

مدل‌سازی تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودروی شخصی در دوران

کرونا با تمرکز بر بررسی یک شهر بزرگ و یک شهر کوچک

سیدرضا اسماعیل‌زاده، دانشجوی دکترا گروه برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

امیررضا ممدوحی (مسئول مکاتبات)، دانشیار گروه برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

چکیده

امروزه مبحث تاکسی‌های اینترنتی تبدیل به موضوع مهمی برای عملکرد روزانه‌ی مردم شده است و می‌توان آن را حتی به صورت یک شیوه حمل‌ونقلی جداگانه در نظر گرفت. در این پژوهش به بررسی جزئی تأثیر تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی در دوران کرونا پرداخته می‌شود. این بررسی با طراحی فرآیند گردآوری داده از طریق پرسشنامه انجام می‌شود. این پرسشنامه در قالب چهار بخش طراحی شد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها که به صورت آنلاین انجام شده بود، از تعداد ۶۸۱ داده پس از اعتبارسنجی و پالایش داده‌ها، ۵۹۸ داده برای مدل‌سازی استفاده شد. سپس برای بررسی تأثیرات تاکسی اینترنتی بر استفاده افراد از خودروی شخصی در شرایط کرونا از مدل انتخاب گسسته چندگانه با بهره‌گیری از روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی (PCA) برای کاهش بعد متغیرهای تکراری استفاده شد. سپس اثرات حاشیه‌ای نیز با روش شبیه‌سازی محاسبه شد. نتایج نشان داد که در دوران کرونا افراد از خودروی شخصی نسبت به تاکسی‌های اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند. در ضمن افرادی که تحصیلات دکترا دارند نسبت به سایرین در دوران کرونا از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند. ضمن نتایج اثرات حاشیه‌ای نشان داد که با تغییر شهر محل سکونت از شهر کوچک بیرجند به کلان‌شهر تهران تمایل به تاکسی اینترنتی افزایش و تمایل به خودروی شخصی کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تاکسی اینترنتی، وابستگی به خودروی شخصی، کرونا

۱. مقدمه

تصمیم‌گیری و انتخاب‌های آن‌ها شده است. انتخاب نوع شیوهی سفر نیز از آن مستثنا نیست. ادبیات مرتبط با این موضوع به تاکسی اینترنتی و عوامل تأثیرگذار بر انتخاب این شیوه و برتری آن نسبت به سایر گزینه‌های حمل‌ونقلی یا نقاط ضعف آن و همچنین تغییر دیدگاه مردم در استفاده از آن به نسبت خودرویی شخصی یا سایر شیوه‌های سفر پرداخته‌اند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

برای فراهم کردن آرامش خاطر و اطمینان مسافران برای رعایت فاصله‌گذاری اجتماعی، شرکت‌های تاکسی اینترنتی در دوران کرونا قوانینی خاصی وضع کردند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از: سوار شدن از در عقب برای دور بودن از راننده، محدودیت تعداد مسافر، استفاده اجباری راننده از ماسک و جداکننده‌های پلاستیکی فضا. علیرغم این اقدامات، به نظر می‌رسد که همه‌گیری کرونا به‌طور قابل توجهی بر رفتار سفر، به‌ویژه انتخاب شیوهی سفر تأثیر گذاشته است. مطالعات اولیه نشان داده است که تمایل کمتری برای استفاده از شیوه‌هایی وجود دارد که در آن امکان برخورد با افراد غریبه در طول سفر وجود دارد. به‌طور خاص، به نظر می‌رسد که این بیماری همه‌گیر منجر به افزایش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و شیوه‌های فعال (یعنی پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری) شده است. علاوه بر آن، وضعیت جدید، باعث کاهش استفاده از حمل‌ونقل عمومی و خدمات تاکسی اینترنتی شده است. در پژوهش دیگری که در تورنتو برداشت شده است، ۳۳ درصد پاسخ‌دهندگان از تاکسی اینترنتی در دوران کرونا به نسبت قبل از کرونا، کمتر استفاده کرده‌اند، درحالی‌که ۱۱ درصد افراد گزارش کردند که از تاکسی اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند و ۵۶ درصد افراد تغییری در استفاده‌ی آن‌ها از تاکسی اینترنتی مشاهده نشده است. وقتی از افرادی که از تاکسی اینترنتی در دوران کرونا بیشتر استفاده کرده‌اند، دلیل این امر پرسیده شد، تقریباً ۳۰ درصد از پاسخ‌دهندگان به غیرقابل اعتماد شدن حمل‌ونقل عمومی اشاره کردند، درحالی‌که ۲۹ درصد اشاره نمودند که نمی‌توانند یا مایل به استفاده از حمل‌ونقل عمومی نیستند.

یکی از راه‌های مؤثر برای کاهش استفاده افراد از خودرویی شخصی جایگزین کردن آن با شیوه‌های سفر همگانی یا شبه همگانی است. مدیریت تقاضای حمل‌ونقل برای کاهش سفرهای با خودرویی شخصی می‌تواند تأثیر مستقیم و به سزایی داشته باشد. تاکسی‌های اینترنتی به‌عنوان یک شیوهی سفر شبه همگانی برای کاهش وابستگی افراد به خودرویی شخصی گزینه مناسبی هستند. به همین دلیل مطالعه‌ی رفتار سفر افراد برای استفاده از خودرویی شخصی و تاکسی اینترنتی می‌تواند اطلاعات مناسبی برای مدیریت تقاضای سفر در اختیار تصمیم‌سازان قرار دهد. با توجه به شباهت‌های زیاد خودرویی شخصی و تاکسی اینترنتی محتمل‌ترین گزینه برای جایگزینی خودرویی شخصی در مرحله‌ی اول به‌منظور کاهش وابستگی افراد به خودرویی شخصی، تاکسی اینترنتی است. در ضمن تاکسی اینترنتی نسبت به خودرویی شخصی یک وسیله نقلیه قابل مدیریت‌تر است. از این‌رو در این پژوهش تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودرویی شخصی مورد بررسی قرار گرفته است.

