Archive of SID

مدل‌سازی مدت‌زمان فعالیت خرید با استفاده از مدل‌های مدت: غیرپارامتری- پارامتری، نمونه موردی شهر قزوین

امیررضا ممدوحی (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

سید احسان سیدابریشمی، استادیار، دانشکده عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

سیامک حسینی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۵

چکیده

از آنجا که مدل‌های تقاضای سفر، در حال تغییر جهت از رویکرد سفر- مبنا به فعالیت- مبنا هستند، پیش‌بینی فعالیت‌ها و مدت‌زمان آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدت‌زمان فعالیت، یکی از مهم‌ترین اجزای رفتار مشارکت در فعالیت افراد و از این‌رو، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده رفتار سفر فرد است. با توجه به آنکه داده‌های مدت، نامنفی و اغلب سانسور شده بوده و از توزیعی غیر از توزیع نرمال پیروی می‌کند، رگرسیون خطی مدل مناسبی نیست. از این‌رو مدل‌های مدت برای چنین داده‌هایی، پیشنهاد شده و در تحلیل رفتاری سفر افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجا که خرید به‌عنوان یکی از فعالیت‌های روزمره و ضروری افراد، در دو دهه اخیر، همواره مورد توجه بوده‌است، این مقاله سعی دارد با مدل‌سازی مدت‌زمان فعالیت خرید، ضمن شناخت عوامل مؤثر بر متغیر مدت و توزیع مناسب برای چنین داده‌هایی، نتایج چند رویکرد با فرض‌های مختلف مدل‌سازی را با یکدیگر مقایسه نماید. نمونه موردی این پژوهش سفرهای خرید تورهای خانه- مبنای ۲ و ۳ سفره داده‌های حاصل از پرسشگری نمونه‌ای از ساکنین شهر قزوین شامل مشخصات فردی و خانوادگی، ویژگی‌های شبکه حمل‌ونقل و ویژگی‌های محل‌های مستعد برای انجام فعالیت خرید با سهمی در حدود ۹۹ درصد از سفرهای روزانه شهروندان قزوینی است. تحلیل و قیاس نتایج مدل‌ها نشان می‌دهد برآورد رویکرد پارامتری از نظر میزان خوبی برازش، نسبت به سایر رویکردها برتر و توزیع مناسب بکار گرفته شده برای داده‌های مدت‌زمان فعالیت خرید، توزیع لگ- لجستیک است. با توجه به اینکه پارامتر مقیاس برآورد شده مدل، مقداری کمتر از ۱ است، منحنی خطر، غیریکنوا و U شکل معکوس است. با توجه به نتایج، زنان شاغل نسبت به مردان و مردان نسبت به سایر افراد مدت‌زمان کمتری را به خرید اختصاص می‌دهند و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است. شیوه‌های سفری غیرموتوری در کاهش مدت‌زمان خرید تأثیری مثبت دارند. نیز متغیرهایی مانند مسافت و جاذبه تجاری مقصد سفر، در افزایش مدت‌زمان انجام فعالیت خرید سهمی بسزا دارند.

واژه های کلیدی: رویکرد فعالیت- مبنا، مدل مدت، خطر، فعالیت خرید، توزیع مدت، تحلیل رفتاری.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

رویکرد فعالیت- مبنا[1] در پیش‌بینی تقاضای سفر، به‌خاطر توانایی در مدل‌سازی ماهیت مشتق‌شدگی سفر (برای مشارکت در فعالیت‌ها)، به‌عنوان یک الگوی جدید در تحلیل رفتار سفر و جایگزینی برای رویکرد چهارمرحله‌ای پیشنهاد شده‌است. به‌طوری‌که توسعه و کاربرد مدل‌های فعالیت- مبنا در این فضای ایجاد شده، در دهه اخیر بسیار قابل توجه بوده است [Rassafi and Latifi, 2011; Nijland et al. 2012] و پژوهشگران حمل‌و نقل با استفاده از آن، فعالیت و رفتار سفر را با فرضیاتی به‌هم ربط داده‌اند [Malayath and Verma, 2013]. اکثر محققان از این چارچوب نوین، جهت ایجاد برنامه‌ریزی مجازی روزانه افراد به‌منظور شبیه‌سازی رفتاری آنها استفاده کرده‌اند [Ettema et al. 1995].

موفقیت یک سیستم پیش‌بینی فعالیت- مبنا شدیداً وابسته به مدل‌های رفتاری آن است که هدف آن پیش‌بینی و بازسازی برنامه‌ی روزانه افراد است. با این‌حال، تسهیل این قبیل تحلیل‌ها، نیازمند مدل‌های مختلفی است که مدت‌زمان برای انجام فعالیت را مشخص می‌کند.

اساس سیستم‌های پیش‌بینی فعالیت- مبنا، مدل‌های پارامتری و غیرپارامتری رگرسیون هستند که بازتابی از رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته است. نمایش صحیح این رابطه، براساس رابطه ریاضی بین متغیرها و توزیع احتمال متغیر وابسته است. برای مثال فرض می‌شود که رابطه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل خطی است یا قابلیت خطی‌سازی دارد [Jeffrey et al. 2002]. به‌طور کلی می‌توان مدل‌های مطرح شده در رویکرد فعالیت مبنا را در چهار دسته مدل‌های انتخاب گسسته[2]، مدت‌زمان خطر[3]، معادلات ساختاری[4] و مدل‌های شبیه‌ساز قاعده محور[5]، دسته‌بندی نمود [Zhaoming et al. 2012].

مدل‌های انتخاب گسسته به‌طور گسترده‌ای در مدل‌های پیچیده رفتاری استفاده می‌شوند و تصمیمی که هر فرد (انتخاب شیوه سفر، انتخاب مسیر،...) تحت تابعی از متغیرهای مختلف، مثل عوامل مؤثر در بهبود تسهیلات و تغییر سیاست‌ها می‌گیرد، پیش‌بینی می‌نماید. در واقع یک مدل انتخاب گسسته تابعی ریاضی است که انتخاب‌های فردی را بر اساس مطلوبیت یا جذابیت‌های گزینه‌های در حال رقابت پیش‌بینی می‌کند. ایده کلی مدل‌های مدت‌زمان خطر، بر اساس احتمال شرطی شکست در زمان t است، با این شرط که تا زمان t شکست اتفاق نیفتاده است. به‌عنوان مثال، در مورد کار، مدل سعی می‌کند احتمال این‌که شخص در زمان t کار پیدا کند به شرط آن‌که تا زمان t آن شخص جایی کارمند نباشد را بررسی نماید. مدل‌های معادلات ساختاری، یک تکنیک مدل‌سازی است که توانایی مدل-سازی برای تعداد زیادی از متغیرهای درون‌زا و برون‌زا را داراست. در این روش از رگرسیون، معادلات همزمانی، تحلیل مسیر و تحلیل‌های عاملی و همبستگی استفاده می‌شود. مدل‌های شبیه‌ساز فعالیت- مبنا نیز، در طول زمان و به‌صورت پیوسته فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده را شبیه-سازی می‌کند.

