

## در نظر گیری اثر ساختار خانوار در مدل های انتخاب وسیله نقلیه به تفکیک هدف سفر با استفاده از مفهوم چرخه ی زندگی

آرش رساء ایزدی<sup>۱</sup>، معین عسکری<sup>۲</sup>، سید احسان سید ابریشمی<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشجوی دکتری تخصصی برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۳- استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

یکی از مهم ترین بخش های مدل سازی تصمیمات حمل و نقلی، استفاده از متغیرهایی است که بتوان به خوبی اثر ویژگی های فردی، خانوادگی، مشخصات سفر، ویژگی های سیستم حمل و نقل و ... را وارد فرایند مدل سازی کرد. در این مطالعه به دنبال استفاده از مفهوم چرخه ی زندگی در توصیف بهتر و دقیق تر ساختار خانواده هستیم. به عنوان مثال با استفاده از چرخه ی زندگی می توان بین خانوارهایی که تعداد افراد و تعداد فرزندان مشابه دارند ولی از لحاظ سن فرزندان، سن سرپرستان، وضعیت اشتغال، جنسیت و ... با هم تفاوت دارند، تمایز قائل شد و همین تمایز توصیف دقیق تری از ساختار خانوار را به همراه خواهد داشت. در این مطالعه برای انتخاب وسیله نقلیه سفر که یکی از مهم ترین تصمیمات حمل و نقلی به شمار می آید، به تفکیک هدف سفر، از متغیرهای چرخه ی زندگی استفاده شده است. از مهم ترین نتایج به دست آمده این مطالعه می توان به نقش پررنگ تر متغیرهای چرخه ی زندگی در مطلوبیت گزینه ها نسبت به متغیر تعداد افراد خانوار در سفرهای تحصیلی، شخصی و تفریحی-اجتماعی اشاره کرد.

**واژگان کلیدی:** چرخه زندگی، مدل انتخاب وسیله نقلیه، لوجیت چندگانه، ساختار خانوار

### ۱- مقدمه

و یافتن گزینه های بهتر را در پی دارد. وجود سیاست ها و برنامه ریزی های صحیح در کنار توسعه ی زیرساخت ها می تواند پاسخگوی نیازهای حمل و نقلی آینده باشد [۱].

یکی از نتایج با اهمیت در فرآیند برنامه ریزی حمل و نقل، تعیین سهم هر وسیله<sup>۱</sup> است. مدل های متعددی با روش ها، مفاهیم و داده های متفاوت برای تعیین سهم هر وسیله ساخته شده است. ایده ی اولیه مدل های انتخاب وسیله، تفکیک سهم وسایل در جریان ترافیک بود. اولین کاربرد این مدل ها انتخاب دوتایی از میان وسیله نقلیه شخصی و حمل و نقل همگانی بود. در ادامه ی توسعه تحلیل مدل های انتخاب وسیله، انجام مرحله تعیین سهم وسیله پس از مرحله ی توزیع سفرها مرسوم شد. بدین معنی که ابتدا سفرها بین زوج های مبدأ و مقصد توزیع شده، سپس سهم هر وسیله بین مبدأ و مقصد تعیین می شود. چنین

رشد بی وقفه سفرهای درون شهری به خصوص سفرهای با وسیله نقلیه ی شخصی یکی از عوامل اصلی ایجاد تراکم ترافیک شهری و مسائل ناشی از آن مانند آلودگی محیط زیست، سروصدا، اتلاف انرژی، کاهش ایمنی و ... می باشد [۱]. از طرفی دیگر همزمان با بهبود کیفیت زندگی انسان ها، نیاز آن ها به راحتی و آسایش بیشتر نیز در حال افزایش است، در نتیجه افزایش استفاده از وسیله نقلیه شخصی امری قابل انتظار است. در چنین شرایطی برای خدمت رسانی به این حجم از وسایل نقلیه، ساختار شهری دچار تغییر می شوند و جاده ها و خیابان ها به سمت عریض تر شدن پیش می روند [۱]. بهبود و گسترش زیرساخت ها یکی از کارهایی است که برای حل معضل تراکم ترافیک به کار برده می شود اما در بسیاری از موارد راه حل منطقی ای به نظر نمی رسد. هزینه بالای احداث و بهره برداری و محدودیت منابع ضرورت چاره اندیشی

