

مدل انتخاب اشتراکی الگوهای فعالیت روزانه اعضای خانوار در شهرهای بزرگ

شهریار افندی‌زاده (مسئول مکاتبات)، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

Email: zargari@iust.ac.ir

رویا نبی لو، دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

نویدکلانتری، فارغ التحصیل دکترای حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۳۰

چکیده

افراد با توجه به نوع نقش و وظیفه‌ای که در خانواده دارند، می‌توانند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر انتخاب نوع فعالیت فرد دیگر، در انتخاب نوع فعالیت و الگوی سفرش تاثیرگذار باشند. در سال‌های اخیر این شیوه اثرگذاری اعضای خانوار بر روی انتخاب‌های یکدیگر، توجه بسیاری از محققین را به خود معطوف داشته است. بیشتر این مطالعات بر روی تصمیمات سرپرست خانوار یا بطور خاص بر والدین و برخی نیز به صورت خاص بر روی سفرهایی از نوع خاص (مثل سفرهای همراهی) تاکید داشتند در این مقاله، مدل لوجیت چندجمله‌ای برای تمام اعضای خانوار در نظر گرفته شد که در آن الگوی فعالیت روزانه اشتراکی انتخابی اعضای خانوار، تحت تاثیر با یکدیگر و در صدد ساخت مطلوبیت گروهی که واحد آن خانوار باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مدل که بر اساس الگوی فعالیت سه گانه «اجباری»، «غیراجباری» و «ماندن در خانه» عمل می‌کند، به بررسی نوعی از ساختار انتخاب می‌پردازد که در آن تمامی ترکیب‌های ناشی از الگوی فعالیت‌های اعضای خانوار تحت عنوان گزینه‌های محتمل خانوار، مدل‌سازی می‌شوند. تابع مطلوبیت هر گزینه شامل مشخصه‌های مختلف فردی و گروهی می‌شود که تعامل افراد مختلف را مورد بررسی قرار می‌دهد. اطلاعات استفاده شده در این تحقیق، حاصل پرسشگری‌های صورت گرفته از خانوارهای شهر مشهد بوده که در آن افراد در دسته‌های: ۱- شغل آزاد، ۲- خانه‌دار، ۳- کودک پیش از دبستان، ۴- کارمند، ۵- دانش‌آموز، ۶- بزرگسال بیکار و ۷- دانشجو، قرار گرفتند. چگونگی رفتار این افراد با مشخصه‌های مختلف فردی و در قالب ترکیب‌های دو نفره مختلف، در انتخاب الگوی فعالیت روزانه‌شان مورد مدل‌سازی قرار گرفت. نهایتاً مشاهدات حاصل از خروجی مدل، تاثیر شگرف فرد خانه‌دار و کودک را در انتخاب الگوی فعالیت اشتراکی و در ترکیب‌های مختلف فردی نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن تعاملات ازین دست، می‌توان تصمیمات دقیق‌تری در راستای برنامه‌ریزی حمل و نقل، آن هم در سطح کلان اتخاذ کرد.

واژه‌های کلیدی: سفرهای اشتراکی، الگوهای اشتراکی خانوار، تعاملات درون خانوار، الگوی فعالیت روزانه

۱. مقدمه

& Carrasco, 2005]

از طرفی امروزه با توجه به آن که بسیاری از شهرهای بزرگ کشور با مشکلاتی در زمینه مدیریت تقاضای ترافیک مواجه هستند، ضرورت روشی مطمئن‌تر برای پیش‌بینی تأثیرات سیاست‌های حمل‌ونقلی بیش از پیش حس می‌شود [رصافی و لطیفی، ۱۳۹۰].

علاوه بر این موارد، چنانچه سفر در خانوار به حالت اشتراکی باشد، به دلیل کثرت اعضا ممکن است سفر توسط وسایل نقلیه بزرگی مثل ون^۶ صورت بگیرد. بنابراین نوع وسیله نقلیه خانوار، نقش تعیین‌کننده‌ای در چگونگی رخداد سفر نیز خواهد داشت [Studies & Timmermans, 2006].

برخلاف اهمیت زیاد این مسئله، تاکنون مطالعات اندکی در این حیطه و در جوامع در حال توسعه (از جمله ایران) صورت گرفته است. در میان مطالعات صورت‌گرفته در ایران نیز عمدتاً کانون توجه بر روی نوع خاصی از سفرها مثل سفر همراهی^۷ والدین با فرزندان به ۱/۷ مدرسه بوده [Rahmati & Samimi, n.d.], [Arman, Kalantari, & Mohammadian, 2016]. یا بر روی رفتار افراد خاصی از خانوار (برای مثال فقط سرپرست خانوار یا افراد شاغل در خانوار) بوده است [Lim, 2015].

مطالعه پیش رو قصد دارد با به‌کارگیری داده‌های مربوط به زنجیره سفر افراد در خانوار (در طول یک روز کاری) و با استخراج الگوی فعالیت روزانه افراد^۸، کاستی‌های مطالعات گذشته را رفع کرده و نهایتاً به مدل‌سازی عوامل مؤثر بر انتخاب الگوهای فعالیت افراد تحت تأثیر الگوی فعالیت انتخابی دیگر اعضای خانوار بپردازد. در واقع رویکرد اصلی این مطالعه نگاه ویژه به خانوار و اعضای مختلف آن است. بدین منظور از مدل لوجیت چند جمله‌ای^۹ برای پاسخ به سؤالات تحقیق استفاده شده است. در این پژوهش دو هدف اصلی دنبال می‌شود:

بسیاری از مطالعات اخیر بر این امر تأکید داشته‌اند که نیازی اساسی در حیطه مدل‌سازی مشارکت اعضای خانوار و همچنین در نظر گرفتن تعاملات بین اعضای خانوار، وجود دارد. از طرف دیگر در مطالعات اخیر، نگاه به خانوار به عنوان یک واحد تصمیمگیر، اهمیت زیادی نیز پیدا کرده است. در واقع از آنجا که افراد درون خانوار معمولاً تصمیمات مربوط به همکاری‌شان^۱ در فعالیت‌ها را به تنهایی و در انزوا نمی‌گیرند و تصمیم‌های مربوط به مشارکت افراد در فعالیت‌ها بدلائل تقسیم بندی وظایف و مشارکت احتمالی افراد خانوار در فعالیت‌ها، مسئولیت‌های مربوط به گذران زندگی^۲، مشارکت در فعالیت‌های اشتراکی اختیاری^۳، و سوار/پیاده کردن^۴ اعضای خانوار، احتمالاً وابسته به دیگر اعضای خانوار خواهد بود، اهمیت این موضوع بیشتر مشخص می‌شود. برای پیش‌بینی هرچه درست‌تر الگوهای فعالیت-سفر افراد، بایستی تعاملات بین اعضای خانوار در نظر گرفته شود. از طرفی، ویژگی‌های فعالیت-سفر افراد در فعالیت‌های اشتراکی، به طور سیستماتیک تا حد زیادی نسبت به مشارکت در فعالیت‌های انفرادی متفاوت است [Becker, 1965], [Srinivasan & Bhat, 2005]. [Junyi Zhang, Timmermans, & Borgers, 2002]. مدل‌سازی فعالیت مبتنا^۵ قادر است با در دست داشتن اطلاعات اولیه بیشتری از افراد، درک بهتری از رفتار سفر و فعالیت افراد و خانوارها به دست آورده و امکان تحلیل حساسیت و بررسی راهبردهای مدیریتی را در اختیار برنامه‌ریز و تحلیلگر سیستم حمل‌ونقل قرار دهد. چنانچه واقعیت رفتاری افراد اساس و پایه برنامه‌ریزی‌ها قرار بگیرد، برنامه‌ریزان بهتر می‌توانند به تحلیل سیستم و ارائه راهکارهای مؤثر بپردازند. برای مثال مطالعات نشان می‌دهد که به طور کلی مشارکت در فعالیت‌های اختیاری اشتراکی نسبت به مشارکت در فعالیت‌های انفرادی، شامل مسافت و مدت زمان طولانی‌تری هستند [Miller, Roorda

اعضای خانوار در تعیین میزان سهم افراد در فعالیت‌های نگهداری داخل خانه و نیز نقش دسترسی افراد به خودرو در تعیین میزان سهم آن‌ها در فعالیت‌های اشتراکی خارج از خانه، چشمگیر است [Srinivasan & Bhat, 2005].

