت اقتصادی بهتر و همچنین امکان بیشتر برای سفر و تورهایی تفریحی، میزان این مطلوبیت مثبت است.

جدول ۴: نتایج و خروجی مدل الگوی فعالیت روزانه (بخش ۲)

پارامترها	متغیرها		Ln(اهداف تور)		Ln(اهداف توقف)	
	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio
نوع افراد						
۰۲X	0.921	8.26				
۰۳X	1.1045	6.06				
۰۴X	0.6481	3.18	0.5527	1.92		
۰۵X	0.5644	3.43				
۰۶X	1.6056	4.95	-0.9312	-3.67		
۰۷X	0.7573	2.21	-0.3867	-4.93		
۰۸X						
گروه سنی بزرگسال						
۲۱X	0.6149	3.47				
۲۲X	0.0933	1.92				
۳۳X						
جنسیت بزرگسال / فرزندان						
۱۹X	-0.6164	-1.77				
۲۰X	0.8755	3.86				
۱۶X	-0.4381	-2.72				
۱۷X	-1.346	-4.31				
۱۸X	0.7548	5.11				
ترکیبات خانواری						
۱۳X						
۱۴X						

محدودیت‌های مالی در انجام تورهایی خرید، به‌ویژه در مواردی که تلاش بر این است که سفر خرید در کنار تورهایی دیگر به‌عنوان یک توقف میانی (استاپ) انجام شود. از سوی دیگر، میزان مطلوبیت برای شاغلین پاره‌وقت، بازنشستگان، سایر شاغلین (غیر از شاغلین تمام‌وقت و پاره‌وقت) و زنان بدون فرزند مثبت است. این مطلوبیت در این افراد به دلیل وقت آزاد بیشتری که در اختیار دارند، منطقی است که به خرید بیشتری تمایل داشته باشند. همچنین، افرادی که برای هر نفر بزرگسال در خانوار خودرو دارند و خانوارهایی که به کارهای خانگی متمرکز هستند نیز تمایل به خرید بیشتری دارند. این نشان می‌دهد که این افراد به دلیل داشتن امکانات بیشتر و محدودیت‌های کمتر ناشی از سفرها و تورهایی اجباری، تمایل بیشتری به انجام تورهایی خرید دارند.

باتوجه به تعریف تورهایی با هدف تغذیه‌ای که حتی اگر کودکان خردسال با خانواده‌شان در یک تور برای صرف غذا شرکت کنند، برای آن‌ها نیز آن تور به‌عنوان یک تور صرف غذا در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، مثبت بودن تمایل به انجام تورهایی با هدف صرف غذا برای کودکان خردسال منطقی است. همچنین، زنان بدون فرزند، احتمالاً به دلیل شاغل بودن و عدم داشتن مسئولیت نگهداری از فرزند، تمایل به انجام این نوع تورها را دارند. از طرف دیگر، باتوجه به اینکه دانش‌آموزان معمولاً وعده‌های غذایی‌شان را در خانه یا مدرسه صرف می‌کنند، بنابراین تمایل به انجام این نوع تورها برای آن‌ها کمتر است. همچنین، مردانی که فرزندان ۵ تا ۱۵ سال دارند احتمالاً به دلیل شاغل بودن و نداشتن وقت کافی و تمایل به استراحت و صرف غذا در منزل پس از ساعات کاری، تمایل کمتری به انجام این نوع تورها دارند. به همین ترتیب، مطلوبیت تور تغذیه‌ای برای زنانی که فرزندان ۱۵-۵ سال دارند نیز به علت لزوم تهیه غذا برای فرزندان، منفی است. مقدار این مطلوبیت برای خانوارهایی که به‌ازای هر فرد بزرگسال خودرو دارند مثبت است که این ممکن است نشان‌دهنده وضعیت اقتصادی مثبت آن خانوار و داشتن امکانات بیشتر برای انجام تورهایی با هدف غذایی خارج از خانه (رفاه بیشتر) باشد.

تمایل به انجام تورهایی تفریحی-اجتماعی برای دانش‌آموزان ۵ تا ۱۵ سال مثبت است و احتمالاً به دلیل تمایل این گروه به گشت‌وگذار با دوستان یا دیگر اعضای خانواده پس از زمان مدرسه است. در مورد خردسالان نیز، مثبت بودن این تمایل احتمالاً به دلیل انجام تورهایی تفریحی-اجتماعی با مادر یا دیگر اعضای خانواده می‌باشد. به همین ترتیب، تمایل زنان دارای

ناخواسته دارای تنوع و گستره مختلفی از تورها با اهداف گوناگون در طول روز هستند و تجربیات گوناگونی را تجربه می‌کنند. از جهت دیگر، مقدار مطلوبیت برای افراد بازنشسته مثبت است. این موضوع نشان‌دهنده فراهم بودن فرصت، اختیار و زمان آزاد برای انجام تورهای مختلف است. این تورها می‌توانند با هدف اسکورت (رساندن افراد محصل خانوار به مکان تحصیلی)، خرید، فعالیت‌های اجتماعی-تفریحی و دیگر اهداف انجام شوند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، برای دانش‌آموزان ۵ تا ۱۵ سال و بالای ۱۶ سال، مقدار پارامتر مرتبط با تعداد اهداف توقف منفی است. این امر به دلیل عدم اخذ گواهینامه رانندگی در این رده‌های سنی و نیز انجام فعالیت‌های اجباری مانند مدرسه رفتن که سبب محدودیت زمانی و دسترسی دشوار به مکان اهداف توقف (بدون مد سواری) می‌شود، منطقی است. از سوی دیگر، مقدار متناظر برای افراد با سایر شغل‌ها مثبت است. این رابطه ممکن است به دلیل ویژگی‌های مختلفی از جمله ماهیت شغلی، داشتن زمان فراوان و اختیار بیشتر در انجام تورهای متنوع کاری و غیرکاری، داشتن گواهینامه رانندگی، شرایط سنی مناسب و مالکیت اتومبیل شخصی و دلایل دیگر باشد. علاوه بر این، برای افراد در سنین ۱۸ تا ۲۵ سال که احتمالاً دانشجوی یا شاغل هستند، به‌مانند توضیحات فوق، مقدار مرتبط با پارامتر تعداد اهداف تور به طور معقولی مثبت است.