شده است و برای سن افراد خانوار، تمایزی قائل نشده‌اند. واضح است که ساختار چنین خانوارهایی با هم متفاوت است و تصمیم‌گیری‌های حمل‌ونقلی متفاوتی با یکدیگر دارند. چگونگی تعریف و وارد کردن اثر ساختار خانوار بر تصمیم‌های حمل‌ونقلی مورد بحث پژوهشگران بسیاری قرار گرفته است [۶، ۷، ۸ و ۹]. در این پژوهش از ایده‌ی مورد استفاده در مطالعه‌ی کرمانشاه [۱۰] استفاده شده است. در این مطالعه گروه متغیرهای ساختگی با ترکیب تعداد افراد خانوار، تعداد فرزند و سن فرزندان ساخته شده است. تعریف این متغیرهای توصیفی به صورت زیر است:

- ۱- خانواده که بزرگ‌ترین فرزند آن کمتر از ۶ سال سن دارد.
- ۲- خانواده که بزرگ‌ترین فرزند آن بین ۶ تا ۱۱ سال سن دارد.
- ۳- خانواده که بزرگ‌ترین فرزند آن بین ۱۲ تا ۱۸ سال سن دارد.
- ۴- خانواده که حداقل یک فرزند بیش از ۱۸ سال سن و کوچک‌ترین فرزند آن زیر ۱۸ سال سن داشته باشد.

۵- سایر خانواده‌ها

کرمانشاه در مطالعه‌ی خود از این متغیرها برای وارد کردن اثر ساختار خانوار بر تولید سفر استفاده کرده است. در این مطالعه اثرگذاری این متغیرها بر مدل‌های انتخاب وسیله به تفکیک هدف سفر بررسی می‌شود. هدف‌های سفر شامل سفر کاری، تحصیلی، خرید، شخصی و تفریحی-اجتماعی می‌شود. ضرایب به دست آمده برای این متغیرها در مدل‌های انتخاب وسیله نقلیه با هم مقایسه و اهمیت آماری و نقش آنان در توصیف بهتر بررسی می‌شود.

### ۳- روش تحقیق

برای مدل انتخاب وسیله نقلیه سفر کاری از مدل لوجیت چندگانه استفاده می‌شود. فرض کنید  $q$  شاخص فرد،  $i$  شاخص گزینه‌ی وسیله نقلیه و  $h_{qi}$  مطلوبیت گزینه‌ی  $i$  برای فرد  $q$  باشد. در این صورت خواهیم داشت [۱]:

$$h_{qi} = \beta x_{qi} + \varepsilon_{qi} \quad (1)$$

که در آن  $x_{qi}$  بردار متغیرهای مستقل،  $\beta$  بردار ضرایب متغیرهای مستقل که باید تخمین زده شوند و  $\varepsilon_{qi}$  بخش خطای تابع مطلوبیت باشند. فرض کنید  $\varepsilon_{qi}$  از توزیع گامبل<sup>۲</sup>

مدل‌هایی به مدل‌های تبادلی سفر<sup>۱</sup> معروف‌اند. معروف‌ترین این مدل‌ها پرابیت، لوجیت و لوجیت آشیانه‌ای می‌باشند. مدل‌های دیگری نیز وجود دارند که سهم وسیله را قبل از مرحله‌ی توزیع سفر تعیین می‌کنند که مدل‌های انتهای سفر<sup>۲</sup> نامیده می‌شوند، مانند مدل‌های حاصل‌ضربی. شناسایی عوامل اثرگذار بر انتخاب وسایل نقلیه یکی از مهم‌ترین بخش‌های مدل‌سازی آن است، که در این مطالعه عوامل مربوط به خانوار بر انتخاب وسیله نقلیه به تفکیک هدف سفر مورد بررسی قرار می‌گیرد. متغیرهای که در این مطالعه بیانگر ساختار خانوار هستند، شامل تعداد افراد خانوار و چرخه‌های زندگی می‌شود. بررسی و مقایسه نتایج مدل‌سازی حول این دو متغیر از مهم‌ترین اهداف این مطالعه است. در واقع اثرگذاری بیشتر هر متغیر بر مدل انتخاب وسیله نقلیه برای هر هدف سفر نسبت به متغیر دیگر، توصیف‌کنندگی بهتر آن متغیر از ساختار خانواده را نشان می‌دهد.