علاوه بر موارد فوق، با توجه به همه‌گیری ویروس کرونا در کشور، رفتار سفر مردم و انتخاب شیوهی سفر آن‌ها با تغییراتی مواجه شده است. با توجه به فاصله‌گذاری اجتماعی و پروتکل‌های بهداشتی جدید، افراد بیشتر به استفاده از شیوه‌های سفر خصوصی متمایل‌اند. البته تاکسی اینترنتی و خودرویی شخصی، هر دو به‌عنوان شیوه‌های سفر خصوصاً مطرح‌اند. با بررسی بیشتر و دقیق‌تر روی این موضوع، می‌توان به رفتار مردم در نوع انتخاب میان این دو شیوه سفر با ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی مختلف، پی برد و از نتایج آن برای مدیریت تقاضای حمل‌ونقل استفاده کرد.

۲. ادبیات پژوهش

در دوره‌ی همه‌گیری کرونا، تعطیلی‌های پی‌درپی و فاصله‌گذاری اجتماعی موجب تغییر در شیوهی زندگی مردم و تغییر در نحوه‌ی

۳. روش پژوهش

در این بخش، به روش‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده در این پژوهش، اشاره می‌شود. روند کلی به این صورت است که ابتدا فرآیند گردآوری داده از طریق پرسشنامه طراحی می‌شود. سپس پرسشنامه طراحی شده در قالب چهار بخش اطلاعات کلی سفر، متغیرهای نگرشی (به صورت طیف لیکرت)، متغیرهای اجتماعی اقتصادی افراد و اطلاعات مربوط به یک سفر خاص، به صورت اینترنتی جمع‌آوری شده و فرآیند جمع‌آوری داده انجام می‌شود. پس از آن متغیرهای مورد استفاده در فرآیند مدل‌سازی کدگذاری می‌شوند. برای ورود داده‌های مربوط به متغیرهای نگرشی با توجه به تعداد بالا و هم‌بستگی برخی از آن‌ها از روش مؤلفه‌های اصلی برای کاهش ابعاد داده استفاده می‌شود. در مرحله ی بعد متغیرها به مدل معرفی شده و فرآیند مدل‌سازی با مدل انتخاب گسسته لوجیت انجام می‌شود. در نهایت با محاسبه‌ی اثرات حاشیه‌ای متغیرها و بررسی نتایج مدل، تحلیل‌های نهایی انجام می‌شود.

برای بررسی رفتار افراد از مدل‌های مختلفی استفاده می‌شود. معمولاً زمانی که متغیر وابسته و مستقل مدل، پیوسته باشند، ارتباط میان آن‌ها با یک رگرسیون خطی ساده قابل بررسی است. از طرف دیگر در صورتی که متغیر وابسته شامل مقادیر گسسته باشد با یک مدل انتخاب گسسته مانند مدل لوجیت چندگانه، مسئله قابل حل است.

۳-۱ مدل انتخاب گسسته

به‌طور کلی، با توجه به این که نمی‌توان تمام عوامل مؤثر بر انتخاب فرد را در نظر گرفت، مطلوبیت هر گزینه شامل دو بخش قابل اندازه‌گیری و تصادفی است:

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

که در آن:

U_{ni} : مطلوبیت گزینه i برای فرد n ,

V_{ni} : بخش قابل اندازه‌گیری مطلوبیت،

ε_{ni} : بخش تصادفی مطلوبیت.

علاوه بر این، تقریباً ۲۵ درصد از افراد، به دلیل تمایل به اجتناب از وسایل نقلیه شلوغ یا مناطق شلوغ، تاکسی اینترنتی را انتخاب کردند. دلایل دیگر این تغییر عبارت‌اند از نگرانی‌های بهداشتی (۴۷ درصد)، تمایل به اجتناب از فضاها و سطوح مشترک (۴۲ درصد) و نگرانی در مورد تمیزی وسایل نقلیه و توانایی رعایت فاصله اجتماعی (هر کدام ۳۲ درصد). تا زمانی که این نگرانی‌ها وجود داشته باشد، شرکت‌های تاکسی اینترنتی ممکن است در هنگام تلاش برای جذب مشتریان به خدمات خود با چالش‌هایی مواجه شوند، در حالی که کرونا و بیماری‌های مشابه، هنوز یک تهدید برای سلامت عمومی در نظر گرفته می‌شوند. در تحقیق دیگری مشخص شد که در دوره‌ی کرونا خودروی شخصی بیش از سایر شیوه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است و از حدود ۱۸ درصد استفاده قبل از کرونا به حدود ۴۸ درصد استفاده بعد از کرونا رسیده است و استفاده از تاکسی اینترنتی حدود ۳ درصد کاهش داشته است. در پژوهش دیگری که در سال ۱۴۰۱ انجام شد، مشخص شد که با ظهور تاکسی اینترنتی افراد از خودروی شخصی کمتر استفاده می‌کنند و تاکسی اینترنتی نقش مؤثری در کاهش وابستگی افراد به خودروی شخصی داشته است اما در این تحقیق موضوع کرونا مورد بررسی قرار نگرفته بود.

لازم به ذکر است که در اکثر مقالات به بررسی تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی در قالب مدل‌های انتخاب وسیله و به صورت جداگانه پرداخته شده بود اما تحقیقی که به صورت جزئی به اثرات متقابل این دو شیوه‌ی سفر پردازد مشاهده نشد که برای آشکار کردن اثر واقعی آن‌ها به این موضوع پرداخته شده است. در ضمن بررسی متغیرهای نگرشی و تأثیر نگرش افراد بر این موضوع نیز مسئله‌ی دیگری بود که کمتر به آن پرداخته شده بود که در این تحقیق متغیرهای نگرشی هم برای مدل‌سازی رفتاری بررسی شدند.

حاصل ضرب احتمال وقوع هم‌زمان مشاهدات بیشترین مقدار را به خود اختصاص دهد.

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i \in C_n} (P_{in})^{y_{in}} \quad (4)$$

N : تعداد افراد تصمیم‌گیرنده،

y_{in} : اگر شخص گزینه i را انتخاب کند مقدار آن یک و در غیر این صورت صفر است،
 P_{in} : احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد.

