

مدل سازی عوامل مؤثر در تغییر تمایل استفاده از تاکسی اینترنتی در شرایط کوید - ۱۹

آصف خیری (دانشجوی کارشناسی ارشد)

امیررضا ممدوحی* (دانشیار)

دانشکده‌ی مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

مهندسی عمران شریف، تابستان ۱۴۰۱ (ص. ۵۵-۶۶)، پژوهشی
دوری ۲ - ۳۸، شماره ۲/۲، ص. ۵۵-۶۶، پژوهشی

به دلیل ادامه‌ی بحران کوید - ۱۹، سیستم حمل و نقل شهری دچار تغییرهای چشم‌گیری شده است. همچنین افزایش خطرهای مرتبط با مکان‌های شلوغ همراه با اقدام‌های فاصله‌گذاری اجتماعی در حمل و نقل عمومی و اشتراکی، احتمالاً در گزینه‌های معمول سفر مسافران تأثیر گذاشته است. در نوشتار حاضر، با استفاده از طراحی پرسشنامه و پرسشگری برخط در شهر تهران سعی شده است برآوردی از میزان استفاده‌ی افراد از تاکسی‌های اینترنتی در شرایط کوید - ۱۹ انجام گیرد. برای این منظور، جهت شناسایی عوامل تأثیرگذار در استفاده از تاکسی‌های اینترنتی با استفاده از ۲۳۳ داده‌ی حاصل از پرسشگری آنلاین و با توجه به میزان استفاده و تغییرات میزان استفاده‌ی آن‌ها قبل و بعد از کرونا، اقدام به ساخت مدل‌های لوجیت رتبه‌ی دوگانه شده است. نتایج نشان دادند که شیوع ویروس کرونا در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی تأثیر منفی داشته است. افزایش قیمت بنزین و نبود پارکینگ در مقصد سفر، در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی تأثیر مثبت داشته است. همچنین افراد دارای خودروی شخصی نسبت به افراد فاقد خودروی شخصی کمتر از تاکسی اینترنتی استفاده کرده و پس از کرونا نیز میزان استفاده‌ی خود را بیشتر کاهش داده‌اند.

واژگان کلیدی: تاکسی اینترنتی، تقاضای سفر، مدل لوجیت رتبه‌ی، مدل لوجیت دوگانه، کرونا.

asef_kheyri@modares.ac.ir
armamdoohi@modares.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از راه‌های ترغیب دارندگان خودروهای شخصی به استفاده از خدمات حمل و نقل عمومی و اشتراکی، افزایش هزینه‌ی استفاده از خودروی شخصی از راه افزایش قیمت بنزین است. در ایران، در آبان سال ۱۳۹۸ مسئولان تصمیم به افزایش ۲۰۰ درصدی قیمت بنزین گرفتند که این عمل باعث تغییراتی در رفتار سفر مردم ایجاد کرد؛ بنابراین، در این راستا سؤال‌هایی در پرسش‌نامه پرسیده شده است تا اثر افزایش قیمت مذکور در رفتار سفر با تاکسی‌های اینترنتی بررسی شود.^[۵] همزمان با افزایش قیمت اخیر در ایران، ویروس کرونا در سراسر جهان انتشار یافته و ایران نیز مستثنی نبوده است و به دلیل ادامه‌ی بحران کوید - ۱۹، سیستم حمل و نقل شهری دچار تغییرات چشم‌گیری شده است. همچنین افزایش خطرهای مرتبط با مکان‌های شلوغ همراه با اقدام‌های فاصله‌گذاری اجتماعی در حمل و نقل عمومی و اشتراکی، احتمالاً در گزینه‌های معمول سفر مسافران (مانند: مترو، اتوبوس و دیگر شیوه‌های حمل و نقل) تأثیر می‌گذارد و انتظار می‌رود به دلایل ذکر شده، تمایل به استفاده از وسائط نقلیه‌ی عمومی و شبه‌عمومی کاهش یابد.^[۶]

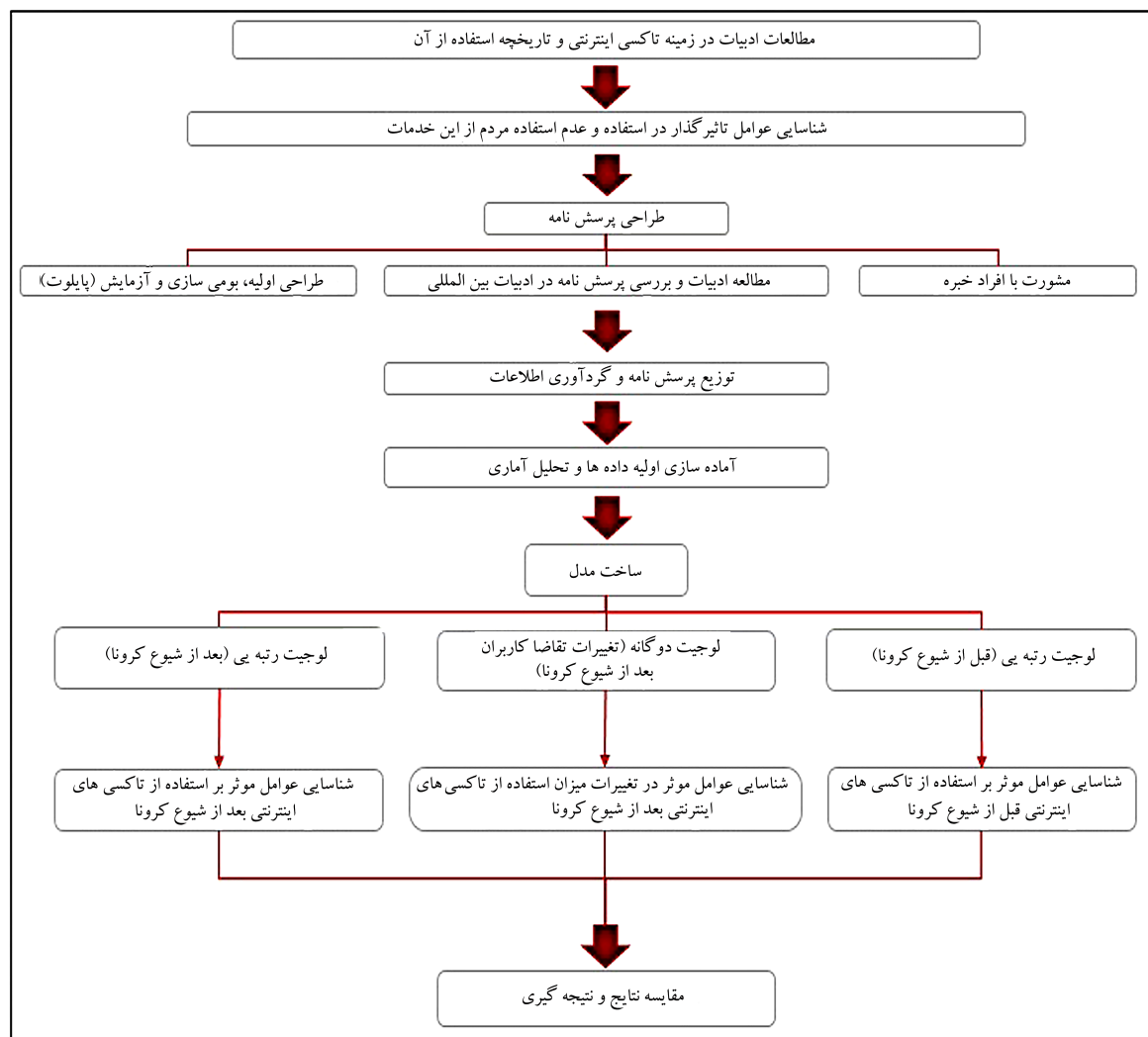
در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن تاکسی اینترنتی به عنوان یک شیوه برای حمل و نقل درون‌شهری، تأثیرگذاری کوید - ۱۹ در میزان تقاضا برای شیوه‌ی تاکسی اینترنتی، بررسی و با مدل‌سازی عوامل مؤثر در میزان استفاده‌ی افراد قبل و بعد از شیوع کرونا و همچنین عوامل مؤثر در تغییر تمایل استفاده‌ی افراد از تاکسی‌های

با توجه به افزایش بی‌رویه‌ی استفاده از خودروی شخصی و افزایش سفرهای درون‌شهری و تردد خودروهای تک‌سرنشین در شهرها، مخصوصاً در کلان‌شهرهایی مثل تهران، امروزه مشکلات ترافیکی از اصلی‌ترین مشکلات مردم و مسئولان شهرها محسوب می‌شوند.^[۱] از این رو هر تلاشی که منجر به کاهش تعداد خودروهای تک‌سرنشین شود، می‌تواند در کاهش مشکلات ترافیکی و کاهش مصرف سوخت و آثار مخرب زیست‌محیطی آن تأثیرگذار باشد.^[۲] از طرفی برای رفع مشکلات اخیر، فقط افزایش ظرفیت و تأمین عرضه‌ی بیشتر نمی‌تواند بهترین گزینه تلقی شود؛ چرا که هزینه‌ی زیادی دارد و در مواردی افزایش عرضه می‌تواند منجر به افزایش تقاضا شود. بنابراین، یافتن پاسخ مناسب برای سؤال «چگونه می‌توان بدون صرف هزینه‌های گزاف مالی و زمانی، وضعیت ترافیک شهری را بهبود بخشید؟»، برای برنامه‌ریزان حمل و نقل حائز اهمیت است.^[۳] یکی از راه‌حل‌های موجود برای کاهش مشکلات ذکر شده، استفاده از حمل و نقل‌های عمومی و شبه‌عمومی یا اشتراکی مثل تاکسی‌های اینترنتی و تشویق مردم و دارندگان خودروهای شخصی به استفاده از خدمات اشاره شده است.^[۴]

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۴۰۰/۹/۲۴، اصلاحیه ۱۴۰۱/۱/۲۰، پذیرش ۱۴۰۱/۲/۲۵

DOI:10.24200/J30.2022.59510.3057



شکل ۱. نمودار روند کلی انجام پژوهش.