مطابق جدول ۴، با توجه به مثبت بودن ضرایب، می‌توان دریافت که مردان و زنان دارای فرزندان ۵ تا ۱۵ سال تمایل بیشتری به داشتن تورهای متنوع و متعدد دارند. اما این مسئله، برای زنان بدون فرزند و مردان دارای فرزندان ۰ تا ۴ سال، وضعیتی متفاوت دارد و تمایل به داشتن تعداد کمتری تور و تورهای متنوع مشاهده می‌شود.

در نهایت، برای افرادی که در خانه کار می‌کنند (به هر شکلی از جمله دورکاری و کارهای مجازی)، تمایل به انجام تورهای متعدد و توقف‌های بسیار دیده می‌شود. این امکان ممکن است به دلیل داشتن زمان و اختیار بیشتر در برنامه‌ریزی فعالیت‌های روزانه و زمان‌بندی شخصی آزادتر باشد.

۱۵X	خانوار غیرفامیل +۲ نفره				
	درآمد خانوار				
۰۹X	0-25 k				
۱۰X	25-45 k				
۱۱X	(+)75 k				
	سایر				
۱۲X	خودرو به ازای هر بزرگسال				
۲۴X	کار در خانه	1.39	0.065	4.41	1.313

#### ۴-۴- تفسیر متغیرها (بخش ۲)

متغیرهایی که در جدول ۴ مطرح شده‌اند، متناسب با لگاریتم تعداد اهداف تور و توقف‌هایی که افراد انجام می‌دهند، هستند. به اصطلاح، این متغیرها میزان تنوع و تعداد تورها و توقف‌ها را که افراد می‌توانند در طول روز انتخاب کنند، نمایان می‌کنند. در واقع، ضرایب مثبت برای این متغیرها نشان‌دهنده تمایل بیشتر افراد به استفاده از انواع مختلف تورها و توقف‌ها است که می‌توانند، آنها را انتخاب کنند، این تنوع و گستره انتخاب‌ها به افراد امکان می‌دهد تا تورها و توقف‌هایی را انتخاب کنند که بهترین نیازها و ترجیحات شخصی‌شان را تأمین کنند. به این ترتیب، افراد می‌توانند تجربیات متنوعی را در طول روز داشته باشند و از تورها و توقف‌های مختلف لذت ببرند.

مقادیر مثبت مرتبط با افراد شاغل (که شامل شاغل پاره‌وقت و سایر شاغلین)، دانش‌آموزان ۵ تا ۱۵ سال و بالای ۱۶ سال و دانشجویان در پارامتر مربوط به تعداد اهداف تور نمایانگر احتمال وجود تورهای اضافی علاوه بر تورهای کاری یا تحصیلی برای این افراد هستند. به عبارت دیگر، این افراد در هر حالت حداقل یک تور و به تبع آن، یک هدف تور (مانند تور کاری برای افراد شاغل و تور تحصیلی برای محصلین) را در طول روز تجربه خواهند کرد.

همچنین، امکان‌داشتن یک تور اضافی که ممکن است با هدف خرید، فعالیت‌های اجتماعی-تفریحی و سایر اهداف مشابه باشد، کاملاً وجود دارد. به عبارتی، این افراد خواسته یا

جدول ۵. نتایج و خروجی مدل الگوی فعالیت روزانه (بخش ۳)

تور + توقف		توقف + توقف		تور + تور		متغیرهای ترکیب اهداف	نام پارامترها
t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب		
-3.5	-1.865					کار + کار	Y11
				-5.2	-2.381	کار + مدرسه	Y12
3.9	0.651	5.1	-1.495	-4.3	-1.035	کار + اسکورت	Y13
				-8.3	-2.083	کار + کار شخصی	Y14
		-3.1	-0.314	-7.6	-0.831	کار + خرید	Y15
		-2.8	-0.411	-2	-0.134	کار + وعده غذایی	Y16
		-4.5	-1.03	-4.4	-0.086	کار + تفریحی/اجتماعی	Y17
						مدرسه + کار	Y21
3.6	3.655					مدرسه + مدرسه	Y22
4.1	0.628	-1.9	-0.731	-6.2	-1.625	مدرسه + اسکورت	Y23
-2.3	-0.454			-4.4	-1.631	مدرسه + کار شخصی	Y24
-2	-0.365	-4.1	-1.645	-5.1	-0.613	مدرسه + خرید	Y25
-2.1	-0.538			-1.9	-0.542	مدرسه + وعده غذایی	Y26
				-3.1	-0.866	مدرسه + تفریحی/اجتماعی	Y27
7.9	2.684					اسکورت + اسکورت	Y33
		-3.4	-0.708	3.1	0.486	اسکورت + کار شخصی	Y34
-3.2	-0.221	-2.1	-0.498	6.7	0.576	اسکورت + خرید	Y35
						اسکورت + وعده غذایی	Y36
				2.1	0.173	اسکورت + تفریحی/اجتماعی	Y37
2.1	0.565					کار شخصی + اسکورت	Y43
6.2	1.431					کار شخصی + کار شخصی	Y44
3	0.138			-2.3	-0.367	کار شخصی + خرید	Y45
4.8	0.681	-3.1	-0.685	2.7	0.3488	کار شخصی + وعده غذایی	Y46
		-3.7	-0.772			کار شخصی + تفریحی/اجتماعی	Y47
						خرید + اسکورت	Y53
3.1	0.293					خرید + کار شخصی	Y54
7.6	1.034					خرید + خرید	Y55
		-3	-0.178			خرید + وعده غذایی	Y56
		-4.3	-0.668			خرید + تفریحی/اجتماعی	Y57
4.6	0.581					وعده غذایی + اسکورت	Y63
-1.9	-0.811					وعده غذایی + کار شخصی	Y64
						وعده غذایی + خرید	Y65
						وعده غذایی + وعده غذایی	Y66
						تفریحی/اجتماعی + اسکورت	Y73
						تفریحی/اجتماعی + کار شخصی	Y74
						تفریحی/اجتماعی + خرید	Y75
4.3	0.242					تفریحی/اجتماعی + وعده غذایی	Y76

#### ۴-۵- تفسیر متغیرها (بخش ۳)

جدول ۵ از دیگر خروجی‌های مدل الگوی فعالیت افراد است که تمایل افراد به انجام ترکیبات دو دویی مختلف تورها و توقف‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. برآوردهای جدول ۴ نشان می‌دهد در الگوهای سفری که فرد دو تور متوالی دارد، معمولاً اگر یکی از تورها با هدف کار یا مدرسه (تحصیلی) باشد، تمایل افراد برای این نوع الگوها منفی است. این موضوع ممکن است به این دلیل باشد که فعالیت‌هایی با هدف کار یا مدرسه به‌طور نسبی، سهم زیادی از زمان روز فرد را به خود اختصاص می‌دهد و فرد با محدودیت زمانی برای انجام تور جدید مواجه می‌شود.