برای پیشینه نمودن عبارت بالا، می‌توان از آن مشتق جزئی گرفته و مقدار آن را برابر صفر قرار داد. البته در این امر لگاریتم گرفتن از عبارت ۴ در اولویت قرار دارد. در نتیجه با جایگذاری مقادیر ارائه شده برای مدل لوجیت داریم:

$$LL(\beta) = \sum_n \sum_i y_{in} \cdot (\beta' \cdot X_{in}) - Ln \sum_{j \in C_n} e^{\beta \cdot X_{jn}} \quad (5)$$

با این روش و برابر صفر قرار دادن مشتق‌های جزئی عبارت، مدل لوجیت پرداخت می‌شود.

۳-۳ نیکویی برازش

مقایسه مدل‌های مختلف ساخته شده با ضریب نیکویی برازش انجام می‌شود. طبق این شاخص برازش، آماره‌ی برازندگی کل مدل برآورد شده و میزان بهتر شدن مدل سنجیده می‌شود.

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (6)$$

معادله‌ی ۶ یکی از پرکاربردترین شاخص‌های برازش است که برای مقایسه‌ی مدل‌ها از آن استفاده می‌شود. این شاخص مانند R^2 در مدل رگرسیون محسوب می‌شود با این تفاوت که اگرچه در مدل رگرسیون هرچه ضریب یاد شده به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی بهتر بودن مدل است؛ در مدل‌های لوجیت از این ضریب، فقط برای مقایسه میان مدل‌ها استفاده می‌شود.

۴-۳ روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی (PCA)

برای تحلیل داده‌های بزرگ یا داده‌هایی که در روند مدل‌سازی آنها، باید متغیرهای زیادی مورد بررسی قرار گیرد معمولاً پژوهشگران به دنبال روشی برای ساده‌تر کردن مراحل مدل‌سازی

همان‌طور که در رابطه‌ی ۱ مشخص است، تابع مطلوبیت متشکل از دو عبارت است. عبارت اول که قابل اندازه‌گیری است می‌تواند شامل متغیرهایی مانند سن، هدف سفر، درآمد، مالکیت خودروی شخصی و سایر عوامل که از ویژگی‌های افراد در دسترس است، عبارت دوم که بخش تصادفی تابع مطلوبیت است شامل موارد غیرقابل اندازه‌گیری می‌شود که نمی‌توان آن‌ها را کمی کرد مانند تمامی عواملی که در مدل و تابع مطلوبیت دیده نشده‌اند.

مدل‌های انتخاب گسسته در توزیع عبارت تصادفی متفاوت هستند. مدل لوجیت از توزیع مستقل و یکسان گامبل^۱، پیروی می‌کند. احتمال اینکه فردی گزینه i را انتخاب کند، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{nj}}} \quad (2)$$

J_n : مجموعه گزینه‌هایی که در اختیار فرد قرار دارد.

درواقع در هر آزمایش، فقط بخش قابل اندازه‌گیری تابع مطلوبیت قابل برآورد است که بخش مدل‌سازی که با مدل‌های مختلف برآورد می‌شوند روی این بخش تمرکز دارد. این بخش قطعی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$V_{ni} = \beta_1 X_{ni1} + \beta_2 X_{ni2} + \dots + \beta_k X_{nik} \quad (3)$$

X : خصوصیات فرد،

β : ضرایب هر مشخصه در مدل لوجیت.

طبق معادلات مطرح شده و بررسی مدل لوجیت مشخص می‌شود که گزینه‌ها در این مدل از یکدیگر مستقل هستند که به آن فرض استقلال گزینه‌های نامرتب^۲ گفته می‌شود. طبق این فرض، ورود گزینه جدید در احتمال انتخاب گزینه‌های پیشین مؤثر است.

۲-۳ روش پرداخت مدل لوجیت

برای پرداخت مدل انتخاب گسسته با ساختار لوجیت از روش درستنمایی پیشینه^۳ استفاده می‌شود. بر اساس این روش، احتمال رخ دادن هر مشاهده بر مبنای پارامترها و مدل مورد استفاده، محاسبه شده و ضرایب توابع مطلوبیت به نوعی تعیین می‌شوند که

۳-۴-۲ برآورد مدل با روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی

روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای کاهش ابعاد داده‌ها و ساده‌سازی آن‌ها بسیار استفاده می‌شود. اگر N تعداد متغیر و n تعداد نمونه مدنظر باشد، مؤلفه‌ی اصلی k به صورت، $Z_K = (Z_{K1}, Z_{K2}, \dots, Z_{Kn})^T$ خواهد بود. ماتریس داده‌ها نیز به صورت $X = [X_{ij}]_{N \times n}$ قابل تعریف است. در ضمن ماتریس مؤلفه‌ی اصلی به صورت $[Z_{kj}]_{r \times n}$ معرفی می‌شود. لازم به ذکر است که Z دارای توزیع گوسی با میانگین صفر و واریانس واحد است.

$$Z \sim N(0, I) \quad (8)$$

I : ماتریس واحد

تحلیل مؤلفه‌های اصلی حالتی از تحلیل عاملی است که می‌تواند با دو تغییر بر روی آن حاصل شود.

$$X_{N \times n} = \Lambda_{N \times r} Z_{r \times n} + E_{N \times n} \quad (9)$$

E : ماتریس خطا دارای توزیع گوسی با میانگین صفر و ماتریس کوواریانس ψ است ($E \sim N(0, \psi)$).

X : ماتریس داده‌ها

Λ : ماتریس بارگذاری مؤلفه‌ها

در معادله بالا، ψ ماتریس قطری با درایه‌های ψ_i^2 به عنوان واریانس خطاها است.

در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ابتدا آن را به صورت همگرا در نظر گرفته می‌شود. این به آن معناست که هر عضو E واریانس‌های برابر $I = \sigma^2 \psi^2$ دارند، به این مدل را تحلیل مؤلفه‌های اصلی احتمالی گفته می‌شود. اگر حد این تحلیل مؤلفه اصلی احتمالی را زمانی که σ به صفر میل کند، مدنظر قرار دهیم، تحلیل مؤلفه اصلی استاندارد به دست می‌آید؛ بنابراین طبق مطالب گفته شده مدل تحلیل اجزای اصلی به صورت معادله زیر قابل بررسی است.

$$Z_{r \times n} = \Lambda_{N \times r}^T X_{N \times n} \quad (10)$$

با این مدل، ماتریس داده‌ها، روی محور مؤلفه‌های اصلی Z تصویر می‌شوند.