ژانگ و همکارانش در طی یک مطالعه در سال ۲۰۰۵ و در هلند- روتردام جنوبی، در صدد رفع محدودیت‌هایی که مدل بکر در راستای عدم در نظر گرفتن تعاملات درون خانوار داشت، برآمدند. در این مطالعه از مدل تابع مطلوبیت گروهی استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که با در نظر گرفتن اثر زمان سفر، صحت مدل بطور چشمگیری افزایش یافته است. علاوه بر این، در نمونه مورد بررسی، نشان داده شده است که تقریباً در نیمی از خانوارها، پدر خانواده بیشترین اثر را در تخصیص زمان دارد و در یک پنجم خانوارها، مادر خانواده بیشترین تاثیر را در تخصیص زمان دارد. همچنین مشخص شد که در باقی خانوارها نقش افراد خانوار در تخصیص زمان به طور یکسان است [Junyi Zhang et al., 2002], [J Zhang, Timmermans, & Borgers, 2005].

میلر و همکارانش در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ در تورنتوی کانادا با بررسی ۴۰۴۹ خانوار که نهایتاً شامل ۸۶۰۳ زنجیره سفر بود، با استفاده از یک تکنیک شبیه‌سازی به بررسی مطلوبیت کلی خانوار، سوار و پیاده کردن^{۱۷} افراد در سفرهای اشتراکی خانوار، اختصاص وسیله نقلیه شخصی^{۱۸} به عضوی از خانوار زمانی که بیشتر از یک فرد خواهان استفاده از آن وسیله باشد، پرداختند [Miller et al., 2005].

مت و تیمرمانس در سال ۲۰۰۷ و در کشور هلند، با بررسی ۷۲۹ خانوار، با بکارگیری مدل لجیت چندجمله‌ای، اثرات فرم شهری و مسافت رفت و آمد افراد شاغل را بر محل کار افراد در خانوارهای دارای دوشاغل، بررسی کردند و نهایتاً دریافتند که فرم شهری در محل کار، به طور نسبی بر تعاملات درون خانوار تاثیرگذار است و این در حالی است که فاصله رفت و آمد هیچ

۱. بررسی تأثیر عوامل اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب نوع الگوی فعالیت روزانه افراد در حالت انفرادی و در قالب عناوین مختلف فردی.

۲. بررسی نحوه تاثیرپذیری ترکیب‌های دونفره اعضای مختلف خانوار (در قالب‌های مختلف) از یکدیگر در انتخاب الگوی فعالیت روزانه با در نظر گرفتن زنجیره سفر افراد در طول روز با استفاده از داده‌های بر مبنای الگوهای فعالیت روزانه اعضای خانوار [Bradley & Vovsha, 2005].

۲. ادبیات پژوهش

در سالیان اخیر مطالعاتی بر روی رفتار خانوار به عنوان یک واحد تصمیمگیر و چگونگی اثرپذیری اعضای خانوار از یکدیگر در تصمیماتشان، تحت شرایط و عوامل مختلف صورت گرفته است. در ادامه سعی بر این است تا چندی از مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف مورد بررسی قرار بگیرد.

مطالعه‌ای که بکر در سال ۱۹۶۵ در زمینه فعالیت‌های غیر کاری انجام داد، دریچه‌ای به روی پژوهش‌های بعدی در زمینه تخصیص زمان در خانوار بود. بکر در این تحقیق، خانوار را همانند یک فرد در نظر گرفت. این رویکرد، مطلوبیت خانوار را تابعی از زمان^{۱۱}، کالاهای خانوار^{۱۱}، زمان اشتراکی^{۱۲} و بودجه مالی^{۱۳} در نظر می‌گیرد. پارچوب مدل بکر به دلیل رد تعاملات درون خانوار مورد انتقاد قرار گرفت. به همین دلیل برای حل این ایراد، مدل‌های دیگر توسعه پیدا کردند [Becker, 1965].

سرینواسان و بات در سال ۲۰۰۵ با مطالعه بر روی خانوارهای خلیج سانفرانسیسکو آمریکا، تعاملات خانوار را که در خانوارهای هسته‌ای فعال^{۱۴} (خانوارهای شامل پدر، مادر و فرزندان)، بر تولید فعالیت‌های گذران زندگی (چه خارج از خانه و چه داخل خانه)، تاثیرگذار هستند، مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه پژوهشگران با استفاده از مدل رگرسیون بظاهر غیر مرتبط^{۱۵} و لجیت ترکیبی^{۱۶}، نشان دادند که نقش جنسیت

آمریکا انجام شده بود، به نتایج زیر رسیدند: ۱- بسته به هدف سفر، اعضای خانوار در تصمیمگیری‌های خود با یکدیگر در تعامل هستند و تصمیمات سفر خود را با در نظر گرفتن اعضای خانوار می‌گیرند. ۲- فعالیت‌های اشتراکی باعث افزایش تعداد سفرها می‌شوند. ۳- اعضای خانوار، رفتارهای یکسانی در سفرهای مربوط به خرید و فعالیت‌های مربوط به مدرسه از خود نشان می‌دهند [Kim & Parent, 2016].

مطالعه جی و همکارانش در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد کسانی که در رابطه با وظایف مربوط به کارهای خانه با محدودیت مکانی و زمانی بیشتری روبرو هستند، تمایل کمتری برای سفر با وسیله نقلیه شخصی دارند. در حالیکه با افزایش محدودیت‌های رفت و آمد، سرپرستان خانوار، به ویژه زنان سرپرست خانوار، برای تأمین نیاز سفرهای مربوط به فعالیت‌های داخل خانوار، تمایل به استفاده از وسیله نقلیه شخصی دارند. همچنین دریافته‌اند که سن افراد، تحصیلات، تعداد اتومبیل و دوچرخه موجود در خانوار تأثیر بسزایی در انتخاب شیوه سفر افراد دارد [Ji et al., 2018].

در رابطه با الگوهای فعالیت روزانه افراد (DAP)، آرمان و همکاران، مطالعه‌ای در ایران، بر روی زنان انجام دادند. در این مطالعه سعی بر آن بوده تا چگونگی تأثیر عوامل مختلف (در یک جامعه مسلمان مردسالار مانند ایران) بر روی زنان و ساختار الگوهای فعالیت سفرشان، بررسی شده و عوامل محدودکننده نیز شناسایی شوند [Arman, Khademi and de Lapparent, 2018].

لای و همکاران نیز با مطالعه خانوارهای بازنشسته‌ای که در آنها هر کدام از زوجین حقوق دریافت می‌کنند، متوجه شدند که با بازنشست شدن افراد، میزان مشارکت در فعالیت‌های اشتراکی مختلف خارج از خانه، و نیز مدت زمان این فعالیت‌ها، به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد [Lai et al., 2019].

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اکثر مطالعات در کشورهای توسعه‌یافته (نظیر آمریکا، کانادا، هلند و استرالیا) فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال دوازدهم / شماره چهارم (۴۹) / تابستان ۱۴۰۰

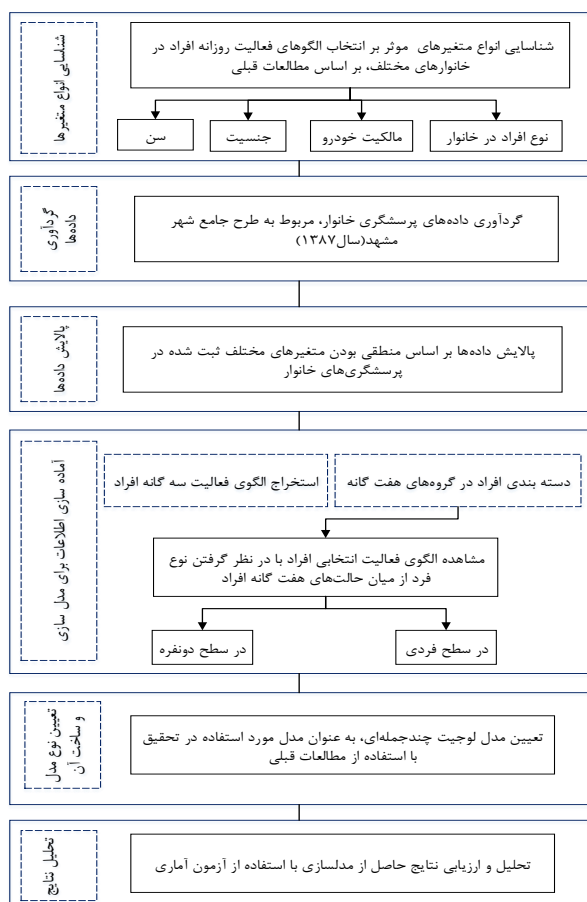
تأثیر قابل توجهی را در این موضوع از خود نشان نداد [Studies & Timmermans, 2006].

