

مدل‌سازی عوامل مؤثر بر مدت‌زمان پیاده‌روی و انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرها: مدل‌های مدت‌زمان و لوجیت از داده‌های تورمبنای سفر

آسیه باغبانی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

افشین شریعت مهیمنی (مسئول مکاتبات)، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

سعید رحمانی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، آزمایشگاه تحقیقاتی ترافیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

امین صیاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد- واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

میلاذ مهدی‌زاده، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: shariat@iust.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۲

دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۸

چکیده

تشدید مشکلات ترافیکی از قبیل ازدحام، آلودگی و کمبود منابع توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقلی بخصوص در کشورهای در حال توسعه از یک سو و کاهش شاخص‌های فعالیت بدنی از سوی دیگر سبب شده پیاده‌روی به عنوان یک شیوه حمل‌ونقل غیرموتوری و پاک مورد توجه تصمیم‌گیران قرار گیرد. این پژوهش به بررسی عوامل تأثیرگذار بر میزان پیاده‌روی و انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه پرداخته است. بدین منظور از مدل‌های لوجیت و مدت‌زمان برای مدل‌سازی استفاده شده است. در این مطالعه از داده‌های بهنگام‌سازی طرح جامع حمل‌ونقل شهر مشهد استفاده شده است. نتایج مدل‌ها نشان می‌دهد عوامل مختلفی مانند بعد خانوار، سن کم و تراکم مسکونی رابطه مستقیمی با مدت‌زمان پیاده‌روی و انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه دارد. همچنین یافته‌ها حاکی از این است که مردها (در مقایسه با زن‌ها) و افراد با سطح تحصیلات بالاتر مدت‌زمان بیشتری را صرف پیاده‌روی روزانه می‌کنند. نتایج بررسی رفتار گروه‌های مختلف شغلی نشان می‌دهد که به طور کلی دانش‌آموزان بیش از سایر گروه‌های شغلی پیاده‌روی می‌کنند. فراهم کردن بسترهای لازم و ارائه سیاست‌های تشویقی در جهت افزایش میزان پیاده‌روی در نهادهای دولتی و شرکت‌های خصوصی می‌تواند موجب ارتقای سطح پیاده‌روی در سطح جامعه و به خصوص کارمندان شود.

واژه‌های کلیدی: مدت‌زمان پیاده‌روی، مدل لوجیت دوتایی، مدل مدت‌زمان، حمل‌ونقل غیرموتوری

۱. مقدمه

مختلف سفر، تاکنون مطالعات اندکی در این زمینه در جوامع درحال توسعه (از جمله ایران) صورت گرفته است. در میان مطالعات صورت گرفته در کشور ایران نیز عمدتاً کانون توجه بر روی رفتار سفر گروه خاصی از قبیل دانش‌آموزان بوده است [Hatamzadeh et al. 2016; Mehdizadeh, Mamdoohi and Nordfjaern, 2017]. از طرفی، در اکثر مطالعات گذشته، رویکرد غالب برای تحلیل پیاده‌روی، سفرمبنا^۲ بوده است. در رویکرد سفرمبنا توالی سفرهای فرد در طول روز و ارتباط آن‌ها با یکدیگر مدنظر قرار داده نمی‌شود. در واقع در رویکرد سفرمبنا سفرهای فرد در طول روز به صورت مستقل از یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اگر زنجیره سفر فرد به صورت (خانه ← محل کار ← خرید ← محل کار ← خرید ← خانه) باشد، هر یک از اجزای این زنجیره به صورت جداگانه مدل‌سازی می‌شوند. این در حالی است که مطالعات بسیاری نشان می‌دهد که الگوی سفر افراد در روز بر انتخاب شیوه‌های مختلف سفر تاثیرگذار است.

مطالعه پیش‌رو قصد دارد تا کاستی‌های مطالعات گذشته را با به‌کارگیری داده‌های تورمبنا^۳ و در نظر گرفتن زنجیره سفر افراد در طول روز برطرف کرده و به تحلیل و مدل‌سازی عوامل مؤثر بر مدت‌زمان پیاده‌روی و انتخاب شیوه‌ی پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه در کشور پردازد. بدین منظور از دو مدل مدت‌زمان خطر مبنای^۴ و لوجیت دوتایی^۵ برای پاسخ به سؤالات تحقیق استفاده شده است. در این پژوهش دو هدف اصلی دنبال می‌شود:

۱. بررسی تأثیر عوامل اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب شیوه‌ی پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه با در نظر گرفتن زنجیره سفر افراد.

۲. بررسی عوامل تأثیرگذار بر مدت‌زمان پیاده‌روی افراد با در نظر گرفتن زنجیره سفر افراد در طول روز با استفاده از داده‌های تورمبنا.

برای انجام هدف دوم از مدل‌های خطر استفاده شده است. مدل‌های خطر از جمله مدل‌های مرسوم در زمینه مطالعات

شیوه‌های حمل‌ونقل غیرموتوری^۱ و به طور خاص پیاده‌روی، از جمله قدیمی‌ترین شیوه‌های جابجایی مورد استفاده‌ی بشر بوده است. با این حال در دهه‌های اخیر با پیشرفت علم و فناوری و افزایش قابل توجه سهم وسایل نقلیه موتوری در جابجایی‌های شهری، پیاده‌روی جایگاه خود را به‌عنوان یک شیوه‌ی فعال سفر از دست داده است. در سال‌های اخیر تشدید مشکلات ترافیکی از قبیل ازدحام، آلودگی و کمبود منابع توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقلی به‌خصوص در کشورهای درحال توسعه از یک سو و کاهش شاخص‌های فعالیت بدنی از سوی دیگر سبب شده پیاده‌روی به عنوان یک شیوه حمل‌ونقلی پاک مورد توجه تصمیم‌گیران قرار بگیرد [Kaplan, Nielsen and Prato, 2016].

افزایش سهم پیاده‌روی در سفرهای درون‌شهری موجب کاهش ازدحام ترافیکی و اثرات زیست‌محیطی سیستم‌های حمل‌ونقل موتوری می‌شود [Agrawal and Schimek, 2007; Mammen et al. 2014; Middleton, 2011]. همچنین این شیوه سفر موجب ارتقای سطح سلامت جامعه و کاهش هزینه‌های درمانی و اجتماعی می‌گردد [Aziz et al. 2017; Koohsari et al. 2017; Manaugh and El-Geneidy, 2013]. از جنبه عدالت اجتماعی، اجرای سیاست‌های ترویج پیاده‌روی موجب افزایش فرصت‌های حمل‌ونقلی به‌خصوص برای گروه‌های کم‌درآمد جامعه می‌شود [Rahul and Verma, 2014]. از این رو امروزه پیاده‌روی به عنوان یکی از ارکان اصلی حمل‌ونقل پایدار در جوامع پیشرفته مطرح شده است [Lindelöw et al. 2014; Saghapour, Moridpour and Thompson, 2017]. مطالعات پیشین در زمینه پیاده‌روی بیان‌گر تفاوت رفتاری در عوامل تأثیرگذار بر میزان پیاده‌روی در کشورهای مختلف است [Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2016; Ogilvie et al. 2008]. برخلاف اهمیت بالای این مسئله و انجام مطالعات بسیاری در این زمینه بر روی گروه‌های مختلف سنی و اهداف

دسترسی به خودروی شخصی، عدم اضافه‌وزن و فاصله کم‌تر تا محل کار و مراکز خرید از جمله عواملی است که با میزان پیاده‌روی افراد رابطه مستقیم دارد. به گفته‌ی این محققین عمده مطالعات در زمینه پیاده‌روی در کشورهای آمریکای شمالی و استرالیا انجام شده و پیشنهاد شده به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و زیرساختی بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، این مطالعات در جوامع درحال‌توسعه نیز صورت بگیرد [Ogilvie et al. 2008]. در سال ۲۰۱۲ یانگ و دایز روکس نشان دادند مسافت و مدت‌زمان پیاده‌روی در سفرهای تفریحی در مقایسه با سایر اهداف سفر به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر است. همچنین افراد با درآمد کمتر در سفرهای شغلی مسافت‌های کوتاه‌تر و در سفرهای تفریحی مدت‌زمان بیش‌تری را صرف پیاده‌روی کرده‌اند [Yang and Diez-Roux, 2012].