درخواست سفر کند.^[۷] نرم افزار، مکان مسافر را به رانندگان نزدیک نشان می دهد و بعد از اینکه راننده بی درخواست را قبول کرد، مسافر مکان فعلی راننده و زمان تقریبی رسیدن آن را می بیند. نرم افزارهای مذکور، مسیریابی را به صورت خودکار به کمک سیستم موقعیت یاب جغرافیایی فراهم می کنند تا راننده های غیر آشنا نیز به سهولت بتوانند مقصد را بیابند. هزینه معمولاً به طور خودکار از حساب بانکی مسافر کسر و بین شرکت عرضه کننده تاکسی اینترنتی و راننده تقسیم می شود. قیمت ها به طور پویا و لحظه ای براساس میزان تقاضا و ترافیک تعیین می شود. راننده و مسافر بعد از پایان سفر به یکدیگر امتیاز می دهند که سیستمی مشوق برای رفتار مؤدبانه هر دو طرف به وجود می آورد.^[۸]

محمدی و همکاران (۲۰۱۶)، با توجه به اینکه بخش عمده ای از مشکلات کلان شهرها به دلیل افزایش تعداد خودروهای شخصی تک سرنشین است، مطالعه ای با عنوان توسعه مدل لوجیت چندگانه ای هم پیمایی ارائه دادند که هدف از آن، شناسایی عوامل تأثیرگذار در تمایل استفاده از سیستم هم پیمایی در دانشگاه امیرکبیر بوده است. ایشان از طریق توزیع پرسشنامه و استفاده از مدل لوجیت چندگانه یک تابع مطلوبیت برای استفاده از سیستم هم پیمایی ارائه داده و دریافته اند که استفاده ای رایگان از پارکینگ دانشگاه و استفاده از پارکینگ های عمومی تأثیر منفی در تمایل

اینترنتی بررسی و مشخص شده است که افراد با چه ویژگی اقتصادی - اجتماعی، چگونه رفتاری خواهند داشت. پژوهش حاضر بر تاکسی های اینترنتی در کشورهای در حال توسعه تمرکز دارد که مطالعات بسیار اندکی در این زمینه دارند. ادبیات حاکی از آن است که بیشتر مطالعات انجام شده در مورد تاکسی اینترنتی^۱ در دنیای غرب، به ویژه در آمریکا متمرکز شده و مطالعات کمی درباره خدمات تاکسی اینترنتی در سایر نقاط جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، صورت گرفته است. به طور خلاصه، روند کلی انجام پژوهش در شکل ۱ مشاهده می شود.

۲. مروری بر مطالعات پیشین

پیشرفت روزافزون فناوری های ارتباطی به خصوص اینترنت و تلفن همراه هوشمند، نرم افزارهای برخط^۲ و سیستم موقعیت یاب جغرافیایی (GPS)^۳ دسترسی به خدمات حمل و نقلی را ممکن ساخته است که با تقاضای کاربر در اختیارش قرار می گیرند. شرکت های ارائه دهنده خدمات تاکسی اینترنتی با کمک فناوری های نام برده این امکان را به مسافر می دهد تا به طور فوری، از طریق یک نرم افزار کاربردی تلفن همراه

افراد در استفاده از هم‌پیمایی دارد و گروه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال تمایلی به استفاده از سیستم هم‌پیمایی نشان نمی‌دهند.^[۹] پاروندا^۴ و همکاران (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ی شرکت‌های تاکسی اینترنتی را با خدمات تاکسی اینترنتی سنتی در منطقه‌ی شهری مانیلا^۵ در فیلیپین بررسی کرده‌اند. شاخص‌های عملکردی کلیدی در مطالعه‌ی ایشان؛ شامل: سرعت سفر، قابلیت اطمینان، هزینه‌ی سفر و کیفیت خدمات بوده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در منطقه‌ی مورد بررسی، تاکسی اینترنتی از رقیب سنتی‌اش ارزان‌تر و قابل اطمینان‌تر بوده و سرعت بیشتری داشته است.^[۱۰] فلیپ^۶ و همکاران (۲۰۱۷)، برای بررسی تأثیر عوامل برون‌زای، اجتماعی - اقتصادی و متغیرهای جمعیت شناختی مؤثر در میزان استفاده از خدمات اشتراک خودرو، یک مدل رفتاری پروبیت دوگانه^۷ با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از نظرسنجی انجام گرفته در سال ۲۰۱۴ ساخته‌اند. نتایج مدل ایشان نشان داد که کاربران خدمات اشتراک خودرو را بیشتر جوان‌ها، تحصیل‌کرده‌ها، افراد شاغل و با درآمد بالا و کسانی که در مناطق متراکم‌تر هستند، تشکیل می‌دهند.^[۱۱]

کلیلو و میشر^۸ (۲۰۱۷)، گزارشی با عنوان آشفته‌نگی در حمل‌ونقل پس از ورود تاکسی‌های اینترنتی منتشر و یافته‌های یک پرسشنامه‌ی جامع را که در ۷ شهر بزرگ در آمریکا انجام شده بود، تشریح کرده‌اند. نتایج گزارش شده به این شرح بوده است: بیشتر افرادی که جوان هستند و تحصیلات بالا و درآمد بالاتری دارند، از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند. اصلی‌ترین دلایل استفاده از تاکسی اینترنتی به جای خودروی شخصی عبارت‌اند از: ۱. نبود پارکینگ، ۲. گران بودن هزینه‌ی پارکینگ، ۳. رفتن به فرودگاه و اصلی‌ترین دلایل استفاده نکردن از حمل‌ونقل عمومی و جایگزینی با تاکسی‌های اینترنتی عبارت‌اند از: ۱. کند بودن خدمات حمل‌ونقل عمومی، ۲. نبود تعداد ایستگاه کافی و ۳. شلوغ بودن و جمعیت زیاد.^[۱۲] عالمی^۹ و همکاران (۲۰۱۸)، نیز در مطالعه‌ی دیگری، عوامل مؤثر در استفاده‌ی افراد از تاکسی‌های اینترنتی را با استفاده از داده‌های حاصل از یک پرسشنامه‌ی جامع و ساخت مدل‌های لجیست دوگانه برای دو گروه سنی متفاوت بررسی کردند و دریافتند که جوانان، افراد با تحصیلات بالاتر، مسافران که اغلب از هوایما استفاده می‌کنند و بیشتر سفرهایشان از نوع کاری با مسافت زیاد است، دوستداران محیط‌زیست، طرفداران تکنولوژی و کسانی که دارای تلفن همراه هوشمند هستند و کسانی که دست‌کم یکبار از این خدمات استفاده کرده‌اند، تمایل بیشتری به استفاده از تاکسی‌های اینترنتی دارند. همچنین مدل‌های آن‌ها نشان داد که افراد در مناطق با کاربری‌های مختلط و دسترسی بیشتر با خودرو تمایل بیشتری به استفاده از خدمات مذکور دارند.^[۱۳]

صمدزاد و لستون^{۱۰} (۲۰۲۱)، نشان دادند که تاکسی اینترنتی به تنهایی یک شیوه‌ی حمل‌ونقل محسوب می‌شود. آن‌ها با استفاده از طراحی پرسشنامه و اطلاعات به‌دست آمده از آن اقدام به تجزیه و تحلیل آماری و مدل‌سازی لجیست به روش رتبه‌ی کردند و دریافتند عواملی، مانند: تلفن همراه هوشمند، دسترسی آسان به اینترنت، میزان درآمد افراد و نبود فضای پارکینگ در مقصد، در استفاده‌ی بیشتر از خدمات تاکسی اینترنتی تأثیرگذار است. کارمندان زن و دانشجویان بیشتر از دیگران از خدمات تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند. نبود فضای پارکینگ در مقصد در استفاده‌ی افراد اثر مثبت دارد و تاکسی اینترنتی به دلیل سریع بودن و راحتی بیشتر، یک شیوه‌ی جایگزین برای تاکسی‌های دیگر و خدمات حمل‌ونقل عمومی است.^[۱۴] تاکور^{۱۱} و همکاران (۲۰۲۰)، برای ارزیابی ماهیت احتمالی جابه‌جایی شیوه‌ی حمل‌ونقلی تحت تأثیر کوید - ۱۹، یک نظرسنجی برخط انجام دادند و پاسخ‌دهندگان به سؤال‌هایی مربوط به سفرهای کاری، خرید، خرید برخط مواد غذایی، و تحویل غذا، قبل و بعد از کرونا پاسخ دادند. نتایج ایشان نشان داد که حدود ۳۵٪ از پاسخ‌دهندگان