### ۲- تاریخچه ادبیات و تعریف مسئله

متغیرهای مربوط به وسیله نقلیه و مربوط به شخص در بسیاری از مدل‌سازی‌ها استفاده و تحلیل شده‌اند. دسته‌ی دیگر از متغیرهای حائز اهمیت در مدل‌های انتخاب وسیله متغیرهای مربوط به ساختار خانوار است. برخی از مطالعات برای در نظرگیری اثر ساختار خانوار بر انتخاب وسیله نقلیه سفر، از متغیرهایی نظیر تعداد افراد خانوار و تعداد فرزندان خانوار استفاده کرده‌اند [۲، ۳]. به عنوان مثال ژبیین و همکاران [۴] از تعداد افراد شاغل و وجود فرزند در خانوار به عنوان متغیرهای توصیفی برای وارد کردن اثر ساختار خانوار در مدل انتخاب وسیله خود استفاده کرده‌اند. به عنوان مثالی دیگر می‌توان به مطالعه می‌پینگ و همکاران [۵] اشاره کرد. در این مطالعه متغیرهایی نظیر اندازه خانوار و تعداد فرزند اثر ساختار خانوار را وارد فرایند مدل‌سازی می‌کنند.

مهم‌ترین نقدی که به وارد کردن اثر ساختار خانوار با استفاده از چنین متغیرهایی در مدل‌های انتخاب وسیله وارد می‌شود، عدم مشخص شدن ساختار خانوار به صورت دقیق و منحصر به فرد است. به عنوان مثال در مطالعه می‌پینگ که فقط از تعداد افراد و تعداد فرزندان به عنوان متغیرهای توصیفی استفاده شده است، خانواری چهار نفره که دارای دو فرزند بالای ۱۸ سال سن با خانواری دارای دو فرزند زیر ۷ سال برابر در نظر گرفته

1 Trip interchange

2 Trip end

3 iid extreme value

فرض کنید،  $\nu_{qi}$  تابعی است که به ازای عبارات صحیح درون خود، مقدار یک و برای عبارات غیر صحیح مقدار صفر به خود می‌گیرد. در این صورت متغیر  $M_{qik}$  به صورت زیر تعریف می‌شود [۱]:

$$M_{qik} = \nu_{qi} [r_{qi} = 1]$$

در واقع اگر شخص  $q$ ، گزینه‌ی  $i$  را انتخاب کرده باشد،  $M_{qik}$  برای آن فرد یک می‌شود و برای سایر  $i$ ها،  $M_{qik}$  برابر با صفر می‌شود.

تابع درست‌نمایی مدل به صورت زیر تعریف می‌شود [۱]:

$$\log L = \sum_{q=1}^Q \left( \sum_{i=1}^I M_{qik} \log [\text{prob}(r_{qi} = 1)] \right) \quad (9)$$

با بیشینه کردن این تابع متغیرهای مدل تخمین زده می‌شوند.

برای بیشینه کردن تابع درست‌نمایی از برنامه‌نویسی در محیط R-studio استفاده شده است. در برنامه‌نویسی که برای این مدل انجام شده است، از روش‌های عددی برای بیشینه‌سازی تابع درست‌نمایی استفاده شده است، به این صورت که به متغیرها، مقادیر اولیه اختصاص داده می‌شود و مقدار تابع درست‌نمایی به دست می‌آید. با تغییر مقادیر اختصاص یافته به سمتی پیش می‌رویم که مقدار تابع کاو مدنظر بیشینه شود. برای این کار از سه الگوریتم Nelder Mead،  $\text{SANN}^2$  و  $\text{BFGS}^5$  استفاده شده است. در نهایت با انجام یک فرآیند تکراری همگرایی لازم در جواب‌ها حاصل می‌شود.

#### ۴- جامعه آماری

در این بخش داده‌های مورد استفاده در مدل‌سازی معرفی می‌شود. این داده‌ها در آمارگیری سفرهای مبدأ- مقصد جمع‌آوری و ثبت شده‌اند. حداقل تعداد مشاهدات برای هدف سفر تفریحی- اجتماعی شامل ۴۰۰ مشاهده است که برای سفر کاری تعداد مشاهدات به ۲۰۰۰ مشاهده هم می‌رسد. تعداد مشاهدات سایر اهداف بین تعداد مشاهدات یاد شده قرار گرفته است. جدول (۱) متغیرهای موجود در جامعه‌ی آماری را نشان می‌دهد.

#### ۵- نتایج مدل‌سازی

جدول (۲) نتایج مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر کاری را نشان می‌دهد.