در مطالعه گوپتا و ووشا که در سال ۲۰۱۳ و در خلیج سان فرانسیسکو آمریکا انجام شد، زنجیره‌های کاری و غیرکاری مورد بررسی قرار گرفتند. مدل مورد استفاده در این مطالعه، مدل مرکب انتخاب گسسته^{۱۹} بود که طی آن نهایتاً محققان این پژوهش دریافته‌اند که افراد شاغل در خانوار بیشتر تمایل دارند تا زنجیره‌های کاری خود را طوری تنظیم کنند تا زمان بیشتری برای زنجیره‌های غیرکاری هماهنگ با دیگر اعضا باقی بماند [Gupta & Vovsha, 2013].

در مطالعه‌ای که هو و مولی در سال ۲۰۱۵ بر روی خانوارهای شهر سیدنی استرالیا انجام دادند، نحوه تأثیر سفر اشتراکی خانوار بر انتخاب مد سفر، تحت محدودیت‌های اجتماعی، زمانی، مکانی و منابع، که در زنجیره‌های اشتراکی نقش دارند، بررسی شد. در این پژوهش که در آن از مدل لجیت آشیانه‌ای^{۲۰} استفاده شد، الگوهای سفر معرفی شده توسط گلیبی، مورد استفاده قرار گرفت. نهایتاً طی این پژوهش به این نتیجه رسیدند که تمایل خانوارها در سفرهای اشتراکی، حتی با کمتر کردن کرایه وسایل حمل‌ونقل همگانی، به سمت انتخاب وسیله نقلیه شخصی به عنوان مد سفرشان می‌باشد [Ho & Mulley, 2015].

رحمتی و صمیمی طی مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۶ و بر روی خانوارهای شیکاگو آمریکا انجام دادند، با بررسی سفرهای همراهی (به/از) مدرسه والدین و فرزندان، و با استفاده از مدل لجیت چندجمله‌ای و لجیت آشیانه‌ای، به این نتیجه رسیدند که در نظر گرفتن رویکرد گروهی، نسبت به رویکرد انفرادی، حدود ۲۰٪ کاهش را در سفرهای پیش‌بینی شده نشان می‌دهد. همچنین نقش مادر خانوار را در مراقبت از فرزندان قابل توجه یافتند [Yalda, Rahmati; Amir, 2016].

کیم و پرنس در مطالعه خود که در سال ۲۰۱۶ و با بررسی ۶۷۰۰۰ سفر که توسط ۳۵۰۰ فرد در سینسیناتی^{۲۱}



شکل ۱. روند کلی پژوهش

در این مدل با استفاده از خصوصیات تاثیرگذار بر میزان مطلوبیت گزینه‌ها که شامل مشخصه‌های مختلفی از جمله مشخصه‌های مربوط به تصمیم‌گیر، محیط و گزینه انتخابی است، تابع مطلوبیت گزینه m برای فرد i معمولاً بصورت فرم خطی رابطه شماره (۲) تعریف می‌شود:

$$U_{mi} = V_{mi} + \varepsilon_{mi} \quad (2)$$

$$V_{mi} = \beta_m X_{mi}$$

بدین صورت که با توجه به نوع توزیع خطا، نوع تابع احتمال مشخص می‌شود. به طور کلی‌تر، این عبارت جزء خطای مدل های انتخاب گسسته است که آن‌ها را از یکدیگر متمایز می‌کند. در مدل‌های انتخاب لوجیت چندجمله‌ای فرض شده‌است که توزیع جزء خطا بصورت یکسان و مستقل توزیع شده و در واقع، از نوع توزیع گامبل باشد که پارامترهای مکان^{۲۷} و مقیاس^{۲۸} آن به ترتیب برابر با صفر و یک است. توزیع گامبل

انجام شده است و از طرفی کمتر مطالعه‌ای با در نظرگیری تمامی اعضای خانوار و به منظور بررسی تعاملات این اعضا در قالب‌های مختلف فردی و نیز ترکیب‌های دونفره انجام شده است. نوآوری پژوهش حاضر بررسی عوامل مؤثر بر نحوه عملکرد اعضای خانوار در قالب‌های مختلف فردی و نیز بر چگونگی انتخاب الگوی فعالیت روزانه‌شان در یک جامعه در حال توسعه (کشور ایران) است. علاوه بر این، رویکرد اصلی در این پژوهش، تحلیل و بررسی چگونگی عملکرد اعضای مختلف خانوار در قالب‌های مختلف و در ترکیب‌های با بیش از یک نفر است. به طوریکه تعاملات افراد در قالب‌های مختلف فردی، در ترکیب‌های دونفره مورد مطالعه و مدلسازی قرار گرفته است.

۳. روش تحقیق

در این بخش ابتدا به روش‌شناسی مدل لوجیت چندجمله‌ای به صورت کلی و در ادامه به مدل لوجیت چندجمله‌ای به طور خاص که در این تحقیق از آن استفاده شده‌است، پرداخته می‌شود. برای تفهیم هرچه بهتر نیز، روند کلی پژوهش به طور شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده‌است.

۳-۱ مدل لوجیت چندجمله‌ای به طور کلی

مدل انتخاب گسسته لوجیت چند جمله‌ای بر اساس تئوری مطلوبیت تصادفی بوده و از جمله مدل‌های انتخاب گسسته پرکاربرد در زمینه حمل‌ونقل است. در تئوری مطلوبیت تصادفی، انتخاب فرد از میان مجموعه‌ای از گزینه‌هاست که با توجه به حداکثرسازی تابع مطلوبیت فرد، که در واقع متغیری نهان^{۲۶} است و میزان جذابیت گزینه‌ها را برای فرد نشان می‌دهد، انجام می‌شود. به این معنی که چنانچه هر گزینه‌ای دارای مطلوبیت مشخص U_{mi} باشد، آن گزینه تنها در صورتی انتخاب می‌شود که رابطه شماره (۱) برای آن برقرار باشد:

$$U_{mi} > U_{ni} \quad n = 1, 2, \dots, M, \quad n \neq m \quad (1)$$

مجموع گزینه‌ها: $۳+۹+۲۷+۸۱+۲۴۳=۳۶۳$

از آنجایی که برای هر کدام از این گزینه‌ها نیاز است تا یک تابع مطلوبیت منحصر‌بفرد نوشته شود، بنابراین با بیشتر شدن تعداد اعضای خانوار تعداد گزینه‌ها نیز افزایش یافته، در نتیجه مدلسازی پیچیده‌تر خواهد شد. از طرفی از آنجایی که تعداد خانوارهای با تعداد بیشتر از پنج عضو (شش نفره به بالا)، درصد کمی (حدود ۷/۵ درصد) از خانوارها را شامل می‌شوند، در خانوارهای با تعداد اعضا بیش از پنج نفر، تنها پنج نفر اول اعضای خانوار در مدلسازی لحاظ شدند. در واقع توابع مطلوبیت در این مدل، برای اعضای خانوار تا سقف پنج نفر، نوشته شده‌اند. تابع مطلوبیت مورد استفاده مدلسازی از رابطه شماره (۶) بدست می‌آید:

$$U_{i_1, \dots, i_h} = \sum_{h_1=1}^H V_{i_1, h_1} + \sum_{h_2=h_1+1}^H \sum_{i_2=i_1}^H W_{(i_1=i_2) p_{h_1} p_{h_2}} \quad (6)$$

در این رابطه اندیس $i=1,2,3$ در ساختار تابع مطلوبیت، نمایانگر هر یک از این الگوهای فعالیت سه‌گانه است. تمامی افراد خانوار نیز از ۱ الی H (برابر با بعد خانوار) شماره‌گذاری شده‌اند. هر فرد یک شماره منحصر‌بفرد دارد که با h مشخص می‌شود، بطوریکه منظور از عبارت P^h ، فرد شماره h در خانوار است [Bradley & Vovsha, 2005].