۳. روش‌شناسی پژوهش

در بخش حاضر، به مبانی نظری مدل لجیست دوگانه و لجیست رتبه‌ی و روش پرداخت آن‌ها پرداخته شده است. مدل‌های انتخاب گسسته به علت ماهیت رفتاری و در نظر گرفتن مطلوبیت به‌عنوان یک متغیر تصادفی، قابلیت بالایی برای مدل‌سازی رفتار انسانی در انتخاب دارند. مدل‌های انتخاب گسسته را می‌توان به دو دسته‌ی کلی تقسیم کرد: مدل‌های رتبه‌ی و مدل‌های غیررتبه‌ی.^[۱۸]

عمومی‌ترین چارچوب تئوریک برای ایجاد مدل‌های انتخاب گسسته، تئوری مطلوبیت تصادفی است که در ادامه، فرض‌های آن مطرح شده است:^[۱۹]

۱. افراد متعلق به یک جمعیت داده شده‌ی Q ، گزینه‌ی را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت آن‌ها را بیشینه می‌سازد.
۲. مجموعه‌ی معین $A = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_N\}$ از گزینه‌های موجود و مجموعه‌ی X به‌عنوان بردار ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری اشخاص وجود دارد.
۳. هر گزینه‌ی $A_j \in A$ دارای خالص مطلوبیت U_{jq} برای شخص q است. U_{jq} مطابق با رابطه‌ی ۱ متشکل از یک قسمت قابل اندازه‌گیری (V_{jq}) که تابعی از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری X و قسمت دیگر جزء تصادفی (ε_{jq}) است که شامل خصوصیات و سلیقه‌های خاص هر فرد است که دیده نشده و خطای

۲.۳. مدل‌های رتبه‌ی انتخاب گسسته

با توجه به نوع متغیر وابسته که به صورت گسسته و رتبه‌ی تعریف شده است، از مدل رتبه‌ی جهت شناسایی عوامل مؤثر در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی استفاده شده است. فرضیه‌ی اساسی مدل‌های انتخاب رتبه‌ی آن است که یک متغیر پیوسته‌ی غیر قابل مشاهده که متغیر نهانی نامیده می‌شود، میزان تمایل فرد به گزینه‌ی مورد نظر را نشان می‌دهد. در مقابل، آنچه که مشاهده می‌شود، انعکاسی از تمایل نهانی مذکور است که به صورت یک متغیر گسسته تعریف می‌شود. مدل‌های رتبه‌ی به دو شکل کلی لوجیت و پروبیت مطرح می‌شوند و به صورت رابطه‌ی ۹ هستند:

$$Y_i = \beta X_i + \varepsilon_i \quad (9)$$

که در آن، Y_i متغیر وابسته‌ی غیر قابل مشاهده از نوع فاصله‌ی مربوط به مشاهده‌ی i که اولویت‌گزینه‌ی مورد نظر را تعیین می‌کند، X_i بردار ویژگی‌های مرتبط با مشاهده‌ی i ، β بردار ضرایب مدل و ε_i قسمت تصادفی مشاهده‌ی i است. حال فرض می‌شود که Z_i واکنش قابل اندازه‌گیری از نوع رتبه‌ی مربوط به مشاهده‌ی i و متناظر Y_i است و دارای M گروه واکنش R_1, R_2, \dots, R_M و منتج از متغیر Y_i به صورت رابطه‌ی ۱۰ است. فرض می‌شود $M + 1$ عدد حقیقی $\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_M$ با این شرایط وجود دارند:

$$\mu_0 \leq \mu_1 \leq \dots \leq \mu_M \quad (10)$$

$$Z_i \in R_j \Leftrightarrow \mu_{j-1} \leq Y_i \leq \mu_j, \quad 1 \leq j \leq M$$

که در آن، μ_j آستانه‌ی بالای گروه واکنشی j است که Z_i و مقدار آن را تعیین می‌کند. از آنجا که Z_i رتبه‌ی است، می‌تواند به صورت مجموعه‌ی از متغیرهای ساختگی مطابق رابطه‌ی ۱۱ تعریف شود:

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 & Z_i \in R_j \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad 1 \leq j \leq M \quad (11)$$

$$Z_{ij} = 1 \Leftrightarrow \mu_{j-1} \leq Y_i \leq \mu_j \Leftrightarrow \mu_{j-1} \leq \sum_k \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \leq \mu_j \Leftrightarrow \frac{(\mu_{j-1} - \sum_k \beta_k X_{ki})}{\sigma} \leq \frac{\varepsilon_i}{\sigma} \leq \frac{(\mu_j - \sum_k \beta_k X_{ki})}{\sigma} \quad (12)$$

که در آن، $k = 0, 1, \dots, k$ نشان‌دهنده‌ی k ویژگی‌گزینه و σ انحراف معیار ε_i است. اگر ε_i دارای توزیع لجستیک باشد، مدل لوجیت رتبه‌ی و چنانچه دارای توزیع نرمال باشد، مدل پروبیت رتبه‌ی حاصل می‌شود. لوجیت رتبه‌ی به صورت رابطه‌ی ۱۳ است:

$$pr(Z_{ij} = 1) = pr(Z_{ij} \in R_j) = F\left(\frac{\mu_j - \sum_k \beta_k X_{ki}}{\sigma}\right) - F\left(\frac{\mu_{j-1} - \sum_k \beta_k X_{ki}}{\sigma}\right) \quad (13)$$

که در آن، تابع توزیع تجمعی لجستیک به صورت $(1 + e^{-t})^{-1}$ است. پروبیت رتبه‌ی با فرض و رعایت شرایط کلی در حالت $\sigma = 1$ ، به صورت رابطه‌ی ۱۴ است:

$$pr(Z_{ij} = 1) = pr(Z_{ij} \in R_j) = \varphi\left(\frac{\mu_j - \sum_k \beta_k X_{ki}}{\sigma}\right) - \varphi\left(\frac{\mu_{j-1} - \sum_k \beta_k X_{ki}}{\sigma}\right) \quad (14)$$

حاصل از مدل‌سازی است. بدون از دست دادن کلیت، می‌توان ε را یک متغیر تصادفی با میانگین صفر و با یک توزیع احتمالی مشخص در نظر گرفت.

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (1)$$

۴. فرد مشخص q ، گزینه‌ی با بیشترین مطلوبیت را انتخاب می‌کند. یعنی اینکه فرد گزینه‌ی A_j را انتخاب می‌کند، اگر و فقط اگر رابطه‌ی ۲ برقرار باشد:

$$U_{jq} \geq U_{iq}, \forall A(q) \quad (2)$$

بنابراین با توجه به رابطه‌ی $V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}$ ، رابطه‌ی ۳ را خواهیم داشت:

$$P_{jq} = p\{\varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq} \leq V_{jq} - V_{iq}, \forall A_i \in A(p)\} \quad (3)$$

۱.۳. مدل لوجیت دوگانه

برای شناسایی عوامل مؤثر در اختلاف میزان استفاده‌ی کاربران تاکسی اینترنتی قبل و بعد از شیوع کرونا، از مدل لوجیت دوگانه استفاده شده است. با فرض توزیع گامبل برای جزء تصادفی ε تفاضل آن دارای توزیع لجستیک است و در این حالت، تابع احتمال انتخاب، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین مدل انتخاب گسسته را که همان مدل لوجیت (دوگانه یا چندگانه) است، نتیجه می‌دهد. در این حالت احتمال انتخاب گزینه‌ی j توسط فرد q به صورت رابطه‌ی ۴ به دست می‌آید:

$$P_{jq} = \frac{\exp(\beta V_{jq})}{\sum_{A_i \in A(q)} \exp(\beta V_{iq})} \quad (4)$$

که در آن، تابع مطلوبیت نسبت به ویژگی‌ها به صورت خطی تعریف می‌شود و پارامتر β انحراف استاندارد توزیع گامبل مطابق رابطه‌ی ۵ است:

$$\beta = \frac{\pi}{\sigma \sqrt{\sigma}} \quad (5)$$

هدف از پرداختن به مدل‌ها، یافتن ضرایب متغیرهای توصیفی تابع مطلوبیت است. در این راستا، روش‌های متعددی برای یافتن ضرایب وجود دارد و از جمله روش‌های مرسوم، برآورد درست‌نمایی بیشینه است. در روش مذکور، تابع $L(\beta)$ که حاصل ضرب احتمال انتخاب هر گزینه است، به صورت رابطه‌ی ۶ تعریف می‌شود:

$$L(\beta) = \prod_{q=1}^Q \prod_{j=1}^N (P_{jq})^{y_{jq}} \quad (6)$$

که در آن، N تعداد مشاهدات در نمونه‌ی مورد نظر، P_{jq} انتخاب گزینه‌ی j توسط فرد q است. متغیر y_{jq} به صورت رابطه‌ی ۷ تعریف می‌شود:

$$y_{jq} = \begin{cases} 1 & \text{اگر شخص } q \text{ گزینه } j \text{ را انتخاب کند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (7)$$