رویکرد فعالیت- مبنا به سفر، بر دنباله یا الگوی رفتار فعالیت، در یک روز یا هر بازه زمانی طولانی‌تری به‌عنوان واحد تحلیل، تمرکز دارد و به بررسی تأثیرات اقتصادی- اجتماعی، جنسیت، شبکه حمل‌ونقل و تقسیم‌بندی مکان در جنبه‌های فضا و زمان، بر روی حرکت افراد می‌پردازد. یک جزء کلیدی در چارچوب هر مدل‌سازی فعالیت- مبنا، تحلیل ویژگی‌های فعالیت‌های خارج از خانه افراد است. زندگی انسان‌ها، مجموعه متوالی از فعالیت‌ها است که در مکان‌های مختلفی رخ می‌دهند و جهت انجام این فعالیت‌ها، انسانها به سفر می‌پردازند. درحالی‌که تولید فعالیت‌های خارج از خانه و تحلیل ویژگی‌های فعالیت شامل مکان، مدت و توالی، که کاربردی مستقیم در سیاست‌های مدیریتی تقاضای سفر دارد و هستهی بسیاری از سیستم‌های مدل‌سازی فعالیت- مبنا است، منحصراً در دو دهه اخیر مورد توجه‌قرار گرفته‌است [Berg et al. 2012]، تنها چندی از مطالعات اخیر بر تحلیل مدت‌زمان فعالیت خرید به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های رفتار خرید تمرکز کرده‌اند [Karimi et al. 2012; Bhat et al. 2004]. در میان روش‌های گوناگون استفاده شده جهت مدل‌سازی متغیر مدت، نتایج روش رگرسیون خطی از نظر میزان برازش نامناسب بوده‌است [Joly ,2006]. رویکرد

www.SID.ir

Archive of SID

نیمه‌پارامتری مدل‌های مدت، نتایج خوبی از مدل‌سازی مدت ارائه می‌کنند [Schawanen, 2004]، با این حال از نقاط ضعف این مدل‌ها می‌توان به درنظر نگرفتن نادیده‌های مدل و توزیعی خاص برای داده‌های مدت اشاره نمود. رایج‌ترین روش مورد استفاده در مطالعات اخیر برای مدل‌سازی مدت‌زمان فعالیت خرید، چارچوب مبتنی بر خطر تناسبی[۶] است. برای نمونه، در این مدل‌ها خریداران عادی که فعالیت خرید را به‌طور روزانه با یک مدت خرید تقریباً ثابت انجام می‌دهند، به صورت درون‌زا به‌واسطه خریداران غیرقابل پیش‌بینی که فعالیت خرید را به‌صورت تصادفی انجام می‌دهند، محاسبه می‌گردند [Bhat et al. 2004, Kim and Park, 1997].

مدل‌های مبتنی بر خطر تناسبی کاملاً پارامتری، یک دسته از مدل‌های PH مورد استفاده در تحلیل بقا هستند که برای زمان بقا یک توزیع مناسب فرض کرده و یک فرض برای شکل تابع خطر پایه در نظر می‌گیرند. هرچند، همانند دیگر مدل‌های کلاسیک آماری، یکی از موانع بالقوه در مدل‌های PH، ضعیف بودن مدل‌های رگرسیونی در نمایش روند آتی است [Li et al. 2011]. در برخی مطالعات اخیر، برای بهبود نقاط ضعف مدل‌های PH، روش‌های برآورد جدیدی مانند خطر تناسبی ترکیبی[۷]، ارائه شده‌است [Hausman and Woutersen, 2014]. دسته دوم مدل‌های پارامتری (مدل عمر شتابان[۸])، فرض می‌کند متغیرها بر تابع خطر به‌صورت مستقیم تأثیر می‌گذارند [Washington et al. 2011] که در صورت برگزیدن توزیع مناسب برای متغیر مدت، نتایج پایداری ارائه می‌کنند [Joly, 2006].

هدف مقاله جاری این است که با مدل‌سازی مدت‌زمان فعالیت خرید، ضمن شناخت عوامل مؤثر بر متغیر مدت جهت تحلیل رفتاری سفرهای خرید (برای نمونه شهر قزوین) و نیز تعیین توزیع مناسب برای چنین داده‌هایی، نتایج چند رویکرد با فرض‌های مختلف مدل‌سازی را با یکدیگر مقایسه کند. مدت یک فعالیت خرید[۹] شامل دوره‌ای می‌شود که یک فرد محلی را به قصد خرید به محل دیگر ترک می‌کند تا اتمام این فعالیت. نمونه موردی این پژوهش، سفرهای خرید تورهای خانه- مبنای ۲ و ۳ سفره‌ی داده‌های حاصل از پرسشگری نمونه‌ای از ساکنین شهر قزوین شامل مشخصات فردی و خانوادگی، ویژگی‌های شبکه حمل‌ونقل و ویژگی‌های محل‌های مستعد برای انجام فعالیت خرید با سهمی در حدود ۹۹ درصد از سفرهای روزانه‌ی شهروندان قزوینی است.

در ادامه، در بخش دوم این مقاله به معرفی مدل‌های مدت، در بخش سوم به بررسی نمونه موردی، در بخش چهارم به برآوردها و نتایج به‌دست آمده و در نهایت در بخش پنجم به نتیجه‌گیری از پژوهش پرداخته می‌شود.

۲. مروری بر مدل‌های مدت[۱۰]

تابع خطر[۱۱] $h(t)$، احتمال شرطی متغیر نامنفی T را نشان می‌دهد، به‌گونه‌ای که در یک بازه‌ی بی‌نهایت کوچک Δ بعد از زمان t، فرآیند تا زمان t پایان نیافته باشد (رابطه ۱).

$$h(t) = \lim_{\Delta \to 0^+} \frac{P(t \le T < t + \Delta \mid T > t)}{\Delta} \quad (۱)$$

احتمال شرطی می‌تواند به‌صورت توابع چگالی $f(t)$ و چگالی تجمعی $F(t)$، به‌عنوان توابعی از T بیان شود (به ترتیب، روابط ۲ و ۳)

$$f(t) = \lim_{\Delta \to 0^+} \frac{P(t \le T < t + \Delta)}{\Delta} \quad (۲)$$

$$F(t) = P(T < t) = \int_0^t f(u)du \quad (۳)$$

احتمال اتمام فرآیند در یک بازه‌ی بی‌نهایت کوچک Δ بعد از زمان T به‌صورت $f(t) * \Delta$ تعیین می‌شود. احتمال این‌که فرآیند تا t به اتمام نرسیده باشد برابر $1 - F(t)$، است (رابطه ۴).

$$h(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad (۴)$$

تابع بقا[۱۲] (احتمال بقا تا زمان t) مکمل تابع $F(t)$ بوده و آن را با $S(t)$، نشان می‌دهند [Washington et al., 2011] (رابطه ۵).

$$S(t) = P(T \ge t) = 1 - F(t) \quad (۵)$$

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین تابع خطر را می‌توان به صورت رابطه ۶ بیان کرد:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{dF(t)/dt}{S(t)} = \frac{-dS(t)/dt}{S(t)} = \frac{-dlnS(t)}{dt} \quad (۶)$$

توابع خطر و بقا فرآیند مدت را توصیف می‌کنند. تابع خطر بر خلاف نرخ تغییرات بقا تعریف می‌شود، که در هر زمان t ارزیابی می‌شود. بنابراین شکل تابع خطر دلالت مهمی بر پویایی مدت دارد. برای مطالعه‌ی این شکل، ممکن است یکی از سه رویکرد غیرپارامتری، نیمه‌پارامتری و پارامتری استفاده شود.

۲-۱ رویکرد غیرپارامتری[۱۳]

روش‌های غیرپارامتری که کمتر در حمل‌ونقل استفاده شده‌است، بدون درنظر گرفتن هیچ توزیع خاصی برای داده‌های مدت، آنها را مدل‌سازی می‌کنند و بقا و خطر را برای آنها به‌دست می‌آورند. تابع بقا با استفاده از برآوردگر کاپلان- میر برآورد می‌شود [Kaplan and Meier, 1958].

منحنی بقای مربوطه، یک تابع پله‌ای با یک افت در هر زمان اتمام گسسته است. تعریف این پله‌ها در این زمانهای گسسته دارای اهمیت ویژه‌ای است. به‌عبارتی زمان خیلی از اتفاقات منحصر به فرد هستند. این گسستگی‌ها ممکن است ناشی از مدت زمان گزارش‌شده گردشده باشد. در حضور این زمانهای گسسته، زمانهای وقایع در داخل بازه‌هایی گروه‌بندی می‌شوند. سپس، پله‌ها به‌وسیله بازه‌های تعیین شده قراردادی تعریف می‌شوند.

این رویکرد یک تقریب تجربی از بقا و خطر را تولید می‌کند، اما تأثیر متغیرها را به‌سختی مدل می‌کند. بنابراین تنها تأثیرات طبقه‌بندی متغیرها روی توابع آزمون می‌گردد.