مجموعه کامل گزینه‌های مربوط به الگوهای فعالیت خانوار تحت تاثیر بعد خانوار می‌باشد و به شکل $\Omega_H = \{i_1, i_2, \dots, i_h, \dots, i_H\}_H$ نمایش داده می‌شود. برای مثال برای یک خانوار سه نفره، اگر تمام اعضا الگوی فعالیت $\Omega_3 = \{1_1, 1_2, 1_3\}_3$ یک را انجام داده باشند، خواهیم داشت: $\Omega_3 = \{1_1, 1_2, 1_3\}_3$ یا در حالتی دیگر، چنانچه تمام اعضا الگوی فعالیت دو را انجام داده باشند، خواهیم داشت: $\Omega_3 = \{2_1, 2_2, 2_3\}_3$ ، و به همین ترتیب برای الگوی فعالیت‌های دیگر، این مجموعه تشکیل می‌شود.

یک نوع تخمین از توزیع نرمال است که باعث ایجاد فرم بسته ای برای تابع احتمال انتخاب مدل لجیت چندجمله‌ای می‌شود. بنابراین در اینصورت گزینه‌ای انتخاب خواهد شد که بیشترین مطلوبیت را نسبت به سایر گزینه‌ها داشته باشد. رابطه شماره (۳):

$$U_{mi} \rangle \max_n U_{ni} \quad \text{for all } n=1,2,\dots,M, n \neq m \quad (3)$$

با استفاده از تعریف مطلوبیت در رابطه شماره (۳)، رابطه شماره (۴) تعریف می‌شود:

$$\beta_m X_{mi} \rangle [\max_n U_{ni}] - \varepsilon_{mi} \equiv U_{mi} \quad (4)$$

که نهایتاً با ترکیب رابطه شماره (۴) و توزیع گامبل IID فرض شده برای ε_{mi} ، فرم بسته‌ای تحت رابطه شماره (۵) برای

توزیع تجمعی U_{mi} حاصل می‌شود [Train, 2009]:

$$P_{mi} = \frac{\exp U_{mi}}{\sum_j \exp U_{nj}} \quad (5)$$

۲-۳ ساختار مورد استفاده در مدل مطلوبیت

در این بخش به بررسی مدلی پرداخته می‌شود که در آن اطلاعات آماده شده در قسمت قبل را مورد مدلسازی قرار می‌دهد، بطوریکه در آن الگوی فعالیت روزانه انتخابی اعضای خانوار را در کنار یکدیگر و در قالب واحد تصمیمگیر خانوار، مدل می‌کند.

از آنجایی که تعداد اعضا در هر خانوار متفاوت است، و از طرفی برای هر فرد سه نوع الگوی فعالیت روزانه (DAP) لحاظ شده‌است، تعداد گزینه‌های محتمل انتخاب برای تمامی خانوارهای تا سقف پنج نفر، ۳۶۳ گزینه خواهد بود. بدین ترتیب برای خانوارهای مختلف گزینه‌های انتخابی به این شکل خواهد بود:

خانوار تک نفره: ۳

خانوار دو نفره: ۳*۳

....

خانوار پنج نفره: ۳*۳*۳*۳*۳

در تابع مطلوبیت رابطه شماره (۶) نیز:

عبارت $V_{i_h p_h}$ ، مولفه مربوط به انتخاب انفرادی الگوهای فعالیت نوع i ، توسط عضو h از خانوار می‌باشد. بطوریکه در آن اثر مشخصه‌های مختلف هر عضو از خانوار، اعم از سن، جنسیت، شغل و سایر موارد، بطور جداگانه، در محاسبه مطلوبیت گزینه منتخب خانوار لحاظ می‌گردد.

عبارت $W_{(i_{h_1}=i_{h_2}) p_{h_1} p_{h_2}}$ ، مربوط به مولفه دوتایی بودن^{۲۹} انتخاب اشتراکی الگوهای فعالیت نوع i ، توسط اعضای h_1 و h_2 از خانوار می‌باشد که در آن افراد به ترتیب از نوع فرد p_1 و p_2 می‌باشند. در این حالت در واقع اثر حضور دو نفره آن دونفر از اعضای خانوار که الگوی فعالیت یکسانی را انتخاب کرده‌اند، در میزان مطلوبیت گزینه منتخب خانوار بررسی می‌شود.

به طور خاص، مولفه مطلوبیت انتخاب انفرادی اعضای خانوار، باید به صورت رابطه شماره (۷) باشد:

$$V_{i_h p_h} = \sum_{k \in K} c_{kip} x_{kh} \quad (7)$$

بطوریکه در آن:

$k \in K$ ، مجموعه‌ای از ویژگی‌های منطقه‌ای^{۳۰}، خانوار و فردی^{۳۱} باشد،

x_{kh} ، مقدار ویژگی k برای فرد h باشد،

c_{kip} ، ضریب ویژگی k برای مطلوبیت گزینه i می‌باشد که فرض می‌شود به ازای فرد نوع P ، خاص و منحصر بفرد بوده ولی برای افراد h ، ضریبی عمومی و کلی باشد.

به طور خاص، مولفه مطلوبیت انتخاب دوتایی اعضای خانوار، به صورت رابطه شماره (۸) تعریف می‌شود:

$$W_{(i_{h_1}=i_{h_2}) p_{h_1} p_{h_2}} = w_{ip_1 p_2} \times \begin{cases} 1, & \text{if } i_{h_1} = i_{h_2} = i, p_{h_1} = p_1, p_{h_2} = p_2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

بطوریکه در آن:

ضریب یک متغیر ساختگی^{۳۲} است که مربوط به انتخاب الگوی فعالیت یکسان (DAPI) توسط دو عضو نوع p_1 و p_2 از خانوار است. مقدار آن در صورتی برابر با یک خواهد بود که عضو یک از خانواری که دارای h تعداد اعضا است، از نوع p_1 ، و عضو دو از همین خانوار، از نوع p_2 باشد و از طرف دیگر نوع الگوی فعالیت هر دو عضو، الگوی فعالیت یکسان i باشد، در غیر اینصورت مولفه مطلوبیت انتخاب دوتایی اعضا، مقدار صفر را به خود خواهد گرفت.

در این ساختار بکار گرفته شده، مولفه‌های انفرادی مربوط به الگوهای فعالیت در تابع مطلوبیت، بیشتر متغیرهای بیرون از خانوار^{۳۳} را دربر می‌گیرد، در حالیکه مولفه‌های مربوط به انتخاب های دوتایی اعضای خانوار، از قبل طوری تعیین شده‌اند تا فقط تعاملات افراد را در درون خانوار به شکلی در نظر بگیرند تا برای افراد از نوع مشخص، متمایز باشد و نیز در مقابل ابعاد دیگر خانوار، عمومیت داشته باشند. این محدودیت به منظور اینکه مدل انتخاب از نظر تکنیکی در کاربرد و برآورد قابل مدیریت باشد، بکار گرفته شد.

۴. داده‌های پژوهش

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از نتایج آمارگیری مبدا-مقصد خانوارهای ساکن شهر مشهد در آبان ماه سال ۱۳۸۷ حاصل شده‌است. شهر مشهد، مرکز استان خراسان رضوی است. همچنین بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ این شهر با ۳,۰۰۱,۱۸۴ نفر جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران است. برای کسب اطلاعات بیشتر درباره نحوه پرسشگری و نیز گردآوری داده‌های مطالعات شهر مشهد در سال ۱۳۸۷

می‌توان به گزارشات طرح جامع مشهد رجوع کرد [Tarhehaftom, 2008].