ضرایب در روش مذکور به صورتی برآورد می‌شود که احتمال وقوع همزمان مشاهدات، بیشینه شود. معمولاً جهت سادگی محاسبات ریاضی در تحلیل‌ها، از لگاریتم $L(\beta)$ به صورت رابطه‌ی ۸ استفاده می‌شود:

$$LL(\beta) = \ln L(\beta) = \sum_{q=1}^Q \sum_{j=1}^N y_{jq} \ln(p_{jq}) \quad (8)$$

حال برای بیشینه ساختن مقدار تابع $LL(\beta)$ ، مشتقات جزئی آن نسبت به هر یک از ضرایب برابر صفر قرار داده می‌شود.^[۱۹]

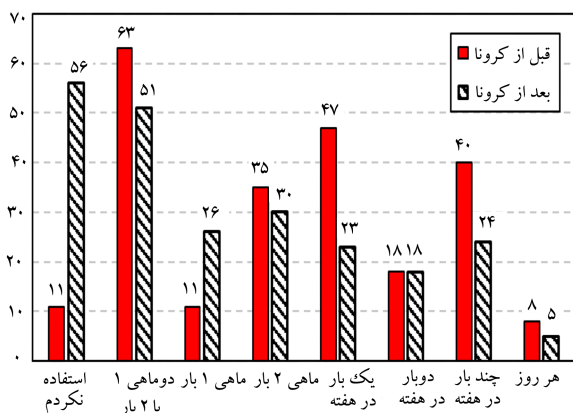
است، که سطوح مختلف استفاده از تاکسی اینترنتی را به صورت رتبه‌ی نشان می‌دهد. در جدول ۱، آمار توصیفی میزان استفاده‌ی کاربران از تاکسی اینترنتی ارائه شده است. در شکل ۲، نیز فراوانی مطلق میزان استفاده‌ی افراد به تفکیک گزینه مشاهده می‌شود. با توجه به محدودیت داده‌ها و کمبود فراوانی در بعضی از گزینه‌ها، برای اینکه مدل واریانس کمتری را تخمین بزند و دقت بالاتری داشته باشد، سطوح جدیدی برای رتبه‌بندی میزان استفاده‌ی افراد تعریف شده است، که در جدول ۱ با عنوان کد جدید ارائه شده است.

طبق اطلاعات جدول ۱، با توجه به اینکه میانگین میزان استفاده‌ی کاربران قبل از کرونا ۳/۲۸ بوده است، درحالی که میانگین استفاده‌ی کاربران بعد از کرونا به ۲/۳۸ تقلیل یافته است. همچنین افزایش سهم گزینه‌ی «استفاده نکردم» از ۴/۷ به ۲۴ درصد، نشان‌دهنده‌ی کاهش میزان استفاده‌ی کاربران از خدمات تاکسی اینترنتی بعد از کروناست.

برای ارزیابی عوامل مؤثر در تغییرات میزان استفاده از تاکسی‌های اینترنتی بعد و قبل از کرونا نیز متغیر مجازی جدید مطابق رابطه‌ی ۱۷ تعریف شده است که از اختلاف میزان استفاده‌ی کاربران بعد از کرونا و قبل از کرونا به دست می‌آید و کاربران را به دو قسمت تقسیم می‌کند: ۱. کاربرانی که میزان استفاده‌ی خود را بعد از کرونا کاهش داده‌اند؛ ۲. کاربرانی که میزان استفاده‌ی خود را تغییر نداده و یا افزایش داده‌اند که این متغیر برای مدل‌سازی لوجیت دوگانه استفاده شده است.

$$Y_2 = (\text{میزان استفاده‌ی قبل از کرونا}) - (\text{میزان استفاده در حال حاضر}) \quad (20)$$

در جدول ۲، آمار توصیفی تغییرات میزان استفاده‌ی کاربران بعد از کرونا ارائه شده است. مطابق جدول ۲ مشاهده می‌شود که بعد از شیوع ویروس کرونا، ۳۴/۳ از کاربران، میزان استفاده‌ی خود از تاکسی اینترنتی را تغییر نداده‌اند، ۱۴/۵ از آن‌ها میزان استفاده‌ی خود را افزایش داده‌اند و ۵۱/۲ درصد از کاربران میزان استفاده‌ی خود را از خدمات تاکسی اینترنتی کاهش داده‌اند. بررسی مشخصات فردی و اقتصادی - اجتماعی پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که ۱۴۳ نفر از آنان مرد و ۹۰ نفر زن بوده‌اند. بیشتر پاسخ‌دهندگان از نظر تأهل، مجرد (۶۰٪) بوده‌اند. بیشینه‌ی پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات دانشگاهی و جوانان ۲۳ تا ۴۰ سال بوده‌اند. تمام پاسخ‌دهندگان، نیز دارای تلفن همراه هوشمند بوده و توانایی استفاده از آن و اینترنت را داشته‌اند. بنابراین مشخص است که داشتن تلفن همراه هوشمند و توانایی کار با اینترنت، لازمه و پیش‌نیاز استفاده‌ی افراد از تاکسی اینترنتی است. در جدول ۳، آمار توصیفی برخی از مهم‌ترین مشخصات اقتصادی - اجتماعی کاربران تاکسی اینترنتی ارائه شده است. نتایج توصیفی نظرات کاربران در مورد ویژگی‌ها و خصوصیتی از



شکل ۲. نمودار فراوانی مطلق میزان استفاده‌ی کاربران از تاکسی اینترنتی.

که در آن، $\varphi(t)$ نشان‌دهنده‌ی تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد است. به علاوه، می‌توان فرض کرد که $\mu_0 = -\infty$ و $\mu_M = +\infty$ را برابر صفر در نظر گرفت.^[۲۰] برای برآورد پارامترهای مدل از روش درست‌نمایی بیشینه استفاده می‌شود. جهت سهولت روابط ۱۵ و ۱۶ لحاظ شده است:

$$y_{ij} = \mu_j - \sum_k \beta_k X_{kij} \quad (15)$$

$$\varphi_{ij} = \varphi(y_{ij}) \quad (16)$$

بنابراین رابطه‌ی ۱۳ را می‌توان به صورت رابطه‌ی ۱۷ نوشت:

$$pr(Z_{ij} = 1) = \varphi_{ij} - \varphi_{ij-1} \quad (17)$$

حال تابع درست‌نمایی به صورت رابطه‌ی ۱۸ تعریف می‌شود:

$$L(\beta) = L(Z | \beta_0, \dots, \beta_k, \mu_1, \dots, \mu_{M-1}) \\ = \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^M (\varphi_{ij} - \varphi_{ij-1})^{Z_{ij}} \quad (18)$$

با توجه به اینکه بیشینه‌سازی تابع اخیر مشکل است، از لگاریتم تابع $L(\beta)$ یعنی تابع لگاریتم احتمال (مطابق رابطه‌ی ۱۶) استفاده می‌شود (مکملوی، ۱۹۹۳).

$$LL(\beta) = \ln(L) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^M Z_{ij} \ln(\varphi_{ij} - \varphi_{ij-1}) \quad (19)$$

تابع اخیر در روش درست‌نمایی بیشینه، نقش اساسی دارد و ضوابط ارزیابی نیز بر مبنای همین تابع و مقادیر آن برای شرایط خاص تعریف می‌شوند؛ مانند: تابع لگاریتم احتمال برای ضرایب صفر و در شرایط هم‌گرایی، یعنی $LL(\beta)$ و $LL(\beta^0)$.

۴. گردآوری داده

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش حاضر و راستی‌آزمایی فرضیه‌ی تأثیرگذار بودن کوید - ۱۹ در میزان استفاده از تاکسی‌های اینترنتی، اقدام به طراحی پرسش‌نامه به صورت رجحان آشکار و توزیع آن بین کاربران تاکسی‌های اینترنتی به صورت برخط در مهرماه سال ۱۳۹۹ شده است. تعداد داده‌های موردنیاز با روش شارل کوکران با مقدار خطای مجاز به میزان ۰/۰۶۵ و با اطمینان ۹۵٪، حداقل ۲۲۷ داده به دست آمده است.^[۲۱] در نهایت، پس از تحلیل آماری ۲۳۳ داده‌ی حاصل از پرسشگری (تحلیل آمار توصیفی)، با استفاده از ساخت مدل‌های لوجیت رتبه‌ی و لوجیت دوگانه به کمک نرم‌افزار N-Logit، فرضیه‌ی مذکور بررسی و عوامل مؤثر در افزایش و کاهش تمایل افراد برای استفاده از تاکسی اینترنتی تعیین شده است. پرسشنامه‌ی طراحی شده، شامل ۳ بخش اصلی بوده است: ۱. ویژگی‌های فردی و اقتصادی - اجتماعی، مانند: سن، جنسیت، وضعیت تأهل، تعداد خوددروی شخصی در خانوار، میزان تحصیلات، شغل و وضعیت درآمد؛ ۲. ویژگی‌های سفر، مانند: اهداف سفر معمول کاربران با تاکسی اینترنتی و میزان استفاده از تاکسی اینترنتی قبل و بعد از کرونا؛ ۳. نظر کاربران در مورد ویژگی‌ها و خصوصیتی از خود و تاکسی‌های اینترنتی که باعث افزایش و کاهش استفاده‌ی آن‌ها از خدمات مذکور شده است.