همین موضوع در مورد تورهای با هدف اسکورت (همراهی) برعکس عمل می‌کند، بطوریکه افراد تمایل دارند در طول یک روز در کنار تور اسکورت تور دیگری نیز داشته باشند که ممکن است به دلیل ماهیت کوتاه‌مدت بودن (در تور اسکورت، تقریباً فقط زمان سفر، مدت‌زمان تور را تعیین می‌کند) تورهای اسکورت باشد. مقدار مطلوبیت (ضرایب) برآورد شده برای الگوهای که دارای دو توقف متوالی هستند، همه منفی است. این نشان‌دهنده این موضوع است که افراد ترجیحاً در الگوهای روزانه خود دو توقف متوالی (با هر ترکیب هدفی) انجام نمی‌دهند.

الگوی یک تور به همراه یک توقف یک الگوی رایج در برنامه سفر افراد است. تمایل افراد در ترکیب تورها و توقف‌ها با اهداف مختلف متفاوت است. مطابق مدل، مطلوبیت ترکیب تور کاری و توقف کاری مقداری منفی دارد که به نظر منطقی می‌رسد، زیرا معمولاً افراد بعد از فعالیت کاری به خانه بازمی‌گردند و فعالیتی با هدف کاری دیگری ندارند (به‌طور مثال برنامه سفر کارمندان رسمی).

مقدار مطلوبیت برای الگوی تور کاری و توقف اسکورت مثبت است که ممکن است به دلیل همراهی کردن فرزندان توسط افراد شاغل خانوار در هنگام صبح (رساندن فرزندان به محل مدرسه و سپس رفتن به محل کار) و یا عصر (برگشتن از محل کار به محل مدرسه و همراهی فرزندان از مدرسه به خانه) به محل مدرسه باشد.

مقدار مطلوبیت ترکیب تور تحصیلی و توقف تحصیلی مثبت است که احتمالاً به دلیل بعضی از رویدادهای فوق‌برنامه تحصیلی باشد که در هنگام تورهای تحصیلی افراد انجام می‌شود.

مطابق مدل مطلوبیت وقوع توقف‌ها با اهداف کار شخصی، خرید و غذایی در هنگام تور تحصیلی منفی است. از آنجایی که افراد محصل اغلب توسط سرویس‌های مدارس و یا همراهی والدین به خانه برمی‌گردند، بنابراین امکان توقف با اهداف نام‌برده در هنگام تورهای تحصیلی کمتر می‌شود.

طبق مدل برآورد شده، مطلوبیت الگوهایی که یک تور با هدف کار شخصی به همراه توقف با اهداف اسکورت، خرید، غذایی و تفریحی/اجتماعی مثبت تخمین زده شده است. این موضوع احتمالاً به دلیل کمتر بودن محدودیت‌های زمانی و مکانی برای کسب و کار شخصی و امکان ایجاد توقف با اهداف نام‌برده می‌باشد. در مورد تور خرید فرد به دلیل ماهیت هدف خرید (که معمولاً برنامه‌ریزی زمانی و مکانی خاصی ندارد و اغلب در اوقات فراغت افراد انجام می‌شود)، فرد امکان انجام توقف با اهداف مختلف را دارد.

#### ۴-۶- برآوردها و خروجی‌های مدل تعداد دقیق تورها

##### بر اساس هدف

برای پیش‌بینی تعداد دقیق تورهای هر فرد به‌ازای هر یک از اهداف سفر هفت‌گانه یک مدل با فرمولاسیون به‌مراتب ساده‌تر تشکیل شد. مشخصات مدل ابتدایی به‌منظور تخمین مدل‌های مربوط به تعداد دقیق تورها برای هر هدف معین، مشروط به انجام یک یا چند تور برای آن هدف، تشکیل شد. این مدل به شرح زیر است.

(۲)

$$U(1\text{ tour})=0$$

$$U(2\text{ tour})=C_2 + BX.X + BY.Y$$

$$U(3\text{ tour})=C_3 + BX.X + BY.Y$$

که:

- $C_2$  و  $C_3$  به ترتیب ثابت‌های خاص گزینه برای ۲ و ۳ -  $Y$  برداری از خروجی‌های مدل الگوی فعالیت روزانه تور برآورد می‌شوند. است.
- $X$  بردار خصوصیات فرد و خانواده است. -  $BX$  و  $BY$  بردارهای ضرایب تخمینی هستند.

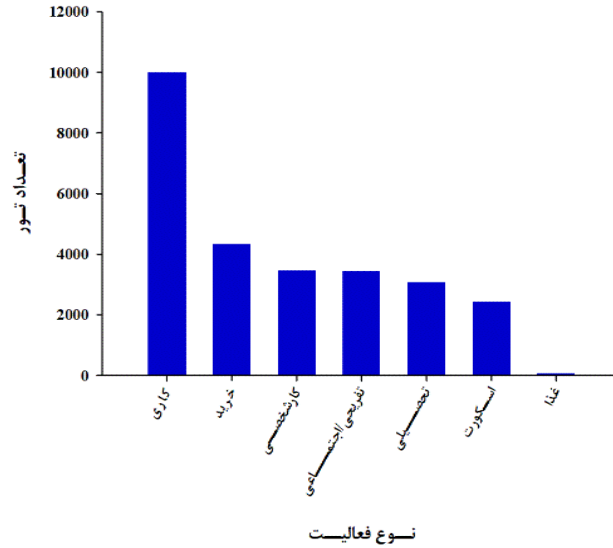
جدول ۶. توزیع تعداد دقیق تورها بر اساس هدف

