

مدل سازی رفتاری تأثیر تاکسی های اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی

سیدرضا اسماعیلزاده (کارشناس ارشد)

امیررضا مهدوحی* (دانشیار)

دانشکده ی مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

مهندسی عمران شریف، تابستان ۱۴۰۱ (دوره ی ۲ - ۳۸، شماره ی ۲/۲، ص. ۶۷-۷۷، پژوهشی)

امروزه تاکسی های اینترنتی، نقش مهمی در حمل و نقل پیدا کرده اند، که باعث اهمیت بیش از پیش این موضوع در پژوهش های رفتاری شده است. پژوهش حاضر، بر اساس داده های جمع آوری شده با پرسش نامه، که به همین منظور طراحی و به صورت برخط (آنلاین) توزیع شده است، به بررسی تأثیر دو شیوه ی حمل و نقلی پرداخته است. تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی موضوع مهمی است، که کمتر به آن پرداخته شده است. پژوهش حاضر به صورت خاص به تحلیل رفتاری این موضوع پرداخته است. در این پژوهش از مدل انتخاب گسسته ی لوجیت چندگانه و تحلیل آثار حاشیه یی مدل لوجیت و برای تحلیل رفتاری از روش PCA برای کاهش بُعد مؤلفه های اصلی و ۵۹۸ ردیف داده برای مدل سازی استفاده شده است. نتایج نشان می دهند که بیشتر افراد بعد از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی کمتر استفاده کرده و در تحلیل آثار حاشیه یی، با تغییر سطح تحصیلات افراد، از: دیپلم، کارشناسی و کارشناسی ارشد به دکترا، احتمال انتخاب تاکسی اینترنتی افزایش و احتمال انتخاب خودروی شخصی کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: تاکسی اینترنتی، وابستگی به خودروی شخصی، پرسشگری اینترنتی.

e_seyyedreza@modares.ac.ir
armamdoohi@modares.ac.ir

۱. مقدمه

۱) کسی که سبک زندگی و یا تعهدهای وی به شکلی است که فقط وجود یک اتومبیل می تواند نیازهای او را برطرف کند و ۲) کسی که نمی تواند راه دیگری جز سفر با خودروی شخصی را در نظر بگیرد، حتی اگر امکانش مهیا باشد. از سوی دیگر، در نظر گرفتن یک شیوه ی سفر مشابه با خودروی شخصی، ممکن است باعث کاهش استفاده ی افراد از خودروی شخصی شود. طبق مطالعات انجام شده، هر خودروی اشتراکی می تواند جایگزین ۱۰ خودروی شخصی شود و استفاده از آن می تواند موجب تمایل افراد به فروش خودروی شخصی و عدم تمایل سایر افراد به خرید خودروی شخصی جدید شود.^[۱] بنابراین، با توجه به پدیده ی تاکسی های اینترنتی، که به علت مزایای مختلف آنها به موضوعی فراگیر تبدیل شده اند و همچنین تأثیر مهم غیرقابل چشم پوشی آنها در میزان استفاده از خودرو، می توان با سنجیدن تأثیر تاکسی های اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی و عوامل مؤثر در آن و میزان آن، در سیاست گذاری های آینده و همچنین سیاست های کلان مربوط به مدیریت تقاضای حمل و نقل، تصمیم های متناسب تری اتخاذ و به پایداری بیشتر سیستم حمل و نقل کمک کرد.

بسیاری از پژوهشگران دریافته اند که ظهور خدمات تاکسی اینترنتی تأثیر بسزایی در شیوه های سفر سنتی دارد. با وجود این، در این زمینه هنوز ایشان به اجماع نرسیده اند. به عنوان مثال، کولولو و میشر^[۲] (۲۰۱۷)، تأثیر او بر^۳ را در حمل و نقل شهری

در دنیای مدرن امروز، شیوه های سفر متفاوتی برای جابه جایی افراد استفاده می شود. چالش مورد بحث شیوه های سفر، علاوه بر فراهم کردن دسترسی مناسب، تراکم ترافیک و آلودگی هواست. یکی از مهم ترین عوامل شرایط نامناسب کنونی از نظر افزایش بیش از پیش تراکم ترافیک و آلودگی هوا، استفاده ی زیاد و وابستگی به خودروی شخصی است. در سیستم حمل و نقل وابسته به خودرو، به دلیل گزینه های جایگزین نامناسب، افراد مجبورند از خودروی شخصی استفاده کنند.^[۱] در نتیجه، انتظار می رود تقریباً هر بزرگسال یک خودروی شخصی داشته باشد. وابستگی به خودرو، تعداد زیادی از راه حل هایی را که می تواند برای حل مشکلاتی، مانند: تراکم ترافیک، هزینه های جاده و پارکینگ، تصادف و آلودگی باشند، را کاهش دهد. از طرفی، سیستم های هم سفری^۱ می توانند پاسخی برای مشکل تراکم ترافیک و آلودگی محیط زیست باشند، زیرا آنها ممکن است موجب کاهش تمایل افراد به استفاده و تملک خودروی شخصی شوند. طبق نظر محقق ایمنی استرالیایی، رای بریندل^۲، یک فرد وابسته به خودرو کسی است که به احتمال زیاد، این شرایط را داشته باشد.^[۲]

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۴۰۰/۹/۲۴، اصلاحیه ۱۴۰۰/۱۲/۴، پذیرش ۱۴۰۱/۱/۲۳

DOI:10.24200/J30.2022.59516.3058

آمریکا بررسی کردند و دریافتند که او بر می‌تواند استفاده از حمل‌ونقل عمومی را ۶٪ کاهش دهد، در صورتی که همه‌ی موارد دیگر برابر است.^[۴] با این حال، پژوهش تجربی هال^۵ و همکاران (۲۰۱۸)، مشخص کرد که او بر تأثیری مکمل در استفاده از حمل‌ونقل عمومی در شهرهای آمریکا دارد.^[۵]

تحقیق برگر^۶ و همکاران (۲۰۱۸)، نشان داد که خدمات تاکسی اینترنتی، وضعیت تاکسی‌های سنتی را تحت تأثیر قرار داده است و آنها دریافتند که ورود او بر به شهرها، درآمد رانندگان تاکسی را تقریباً ۱۰٪ کاهش می‌دهد.^[۶] با وجود این، والستن^۷ (۲۰۱۵)، نشان داد که ورود او بر به شهرها موجب افزایش کیفیت تاکسی‌های سنتی شده و این موضوع شکایت مردم از تاکسی‌های سنتی را کاهش داده است.^[۷]

طبق مطالعات انجام شده در کیپ تاون^۸، بعد از ورود تاکسی اینترنتی (سیستم اشتراک سفر) به آنجا، مردم به جای خودروی شخصی بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند، حتی بعضی از آنها تمایل به فروش خودروی خود دارند.^[۸] وارد^۹ و همکاران، (۲۰۱۸)، تأثیر ورود او بر و لیفت^{۱۰} را به شهرهای ایالات متحده‌ی آمریکا در سرانه‌ی اتومبیل‌های شخصی محلی از طریق یک روش تفاوت در اختلاف^{۱۱} تخمین زده و دریافتند که در دو سال ابتدایی ورود او بر به شهرها، سرانه‌ی مالکیت خودروی شخصی، ۲/۸٪ کاهش داشته است. در حالی که ورود برنامه‌ی کاربردی لیفت به شهرها باعث کاهش ۴/۶٪ سرانه‌ی مالکیت خودرو در دو سال اول شده است.^[۹]

برخی از پژوهشگران هم معتقدند که ورود تاکسی‌های اینترنتی باعث افزایش تعداد خودروهای شخصی در شهرها شده است. گیو^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۸)، دریافتند که با توجه به هزینه‌ی ورودی کم، درآمد بالا و زمان آزاد برای کار کردن در سیستم تاکسی‌های اینترنتی، بسیاری از مردم خرید یک خودروی جدید را برای فعالیت در شرکت‌های تاکسی اینترنتی در نظر می‌گیرند، در نتیجه مالکیت خودروهای شخصی را افزایش می‌دهند.^[۱۰]