با میانگین<sup>۱</sup> صفر و پراکنش<sup>۲</sup> یک پیروی کند [۱]. طبق نظریه مطلوبیت فرد  $q$  در صورتی گزینه‌ی  $i$  را انتخاب می‌کند که مطلوبیت آن از مطلوبیت سایر گزینه‌ها بیشتر باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که مطلوبیت گزینه‌ی  $i$  از بیشترین مطلوبیت سایر گزینه‌ها برای فرد  $q$  بیشتر باشد [۱]. این عبارت را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$h_{qi} > \max_{j \neq i} h_{qj} \quad (2)$$

اگر  $r_{qi} = 1$ ،  $x$  است اگر وسیله‌ی نقلیه  $i$  توسط فرد  $q$  انتخاب شده باشد و در غیر این صورت  $r_{qi} = 0$  است. همچنین  $\nu_{qi}$  به صورت زیر تعریف می‌شود [۱]:

$$\nu_{qi} = \left\{ \max_{j \neq i} h_{qj} \right\} - \varepsilon_{qi} \quad (3)$$

غام روابط (۱) و (۲) می‌توان نوشت [۱]:

$$\beta x_{qi} + \varepsilon_{qi} > \max_{j \neq i} h_{qj} \quad (4)$$

رطه‌ی (۴) به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$\beta x_{qi} > \max_{j \neq i} h_{qj} - \varepsilon_{qi} \quad (5)$$

و با جای‌گذاری  $\nu_{qi}$  از رابطه‌ی (۳) در رابطه‌ی (۵) رابطه‌ی زیر نتیجه می‌شود [۱]:

$$\beta x_{qi} > \nu_{qi} \quad (6)$$

بنابراین  $r_{qi} = 1$  اگر و تنها اگر  $\beta x_{qi} > \nu_{qi}$ .

رابطه‌ی (۳)،  $\nu_{qi}$  از تفاضل بیشترین مطلوبیت سایر گزینه‌ها و بخش تصادفی همان گزینه به دست می‌آید که هر دوی آن‌ها از توزیع گامبل پیروی می‌کنند، بنابراین متغیر تصادفی  $\nu_{qi}$  که از تفاضل دو متغیر تصادفی با توزیع گامبل به دست می‌آید، از توزیع لوجستیک پیروی می‌کند [۱]. توزیع حاشیه‌ای  $\nu_{qi}$  به صورت رابطه‌ی (۷) در می‌آید [۱]:

(۷)

$$F_j(\beta x_{qi}) = \Pr(\nu_{qi} < \beta x_{qi}) = \frac{\exp(\beta x_{qi})}{\sum_j \exp(\beta x_{qj})}, \quad j = 1, 2, \dots$$

که در آن  $J$  تعداد گزینه‌های مدل لوجیت چندگانه است.

3 mulated Annealing algorithm

4 Nelder Mead algorithm

5 Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno algorithm

1 ocation parameter

2 Scale parameter

جدول (۱): متغیرهای موجود در جامعه‌ی آماری

اطلاعات	متغیر	تعریف
سن	AGE ۱۸-۶	۱=اگر سن بین ۶ تا ۱۸ سال باشد، ۰=در غیر این صورت
	AGE ۳۰-۱۹	۱=اگر سن بین ۱۹ تا ۳۰ سال باشد، ۰=در غیر این صورت
	AGE ۴۱-۳۱	۱=اگر سن بین ۳۱ تا ۴۱ سال باشد، ۰=در غیر این صورت
	AGE ۴۱<	۱=اگر سن بیش از ۴۱ سال باشد، ۰=در غیر این صورت
جنسیت	SEX	۱=اگر جنسیت مرد باشد، ۰=اگر جنسیت زن باشد
شغل	ADM.JOB	۱=اگر فرد صاحب شغل اداری (کارمند، فرهنگی و نظامی) باشد، ۰=در غیر این صورت
	SERV.JOB	۱=اگر فرد صاحب شغل خدماتی (کارگر، فروشنده، راننده، کشاورز و استادکار) باشد، ۰=در غیر این صورت
	EDU.JOB	۱=اگر فرد صاحب شغل تحصیلی (دانش آموز و دانشجو) باشد، ۰=در غیر این صورت
	OTHER	۱=اگر فرد صاحب سایر مشاغل باشد، ۰=در غیر این صورت
گواهی نامه رانندگی	DL	۱=اگر فرد گواهی نامه رانندگی داشته باشد، ۰=در غیر این صورت
مالکیت وسیله شخصی	NVEH	تعداد وسایل نقلیه در مالکیت خانوار
تعداد افراد خانوار	HHSZ	تعداد افراد خانوار
چرخه‌ی زندگی	LC۱	۱=اگر فرد متعلق به خانواری باشد که بزرگ‌ترین فرزند آن کمتر از ۶ سال سن داشته باشد، ۰=در غیر این صورت
	LC۲	۱=اگر فرد متعلق به خانواری باشد که بزرگ‌ترین فرزند آن بین ۶ تا ۱۱ سال سن داشته باشد، ۰=در غیر این صورت
	LC۳	۱=اگر فرد متعلق به خانواری باشد که بزرگ‌ترین فرزند آن بین ۱۲ تا ۱۸ سال سن داشته باشد، ۰=در غیر این صورت
	LC۴	۱=اگر فرد متعلق به خانواری باشد که حداقل یک فرزند بیش از ۱۸ سال سن داشته و کوچک‌ترین فرزند آن کمتر از ۱۸ سال سن داشته باشد، ۰=در غیر این صورت
	LC۵	۱=اگر فرد متعلق به سایر خانواده‌ها باشد، ۰=در غیر این صورت