و تفسیر داده‌ها هستند. حال در شرایط خاصی می‌توان متغیرهای موجود با ویژگی‌های مختلف را با روش‌هایی مانند تحلیل مؤلفه‌های اصلی کاهش داد. این روش‌ها به کاهش بعد نیز مشهورند. تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA^4) از نوع یادگیری نظارت‌نشده است. این روش، برای استخراج ویژگی‌های مهم از همه‌ی متغیرهای موجود در کل داده است. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، یک مجموعه داده با ابعاد پایین‌تر نسبت به کل داده‌های اصلی استخراج می‌کند که باعث می‌شود داده‌های زیاد با تعداد متغیرهای محدودتری ثبت شوند.

۳-۴-۱ ساختار روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی

تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تکنیکی برای ایجاد متغیرهای جدید است که ترکیبی خطی از متغیرهای اصلی هستند. حداکثر تعداد متغیرهای جدیدی که می‌توان ایجاد کرد، برابر با تعداد متغیرهای اصلی است و متغیرهای جدید بین خودشان همبسته نیستند.

در روش مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌های متعدد در کنار یکدیگر قرار گرفته و سپس بارزترین مشخصه‌ها که در واقع بیانگر تفاوت‌ها است به عنوان مؤلفه‌های اصلی شناسایی می‌شوند و با این کار در واقع همبستگی شاخص‌ها از بین برده می‌شود. هدف این روش پیدا کردن ترکیب خطی از S شاخص X_1, X_2, \dots, X_N برای ایجاد شاخص‌های غیر وابسته Z_1, Z_2, \dots, Z_S است که در آن S کوچک‌تر یا مساوی N است. عدم وابستگی متغیرها به این معناست که شاخص‌ها هرکدام جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را نشان می‌دهند. بر اساس تعاریف، هدف از تحلیل اجزای اصلی انتقال مجموعه داده X با ابعاد N ، به داده‌ی Z با ابعاد S است. یک مؤلفه اساسی یک ترکیب خطی نرمال شده از متغیرهای توضیحی اصلی موجود در مجموعه داده است. در معادله زیر مؤلفه اساسی اول قابل مشاهده است.

$$Z_1 = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_N X_N \quad (11)$$

Z_1 : مؤلفه اصلی اول

X_N : متغیر توضیحی n ام

ضرایب مدل و اثرات جانبی و کشش متغیرها بر اساس نتایج حاصل از خروجی اجزای متفاوت مدل انجام می‌شود.

۴-۱ مدل تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به

خودروی شخصی در دوران همه‌گیری کووید ۱۹

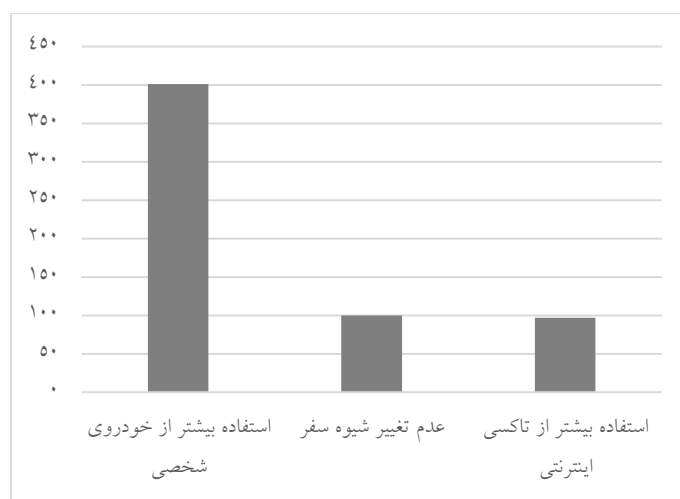
ابتدا در این بخش متغیر وابسته و آمار توصیفی مربوط به آن مورد بررسی قرار می‌گیرد سپس مدل نهایی برای تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودروی شخصی در دوران همه‌گیری ویروس کووید ۱۹ بررسی می‌شود.

طبق جدول ۱ و شکل ۱، حدود ۶۷ درصد افراد اظهار کرده‌اند که در دوران کرونا از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند. برای حدود ۱۶ درصد افراد شیوع بیماری کرونا در نوع شیوه سفر آن‌ها تغییری ایجاد نمی‌کند. ۱۶ درصد افراد نیز از تاکسی اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند.

جدول ۱. جدول تحلیل فراوانی متغیر تأثیر تاکسی اینترنتی بر

وابستگی به خودروی شخصی در دوران کرونا

متغیر وابسته	کد متغیر	فراوانی	
		مطلق	درصد
y	خودروی شخصی	۴۰۱	۶۷/۰۶
	عدم تغییر	۱۰۰	۱۶/۷۲
	تاکسی اینترنتی	۹۷	۱۶/۲۲
	مجموع	۵۹۸	۱۰۰/۰



شکل ۱. تحلیل فراوانی تأثیر ظهور تاکسی اینترنتی بر میزان استفاده از خودروی شخصی در دوران کرونا

در تحلیل اجزای اصلی هدف مدل این است که Λ طوری یافته شود که در دستنمایی $\Lambda\Lambda^T$ بیشینه شود. از منظر ریاضی، تعداد r مؤلفه‌ی اصلی، حاصل ترکیب خطی N متغیر است که موجب ایجاد یک دستگاه مختصات جدید با دوران دستگاه مختصات اصلی می‌شود. محورهای مختصات جدید می‌توانند توصیف بهتری از داده‌ها را مشخص کنند، زیرا این سیستم مختصات جدید جهت بیشینه تغییرات را نشان می‌دهند. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی همواره بر اساس ماتریس همبستگی یا کوواریانس به دست می‌آید. در نتیجه، مدل تحلیل اجزای اصلی، می‌تواند روش مناسبی برای استخراج بیشینه واریانس مجموعه داده‌ها برای هر مؤلفه باشد که این امر موجب تبدیل تعداد زیادی متغیر به مؤلفه‌های کمتر می‌شود.