سانگ و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر ضوابط ناحیه‌بندی و ترکیب کاربری زمین بر رفتار پیاده‌روی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد نواحی با کاربری‌های مختلط رابطه مستقیمی با فعالیت بیش‌تر ساکنین آن مناطق دارد [Sung et al. 2015].

کنگ و همکاران نیز در سال ۲۰۱۷ به بررسی رفتار پیاده‌روی افراد در آمریکا به تفکیک دو هدف سفر تفریحی و غیرتفریحی پرداختند. در این مطالعه فرض شده است سفرهایی که دارای مقصد مشخص هستند از نوع تفریحی نیستند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد مدت‌زمان پیاده‌روی در سفرهای غیرتفریحی در مقایسه با سفرهای تفریحی کوتاه‌تر است [Kang et al. 2017].

در ادامه مطالعات صورت‌گرفته در برخی کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران مورد بررسی می‌گیرد.

راهول و ورما در سال ۲۰۱۴ به بررسی فاصله قابل‌قبول پیاده‌روی در میان عابران پیاده در شهر بنگلور کشور هند پرداختند. یافته‌های این محققان نشان می‌دهد که تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در میانگین مسافت پیاده‌روی افراد در گروه‌های مختلف اقتصادی اجتماعی وجود دارد. از جمله عوامل مرتبط با میانگین مسافت پیاده‌روی، مالکیت خودرو و جنسیت افراد بوده

مربوط به مدت‌زمان فعالیت‌های مختلف است و در برخی از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است [Ferdous et al. 2011; Hojati, Ferreira, Washington and Charles, 2013; Kubota et al. 2015; Klenk et al. 2016; Schnohr, Scharling and Jensen, 2007].

۲. ادبیات پژوهش

در سالیان اخیر مطالعاتی بر روی خصوصیات پیاده‌روی افراد از قبیل مسافت و مدت‌زمان پیاده‌روی و عوامل تأثیرگذار بر آن صورت گرفته است. به‌منظور مقایسه یافته‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، در این بخش سعی شده است ابتدا مطالعات مربوط به کشورهای توسعه‌یافته و در ادامه مطالعات صورت‌گرفته در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران مورد بررسی قرار گیرد.

آگراوال و شیمک در سال ۲۰۰۷ به بررسی تأثیر عوامل اقتصادی اجتماعی بر مدت‌زمان و فاصله پیاده‌روی بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده در کشور آمریکا پرداختند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، میانگین مسافت قابل‌قبول پیاده‌روی حدود ۸۰۰ متر در هر سفر منحصربه‌فرد و میانگین مدت‌زمان قابل‌قبول پیاده‌روی حدود ۳۰ دقیقه در طول روز بوده است. بالاترین درصد پیاده‌روی نیز مربوط به سفرهای منتهی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی بوده است. نتایج مطالعه مذکور نشان می‌دهد با افزایش سطح تحصیلات تمایل به پیاده‌روی افزایش می‌یابد. همچنین افزایش میزان درآمد افراد با افزایش تعداد سفرهای تفریحی پیاده آن‌ها رابطه مستقیم و با تعداد سفرهای کاری پیاده رابطه معکوس داشته است. تأثیر نژاد افراد بر میزان پیاده‌روی بدین صورت بوده است که آسیایی‌ها، لاتین‌ها و سیاه‌پوستان در مقایسه با سفیدپوستان تمایل کمتری به پیاده‌روی نشان داده‌اند [Agrawal and Schimek, 2007]. مطالعه آگیلوی و همکاران در سال ۲۰۰۸ به بررسی تأثیر خصوصیات محیطی و شخصیتی افراد بر میزان پیاده‌روی آن‌ها می‌پردازد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد سن کمتر، عدم

پیاده روی می‌شود [Mamdoohi and Mehdizadeh, 2015]. در ادامه به معرفی داده‌های مورد استفاده در پژوهش، روش استفاده‌شده، نتایج مدل‌سازی و نهایتاً جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پرداخته شده است. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اکثر مطالعات در کشورهای توسعه‌یافته و بدون در نظرگیری زنجیره سفر افراد در طول روز انجام شده است. نوآوری پژوهش حاضر بررسی عوامل مؤثر بر مدت‌زمان و انتخاب شیوه پیاده‌روی در یک جامعه در حال توسعه (کشور ایران) با در نظر گرفتن زنجیره سفر افراد است. علاوه بر این، در این پژوهش از رویکرد تورمبنا برای تحلیل رفتار پیاده‌روی افراد در طول روز استفاده شده است، بدین معنا که تمامی سفرهای پیاده فرد در یک روز به صورت هم‌زمان و در ارتباط با یکدیگر مورد مطالعه و مدل‌سازی قرار گرفته است.

۳. روش تحقیق

در این بخش در ابتدا داده‌های مورد استفاده در پژوهش به صورت اجمالی تشریح شده و در ادامه روش تحقیق و مدل‌های استفاده‌شده معرفی می‌شود.

۳-۱ داده‌های پژوهش

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از نتایج آمارگیری مبدا-مقصد ساکنان شهر مشهد در آبان ماه سال ۱۳۸۷ حاصل شده است. شهر مشهد، مرکز استان خراسان رضوی و دومین شهر پهناور ایران بعد از تهران است. همچنین بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ این شهر با ۳,۰۰۱,۱۸۴ نفر جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران است. برای اطلاعات بیشتر درباره نحوه گردآوری داده‌های مطالعات شهر مشهد مقدس در سال ۱۳۸۷ می‌توان به گزارشات طرح جامع مشهد رجوع کرد [Tarhehaftom, 2008]. در این پژوهش، پس از بررسی و پالایش داده‌ها، ۳۱۹۴۲ مشاهده (نفر) باقی ماند که از

است، بدین صورت که مردها و افرادی که دسترسی به خودروی شخصی ندارند تمایل به پیمودن مسافت‌های طولانی‌تر نسبت به گروه مقابل (زن‌ها و افراد دارای خودروی شخصی) دارند. از نتایج قابل توجه این مطالعه تفاوت مشاهده‌شده در میزان پیاده‌روی در کشور هند با سایر کشورهای توسعه‌یافته است [Rahul and Verma, 2014]. مانوج و ورما نیز در سال ۲۰۱۴ به بررسی تاثیر عوامل محیطی و خصوصیات خانوادگی افراد غیرشاغل بر مسافت پیاده‌روی در کشور هند پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهند که با افزایش فاصله کاربری‌های زمین در ناحیه زندگی فرد، مسافت پیاده‌روی افراد در طول روز کاهش می‌یابد. همچنین افرادی که در خانواده‌های بدون خودرو زندگی می‌کنند مسافت‌های طولانی‌تری رو در طول روز به پیاده روی اختصاص می‌دهند [Manoj and Verma, 2016].