هدف	۱ تور	درصد	۲ تور	درصد	۳+ تور	درصد	مجموع	درصد
کار	۹۲۲۸	۹۱/۹	۳۷۱	۳/۷	۲۴	۰/۲	۱۰۰۴۲	۳۶/۹
تحصیلی	۲۹۸۴	۵۹/۳	۷۲	۲/۳	۱	۰	۳۱۳۱	۱۱/۵
اسکورت	۱۴۹۰	۶۰/۴	۳۶۹	۱۵/۰	۷۹	۳/۲	۲۴۶۵	۹/۱
کار شخصی	۲۸۵۶	۸۱/۲	۲۸۸	۸/۲	۲۹	۰/۸	۳۵۱۹	۱۲/۹
خرید	۳۴۲۳	۷۷/۹	۴۲۵	۹/۷	۴۱	۰/۹	۴۳۹۶	۱۶/۱
غذایی	۱۵۱	۹۸/۷	۱	۰/۷	۰	۰	۱۵۳	۰/۶
تفریحی-اجتماعی	۲۸۹۳	۸۲/۳	۲۶۷	۷/۶	۲۹	۰/۸	۳۵۱۴	۱۲/۹
مجموع	۲۳۰۲۵		۱۷۹۳		۲۰۳		۲۷۲۲۰	۱۰۰

برای گزینه‌های ۲ و ۳ تور استفاده نشود. بنابراین، تنها ضرایب یا متغیرهای خاص گزینه برای گزینه ۳ تور، ثابت ( $C_3$ ) است. مطابق جدول ۵، از آنجایی که تعداد کل تورهای با هدف غذایی کمتر از یک درصد مجموع تعداد تورهای کل افراد بود، تصمیم گرفته شد که از ساخت مدل تعداد تور آن صرف‌نظر شود. به دلیل تعداد کم مشاهدات تور با هدف غذایی، در صورت برازش مدل، برآوردهای مدل مقادیر معتبری نمی‌باشند و مدل بیش‌برازش می‌کند. شکل ۱۱ توزیع تعداد تورها بر اساس اهداف تعیین شده را نشان می‌دهد.

جدول ۶ توزیع داده‌های برآورد را بر حسب کسانی که به تعداد ۱، ۲، یا ۳ و بیشتر (+۳) تور برای هر هدف انجام می‌دهند، نشان می‌دهد. برای همه اهداف به جز اسکورت، تعداد تورهای ۳+ کمتر از ۱٪ است. (برای همه اهداف، درصد انجام ۴ تور ناچیز بود، به همین دلیل است که مدل به ۳ تور محدود شده است).

از آنجایی که تعداد کمی از افرادی ۳ تور را برای یک هدف می‌سازند، تصمیم گرفته شد که از بردارهای  $X$  و  $Y$  مختلف



شکل ۱۱. توزیع تعداد تورها بر اساس هدف

جدول ۷. نتایج و خروجی مدل تعداد تورها بر اساس هدف

نام پارامترها	متغیرها Purpose-Specific Variables (BP)	کار	x=1	مدرسه	x=2	اسکورت	x=3	کار شخصی	x=4	خرید	x=5	اجتماعی-تفریحی	x=7
مشاهدات		10042		2984		2465		3519		4396			3514
Final log likelihood		-1083.8		-333.5		-1149.0		-1086.3		-1058.3			-726.4
Rho-squared (0)		0.898		0.901		0.460		0.688		0.752			0.793
Rho-squared (constants)		0.377		0.047		0.086		0.037		0.324			0.328
متغیرهای شخص/خاتوار (X)		ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio	ضرایب	t-ratio
نوع افراد													
۰۱P شاغل تمام وقت		0.2240	1.39	-2.6830	-3.98			1.0130	3.78				
۰۲P شاغل پاره وقت								0.9920	3.51	0.4160	2.33	0.6330	2.54
۰۳P بازنشسته								0.7730	3.30				1.95
۰۴P سایر شاغلین		-1.909	-1.85			0.6340	4.36	0.7280	2.78				
۰۵P دانشجو				1.3930	1.94								
۰۶P دانش آموز ۱۶+		1.8940	3.92					2.0430	4.28			0.7910	1.41
۰۷P دانش آموز ۱۵-۵		1.0520	2.39			-0.8130	-2.89						
۰۸P کودک ۴-۰													
گروه سنی بزرگسال													
۲۱P سن ۱۸-۲۵										0.6510	2.35		
۲۲P سن ۲۶-۳۵								-0.5430	-1.92				
۲۳P سن ۵۱-۶۵						-0.5230	-3.32						
جنسیت بزرگسال / فرزندان													
۱۹P مرد / فرزند ۴-۰													
۲۰P مرد / فرزند ۱۵-۵						0.6220	2.55	0.5880	1.54				
۱۶P زن / بدون فرزند		-0.4530	-2.98			-1.1810	-4.42						

فصلنامه علمی جاده، سال بیست و سوم، دوره سوم، شماره ۱۲۴، پاییز ۱۴۰۴

نام پارامترها	متغیرها Purpose-Specific Variables (BP)	کار	x=1	مدرسه	x=2	اسکورت	x=3	کارشخصی	x=4	خرید	x=5	اجتماعی-تفریحی	x=7
۱۷P	زن / فرزند ۰-۴	-0.7820	-3.27										
۱۸P	زن / فرزند ۵-۱۵												
	ترکیبات خانواری												
۱۳P	تنها فرد بزرگسال									0.2890	1.93		
۱۴P	تنها فرد شاغل												
۱۵P	خانوار غیرفامیل +۲ نفره												
	درآمد خانوار												
۰۹P	0-25 k					-0.8390	-2.64			-0.5450	-2.25		
۱۰P	25-45 k	0.2530	1.23	-0.9710	-1.86								
۱۱P	(+)75 k	-0.2170	-1.25									0.2620	1.59
	سایر												
۱۲P	خودرو به ازای هر بزرگسال	0.4160	3.35										
۲۴P	کار در خانه												
	متغیرهای خروجی مدل الگوی روزانه (Y)												
	دیگر تورهای روز												
۳۱P	تورهای کاری					-1.2170	-7.06	-1.6640	-5.20	-1.4190	-6.37	-1.2960	-5.28
۳۲P	تورهای تحصیلی	-1.874	-2.51					-1.826	-2.449	-1.974	-3.266	-1.848	-4.89
۳۳P	تورهای اسکورت	0.548	2.19										
۳۴P	تورهای کارشخصی	0.942	3.77			-0.479	-2.891			-0.733	-4.557	-0.829	-3.968
۳۵P	تورهای خرید	0.299	1.64	-0.727	-1.21	-0.379	-2.615	-0.326	-1.997			-0.751	-3.964
	دیگر توقف‌های روز												
۴۱P	توقف‌های کاری	7.853	7.82							-0.686	-1.82		
۴۲P	توقف‌های تحصیلی												
۴۳P	توقف‌های اسکورت	-0.617	-2.68	0.831	1.72					-0.756	-1.994	-0.825	-1.853
۴۴P	توقف‌های کارشخصی	-0.362	-2.27			-0.396	-2.415			-0.77	-2.611		
۴۵P	توقف‌های خرید	-1.223	-10.43							6.783	6.768	-0.411	-2.073
۴۶P	توقف‌های غذایی					-0.615	-1.729			0.561	2.089		
۴۷P	توقف‌های تفریحی / اجتماعی			0.403	1.28	-0.478	-3.086			0.32	2.607	3.474	20.464
	ثابت‌ها (C)												
۵۲P	ثابت ۲ تور	-9.178	-8.97	-4.802	-11.44	-0.822	-7.845	-2.822	-12.891	-7.571	-7.55	-3.578	-17.368
۵۳P	ثابت ۳ تور	-11.916	-11.44	-9.078	-8.42	-2.363	-16.33	-5.118	-18.215	-9.909	-9.776	-5.798	-21.433