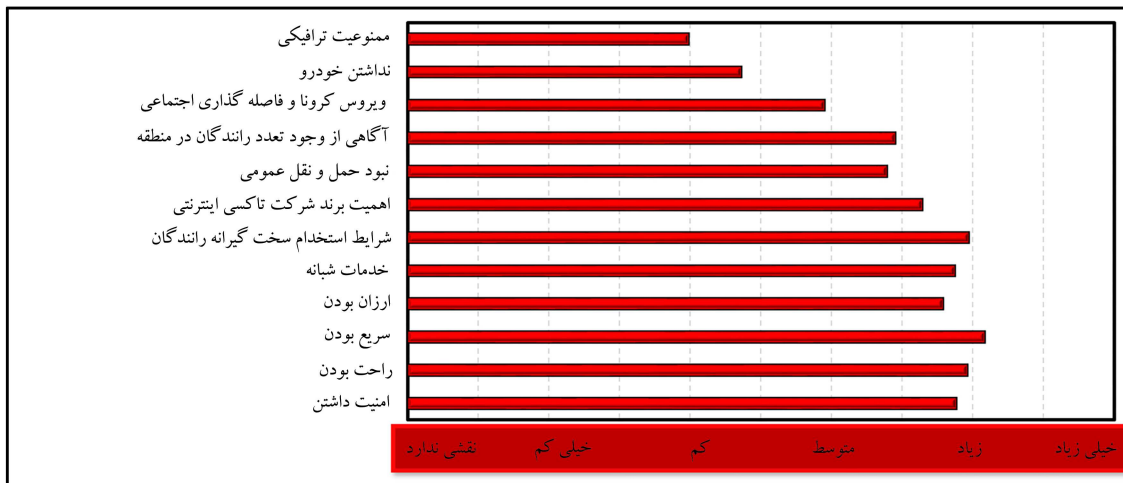
پرسش اصلی که مدل‌سازی شده است، عبارت است از: «به چه میزان از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنید (قبل از کرونا و بعد از کرونا)؟»، که پاسخ آن در دو قسمت برای میزان استفاده‌ی قبل و بعد از کرونا به صورت چندگزینه‌ی طرح شده

جدول ۱. میزان استفاده‌ی کاربران از تاکسی اینترنتی.

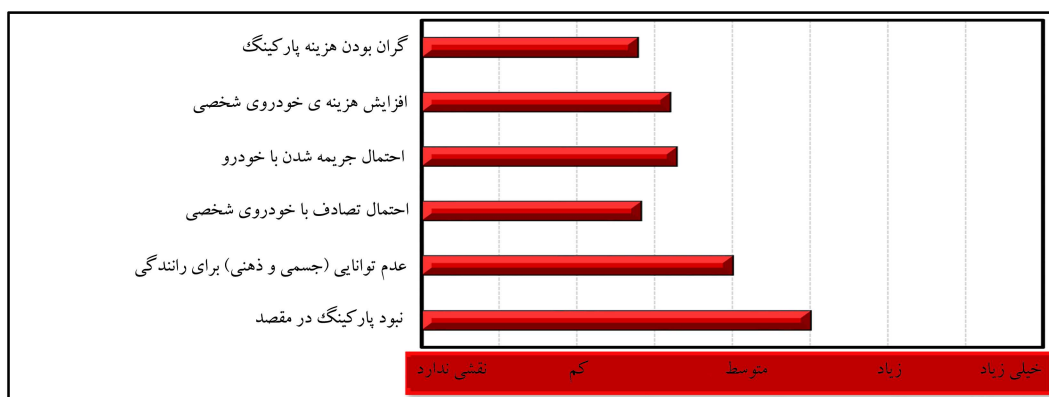
مشخصه	گزینه	کد	فراوانی نسبی (درصد)	میانگین	انحراف معیار	کد جدید	فراوانی نسبی (درصد)
	استفاده نکردم	۰	۴/۷			۰	۳۱/۷۵
	دو ماهی ۱ یا ۲ بار	۱	۲۷				
میزان استفاده	ماهی ۱ بار	۲	۴/۷			۱	۱۹/۷۴
	ماهی ۲ بار	۳	۱۵				
قبل از کرونا	یک بار در هفته	۴	۲۰/۲	۳/۲۸	۲/۰۲۴	۲	۲۷/۹۰
	دو بار در هفته	۵	۷/۷				
	چند بار در هفته	۶	۱۷/۲			۳	۲۰/۶۰
	هر روز	۷	۳/۴				
جمع	-	-	۱۰۰			-	۱۰۰
	استفاده نکردم	۰	۲۴			۰	۴۵/۹۲
	دو ماهی ۱ یا ۲ بار	۱	۲۱/۹				
میزان استفاده	ماهی ۱ بار	۲	۱۱/۲			۱	۲۴/۰۳
در حال حاضر (بعد از کرونا)	ماهی ۲ بار	۳	۱۲/۹	۲/۳۸	۲/۱۱۲		
	یک بار در هفته	۴	۹/۹			۲	۱۷/۵۹
	دو بار در هفته	۵	۷/۷				
	چند بار در هفته	۶	۱۰/۳			۳	۱۲/۴۴
	هر روز	۷	۲/۱				
جمع	-	-	۱۰۰			-	۱۰۰

جدول ۲. آمار توصیفی تغییرات میزان استفاده از تاکسی اینترنتی.

انحراف معیار	میانگین	فراوانی نسبی (درصد)	توضیحات	فراوانی		تغییرات نسبت به قبل از کرونا
				نسبی (درصد)	مطلق	
			افزایش	۰/۴	۱	+۴
		۱۴/۵	میزان استفاده	۱/۷	۴	+۳
				۳	۷	+۲
				۹/۴	۲۲	+۱
		۳۴/۳	بدون تغییر	۳۴/۳	۸۰	۰
۱/۷۷۷	-۰/۹			۲۳/۶	۵۵	-۱
				۹	۲۱	-۲
			کاهش	۹/۹	۲۳	-۳
		۵۱/۲	میزان استفاده	۹/۳	۹	-۴
				۲/۶	۶	-۵
				۲/۱	۵	-۶
		۱۰۰	-	۱۰۰	۲۳۳	جمع



شکل ۳. نقش ویژگی های عملکردی سیستم و نگرشی کاربران برای استفاده از تاکسی اینترنتی.



شکل ۴. نقش ویژگی های عملکردی سیستم و نگرشی کاربران برای استفاده از تاکسی اینترنتی.

جدول ۳. مشخصات اقتصادی - اجتماعی کاربران تاکسی اینترنتی.

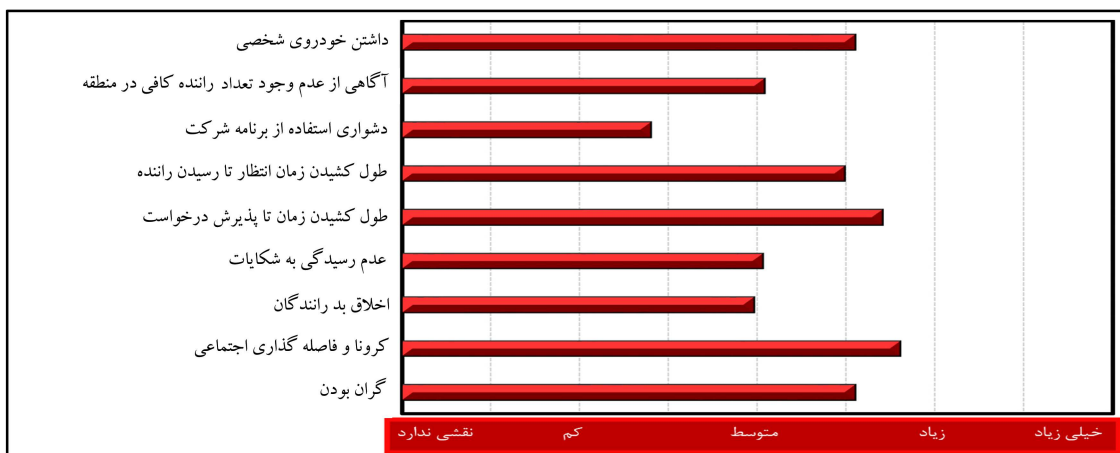
مشخصه	گزینه	مطلق	نسبی (درصد)
سن	زیر ۱۸ سال	۳	۱/۳
	۱۹ تا ۲۲ سال	۲۴	۱۰/۳
	۲۳ تا ۲۵ سال	۵۸	۲۴/۹
	۲۶ تا ۳۰ سال	۷۱	۳۰/۵
	۳۱ تا ۴۰ سال	۴۱	۱۷/۶
	۴۱ تا ۵۰ سال	۲۸	۱۲/۰
	۵۱ تا ۶۰ سال	۵	۲/۱
	۶۱ تا ۷۰ سال	۳	۱/۳
	۷۱ سال به بالا	۰	۰
	جمع	-	۲۳۳
وضعیت درآمد	زیر ۳/۵ میلیون تومان (سطح یک)	۷۸	۳۳/۵
	۳/۵ تا ۵ میلیون تومان (سطح دو)	۷۳	۳۱/۳
	بالای ۵ میلیون (سطح سه)	۸۲	۳۵/۲
جمع	-	۲۳۳	۱۰۰

خود و تاکسی های اینترنتی که باعث افزایش و کاهش استفاده ای ایشان از خدمات مذکور شده است، در شکل های ۳ الی ۵ مشاهده می شود.