۲-۲ رویکرد نیمه‌پارامتری[۱۴]

رویکرد نیمه‌پارامتری بر روی برآورد ضرایب متغیرها تمرکز می‌کند. این روش برآورد، مدل خطر تناسبی را با استفاده از چارچوب درستنمایی جزئی پیشنهاد شده توسط کاکس[۱۵] (۱۹۷۲)، بدون نیاز به مشخص‌نمایی تابع خطر پایه $h_0(t)$، برآورد می‌کند. بنابراین از خطر مشخص‌نمایی تابع پایه نادرست اجتناب می‌کند. اگرچه کیفیت برآورد ضرایب متغیرها نسبت به مدل کاملاً پارامتری با قدرت بیشتری مطرح می‌شود، ولی مدل کاکس خطر پایه را مستثنی می‌کند و اجازه شمول مدت وابسته در آن را نمی‌دهد.

۲-۳ رویکرد پارامتری[۱۶]

مشارکت تأثیرات متغیرها می‌تواند به دو صورت پارامتری صورت گیرد: خطر تناسبی و عمر شتابان. در حالت اول تأثیر متغیرها بر روی تابع خطر به‌صورت فزاینده فرض می‌شود. در حالت دوم این تأثیر به صورت مستقیم فرض می‌شود.

۲-۳-۱ مدل خطر تناسبی

در مدل خطر تناسبی، تابع خطر به‌صورت رابطه ۷ فرض می‌شود:

$$h(t|X) = h_0(t).g_0(X) = h_0(t).\exp(-\beta X) \quad (۷)$$

که $h_0(t)$ تابع خطر پایه است که تابعی از بقا بوده و مدت‌زمان وابسته یا به‌عبارتی تغییرات احتمال اتمام زمان را نشان می‌دهد. $g_0(.)$ تابعی از متغیرها است و تغییرات تابع خطر به‌دلیل متغیرها را نشان می‌دهد. جداکردن تأثیر زمان و تأثیرات متغیرها منجر به مدل خطر تناسبی می‌شود که فرض وجود تناسب بین نرخ خطر دو فرد i و j با ویژگی‌های متفاوت را دارد.

با معلوم بودن این‌که متغیرها وابسته به زمان نیستند، نرخ خطر به‌دست می‌آید (رابطه ۸).

$$\frac{h_i(t)}{h_j(t)} = \exp\{\beta_1(X_{j1} - X_{i1}) + \cdots + \beta_k(X_{jk} - X_{ik})\} \quad (۸)$$

فرض توزیعی خاص برای تابع خطر پایه، منجر به اشکال مختلفی از تابع خطر می‌شود: ثابت، یکنوا و U شکل.

در این مدل، برآورد بر روی پارامترهای توزیع و برآوردگرهای متغیرها اعمال می‌شود.

۲-۳-۲ مدل عمر شتابان

در شکل دوم رویکرد پارامتری فرض می‌شود متغیرها به‌صورت مستقیم بر روی زمان مؤثرند. تابع بقا در مدل عمر شتابان به‌صورت رابطه ۹ تعریف می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$S(t|X) = S_0[t.\exp(-\beta X)] \quad (۹)$$

که $S_0(t)$ تابع پایه‌ی بقا است. به‌علاوه تابع خطر متناظر آن به‌صورت رابطه ۱۰ است:

$$h(t|X) = \frac{\partial S(t|X)/\partial t}{S(t|X)} = h_0[t.\exp(-\beta'^*X)].\exp(-\beta'^*X) \quad (۱۰)$$

مدل عمر شتابان به‌عنوان یک مدل لگاریتمی مانند $lnt = \beta'X + \varepsilon$ با تابع چگالی ترم خطای $f(\varepsilon)$، بیان می‌شود.

در دو رویکرد پارامتری، نیاز به استفاده از یک تابع توزیع خاص است. توزیع‌های سنتی مورد استفاده برای توزیع مدت: نمایی، وایبول، لگ- لجستیک، لگ- نرمال، گمپرتز، گاما است.

رویکرد پارامتری اجازه برآورد همزمان تأثیرات متغیرها و نیز مدت‌زمان وابسته را می‌دهد. با این‌حال فرض توزیع برای تابع خطر پایه، پرمخاطره است. میر (۱۹۹۰) نشان داد رویکرد پارامتری با فرض شکل پارامتری نادرست، برآوردهای ناپایداری از تابع خطر پایه را دارد.

در نهایت می‌توان خلاصه‌ای از مقایسه‌ی روش‌شناسی مدل‌های بکار گرفته شده در پژوهش را، به‌صورت جدول ۱ نشان داد.

جدول ۱. مقایسه روش‌شناسی مدل‌های بکار گرفته شده جهت مدل‌سازی مدت‌زمان فعالیت خرید

مدل		مدل‌های مدت		
ردیف	رگرسیون خطی	مدل غیر پارامتری	مدل نیمه‌پارامتری	مدل پارامتری
توزیع متغیر وابسته	نرمال	-	-	انواع توزیع‌های نامنفی
برآورد مدل	براساس متغیرهای مؤثر	بررسی خطر براساس طبقه‌بندی متغیرها	براساس متغیرهای مؤثر	براساس متغیرهای مؤثر
نوع مدل‌سازی	خطی	ارائه جدول زندگی	غیرخطی	غیرخطی
برآورد خطر و بقا	-	براساس متغیر وابسته	برای کل مدل	برای کل مدل
برآوردگر	مجموع حداقل مربعات	کاپلان- میر	بیشینه درستنمایی	بیشینه درستنمایی
درنظرگیری نادیده‌های مدل	بله	-	-	بله
نحوه‌ی ارزیابی	آماره‌ی t مقدار احتمال آماره‌ی R^2	براساس منحنی‌های بقا و خطر	مقدار احتمال مقدار درستنمایی مدل مربع کای	مقدار احتمال آماره‌ی خوبی برازش مقدار درستنمایی مدل مربع کای

www.SID.ir

Archive of SID

۳. نمونه موردی (ساختار داده و روش کار)

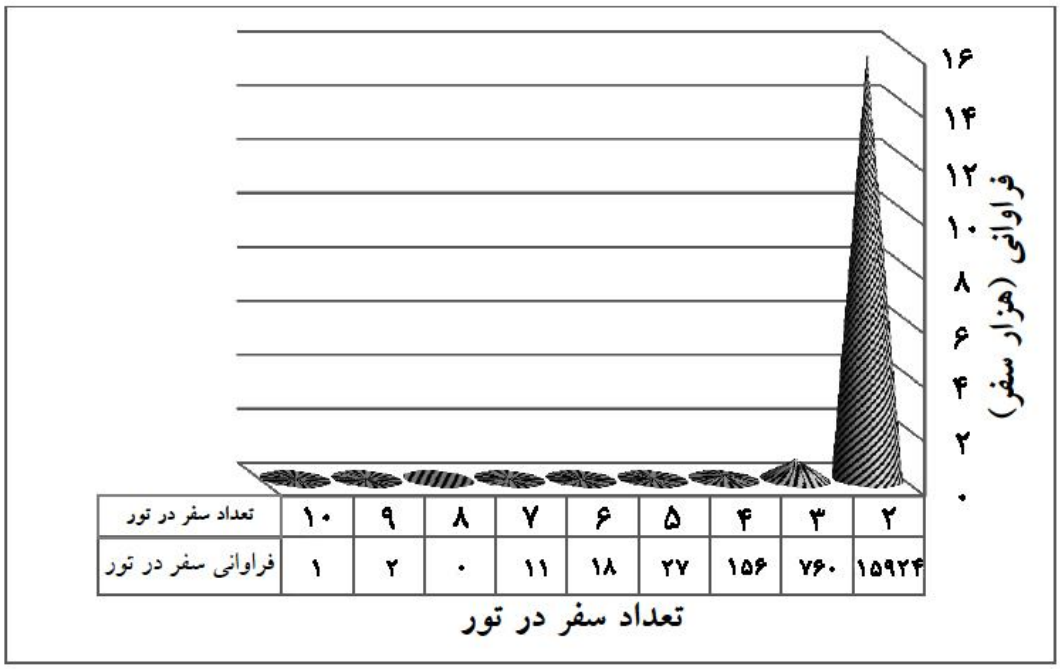
یکی از شهرهای ایران که در بلندای ۱۲۷۸ متری از سطح دریا قرار دارد، قزوین است که از لحاظ جمعیت، بیست‌ویکمین شهر ایران است. این شهر در سال ۱۳۹۰ خورشیدی دارای جمعیتی بالغ بر ۳۸۱۵۹۸ نفر بوده‌است.