#### ۴-۷- تفسیر متغیرها (بخش ۴)

با تفسیر برخی از ضرایب تخمینی مدل ارائه شده در جدول ۷ می‌توان به نتایج قابل توجهی دست یافت.

تمایل به تولید بیش از یک تور کاری برای افراد غیرشاغل، زنان دارای فرزند ۰ تا ۴ سال و خانوارهایی با درآمد بیش از ۷۵۰۰۰ دلار در سال منفی است که نشان‌دهنده عدم تمایل این افراد به انجام بیش از یک تور کاری است (P04, P17, P11). بنابراین باتوجه به عدم اشتغال افراد غیرشاغل و تمایل زنان دارای فرزند خردسال به خانه‌نشینی، مراقبت از فرزندان و همچنین تأمین مالی خانوارهای پردرآمد، ضرایب منطقی به نظر می‌رسند. از سوی دیگر، مطلوبیت تولید بیش از یک تور کاری برای شاغلین تمام‌وقت و خانوارهای با درآمد متوسط (یعنی ۲۵ تا ۴۵ هزار دلار در سال) مثبت است (P01, P10). همچنین با افزایش تعداد خودروها به ازای تعداد بزرگسالان در خانوار، تعداد سفرهای کاری نیز افزایش می‌یابد (P12).

مطلوبیت تمایل به تولید بیش از یک تور مدرسه برای کارگران تمام‌وقت دارای مقدار منفی است که باتوجه به وضعیت استخدامی و محدودیت‌های مربوطه این افراد منطقی است (P01). از سوی دیگر، این مقدار برای دانشجویان، دانش‌آموزان ۱۶+ سال و دانش‌آموزان ۵ تا ۱۵ سال مثبت است که کاملاً واضح است (P05, P06, P07).

تمایل به تولید بیش از یک تور اسکورت برای غیرشاغلین مقدار مثبتی دارد که باتوجه به اوقات فراغت و برنامه‌ریزی روزانه غیراجباری آن‌ها منطقی است (P04). همچنین این مقدار برای مردانی که دارای فرزندان ۵ تا ۱۵ ساله هستند مثبت است، بدیهی است که آن‌ها فرزندان خود را به مهدکودک یا مدرسه می‌برند (به‌ویژه باتوجه به اینکه افراد زیر ۱۵ سال گواهینامه رانندگی ندارند) (P20). از طرفی مقدار مطلوبیت ایجاد چندین تور اسکورت برای زنان بدون فرزند منفی است که بدیهی است (P16). همچنین مطابق ضرایب برآورد شده وقوع تورهایی با اهدافی غیر از اسکورت (مانند تور کاری، کسب‌وکار شخصی و خرید) و توقف با اهداف مختلف، تمایل به تولید بیش از یک تور اسکورت توسط افراد را کاهش می‌دهد که نتیجه‌ای قابل تأمل است (P31, P34, P35).

ضرایب مثبت متغیرهای P01 تا P04 نشان‌دهنده تمایل این گروه از افراد برای تولید بیش از یک تور با هدف کسب‌وکار

شخصی است که نشان‌دهنده این مفهوم است که با افزایش اشتغال افراد، تعهدات مرتبط با کارشان نیز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، مردانی که دارای فرزند بین ۵ تا ۱۵ سال هستند، تمایل دارند بیش از یک تور را با هدف کسب‌وکار شخصی انجام دهند تا نیازهای فرزندان خود از جمله درمان پزشکی و رویدادهای مدرسه و غیره را برآورده کنند (P20).

تمایل به تولید بیش از یک تور خرید در بین شاغلین پاره‌وقت و افراد بین ۱۸ تا ۲۵ سال بیشتر دیده می‌شود که به دلیل کمتر بودن مشغله کاری این افراد است (P02, P22). مقدار مطلوبیت برای فردی که تنها بزرگسال خانواده است مثبت است زیرا بیشتر فعالیت‌های خرید به عهده فرد بزرگسال است (P13). از سوی دیگر، خانوارهای کم‌درآمد تورهای خرید کمتری دارند (P09).

مقادیر مثبت ضرایب برآوردی متغیرهای P02, P03 و P06 نشان می‌دهد که شاغلین پاره‌وقت، بازنشستگان و همچنین دانش‌آموزان بالای ۱۶ سال بدیهی است که زمان آزاد بیشتری برای انجام بیش از یک تور اجتماعی/تفریحی دارند. طبق جداول نتایج، وقوع هر تور دیگری با هدف غیراجتماعی/تفریحی تمایل به تولید بیش از یک تور اجتماعی/تفریحی را کاهش می‌دهد (P31, P32, P34, P35, P43, P45, P47).

#### ۴-۸- برآوردها و خروجی‌های مدل تعداد تورهای

##### فرعی کار-مینا

برای هر تور کاری خانه مینا که توسط مدل‌های الگوی فعالیت روزانه و تعداد دقیق تورها پیش‌بینی شده است، این مدل تعداد و هدف اصلی تورهای فرعی کار مینا را که از آن تور نشأت می‌گیرند، پیش‌بینی می‌کند. این مدل از ساختار توقف/تکرار با ۸ گزینه ممکن استفاده می‌کند: یک یا بیشتر تور فرعی برای هر یک از ۷ هدف مختلف فعالیت، یا بدون تور فرعی که در اینجا گزینه «توقف» نامیده می‌شود.