در سال ۲۰۱۶ حاتم‌زاده و همکاران به بررسی رفتار پیاده‌روی دانش‌آموزان دختر و پسر در سفر به/از مدرسه پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد دختران و پسران دانش‌آموز به مسافت‌های پیاده‌روی بیش از ۴۰۰ متر حساس هستند. با این حال حساسیت رفتاری پسران در مقایسه با دختران در مسافت‌های بیش از ۴۰۰ متر بیش‌تر است [Hatamzadeh et al. 2016].

مهدی‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) نیز عوامل تأثیرگذار بر مدت‌زمان پیاده‌روی در سفرهای تحصیلی دانش‌آموزان ۷ تا ۹ سال را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه شاخصی تحت عنوان زمان پیاده‌روی درک‌شده تا مدرسه (PWTS) ارائه شده است. یافته‌های این محققان نشان داد زمان پیاده‌روی درک‌شده تا مدرسه، مهم‌ترین عامل در تعیین شیوه پیاده‌روی دانش‌آموزان برای سفر به مدرسه بوده است، بدین صورت که با افزایش این متغیر میزان پیاده‌روی دانش‌آموزان به طور قابل توجهی کاهش یافته است [Mehdizadeh et al. 2017].

همچنین، ممدوحی و مهدی‌زاده (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای نشان دادند که ایمن‌سازی مسیرهای پیاده‌روی موجب افزایش احتمال

درصد از کل سفرهای خود را به صورت پیاده انجام داده‌اند. در گروه متغیر سنی که به صورت ساختگی و گسسته وارد مدل شده‌اند، بیشترین تعداد مربوط به گروه بین ۱۰ تا ۲۰ سال بوده است که ۴۳۷۸ نفر هستند و بعد از آن افراد بین ۳۵ تا ۵۵ سال و ۲۰ تا ۳۵ سال قرار دارند. همچنین مطابق با این جدول، توزیع جنسیتی نمونه تقریباً برابر و درصد زنان مشابه مردان است. در گروه شغلی‌های مختلف نیز که به صورت ساختگی وارد مدل شده‌اند، بیشترین تعداد را دانش‌آموزان با ۳۹۹۸ نفر و پس از خانه‌داران با ۳۴۶۸ نفر دارند. میانگین سطح تحصیلات نمونه نیز ۱/۲۱ است که نشان می‌دهد بیشتر افراد نمونه دارای تحصیلات زیردیپلم را دارند یا بی‌سواد هستند. میانگین مالکیت خودرو در نمونه نیز وجود حداقل یک خودرو را در بیشتر خانواده‌های افراد نشان می‌دهد (۰/۹۷).

این تعداد ۲۳۰۰۹ نفر حداقل یک سفر در طول روز داشتند. در این میان نیز ۱۰۲۴۷ نفر حداقل یک سفر خود را پیاده انجام داده‌اند. داده‌ها و سوالات پرسشنامه این مطالعه در دو دسته کلی قرار می‌گیرد: اطلاعات مربوط به خانوار و اطلاعات مربوط به سفر. اطلاعات مربوط به خانوار شامل ویژگی‌های فردی و اطلاعات اقتصادی-اجتماعی خانوار از جمله جنسیت، سن، شغل، نوع و تعداد وسایل نقلیه تحت مالکیت و ناحیه محل سکونت است. اطلاعات مربوط به سفر نیز شامل هدف سفر، زمان سفر، شیوه‌ی انجام سفر^۱ و ناحیه مبدا و مقصد سفر هر یک از اعضای خانوار است. لیست متغیرها و تعریف ریاضی آن‌ها برای داده‌های مربوط به افرادی که حداقل یک سفر خود را به صورت پیاده (۱۰۲۴۷ نفر) انجام داده‌اند، در جدول ۱ ارائه شده است. مطابق این جدول، میانگین مدت‌زمان پیاده‌روی در حدود ۴۰ دقیقه در طول روز است و افراد به طور میانگین ۸۰

جدول ۱. تحلیل اطلاعات توصیفی داده‌ها پرسشنامه

متغیر (تعریف ریاضی)	کمینه	بیشینه	مجموع	میانگین	انحراف معیار
مدت‌زمان پیاده‌روی (متغیر پیوسته بر حسب دقیقه)	۱	۳۱۰	۴۰۸۸۰۹	۳۹/۹۰	۲۹/۷۸
درصد سفر پیاده از کل سفرها (متغیر پیوسته)	۱	۱۰۰	۸۱۷۹۶۰	۷۹/۸۲	۳۱/۹۰
بعد خانوار (تعداد)	۱	۱۰	۴۳۰۳۶	۴/۲۰	۱/۴۰
سن (گسسته)					
کمتر از ۱۰ سال بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۹۹۶	۰/۱۰	۰/۳۰
بین ۱۰ تا ۲۰ سال بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۴۳۷۸	۰/۴۳	۰/۵۰
بین ۲۰ تا ۳۵ سال بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۲۵۰۸	۰/۲۴	۰/۴۳
بین ۳۵ تا ۵۵ سال بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۲۵۹۷	۰/۲۵	۰/۴۳
بیشتر از ۵۵ سال بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۶۰۸	۰/۰۶	۰/۲۴
جنسیت (مرد=۱، زن=۰)	۰	۱	۴۸۶۸	۰/۴۸	۰/۵۰
والدین بودن (بله=۱، خیر=۰)					
گروه شغلی					
دانش‌آموز بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۳۹۹۸	۰/۳۹	۰/۴۹
دانشجو بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۳۷۲	۰/۰۴	۰/۱۹
خانه‌دار بودن (بله=۱، خیر=۰)	۰	۱	۳۴۶۸	۰/۳۴	۰/۴۷

۰/۲۳	۰/۰۵	۵۶۱	۱	۰	فروشنده بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۱۲	۰/۰۲	۱۶۰	۱	۰	معلم-استاد بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۰۹	۰/۰۱	۸۲	۱	۰	راننده بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۲۳	۰/۰۶	۵۹۷	۱	۰	کارگر بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۱۶	۰/۰۳	۲۷۳	۱	۰	کارمند بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۲۱	۰/۰۵	۴۸۲	۱	۰	بازنشسته بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۰۸	۰/۰۱	۶۱	۱	۰	خردسال بودن (بله=۱، خیر=۰)
۰/۶۶	۱/۲۲	۱۲۵۲۰	۴	۰	سطح سواد (بی سواد=۰، زیر دیپلم=۱، دیپلم-فوق دیپلم=۲، لیسانس=۳، فوق لیسانس-دکتری=۴)
۰/۹۳	۰/۹۷	۹۹۰۱	۶	۰	مالکیت خودرو (تعداد خودرو)
۰/۰۱	۰/۰۲	۱۶۴	۰/۰۴	۰	تراکم جمعیت ناحیه (هزار نفر بر مترمربع)
۳/۴۳	۶/۳۷	۶۵۳۱۸	۱۶	۱	فاصله ناحیه از حرم مطهر (کیلومتر)

۲-۳ روش مدل سازی

$$P_{n1} = \frac{e^{\beta V_{n1}}}{e^{\beta V_{n1}} + e^{\beta V_{n2}}} \quad (3)$$

$$P_{n2} = 1 - P_{n1}$$

لازم به ذکر است که پرداخت مدل لوجیت از طریق پیشینه سازی تابع درست‌نمایی^{۱۴} انجام می‌شود [Train, 2009].