جدول (۲): نتایج به دست آمده برای مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفرهای کاری

متغیر	لوجیت چندگانه			
	سوار شخصی (مبنا)	تاکسی	اتوبوس	موتور
ثابت‌ها	-	۲/۷۹ (***)	۲/۹۴ (***)	-۲/۲۰ (***)
مشخصات فردی				
سن				
AGE ۶-۱۸	-	۰/۸۹ (***)	۰/۶۱ (***)	۰/۳۰ (*)
AGE ۱۹-۳۰	-	۰/۸۱ (***)	۰/۴۴ (***)	۰/۱۳ (*)
AGE ۳۱-۴۱	-	۰/۲۴ (***)	-۰/۰۸ (*)	-
AGE ۴۱<	-	-	-	-
SEX	-	-۰/۵۱ (***)	-۰/۴۲۸ (***)	۲/۱۸ (***)
شغل				
ADM.JOB	-	۰/۷۷ (***)	۱/۰۵ (***)	۰/۴۴ (***)
SERV.JOB	-	۰/۵۵ (***)	۰/۳۱ (***)	۰/۷۸ (***)
EDU.JOB	-	-	۰/۲۸ (***)	-۰/۸۶ (***)
OTHER	-	-	-	-
DL	-	-۲/۱۱ (***)	-۲/۴۶ (***)	-۲/۳۸ (***)
مشخصات خانواده				
NVEH	-	۲/۰۲ (***)	-۲/۲۳ (***)	-۰/۰۹ (*)
HHSZ	-	۰/۱۱ (***)	۰/۱۱ (***)	۰/۲۷ (***)
LC۱	-	-۰/۶۶ (***)	-۰/۶۵ (***)	۰/۲۳ (***)
LC۲	-	-۰/۶۰ (***)	-۰/۵۳ (***)	-۰/۲۰ (*)
LC۳	-	-۰/۳۸ (***)	-۰/۲۶ (***)	-۰/۳۲ (***)
LC۴	-	-۰/۲۸ (***)	-۰/۱۷ (***)	-
LC۵	-	-	-	-

تعداد ستاره‌های درون پراتز به ترتیب سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ را برای آزمون t را نشان می‌دهد.

جدول (۳) نتایج مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر تحصیلی را نشان می‌دهد.

جدول (۳): نتایج به‌دست‌آمده برای مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفرهای تحصیلی

لوجیت چندگانه					متغیر
سایر	موتور	اتوبوس	تاکسی	سواری شخصی (مبنا)	
-۱۳/۹۱(***)	-۲/۹۷(***)	۱/۲۸(***)	۲/۱۹(***)	-	ثابت‌ها
مشخصات فردی					
					سن
(***)۸۴/۱۱	-	۱/۵۴(***)	(*)۴۸/۰	-	AGE ۶-۱۸
(***)۲۰/۱۱	-	۲/۱۰(***)	(*)۴۶/۰	-	AGE ۱۹-۳۰
(***)۱۴/۵-	-	(***)۵۴/۱	-	-	AGE ۳۱-۴۱
-	(*)۰۳/۱-	-	-۰/۷۴(*)	-	AGE ۴۱<
-	-	۲/۱۵(***)	-	-	SEX
شغل					
-۸/۰۳(***)	(***)۳۵/۱	-	-	-	ADM.JOB
-	-	(**)۷۶/۰-	(***)۶۷/۱-	-	SERV.JOB
-	(*)۶۹/۰	-	-	-	EDU.JOB
-	-	-	-	-	OTHER
-۱/۳۰(**)	-۰/۷۱(***)	-۱/۴۸(***)	-۱/۲۱(***)	-	DL
مشخصات خانواده					
-۰/۵۱(**)	(**)۱۷/۰	-۰/۹۳(***)	-۰/۶۸(***)	-	NVEH
۰/۲۲(**)	-	۰/۰۵(***)	-	-	HHSZ
-۴۴/۱۲(**)	۰/۷۱(**)	-۱/۱۹(***)	-	-	LC۱
۰/۴۲(*)	-۰/۶۱(***)	-۱/۴۰(***)	-	-	LC۲
-	-	-۰/۳۷(***)	-	-	LC۳
-	۰/۴۶(***)	-	۰/۲۱(***)	-	LC۴
-	-	-	-	-	LC۵

تعداد ستاره‌های درون پرانتز به ترتیب سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ را برای آزمون t را نشان می‌دهد.