در این پژوهش از داده‌های سفرهای روزانه شهر قزوین (شهرداری قزوین، ۱۳۸۹)- برداشت آماری مبدأ- مقصد صورت گرفته از ساکنین- استفاده شده‌است. در این برداشت اطلاعات، از ۹۹۳۸ خانوار پرسش‌گری به‌عمل آمد و ۳۵۴۱۸ سفر ثبت گردید. اطلاعات به‌دست آمده از پرسشگری در قزوین شامل اطلاعات افراد، اهداف سفر، مبادی و مقاصد، مدهای سفر، زمان شروع و اتمام سفر می‌شود. همچنین قسمتی دیگر از اطلاعات داده‌های قزوین شامل ویژگی‌های نواحی (۱۱۳ ناحیه ترافیکی[۱۷])، فواصل مکانی و زمانی نواحی است. تعداد سفرهای برداشت شده در تورهای سفر افراد در داده‌های قزوین در شکل ۱ ارائه شده‌است. باید اضافه نمود که این تورها همگی خانه- مبنا هستند، یعنی ابتدا و انتهای همگی آنها خانه است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود قسمت عظیمی از اطلاعات سفر افراد مربوط به تورهای ۲ و ۳ سفره (بیش از ۹۸ درصد) است. بنابراین در این تحقیق از داده‌های سفرهای خرید این تورها استفاده شده‌است.

خلاصه نتایج آماری مدت‌زمان فعالیت خرید در جدول ۲ نمایش داده شده‌است. از آنجا که اطلاعات نواحی خارج از نواحی ۱۱۳ گانه‌ی قزوین در دسترس نیست، سفرهای خریدی که از این نواحی صورت گرفته‌اند، در تحلیل درنظر گرفته نمی‌شوند.

جدول ۲. خلاصه نتایج آماری داده‌های مدت‌زمان انجام فعالیت خرید (دقیقه) در شهر قزوین

ردیف	مشخصه‌ی آماری	مقدار
۱	تعداد	۲۴۱۴
۲	کمینه	۵,۰۰
۳	بیشینه	۸۴۰,۰۰
۴	میانگین	۱۰۴,۰۹
۵	انحراف معیار	۸۵,۸۷



شکل ۱. نمودار فراوانی تعداد سفر در تورهای خانه- مبنای شهر قزوین

www.SID.ir

Archive of SID

۴. برآورد و نتایج

۴-۱ رگرسیون خطی

مدت‌زمان انجام فعالیت خرید را می‌توان با استفاده از رگرسیون خطی مدل‌سازی کرد. جدول ۳ نتایج ضعیف رگرسیون خطی را برای داده‌های مدت نشان می‌دهد که با وجود مقدار کم R^2 (۰/۰۸۱)، اکثر متغیرهای موجود در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد معنی‌دارند. با توجه به نتایج، برآوردگر مجموع حداقل مربعات به مطالب زیر اشاره دارد:

- مقدار ثابت مدل، مقداری نزدیک به میانگین مدت‌زمان فعالیت دارد و از این‌رو نمی‌تواند عددی مناسب برای مدل باشد. به‌نظر می‌رسد مقدار مناسب برای این ضریب، بایستی میانگین حداقل مقدار مدت‌زمان فعالیت خرید برای افراد جامعه را نشان دهد که مقدار به‌دست آمده، برای این منظور بزرگ است.
- با توجه مطالعات پیشین [Schawanen, 2004] مردان، متوسط زمان خرید کمتری را نسبت به زنان صرف می‌کنند که مدل ارائه شده در جدول ۳ این نتیجه را تأیید می‌کند. اما علاوه بر متغیر مردان، متغیر دیگری به نام زنان شاغل نیز در مدل موجود است که برای آن متوسط مدت‌زمان فعالیت خرید نسبت به مردان کمتر است. چنین به‌نظر می‌رسد که زنان شاغل به علت مشغله کاری، نسبت به زنان خانه‌دار و نیز مردان، زمان کمتری را به انجام فعالیت‌هایی مانند خرید اختصاص می‌دهند.
- با توجه به نتایج، علامت منفی شیوه‌های سفر غیرموتوری(پیاده و دوچرخه)، نشان‌دهنده مقدار متوسط مدت‌زمان انجام خرید کمتر نسبت به استفاده از سایر شیوه‌های حمل‌ونقل است. همچنین مقدار ضریب متغیر شیوه سفر اتوبوس غیرواحد، کمی بزرگ است که این امر نیز همانند ضریب ثابت مدل، می‌تواند دلیلی بر نامناسب بودن مدل رگرسیون باشد.
- افرادی که گواهینامه‌ی رانندگی دارند، طبق مدل دارای متوسط مدت‌زمان خرید بیشتری هستند. این امر شاید به‌خاطر وابستگی به استفاده از خودروی شخصی به‌جای استفاده از دیگر شیوه‌های سفر باشد. هنگامی که سفر با خودروی شخصی صورت می‌گیرد، علاوه بر زمان‌سفر، بایستی زمانی را برای پارک کردن خودرو و نیز پیاده‌روی تا مقصد مورد نظر، درنظر گرفت.
- سطح تحصیلات نیز می‌تواند از جمله عوامل مؤثر بر متوسط مدت زمان خرید باشد. در این مدل، افرادی که دارای سواد ابتدایی و فوق‌دیپلم هستند، نسبت به سایرین مدت‌زمان بیشتری را صرف انجام خرید می‌کنند.
- به‌طور کلی، بعد خانوار تأثیری فزاینده بر متوسط مدت‌زمان فعالیت دارد، با این حال، در برخی مطالعات [Purvis, 1994] و مطالعه حاضر، نتیجه عکس این موضوع مشاهده شده‌است. تعداد افراد خانوار می‌توانند به‌عنوان یک راه برای کاهش سهم اعضای خانواده در مسئولیت‌ها دیده شوند. از این‌رو فرد فرصت مشارکت بیشتری در فعالیت‌های خارج از خانه را پیدا می‌کند. به طریقه مشابه می‌توان تعداد فرزندان بیشتر بویژه کودکان را مسبب افزایش بار مسئولیت بر روی دوش والدین دید که این امر باعث کاهش مشارکت خارج از خانه و کاهش متوسط مدت‌زمان انجام فعالیت می‌شود.

به‌طور کلی، علل اصلی مناسب نبودن رگرسیون خطی برای مدل‌سازی داده‌های مدت را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱. فرض توزیع نرمال متغیر مدت: رگرسیون خطی فرض می‌کند متغیر مدت از توزیع نرمال پیروی می‌کند، در حالی‌که این یک فرض غیرواقعی است. زیرا داده‌های مدت، مخصوصاً زمانی‌که برخی از مشاهدات بسیار طولانی باشند، اغلب نامتقارن هستند.

۲. پیش‌بینی مقادیر منفی: برآوردهای رگرسیون خطی می‌تواند شامل مقادیر منفی شود، در حالی‌که داده‌های مدت همواره مثبت هستند.

۳. سانسورشدگی: رگرسیون خطی نمی‌تواند داده‌های سانسورشده و سانسورنشده را از یکدیگر تشخیص دهد و از قلم انداختن مشاهدات می‌تواند منجر به مشکلاتی در انتخاب نمونه شود.