۲-۲-۳ مدل مدت زمان خطر مینا

مدل‌های مدت زمان خطر از سال ۱۹۸۰ در حمل و نقل مورد توجه قرار گرفته و استفاده شدند. از مدل‌های مدت زمان خطر مینا برای مدل کردن هرگونه مدت زمانی که شروع و پایان آن مشخص باشد، استفاده می‌شود. اگرچه مدل‌های خطر انواع متفاوتی دارند، پویایی مدت زمان فعالیت‌ها با در نظر گرفتن احتمال شرطی ختم شدن رویداد، معمولاً به عنوان تابعی از متغیرها در نظر گرفته می‌شود. نرخ خطر^{۱۵} احتمال شرطی تمام فعالیت در بین زمان t و $t+dt$ (با این فرض که فعالیت تا قبل از t تمام نشده است) را نشان می‌دهد و از رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{[1 - F(t)]} \quad (4)$$

در این بخش، به روش‌شناسی مدل‌های لوجیت دوتایی و مدت زمان خطر مینا پرداخته می‌شود.

۱-۲-۳ مدل لوجیت دوتایی

لوجیت ساده‌ترین و پرکاربردترین مدل در مدل‌های انتخاب گسسته^۷ است. این مدل سازگاری بسیار بالایی با فرضیه‌ی پیشینه سازی مطلوبیت^۸ دارد [Train, 2009]. مدل لوجیت با این فرض به دست می‌آید که جزء خطای مدل (ε_{n1}) به صورت مستقل و معین دارای توزیع حد نهایی نوع دوم^۹ است. تابع چگالی^{۱۰} و تابع توزیع تجمعی^{۱۱} جزء خطا در این مدل به ترتیب به صورت رابطه‌های (۱) و (۲) است:

$$f(\varepsilon_{n1}) = e^{-\varepsilon_{n1}} e^{-e^{-\varepsilon_{n1}}} \quad (1)$$

$$F(\varepsilon_{n1}) = e^{-e^{-\varepsilon_{n1}}} \quad (2)$$

در ساختار لوجیت، تابع مطلوبیت^{۱۲} معمولاً به گونه‌ای تعریف می‌شود که ساختار خطی^{۱۳} داشته باشد. در نهایت مدل لوجیت دوتایی دارای تابع احتمال انتخاب به شکل رابطه‌ی (۳) است:

به دلیل اینکه ممکن است عوامل مشاهده نشده بر مدت‌زمان تأثیر زیادی داشته باشند و نادیده گرفتن آن‌ها خطاهای بزرگی را در نتیجه‌گیری ایجاد کند، لازم است اثر ناهمگنی مشاهده‌نشده^{۲۴} در مدل‌های خطر بررسی شود. در رویکرد پارامتری مدل‌های خطر، رایج‌ترین روش برای در نظر گرفتن ناهمگونی، معرفی یک جزء ناهمگونی است که همه‌ی اثرات دیده نشده بر جمعیت را در نظر می‌گیرد. این جزء ناهمگونی w نام دارد و دارای یک توزیع مشخص بر جمعیت است که تابع بقا را به رابطه (۹) تبدیل می‌کند:

$$S(t) = \int S(t|w)g(w)dw \quad (9)$$

در این رابطه $g(w)$ نمایانگر توزیع موردنظر جزء ناهمگونی است که انواع مختلفی می‌تواند داشته باشد. بر اساس توزیع‌های مختلف و نیز دو حالت در نظر گرفتن ناهمگونی و در نظر نگرفتن آن، مدل‌های مختلف خطر برای یک جمعیت آماری به دست می‌آید. برای مقایسه این مدل‌ها و انتخاب مدل نهایی از رابطه (۱۰)، استفاده می‌شود:

$$\chi^2 = -2(LL(0) - LL(\beta_c)) \quad (10)$$

در این رابطه $LL(0)$ لگاریتم تابع درست‌نمایی ابتدایی (زمانی که همه پارامترها برابر با صفر باشند) و $LL(\beta_c)$ لگاریتم تابع درست‌نمایی در نقطه همگرایی است. مدلی انتخاب خواهد شد که بیشترین سطح اطمینان و معنی‌داری را برای مدل ارضا کند [Washington et al. 2010].

درنهایت برای تطبیق اثر متغیرها از دو نوع مدل کلی استفاده می‌شود: مدل خطر تناسبی^{۲۵} و مدل خطر فزاینده^{۲۶}. در مدل‌های خطر تناسبی فرض می‌شود که متغیر به صورت مستقیم بر تابع خطر اثر دارد که در این حالت نرخ خطر به دو جز تقسیم می‌شود: یک جزء وابسته به زمان و جزء دیگر که فقط به متغیرها وابسته است. در مدل خطر فزاینده اما این فرض وجود دارد که متغیرها به طور مستقیم در تابع بازمانده پای‌های، مقیاس زمان را تغییر می‌دهند و به عبارتی به آن شتاب می‌دهند. در این حالت نرخ خطر نیز بر روی زمان (هنگامی که شتاب

که در این رابطه تابع توزیع تجمعی $F(t)$ احتمال اتمام فعالیت را تا قبل از زمان t نشان می‌دهد (رابطه (۵)):

$$F(t) = Prob[T < t] \quad (5)$$

و $f(t)$ تابع توزیع احتمال متناظر با آن است (رابطه (۶)):

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (6)$$

به طور مشابه تابع بقا^{۱۶} که احتمال اینکه مدت‌زمان فعالیت بیشتر از t باشد را نشان می‌دهد، مطابق با رابطه (۷) است:

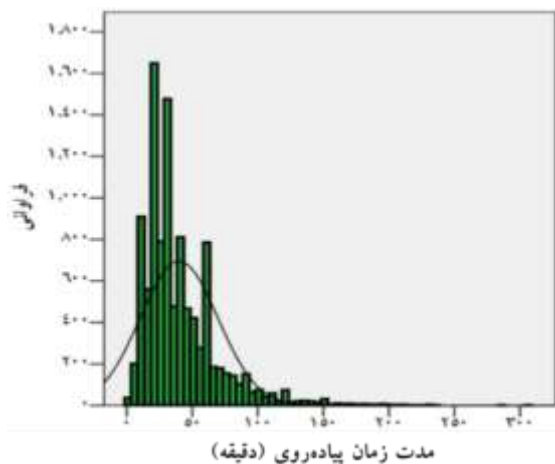
$$S(t) = Prob[T \geq t] = 1 - F(t) \quad (7)$$

به این ترتیب، با ترکیب دو رابطه (۷) و (۸)، تابع خطر به صورت رابطه (۸) نوشته می‌شود:

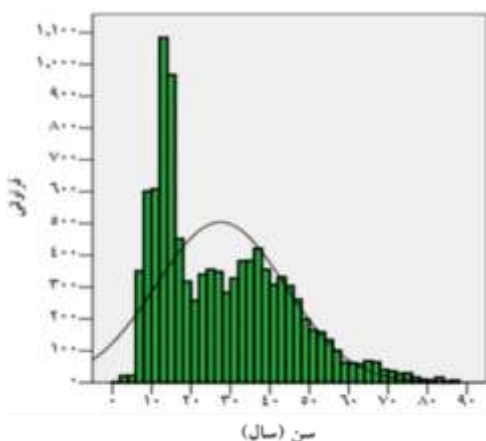
$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (8)$$