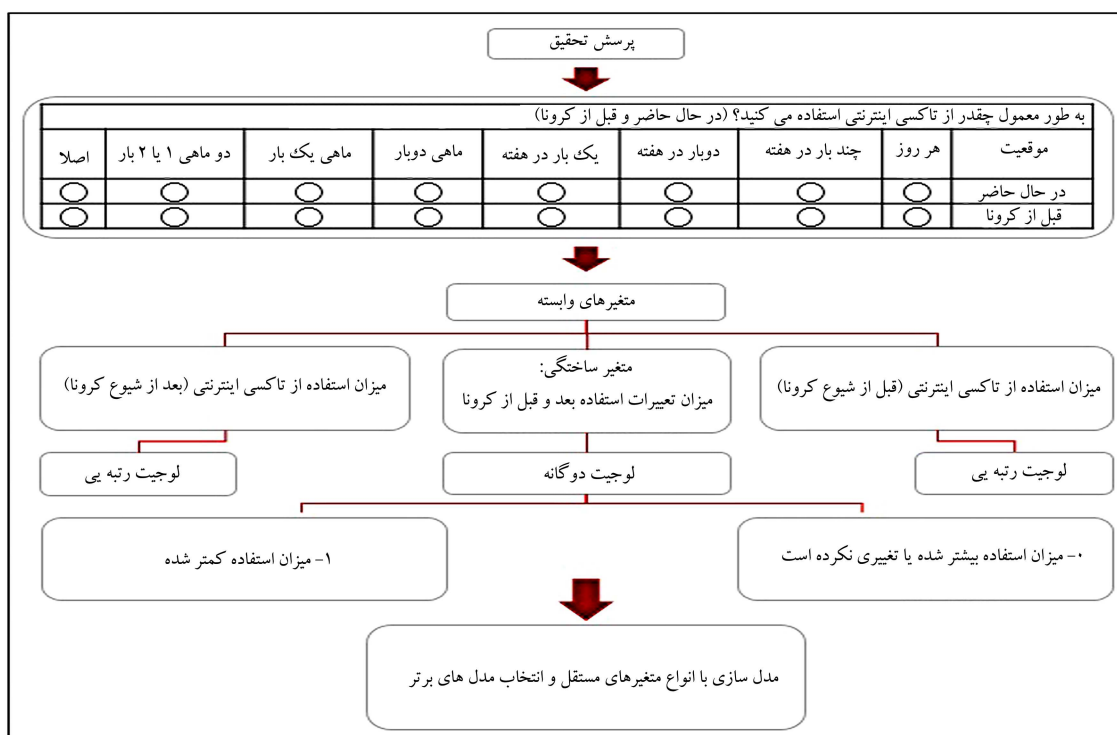
در شکل های ۳ و ۴ مشاهده می شود که عواملی مانند: امنیت، راحتی، ارزانی، سریع بودن، خدمات شبانه، اعتماد به شرکت های تاکسی اینترنتی و وجود شرایط سخت گیرانه ای استخدام رانندگان از جمله مهم ترین علت های استفاده ای کاربران از تاکسی های اینترنتی بوده است. در شکل ۵ نیز مشاهده می شود که عواملی مانند: ویروس کرونا و فاصله گذاری اجتماعی، داشتن خودروی شخصی، گران بودن و طول کشیدن زمان انتظار تا پذیرش درخواست و رسیدن تاکسی، از جمله مهم ترین علت های استفاده نکردن افراد از تاکسی های اینترنتی بوده است.

۵. نتایج مدل سازی

به طور خلاصه، روند کلی انجام مدل سازی در شکل ۶ مشاهده می شود. همان طور که ذکر شد، در مطالعه ی حاضر، دو نوع متغیر وابسته تعریف شده است، متغیر میزان استفاده از تاکسی اینترنتی قبل و بعد از کرونا و متغیر تغییرات میزان استفاده از تاکسی اینترنتی بعد از کرونا که به علت طبیعت و نوع داده های گردآوری شده جهت جامعیت مدل سازی برای متغیرهای نوع اول از مدل های لوجیت رتبه یی و برای متغیر نوع دوم از مدل لوجیت دوگانه استفاده شده است. در این راستا، مدل های متعددی ساخته



شکل ۵. نقش ویژگی های عملکردی سیستم و نگرشی کاربران برای استفاده نکردن از تاکسی اینترنتی.



شکل ۶. نمودار روند کلی انجام مدل سازی.

شده است که از میان آن ها مدل های ارائه شده در جدول های ۴، ۵ و ۷ برگزیده شده اند. ۲. ضریب متغیر نداشتن خودروی شخصی، علامت مثبت دارد. یعنی نداشتن خودروی شخصی با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه ای مستقیم دارد.

۳. ضریب متغیر قشر اجتماعی با درآمد سطح یک، علامت منفی دارد. یعنی مسافران با درآمد زیر ۳/۵ میلیون تومان (کم درآمدتر)، نسبت به سایرین کمتر از تاکسی اینترنتی استفاده می کنند؛ بنابراین درآمد کم با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه ای معکوس دارد.

۴. ضریب متغیر گران بودن کرایه، علامت منفی دارد. یعنی مسافرانی که معتقد به گرانی کرایه تاکسی اینترنتی هستند، کمتر از سایرین از تاکسی اینترنتی استفاده می کنند؛ بنابراین گرانی کرایه با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه ای معکوس دارد.

۱.۵. نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه یی قبل از کرونا

نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه یی قبل از کرونا در جدول ۴ ارائه شده است که جهت ساخت آن، متغیر وابسته میزان استفاده ای افراد از تاکسی اینترنتی قبل از کروناست که در جدول ۱ با عنوان کد جدید، تعریف و رتبه بندی شده است.

۱. مثبت بودن ضرایب متغیرهای هدف سفرهای تفریحی، کاری و تحصیلی با تاکسی اینترنتی نشان می دهد مسافرانی که معمولاً به ترتیب دارای هدف های مذکور هستند، نسبت به سایرین بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده می کنند.

جدول ۴. نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ی قبل از کرونا.

سطح معناداری	متغیر	تعریف متغیر
۰/۰۰۰۲	***۰/۲۵۷۷	هدف سفر کاری
۰/۰۰۰۱	***۰/۳۱۹۲	هدف سفر تفریحی
۰/۰۲۵۸	**۰/۱۷۶۲	هدف سفر تحصیلی
۰/۰۰۰۵	***۰/۲۳۵۲	نداشتن خودروی شخصی
۰/۰۹۹۸	* - ۰/۴۲۸۳	درآمد سطح یک (زیر ۳/۵ میلیون تومان)
۰/۰۶۱۷	* - ۰/۱۴۷۹	گران بودن کرایه
۰/۰۰۶۳	*** - ۰/۷۱۴۹	مدرک فوق لیسانس به بالا داشتن
	-۳۱۸/۳۲	LL(۰)
	-۲۸۳/۶۴	LL(β)
	۰/۱۰۹	ρ ^۲

جدول ۵. نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ی بعد از کرونا.

سطح معناداری	متغیر	تعریف متغیر
۰/۰۰۰۱	***۰/۲۹۳	هدف سفر کاری
۰/۰۱۷۴	**۰/۱۹۹	هدف سفر تفریحی
۰/۰۰۰۰	*** - ۱/۲۷۴	ویروس کرونا
۰/۰۰۰۰	***۰/۳۶۱	نداشتن خودروی شخصی
۰/۰۰۳۳	***۰/۸۷۶	درآمد سطح یک (زیر ۳/۵ میلیون تومان)
۰/۰۶۴۶	*۰/۱۴۰	نبود پارکینگ در مقصد
۰/۰۱۳۲	** - ۰/۶۸۷	مدرک فوق لیسانس به بالا داشتن
	-۲۹۴/۷۷	LL(۰)
	-۲۳۳/۶۷	LL(β)
	۰/۲۴۱	ρ ^۲

جدول ۶. تعریف متغیر وابسته‌ی لوجیت دوگانه‌ی تغییرات تقاضا.

تغییرات	فراوانی نسبی (درصد)	کد جدید	توضیحات	فراوانی نسبی (درصد)
+۴	۰/۴۳			
+۳	۱/۷۱		مسافری که میزان	
+۲	۳/۰۰	۰	استفاده خود را افزایش	۴۸/۹۳
+۱	۹/۴۴		دادند یا تغییری ندادند	
۰	۳۴/۳۳			
تغییرات	فراوانی نسبی (درصد)	کد جدید	توضیحات	فراوانی نسبی (درصد)
-۱	۲۳/۶			
-۲	۹/۰۱		مسافری که میزان	
-۳	۹/۸۷	۱	استفاده خود را کاهش	۵۱/۰۷
-۴	۳/۸۶		دادند	
-۵	۲/۵۷			
-۶	۲/۱۴			

جدول ۷. نتایج پرداخت مدل لوجیت دوگانه‌ی تغییرات تقاضا.