۴-۱ تبدیل داده‌ها و استخراج اطلاعات مورد نظر

در این پژوهش، پس از بررسی و پالایش داده‌ها، ۸۶۶۸ مشاهده در واحد خانوار و ۳۰۹۲۵ مشاهده در قالب فرد باقی ماند. داده‌ها و سوالات پرسشنامه این مطالعه در دو دسته کلی؛ اطلاعات مربوط به خانوار و اطلاعات مربوط به سفر، قرار می‌گیرد. اطلاعات مربوط به خانوار شامل ویژگی‌های فردی و اطلاعات اقتصادی-اجتماعی خانوار از جمله جنسیت، سن، شغل، نوع و تعداد وسایل نقلیه تحت مالکیت و ناحیه محل سکونت است. اطلاعات مربوط به سفر نیز شامل هدف سفر، زمان سفر، شیوه انجام سفر^{۲۲} و ناحیه مبدا و مقصد سفر هر یک از اعضای خانوار است. لازم بود داده‌ها در دو حالت مختلف مورد بررسی قرار بگیرند. در مرحله اول لازم بود؛ اولاً با در دست داشتن تمام اطلاعات موجود مربوط به تک تک سفرهای انجام شده توسط هر فرد در یک روز کاری، زنجیره سفر مربوط به هر فرد استخراج شود. ثانیاً با استفاده از زنجیره سفر افراد، و با در دست داشتن اهداف مختلف سفرهای انجام شده توسط هر فرد در طول روز کاری، الگوی فعالیت روزانه هر فرد مشخص شود.

به منظور استخراج الگوی فعالیت روزانه افراد، لازم بود تمام سفرهای انجام شده توسط هر فرد طی یک روز کاری، تحت عنوان یکی از سه نوع هدف؛ ۱- اجباری^{۲۳} (مربوط به هرگونه سفر با هدف اجباری مثل سرکار رفتن، مدرسه یا دانشگاه رفتن -M)، ۲- غیر اجباری^{۲۴} (سفرهایی که با هدف سفر اجباری نباشد و فرد در خانه نیز نمانده باشد، مثل خرید، دیدار اقوام، زیارت و...-NM) و ۳- ماندن در خانه^{۲۵} (برای فرد هیچ‌گونه سفری ثبت نشده باشد و فرد در خانه مانده باشد-H)، معرفی شوند.

بدین صورت و به ترتیب اولویت مشخص شده در این قسمت، برای معرفی الگوی فعالیت روزانه یک فرد در یک روز کاری

خواهیم داشت: ۱- اگر حداقل یک سفر با هدف اجباری برای فرد ثبت شده باشد، الگوی فعالیت روزانه آن فرد، اجباری (M) خواهد بود. ۲- اگر هیچ‌گونه سفری برای فرد ثبت نشده باشد و فرد کل روز را در خانه مانده باشد، الگوی فعالیت روزانه آن فرد، ماندن در خانه (H) خواهد بود. در واقع تا به اینجای کار، الگوی فعالیت روزانه افرادی که الگوی فعالیت اجباری (M) و ماندن در خانه (H) را داشته باشند، استخراج گردیده است. ۳- اگر چنانچه برای فرد، هیچ یک از الگوهای فعالیت روزانه اجباری (M) و ماندن در خانه (H) ثبت نشده باشد، فرد دارای الگوی فعالیت روزانه غیراجباری (NM) خواهد بود. چرا که حداقل در طول روز، یک سفر انجام داده و آن هم از نوع اجباری نبوده است. بنابراین الگوی فعالیت روزانه‌اش از نوع غیراجباری خواهد بود.

نهایتاً با توجه به فرضیات و تعاریف مطرح شده در قسمت قبل، یک الگوی فعالیت روزانه برای هر فرد، استخراج می‌شود و همین الگوی فعالیت در مدلسازی رفتار افراد، در حالت‌های؛ ۱- انفرادی و ۲- ترکیب‌های دوتایی اعضا، دخالت داده می‌شود. در مرحله دوم، لازم بود تمامی افراد شرکت داده شده در این مدل، در هفت نوع دسته‌بندی مختلف قرار بگیرند. این هفت نوع دسته‌بندی در واقع نوع فرد را مشخص می‌کند که شامل؛ ۱- شغل آزاد، ۲- خانه‌دار، ۳- کودک پیش از دبستان، ۴- کارمند، ۵- دانش‌آموز، ۶- بزرگسال بیکار و ۷- دانشجو، است. این نوع از دسته‌بندی بیشتر به این منظور انجام شده تا انتخاب نهایی الگوی فعالیت روزانه افراد با ویژگی‌های مختلف در یک خانوار، تحت عنوان یک قالب فردی، به نحوی مدلسازی شوند تا چگونگی تاثیرپذیری و رفتار اعضا (برای مثال فرد با قالب نوع ۱ در مقابل فرد با قالب نوع ۲) بررسی و تحلیل شود. مشاهدات مربوط به انتخاب الگوی فعالیت روزانه افراد در قالب‌های مختلف، برای حالت انفرادی در جدول ۱ و برای حالت ترکیب‌های دو نفره در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. مشاهدات مربوط به الگوهای فعالیت افراد در حالت انفرادی

نوع فرد	M	M%	N	N%	H	H%	جمع
شغل آزاد	3923	72.59	795	14.71	686	12.69	5404
خانه دار	469	5.94	4852	61.46	2573	32.59	7894
کودک پیش از دبستان	67	2.86	41	1.75	2234	95.39	2342
کارمند	3030	77.37	512	13.07	374	9.55	3916
دانش آموز	5854	77.44	342	4.52	1363	18.03	7559
بیکار	269	14.54	1030	55.68	551	29.78	1850
دانشجو	1178	60.10	279	14.23	503	25.66	1960
جمع	14790	47.83	7851	25.39	8284	26.79	30925

جدول ۲. مشاهدات مربوط به الگوهای فعالیت افراد در حالت دونفره

نوع ترکیب دونفره	MM	MM%	NN	NN%	HH	HH%	جمع
آزاد*آزاد	437	83.72	32	6.13	53	10.15	522
آزاد*خانه دار	206	18.97	492	45.30	388	35.73	1086
آزاد*کودک	25	17.48	7	4.90	111	77.62	143
آزاد*کارمند	341	89.50	15	3.94	25	6.56	381
آزاد*دانش آموز	2578	91.03	62	2.19	192	6.78	2832
آزاد*بیکار	59	39.60	44	29.53	46	30.87	149
آزاد*دانشجو	424	82.65	32	6.24	57	11.11	513
خانه دار*کودک	14	2.17	27	4.19	604	93.64	645
خانه دار*کارمند	121	26.65	211	46.48	122	26.87	454
خانه دار*دانش آموز	313	28.12	234	21.02	566	50.85	1113
خانه دار*بیکار	18	2.02	603	67.68	270	30.30	891
خانه دار*دانشجو	55	13.22	167	40.14	194	46.63	416
کودک*کودک	2	1.05	0	0.00	189	98.95	191
کودک*کارمند	26	26.00	4	4.00	70	70.00	100
کودک*دانش آموز	42	17.87	2	0.85	191	81.28	235
کودک*بیکار	0	0.00	4	10.53	34	89.47	38
کودک*دانشجو	2	7.14	1	3.57	25	89.29	28
کارمند*کارمند	436	88.26	24	4.86	34	6.88	494

***بدلیل کثرت ترکیب‌ها، از ذکر تمامی ترکیب‌ها خودداری شده است.

***...

۴-۲ بحث بر روی نتایج مدل‌سازی

با استفاده از مدل لجیت چندجمله‌ای، تأثیر عوامل اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب شیوه الگوهای فعالیت روزانه افراد در قالب‌های مختلف و در حالت‌های انفرادی و در ترکیب‌های دوتایی افراد، بررسی شده است. جداول ۳ و ۴ نتایج این مدل‌سازی را نشان می‌دهند. در این جداول، مقدار ضرایب متغیرها در مدل و آماره t مربوط به هر یک نیز ارائه شده است (دقت شود که سطح معناداری برای متغیرها ۹۵ درصد در نظر گرفته شده و تنها متغیرهایی که ازین لحاظ معنادار بوده‌اند در جدول خروجی نتایج - جداول ۳ و ۴- ذکر شده‌اند).