تابع خطر برخلاف نرخ تغییرات بقا تعریف می‌شود، که در هر زمان t ارزیابی می‌شود. بنابراین شکل تابع خطر دلالت مهمی بر پویایی مدت دارد و به سه حالت غیر پارامتری^{۱۷}، نیمه پارامتری^{۱۸} و پارامتری^{۱۹} است. در پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر عوامل مختلف بر مدت‌زمان پیاده‌روی افراد، از رویکرد پارامتری جهت مدل‌سازی استفاده شده است [Washington, Karlaftis and Mannering, 2010]. در این مدل‌ها برای به دست آوردن مقدار درست‌نمایی و پارامترهای آن، از روش بیشینه‌سازی تابع درست‌نمایی استفاده می‌شود. در رویکرد پارامتری، متناسب با متغیر مدت‌زمان از یک تابع توزیع خاص استفاده می‌شود. توزیع‌های سنتی مورد استفاده برای توزیع مدت زمان شامل نمایی^{۲۰}، وایبول^{۲۱}، لگ-لجستیک^{۲۲}، لگ-نرمال^{۲۳} و موارد مشابه است. برای مقایسه مدل با توزیع‌های مختلف و انتخاب بهترین مدل، می‌توان از مقدار آماره نیکویی برازش استفاده کرد و هرچه این مقدار کمتر باشد، مدل نمایش بهتری از برازش بر داده‌ها دارد. از مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی نیز می‌توان در مقایسه مدل‌ها استفاده کرد.

نمودار مربوط به مردان در مقایسه با زنان بیش تر است می توان این گونه استنباط کرد که احتمالاً مردان مدت زمان طولانی تری را به پیاده روی اختصاص داده اند.

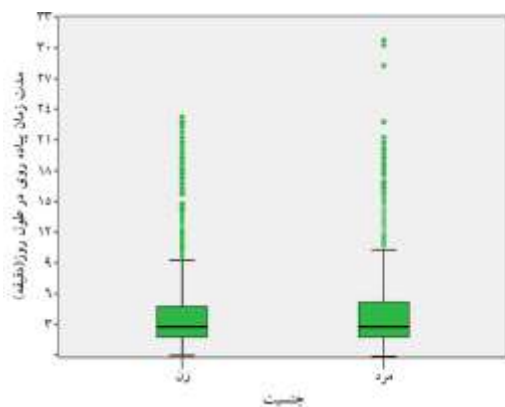


الف) فراوانی مدت زمان پیاده روی



ب) فراوانی سن عابری پیاده

شکل ۱. فراوانی مدت زمان پیاده روی و سن عابری پیاده



شکل ۲. مدت زمان پیاده روی عابری پیاده به تفکیک جنسیت

می گیرد یا کاهش می یابد) با توجه به متغیرها تغییر می کند. از آنجا که مدل خطر فزاینده این امکان را به فرد می دهد که به طور مستقیم رابطه بین متغیرها و مدت زمان را بررسی و تفسیر کند و پارامترهای یک مدل خطر تناسبی امکان چنین تفسیری مستقیمی را ندارد، در این پژوهش از مدل خطر فزاینده استفاده شده است. در مدل فزاینده، لگاریتم زمان بقا به صورت تابعی خطی از متغیرها بیان می شود (رابطه (۱۱)):

$$\log t_j = \beta X_j + Z_j \quad (11)$$

X_j برداری از متغیرها، β برداری از ضرایب و Z_j ترم خطای مدل با تابع چگالی $f(\cdot)$ است.

۴. نتایج

در این قسمت ابتدا به تحلیل توصیفی از داده های پژوهش و سپس به ارائه خروجی مدل های لوجیت و مدل مدت زمان خطر پرداخته می شود. در تحلیل های توصیفی از نرم افزار SPSS ۱۶ و در فرآیند مدلسازی از نرم افزار STATA ۱۴ استفاده شده است.

۴-۱ تحلیل توصیفی داده ها

توزیع فراوانی مدت زمان پیاده روی افراد در طول سفرهای روزانه (شکل ۱-الف) نشان می دهد که بیشترین فراوانی در حدود ۲۵ دقیقه است که در حدود ۱۶۸۰ نفر از ۱۰۲۴۷ نفر به این میزان در روز پیاده روی کرده اند. شکل ۱-ب نیز توزیع فراوانی سن عابری پیاده را نشان می دهد. توزیع فراوانی سن عابری پیاده در طول سفرهای روزانه نشان می دهد که بیشترین فراوانی (حدود ۲۰۰ نفر از ۱۰۰۰۰ نفر) مربوط به سنین ۱۴ الی ۱۶ سال (عموماً دانش آموزان) است (شکل ۱-ب).

شکل ۲ نمودار جعبه ای مدت زمان پیاده روی در طول روز را به تفکیک جنسیت نشان می دهد. بر اساس این نمودار به نظر می رسد پراکندگی مدت زمان پیاده روی در مردها نسبت به زن ها بیش تر است، اما میانه دو گروه تقریباً با یکدیگر برابر می باشد. با توجه به اینکه چارک سوم و مقدار بیشینه موثر در

۴-۲ نتایج مدل لوجیت

با استفاده از مدل لوجیت دوتایی تأثیر عوامل اقتصادی- اجتماعی بر انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه (انتخاب تمام سفرها به صورت پیاده=۱ و یا خیر=۰) بررسی شده است. جدول ۲ نتایج این مدل‌سازی و برازندگی آن را نشان می‌دهد. در این جدول مقادیر ضریب متغیرها در مدل، خطای استاندارد و معنی‌داری آن‌ها ارائه شده است. بر این اساس در مدل لوجیت متغیرهای بعد خانوار، تعداد مالکیت خودرو، سطح سواد، جنسیت، گروه سنی کمتر از ۱۰ سال، گروه شغلی‌های دانش‌آموز بودن، خانه‌دار بودن، فروشنده بودن و بازنشسته بودن از معناداری در سطح اطمینان ۹۹ درصد و نیز متغیر گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و تراکم جمعیت ناحیه محل سکونت از معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد برخوردارند. این نکته شایان ذکر است که کلیه متغیرهای مستقل (چه معنادار و چه غیرمعنادار آماری) در مدل نهایی گزارش شده تا اثر متغیرها نسبت به هم قیاس شود.

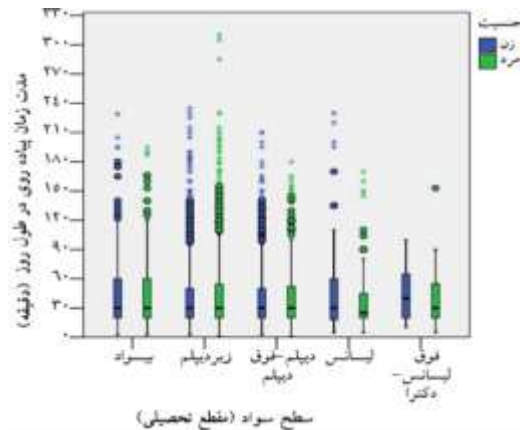
۴-۳ نتایج مدل مدت‌زمان خطرناک

در ساخت مدل خطر از توزیع لگ-جستیک استفاده شده است. بر اساس نتایج این مدل، تمامی متغیرها به جز تعداد مالکیت خودرو در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار هستند. در این مدل نیز کلیه متغیرهای مستقل (چه معنادار و چه غیرمعنادار آماری) در مدل نهایی گزارش شده تا اثر متغیرها نسبت به هم قیاس شود. نتایج مدل خطر در جدول ۲ نشان داده شده است.