هنگامی که مدل اعمال می‌شود، انتخاب تکرار می‌شود تا هدف سومین تور فرعی یا گزینه توقف انتخاب شود، هر کدام که اول انتخاب شود. سه تور فرعی یک محدودیت است که نشان‌دهنده حداکثر تعداد تورهای فرعی مشاهده‌شده در مجموعه داده‌ها است.

جدول ۹. نتایج برآورد تعداد و هدف تورهای فرعی کار-مبنا

پارامتر	متغیر	ضریب برآورد شده	t-ratio
Z01	ثابت تور فرعی کاری	۱/۲۱۴	۱/۷۶
Z02	ثابت تور فرعی اسکورت	-۱/۷۶۲	-۴/۱۶
Z03	ثابت تور فرعی کار شخصی	۰/۱۳۱	۰/۲۴
Z04	ثابت تور فرعی خرید	-۰/۰۸۴	-۱/۳۹
Z05	ثابت تور فرعی غذایی	۰/۶۳۳	۱/۶۳
Z06	ثابت تور فرعی تفریحی-اجتماعی	۰/۶۰۵	-۰/۹۵
Z07	تور فرعی دوم یا سوم	۱/۶۳۲	۳/۰۲
Z08	لگاریتم تعداد تورهای خانه مبنا	۳/۲۸۸	۳/۴۵
Z09	الگو دارای ۲ یا بیشتر تور کاری خانه مبنا	۲/۱۰۴	۲/۸۳
Z10	محل کار همیشگی و معمول نیست	۶/۸۳۳	۳/۸۷
Z11	خانوار خودروبی ندارد	۱/۶۱۲	۱/۱
Z12	تعداد خودروهای خانوار کمتر از رانندگان است	۰/۸۳۱	۱/۹۴
Z13	لگاریتم تعداد مشاغل تجاری در ۰.۲۵ مایلی محل کار	-۰/۹۲۲	-۵/۴۳
Z14	پارامتر آشیانه ای	۰/۶۷۵	۱/۸۱

#### ۴-۹- تفسیر متغیرها (بخش ۵)

جدول ۹ جزئیات نتایج برآورد را نشان می‌دهد. پارامترهای ۱ تا ۶، ثابت‌های مختص هر یک از اهداف هستند که باتوجه به سایر عوامل مؤثر بر انتخاب، تمایل به انجام هر یک از اهداف معین را به تصویر می‌کشند و گزینه «توقف» به‌عنوان گزینه پایه عمل می‌کند (یعنی ضرایب مدل نسبت به گزینه پایه برآورد شده‌اند). پارامترهای ۷ تا ۱۳ عواملی هستند که بر تمایل به گزینه توقف تأثیر می‌گذارند. نتایج نشان می‌دهد که احتمال وقوع یک تور فرعی در صورتی که دومین تور فرعی کارمبنا باشد، کمتر است (Z07). همچنین اگر الگو دارای چندین تور خانه-مبنا باشد (Z08)، به‌خصوص چندین تور کاری خانه-مبنا (Z09)، احتمال وقوع تور فرعی کم می‌شود. تورهای فرعی به‌ندرت از مکان‌های کاری که محل کار معمول (همیشگی) نیستند، انجام می‌شود (Z10). علاوه بر این، شاغلین در خانواده‌هایی که تعداد خودروهای کمتری دارند، تورهای فرعی کمتری را انجام می‌دهند (Z11, Z12). اگر در یک‌چهارم مایلی محل کار، مشاغل تجاری زیادی وجود داشته باشد، وقوع تورهای فرعی با هر هدفی محتمل است (Z13).

در نهایت، یک مدل لوجیت آشیانه‌ای تشکیل شد که دسته‌های هدف با هم در یک آشیانه، جدا از گزینه توقف گروه‌بندی

برای مدل تورهای فرعی کار مبنا، خروجی‌هایی از مدل‌های قبل موردنیاز است که شامل:

- تعداد و هدف همه تورهای خانه-مبنا

- آیا هیچ توقف یا تور فرعی کار مبنا در الگوی روز وجود دارد یا خیر (از مدل الگوی فعالیت روزانه). برای مواردی که مدل الگوی روزانه تعیین می‌کند که هیچ توقف یا تورهای فرعی کار مبنا وجود ندارد، به مدل تورهای فرعی کار مبنا نیازی نیست.

- اگر توقف و یا تورهای فرعی وجود دارد، چه اهدافی را شامل می‌شود.

جدول ۸ فراوانی تورهای فرعی (به‌ازای تمام گزینه‌های ممکن قابل انتخاب) را در داده‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

در یک مورد انتخابی معین، یک هدف تور فرعی تنها در صورتی در دسترس است که الگو نشان دهد که حداقل یک توقف میانی یا تور فرعی کار مبنا برای آن هدف اتفاق می‌افتد. علاوه بر این، تورهای فرعی تحصیلی غیرقابل دسترس تلقی می‌شوند، مگر اینکه فرد دانشجو بودن را گزارش کرده باشد. البته هیچ تور فرعی کار مبنایی با هدف تحصیلی در داده‌های مورد مطالعه وجود نداشت، بنابراین این هدف از مدل حذف خواهد شد. به‌طور کلی، هر هدف انتخابی در داده‌ها دارای یک مجموعه انتخاب محدود است.

جدول ۸. فراوانی تورهای فرعی کار-مبنا براساس اهداف

انتخاب	فراوانی	درصد فراوانی
توقف	۳۱۸۵	۶۴
کاری	۴۳۷	۸/۸
تحصیلی	۰	۰
اسکورت	۷۷	۱/۵
کار شخصی	۲۰۰	۴
خرید	۹۷۵	۱۹/۶
غذایی	۲۴	۰/۵
تفریحی-اجتماعی	۸۰	۱/۶
مجموع	۴۹۷۸	۱۰۰

شدند. مقدار پارامتر آشیانه‌ای (Z13) برابر است با ۰,۶۷۵. مقدار این پارامتر نشان می‌دهد که کشش متقابل در بین اهداف موجود بیشتر از کشش متقابل با گزینه توقف است. یعنی زمانی که جذابیت یک هدف تغییر می‌کند، تمایل به جایگزینی با اهداف دیگر بیشتر از جایگزینی با نداشتن تور فرعی (توقف).