همچنین در پژوهش گانگ^{۱۳} و همکاران (۲۰۱۷)، مشخص شد که به دلیل انعطاف زمان کاری و کسب درآمد بیشتر از درآمد ماهانه و معمول، فرد با تقسیم ظرفیت خودروهای شخصی با افراد دیگر مقدور است که فرصت خوبی برای کسب سود بیشتر داشته باشد. این موضوع، باعث به کار افتادن خودروهای بدون استفاده در سیستم تاکسی‌های اینترنتی شده است، که موجب افزایش استفاده‌ی افراد از خودروی شخصی شده است.^[۱۱]

طبق مطالعات ژانگ^{۱۴} و همکاران (۲۰۲۰)، بر اساس داده‌های پانل برای ۱۰۹ شهر بزرگ در چین از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶، به صورت تجربی تأثیر تاکسی اینترنتی (سیستم هم‌سفری) در استفاده از خودروهای شخصی در مناطق شهری تحلیل شده است. نتیجه‌گیری‌های اصلی آن عبارت‌اند از: ۱) تاکسی‌های اینترنتی (سیستم هم‌سفری)، تأثیر منفی قابل‌توجهی در استفاده از اتومبیل‌های شخصی در مناطق شهری داشته‌اند، ۲) در درازمدت، تأثیر منفی تاکسی‌های اینترنتی در استفاده از اتومبیل‌های شخصی در مناطق شهری ابتدا زیاد و سپس کم شده است و ۳) تاکسی‌های اینترنتی تأثیر منفی بیشتری در استفاده از اتومبیل شخصی در شهرهای شرقی چین داشته‌اند، در حالی که تأثیر آنها در شهرهای غربی چین قابل‌توجه نبوده است.^[۱۲]

تاکسی‌های اینترنتی به عنوان یکی از شیوه‌های سفر در حال گسترش شناخته می‌شوند. با افزایش استفاده از آنها، تأثیری که در خودروهای شخصی می‌گذارند، محسوس‌تر خواهد بود. مطالعات انجام شده در زمینه‌ی تاکسی اینترنتی و میزان استفاده از خودروی شخصی در بخش حاضر بررسی شده است. طبق ادبیات پیشین، کاربران تاکسی‌های اینترنتی، عموماً جوان هستند و سطح تحصیلات بالاتری نسبت

به عمومیت جامعه دارند. افراد ثروتمند بیشتر از تاکسی اینترنتی استفاده می‌کنند، که البته این موضوع در بافت‌های محلی صادق نیست.

عواملی مانند داشتن گواهینامه‌ی رانندگی، مالکیت و میزان استفاده از خودروی شخصی برای انتخاب خودروی شخصی نسبت به تاکسی اینترنتی مؤثرند. برخی مسافران تاکسی‌های اینترنتی برای سفرهای خاص از شیوه‌ی حمل‌ونقلی اخیر استفاده می‌کنند. بیشتر مسافران چند بار در ماه از سرویس تاکسی‌های اینترنتی استفاده می‌کنند.

طبق مرور ادبیات انجام شده، در برخی نوشتارها، فقط به موضوع تملک خودروی شخصی^{۱۵} اشاره شده است، در حالی که موضوع وابستگی به خودروی شخصی، امروزه با توجه به اهمیت تعداد خودروی وارد شده به سیستم حمل‌ونقل، که باعث تراکم ترافیک می‌شود، مهم‌تر به نظر می‌رسد. در برخی نوشتارها، نیز به تأثیر تاکسی‌های اینترنتی در سایر شیوه‌های سفر، مانند: حمل‌ونقل همگانی پرداخته شده است، در حالی که تمرکز پژوهش حاضر کاملاً در تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی است. نوع تاکسی اینترنتی، که در نوشتارهای مختلف مورد بحث بوده است، با تاکسی اینترنتی مرسوم در ایران متفاوت است؛ پس بررسی شیوه‌ی سفر با تاکسی اینترنتی به صورت ویژه در ایران مورد نیاز است تا خلأ مطالعاتی در این زمینه مرتفع شود. در نهایت مشاهده می‌شود که تاکسی اینترنتی در تعریف کلی، گاهی موجب کاهش سرانه‌ی خرید خودروی شخصی شده است، گاهی نیز موجب افزایش سرانه‌ی خرید خودروی شخصی و افزایش استفاده از آن شده است. پس مطالعات موجود هنوز به اجماع در این زمینه نرسیده‌اند و نیاز به مطالعات بیشتری احساس می‌شود، تا این مقوله بهتر و دقیق‌تر بررسی شود.

تاکسی اینترنتی ممکن است منجر به کاهش مالکیت خودرو و همچنین کاهش استفاده از آن شود و زندگی بدون خودروی شخصی را برای مردم ممکن سازد، اما ادبیات موجود بر روی این موضوع نظر مشخصی ندارد. در ضمن در بررسی‌های انجام شده، تحلیل رفتاری برای این موضوع صورت نگرفته و تأثیر محل سکونت در یک شهر کوچک و بزرگ بررسی نشده است. به همین منظور و همچنین برای بررسی تأثیر نوع نگرش افراد در تأثیر استفاده‌ی آنها از تاکسی اینترنتی (به ویژه نوع خاص تاکسی‌های اینترنتی که در ایران رواج دارد) در خودروی شخصی به مطالعات بیشتری نیاز است، که در پژوهش حاضر به این موارد پرداخته شده است. در ضمن در پژوهش حاضر، شهر کوچکی مانند بیرجند و شهر بزرگی مانند تهران بررسی شده اند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

در بخش حاضر، به بررسی روش‌های استفاده شده در تحلیل تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی پرداخته شده است. با توجه به ماهیت داده‌ی مذکور، مدل انتخاب گسسته‌ی لوجیت چندگانه و روش‌های پرداخت و ارزیابی آن بررسی شده‌اند. در ادامه، به منظور بررسی متغیرهای نگرشی و با توجه به هم‌بستگی آنها، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ساختار آن و ویژگی‌ها و مبانی نظری روش ذکر شده بررسی شده‌اند.

لازم به ذکر است که در نوشتار حاضر، ابتدا با طراحی فرایند گردآوری داده از طریق پرسش‌نامه بر بستر آنلاین، داده‌ها جمع‌آوری شدند. سپس عملیات تمیز کردن داده‌ها انجام شد و داده‌های معتبر برای فرایند مدل‌سازی جدا شدند. در ضمن با توجه به ۲۵ متغیر نگرشی موجود و برای کاهش بُعد، جلوگیری از تعامد، صفر شدن احتمال هم‌خطی و بهبود مدل از روش ارزشمند تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)

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

۳.۲. ساختار روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

تحلیل مؤلفه‌های اصلی، روشی برای ایجاد متغیرهای جدید است، که ترکیبی خطی از متغیرهای اصلی هستند. بیشینه‌ی تعداد متغیرهای جدیدی که می‌توان ایجاد کرد، برابر با تعداد متغیرهای اصلی است و متغیرهای جدید بین خودشان همبسته نیستند.^[۱۴] هدف اصلی آنالیز اجزاء اصلی، تشکیل متغیرهای جدید است، که ترکیب‌های خطی متغیرهای اصلی هستند. متغیرهای جدید به مؤلفه‌های اصلی مرتبط و با یکدیگر ناهمبسته هستند.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی، یک تبدیل خطی متعامد است، که داده را به دستگاه مختصات جدید می‌برد، به این صورت که اولین مؤلفه‌ی اصلی، متغیری است که در داده‌ها، واریانس بیشینه دارد. مؤلفه‌ی دوم نیز مربوط به متغیری با بیشینه‌ی واریانس داده‌های باقی‌مانده است و به همین ترتیب سایر مؤلفه‌ها نیز یافت می‌شوند. در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، پژوهشگر می‌تواند فقط از چند مؤلفه‌ی اصلی به جای همه‌ی متغیرها استفاده کند. به همین دلیل، تحلیل اجزاء اصلی معمولاً به عنوان روش کاهش داده شناخته می‌شود.