جدول (۴) نتایج مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر خرید را نشان می‌دهد.

جدول (۴): نتایج به‌دست‌آمده برای مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفرهای خرید

متغیر	لوجیت چندگانه				
	سوارى شخصى (مبنا)	تاکسى	اتوبوس	موتور	
ثابت‌ها	-	۱/۰۱(*)	۱/۱۱(*)	-۱/۴۹(*)	
مشخصات فردی					
سن					
AGE ۶-۱۸	-	۴۵/۲(**)	۲/۳۷(**)	۵۰/۲(*)	۰/۱/۲(*)
AGE ۱۹-۳۰	-	۲۲/۲(***)	۱/۸۷(***)	۹۷/۱(***)	۷۵/۲(***)
AGE ۳۱-۴۱	-	۰۹/۱(**)	۸۷/۰(*)	۰۵/۱(*)	۱۶/۱(*)
AGE ۴۱<	-	-	-	-	-
SEX	-	-	-	-	۸۶/۱۶(***)
شغل					
ADM.JOB	-	۲۹/۱(**)	۷۶/۱(***)	۱۶/۲(**)	۰/۹۶(*)
SERV.JOB	-	۸۰/۰(**)	-	۳۲/۲(***)	-
EDU.JOB	-	-	-	-	-
OTHER	-	-	-	-	-
DL	-	-۳/۳۲(***)	-۳/۱۴(***)	-۳/۰۷(***)	-۱/۱۷(***)
مشخصات خانواده					
NVEH	-	-۲/۲۲(***)	-۲/۳۰(***)	۸۸/۰- (*)	-۱/۱۴(**)
HHSZ	-	۴۰/۰(***)	۰/۳۴(***)	۲۹/۰(*)	۰/۵۱(***)
LC۱	-	-	-	-	-
LC۲	-	-	-	-	-
LC۳	-	۵۵/۰- (*)	-	-	-
LC۴	-	-	-	-۱/۲۴(**)	-۱/۴۹(**)
LC۵	-	-	-	-	-

تعداد ستاره‌های درون پرانتز به ترتیب سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ را برای آزمون t نشان می‌دهد.

جدول (۵) نتایج مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر شخصی را نشان می‌دهد.

جدول (۵): نتایج به‌دست‌آمده برای مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفرهای شخصی

لوجیت چندگانه					متغیر
سایر	موتور	اتوبوس	تاکسی	سواری شخصی (مبنا)	
-۲/۲۹(***)	۳/۴۷(***)	۲/۳۶(***)	۲/۹۱(***)	-	ثابت‌ها
مشخصات فردی					
					سن
-	-۱/۴۹(***)	۱/۴۵(***)	-	-	AGE ۶-۱۸
-	۱/۸۰(***)	۱/۱۴(***)	-	-	AGE ۱۹-۳۰
-	-	-	-	-	AGE ۳۱-۴۱
-	-	-	-۰/۶۴(**)	-	AGE ۴۱<
۱/۷۸(**)	۶/۴۱(***)	-	-	-	SEX
شغل					
۲/۲۸(***)	-	-۱/۳۰(***)	-	-	ADMJOB
۲/۱۹(***)	۲/۲۶(***)	-	-	-	SERVJOB
-	-	-	۰/۵۹(**)	-	EDUJOB
-	-۲/۶۸(***)	-	-	-	OTHER
-۲/۵۳(***)	-۲/۶۴(***)	-۲/۸۰(***)	-۲/۵۷(***)	-	DL
مشخصات خانواده					
-	-	-۲/۰۱(**)	-۱/۰۲(***)	-	NVEH
-	-	۰/۱۱(***)	-	-	HHSZ
-	-	-۰/۶۴(*)	-	-	LC۱
-۱/۸۴(**)	-	-	-۱/۱۱(**)	-	LC۲
-	-	-	-۰/۵۰(**)	-	LC۳
-۰/۸۱(**)	-	-	-	-	LC۴
-	۱/۵۶(**)	-	-	-	LC۵

تعداد ستاره‌های درون پرانتز به ترتیب سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ را برای آزمون t را نشان می‌دهد.