## ۵- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در مطالعات فعالیت مبنا که تا به امروز انجام شده است، اغلب بیشتر تمرکز بر روی تحلیل و ارزیابی الگوی فعالیت و هدف سفر آن‌ها بوده است. در پژوهش حاضر یکی از مدل‌های برآورد شده، مدل تعداد و هدف تورهای فرعی کارمبنا است که باتوجه به پیشینه مطالعات به‌ندرت مورد مدل‌سازی قرار گرفته است (البته با در نظر گرفتن این نوع طبقه‌بندی اهداف تعریف شده در این مطالعه). از دیگر وجوه تمایز این پژوهش پیچیدگی و درعین حال جامعیت تابع مطلوبیت مدل الگوی فعالیت بود، بطوریکه هم‌زمان تمام جنبه‌های الگوی سفر افراد که شامل: اهداف تورها، میزان تنوع و تعداد تورها و توقف‌ها که افراد می‌توانند در طول روز انتخاب کنند و همچنین ترکیبات دودویی مختلف تورها و توقف‌ها، را در برمی‌گیرد. در این مطالعه، ابتدا اطلاعات در دست باتوجه به خواسته‌های مسئله در دسته‌های مختلف، طبقه بندی شد. این اطلاعات دسته‌بندی شده در دسته‌های مختلف برای مدل‌سازی، مورد مطالعه قرار گرفت. هدف اصلی از این مطالعه، مدل‌کردن الگوی فعالیت-سفر افراد در طول روز بود که برای این کار افراد باتوجه به الگوهای سفر منحصربه‌فردشان، به بیش از صد الگوی مختلف دسته‌بندی شدند تا نحوه تأثیرگذاری انواع مختلف متغیرهای اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب الگوی فعالیت آن‌ها بررسی و مشخص گردد. باتوجه به اطلاعات قابل‌دسترس، این متغیرهای اقتصادی-اجتماعی در قالب‌های مختلفی مثل سن، گروه‌های شغلی، جنسیت، ترکیبات اعضای خانوار و درآمد خانواده‌ها در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند. نهایتاً معناداری متغیرها در این مدل از نظر آماری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. باتوجه به اینکه در این مطالعه به طور خاص انواع افراد در مدل‌سازی دخیل شدند، نحوه تأثیرگذاری متغیرهای تعریف شده بر الگوی سفر افراد

بسیار تأمل‌برانگیز بوده است. طبقه‌بندی گروه‌های شغلی به صورتی کاملاً جامع و کامل انجام شد. علاوه بر این نحوه تأثیرگذاری این دسته از متغیرها بر وجود تورها با اهداف تعریف شده در الگوی سفر افراد کاملاً مشهود و قابل‌توجه است. متغیرهای ترکیبی جنسیت بزرگسالان به همراه فرزندان تأثیرات قابل‌توجهی بر انتخاب افراد داشتند که در کمتر مطالعه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. تمایل به تولید بیش از یک تور کاری برای افراد غیرشاغل، زنان دارای فرزند ۰ تا ۴ سال و خانوارهایی با درآمد بیش از ۷۵۰۰۰ دلار در سال منفی است که نشان‌دهنده عدم تمایل این افراد به انجام بیش از یک تور کاری است. بنابراین باتوجه به عدم اشتغال افراد غیرشاغل و تمایل زنان دارای فرزند خردسال به خانه‌نشینی، مراقبت از فرزندان و همچنین تأمین مالی خانوارهای پردرآمد، ضرایب منطقی به نظر می‌رسند. مطلوبیت تمایل به تولید بیش از یک تور مدرسه برای کارگران تمام‌وقت دارای مقدار منفی است که باتوجه به وضعیت استخدامی و محدودیت‌های مربوطه این افراد منطقی است. تمایل به تولید بیش از یک تور اسکورت برای غیرشاغلین مقدار مثبتی دارد که باتوجه به اوقات فراغت و برنامه‌ریزی روزانه غیراجباری آن‌ها منطقی است. مقدار مطلوبیت ایجاد چندین تور اسکورت برای زنان بدون فرزند منفی است که بدیهی است. همچنین مطابق ضرایب برآورد شده وقوع تورهایی با اهدافی غیر از اسکورت (مانند تور کاری، کسب‌وکار شخصی و خرید) و توقف با اهداف مختلف، تمایل به تولید بیش از یک تور اسکورت توسط افراد را کاهش می‌دهد که نتیجه‌ای قابل‌تأمل است. تمایل به تولید بیش از یک تور خرید در بین شاغلین پاره‌وقت و افراد بین ۱۸ تا ۲۵ سال بیشتر دیده می‌شود که به دلیل کمتر بودن مشغله کاری این افراد است. مقدار مطلوبیت برای فردی که تنها بزرگسال خانواده است مثبت است زیرا بیشتر فعالیت‌های خرید به عهده فرد بزرگسال است. شاغلین پاره‌وقت، بازنشستگان و همچنین دانش‌آموزان بالای ۱۶ سال بدیهی است که زمان آزاد بیشتری برای انجام بیش از یک تور اجتماعی/تفریحی دارند. طبق جداول نتایج، وقوع هر تور دیگری با هدف غیراجتماعی/تفریحی تمایل به تولید بیش از یک تور اجتماعی/تفریحی را کاهش می‌دهد.