۴. تحلیل داده‌ها

در این بخش، پس از ساختن مدل‌های مختلف و بررسی نکات مثبت و منفی هر مدل به گزارش بهترین مدل، پرداخته می‌شود. از این رو مدل انتخاب گسسته برای بررسی تأثیر تاکسی اینترنتی بر میزان استفاده از خودروی شخصی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این بخش به تحلیل تأثیر تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی بر اساس انتخاب مردم پرداخته می‌شود. در نهایت هم تفسیر

مدل‌سازی تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودروی شخصی در دوران کرونا با تمرکز بر بررسی یک شهر بزرگ و یک شهر کوچک

در ادامه‌ی این بخش به بررسی نتایج مدل با تمرکز بر دوره همه‌گیری کرونا پرداخته می‌شود. نتایج حاصل از مدل‌سازی در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲. نتایج پرداخت مدل لجیت چندگانه، متغیر وابسته (تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی مردم به خودروی شخصی پس از شیوع ویروس

(کرونا)

متغیرها	توضیحات متغیر	تابع مطلوبیت الف *	تابع مطلوبیت ب *	تابع مطلوبیت ج *
AI	ضریب ثابت	***۱,۲۶		-۰,۲۱ (-۱,۰۰)
AIM_CAR_RECREATION	متغیر مجازی هدف سفر تفریحی با خودروی شخصی	***۰,۴۵ (۲,۱۳)		
AIM_TAXI_HOME	متغیر مجازی هدف سفر به خانه با تاکسی اینترنتی	***-۰,۵۹ (-۲,۹۰)		
Pc_TIME	مؤلفه اصلی ششم-تأثیر زمان انتظار برای انتخاب تاکسی اینترنتی	***۰,۲۱ (۲,۱۸)		
BIRJAND	متغیر مجازی شهر محل سکونت بیرجند	***۰,۶۱ (۲,۱۶)		
RENT_HOME_ALONE	متغیر مجازی سکونت در خانه استیجاری به تنهایی	***-۱,۲۰ (-۱,۹۸)		
AIM_CAR_EDU	متغیر مجازی هدف سفر تحصیلی با خودروی شخصی	***-۰,۶۳ (-۲,۱۴)		
Pc_ECO	مؤلفه اصلی اول-متغیر نگرشی اقتصادی	***۰,۴۱ (۶,۳۴)	***۰,۵۳ (۷,۸۹)	
Pc_CP	مؤلفه اصلی سوم- متغیر نگرشی ترجیح خودروی شخصی	***۰,۱۴ (۲,۰۰)		
CITY_SAYER	متغیر مجازی شهر محل سکونت به غیر از تهران و بیرجند			*-۰,۴۹ (-۱,۸۹)
PHD	متغیر مجازی تحصیلات دکتری			*۰,۶۷ (۱,۶۵)
LL(0)				-۶۵۶,۹۷۰۱
LL(β)				-۴۳۲,۳۶۲۴۵
LL(C)				-۵۱۵,۵۲۴۸
ρ^2				۰,۳۴۱۹
ρ^2_c				۰,۱۶۱۳

*: تابع مطلوبیت الف: تابع مطلوبیت استفاده بیشتر از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی در دوران کرونا

*: تابع مطلوبیت ب: تابع مطلوبیت عدم تغییر شیوه سفر در دوران کرونا

*: تابع مطلوبیت ج: تابع مطلوبیت استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی در دوران کرونا

استفاده‌ی حداکثری افراد از خودروی شخصی این مورد نیز امری منطقی به نظر می‌رسد زیرا افراد در دوره‌ی کرونا به دلیل احتیاط‌های بهداشتی، خودروی شخصی را به تاکسی اینترنتی ترجیح می‌دهند.

متغیر دیگری که با ضریب منفی معنادار شده است مربوط به سکونت در خانه‌ی استیجاری به‌تنهایی است. با توجه به این که اغلب طبق آمار توصیفی، وابستگی بسیار کمی به خودروی شخصی دارند، طبیعی است که به استفاده از تاکسی اینترنتی حتی در دوران کرونا متمایل تر باشند.

۴-۱-۲ تابع مطلوبیت عدم تغییر شیوه سفر در دوران

کرونا

در گزینه دوم که احتمال عدم تغییر شیوه سفر افراد پس از کرونا است، ضریب متغیر مجازی مربوط به هدف سفر تحصیلی با خودروی شخصی منفی شده است؛ بنابراین، افرادی که باهدف سفر تحصیلی از خودروی شخصی استفاده می‌کنند، احتمال کمتری دارد که این گزینه را انتخاب کنند و در واقع تغییر شیوه سفر داشته‌اند. این تغییر شیوه‌ی سفر برای هدف تحصیلی، می‌تواند با توجه به مجازی شدن آموزش‌ها در دوران کرونا اتفاق افتاده باشد. ضریب مثبت مؤلفه اصلی اول که در واقع متغیر نگرشی اقتصادی افراد است، نشانگر این است که هرچه افراد دغدغه‌ی اقتصادی بیشتری برای انتخاب یک شیوه سفر داشته باشند، احتمال انتخاب گزینه دوم برای آن‌ها افزایش می‌یابد.