۴-۴ بحث بر روی نتایج

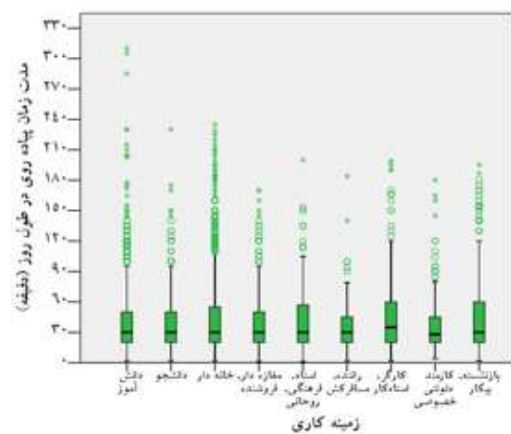
نتایج مربوط به مدل لوجیت نشان می‌دهد که متغیر بعد خانوار در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و با توجه به علامت مثبت آن هرچه بعد خانوار فرد بیشتر باشد احتمال اینکه کل سفرهای فرد پیاده انجام شده باشد بیشتر است. سرانه مالکیت خودروی خانوار، سطح تحصیلات و مرد بودن نیز دیگر متغیرهایی هستند که در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده ولی ضرایب منفی دارند.

همچنین مطابق شکل ۳ می‌توان نشان داد که پراکندگی و میانه مدت زمان پیاده‌روی در افراد با سطح تحصیلات مختلف متفاوت است. نکته جالب توجه، بیش‌تر بودن میانه و بیشینه مؤثر مدت زمان پیاده‌روی در زنان با تحصیلات لیسانس، فوق لیسانس و دکترا نسبت به مردان در این گروه‌های تحصیلی است.



شکل ۳. مدت‌زمان پیاده‌روی عابرین پیاده به تفکیک سطح سواد و جنسیت

در شکل ۴ نحوه توزیع مدت زمان پیاده‌روی افراد با مشاغل و زمینه‌های فعالیتی مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود پراکندگی مدت زمان پیاده‌روی در بین افراد بازنشسته، کارگران، دانش‌آموزان و افراد خانه‌دار در مقایسه با سایر گروه‌ها بیش‌تر است.



شکل ۴. مدت‌زمان پیاده‌روی عابرین پیاده به تفکیک وضعیت شغلی افراد

اشتغال فرد و محل کار یکی از دیگر عامل‌های تأثیرگذار بر انتخاب انجام سفر به صورت پیاده است. افرادی مانند دانش‌آموزان، خانه‌داران، بازنشستگان نسبت به افراد شاغل به نسبت بیشتری همه سفرهای خود را به صورت پیاده انجام می‌دهند.

در میان شاغلین نیز فروشنده‌گی تنها شغلی است که ضریب مثبت و معنی‌دار در مدل داشته است؛ به عبارت دیگر احتمال اینکه افراد با این شغل سفرهای روزانه خود را به صورت پیاده انجام دهند، از سایر شاغلین بیشتر است. به نظر می‌رسد نزدیکی مقاصد سفر این افراد در طول روز از مهم‌ترین دلایل انتخاب شیوه پیاده توسط آن‌ها است. تراکم ناحیه محل سکونت نیز دیگر عامل مؤثر است. به این صورت که هرچه ناحیه متراکم‌تر باشد، احتمال اینکه سفرهای فرد به صورت پیاده انجام شود، بیشتر می‌شود. این موضوع ممکن است به دلیل کمتر بودن کاربری‌های ترکیبی ناحیه برای فرد باشد.

این بدین معنی است که هرچه تعداد خودروهای خانوار بیشتر باشد احتمال اینکه سفرهای خود را پیاده انجام دهد کمتر است. این نتیجه در راستای مطالعات آگیلوی و همکاران (۲۰۰۸) است [Ogilvie et al. 2008]. همچنین، مردان نسبت به زنان سهم کمتری از سفرهای خود را تماماً پیاده انجام می‌دهند. این موضوع نیز هم‌راستا با یافته‌های آگراوال و شمیک (۲۰۰۷) در کشور آمریکا است [Agrawal and Schimek, 2007]. از طرفی نتایج نشان می‌دهد سطح تحصیلات با انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه رابطه معکوس دارد و هرچه قدر سطح تحصیلات بیشتر باشد، احتمال انتخاب شیوه پیاده‌روی در تمامی سفرهای روزانه فرد کمتر است. با توجه به بزرگی ضرایب متغیرهای گروه‌های مختلف سنی، افراد با سن کمتر از ۲۰ سال که معمولاً از گروه دانش‌آموزان هستند، ممکن است بیش از سایرین سفرهای روزانه خود را به صورت پیاده انجام می‌دهند. مطالعات آگیلوی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در این زمینه نشان می‌دهد [Ogilvie et al. 2008].

جدول ۲. نتایج مدل لوجیت دوتایی و مدل خطر

مدل خطر			مدل لوجیت دوتایی			متغیرهای مستقل (تعریف)
(مدت‌زمان پیاده‌روی افراد)			(انتخاب تمام سفرها به صورت پیاده و یا خیر)			
خطای استاندارد	ضریب	خطای استاندارد	معناداری	خطای استاندارد	ضریب	
<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	***۰/۰۴۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۶۴	***۰/۰۶۹	بعد خانوار
۰/۶۷۵	۰/۱۱۵	۰/۶۵۳	۰/۰۰۴	۰/۰۲۴۲	***-۰/۰۸۶	تعداد مالکیت خودرو
<۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	***۰/۰۳۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	***-۰/۱۵۲	سطح سواد
<۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	***۰/۰۸۴	<۰/۰۰۱	۰/۰۶۵	***-۰/۴۶۷	جنسیت
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	***۰/۲۶۶	۰/۵۶۸	۰/۰۹۶	-۰/۰۵۵	والدین بودن سن
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	***۰/۱۲۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۹۴	***۰/۶۲۰	کمتر از ۱۰ سال
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	***۰/۲۲۵	۰/۰۱۹	۰/۱۲۹	**۰/۳۰۳	بین ۱۰ تا ۲۰ سال
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	***۰/۱۵۹	۰/۲۹۷	۰/۰۹۹	۰/۱۰۳	بین ۲۰ تا ۳۵ سال
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۵	***۰/۰۸۵	۰/۹۷۱	۰/۱۰۰	۰/۰۰۳	بین ۳۵ تا ۵۵ سال
-	-	-	-	-	-	بیشتر از ۵۵ سال (متغیر پایه‌ای)
وضعیت اشتغال						
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	***۰/۸۱۸	<۰/۰۰۱	۰/۱۴۰	***۰/۸۸۶	دانش آموز بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	***۰/۸۲۵	۰/۴۴۴	۰/۱۶۰	-۰/۱۲۳	دانشجو بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	***۰/۸۷۸	<۰/۰۰۱	۰/۱۳۰	***۰/۹۱۱	خانه‌دار بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	***۰/۷۵۸	۰/۰۰۲	۰/۱۴۲	***۰/۵۲۱	فروشنده بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	***۰/۶۶۶	۰/۱۱۸	۰/۲۰۸	۰/۳۲۴	معلم، استاد بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۳۸	***۰/۸۷۷	۰/۶۵۹	۰/۲۵۹	-۰/۱۱۴	راننده بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	***۰/۷۳۱	۰/۳۹۴	۰/۱۴۳	۰/۱۲۲	کارگر بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	***۰/۶۸۱	۰/۱۶۵	۰/۱۸۰	-۰/۲۴۹	کارمند بودن
<۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	***۰/۸۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۱۴۶	***۰/۸۲۵	بازنشسته بودن
-	-	-	-	-	-	خردسال بودن (متغیر پایه‌ای)
<۰/۰۰۱	۰/۴۱۵	***۴/۸۶۷	۰/۰۳۵	۰/۸۹۹	**۶/۱۰۰	تراکم جمعیت ناحیه
<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	***۰/۰۰۹	۰/۷۷۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	فاصله ناحیه از حرم مطهر
شاخص‌های برازندگی مدل						
Log likelihood	-۲۹۵۳/۰۹۴	Log likelihood	-۶۰۰۵/۷۲۸			
Initial log likelihood	-۳۵۶۰/۴۶۷	Chi squared	۷۶۸/۳۴۲			
Chi squared	۱۲۱۴/۷۴۶	Prob > Chi squared	۰/۰۰۰			
Prob > Chi squared	۰/۰۰۰	McFadden Pseudo R-squared	۰/۶۰۰			