در روش مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌های متعدد در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و سپس بارزترین مشخصه‌ها که در واقع بیانگر تفاوت‌هاست، به عنوان مؤلفه‌های اصلی شناسایی می‌شوند و با این کار در واقع همبستگی شاخص‌ها از بین برده می‌شود. هدف روش مؤلفه‌های اصلی، پیدا کردن ترکیب خطی از S شاخص X_1, X_2, \dots, X_N برای ایجاد شاخص‌های غیروابسته‌ی X_1, X_2, \dots, X_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. براساس تعریف، هدف از تحلیل اجزاء اصلی انتقال مجموعه داده‌ی X با ابعاد N ، به داده‌ی Z با ابعاد S است.

یک مؤلفه‌ی اصلی، یک ترکیب خطی نرمال شده از متغیرهای توضیحی اصلی موجود در مجموعه‌ی داده است. در رابطه‌ی ۶، مؤلفه‌ی اصلی اول ارائه شده است:

$$Z_1 = \sigma_1 X_1 + \sigma_2 X_2 + \dots + \sigma_N X_N \quad (6)$$

که در آن، Z_1 مؤلفه‌ی اصلی اول و X_N متغیر توضیحی n ام هستند.

۱.۳.۲. برآورد مدل با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای کاهش ابعاد داده‌ها و ساده‌سازی آنها بسیار استفاده می‌شود.^[۱۵] اگر N تعداد متغیر و n تعداد نمونه‌ی 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 $[Z_{kj}]_{T \times n}$ معرفی می‌شود. لازم به ذکر است که Z دارای توزیع گوسی با میانگین صفر و واریانس واحد مطابق رابطه‌ی ۷ است:

$$Z \sim N(0, I) \quad (7)$$

که در آن، I ماتریس واحد است.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی، حالتی از تحلیل عاملی است، که می‌تواند با دو تغییر بر روی آن، طبق رابطه‌ی ۸ حاصل شود.

$$X_{N \times n} = \Lambda_{N \times r} Z_{r \times n} + E_{N \times n} \quad (8)$$

استفاده شده است. پس از آن به بررسی مدل لوجیت چندگانه با سه تابع مطلوبیت، که در ادامه معرفی شده‌اند، پرداخته شده است. سپس آثار حاشیه‌ی مدل یاد شده بررسی شده است.

۱.۲. ساختار مدل لوجیت چندگانه

به طور کلی، با توجه به این‌که نمی‌توان تمام عوامل مؤثر در انتخاب فرد را در نظر گرفت، مطلوبیت تصادفی (رابطه‌ی ۱) هرگزین، شامل دو بخش قابل اندازه‌گیری و تصادفی است:^[۱۳]

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

که در آن، U_{ni} مطلوبیت گزینه‌ی i برای فرد n ام، V_{ni} بخش قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه‌ی i برای فرد n و ε_{ni} بخش تصادفی مطلوبیت گزینه‌ی i برای فرد n ام هستند.

مدل‌های انتخاب گسسته در توزیع عبارت تصادفی متفاوت هستند. مدل لوجیت از توزیع مستقل و یکسان گامیل^{۱۶} پیروی می‌کند. احتمال این‌که فردی گزینه‌ی i را انتخاب کند، از رابطه‌ی ۲ به دست می‌آید:

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

که در آن، J_n مجموعه‌ی گزینه‌هایی که در اختیار فرد n ام قرار دارد. در هر آزمایش، فقط بخش قابل اندازه‌گیری تابع مطلوبیت قابل برآورد است، که بخش مدل‌سازی که با مدل‌های مختلف برآورد می‌شوند، روی بخش مذکور تمرکز دارد. بخش قطعی مدل‌سازی به صورت رابطه ۳ نوشته می‌شود:

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

که در آن، X_{nik} خصوصیت k ام گزینه‌ی i برای فرد n ام و β_k ضریب متغیر k ام در تابع مطلوبیت است، که باید تخمین زده شوند.

۲.۲. روش پرداخت مدل لوجیت

برای پرداخت مدل انتخاب گسسته با ساختار لوجیت از روش درست‌نمایی بیشینه^{۱۷} استفاده می‌شود. احتمال رخ دادن هر مشاهده بر مبنای پارامترها و مدل استفاده شده، محاسبه و ضرایب توابع مطلوبیت به نوعی تعیین می‌شوند که حاصل ضرب احتمال وقوع هم‌زمان مشاهده‌ها، بیشترین مقدار را به خود اختصاص دهد (رابطه‌ی ۴).

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

که در آن، N تعداد افراد تصمیم‌گیرنده، y_{in} اگر شخص گزینه‌ی i را انتخاب کند، مقدار آن یک و در غیر این صورت، صفر است، P_{in} احتمال انتخاب گزینه‌ی i توسط فرد هستند.

برای بیشینه‌سازی عبارت اخیر، می‌توان از آن مشتق جزئی گرفت و مقدار آن را برابر صفر قرار داد. در نتیجه، با جایگذاری مقادیر ارائه شده برای مدل لوجیت، رابطه‌ی ۵ به دست می‌آید:

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

که در آن، 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 و Ψ ماتریس قطری با درایه‌های ψ_i^2 به عنوان واریانس خطاهاست.

در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ابتدا آن را به صورت همگرا در نظر می‌گیرند. بدین معنا که هر عضو E واریانس‌های برابر با $\psi^2 = \sigma^2 I$ دارند؛ به مدل مذکور، مؤلفه‌های اصلی احتمالی گفته می‌شود. اگر حد تحلیل مؤلفه‌های اصلی احتمالی اخیر، در زمانی که σ به صفر میل کند، مدنظر قرار گیرد، تحلیل مؤلفه‌های اصلی استاندارد به دست می‌آید. بنابراین طبق مطالب گفته شده، مدل تحلیل اجزاء اصلی به صورت معادله‌ی ۹ قابل بررسی است:

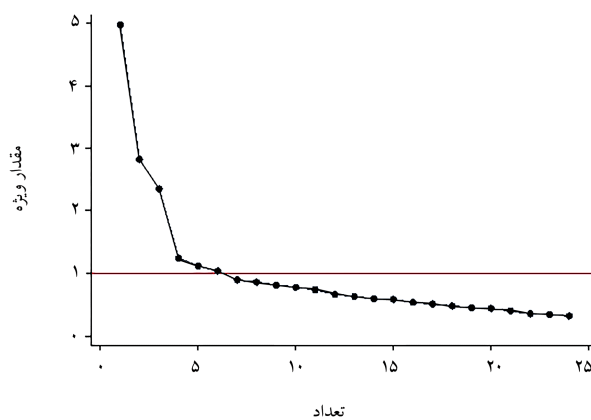
$$Z_{r \times n} = \Lambda_{N \times r}^T X_{N \times n} \quad (9)$$

لذا با مدل اخیر، ماتریس داده‌ها، روی محور مؤلفه‌های اصلی Z تصویر می‌شوند. [۱۶] در تحلیل اجزاء اصلی، هدف مدل این است که Λ طوری به دست آید که درست‌نمایی $\Lambda \Lambda^T$ ، بیشینه شود. از منظر ریاضی، تعداد T مؤلفه‌های 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 سیستم مختصات جدید مذکور، جهت بیشینه‌ی تغییرات را نشان می‌دهد. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی همواره بر اساس ماتریس همبستگی یا کوواریانس به دست می‌آید. در نتیجه، مدل تحلیل اجزاء اصلی، می‌تواند روش مناسبی برای استخراج بیشینه‌ی واریانس مجموعه‌ی داده‌ها برای هر مؤلفه باشد، که این امر موجب تبدیل تعداد زیادی متغیر به مؤلفه‌های کمتر می‌شود. [۱۷]

۲.۳.۲. نتایج کاهش بُعد با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی

تحلیل مؤلفه‌ی اصلی استخراج متغیرهای با اهمیت (به شکل مؤلفه) از مجموعه‌ی متغیرهای موجود در یک مجموعه‌ی داده است. تحلیل مؤلفه‌ی اصلی در واقع یک مجموعه با بُعد پایین از ویژگی‌ها را از یک مجموعه‌ی دارای بُعد بالا استخراج می‌کند، تا به ثبت اطلاعات بیشتر با تعداد کمتری از متغیرها کمک کند. در بخش حاضر نیز به کاهش ابعاد مجموعه‌ی اصلی پرداخته شده است.