بنابراین، به‌منظور انجام یک تحلیل بهتر، روش‌شناسی مدل‌های مدت پیشنهاد شده‌اند. این مدل‌ها جهت بررسی داده‌های مدت غیرمنفی هستند که می‌توانند سانسور شده یا متغیر با زمان باشند و معمولاً دارای یک توزیع غیرمتقارن با شکل خاص هستند. مدل‌های مدت مفهوم مدت وابسته را معرفی می‌کنند. این مدل‌ها، احتمال شرطی اتمام مدت‌زمان انجام یک فرآیند در یک زمان خاص را معین می‌کنند و اجازه می‌دهند تا احتمال کلی اتمام فرآیند، وابسته به زمان

www.SID.ir

Archive of SID

سپری‌شده باشد. از این‌رو، این احتمال می‌تواند در طول زمان متغیر باشد. انجام آزمون‌های غیرپارامتری این چنین، کمک می‌کند تا رابطه بین مدت‌زمان فعالیت و متغیرهای مطرح شده در این آزمون‌ها بهتر درک شود.

۴-۳ برآورد نیمه‌پارامتری – برآورد کاکس

روش کاکس، خطر را تناسبی فرض می‌کند. جدول ۴ نتایج مدل کاکس را نشان می‌دهد.

در مدل خطر تناسبی، برآوردها را می‌توان با استفاده از نرخ خطر آنها تفسیر کرد. برای مثال، نرخ خطر متغیر ساختگی زن شاغل بودن، ۱/۶۸۲ است. بنابراین نرخ خطر زنان شاغل ۱۶۸/۲٪ خطر افرادی است که زن شاغل نیستند. متغیرهای با نرخ خطر کمتر از ۱ ($\beta < ۰$)، نرخ خطر را کاهش و باعث افزایش بقا و مدت‌زمان فعالیت می‌شوند. برای متغیرهای کمی، برآوردها را می‌توان با توجه به مشتق لگاریتم خطر تفسیر نمود. از این‌رو، یک واحد افزایش در نرخ تجاری مقصد، منجر به تغییرات مدت به اندازه‌ی $۱۰۰\left(e^{۰/۷۲۹}-۱\right)=۱۰۷/۳٪$ می‌شود.

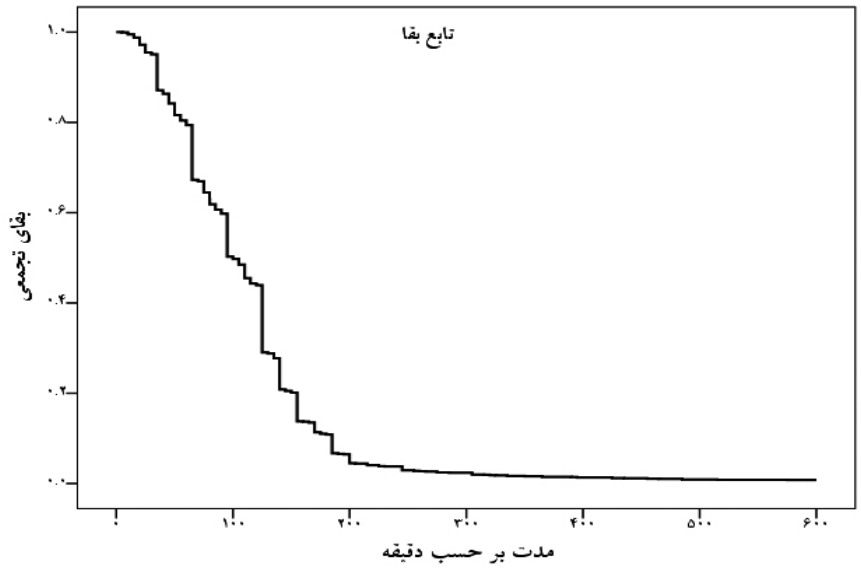
با توجه به نتایج، متغیرهای به‌دست آمده، تقریباً همان تأثیری را بر مدت‌زمان فعالیت خرید دارند که در روش رگرسیون خطی بحث شد. متغیر مسافت هوایی دارای ضریب منفی است، یعنی افزایش فاصله هوایی باعث افزایش مدت زمان فعالیت خرید می‌شود. همچنین با افزایش نرخ تکفل، کاهش متوسط مدت زمان فعالیت خرید مشاهده می‌شود. به‌عبارتی در خانواده‌ها با نرخ تکفل بالاتر، مسئولیت موجود بر سر والدین، مانع از انجام فعالیت‌های خرید طولانی می‌شود. همچنین می‌توان این‌گونه برداشت کرد که افراد مسئولیت‌ها را تقسیم و نیازهایی که به صورت کلی تأمین می‌شدند، اکنون به‌صورت جزئی توسط افراد خانوار تأمین می‌شود و متوسط مدت فعالیت کاهش می‌یابد.

جدول ۳. نتایج مدل رگرسیون خطی مدت‌زمان فعالیت خرید

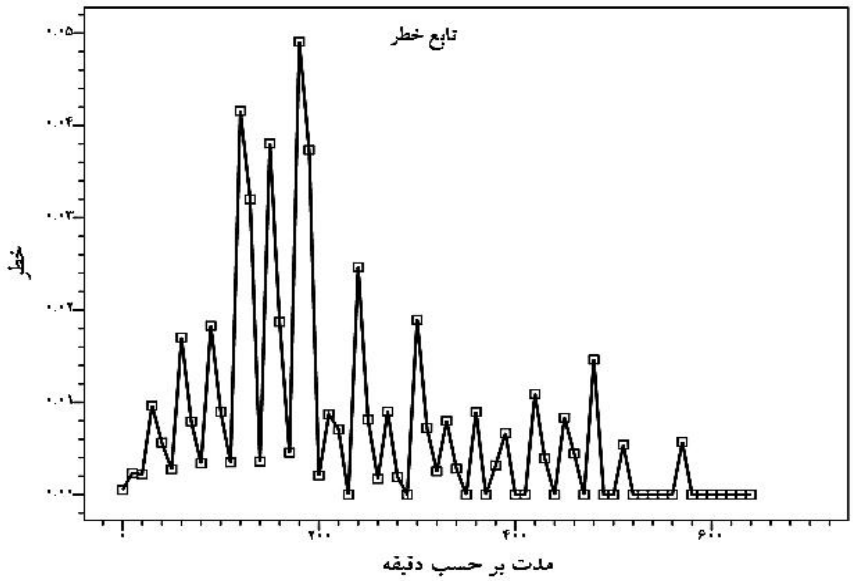
متغیر	ضریب	آماره‌ی T	مقدار احتمال
ضریب ثابت	۱۰۷/۴۹۵	۱۴/۰۲	۰/۰۰۰
زن شاغل بودن (متغیر ساختگی)	–۳۲/۴۷۳	–۴/۱۰	۰/۰۰۰
مرد بودن (متغیر ساختگی)	–۱۱/۷۹۰	–۲/۷۰	۰/۰۰۷
گواهینامه داشتن (متغیر ساختگی)	۷/۸۱۷	۱/۹۸	۰/۰۴۷
سواد ابتدایی داشتن(متغیر ساختگی)	۲۳/۶۴۲	۵/۶۶	۰/۰۰۰
سواد فوق‌دیپلم داشتن(متغیر ساختگی)	۱۹/۷۲۷	۲/۴۴	۰/۰۱۵
بعد خانوار (نفر)	–۲/۷۴۱	–۱/۷۷	۰/۰۷۷
شیوه سفر پیاده	–۲۲/۵۱۹	–۵/۴۰	۰/۰۰۰
شیوه سفر دوچرخه	–۲۹/۲۴۰	–۲/۴۰	۰/۰۱۶
شیوه سفر اتوبوس واحد	۱۱/۵۹۹	۲/۲۰	۰/۰۲۴
شیوه سفر اتوبوس غیر واحد	۱۶۴/۰۰۰	۳/۹۶	۰/۰۰۰
نرخ تجاری ناحیه مقصد (سهم)	۶۵/۲۹۰	۳/۴۲	۰/۰۰۱
R^2	۰/۰۸۱		

www.SID.ir

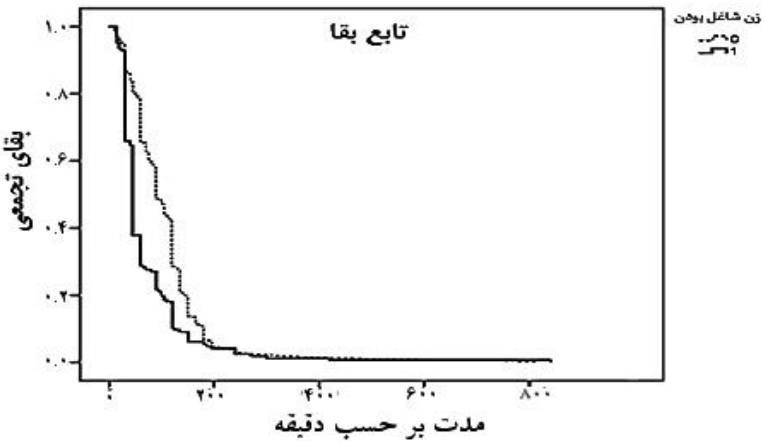
Archive of SID



شکل ۲. منحنی بقای مدت‌زمان فعالیت خرید (دقیقه)