تعریف متغیر	ضریب	سطح معناداری
ویروس کرونا	۰/۸۱۲/***	۰/۰۰۰۱
نداشتن خودروی شخصی	۰/۱۷۹۴/ - ***	۰/۰۰۷۶
تأثیر افزایش قیمت بنزین	۰/۶۲۵۵/ - **	۰/۰۱۷۹
کارمند خصوصی یا دولتی بودن	۰/۷۸۰۱/ - **	۰/۰۲۲۲
هدف سفر تحصیلی	۰/۱۲۹۸/	۰/۱۴۹۶
$LL(0)$	-۱۶۱/۴۴۹	
$LL(\beta)$	-۱۲۹/۱۴۱	
ρ^2	۰/۲۰۰	

جدول ۸. اثر حاشیه‌یی متغیرهای توضیحی در مدل لوجیت دوگانه.

متغیر	اثر حاشیه‌یی
نداشتن خودروی شخصی	۰/۰۳۳۵/ -
ویروس کرونا	۰/۱۵۱۷/
افزایش قیمت بنزین	۰/۱۱۷۰/ -
کارمند خصوصی یا دولتی بودن	۰/۱۴۵۶/ -
هدف سفر تحصیلی	۰/۰۲۴۲/

۱. ضریب متغیر تأثیر ویروس کرونا در تغییرات میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، علامت مثبت دارد. یعنی شیوع کرونا باعث شده است که مسافران نسبت به قبل، کمتر از تاکسی اینترنتی استفاده کنند.

۲. ضریب متغیر نداشتن خودروی شخصی در تغییرات میزان استفاده از آن، علامت منفی دارد. یعنی مسافرانی که امکان استفاده از خودروی شخصی را ندارند، نسبت به دیگران، تمایل کمتری به کاهش میزان استفاده‌ی خود از تاکسی اینترنتی نشان داده و میزان استفاده‌ی خود را نسبت به قبل یا افزایش داده و یا تغییری نداده‌اند.

۳. ضریب متغیر افزایش قیمت بنزین در تغییرات میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، دارای علامت منفی است. یعنی افزایش قیمت بنزین باعث استفاده‌ی بیشتر افراد از خدمات تاکسی اینترنتی شده و همچنین از کاهش استفاده‌ی مسافران از خدمات مذکور جلوگیری کرده است.

۴. ضریب متغیر تأثیر کارمند سازمان دولتی یا خصوصی بودن در تغییرات میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، علامت منفی دارد. یعنی بعد از کرونا، مسافرانی که کارمند بوده‌اند، نسبت به سایرین تمایل کمتری به کاهش میزان استفاده خود از تاکسی اینترنتی نشان داده و میزان استفاده‌ی خود را نسبت به قبل یا افزایش داده و یا تغییری نداده‌اند.

۵. با توجه به اینکه ضریب متغیر هدف سفر تحصیلی در مدل معنادار نشده است (سطح معناداری ۰/۱۵٪)، می‌توان بیان کرد که هدف سفر تحصیلی در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی تأثیر نداشته است. با توجه به اینکه بعد از شیوع کرونا، بیشتر آموزش‌های حضوری لغو و به صورت غیرحضوری و مجازی تشکیل شده‌اند، نتیجه‌ی اخیر منطقی است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مدل لوجیت دوگانه‌ی تغییرات تقاضا در جدول ۷، اثر حاشیه‌یی برای متغیرهای مختلف توضیحی مدل مذکور در جدول ۸ ارائه شده است.

۱. نداشتن خودروی شخصی نسبت به داشتن خودروی شخصی باعث ۰/۰۳۳۵٪ درصد کاهش میزان تغییرات استفاده از تاکسی اینترنتی شده است. یعنی باعث استفاده‌ی بیشتر افراد از تاکسی اینترنتی شده است.

۲. یک واحد افزایش در متغیر شیوع کرونا، باعث ۰/۱۵۱۷٪ درصد افزایش میزان تغییرات استفاده از تاکسی اینترنتی شده است. یعنی باعث استفاده‌ی کمتر افراد از تاکسی اینترنتی شده است که با توجه به نتیجه‌ی حاصل، مهم‌ترین عامل نیز شناخته شده است.

۳. یک واحد افزایش در متغیر افزایش قیمت بنزین، باعث ۰/۱۱۷٪ درصد کاهش میزان تغییرات استفاده از تاکسی اینترنتی شده است. یعنی باعث استفاده‌ی بیشتر افراد از تاکسی اینترنتی شده است.

۵. ضریب متغیر نداشتن مدرک کارشناسی ارشد به بالا، علامت منفی دارد. یعنی مسافرانی که مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر دارند، کمتر از سایرین از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند.

۲.۵. نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌یی بعد از کرونا

نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌یی بعد از کرونا در جدول ۵ ارائه شده است که جهت ساخت آن، از متغیر وابسته‌ی میزان استفاده‌ی افراد از تاکسی اینترنتی بعد از کرونا که در جدول ۱ با عنوان کد جدید معرفی شده است، تعریف و رتبه‌بندی شده است.

۱. مثبت بودن ضرایب متغیرهای هدف سفرهای کاری و تفریحی با تاکسی اینترنتی نشان می‌دهد که مسافرانی که معمولاً هدف سفرهای کاری و تفریحی دارند، نسبت به سایرین بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند.

۲. ضریب منفی در متغیر تأثیر کرونا در استفاده نکردن از تاکسی اینترنتی، یعنی وجود کرونا با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه‌ی معکوس دارد.

۳. ضریب مثبت در متغیر نداشتن خودروی شخصی، یعنی نداشتن خودروی شخصی با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه‌ی مستقیم دارد.

۴. ضریب متغیر قشر اجتماعی با درآمد سطح یک، علامت منفی دارد. یعنی مسافران با درآمد زیر ۳/۵ میلیون (کم درآمدتر)، نسبت به سایرین کمتر از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند؛ بنابراین درآمد کم با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی رابطه‌ی معکوس دارد.

۵. علامت ضریب متغیر نبود پارکینگ در مقصد سفر، مثبت است؛ یعنی نبود پارکینگ یا سخت پیدا شدن جای پارک خودرو در مقصد سفر، با میزان استفاده از تاکسی اینترنتی، رابطه‌ی مستقیم دارد.

۶. ضریب متغیر نداشتن مدرک کارشناسی ارشد به بالا، علامت منفی دارد. یعنی مسافرانی که مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر دارند، کمتر از سایرین از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند.

۳.۵. نتایج پرداخت مدل لوجیت دوگانه‌ی تغییرات تقاضای کاربران بعد از کرونا

جهت ساخت مدل لوجیت دوگانه‌ی مذکور، متغیر وابسته عبارت از تغییرات میزان استفاده‌ی افراد از تاکسی اینترنتی قبل و بعد از کرونا بوده است که در جدول ۶ دسته‌بندی شده است. نتایج پرداخت مدل لوجیت دوگانه‌ی تغییر تقاضا کاربران در جدول ۷ ارائه شده است.

- نشان می‌دهد که بعد از کرونا، مسافرانی که معمولاً هدف سفرهای تفریحی و تحصیلی دارند، نسبت به سایرین میزان استفاده‌ی خود از تاکسی اینترنتی را بیشتر کاهش داده‌اند، که علت این امر می‌تواند غیرحضور بودن در کشور، فاصله‌گذاری اجتماعی، و ممنوعیت‌های استفاده از اماکن تفریحی باشد.
۳. افراد فاقد خودروی شخصی نسبت به افراد دارای خودروی شخصی، بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده کرده و پس از کرونا، میزان استفاده‌ی خود را کمتر کاهش داده‌اند.
۴. افزایش قیمت بنزین باعث استفاده‌ی بیشتر افراد از خدمات تاکسی اینترنتی و نیز مانع کاهش استفاده‌ی ایشان از تاکسی اینترنتی بعد از کرونا شده است.
۵. کارمندان نسبت به سایرین تمایل کمتری به کاهش میزان استفاده‌ی خود از تاکسی اینترنتی بعد از کرونا نشان داده و میزان استفاده‌ی خود را کاهش نداده‌اند.
۶. مسافرانی که اظهار به گرانی کرایه‌ی تاکسی اینترنتی داشتند، کمتر از سایرین از تاکسی اینترنتی استفاده کرده‌اند، بنابراین گرانی کرایه در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی تأثیر منفی داشته است.
۷. مسافران کم درآمد نسبت به سایرین کمتر از تاکسی اینترنتی استفاده کرده‌اند؛ بنابراین درآمد کم، در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی تأثیر منفی داشته است.
۸. نبود پارکینگ یا سخت پیدا شدن جای پارک خودروی شخصی در مقصد سفر، در میزان استفاده از تاکسی اینترنتی نقش مثبت داشته است.
۹. بیشتر کاربران تاکسی اینترنتی، دارای تحصیلات دانشگاهی و جوانان ۲۳ تا ۴۰ سال بوده و کاربران کم درآمد که مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر داشته‌اند، کمتر از سایرین از تاکسی استفاده کرده‌اند.

نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به مدیران شهری در سیاست‌هایی که میزان استفاده از تاکسی اینترنتی را کنترل می‌کند، کمک کند. طبق نتایج به دست آمده، شیوع کرونا نقش مهمی در کاهش تقاضای تاکسی‌های اینترنتی داشته است؛ بنابراین باید در جهت رفع این مشکل کوشش کرد تا در شرایط کرونا، مردم با اطمینان خاطر بالاتری از تاکسی‌های اینترنتی برای انجام سفرهایشان استفاده کنند. با توجه به اینکه هزینه‌ی کرایه‌ها نسبتاً گران است و مردم با سطح درآمدی پایین‌تر نمی‌توانند از خدمات تاکسی‌های اینترنتی استفاده کنند و اینکه اثر نبود پارکینگ در مقصد سفر باعث استفاده‌ی بیشتر مردم از خدمات مذکور شده است، پیشنهاد می‌شود با تشویق مردم به استفاده‌ی کمتر از خودروی شخصی و افزایش هزینه‌ی استفاده از آن، مانند: افزایش هزینه‌ی پارک حاشیه‌یی در خیابان‌ها و کاهش قیمت کرایه‌ها، مردم را به استفاده از خدمات تاکسی‌های اینترنتی ترغیب کرد.

۴. کارمند خصوصی یا دولتی بودن نسبت به کارمند نبودن، باعث ۱۴۵۶/۰ درصد کاهش میزان تغییرات استفاده از تاکسی اینترنتی شده است. یعنی باعث استفاده‌ی بیشتر افراد از تاکسی اینترنتی شده است.
۵. یک واحد افزایش در متغیر هدف سفر تحصیلی، باعث ۳۴۲/۰ درصد افزایش میزان تغییرات استفاده از تاکسی اینترنتی شده است. یعنی باعث استفاده‌ی کمتر افراد از تاکسی اینترنتی شده است.

۶. نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش بی‌رویه‌ی استفاده از خودروی شخصی و تردد خودروهای تک‌سرنشین، امروزه مشکلات تراکم و آلودگی هوا، دو مشکل اصلی محسوب می‌شوند. از این رو هر تلاشی که منجر به کاهش تعداد خودروهای تک‌سرنشین شود، می‌تواند در کاهش مشکلات ترافیکی و کاهش مصرف سوخت و آثار مخرب زیست‌محیطی آن تأثیرگذار باشد. یکی از راهکارها به منظور مدیریت و کاهش تعداد خودروهای تک‌سرنشین، استفاده از حمل‌ونقل‌های اشتراکی، مانند تاکسی‌های اینترنتی است. به دلیل ادامه‌ی بحران کوید - ۱۹، حمل‌ونقل شهری دچار تغییرات چشم‌گیری شده است، همچنین افزایش خطرهای مرتبط با مکان‌های شلوغ همراه با اقدام‌های فاصله‌گذاری اجتماعی در حمل‌ونقل‌های عمومی و اشتراکی، احتمالاً روی گزینه‌های معمول سفر مسافران تأثیر گذاشته است و انتظار می‌رود به دلایل ذکر شده، تمایل به استفاده از وسائط نقلیه‌ی عمومی و شبه‌عمومی کاهش یابد. بنابراین در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن تاکسی اینترنتی به عنوان یک شیوه‌ی حمل‌ونقل درون شهری، تأثیرگذاری کوید - ۱۹ در میزان تقاضای شیوه‌ی مذکور بررسی و همچنین عوامل مؤثر در افزایش و کاهش تمایل افراد برای استفاده از تاکسی اینترنتی تعیین شده است. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش حاضر، اقدام به طراحی پرسش‌نامه و توزیع آن شده و بر مبنای داده‌های حاصل از پرسشگری، پس از تحلیل اولیه‌ی داده‌ها (تحلیل آمار توصیفی)، ساخت مدل‌های لوجیت رتبه‌یی و لوجیت دوگانه صورت گرفته است. مهم‌ترین نتایج مطالعه‌ی حاضر عبارت‌اند از:

۱. شیوع کرونا باعث شده است که مسافران نسبت به قبل، از تاکسی اینترنتی کمتر استفاده کنند.
۲. تا قبل از کرونا، مسافرانی که معمولاً به ترتیب دارای هدف سفرهای تفریحی، کاری، و تحصیلی بودند، نسبت به سایرین بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کردند و بعد از کرونا مسافرانی که معمولاً به ترتیب دارای هدف سفرهای کاری و تفریحی بوده‌اند، نسبت به سایرین بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده کرده‌اند. این نتیجه

پانویس‌ها

1. ride-hailing
2. online
3. global positioning system
4. Paronda
5. Manila

6. Felipe
7. bivariate ordered probit
8. Clewlow & Mishra
9. Alemi
10. Samadzad & Lesteven
11. Thakur
12. intermediate public transport (IPT)
13. Acheampong

14. Nian
15. lag model spatial (SLM)

منابع (References)

1. Shahanvaz, S. and Daliri, H. "Assessment of the ecological footprint of transportation in Rasht city", *12th Iran Transportation and Traffic Engineering Conference*, Tehran (in Persian) (2013).
2. Li, Z., Hong, Y. and Zhang, Zh. "Do On-demand ride-sharing services affect traffic congestion? evidence from uber entry", Available at SSRN (Aug. 30, 2016).
3. Rezaei, H. "The Effect of even or odd range pricing on device selection (Case study: Tehran)", Master Thesis, Transportation Planning Engineering, Tarbiat Modares University, Faculty of Civil Engineering and Environment (in Persian) (2020).
4. Rahmani, N., Sarhang Ramezan Aghaei, R. and Salami, M. "The role of the coalition in transportation and traffic and strategies for Its application in the country", *13th International Conference on Transportation and Traffic Engineering*, Tehran (in Persian) (2014).
5. Kheyri, A. "Proposing a model on internet taxis demand", Master Thesis, Transportation Planning Engineering, Tarbiat Modares University, Faculty of Civil Engineering and Environment (in Persian) (2021).
6. Palak, T., Mookerjee, P., Jain, A. and et al. "Impact of COVID-19 on urban mobility in India: Evidence from a perception study", The Energy and Resources Institute, Darbari Seth Block, India Habitat Centre, Lodhi Road, New Delhi - 110 003, India (2020).
7. Dawes, M. "Perspectives on the Ridesourcing Revolution: Surveying individual attitudes toward Uber and Lyft to inform urban transportation policymaking", Massavhustts Institue of Technology (2016).
8. Dewey, O.F. and Rayle, L. "How Ridesourcing Went from 'Rogue' to Mainstream in San Francisco", Harvard University Graduate School of Design, 41 p. (2016).
9. Mohamadi, R., Kheirati Kazerooni, A. and et al. "Development of multiple logistics model (Case Study, Amir Kabir University of Technology)", *14th International Conference on Transportation and Traffic Engineering*, Tehran (in Persian) (2016).
10. Paronda, A., Glenn, A., Regido, J.R.F. and et al. "Comparative analysis of transportation network companies (TNCs) and conventional taxi services in Metro Manila", *23rd Annual Conference of the Transportation*, pp. 1-12 (Aug., 2016).
11. Dias, F.F., Lavieri, P.S., Garikapati, V.M. and et al. "A behavioral choice model of the use of car-sharing and ride-sourcing services", *Transportation, Springer*, **44**(6), pp. 1307-1323 (Nov., 2017).
12. Clewlow, R.R. and Mishra, G.S. "Disruptive transportation: the adoption, utilization, and impacts of ride-hailing in the United States", Institute of Transportation Studies, University of California, Davis (2017).
13. Alemi, F., Circella, G., Handy, S. and et al. "What influences travelers to use Uber? Exploring the factors affecting the adoption of on-demand ride services in California", *Travel Behaviour and Society*, **13**, pp. 88-104 (2018).
14. Lesteven, G. and Samadzad, M. "Ride-hailing, a new mode to commute? Evidence from Tehran, Iran", *Travel Behaviour and Society, Elsevier*, **22**, pp. 175-185 (2021).
15. Acheampong, R.A., Siiba, A., Okyere, D.K. and et al. "Mobility-on-demand: An empirical study of internet-based ride-hailing adoption factors, travel characteristics and mode substitution effects", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, **115**, pp. 102638 (2020).
16. Nian, G., Peng, B., Sun, D. and et al. "Impact of COVID-19 on urban mobility during post-epidemic period in megacities: From the perspectives of taxi travel and social vitality", *Sustainability*, **12**(19), pp. 7954 (2020).
17. Said, M., Soria, J. and Stathopoulos, A. "Shifting mobility behaviors in unprecedented times: Intentions to use on-demand ride services during the COVID-19 pandemic", Transportation Research Board, Computers and Society (2021).
18. Ben-Akiva, M. and Ierman, S.R. "Discrete choice analysis: theory and application", The MIT Press, 1st edition (Dece. 18, 1985).
19. Ortuzar, J. and Willumsen, L.G. "Modelling transport. John Wiley & Sons. to travel demand", The MIT Press, 5th Printing, 1993 (2011).
20. McKelvey, R.D. and Zavoina, W. "A Statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables", *Journal of Mathematical Sicology*, **4**, pp. 103-120 (1945).
21. Cochran, W., *Sampling Techniques*, 3rd Edition, New York, John Wiley & Sons (1977).