در ابتدا، باید تعداد مؤلفه‌هایی که می‌توانند توضیح‌دهندگی مناسبی از کل داده‌ها داشته باشند و نماینده‌ی خوبی برای آنها محسوب شوند، با معیارهای معرفی شده تعیین شوند. طبق شکل ۱، که نمودار نقطه‌یی مقادیر ویژه برای پژوهش حاضر است، مشخص است که برای تحلیل داده‌ها بر اساس معیار مقادیر ویژه‌ی بیشتر از یک، [۱۴] می‌توان از ۶ مؤلفه‌ی اصلی برای مجموعه‌ی داده‌ها استفاده کرد.



شکل ۱. نمودار نقطه‌یی مقادیر ویژه‌ی مؤلفه‌های اصلی.

پس از تعیین تعداد مؤلفه‌های اصلی، به پرداخت و تحلیل مؤلفه‌ها و محاسبه‌ی پارامترهای مربوط به هر مؤلفه پرداخته می‌شود. سپس براساس درصد توضیح‌دهندگی هر مؤلفه از پارامترهای تعریف شده، می‌توان برای تعیین ماهیت هر مؤلفه‌ی اصلی استفاده کرد.

با توجه به میزان توضیح‌دهندگی متغیرهای مختلف، مشخص شد که با توجه به بالاترین میزان ارتباط بین پارامترها و مؤلفه‌های اصلی، بیان‌گر: مؤلفه‌ی اول، نگرش اقتصادی فرد؛ مؤلفه‌ی دوم، نگرش افراد در مورد کیفیت خدمات تاکسی‌های اینترنتی؛ مؤلفه‌ی سوم، نگرش ترجیح خودروی شخصی در شرایط مختلف؛ مؤلفه‌ی چهارم، متغیر نگرشی وابستگی به تکنولوژی هستند. مؤلفه‌های پنجم و ششم، نیز به ترتیب نگرش مهارت در استفاده از خودروی شخصی و اهمیت زمان انتظار برای افراد را مشخص می‌کند.

۳. فرایند گردآوری داده

در پژوهش حاضر، طراحی فرایند گردآوری داده از طریق پرسش‌نامه صورت گرفته است. جمع‌آوری اطلاعات، همواره یکی از روش‌های معمول پژوهش‌های آماری و رفتاری مانند پژوهش حاضر بوده است. برای جمع‌آوری اطلاعات از انواع مختلف پرسش‌نامه استفاده می‌شود. پرسش‌نامه یک ابزار تحقیقاتی با مجموعه‌یی از پرسش‌هاست، که با هدف جمع‌آوری و ثبت اطلاعات استفاده می‌شود.

با توجه به هدف طراحی پرسش‌نامه‌ی مذکور، که بررسی تأثیر تاکسی اینترنتی در استفاده از خودروی شخصی بوده است و با توجه به قرار داشتن در دوره‌ی قرنطینه‌ی همگانی به علت شیوع ویروس کرونا و کاهش تردد افراد در سطح شهرها برای جمع‌آوری داده‌ها، از پرسش‌گری اینترنتی و از طریق پیامک، فضای مجازی، کانال‌های دانشگاهی و صنوف مختلف و ایمیل تصادفی به افراد استفاده شده است. در ضمن پرسش‌نامه با استفاده از برنامه‌ی کاربردی سایت پرسش‌نامه برخط (آنلاین) [۱۸]، در محیط اینترنت قرار گرفته است. همچنین گستره‌ی زیاد در ویژگی‌های افراد، مانند شغل، سن و امثال آن (که هر کدام جداگانه در انتخاب تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی تأثیرگذارند)، کمک می‌کند تا نتایجی گرفته شود، که در برگزیده‌ی افراد مختلف باشد.

پرسش‌نامه‌ی پژوهش حاضر با توجه به مرور ادبیات پیشین، در چهار بخش طراحی شده است:

۱) سؤال‌های مربوط به مشخصات سفر افراد؛ (۲) سؤال‌های مربوط به نوع نگرش افراد؛ (۳) مشخصات فردی و مشخصات اجتماعی - اقتصادی افراد و (۴) سؤال‌های مربوط به یک سفر خاص.

بخش اول اطلاعات، سفرهای کلی افراد را در بردارد. بخش دوم، شامل سؤال‌های مربوط به متغیرهای نگرشی است، که از متغیرهای: مهارتی، اقتصادی، ترجیح خودروی شخصی، ترجیح تاکسی اینترنتی، متغیر مربوط به استفاده از تکنولوژی و متغیرهای مربوط به وابستگی به خودروی شخصی تشکیل شده‌اند. بخش سوم پرسش‌نامه، شامل مشخصات فردی بوده است. در بخش سوم، سؤال مربوط به درآمد به صورت غیرمستقیم پرسیده شده است، به این صورت که ابتدا متوسط درآمد خانوار در شهر محل سکونت افراد پرسیده شده و پس از چند سؤال مقایسه‌یی میان درآمد افراد با متوسط درآمد ذکر شده، سنجش صورت گرفته است. بخش چهارم سؤال‌ها، نیز به اطلاعات یک سفر خاص افراد اشاره داشته است.

پس از آن افراد کمتر از ۲۰ سال با ۲۴٪ و سپس افراد بین ۲۷ تا ۳۵ سال با حدود ۱۵٪ مشارکت لازم را داشته‌اند. لازم به ذکر است که کمترین میزان مشارکت مربوط به افراد بالای ۳۵ سال با حدود ۱۰٪ بوده است.

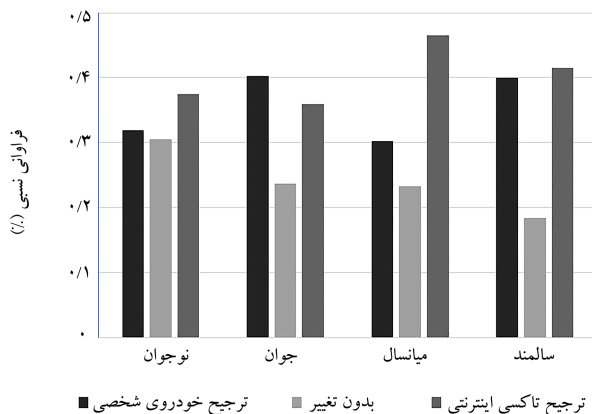
نتایج تحلیل فراوانی نشان می‌دهد که سهم افراد میانسال در نمونه‌ی پژوهش افرادی که تاکسی اینترنتی را انتخاب کرده‌اند، بیشتر از سایر گروه‌ها بوده است (شکل ۳). همچنین بیشترین سهم ترجیح خودروی شخصی مربوط به جوانان و سالمندان بوده است. در بین تمامی گروه‌های سنی، فقط سهم بیشتری از جوانان، خودروی شخصی را به تاکسی اینترنتی ترجیح داده‌اند و در رده‌های سنی دیگر، عکس این موضوع صادق بوده است.

مطابق جدول ۱ مشاهده می‌شود که ۲۳٪ نفر (۳۸/۵٪) گزینه‌ی سوم را انتخاب کرده‌اند، که به این معناست که بعد از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی، کمتر استفاده کرده‌اند و این گزینه در مقایسه با دیگر گزینه‌ها، بیشتر انتخاب شده است. همان‌طور که در جدول ۲ نیز مشخص است، بیشتر افرادی که تاکسی اینترنتی در استفاده‌ی آنها از خودروی شخصی مؤثر بوده است، مرد بوده‌اند.

طبق جدول ۳، نیز تمیز و بهداشتی بودن وسیله‌ی نقلیه و امکان توقف برای هر مدت زمان در هر لحظه و هر مکان از عواملی بوده‌اند که نسبت به سایر عوامل، تأثیر بیشتری در ترجیح خودروی شخصی در تاکسی اینترنتی داشته‌اند. در ضمن لازم به ذکر است که از ۵۹۸ داده‌ی جمع‌آوری شده، ۲۶۷ داده از تهران، ۱۱۱ داده از بیرجند (یکی از شهرهایی که بیشترین پاسخگویی را داشته است) و ۲۲۰ داده از سایر شهرها جمع‌آوری شده است.