شکل ۳. منحنی خطر مدت‌زمان فعالیت خرید (دقیقه)



شکل ۴. منحنی بقا برای متغیر طبقه‌بندی شده به زنان شاغل و سایرین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج برآورد کاکس برای مدت‌زمان فعالیت خرید در شهر قزوین

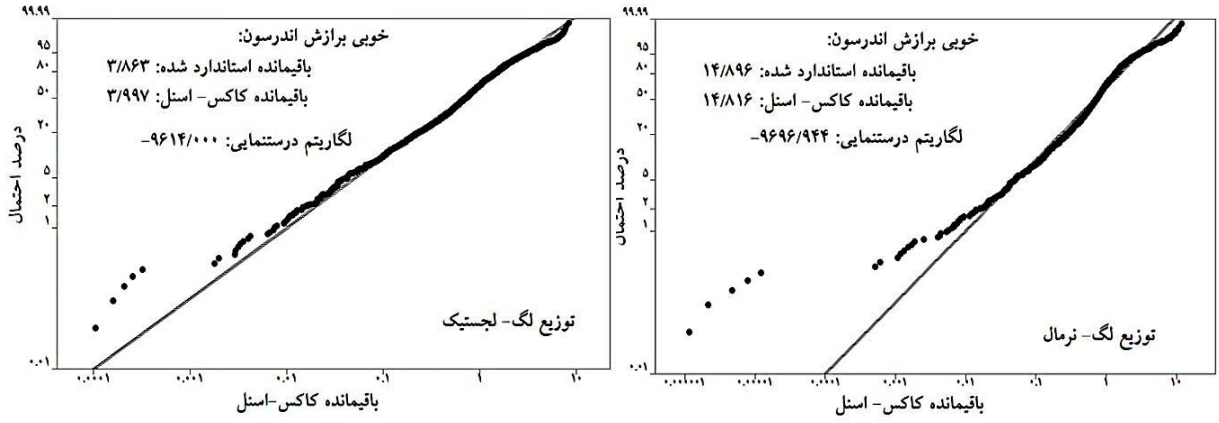
متغیر	ضریب	مقدار احتمال	EXP(B) (نرخ خطر)
زن شاغل بودن (متغیر ساختگی)	۰/۵۲۰	۰/۰۰۰	۱/۶۸۲
مرد بودن (متغیر ساختگی)	۰/۱۲۱	۰/۰۳۳	۱/۱۲۹
سواد ابتدایی داشتن(متغیر ساختگی)	-۰/۳۶۰	۰/۰۰۰	۰/۶۹۸
سواد فوق‌دیپلم داشتن(متغیر ساختگی)	-۰/۲۷۲	۰/۰۰۹	۰/۷۶۲
شیوه سفر پیاده	۰/۲۵۴	۰/۰۰۰	۱/۲۹۰
شیوه سفر اتوبوس واحد	-۰/۱۷۱	۰/۰۰۷	۰/۸۴۲
نرخ تجاری ناحیه مقصد (سهم)	-۰/۷۲۹	۰/۰۰۴	۰/۴۸۲
لگاریتم مسافت هوایی (لگاریتم متر)	-۰/۲۹۴	۰/۰۰۰	۰/۷۴۵
نرخ تکفل ناحیه مبدأ	۰/۱۹۴	۰/۰۰۲	۱/۲۱۵
لگاریتم درست‌نمایی	-۱۱۹۲۸/۶۳۴		

۴-۴ برآورد پارامتری

در شکل ۵ نمودار باقی‌مانده کاکس- اسنل[۲۰] و لگاریتم درست‌نمایی نشان داده‌شده‌است. هرچه مقدار خوبی برازش کمتر باشد، نشان‌دهنده بهتر بودن مدل است که در اینجا مدل مربوط به توزیع لگ- لجستیک برتر است. از این‌رو تنها برآوردهای ضرایب متغیرها در مدل لگ- لجستیک در جدول ۵ آورده شده‌است. اکثر متغیرها در سطح معنی‌داری بیش از ۹۵ درصد دارای همان علامت به‌دست‌آمده در مدل کاکس و روش رگرسیون خطی هستند. در مدل عمر شتابان، حاصل به نما رساندن برآوردها، به‌عنوان اجزای نرخ مدت‌زمان مورد انتظار، تفسیر می‌شوند. برای مثال، مدت‌زمان فعالیت خرید مورد انتظار برای مردان ۱۸ درصد کمتر از سایرین است. همچنین با توجه به نتایج هرچه سن افزایش می‌یابد، متوسط مدت‌زمان فعالیت خرید افزایش می‌یابد.

جهت ارزیابی مدل از نظر توضیح دهندگی مدل تخمین زده شده نسبت به مدل پایه، همانند رویکرد نیمه‌پارامتری می‌توان از آزمون مربع کای استفاده نمود. مقدار این آماره برای مدل ارائه شده برابر با ($-2[LL(0) - LL(\beta)] =$۸۳۶/۶) است که با توجه به تعداد متغیرهای مدل (۹)، مقدار بحرانی حاصل از جدول برابر با ($\chi^2_{15}(0.01\ \mathrm{d.f}) =$۳۰/۵۸) است و این امر نشان از توضیح دهندگی مدل در سطح اطمینان بیش از ۹۹ درصد دارد.

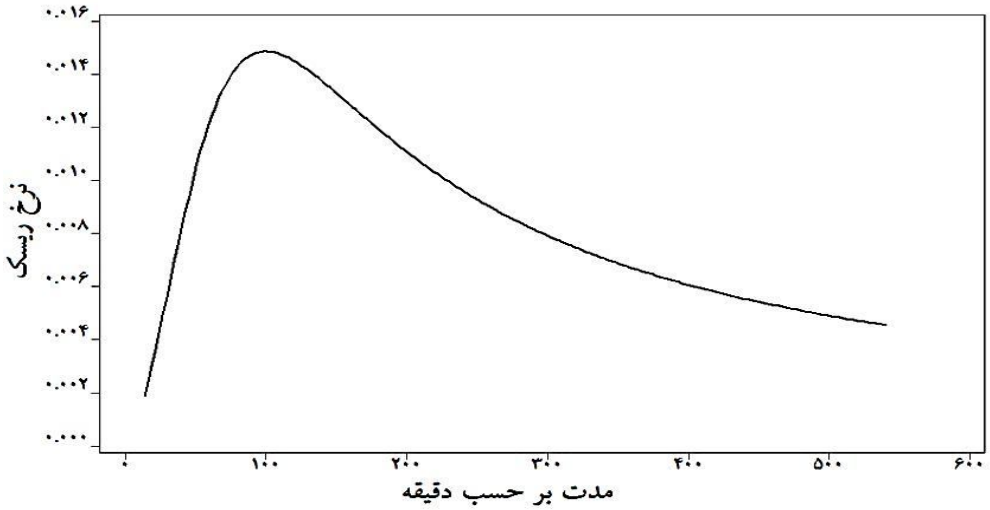
با توجه به اینکه پارامتر مقیاس برآوردشده مدل، مقداری کمتر از ۱ دارد، بنابراین منحنی خطر، غیریکنوا و U شکل معکوس خواهد بود. شکل ۶ منحنی خطر داده‌ها را با توزیع لگ- لجستیک نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمودار باقی‌مانده‌های کاکس- اسنل