مثبت شدن ضریب مؤلفه‌ی اصلی سوم، به معنای این است که افرادی که از لحاظ نگرشی خودروی شخصی را ترجیح می‌دهند، احتمال بیشتری دارد که گزینه دوم را انتخاب کنند. این بدان معنی است که افرادی که خودروی شخصی را به تاکسی اینترنتی ترجیح می‌دهند تمایلی به تغییر شیوه‌ی سفر خود در دوره‌ی کرونا ندارند که به دلیل ملاحظات بهداشتی و مباحث

۴-۱-۱ تابع مطلوبیت استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی

نسبت به خودروی شخصی در دوران کرونا

در تابع مطلوبیت اول که مربوط به استفاده بیشتر از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی در دوران کرونا است، متغیر هدف سفر تفریحی با خودروی شخصی با ضریب مثبت معنادار شده است که نشانگر این است که افراد در دوران کرونا برای سفر تفریحی خود اغلب خودروی شخصی را به تاکسی اینترنتی ترجیح می‌دهند. با توجه به این که قبل از کرونا و در شرایط عادی افراد از تاکسی اینترنتی بیشتر با هدف سفر تفریحی استفاده می‌کردند، می‌توان گفت در دوران کرونا استفاده از تاکسی اینترنتی برای هدف سفر تفریحی جای خود را به خودروی شخصی داده است. متغیر دیگری که با ضریب مثبت معنادار شده است مربوط به متغیر مجازی شهر بیرجند^۵ است. این موضوع بیانگر این است که افراد ساکن بیرجند نسبت به سایرین، با احتمال بیشتری این گزینه را انتخاب کرده‌اند که یعنی از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند که با توجه به ساختار شهری و تازه بودن مبحث تاکسی اینترنتی و عدم آشنایی برخی افراد نسبت به این موضوع طبیعی به نظر می‌رسد.

متغیر دیگری که با ضریب مثبت معنادار شده است، مؤلفه‌ی اصلی مربوط به اهمیت زمان انتظار است. افراد برای رسیدن خودروی تاکسی اینترنتی باید زمانی را منتظر بمانند اما برای خودروی شخصی فقط لازم است به پارکینگ مراجعه کنند؛ بنابراین افرادی که زمان انتظار برای آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است در دوران کرونا ترجیح می‌دهند از خودروی شخصی استفاده کنند.

متغیر هدف سفر بازگشت به منزل با تاکسی اینترنتی با ضریب منفی معنادار شده است که به معنای استفاده‌ی کمتر افراد با این هدف از تاکسی اینترنتی در دوران کرونا است. با توجه به

مدل‌سازی تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودروی شخصی در دوران کرونا با تمرکز بر بررسی یک شهر بزرگ و یک شهر کوچک

یعنی استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی است. این بدان معناست که در سایر شهرها، افراد از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی در دوران کرونا بیشتر استفاده می‌کنند.

متغیر مجازی داشتن مدرک تحصیلی دکترا با علامت مثبت معنادار شده است، این بدان معناست که افرادی که سطح تحصیلات دکترا دارند نسبت به دیگران پس از شیوع کرونا از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند. مشابه این موضوع در دوران قبل از کرونا صادق بود که به معنی عدم تغییر شیوه سفر افراد با تحصیلات بالا بعد از شیوع بیماری کرونا است.

۴-۲ اثرات حاشیه‌ای

در ادامه به بررسی اثرات حاشیه‌ای متغیرهای مختلف پرداخته می‌شود که در جدول ۳ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

فاصله‌گذاری اجتماعی و تمایل افراد به عدم نزدیک شدن به سایرین و اشتراک سفر خود با افراد غریبه طبیعی به نظر می‌رسد.

۴-۱-۳ تابع مطلوبیت استفاده بیشتر از خودروی شخصی

نسبت به تاکسی اینترنتی در دوران کرونا

در گزینه سوم که احتمال استفاده‌ی بیشتر افراد از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی در دوران همه‌گیری کرونا است، مؤلفه اصلی اول با ضریب مثبت معنادار شده است؛ بنابراین افرادی که مناسب بودن یک شیوه سفر از لحاظ اقتصادی برای آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است، با احتمال بیشتری گزینه سوم یعنی استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی در دوران کرونا را انتخاب کرده‌اند که دلیل آن می‌تواند کاهش هزینه‌ی سفر با تاکسی اینترنتی در دوران کرونا به علت کاهش ترافیک در شرایط مذکور باشد.

ضریب منفی متغیر مجازی شهر محل سکونت به‌غیراز تهران و بیرجند، به معنی تأثیر معکوس این متغیر در انتخاب گزینه سوم

جدول ۳. نتایج تحلیل اثر حاشیه‌ای متغیرهای مختلف توضیحی برای مدل در دوران کرونا

متغیر	تغییر سطح	اثرات حاشیه‌ای	
		تغییر به خودروی شخصی	بدون تغییر
از دکترا به کارشناسی ارشد	۹,۷۵۷	۴,۰۴۲	-۱۳,۷۹۹
سطح تحصیلات			
از کارشناسی به دکترا	-۵,۸۱۵	-۲,۴۰۵	۸,۲۲۰
از دیپلم به دکترا	-۵,۷۹۷	-۲,۳۳۳	۸,۱۳۰
محل سکونت			
از بیرجند به تهران	-۱۰,۲۷۸	۵,۳۴۰	۴,۹۳۸

و سهم گزینه‌ی استفاده بیشتر از خودروی شخصی ۵,۸۱۵ درصد کاهش داشته و بدون تغییر بودن انتخاب افراد نیز ۲,۴۰۵ درصد کاهش داشته است. با تغییر سطح تحصیلات افراد از کارشناسی به دکترا تمایل به استفاده از خودروی شخصی کاهش و تمایل به استفاده از تاکسی اینترنتی افزایش می‌یابد.

با تغییر سطح تحصیلات از دیپلم به دکترا، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی ۸,۱۳۰ درصد افزایش داشته است و سهم گزینه استفاده بیشتر از خودروی شخصی، ۵,۷۹۷ درصد کاهش داشته است. در نتیجه، با تغییر سطح تحصیلات از

طبق جدول ۳ با تغییر سطح تحصیلات از مقطع دکترا به کارشناسی ارشد، سهم گزینه‌ی استفاده بیشتر از خودروی شخصی، ۹,۷۵۷ درصد افزایش یافته است و همچنین سهم گزینه‌ی استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی ۱۳,۷۹۹ درصد کاهش داشته است بنابراین با تغییر سطح تحصیلات افراد از دکترا به کارشناسی ارشد، احتمال انتخاب تاکسی اینترنتی کاهش و احتمال انتخاب خودروی شخصی افزایش می‌یابد.