۳.۳. وابستگی به خودروی شخصی

برای تعیین میزان وابستگی به خودروی شخصی، با توجه به سؤالی که در پرسش‌نامه از افراد پرسیده شده است، افرادی که به رانندگی با خودروی شخصی علاقه‌مند هستند و فقط زمانی که مجبور شوند، از اتوبوس یا سایر شیوه‌های حمل‌ونقلی استفاده می‌کنند، در گروه افراد بسیار وابسته طبقه‌بندی شده‌اند. افرادی که به رانندگی با خودروی شخصی علاقه دارند، چون دلیلی برای تغییر آن نمی‌بینند و به گزینه‌های جایگزین خودروی شخصی زیاد فکر نمی‌کنند، عضو طبقه‌ی افراد با وابستگی زیاد به خودروی شخصی هستند. در ضمن، افرادی که شرایط موجود جاده‌ها، مثل ترافیک و رفتار سایر رانندگان، رانندگی را برای آنها سخت می‌کند و تمایل دارند در صورت وجود گزینه‌های جایگزین، از آنها برای سفرهای خود استفاده کنند، عضو دسته‌ی افراد با



شکل ۳. ترجیح رده‌های سنی مختلف به انتخاب خودروی شخصی یا تاکسی اینترنتی.

آمارگیری پژوهش حاضر، به صورت برخط انجام شده است. پس از انجام طرح آزمایشی پرسش‌نامه و برطرف کردن نقاط ضعف آن با بهره‌گیری از نظرهای کارشناسان و اساتید حمل‌ونقلی و تحلیل نتایج آن، تعداد ۶۸۱ داده جمع‌آوری شده است، که پس از حذف داده‌های مشکوک، پرت و نامناسب، نهایتاً فرایند مدل‌سازی روی ۵۹۸ داده انجام شده است.

در نتیجه، از داده‌های گردآوری شده‌ی اخیر با استفاده از متغیرهای برداشت شده از فرایند پرسش‌نامه و متغیرهای ناشی از کاهش ابعاد متغیرهای نگارشی با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، برای ساخت مدل انتخاب وسیله‌ی سفر (مدل انتخاب گسسته) استفاده شده است، که در ادامه، به آن پرداخته شده است.

۱.۳. حجم نمونه

محاسبه‌ی حجم نمونه در کارهای آماری برای تحلیل درست جامعه‌ی آماری اهمیت زیادی دارد. از این رو روش‌های مختلفی برای محاسبه‌ی حجم نمونه وجود دارد، در پژوهش حاضر، از یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه‌ی حجم نمونه، که استفاده از فرمول کوکران است (رابطه ۱۰)، استفاده شده است.

$$n = \frac{z^2 pq N}{d^2 (N - 1) + z^2 pq} \quad (10)$$

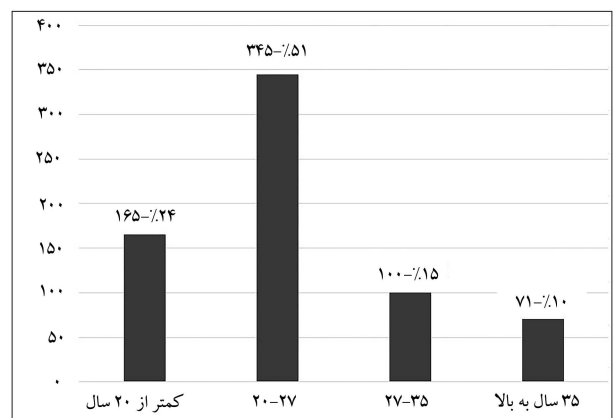
که در آن، n حجم نمونه‌ی آماری، N حجم جامعه‌ی آماری، d اشتباه مجاز؛ z مقدار متغیر نرمال با سطح اطمینان $1 - \alpha$ است. همچنین، p نسبت برخورداری از صفت مورد نظر و $q = (1 - p)$ نسبت عدم برخورداری از صفت مورد نظر است.

با در نظر گرفتن مقدار خطای مجاز در حد ۵٪ و مقدار متغیر نرمال برای سطح اطمینان ۹۵٪، در جوامع خیلی بزرگ، مانند جامعه‌ی مدنظر پژوهش حاضر، کمینه‌ی حجم نمونه، ۳۸۴ عدد برآورد شده است.^[۱۸] پس تعداد ۵۹۸ داده‌ی نهایی برای پژوهش حاضر مناسب است.

۲.۳. تحلیل آمار توصیفی

در بخش حاضر، داده‌ها از نظر کمی و آماری بررسی شده‌اند. جدول‌ها و شکل‌های ارائه شده، نشان‌دهنده‌ی نتایج برگرفته از داده‌های جمع‌آوری شده برای بررسی تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی است.

طبق نتایج تحلیل، فراوانی افراد بین ۲۰ تا ۲۷ سال، ۵۱٪ نمونه را تشکیل می‌دهند، که بیشترین میزان پاسخگویی میان تمام رده‌ی سنین را دارد (شکل ۲).



شکل ۲. توزیع فراوانی سن در نمونه‌ی پژوهش.

جدول ۱. نتایج تحلیل فراوانی گزینه‌های پاسخ متغیر وابسته (تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی).

متغیر وابسته	کد متغیر	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی (درصد)
Y (تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی)	۱ (استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی)	۲۲۰	۳۶/۸
	۲ (عدم تغییر)	۱۴۸	۲۴/۷
	۳ (استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی)	۲۳۰	۳۸/۵
	مجموع	۵۹۸	۱۰۰/۰

جدول ۲. نتایج تحلیل فراوانی جنسیت افراد به تفکیک گزینه‌های متغیر وابسته.

نام متغیر	کد متغیر	جنسیت	
		مرد	زن
Y (تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی)	۱ (استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی)	۱۰۲ (٪۳۵/۶)	۱۱۸ (٪۳۷/۸)
	۲ (عدم تغییر)	۷۲ (٪۲۵/۲)	۷۶ (٪۲۴/۳)
	۳ (استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی)	۱۱۲ (٪۳۹/۲)	۱۱۸ (٪۳۷/۸)

جدول ۳. نتایج تحلیل فراوانی میزان تأثیر عوامل مؤثر در ترجیح خودروی شخصی در تاکسی اینترنتی.

متغیر	فراوانی نسبی (درصد)				انحراف معیار
	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	
دسترسی آسان	۲۹/۳	۲۹/۳	۲۳/۹	۱۲/۲	۱/۱۷۵
امنیت	۲۸/۳	۲۶/۹	۲۵/۱	۱۴/۵	۱/۱۸۸
کنترل مسیر	۳۱/۳	۲۶/۸	۱۹/۹	۱۴/۷	۱/۲۶۷
تمیز بودن	۳۶/۸	۲۵/۶	۲۲/۱	۱۱/۹	۱/۱۶۵
امکان توقف	۴۹/۷	۲۸/۴	۱۲/۹	۶/۷	۱/۰۳۹

مدل در جدول ۴ ارائه شده است.

وابستگی کم به خودروی شخصی هستند. در نهایت نیز افرادی که همیشه سعی می‌کنند از روش‌های غیرآلاینده و سازگار با محیط‌زیست برای جابه‌جایی استفاده کنند و از خودروی شخصی بسیار کم استفاده می‌کنند، عضو دسته‌ی با وابستگی بسیار کم به خودروی شخصی هستند.

۴. نتایج پرداخت مدل

پس از بررسی‌های انجام شده و انتخاب داده‌های مورد نیاز، عملیات مدل‌سازی بر روی ۵۹۸ داده انجام شده است. با توجه به این‌که هر نفر، سه گزینه برای انتخاب داشت که تأثیر تاکسی اینترنتی در استفاده از خودروی شخصی را مشخص می‌کرد و هر گزینه از زیاد تا کم دسته‌بندی شده بود.