جدول (۶) نتایج مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر تفریحی-اجتماعی را نشان می‌دهد.

جدول (۶): نتایج به‌دست‌آمده برای مدل انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفرهای تفریحی-اجتماعی

متغیر	لوجیت چندگانه			
	سوارى شخصى (مبنا)	تاکسى	اتوبوس	موتور
ثابت‌ها	-	۱/۴۴ (***)	۳/۹۳ (***)	-۹/۱۰ (***)
مشخصات فردی				
سن				
AGE ۶-۱۸	-	-	-	-
AGE ۱۹-۳۰	-	-	-	۰/۷۲ (*)
AGE ۳۱-۴۱	-	۰/۵۴ (*)	۰/۷۲ (*)	-
AGE ۴۱<	-	-	-	-
SEX	-	-	-	۴/۴۱ (***)
شغل				
ADM.JOB	-	-	-۲/۳۱ (***)	۴/۵۶ (***)
SERV.JOB	-	-	-۴/۰۶ (***)	-
EDU.JOB	-	۲/۰۲ (***)	-	-
OTHER	-	-	-۰/۸۴ (*)	-
DL	-	-۱/۶۲ (***)	-۱/۷۹ (***)	-
مشخصات خانواده				
NVEH	-	-۱/۴۱ (***)	-۱/۶۹ (***)	-
HHSZ	-	۰/۱۹ (*)	-	-
LC۱	-	-	-	۲/۲۵ (***)
LC۲	-	-	-	-۲/۹۸ (***)
LC۳	-	-۱/۵۷ (***)	-۰/۷۵ (***)	-
LC۴	-	-۱/۰۵ (***)	-	-
LC۵	-	-	-	۱/۱۸ (*)

تعداد ستاره‌های درون پرانتز به ترتیب سطح اطمینان ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ را برای آزمون t را نشان می‌دهد.

## ۶- نتیجه‌گیری

مهم‌ترین پرسشی که این مطالعه در صدد پاسخگویی به آن بود، چگونگی اثرگذاری چرخه‌ی زندگی به عنوان ساختار خانوار در یکی از مهم‌ترین تصمیمات حمل‌ونقلی، یعنی انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر بود. در این مقاله به غیر از متغیرهای مربوط به چرخه‌ی زندگی متغیر تعداد افراد خانوار نیز وجود دارد که به نوعی بیانگر ساختار خانوار است. در سفرهای با هدف کاری تمام متغیرهای چرخه‌ی زندگی و تعداد افراد خانوار با ضرایبی با اهمیت آماری کافی ظاهر شده است که نشان‌دهنده‌ی اثر همزمان هر دو متغیر در توصیف ساختار خانوار است. در سفرهای خرید متغیر تعداد افراد خانوار در مطلوبیت تمام گزینه‌ها ظاهر شده است در حالی که متغیرهای چرخه‌ی زندگی فقط در مطلوبیت دو گزینه قرار دارد. برای این نوع سفرها تعداد افراد خانوار نقش مؤثرتری در توصیف ساختار خانوار در مطلوبیت گزینه‌ها دارد. برای سفرهای تحصیلی، شخصی و تفریحی-اجتماعی متغیرهای چرخه‌ی زندگی در مطلوبیت تمام گزینه‌ها وجود دارد در حالی که برای هر هدف متغیر تعداد افراد خانوار در مطلوبیت دو گزینه ظاهر نشده است. این موضوع نشان‌دهنده‌ی نقش متغیرهای چرخه‌ی زندگی در توصیف بهتر ساختار خانوار برای انتخاب وسیله نقلیه‌ی سفر برای این اهداف است.

ضرایب به دست آمده برای متغیرهای چرخه زندگی و تعداد افراد خانوار تفسیرپذیر هستند. به عنوان مثال برای سفرهای تفریحی-اجتماعی ضریب مثبت متغیر تعداد افراد خانوار در مطلوبیت گزینه‌ی تاکسی نشان می‌دهد که با افزایش تعداد افراد خانوار مطلوبیت گزینه‌ی تاکسی برای سفرهای تفریحی اجتماعی به نسبت سایر وسایل نقلیه افزایش می‌یابد. ضریب مثبت LC۱ در مطلوبیت گزینه‌ی سایر بیانگر مطلوبیت نسبی بیشترگزینه‌ی سایر برای افراد قرار گرفته در چرخه‌ی زندگی ۱ برای این هدف سفر است. برای خانوارهای قرار گرفته در چرخه‌ی زندگی ۲ گزینه‌های موتور و سایر مطلوبیت کمتری نسبت به سه گزینه‌ی دیگر دارد. اتوبوس و تاکسی با توجه به علامت ضریب متغیر LC۳ در تابع مطلوبیتشان، مطلوبیت نسبی کمتری برای این افراد به همراه خواهد داشت. گزینه‌ی تاکسی مطلوبیت نسبی کمتری برای افراد قرار گرفته در LC۴ و گزینه‌ی سایر مطلوبیت نسبی بیشتری برای افراد قرار گرفته در LC۵ دارند. مشابه به این تفاسیر را می‌توان برای سایر هدف‌ها نیز داشت. همچنین متغیرهای دیگر نظیر سن، جنسیت، اشتغال و ... هم دارای