۴-۲-۱ جنسیت

میزان تمایل زنان برای انتخاب الگوی فعالیت اجباری و غیراجباری، نسبت به ماندن در خانه، منفی است. از طرف دیگر بین دو الگوی فعالیت غیراجباری و اجباری، تمایل فرد برای انتخاب الگوی فعالیت اجباری، کمتر است.

۴-۲-۲ شغل افراد

همان‌طور که انتظار می‌رفت، خانم‌های خانه‌دار کمترین میزان تمایل را به انتخاب الگوی فعالیت‌های اجباری از خود نشان می‌دهند. همچنین این دسته از افراد ترجیحشان بر ماندن در خانه است تا انجام الگوی فعالیت‌های غیر اجباری. افراد بیکار نیز بعد از خانم‌های خانه‌دار، کمترین میزان تمایل را نسبت به انتخاب الگوی فعالیت اجباری از خود نشان می‌دهند. این امر طبیعی است و با بیکارتر شدن فرد، تمایل فرد برای انجام فعالیت‌های اجباری کاهش می‌یابد و از طرف دیگر تمایلی به انجام الگوی فعالیت غیراجباری و انجام کارهایی مثل خرید و بیرون رفتن‌های غیر اجباری ندارد و تا حد ممکن ترجیح می‌دهد در خانه بماند. افراد دارای شغل آزاد نیز یا الگوی فعالیت اجباری را انجام می‌دهند یا در خانه می‌مانند. افراد محصل و افراد دارای شغل آزاد در انجام الگوی فعالیت اجباری، ضریب مثبت دارند که نشان‌دهنده این است که این افراد الگوی فعالیت

اجباری را ترجیح خواهند داد که با توجه به شغل‌شان (تحصیل و مشاغل آزاد) این قضیه بدیهی بنظر می‌رسد. بیشتر بودن ضریب مربوط به شغل آزاد گویای آن است که این دسته افراد با توجه به اینکه حتی درصد کمتری از افراد را نسبت به گروه محصلین شامل می‌شوند، ولی تمرکز بیشتری روی انجام شغل و وظیفه خود دارند و به همین دلیل ضریب مربوط به الگوی فعالیت اجباری‌شان، بیشتر از محصلین می‌باشد.

۴-۲-۳ سن

گروه‌های سنی پایین‌تر که شامل افراد در بازه‌های سنی ۵-۱۵ سال و ۱۶-۱۹ سال هستند (این دسته غالباً محصل هستند)، ضرایب مثبتی در قبال انجام الگوی فعالیت اجباری (که همان مدرسه یا دانشگاه می‌باشد) دارند و در مقابل، ضرایب مربوط به انجام الگوی فعالیت غیراجباری‌شان، منفی است. این بدان معناست که اگر این افراد بنا به دلیلی به مدرسه یا دانشگاه نروند، ترجیحشان این است که در خانه بمانند تا به الگوی فعالیت‌های غیراجباری اعم از فعالیت‌هایی مربوط به گذران زندگی و غیره بپردازند. از طرفی در بسیاری از موارد این امکان و اجازه برای مشارکت در فعالیت‌های از این دست برای این افراد فراهم نشده است، برای مثال از کودک شش ساله انتظار انجام فعالیت‌های غیراجباری نمی‌رود، مگر اینکه این نوع از فعالیت با مادر یا پدر و با همراهی آنها اتفاق بیفتد.

در مورد گروه‌های سنی دیگر نیز با افزایش سن، تمایل افراد به انجام فعالیت‌های غیراجباری افزایش می‌یابد. در مورد الگوی فعالیت اجباری هم ضریب مربوط به افراد بالای ۵۰ سال، رفته رفته کاهش پیدا کرده است که این مساله نشان می‌دهد این افراد با افزایش سن، نسبت به انجام الگوهای فعالیت اجباری تمایل کمتری از خود نشان می‌دهند.

۴-۲-۴ مالکیت خودرو

برای افراد بیکار اگر تعداد وسایل نقلیه خانوار بیشتر از تعداد افراد شاغل موجود در خانوار باشد، تمایل فرد بیکار نیز برای انتخاب الگوی فعالیت غیراجباری افزایش پیدا می‌کند. بدین

درمورد کودک پیش از دبستان نیز بیشترین رقبت برای انتخاب الگوی فعالیت ماندن در خانه است که در این حالت به این معناست که هر چند این افراد درصد کمی از جامعه داده‌های ما را تشکیل داده‌اند، ولی با این وجود اکثر این افراد یا توسط مادرهایشان یا یک بزرگتر یا حتی به تنهایی، ماندن در خانه را ترجیح می‌دهند.

صورت که در این خانوارها اگر فرض شود تمام افراد شاغل با وسیله نقلیه سرکار رفته باشند، وسیله نقلیه اضافه همچنان در خانه باقی مانده که با توجه به سن و موقعیت فرد بیکار، شخص برای انجام الگوی فعالیت غیراجباری ترغیب می‌شود. با کاهش وسیله نقلیه خانوار به میزان کمتر از تعداد شاغلین خانوار، رغبت فرد بیکار نیز برای انجام الگوی فعالیت غیراجباری کاهش می‌یابد.

جدول ۳. خروجی نرم افزار در حالت انفرادی

غیر اجباری		اجباری		متغیرهای تابع مطلوبیت
ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	
جنسیت				
-5.94	-0.3708	-9.71	-0.4477	زن
شغل				
		4.1	0.4248	تحصیلی (دانش آموز یا دانشجو)
7.36	0.6438	-17.54	-2.043	خانه دار
		7	0.8447	مشاغل آزاد
-10.47	-0.7593	-9.98	-0.7534	بیکار
سن				
-6.63	-0.7934	10.88	1.0691	بازه ۵-۱۵ سال
		10.93	1.0497	بازه ۱۶-۱۹ سال
3.75	0.2505	15.92	1.2007	بازه ۲۰-۲۹ سال
8.29	0.5464	18.61	1.4338	بازه ۳۰-۳۹ سال
9.61	0.6461	18.08	1.4405	بازه ۴۰-۴۹
7.4	0.5969	13.72	1.3125	بازه بیشتر از ۵۰ سال
مالکیت خودرو				
6.79	0.8584			فرد بیکار-تعداد وسیله نقلیه بیشتر از تعداد شاغلین خانوار
3.09	0.3759	-2.93	-0.5783	فرد بیکار-تعداد وسیله نقلیه کمتر از تعداد شاغلین خانوار
-2.88	-2.1191			فرد کودک-تعداد وسیله نقلیه بیشتر از تعداد شاغلین خانوار
-12.11	-2.4317	-9.11	-1.8599	فرد کودک-تعداد وسیله نقلیه کمتر از تعداد شاغلین خانوار
-3.59	-0.3729			فرد خانه دار-تعداد وسیله نقلیه بیشتر از تعداد شاغلین خانوار
3.78	0.2034			فرد خانه دار-تعداد وسیله نقلیه کمتر از شاغلین خانوار
		-2.77	-0.2911	فرد شغل آزاد-تعداد وسیله نقلیه کمتر از تعداد شاغلین خانوار
		5.27	0.5105	فرد کارمند-وسیله نقلیه کمتر از تعداد شاغلین خانوار
-3.02	-0.3653			فرد دانش آموز-تعداد وسیله نقلیه کمتر از شاغلین خانوار