در ادامه‌ی بخش حاضر، به بررسی نتایج مدل پرداخته شده است. لازم به ذکر است که مدل‌های مختلفی با در نظر گرفتن اجراها و متغیرهای متفاوت مدل‌سازی بررسی شده‌اند. در ادامه، بهترین آنها، تفسیر و تحلیل شده است. نتایج پرداخت

۱.۴. مدل تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی

در مدل مذکور، تابع مطلوبیت اول، مربوط به مطلوبیت گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی پس از ظهور پدیده‌ی تاکسی اینترنتی است. تابع مطلوبیت دوم، مربوط به عدم تغییر نوع شیوه‌ی سفر، و تابع مطلوبیت سوم، مربوط به تأثیر تاکسی اینترنتی در کاهش وابستگی افراد به خودروی شخصی است. گزینه‌ی پایه در پژوهش حاضر، گزینه‌ی تأثیر نداشتن تاکسی اینترنتی در استفاده از خودروی شخصی تعریف شده است، که مربوط به تابع مطلوبیت دوم بوده و ضریب ثابت برای آن صفر تعیین شده است (جدول ۴).

۱.۱.۴. تابع مطلوبیت استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی پس از ظهور تاکسی اینترنتی

در تابع مطلوبیت اول، که مربوط به افرادی است که پس از ظهور تاکسی اینترنتی، از خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند، ضریب منفی متغیر مربوط به دارندگان

جدول ۴. نتایج پرداخت مدل لجیت چندگانه‌ی تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی.

تابع مطلوبیت گزینه پس از ظهور تاکسی اینترنتی		توضیحات متغیرها	متغیرها
استفاده‌ی کمتر از خودروی شخصی	عدم تغییر شیوه‌ی سفر	استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی	
** - ۰/۷۵ (-۲/۰۲)		* - ۰/۷۱ (-۱/۷۲)	A۱ ضریب ثابت
		*** - ۱/۷۵ (-۳/۳۸)	PHD۱ متغیرهای مجازی تحصیلات دکتری
		** ۰/۵۰ (۲/۰۵)	D - VHIGH وابستگی خیلی زیاد به خودروی شخصی
		** ۰/۴۵ (۱/۹۶)	AIM-CAR-WORK متغیر مجازی هدف سفر کاری با خودروی شخصی
		*** ۰/۷۶ (۲/۷۵)	AIM-CAR-MEET متغیر مجازی هدف سفر دیدار نزدیکان با خودروی شخصی
		** - ۰/۶۶ (-۲/۴۶)	AIM-CAR-RECREATION متغیر مجازی هدف سفر تفریحی با خودروی شخصی
	** - ۰/۴۲ (۲/۰۳)		TEH۲ متغیر مجازی سکونت در تهران
	*** ۰/۶۹ (۲/۹۸)		TEEN۲ متغیر مجازی سن کمتر از ۲۰ سال
	** - ۰/۲۳ (-۲/۱۱)		WAGE۲ درآمد
*** ۰/۹۱ (۱۰/۳۲)	*** ۰/۶۶ (۷/۸۶)		Pc-ECO مؤلفه‌ی اصلی اول - متغیر نگرشی اقتصادی
	** ۰/۲۳ (۲/۳۱)		Pc-SK مؤلفه‌ی اصلی پنجم - متغیر مهارتی
** ۰/۴۸ (۱/۹۹)			AIM-TAXI-MEET متغیر مجازی هدف سفر دیدار نزدیکان با تاکسی اینترنتی
* - ۰/۴۰ (-۱/۸۵)			BACH۳ متغیر مجازی تحصیلات لیسانس
* ۰/۴۲ (۱/۹۲)			D-LOW متغیر مجازی وابستگی کم به خودروی شخصی

ادامه‌ی جدول ۴.

*** ^o / ۲۳ (۳/۷۵)	مؤلفه‌ی اصلی دوم - متغیر نگرشی کیفیت خدمات تاکسی‌های اینترنتی	Pc-ITP
*** ^o / ۶۰ (۲/۸۳)	متغیر مجازی هدف سفر مراجعه به ادارات با تاکسی اینترنتی	AIM-TAXI-OFFICE
*** ^o / ۶۵ (۳/۱۰)	متغیر مجازی هدف سفر بازگشت به منزل با تاکسی اینترنتی	AIM-TAXI-HOME
	-۶۵۶/۹۷۰۱	LL(0)
	-۶۴۶/۴۲۳۶	LL(C)
	-۴۶۹/۵۹۳۱	LL(β)
	^o /۲۸۵۲	ρ^2
	^o /۲۷۳۵	ρ_c^2

پنجم، یعنی متغیرهای نگرشی اقتصادی و متغیرهای مهارتی در استفاده از خودروی شخصی با ضریب مثبت، احتمال انتخاب گزینه‌ی اخیر را افزایش می‌دهد.

۳.۱.۴. تابع مطلوبیت استفاده‌ی کمتر از خودروی شخصی پس از ظهور تاکسی اینترنتی

با توجه به نتایج به دست آمده از مدل لوجیت چندگانه مطابق جدول ۴ مشخص است افرادی که وابستگی کمی به خودروی شخصی دارند، نسبت به سایر افراد پس از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی خود کمتر استفاده می‌کنند؛ چون ضریب متغیر وابستگی کم به خودروی شخصی در تابع مطلوبیت سوم، که مربوط به تأثیر تاکسی اینترنتی در استفاده از خودروی شخصی است، مثبت بوده است. در نتیجه با تغییر نگرش افراد می‌توان به کاهش میزان استفاده‌ی آنها از خودروی شخصی کمک کرد.

ضریب منفی متغیر افراد دارای مدرک کارشناسی نشان دهنده‌ی تأثیر معکوس متغیر ذکر شده در تغییر شیوه‌ی سفر افراد است؛ به بیان دیگر افرادی که مدرک کارشناسی دارند، نسبت به سایرین بعد از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی خود بیشتر استفاده کرده‌اند. با توجه به این موضوع و نتایج قبل، می‌توان اشاره کرد که با افزایش سطح تحصیلات، تمایل افراد به کاهش استفاده از خودروی شخصی افزایش یافته است.

در ضمن متغیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم نیز با علامت مثبت در تابع مطلوبیت سوم معنا دار شده‌اند، که این موضوع به این معناست که متغیرهای نگرشی اقتصادی و کیفیت خدمات تاکسی اینترنتی، تأثیر مستقیم در کاهش وابستگی به خودروی شخصی با تاکسی اینترنتی دارد.

همچنین متغیرهای مجازی مربوط به هدف سفر مراجعه به اداره‌ها و بازگشت به منزل، با ضریب مثبت معنا دار شده است. این بدان معنی است که پس از ظهور تاکسی اینترنتی، افرادی که با اهداف مراجعه به اداره‌ها و بازگشت به منزل سفر می‌کنند، تمایل‌شان به استفاده از خودروی شخصی کاهش یافته است.

۲.۴. آثار حاشیه‌یی

نتایج تحلیل آثار حاشیه‌یی متغیرهای مختلف در جدول ۵ نشان می‌دهد که با تغییر سطح تحصیلات از مقطع دیپلم به دکتری، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از

مدرک دکتری است؛ که نشان می‌دهد افرادی که تحصیلات دکتری دارند، نسبت به سایرین، احتمال کمتری به انتخاب گزینه‌ی مذکور دارند، به این معنی که این قبیل افراد پس از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی، کمتر استفاده می‌کنند.

در ضمن، افرادی که وابستگی بسیار زیادی به خودروی شخصی دارند، نسبت به سایر افراد، پس از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی خود بیشتر استفاده می‌کنند، چون ضریب این متغیر در تابع مطلوبیتی که مربوط به تأثیر تاکسی اینترنتی در استفاده از خودروی شخصی است، مثبت بوده است. این موضوع با توجه به نوع نگرش وابسته‌ی افراد اشاره شده، طبیعی به نظر می‌رسد.

همچنین، افرادی که با هدف کاری و دیدار نزدیکان از خودروی شخصی استفاده می‌کنند، با توجه به ضریب مثبت متغیر مجازی مربوط به آنها، نسبت به سایرین با احتمال بیشتری گزینه‌ی اول را انتخاب و از خودروی شخصی خود بیشتر استفاده می‌کنند.

ضریب منفی متغیر مجازی در هدف سفر تفریحی با خودروی شخصی نشان می‌دهد که افراد با هدف سفر تفریحی از خودروی شخصی کمتر استفاده می‌کنند. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده‌ی این باشد که افراد تمایل دارند سفرهای تفریحی خود را با شیوه‌ی دیگری انجام دهند و از وابستگی آنها به خودروی شخصی در سفرهای تفریحی کاسته می‌شود.