ضرایب تفسیرپذیری هستند ولی تفسیر ضرایب آن‌ها چندان در حیطه‌ی مورد بحث این مطالعه قرار نمی‌گیرد.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان به این نکته اشاره کرد که برای مدل‌سازی تصمیمات حمل‌ونقلی، استفاده از متغیرهای چرخه‌ی زندگی می‌توان ضمن داشتن متغیرهای متنوع در مدل‌سازی، اثر ساختار خانوار را به طور دقیق‌تر وارد مدل مدنظر کرد.

## ۷- منابع

۱. رساءایزدی، آ. (۱۳۹۴). «مدل توامان انتخاب وسیله نقلیه سفر کاری و تعداد توقف غیر کاری روزانه افراد شاغل. پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف.
2. Portoghese, A., C.R. Bhat, and N. Eluru. A copula-based joint model of commute mode choice and number of non-work stops during the commute. *Transportation Research Part B*, Vol. 38, No. 3, 2011, pp. 337-362.
3. Clifton, K., S. Morrissey, and C. Ritter. Mode Choice and Consumer Spending: An Examination of Grocery Store Trips. *Transportation Research Board*, 2012.
4. Zhibin, L., W. Wei, L. Zhiyuan, X. Chengcheng, W. Yong, and G. Yanyong. Analysis of Mode Choice Decision and Choice Uncertainty between Commuting and Non-Commuting Trip Chains. *Transportation Research Board*, 2014.
5. Ping Yun, M. Z. Huan Chen, and J.Yong Liu. Compression of Mode Choice Behavior for Work Tours and Non-Work Tours Considering Trip Chain Complexity. *Transportation Research Board*, 2014.
6. Kitamura, R. and Kostinniuk, L.P., Maturing Motorization and Household Travel: The case of nuclear-family household, *Transportation Research A*, Vol. 20A, No. 3, pp. 245-260 (1986).
7. Rosenbloom, S., Demographic shifts: The changing organization of society and the implications for the transportation planning and research. In: *Transportation and Stagnation: Challenges for Planning and Research* (Bovy, P.L.H. ed.), C.V.S., Delft, pp. 189-211 (1983).

household pattern indicators, Scientia Iranica, Vol. 2, No. 3, (1995).

10. Kermanshah, M., Life cycle concept: Application to trip generation Procedures, Iranian Journal of science & Technology, 1995 Vol. 21, No.1, Transaction B.

8. Kitamura, R., Lifestyle and travel demand. In: Special report 220, A look ahead: year 2020, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 149-189 (1988).

9. Kermanshah, M. and Kitamura, R., Effects of land use and socio-demographic characteristics on

**Considering the effect of family structure on mode choice models for different trip purpose by using life cycle variables**

**Arash Rasaizadi<sup>1</sup>, Moein Askari<sup>2</sup>, Seyed Ehsan Seyedabrishami<sup>3</sup>**

1- Graduate Student, Department of Civil Engineering,  
Sharif University of Technology.

2- Ph.D. Student, Department of Civil Engineering,  
Khajeh Nasir Toosi University of Technology.

3- Assistant Professor, Department of Civil and Environment Engineering,  
Tarbiat Modarres University.

**Abstract**

Using appropriate variables that can consider individual, family and trip attribute effects on transportation decision is known as one of the most important part of transportation modeling. The goal of this study is using life cycle variables to have more accurate describing of family structure. For example life cycle can discriminate between families with similar number of children and adult but different children's age, adult's age and employment status and this discrimination will bring more accuracy for family attribute. This study use life cycle variables in trip mode choice modeling for different trips purpose. One of the most important results of this paper is substantial rule of life cycle variables compared with household size variable in educational, social-recreational and personal trips.

**Key words:** Life cycle, Mode choice, Multinomial logit, Family structure