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. منحنی خطر مدت‌زمان فعالیت خرید با استفاده از توزیع لگ- لجستی

۴-۵ مقایسه مدل‌ها

با توجه به مدل‌های ارائه شده در قسمت‌های پیشین، هریک از مدل‌ها برای مدل‌سازی داده‌ها، فرض‌هایی را درنظر می‌گیرند و از این‌رو نتایج متفاوتی را ارائه می‌کنند. در این بین مدل‌های رگرسیون خطی به علت آنکه داده‌های مدت، نامنفی و اغلب سانسور شده و از توزیعی غیر از توزیع نرمال پیروی می‌کنند، نتایج خوبی ارائه نمی‌کنند. البته این مدل‌ها، متغیرهایی که در مدت تأثیرگذارند را با سطح معنی‌داری بالایی معرفی می‌کنند و از این نظر می‌توانند مفید باشند. رویکرد غیرپارامتری مدل‌های مدت، یک تقریب تجربی از بقا و خطر را تولید می‌کند و تأثیر متغیرها را به‌سختی مدل می‌کند. رویکرد نیمه‌پارامتری بر روی برآورد ضرایب متغیرها تمرکز می‌کند و با استفاده از مفهوم خطر تناسبی مدل‌سازی را صورت می‌دهد و تأثیر متغیرها در خطر را با فرم تابعی در نظر می‌گیرد. در نهایت مدل‌های رویکرد پارامتری ضمن در نظرگیری فرم تابعی برای تأثیر متغیرها در خطر، برای متغیر مدت‌زمان نیز توزیعی را در نظر می‌گیرد. در صورتی‌که این توزیع نامناسب باشد، می‌تواند به تولید نتایج ناپایدار شود. با توجه به تحلیل و قیاس نتایج، مدل حاصل از رویکرد پارامتری از نظر میزان خوبی برازش و نیز مقدار لگاریتم درستنمایی، نسبت به رویکرد نیمه‌پارامتری و نیز از نظر درنظرگیری داده‌های سانسور شده و توزیع مناسب برای داده‌های مدت، از رگرسیون خطی برتر است. همچنین با توجه به درنظرگیری تأثیر متغیرها در مدل، بر رویکرد غیرپارامتری ارجحیت دارد

۵. جمع‌بندی و پیشنهادات

داده‌های مدت نامنفی، اغلب سانسورشده و از توزیعی غیر از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. بنابراین، به شناخت و مقایسه رویکردهای مختلف مدل‌سازی چنین داده‌هایی نیاز است تا با توجه به محدودیت‌ها و نقاط قوت هریک از روش‌ها، رویکرد بهینه در مدل‌سازی اتخاذ گردد. به‌منظور اهمیت یافتن فعالیت خرید در دو دهه اخیر در برنامه‌ریزی تقاضای سفر، در این پژوهش، سفرهای خرید تورهای خانه- مبنای ۲ و ۳ سفره‌ی داده‌های حاصل از پرسشگری نمونه‌ای از ساکنین شهر قزوین شامل مشخصات فردی و خانوادگی، ویژگی‌های شبکه‌ی حمل‌ونقل و ویژگی‌های محل‌های مستعد برای انجام فعالیت خریدبا سهمی در حدود ۹۹ درصد از سفرهای روزانه‌ی شهروندان قزوینی، جهت مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در میان رویکردهای مدل‌سازی، روش رگرسیون خطی با وجود معرفی متغیرهای مؤثر بر مدت‌زمان با سطح معنی‌داری بالا، به‌علت فرض ناصحیح توزیع نرمال برای متغیر مدت‌زمان، نتایج ناکارآمدی را ارائه می‌کند. به‌همین سبب، جهت ارائه نتایج پایدار، روش‌شناسی مدل‌های مدت پیشنهاد شده‌اند. این مدل‌ها جهت بررسی داده‌های مدت نامنفی هستند که می‌توانند سانسور شده یا متغیر با زمان باشند. از طرفی توزیع مدت‌زمان انجام فعالیت به‌ندرت نرمال است و معمولاً دارای یک توزیع غیرمتقارن با

www.SID.ir

Archive of SID

شکل خاص هستند. بنابراین ویژگی‌های قوی برآوردگرهای . خطی از بین می‌رود.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل لگ- لجستیک برای مدت‌زمان فعالیت خرید در شهر قزوین

متغیر	ضریب	مقدار آماره‌ی t	مقدار P
ضریب ثابت	۳/۶۸۷	۱۶/۴۹	۰/۰۰۰
سن (سال)	۰/۰۰۲	۲/۷۷	۰/۰۰۶
زن شاغل بودن (متغیر ساختگی)	-۰/۶۲۲	-۱۰/۹۵	۰/۰۰۰
مرد بودن (متغیر ساختگی)	-۰/۱۷۸	-۵/۸۰	۰/۰۰۰
سواد ابتدایی داشتن(متغیر ساختگی)	۰/۲۳۸	۸/۰۹	۰/۰۰۰
سواد فوق‌دیپلم داشتن(متغیر ساختگی)	۰/۱۴۲	۲/۳۹	۰/۰۱۷
بعد خانوار (نفر)	-۰/۰۲۰	-۱/۸۱	۰/۰۷۱
عکس نرخ تحصیل ناحیه مبدأ	۰/۰۳۵	۱/۹۶	۰/۰۵۰
	-۰/۰۸۴		
نرخ تکفل ناحیه مبدأ		-۲/۷۶	۰/۰۰۶
شیوه سفر پیاده	-۰/۲۶۴	-۷/۴۳	۰/۰۰۰
شیوه سفر دوچرخه	-۰/۲۳۶	-۲/۳۰	۰/۰۲۱
شیوه سفر اتوبوس واحد	۰/۱۰۲	۳/۲۷	۰/۰۰۱
شیوه سفر اتوبوس غیر واحد	۰/۸۷۱	۲/۶۹	۰/۰۰۷
نرخ تجاری ناحیه مقصد (سهم)	۰/۶۸۷	۵/۳۲	۰/۰۰۰
لگاریتم فاصله‌ی هوایی (لگاریتم متر)	۰/۲۶۸	۵/۶۹	۰/۰۰۰
Scale	۰/۲۹۷		
لگاریتم درست‌نمایی	-۹۶۱۴/۰۰۰		

مدل‌های مدت، مفهوم مدت‌زمان وابسته را معرفی می‌کنند. این مدل‌ها، احتمال شرطی اتمام مدت انجام یک فرآیند در یک زمان خاص را معین می‌کنند و اجازه می‌دهند تا احتمال کلی اتمام فرآیند، وابسته به زمان سپری‌شده باشد. از این‌رو، این احتمال می‌تواند در طول زمان متغیر باشد.