۲.۱.۴. تابع مطلوبیت عدم تغییر شیوه‌ی سفر پس از ظهور تاکسی اینترنتی

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، با توجه به ضرایب معنا دار شده در تابع مطلوبیت دوم، که گزینه‌ی تأثیر نداشتن تاکسی اینترنتی در میزان استفاده از خودروی شخصی است، به تحلیل ضرایب آن پرداخته شده است. افرادی که در تهران زندگی می‌کنند، نسبت به سایر شهرها، احتمال بیشتری برای انتخاب این گزینه دارند، چون ضریب آن در این تابع مطلوبیت مثبت شده است. لازم به ذکر است افرادی که سن کمتر از ۲۰ سال دارند، طبق مدل با توجه به ضریب مثبت متغیر مرتبط، احتمال بیشتری به انتخاب گزینه‌ی مذکور دارند و این موضوع به علت استفاده‌ی کمتر آنها از شیوه‌های سفر مختلف منطقی است. متغیر درآمد نیز در بخش حاضر با ضریب منفی بوده است، که نشان می‌دهد با کاهش درآمد افراد، احتمال این‌که تاکسی اینترنتی در استفاده‌ی این افراد از خودروی شخصی تأثیر نداشته باشد، بیشتر است. در نهایت، با توجه به معنا دار شدن متغیرهای مربوط به مؤلفه‌های اصلی اول و

جدول ۵. نتایج تحلیل اثر حاشیه‌یی متغیرهای توضیحی.

متغیر	تغییر سطح	آثار حاشیه‌یی	
		تغییر به خودروی شخصی	بدون تغییر به تاکسی اینترنتی
سطح تحصیلات	از دیپلم به دکتری	-۲۵/۸۲۵	۱۳/۲۸۰
	از کارشناسی به دکتری	-۲۲/۲۱۸	۱۱/۷۰۰
محل سکونت	از کارشناسی ارشد به دکتری	-۲۲/۳۰۲	۱۱/۷۲۷
	از تهران به بیرجند	۴/۵۸۷	-۱۰/۷۷۵
سن	از نوجوان به جوان	۴/۴۸۳	-۱۰/۵۱۹
	از نوجوان به میانسال	۶/۰۲۰	-۱۳/۶۶۱
	از نوجوان به سالمند	۸/۷۷۸	-۲۰/۷۴۶

جدول ۶. جدول فراوانی برآورد - مشاهده می‌زاد تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی.

مشاهده	برآورد		
	استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی	بدون تغییر	استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی
استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی	۱۳۸	۴۳	۳۸
بدون تغییر	۴۲	۴۸	۵۸
استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی	۴۰	۵۶	۱۳۳
مجموع	۲۲۰	۱۴۷	۲۲۹

با تغییر سن از نوجوانی به جوانی، سهم گزینه‌های استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی و تاکسی اینترنتی به اندازه‌ی ۴۸۳٪ و ۳۵٪/۶ افزایش و سهم گزینه‌ی بدون تغییر بودن شیوه‌ی سفر، ۵۱۹٪/۱۰ کاهش یافته است. در نتیجه، جوانان نسبت به نوجوانان، تمایل بیشتری به تغییر شیوه‌ی سفر خود دارند.

با تغییر سن از نوجوانی به میانسالی، سهم گزینه‌های استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی و تاکسی اینترنتی به ترتیب ۲۰٪/۶ و ۶۴۱٪/۷ افزایش و سهم گزینه‌ی بدون تغییر ماندن نوع شیوه‌ی سفر، ۶۶۱٪/۱۳ کاهش یافته است. بنابراین، میانسال‌ها نسبت به نوجوانان، تمایل بیشتری به تغییر شیوه‌ی سفر خود دارند.

با تغییر سن از نوجوانی به پیری، سهم گزینه‌های استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی و تاکسی اینترنتی به ترتیب ۷۷۸٪/۸ و ۹۶۸٪/۱۱ افزایش و سهم گزینه‌ی بدون تغییر ماندن نوع شیوه‌ی سفر، ۷۴۶٪/۲ کاهش یافته است. بنابراین، افراد دارای سن بالا نسبت به نوجوانان تمایل بیشتری به تغییر شیوه‌ی سفر خود دارند.

با توجه به نتایج یاد شده، می‌توان گفت نوجوانان نسبت به سایر سنین، انعطاف‌پذیری کمتری برای تغییر نوع شیوه‌ی سفر خود دارند، که این مورد می‌تواند به دلیل گزینه‌های محدود حمل‌ونقلی برای ایشان باشد. در ضمن با روش‌های مختلف، مانند فرهنگ‌سازی مناسب برای نوجوانان، می‌توان از وابستگی زیاد جامعه‌ی آینده به خودروی شخصی جلوگیری کرد.

۳.۴. درصد برآورد درست

یکی از روش‌های ارزیابی صحت عملکرد مدل انتخاب، محاسبه‌ی درصد برآورد درست مدل با استفاده از جدول برآورد و مشاهده است. عناصر قطری جدول برآورد

تاکسی اینترنتی، ۵۹۸٪/۱۲ افزایش یافته و همچنین سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی، ۸۲۵٪/۲۵ کاهش داشته است؛ بنابراین، با تغییر سطح تحصیلات افراد از دیپلم به دکتری، احتمال انتخاب تاکسی اینترنتی افزایش و احتمال انتخاب خودروی شخصی کاهش یافته است.

با تغییر سطح تحصیلات از کارشناسی به دکتری، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی ۲۱۸٪/۲۲ کاهش داشته و سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی، ۵۱۸٪/۱۰ و بدون تغییر بودن انتخاب افراد نیز ۷۰۰٪/۱۱ افزایش داشته است. با تغییر سطح تحصیلات افراد از کارشناسی به دکتری تمایل به استفاده از خودروی شخصی کاهش و تمایل به استفاده از تاکسی اینترنتی افزایش یافته است.

با تغییر سطح تحصیلات از کارشناسی ارشد به دکتری، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی، ۳۰۲٪/۲۲ کاهش و سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی، ۵۷۵٪/۱۰ افزایش داشته است. در نتیجه، با تغییر سطح تحصیلات از کارشناسی ارشد به دکتری، تمایل افراد به استفاده از خودروی شخصی کاهش و تمایل به تاکسی اینترنتی افزایش یافته است.

با تغییر محل سکونت از تهران به بیرجند، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از تاکسی اینترنتی نسبت به خودروی شخصی، ۱۸۸٪/۶ افزایش، سهم گزینه‌ی استفاده‌ی بیشتر از خودروی شخصی، ۵۸۷٪/۴ افزایش و سهم گزینه‌ی بدون تغییر بودن شیوه‌ی سفر، ۷۷۵٪/۱۰ کاهش یافته است. در نتیجه، با تغییر شهر محل سکونت از کلان‌شهر تهران به بیرجند، که شهر کوچکی است، تمایل به تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی افزایش و تمایل به عدم تغییر شیوه‌ی سفر کاهش یافته است؛ پس تأثیر تاکسی اینترنتی در شهر بیرجند در تغییر نوع وسیله‌ی نقلیه برای سفرهای درون‌شهری بیشتر بوده است.

و مشاهده، نشانگر میزان برآورد درست مدل و عناصر غیرقطری، نشانگر میزان برآورد نادرست مدل هستند. برای محاسبه‌ی میزان برآورد درست مدل می‌توان تعداد برآورد درست را بر تعداد کل تقسیم کرد (رابطه‌ی ۱۱). فراوانی برآورد و مشاهده‌ی میزان تأثیر تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی حاکی از این است که درصد برآورد صحیح مدل، ۵۳/۳۴ بوده است (جدول ۶). با توجه به درصد برآورد درست، بیش از نیمی از برآورد مدل با واقعیت انطباق داشته است:

$$\frac{\text{The number of correct estimates}}{\text{Total}} \times 100 = \text{Percent correct} \quad (11)$$

۵. نتیجه‌گیری

استفاده از تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی بر یکدیگر اثرگذارند. بررسی تأثیر دو شیوه‌ی حمل‌ونقلی مذکور در ادبیات پیشین، بیشتر با تمرکز بر مالکیت خودروی شخصی بوده و مطالعات محدودی به ویژه به صورت نگرشی در این زمینه انجام شده است.