- به ترتیب *** و ** و * : سطح اطمینان ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد

در ساخت مدل به منظور جلوگیری از اثر انحراف ناشی از همبستگی میان هر گروه متغیرهای مستقل یکی از حالات آن متغیر برابر با صفر نرمال شده است. در این مدل بازه سنی بالای ۵۵ سال و خردسال بودن دو متغیری هستند که مقدار صفر نرمال به آنها تخصیص داده شده است.

نتایج مدل مدت زمان خطرناک نشان می‌دهد که هرچه بعد خانوار فرد بیشتر باشد، مدت‌زمان بیشتری را در طول روز پیاده‌روی می‌کند (ضریب=۰/۰۴۴). همچنین مدت‌زمان پیاده‌روی مردان در مجموع بیشتر از زنان بوده است (ضریب=۰/۰۸۴). این نتایج با یافته‌های مطالعه راهول و ورما در سال ۲۰۱۴ هم‌خوانی دارد [Rahul and Verma, 2014]. این در حالی است که برخی از مطالعات در کشورهای توسعه‌یافته از جمله مطالعات فردوس و همکاران در سال ۲۰۱۱ از عدم وجود تفاوت معنادار در مدت‌زمان پیاده‌روی بین زنان و مردان حکایت داشته است [Ferdous et al. 2011]. نتایج نشان می‌دهد سطح تحصیلات فرد با میزان پیاده‌روی وی رابطه مستقیم دارد. این موضوع نیز هم‌راستا با یافته‌های آگراوال و شمیک در سال ۲۰۰۷ است [Agrawal and Schimek, 2007]. بزرگی ضرایب گروه‌های مختلف سنی در مدل نشان می‌دهد افراد بین ۱۰ تا ۲۰ سال مدت‌زمان پیاده‌روی بیشتری نسبت به سایر گروه‌های سنی دارند. با مقایسه ضرایب مربوط به وضعیت کاری مختلف نیز مشاهده می‌شود دانشجویان و دانش‌آموزان نسبت به سایر افراد مدت‌زمان بیشتری در طول روز پیاده‌روی دارند. بازنشستگان و افراد خانه‌دار دو گروه بعدی هستند که نسبت به شاغلین در طول مدت‌زمان پیاده‌روی بیشتری دارند. تراکم ناحیه محل سکونت همان‌طور که در مدل لوجیت دوگانه نیز معنی‌دار بود، در مدل مدت‌زمان نیز تأثیرگذار است، افزایش تراکم ناحیه محل سکونت فرد بر افزایش زمان پیاده‌روی او تأثیر مستقیم دارد (ضریب=۴/۸۶۷). با افزایش فاصله از حرم مطهر از ناحیه محل سکونت افراد (که پارامتری تأثیرگذار بر سفرهای مذهبی افراد در این شهر است) مدت‌زمان پیاده‌روی آن‌ها بیشتر می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری

افزایش مدت‌زمان پیاده‌روی و سهم آن در سفرهای روزانه به عنوان یک شیوه حمل‌ونقل غیرموتوری از سیاست‌های اجتناب‌ناپذیر حوزه حمل‌ونقل و ترافیک و بخش سلامت است. کاهش

ازدحام ترافیکی و بهبود شرایط جسمانی و روانی از جمله پیامدهای افزایش سهم پیاده‌روی از سفرهای روزانه افراد است. در پژوهش پیش‌رو با تکیه بر دو مدل لوجیت دوتایی و مدل مدت‌زمان خطرناک عوامل تأثیرگذار بر درصد سفرهای پیاده‌روی افراد و مدت‌زمان پیاده‌روی آن‌ها در یک نمونه بزرگ از مردم شهر مشهد (بیش از ۱۰,۰۰۰ نفر) مورد مطالعه قرار گرفته است. در این مطالعه از داده‌های به‌هنگام‌سازی طرح جامع شهر مشهد در سال ۱۳۸۷ برای تحلیل کلیه سفرهای افراد خانوار (رویگرد تورمنا و در نظر گرفتن کلیه سفر فرد از صبح تا موقع بازگشت به منزل) استفاده شده است.

از جمله یافته‌های این مطالعه موارد زیر هستند:

- نتایج بیانگر تفاوت رفتاری بین دو گروه زنان و مردان در میزان پیاده‌روی است. یافته‌ها نشان می‌دهد مدت‌زمان پیاده‌روی مردان در مقایسه با زنان در کلیه سفرهای روزانه در شهر مشهد بیش‌تر است. از این‌رو، سیاست‌هایی در جهت فرهنگ‌سازی و تشویق بانوان به پیاده‌روی، افزایش سطح امنیت عمومی در معابر و ایجاد بسترهای فیزیکی لازم جهت افزایش میزان پیاده‌روی زنان با در نظر گرفتن محدودیت‌های فیزیولوژیکی و فرهنگی این گروه از جامعه از جمله سیاست‌های کاربردی است.
- دانش‌آموزان، دانشجویان و افراد بازنشسته میزان پیاده‌روی بیشتری نسبت به کارمندان و شاغلان ادارات یا افراد با ساعات کاری زیاد در شرکت‌ها یا نهادهای دولتی دارند. از این‌رو، سیاست‌هایی تشویقی در جهت افزایش میزان پیاده‌روی در نهادهای دولتی و شرکت‌های خصوصی می‌تواند موجب ارتقای سطح پیاده‌روی این دست از شاغلین شود.
- افزایش و بهبود تسهیلات پیاده‌روی و ضابطه‌بندی مناسب نواحی شهری از لحاظ تراکم و بافت موجب افزایش میزان پیاده‌روی در همه گروه‌های سنی افراد می‌شود. در این رابطه، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به بررسی بیشتر متغیرهای محیطی و ساختار شهری پرداخته شود.

family, social context, and spatial proximity on use of nonmotorized transport mode". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2230, pp. 111-120.

-Hatamzadeh, Y., Habibian, M. and Khodaii, A. (2016) "Walking behavior across genders in school trips, a case study of Rasht, Iran", Journal of Transport and Health, Vol. 5, pp. 42-54.

-Hojati, A. T., Ferreira, L., Washington, S. and Charles, P. (2013) "Hazard based models for freeway traffic incident duration". Accident Analysis and Prevention, Vol. 52, pp. 171-181.