۴-۲-۵ در سطح ترکیبات دونفره

به طور کلی چنانچه ترکیبی از دونفر وجود داشته باشد که یک طرف آن ترکیب، فرد خانه‌دار باشد، تمایل در انتخاب الگوی فعالیت «ماندن در خانه» بیشتر از دیگر الگوهای فعالیت‌ها می‌باشد. در ترکیب دونفره فرد خانه‌دار و بیکار، تمایل برای انتخاب الگوی فعالیت غیراجباری بیشتر شده و این به این معناست که در این ترکیب از آنجا که فرد بیکار ممانعتی از جانب انجام فعالیت‌های اجباری و ازین دست ندارد، در ترکیب با فرد خانه‌دار، بیشتر تمایل دارند تا الگوی فعالیت غیراجباری انجام دهند. برای ترکیب کارمند*کارمند، تمایل افراد برای انتخاب هر دو الگوی فعالیت ماندن در خانه و اجباری، مثبت می‌باشد. از طرفی بیشتر بودن ضریب الگوی فعالیت ماندن در خانه نسبت به الگوی فعالیت اجباری، می‌تواند به این دلیل باشد که از آنجا که این نوع افراد اختیار چندانی برای ماندن در خانه در یک روز کاری از خود ندارند، چنانچه یکی از افراد کارمند خانوار، بنا به هر دلیلی (بیماری، مرخصی، انجام امور داخل منزل و غیره) در خانه بماند، فرد کارمند دیگر نیز مشتاق است تا در خانه بماند. برای دو فرد بیکار در یک خانوار، تمایل انجام الگوی فعالیت غیراجباری و ماندن در خانه، مقداری مثبت دارد. از طرفی این میزان تمایل برای انتخاب الگوی فعالیت غیراجباری، بیشتر از ماندن در خانه می‌باشد. در واقع در این نوع خانوار که شامل دو فرد بیکار می‌باشد، این افراد بیشتر تمایل دارند تا فعالیت‌های خرید و گذران زندگی را بر عهده داشته باشند. ترکیب دانشجو*دانشجو نیز رفتاری شبیه به ترکیب دانش آموز*دانش آموز از خود نشان می‌دهد. برای ترکیب کودک پیش از دبستان*کودک پیش از دبستان، از آنجا که این دسته از افراد شامل کودکانی می‌شود که سن کمی دارند و مدرسه هم نمی‌روند، تمایل بیشتر برای این دسته افراد به سمت ماندن در خانه است. از طرفی تعداد ترکیب دوتایی این دسته از افراد نیز، در انتخاب الگوی فعالیت ماندن در خانه، بیشتر از دو الگوی فعالیت دیگر است.

در مورد فرد خانه‌دار خانوار هم همانطور که از جدول شماره ۳ مشخص است، چنانچه تعداد وسائل نقلیه در خانه بیشتر از تعداد شاغلین باشد، تمایل خانم خانه‌دار خانواده به انجام فعالیت‌های غیراجباری کمتر می‌شود. در واقع فرد بیشتر ترجیح می‌دهد تا در خانه بماند به جای آنکه برای انجام فعالیت‌های مربوط به خرید خانه، فعالیت‌های گذران زندگی و غیره به بیرون از خانه برود. بیشتر بودن تعداد خودروهایی خانوار نسبت به تعداد شاغلین، تا حد زیادی نشان از درآمد بالای خانوار دارد. در این نوع خانوارها، خانم خانه‌دار تمایل دارد بیشتر در خانه بماند و مسئولیت‌هایی از قبیل خریدهای گذران زندگی و غیره به عهده دیگر اعضا باشد چرا که وسیله نقلیه در اختیارشان هست و انتظار انجام فعالیت‌هایی از این دست، از فرد دارای وسیله نقلیه بیشتر است. در نوع دیگر خانوارها، با کاهش تعداد وسائل نقلیه به میزان کمتر از تعداد شاغلین خانوار، خانم خانه‌دار ترجیح می‌دهد تا فعالیت‌های مربوط به خرید و گذران زندگی را خودش انجام دهد.

چنانچه فرد دارای شغل آزاد باشد، و از طرفی تعداد وسائل نقلیه در آن خانوار نیز کمتر از تعداد شاغلین باشد، از آنجا که تعریف شغل آزاد در این مطالعه به شغل‌هایی از قبیل راننده، فروشنده و غیره الحاق شد، و از طرف دیگر از آنجا که شغل آزاد در ایران تا حد زیادی محدودیت و اجبار از لحاظ زمانی ندارد و فرد هر وقت که برایش مقدور بود می‌تواند سر کارش حاضر شود، تمایل افراد با شغل آزاد برای انجام فعالیت‌های اجباری، با کاهش تعداد وسیله نقلیه در خانوار، کاهش می‌یابد. برای فرد کارمند که شغلی دولتی دارد نیز، کاهش وسیله نقلیه در تمایل افراد برای انجام فعالیت اجباری، تاثیری مثبت دارد. از آنجا که شغل‌های کارمندی با نوع خاصی از اجبار و محدودیت همراه هستند و در آنها فرد برای انتخاب رفتن یا نرفتن به سر کار (در یک روز کاری)، اختیار چندانی از خود ندارد، این مقدار مثبت، توجیه می‌شود. در واقع این دسته از افراد از لحاظ رفتن به سرکار نوعی اجبار دارند، چه وسیله نقلیه داشته باشند چه نداشته باشند.

جدول ۴. خروجی نرم افزار در حالت ترکیب های دونفره

متغیرهای تابع مطلوبیت		اجباری		غیراجباری		ماندن در خانه	
		ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
تعاملات دونفره							
خانه دار*دانش آموز				0.2489	2.24	0.4208	6.75
خانه دار*آزاد		-0.3132	-2.44			0.4305	4.28
خانه دار*کارمند				-0.3054	-3.22		
خانه دار*کودک پیش از دبستان						0.1243	2.19
خانه دار*دانشجو				0.3291	2.71	0.5825	6.06
خانه دار*بیکار				1.0296	13.02	0.5342	6.18
دانش آموز*دانش آموز		0.6478	9.08			0.8968	8.81
دانش آموز*آزاد		0.2025	3.58				
دانش آموز*کارمند		0.652	10.53			0.3207	2.6
دانش آموز*کودک پیش از دبستان		-0.628	-3.62			-0.2012	-2.02
دانش آموز*دانشجو		0.2922	3.19			0.8317	6.08
دانش آموز*بیکار		-0.4602	-3.47				
آزاد*آزاد				0.5858	3.27	0.7532	3.18
آزاد*کارمند						0.5119	2.15
آزاد*بیکار		-0.4709	-2.11	0.498	2.03		
آزاد*کودک پیش از دبستان		-1.6144	-6.83			-0.6502	-3.95
کارمند*کارمند		0.528	4.03			0.7005	2.31
کارمند*کودک پیش از دبستان		-1.0398	-4.64			-0.6406	-3.73
کارمند*بیکار				0.5385	2.22		
کارمند*دانشجو		0.4491	5.41				
بیکار*بیکار				0.9972	5.57	0.8765	4.67
دانشجو*دانشجو		0.2801	2.26			1.1398	6.42
کودک پیش از دبستان*کودک پیش از دبستان						2.1691	7.01
تعداد مشاهدات: ۸۶۶۸ خانوار							
واحد مدل سازی: خانوار							
تعداد گزینه ها: ۳۶۳ گزینه							
Rho ² (0): 0.3442							
LL(final): -21609.33							
Estimated parameters : ۱۵۰							

۵. نتیجه گیری

استفاده از مدل‌های فعالیت مبنا با وجود اینکه مشکلات خاص خود را (از لحاظ هزینه‌های آماربرداری زیاد و طولانی بودن روند محاسبه و پرداخت مدل) دارند، از آن جهت که پیش‌بینی دقیق‌تری در زمینه الگوهای سفر افراد دارند، می‌توانند در زمینه پیش‌بینی‌های مربوط به تعاملات افراد نیز به طور چشمگیری قوی ظاهر شوند. خانوار از مهم‌ترین گروه‌هایی است که می‌توان با بررسی و تحلیل رفتار اعضای آن و نحوه تعاملات افراد و نیز اندرکنش‌های درونی آن، می‌توان الگوهای سفر افراد و در نهایت، تصمیم‌گیری‌های در سطح کلان را هرچه بهتر و دقیقتر پیش‌بینی کرد. بدین صورت که با شناخت قالب‌های مختلف فردی، قدم در راه پیش‌بینی هر چه بهتر تمایلات افراد در انتخاب الگوهای فعالیت روزانه‌شان برداشت. در این تحقیق، با تکیه بر مدل لجیت چندجمله‌ای، تعاملات اعضای خانوار در قالب‌های مختلف فردی و در ترکیب‌های مختلف دوفره در یک نمونه بزرگ از مردم کلانشهر مشهد، مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق از داده‌های به‌هنگام‌سازی طرح جامع شهر مشهد در سال ۱۳۸۷ برای تحلیل کلیه سفرهای افراد خانوار استفاده شده‌است. از جمله یافته‌های این مطالعه موارد زیر هستند:

- نتایج مدلسازی بیانگر تفاوت‌های رفتاری میان انواع قالب‌های مختلف فردی است. از این بین، تاثیری که فرد خانه‌دار در ترکیب با دیگر اعضای خانوار برای انتخاب الگوی فعالیت روزانه شان دارد، حائز اهمیت بود. بدین صورت که حتی ممکن است جهت‌گیری فرد دیگر را در انتخاب الگوی فعالیتش بطور کامل تغییر دهد. برای مطالعات آتی نیز از جهت تاثیر شگرف خانه‌دار بر الگوهای فعالیت انتخابی افراد، پیشنهاد می‌شود تاثیر جنسیت به صورت همزمان، توام با متغیرهای دیگر نیز در نظر گرفته شده و مورد تحلیل و بررسی قرار بگیرد.
- تاثیر شگرف حضور کودک پیش از دبستان در

خانوار نیز بسیار حائز اهمیت بود. بطوریکه چنانچه کودک پیش از دبستان در ترکیب دوتایی افراد حضور داشته باشد، نوع رفتار فرد دیگر، با رفتار مورد انتظار از آن فرد متفاوت است.

- از آنجایی که در این تحقیق افراد در قالب‌های متنوع قرار گرفته‌اند، مشاهده اثر توامان وضعیت مالکیت خودروی خانوار و نوع فرد در کنار یکدیگر، اثر دقیق‌تری از وضعیت مالکیت خودرو برای خانوار را به دنبال داشت. در این رابطه پیشنهاد می‌شود اثر توامان متغیرهای دیگر از قبیل سن و شغل و نیز توام با انواع مختلف قالب‌های افراد، در نظر گرفته شود.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Engagement
2. Maintenance
3. Discretionary
4. Pick-up/drop-off
5. Activity Based Models
6. Van
7. Escort
8. Daily activity pattern (DAP)
9. Multinomial Logit Model
10. Aggregated amounts of time
11. Goods of the household
12. Pooled time
13. Monetary budget
14. Active, nuclear family, households
15. Seemingly unrelated regression equation (SURE) system
16. Mixed-Logit
17. Drop-off/ Pick-up
18. Car allocation
19. Hybrid discrete choice-duration model
20. Nested Logit
21. Cincinnati
22. Travel mode
23. Mandatory
24. Non Mandatory
25. Stayin at home
26. Latent variable
27. Location parameter
28. Scale parameter

Influence Individuals' Travel Mode Choice under Intra-household Interactions?", *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 22, No. 11, pp. 4635–4644. doi: 10.1007/s12205-018-1821-9.

-Kim, C. and Parent, O. (2016) "Modeling individual travel behaviors based on intra-household interactions", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 57, pp. 1–11. doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2015.12.002.

-Lai, X. et al. (2019) "Modelling intra-household interactions in time-use and activity patterns of retired and dual-earner couples", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 126, pp. 172–194. doi: 10.1016/j.tra.2019.05.007.

-Lim, K. K. (2015) "Modeling intra-household interactions in the generation of social-recreational tours" *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 19, No. 6., pp. 1870–1881. doi: 10.1007/s12205-014-0156-4.

-Miller, E. J., Roorda, M. J. and Carrasco, J. A. (2005) "A tour-based model of travel mode choice", *Transportation*, Vol. 32, No. 4, pp. 399–422. doi: 10.1007/s11116-004-7962-3.

-Rahmati, Y. and Samimi, A. (2016) "ESCORT PATTERNS IN DUAL-WORKER HOUSEHOLDS WITH STUDENTS: A COMPARISON BETWEEN INDIVIDUAL AND GROUP DECISION MAKING MECHANISM", *Transportation Research Board* 36, (August 2015), pp. 1–15.

-Srinivasan, S. and Bhat, C. R. (2005) "Modeling household interactions in daily in-home and out-of-home maintenance activity participation", *Transportation*, Vol. 32, No. 5, pp. 523–544. doi: 10.1007/s11116-005-5329-z.

-Studies, M. and Timmermans, H. (2006)

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال دوازدهم / شماره چهارم (۴۹) / تابستان ۱۴۰۰

29. Pair-wise

30. Zonal

31. Individual

32. Dummy variable

33. Exogenous

۷. مراجع

-Arman, M. A., Kalantari, N. and Mohammadian, A. (2015) "Joint Modeling of Household Vehicle and Activity Allocation Statistical Analysis and Discrete Choice Modeling Approach", *Transportation Research Record*, Vol. 2525, doi: 10.3141/2495-13.

-Arman, M. A., Khademi, N. and de Lapparent, M. (2018) "Women's mode and trip structure choices in daily activity-travel: a developing country perspective", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 41, No. 8, pp. 845–877. doi: 10.1080/03081060.2018.1526931.

-Becker, G. S. (1965) "A Theory of the Allocation of Time", *The Economic Journal*, Vol. 75, No. 299, p. 493. doi: 10.2307/2228949.

-Bradley, M. and Vovsha, P. (2005) "A model for joint choice of daily activity pattern types of household members", *Transportation*, Vol. 32, No. 5, pp. 545–571. doi: 10.1007/s11116-005-5761-0.

-Gupta, S. and Vovsha, P. (2013) "A model for work activity schedules with synchronization for multiple-worker households", *Transportation*, Vol. 40, No. 4, pp. 827–845. doi: 10.1007/s11116-013-9469-2.

-Ho, C. and Mulley, C. (2015) "Intra-household Interactions in tour-based mode choice: The role of social, temporal, spatial and resource constraints", *Transport Policy*, Vol. 38, pp. 52–63. doi: 10.1016/j.tranpol.2014.12.001.

-Ji, Y. et al. (2018) "How Household Roles

"Household car ownership in relation to residential and work location", pp. 1-13.

-Train, K. E. (2009) "Discrete choice methods with simulation", Cambridge University Press, New York, (2nd), p. 1148. doi: 10.1016/S0898-1221(04)90100-9.

-Zhang, J., Timmermans, H. and Borgers, A. (2005) "A model of household task allocation and time use", Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 39, No. 1, pp. 81-95. doi: 10.1016/j.trb.2004.03.001.

-Zhang, J., Timmermans, H. and Borgers, A. (2002) "Utility-maximizing model of household time use for independent, shared, and allocated activities incorporating group decision mechanisms", Transportation Research Record, Vol. 1807, No. 2, pp. 1-8. doi: 10.3141/1807-01.

- رصافی، ا.، لطیفی، ل. (۱۳۹۰)، "تحلیل تقاضای سفر شهری به روش فعالیت-مبنا: نمونه موردی منطقه سه شهرداری تهران"، مهندسی حمل و نقل، سال سوم شماره دوم.

- طرح هفتم (۱۳۸۷) "گزارش بهنگام سازی طرح جامع حمل و نقل مشهد"

شهریار افندی‌زاده، رویا نبی‌لو، نویدکلانتری

شهریار افندی‌زاده، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۶۳ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران -سراه و ترابری در سال ۱۳۶۸ را از دانشگاه دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۷۵ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران - حمل و نقل از دانشگاه کارلتون (اتاوا-کانادا) گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان برنامه ریزی حمل و نقل و مهندسی ترافیک بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه علم و صنعت ایران است.



رویا نبی‌لو درجه کارشناسی از مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه تبریز اخذ نمود و در حال حاضر دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در دانشگاه علم و صنعت ایران است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، مدلسازی و ایمنی ترافیک است.



نوید کلانتری درجه کارشناسی از مهندسی عمران از دانشگاه علم و صنعت ایران، و درجه کارشناسی ارشد خود را در رشته برنامه ریزی حمل و نقل از همان دانشگاه اخذ نمود و سپس موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران از دانشگاه علم و صنعت ایران گردید. زمینه پژوهشی ایشان برنامه ریزی حمل و نقل و مدلسازی بوده و در حال حاضر در مهندسی مشاور امور ترافیک در آمریکا فعالیت دارند.