در پژوهش حاضر، تأثیر تاکسی اینترنتی در میزان استفاده از خودروی شخصی در شرایط معمول سنجیده شده است. براساس ۵۹۸ داده‌ی پالایش شده طی فرایند گردآوری داده‌ها از طریق پرسش‌نامه‌ی که به همین منظور طراحی و تدوین شده بود، مدل‌های لوجیت چندگانه برای تعیین نوع اثرگذاری تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی بر یکدیگر استفاده شده است. برای تفسیر بیشتر نتایج، آثار حاشیه‌ی برای هر مدل بررسی و برای تشخیص میزان دقت مدل‌ها، درصد برآورد درست آنها تحلیل شده است. لازم به ذکر است که متغیرهای مختلف، مانند متغیرهای مجازی و ترکیبی در مدل بررسی شده‌اند، که در صورت معنادار شدن در مدل نهایی گزارش شده‌اند. نتایج فرایند مدل‌سازی نشان می‌دهد که افراد با تحصیلات دکتری پس از ظهور تاکسی اینترنتی از خودروی شخصی کمتر استفاده می‌کنند، که شاید علت آن سطح تحصیلات بالاتر و آگاهی بیشتر ایشان باشد، که سبب می‌شود در راستای کاهش

استفاده از خودروی شخصی برای کاهش آثار منفی حاصل از آن مانند آلودگی هوا گام بردارند. افراد با هدف سفر تفریحی از خودروی شخصی کمتر استفاده می‌کنند، که نشان‌دهنده‌ی تمایل افراد با هدف تفریحی به تغییر شیوه‌ی سفر و کاهش وابستگی آنها به خودروی شخصی است. در ضمن افراد با وابستگی بسیار زیادی به خودروی شخصی، از خودروی شخصی بیشتر استفاده می‌کنند، که با توجه به نگرش این افراد منطقی به نظر می‌رسد و افرادی که وابستگی کمی به خودروی شخصی دارند، از خودروی شخصی خود کمتر استفاده می‌کنند؛ در نتیجه نگرش افراد تأثیر بسزایی در تغییر رفتار سفرشان خواهد داشت و این موضوع نشان می‌دهد که وابستگی به خودروی شخصی، نقش مهمی در نوع انتخاب شیوه‌ی سفر ایفا می‌کند. بر اساس نتایج ذکر شده با تغییر نگرش افراد می‌توان به کاهش میزان استفاده‌ی آنها از خودروی شخصی کمک کرد، که این تغییر نگرش با فرهنگ‌سازی به روش‌های مختلف در فضای مجازی و رسانه‌ی ملی انجام‌پذیر است. در ساکنان کلان‌شهر تهران نسبت به بیرجند، که شهر کوچکی با جمعیت در حدود ۲۸۵ هزار نفر است، تمایل به تاکسی اینترنتی و خودروی شخصی، افزایش و تمایل به عدم تغییر شیوه‌ی سفر، کاهش یافته است.

پژوهش حاضر، مدیران و سیاست‌گذاران را در راستای تعیین و اصلاح قوانین با توجه به نتایج ارائه شده و بررسی نوع نگرش افراد و تأثیر آن در انتخاب شیوه‌ی سفر، تأثیرگذاری شیوه‌ی سفر جایگزین تاکسی اینترنتی در وابستگی به خودروی شخصی، تعیین ویژگی افرادی که با معرفی یک شیوه‌ی جایگزین به کاهش استفاده از خودروی شخصی خود تمایل دارند، و ترغیب آنها به استفاده از شیوه‌ی سفر جایگزین با در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای ایشان و در نتیجه نزدیک شدن به یک سیستم پایدار یاری می‌رساند.

به منظور ادامه‌ی پژوهش، می‌توان به بررسی تأثیر تاکسی اینترنتی در میزان استفاده از خودروی شخصی در شهرهای دیگر و مقایسه‌ی نتایج آن با پژوهش حاضر و بررسی انتقال‌پذیری آن، بررسی و تحلیل تأثیر تاکسی اینترنتی بر وابستگی به خودروی شخصی در دوران کرونا و بررسی و تحلیل عواملی که باعث تغییر شیوه‌ی سفر افراد با سطح تحصیلات دکتری در دوران قبل و بعد از کرونا شده است، اشاره کرد.

پانویس‌ها

1. ride hailing
2. Brindle
3. Clewlow & Mishra
4. Uber
5. Hall
6. Berger
7. Wallsten
8. Cape Town
9. Ward
10. lyft
11. difference in difference
12. Guo
13. Gong
14. Zhong
15. car ownership

16. independently and identically distributed gumbel
17. maximum likelihood estimation
18. <https://porseshnameonline.com>

منابع (References)

1. Conley, J. and McLaren, A.T. "Car Troubles: Critical Studies pp. 190-230 (2009). Of Automobility And Automobility", *Routledge*, first edition,
2. Brindle, R. "Kicking the habit (Part 2): what are the real options for reducing 'car dependence'?", *Road and Transport Research*, **12**(4), pp. 34-40 (2003).
3. Tchorek, G., Brzozowski, M., Dziwanowska, K. and et al. "Social capital and value co-creation: the case of a

- polish car sharing company”, *Sustainability*, **12**(11), pp. 1-20 (2020).
4. 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, Research Report UCD-ITS-RR-17-07 (2017).
 5. Hall, J.D., Palsson, C. and Price, J. “Is uber A substitute or complement for public transit”, *Journal of Urban Economics*, **108**, pp. 36-50 (2018).
 6. Berger, T., Chen, C. and Frey, C.B. “Drivers of disruption? estimating the uber effect”, *European Economic Review*, **110**, pp. 197-210 (2018).
 7. Wallsten, S. “The competitive effects of the sharing economy?: How is uber changing taxis?.”, *Technology Policy Institute*, Washington D.C. (June 2015).
 8. Vanderschuren, M. and Baufeldt, J. “Ride-sharing: A potential means to increase the quality and availability of motorised trips while discouraging private motor ownership in developing cities?”, *Research in Transportation Economics*, **69**, pp. 607-614 (2018).
 9. Ward, J.W., Michalek, J.J., Azevedo, I.L. and et al. “On-demand ride sourcing has reduced per-capita vehicle registrations and gasoline use in U.S. states”, *Transportation Research Board 97th Annual Meeting Compendium of Papers*, No. 18-05185, **108**, pp.289-301 (2018).
 10. Guo, Y., Xin F., Barnes, S. and Li, X. “Opportunities or threats? the rise of online collaborative consumption and its impact on new car sales”, *Electronic Commerce Research and Applications*, **29**, pp. 133-141 (2018).
 11. Gong, J., Greenwood, B.N. and Song, Y. “Uber might buy me a mercedes benz?: An empirical investigation of the sharing economy and durable goods purchase”, *SSRN Electronic Journal*, pp. 0-48 (2017).
 12. Zhong, J., Lin, Y. and Yang, S. “The impact of ride-hailing services on private car use in urban areas: An examination in chinese cities”, *Journal of Advanced Transportation*, **2020**, pp.10-12 (2020).
 13. Hensher, D., Rose, J. and Greene, W.H. “Applied choice analysis: A primer”, *Cambridge University Press*, second edition, pp.438-450 (2005).
 14. Sharma, S. “Applied multivariate techniques”, *John Wiley & Sons Inc.*, USA (1995).
 15. Jolliffe, I. “Pincipal component analysis”, *2nd Edition*, Springer, New York (2002).
 16. Babania, M., Pourdoorish, A. and Mirasharfi, S.B. “The role of principal component analysis (PCA) in big data modeling”, *3rd International Conference on Soft Computing*, pp.2-7, Rudsar (in Persian) (2019).
 17. Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S. “Using multivariate statistics”, *5th edition*, Boston, MA: Allyn & Bacon, pp.497-503 (2007).
 18. Cochran, W.G. “Sampling techniques”, *3rd edition*, John Wiley & Sons, New York, pp.18-80 (1977).