-Kang, B., Moudon, A. V., Hurvitz, P. M. and Saelens, B. E. (2017) "Differences in behavior, time, location, and built environment between objectively measured utilitarian and recreational walking". Transportation research part D: transport and environment, Vol. 57, pp. 185-194.

-Kaplan, S., Nielsen, T. A. S. and Prato, C. G. (2016) "Walking, cycling and the urban form: A Heckman selection model of active travel mode and distance by young adolescents". Transportation research part D: transport and environment, Vol. 44, pp. 55-65.

-Klenk, J., Dallmeier, D., Denking, M. D., Rapp, K., Koenig, W., Rothenbacher, D. and Group, A. S. (2016) "Objectively measured walking duration and sedentary behaviour and four-year mortality in older people". PloS one, Vol. 11, No. 4, pp. e0153779.

-Koohsari, M. J., Owen, N., Cole, R., Mavoa, S., Oka, K., Hanibuchi, T. and Sugiyama, T. (2017) "Built environmental factors and adults' travel behaviors: Role of street layout and local destinations", Preventive Medicine, Vol. 96, pp. 124-128.

۶. پی‌نوشت‌ها

1. Non-motorized transport modes
2. Trip based
3. Tour based
4. Hazard Based Duration Model
5. Binary Logit
6. Travel mode
7. Discrete choice models
8. Maximum utility
9. Extreme value type II distribution
10. Density function
11. Cumulative distribution function
12. Utility function
13. Linear structure
14. Likelihood Function
15. Hazard rate
16. Survivor function
17. Non-parametric
18. Semi-parametric
19. Parametric
20. Exponential
21. Weibull
22. Log-logistic
23. Log-normal
24. Unobserved heterogeneity
25. Proportional Hazard Model
26. Accelerated Hazard Model

۷. مراجع

-Agrawal, A. W. and Schimek, P. (2007) "Extent and correlates of walking in the USA". Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 12, No. 8, pp. 548-563.

-Abdulaziz, H. A., Nagle, N. N., Morton, A. M., Hilliard, M. R., White, D. A. and Stewart, R. N. (2017) "Exploring the impact of walk-bike infrastructure, safety perception, and built-environment on active transportation mode choice: a random parameter model using New York City commuter data", Transportation, Issue 5, pp. 1-23.

-Ferdous, N., Pendyala, R., Bhat, C. and Konduri, K. (2011) "Modeling the influence of

- Ogilvie, D., Mitchell, R., Mutrie, N., Petticrew, M. and Platt, S. (2008) "Personal and environmental correlates of active travel and physical activity in a deprived urban population", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, Vol. 5, No. 1, pp. 43.
- Rahul, T. and Verma, A. (2014) "A study of acceptable trip distances using walking and cycling in Bangalore", *Journal of Transport Geography*, Vol. 38, pp. 106-113.
- Saghapour, T., Moridpour, S. and Thompson, R. G. (2017) "Measuring walking accessibility in metropolitan areas", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2661, pp. 111-119.
- Schnohr, P., Scharling, H. and Jensen, J. S. (2007) "Intensity versus duration of walking, impact on mortality: the Copenhagen City Heart Study", *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, Vol. 14, No. 1, pp. 72-78.
- Sung, H., Go, D., Choi, C.-g., Cheon, S. and Park, S. (2015) "Effects of street-level physical environment and zoning on walking activity in Seoul, Korea", *Land Use Policy*, Vol. 49, pp. 152-160.
- Train, K. E. (2009) "Discrete choice methods with simulation", Cambridge university press.
- Washington, S. P., Karlaftis, M. G. and Mannering, F. (2010) "Statistical and econometric methods for transportation data analysis", CRC press.
- Yang, Y. and Diez-Roux, A. V. (2012) "Walking distance by trip purpose and population subgroups", *American Journal Of Preventive Medicine*, Vol. 43, No. 1, pp. 11-19.
- Kubota, Y., Iso, H., Ikehara, S. and Tamakoshi, A. (2015) "Relationship between sleep duration and cause- specific mortality in diabetic men and women based on self- reports", *Sleep and Biological Rhythms*, Vol. 13, No. 1, pp. 85-93.
- Lindelöw, D., Svensson, Å., Sternudd, C. and Johansson, M. (2014) "What limits the pedestrian? Exploring perceptions of walking in the built environment and in the context of every-day life", *Journal of Transport and Health*, Vol. 1, No. 4, pp. 223-231.
- Mammen, G., Stone, M. R., Buliung, R. and Faulkner, G. (2014) "School travel planning in Canada: identifying child, family, and school-level characteristics associated with travel mode shift from driving to active school travel", *Journal of Transport and Health*, Vol. 1, No. 4, pp. 288-294.
- Manaugh, K. and El-Geneidy, A. M. (2013) "Does distance matter? Exploring the links among values, motivations, home location, and satisfaction in walking trips", *Transportation Research Part A: Policy And Practice*, Vol. 50, pp. 198-208.
- Manoj, M. and Verma, A. (2016) "Effect of built environment measures on trip distance and mode choice decision of non-workers from a city of a developing country, India", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 46, pp. 351-364.
- Mehdizadeh, M., Mamdoohi, A. and Nordfjaern, T. (2017) "Walking time to school, children's active school travel and their related factors", *Journal of Transport and Health*, Vol. 6, pp. 313-
- Middleton, J. (2011) "I'm on autopilot, I just follow the route": Exploring the habits, routines, and decision-making practices of everyday urban mobilities", *Environment and Planning A*, Vol. 43, No. 12, pp. 2857-2877.

-ممدوحی، امیررضا و مهدی‌زاده، میلاد (۱۳۹۳) "یک تحلیل
ایمنی از سفرهای دانش‌آموزان ابتدایی به مدرسه با تأکید بر
پیاده‌روی"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، دوره ۷، شماره ۴،
ص. ۳۵۲-۳۳۹

-طرح هفتم (۱۳۸۷) "گزارش بهنگام‌سازی طرح جامع
حمل‌ونقل مشهد"

آسیه باغبانی درجه کارشناسی از مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه صنعتی شریف اخذ نمود و در حال حاضر دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در دانشگاه علم و صنعت ایران است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، مدل‌های فعالیت‌مبنا، رفتار سفر، ایمنی ترافیک است.



افشین شریعت مهیمنی درجه کارشناسی از مهندسی عمران را در سال ۱۳۶۹ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۷۴ از همان دانشگاه اخذ نمود. در سال ۱۳۸۰ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران از دانشگاه علم و صنعت ایران گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی ترافیک، حمل‌ونقل همگانی، قابلیت اطمینان، شبیه‌سازی ترافیکی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه علم و صنعت ایران است.



سعید رحمانی درجه کارشناسی مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۹۶ از همان دانشگاه اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی ترافیک، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، کلان داده، داده‌کاوی، مدل‌های رفتاری بوده و در حال حاضر کارشناس ارشد آزمایشگاه ترافیک دانشگاه علم و صنعت ایران است.



امین صیاد درجه کارشناسی از مهندسی عمران را در سال ۱۳۸۷ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل بوده و در حال حاضر کارشناس دفتر طرح جامع و مدل‌های حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی است.



میلاد مهدی زاده درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه گیلان و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. وی در حال حاضر دانشجوی دکتری مهندسی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در دانشکده مهندسی عمران در دانشگاه علم و صنعت ایران است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان رفتار سفر، روان‌شناسی ترافیک و بررسی اندرکنش تصمیمات سفر با مسائل مرتبط با سلامت، محیط‌زیست و ایمنی است.