با تغییر سطح تحصیلات از کارشناسی به دکترا، سهم گزینه‌ی استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی ۸,۲۲۰ درصد افزایش داشته است

و عدم تمایل بسیاری از افراد به رانندگی در چنین شرایطی باشد. دلیل دیگر آن نیز عدم آشنایی و اعتماد بسیاری از افراد به سیستم نوظهور تاکسی اینترنتی در شهر بیرجند باشد.

۴-۳ درصد برآورد درست

برای بررسی میزان دقت مدل و تعداد برآورد صحیح آن از جدول برآورد درست استفاده می‌شود. در این جدول هر سطر نشانگر مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل و هر ستون نمایانگر واقعیت است.

جدول ۴. درصد برآورد درست مدل تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی مردم به خودروی شخصی پس از شیوع ویروس کرونا

واقعیت	پیش‌بینی	تغییر به خودروی شخصی	بدون تغییر	تغییر به تاکسی اینترنتی	مجموع
تغییر به تاکسی اینترنتی	۳۰۱	۵۲	۴۸	۴۰۱	۴۰۱
بدون تغییر	۵۲	۲۵	۲۳	۱۰۰	۱۰۰
تغییر به خودروی شخصی	۴۷	۲۳	۲۶	۹۷	۹۷
مجموع	۴۰۱	۱۰۰	۹۷	۵۹۸	۵۹۸

بر یکدیگر نمایان شود. در این تحقیق علاوه بر بررسی تأثیرات این دو شیوه بر یکدیگر به صورت خاص، متغیرهای نگرشی هم برای تبیین رفتار افراد مورد بررسی قرار گرفتند که در سایر مقالات اغلب مورد توجه نبوده‌اند. در ضمن لازم به ذکر است که با توجه به تأثیرات غیرقابل انکار شیوع کرونا بر نوع شیوهی سفر افراد، تحقیقات در این برهه‌ی خاص نیز می‌تواند برای آشکارسازی تغییر شیوهی سفر افراد در دوره‌ی شیوع ویروس کووید ۱۹ بسیار ثمربخش باشد.

بررسی تأثیرات تاکسی اینترنتی بر خودروی شخصی در دوران کرونا با توجه به ماهیت گسسته‌ی داده، با مدل انتخاب گسسته‌ی چندگانه انجام شد. البته برای بررسی بهتر متغیرهای نگرشی با توجه به ابعاد بالای داده و همبستگی برخی از متغیرهای نگرشی از روش تحلیل مؤلفه‌ی اصلی (PCA) استفاده شد. در ادامه متغیرهای نگرشی با کاهش بعد در کنار سایر متغیرها برای ورود به مدل اضافه شدند. پس از بررسی‌های فراوان بهترین مدل

دیپلم به دکتر، تمایل افراد به استفاده از خودروی شخصی کاهش و تمایل به تاکسی اینترنتی افزایش می‌یابد.

با تغییر محل سکونت از بیرجند به تهران، سهم گزینه‌ی استفاده بیشتر از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی ۱۰,۲۷۸ درصد کاهش و سهم گزینه استفاده بیشتر از تاکسی اینترنتی ۴,۹۳۸ درصد افزایش داشته است. در نتیجه، با تغییر شهر محل سکونت از بیرجند که شهر کوچکی است به کلان‌شهر تهران، تمایل به خودروی شخصی کاهش و تمایل به تاکسی اینترنتی افزایش می‌یابد. دلیل آن هم می‌تواند تراکم ترافیک زیاد در تهران

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، مدل به تعداد مجموع اعداد قطر اصلی درست برآورد کرده است که با تقسیم آن بر تعداد کل، درصد برآورد درست مدل به دست می‌آید.

$$(11) \quad \text{درصد برآورد درست} = \frac{\text{تعداد برآورد درست}}{\text{تعداد کل}}$$

طبق معادله ۱۱، درصد برآورد درست این مدل ۵۸,۸۶ درصد به دست می‌آید.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تأثیر تاکسی اینترنتی بر استفاده از خودروی شخصی در زمان همه‌گیری کرونا بررسی شد. این بررسی با تمرکز بر بررسی یک شهر کوچک (بیرجند) و یک شهر بزرگ (تهران) انجام شد. به صورت کلی اغلب پژوهش‌های گذشته به بررسی جداگانه‌ی مباحث تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی پرداخته‌اند. با توجه به اهمیت این موضوع، لازم است تأثیر این دو شیوهی سفر به صورت متقابل دیده شود تا اثرات این شیوه‌ها

مشخص است که با تغییر سطح تحصیلات از سطوح پایین‌تر به دکترا، افراد از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند که تأییدکننده‌ی همین موضوع است.

به‌صورت کلی می‌توان گفت در شرایط عادی تاکسی اینترنتی به تدریج به کاهش وابستگی افراد به خودروی شخصی کمک می‌کند اما در شرایط خاص بیماری کرونا به دلایل بهداشتی افراد ترجیح می‌دهند از خودروی شخصی استفاده کنند و حتی افرادی که متمایل بودند در شرایط عادی از خودروی شخصی استفاده نکنند به سمت خودروی شخصی سوق داده شدند و به‌نوعی این برهه‌ی همه‌گیری کرونا باعث وابستگی بیشتر افراد به خودروی شخصی شده است.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Independently and Identically Distributed Gumbel

2. Independence from Irrelevant Alternatives (IIA)

3. Maximum Likelihood Stimulation

4. Principal Component Analysis

۵. بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی با مساحت تقریباً ۳۵ کیلومترمربع است و تراکم جمعیت آن ۶۰۰۰ نفر بر کیلومترمربع است.

۷. مراجع

– اسماعیل‌زاده، س.ر.، ممدوحی، ا.ر.، مدل‌سازی رفتاری تأثیر تاکسی‌های اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی، ۱۴۰۱، مجله‌ی مهندسی عمران شریف، دوره: ۳۸، شماره:

<https://civilica.com/doc/1542066.۲>

– بابانیا، م.، پوردرویش، ا.، میراشرفی، ب.، ۱۳۹۸، نقش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) در مدل‌سازی داده‌های بزرگ، سومین کنفرانس بین‌المللی محاسبات نرم، رودسر.