رویکرد غیرپارامتری مدل‌های مدت، یک تقریب تجربی از بقا و خطر را تولید می‌کند و به‌سختی تأثیر متغیرها را مدل می‌کند. رویکرد نیمه‌پارامتری بر روی برآورد ضرایب متغیرها تمرکز می‌کند و با استفاده از مفهوم خطر تناسبی مدل‌سازی را صورت می‌دهد و تأثیر متغیرها در خطر را با فرم تابعی در نظر می‌گیرد. نتایج به‌دست آمده از رویکرد پارامتری، نتایج برآورد شده در دیگر رویکردها را تصدیق می‌کند و در عین حال با استفاده از توزیع مناسب برای داده‌های مدت، به تحلیل متغیرهای مؤثر می‌پردازد. انتخاب توزیع درست متغیر وابسته، نیازمند بررسی و مدل‌سازی است و ممکن است در کارهای مختلف، محققان توزیع‌های متفاوتی را برای داده‌های مدت معرفی کنند. با توجه به نتایج، زنان شاغل نسبت به مردان و مردان نسبت به سایر افراد، مدت‌زمان کمتری را به خرید اختصاص می‌دهند و اسن تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است ($p<0.05$). شیوه‌های سفر غیرموتوری (پیاده و دوچرخه)، در سفرهای خرید با مدت‌زمان کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در کاهش مدت‌زمان خرید تأثیری مثبت دارند ($p<0.05$). همچنین میزان جذابیت تجاری مقصد فعالیت خرید و نیز مسافت طی‌شونده جهت خرید، از جمله عوامل مؤثری هستند که با افزایش هریک مدت‌زمان فعالیت خرید افزایش می‌یابد ($p<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج رویکرد غیرپارامتری، شکل منحنی خطر، غیریکنوا است که با بررسی نتایج مدل‌سازی در رویکرد پارامتری، توزیع‌های مختلف بررسی شدند و در نهایت توزیع لگ- لجستیک به‌عنوان مناسب‌ترین توزیع، در میان توزیع‌های بکار گرفته‌شده در فرآیند مدل‌سازی، برای داده‌های مدت فعالیت خرید سفرهای شهروندان قزوینی انتخاب گردید. با توجه به این‌که مقدار پارامتر مقیاس برآوردشده مدل نهایی، کمتر از واحد است، منحنی خطر غیریکنوا و به‌صورت U شکل معکوس است.

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، این مطالعه بر اساس اطلاعات حاصل از سفرهای خرید تورهای خانه- مبنای ۲ و ۳ سفره شهروندان قزوینی انجام گرفته‌است که دیگر تورهای سفر را در نظر نگرفته‌است. به‌همین منظور برای اعتماد بیشتر به نتایج به‌دست آمده، انجام مدل‌سازی برای کل داده‌ها پیشنهاد می‌شود.

همچنین پیشنهاد می‌شود که با طبقه‌بندی زمان سفر افراد در روز (برای مثال دوره‌ی اوج و غیراوج)، این مدل‌ها با دیدگاه خرد ساخته شوند و نتایج حاصل از آن با مدل موجود مقایسه شوند.

۶. پی نوشتها

1- Activity- Based Approach
2- Discrete Choice Model
3- Hazard Duration Models
4- Structural Equation Models
5- Role Based Simulation Models
6- Proportional Hazard (PH)- Based Framework
7- Mixed Proportional Hazard Model
8- The Accelerated Lifetime Model
9- Shopping Activity
10- Duration Models
11- Hazard Function
12- Survival
13- Non-Parametric Approach
14- Semi-Parametric Approach
15- Cox
16- Parametric Approach
17- TAZ
18- Chi-Square Test
19- Likelihood-Ratio Statistic
20- Cox-Snell

۷. مراجع

- رصافی، ا. ع.، لطیفی، ل. (۱۳۹۰) "تحلیل تقاضای سفر شهری به روش فعالیت-مبنا: نمونه موردی منطقه سه شهرداری تهران"، فصل‌نامه مهندسی حمل‌ونقل، سال سوم، شماره دوم. ص. ۱۰۱-۱۱۵.

- ذاکری، ج .ع.، شهریاری، ش.، عسگری، ح. (۱۳۸۹) "توسعه مدل احتمالاتی زوال بر مبنای توزیع ویبال برای سایش ریل با مطالعه موردی راه آهن محور لرستان"، فصل‌نامه مهندسی حمل‌ونقل، سال دوم، شماره اول. ص. ۲۷-۳۹.

-Berg, P.V. D, Arentze, T. and Timmermans, H. (2012) "A latent class accelerated hazard model of social activity duration", Transportation Research Part A, 36, pp. 12-21.

-Bhat, C. R. (2000) "Duration modeling, handbook of transport modelling", (D. A. Hensher and K. J. Button, ed.), Elsevier Science, pp.91-111.

-Bhat, C. R., Frusti, T., Zhao, H., Schonfelder, S. and Axhausen, K.W. (2004) "Inter-shopping duration: An analysis using multiweek Data", Transportation Research Part B , Vol. 38, No. 1, pp. 39-60.

-Cox, D. (1972) "Regression models and life tables", Journal of the Royal Statistical Society Series, B34, pp. 187-202.

-Ettema, D., Borgers, A. and Timmermans, H. (1995) "A competing risk-hazard model of activity choice, timing, sequencing, and duration", Transport. Res. Rec. 1493, pp.101-109.

-Ferdous, N., Bhat, C. R., Vana, L., Schmitt, D., Bowman, J. L., Bradley, M., Pendyala, R.M., Anderson, R. and Giaimo, G. (2012) "A comparison of the four-step versus tour-based models in the context of predicting travel behavior before and after transportation system changes". Paper presented at the 92th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

-Hausman, J. A. and Woutersen, T. (2014) "Estimating a semi-parametric duration model without specifying heterogeneity", Journal of econometrics, 178, pp. 114-131.

-Jeffrey, P.Kh., Konstadinos, G. G. (2002) "Nonparametric of identification of daily activity durations using kernel density

www.SID.ir

Archive of SID

-Meyer, B.D., (1990) "Unemployment insurance and unemployment spells", Econometrica, Vol. 58, pp.775-782.

-Mohammadian, A. B. and Doherty, S. T. (2004) "A hazard model for the duration of time between planning and execution of an activity", Paper presented at the Conference on Progress in Activity-Based Analysis, Maastricht, The Netherlands.

-Nijland, L., Arentze, T.A. and Timmermans, H. J. P. (2012) "Incorporating planned activities and events in a dynamic multi- day activity agenda generator", Transportation, 39,pp.791- 896.

-Malayath, M. and Verma, A. (2013) "Activity based travel demand models as a tool for evaluating sustainable transportation policies", Research in Transportation Economics, In Press.

-Purvis, C. L. (1994) "Changes in regional travel characteristics and travel time expenditures in the San Francisco Bay area: 1960-1990", Transportation Research Record, No. 1466, pp.99-109.

-Schwanen, T. (2004) "The determinants of shopping duration on workdays in The Netherlands". Journal of Transport Geography, Vol.12, pp. 35–48.

-Sivakumar A. and Pinjari A. (2012) "Recent advances in activity and travel pattern modelling", Transportation, Vol.39, pp.749-754.

-Washington, S. P. Karlaftis, M. G. and Mannering, F. L. (2011) "Statistical and econometric methods for transportation data analysis", 2nd ed. Chapman and Hall/CRC, BocaRaton, FL.

-Zhaoming, C. H. U., Chen, H. and Cheng, L. (2012) "A review of activity based travel demand modeling". ASCE, pp.48- 59.

estimators", Transportation Research Part B, Vol. 36, pp. 59-82.

-Joly, I. (2006) "Stability or regularity of the daily travel time in LYON? Application of a duration model", International Journal of Transport Economics.

-Kaplan, E. and Meier, P. (1958) "Non-parametric estimation from incomplete observations". Journal of the American Statistical Association, Vol. 53, pp.457-481.

-Karimi, B., Rashidi, T. H. and Mohammadian, K. (2012) "A log-normal accelerated failure time (AFT) model for inter-shopping duration of maintenance shopping activities of non-routine elderly shoppers", 91st Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

-Karimi, B., Pourabdollahi, Z. and Mohammadian, K. (2013) "The random subspace proportional hazard (RSPH) model for inter-shopping duration", 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

-Kim, B. and Park, K. (1997) "Studying patterns of consumer's grocery shopping trip", Journal of Retailing, Vol. 73, No. 4, pp. 501-517.

-Kitamura, R., Fujii, S. and Pas, E. (1997) "Time-use data, analysis and modelling: toward the next generation of transportation planning methodologies", Transport Policy, 4, pp.225-235.

-Li, H., Lee, Y. C., Zhou, Y. C. and Sun, J. (2011) "The random subspace binary logit (RSBL) model for bankruptcy prediction", Knowledge-Based Systems, Vol. 24, pp. 1380–1388.

-Mannering, F., Murakami, E. and Kim, S.G. (1994) "Temporal stability of traveler's' activity choice and home-stay duration: some empirical evidence". Transportation, 21, 371-392.

www.SID.ir