۶- مراجع

- neighborhoods in WA. *Transportation*, 31, 153-181.
- Lord, D., Qin, X., & Geedipally, S. R. (2021). Highway safety analytics and modeling. *Elsevier*.
- Maat, K., & Timmermans, H. (2006). Influence of land use on tour complexity: a Dutch case. *Transportation Research Record*, 1977(1), 234-241.
- Malekmohammadi, S., & Mirbagheri, S. A. (2022). Optimization of an artificial neural network topology using response surface methodology for microbial fuel cell power prediction. *Biotechnology Progress*, 38(4), e3258.
- Malekmohammadi, S., & Mirbagheri, S. A. (2023). Scale-up single chamber of microbial fuel cell using agitator and sponge biocarriers. *Environmental Technology*, 1-9.
- Malokin, A., Circella, G., & Mokhtarian, P. L. (2019). How do activities conducted while commuting influence mode choice? Using revealed preference models to inform public transportation advantage and autonomous vehicle scenarios. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 124, 82-114.
- Mwale, M., Luke, R., & Pisa, N. (2022). Factors that affect travel behaviour in developing cities. A methodological review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 16, 100683.
- Noland, R. B., & Thomas, J. V. (2007). Multivariate analysis of trip-chaining behavior. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(6), 953-970.
- Okeke, F. O., Gyoh, L., & Echendu, F. I. (2021). Impact of land use morphology on urban transportation. *Civil Engineering Journal*, 7(10), 1753-1773.
- Parady, G., Taniguchi, A., & Takami, K. (2020). Travel behavior changes during the COVID-19 pandemic in Japan: Analyzing the effects of risk perception and social influence on going-out self-restriction. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100181.
- Park, K., Esfahani, H. N., Novack, V. L., Sheen, J., Hadayeghi, H., Song, Z., & Christensen, K. (2023). Impacts of disability on daily travel behaviour: A systematic review. *Transport Reviews*, 43(2), 178-203.
- Srinivasan, S., & Bhat, C. R. (2005). Modeling household interactions in daily in-home and out-of-home maintenance activity participation. *Transportation*, 32, 523-544.
- Wegener, M. (2021). Land-use transport interaction models. *Handbook of Regional Science*, 229-246.
- Zargari, S. A., & Rad, H. B. (2023). Development of a gray box system identification model to estimate the parameters affecting traffic accidents. *Nonlinear Engineering*, 12(1), 20220218.
- Zhong, S., Jiang, Y., & Nielsen, O. A. (2022). Lexicographic multi-objective road pricing optimization considering land use and transportation effects. *European Journal of Operational Research*, 298(2), 496-509.
- Zhu, P., & Guo, Y. (2022). Telecommuting and trip chaining: Pre-pandemic patterns and implications for the post-pandemic world. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 113, 103524.
- Afandizadeh Zargari, S., Bigdeli Rad, H., & Shaker, H. (2019). Using optimization and metaheuristic method to reduce the bus headway (Case study: Qazvin Bus Routes). *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 10(4), 833-849.
- Afandizadeh, S., & Bigdeli Rad, H. (2021). Developing a model to determine the number of vehicles lane changing on freeways by Brownian motion method. *Nonlinear Engineering*, 10(1), 450-460.
- Afandizadeh, S., & Bigdeli Rad, H. (2023). Estimation of parameters affecting traffic accidents using state space models. *Journal of Transportation Research*.
- Afandizadeh, S., Aziz Jalali, D., & Bigdeli Rad, H. (2023). Optimal routing for shared autonomous vehicles feeder services in urban networks. *Journal of Transportation Research*.
- Ameri, A., Bigdeli Rad, H., Shaker, H., & Ameri, M. (2021). Cellular Transmission and Optimization Model Development to Determine the Distances between Variable Message Signs. *Journal of Transportation Infrastructure Engineering*, 7(1), 1-16.
- Bhat, C. R., Sivaramakrishnan, S., & Guo, J. (2001). Activity-based travel demand modeling for metropolitan areas in Texas: Model components and mathematical formulations (No. Report No. FHWA/TX-0-4080-2). *University of Texas at Austin. Center for Transportation Research*.
- Bhat, C. R., Srinivasan, S., Guo, J. Y., & Sivakumar, A. (2003). Activity-based travel-demand modeling for metropolitan areas in Texas: A micro-simulation framework for forecasting. *Work*, 4080, 4.
- Daisy, N. S., Millward, H., & Liu, L. (2018). Trip chaining and tour mode choice of non-workers grouped by daily activity patterns. *Journal of Transport Geography*, 69, 150-162.
- Daisy, N. S., Millward, H., & Liu, L. (2018). Trip chaining and tour mode choice of non-workers grouped by daily activity patterns. *Journal of Transport Geography*, 69, 150-162.
- Hadjidimitriou, N. S., Cantelmo, G., & Antoniou, C. (2022). Machine learning for activity pattern detection. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 1-15.
- <https://www.demco.com/federal-government>.
- Jiang, S., Ferreira, J., & González, M. C. (2012). Clustering daily patterns of human activities in the city. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 25, 478-510.
- Kato, H., & Matsumoto, M. (2009). Intra-household interaction in a nuclear family: A utility-maximizing approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, 43(2), 191-203.
- Koushik, A. N., Manoj, M., & Nezamuddin, N. (2020). Machine learning applications in activity-travel behaviour research: a review. *Transport Reviews*, 40(3), 288-311.
- Limanond, T., & Niemeier, D. A. (2004). Effect of land use on decisions of shopping tour generation: A case study of three traditional

# Modeling the Daily Activity Pattern in the Process of Activity-Based Models

*Shahriar Afandizadeh, Professor, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*Mahmoud Ahmadinejad, Associate Professor, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*Navid Khanekhesi, M.Sc., Student, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*Hamid Bigdeli Rad, Ph.D., Candidate, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*E-mail: zargari@iust.ac.ir*

Received: May 2025- Accepted: August 2025

## ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the impact of socio-economic variables on the activity pattern of people during the day to predict their travel behavior. The data was obtained through 2007/2008 household travel survey conducted among families in Washington. Using seven activity purpose (work, school, escort, personal business (freelance work and virtual work with phone and internet), shopping, meal, and social/recreational) and variables in several categories (type of people, age group, household income, household composition, gender/child), a daily activity pattern model was created. For each of the seven activity purpose, three alternatives (one tour, two tours, and three or more tours) were created for the second model, which calculated an exact number of tours for each of the seven tour activity purpose. The third model, which is the model of the number and purpose of work-based sub-tours, looks at how certain aspects of people's daily activity patterns and some socioeconomic variables influence the selection of work-based sub-tours. According to the results of the model, the value of  $\rho^2$  (C) in the daily activity pattern model was equal to 0.1527. According to similar studies in the field of activity pattern models as well as the large number of parameters of the present model, the value of 0.1527 is evaluated as very favorable. Finally, each of these models was analyzed and examined and it was observed that the sign and value of each of the estimated parameters of the model seems reasonable and significantly influences people's preferences and choices.

**Keywords:** Daily Activity Pattern, Activity-Based Model, Multinomial Logit, Work-Based Subtours, Utility