– American Public Transportation Association (APTA), 2020, The COVID-19 Pandemic - Public Transportation Responds: Safeguarding Riders and Employees, <https://>

گزارش شد و برای بررسی دقیق‌تر اثرات حاشیه‌ای نیز با روش شبیه‌سازی محاسبه شدند.

در نتایج مدل مشاهده شد که:

۱- افراد در دوران کرونا برای سفر تفریحی خود اغلب خودروی شخصی را به تاکسی اینترنتی ترجیح می‌دهند. با توجه به این‌که قبل از کرونا و در شرایط عادی افراد از تاکسی اینترنتی بیشتر باهدف سفر تفریحی استفاده می‌کردند، می‌توان گفت در دوران کرونا استفاده از تاکسی اینترنتی برای هدف سفر تفریحی جای خود را به خودروی شخصی داده است.

۲- افراد ساکن بیرجند نسبت به سایرین، از خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی بیشتر استفاده می‌کنند که با توجه به ساختار شهری و تازه بودن مبحث تاکسی اینترنتی و عدم آشنایی برخی افراد نسبت به این موضوع طبیعی به نظر می‌رسد. پس می‌توان با شناساندن موضوع تاکسی اینترنتی به مردم بیرجند در آینده روی تغییر این سلیقه‌ی افراد برای کاهش استفاده از خودروی شخصی، آن‌ها را ترغیب نمود زیرا که تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی بسیار شبیه به یکدیگرند. در ضمن استفاده‌ی افراد از تاکسی اینترنتی به‌جای خودروی شخصی که قابل مدیریت‌تر است می‌تواند گام اول در کاهش وابستگی افراد به خودروی شخصی باشد تا در آینده‌ای نزدیک پس از کاهش وابستگی ذهنی افراد از خودروی شخصی بتوان آن‌ها را به سمت شیوه‌های سفر پایدارتر متمایل کرد.

۳- افرادی که باهدف سفر تحصیلی از خودروی شخصی استفاده می‌کنند، احتمال کمتری دارد که تغییر شیوه سفر داشته باشند. این تغییر شیوه‌ی سفر برای هدف سفر تحصیلی، می‌تواند با توجه به مجازی شدن آموزش‌ها در دوران کرونا اتفاق افتاده باشد.

۴- افرادی که سطح تحصیلات دکترا دارند نسبت به دیگران پس از شیوع کرونا از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند. مشابه این موضوع در دوران قبل از کرونا صادق بود که به معنی عدم تغییر شیوه سفر افراد با تحصیلات بالا بعد از شیوع بیماری کرونا است. در نتایج اثر حاشیه‌ای نیز

- T., Jolliffe, 2002, *Principal Component Analysis*. (Second ed.). Springer.
- B. G., Tabachnick, L. S., Fidell, 2007, *Using multivariate statistics*. 5th edition. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- J. Sung, Y. Monschauer, 2020, Changes in transport behavior during the Covid-19 crisis, International Energy Agency (IEA), <https://www.iea.org/articles/changes-in-transport-behaviour-during-the-covid-19-crisis>.
- L. Bliss, 2020. Who Will Ride Transit After Coronavirus? <https://www.citylab.com/transportation/2020/05/public-transit-riders-coronavirus-bus-subway-public-funding/611203/>.
- B. Heater, 2020, Uber is Laying Off 3,700 as Rides Plummet due to COVID-19. <https://techcrunch.com/2020/05/06/uber-is-laying-off-3700-as-rides-plummet-due-to-covid-19/>.
- P. Loa, S. Hossain, Y. Liu, Kh. Nurul Habib, 2021, How have ride-sourcing users adapted to the first wave of the COVID-19 pandemic? Evidence from a survey-based study of the Greater Toronto Area, *Transportation Letters*, DOI: 10.1080/19427867.2021.1892938.
- P. Loa, S. Hossain, Y. Liu, KH. Nurul Habib, 2022, How has the COVID-19 pandemic affected the use of ride-sourcing services? An empirical evidence-based investigation for the Greater Toronto Area. *Transportation Research Part A Policy Pract.* Jan; 155:46-62. doi: 10.1016/j.tra.2021.11.013. Epub 2021 Nov 16. PMID: 34815625; PMCID: PMC8602061.
- X. Zhang, C. Shao, B. Wang, S. Huang, 2022, The Impact of COVID-19 on Travel Mode Choice Behavior in Terms of Shared Mobility: A Case Study in Beijing, China. *International Journal Environment Research Public Health*. Jun 10; 19(12):7130. doi: 10.3390/ijerph19127130. PMID: 35742378; PMCID: PMC9222614.
- M. E., Ben-Akiva, S. R., Lerman, 1985, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge, MA: MIT Press.
- S. Sharma, 1995. *Applied multivariate techniques*. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Modeling the Effects of Internet Taxis on Car Dependency under Covid-19, Focusing on the Study a Big City and a Small City

Seyyed Reza Esmaeilzadeh, Ph.D. student of Transportation Planning, Faculty of Civil & Environmental Eng. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Amir Reza Mamdoohi*, Associate Professor of Transportation Planning, Faculty of Civil & Environmental Eng. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

Abstract

Nowadays, Internet taxis has become an important mode for people's daily activities and it can even be considered as a separate mode of transportation. In this research, the impact of internet taxi and personal car under Covid-19 is discussed. This study is done by designing the data collection process through questionnaire. This questionnaire was designed in the form of four parts and after collecting the questionnaires which was done online, 598 data were used for modeling out of 681 data after data validation and refinement. To investigate the effects of internet taxi on people's use of private cars under Covid-19, the multinomial logit discrete choice model (MNL) was used by the principal component analysis (PCA) method to reduce the dimension of attitudinal variables. Then the marginal effects were also calculated by simulation method. The results showed that under Covid-19, people use private cars more than internet taxis. In addition, people who have a PHD education degree use Internet taxi more than others under Covid-19 than private cars. In addition, the results of marginal effects showed that with the change of the city of residence from the small town of Birjand to the metropolis of Tehran, the tendency to use an internet taxi increases and the tendency to use a private car decreases.

Keywords: Internet taxi, Ride sourcing, Ride hailing, Car dependency, Covid-19