

عوامل مؤثر بر انتخاب پیاده‌روی در سفرهای اختیاری، مطالعه ناهمگونی

مسافت سفر

مقاله علمی - پژوهشی

محمد حسین عباسی، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

ایمان فرزین، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

امیررضا ممدوحی*، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: armamdoohi@modares.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۷ - پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۵

صفحه ۸۴-۷۱

چکیده

پیاده‌روی از جمله شیوه‌های فعال حمل‌ونقل شهری است که در دهه‌های اخیر به دلیل افزایش استفاده از وسایل نقلیه موتوری و مالکیت خودروی شخصی در کشورهای در حال توسعه، سهم کمی از شیوه‌های انتخابی سفر را به خود اختصاص داده است. شکاف‌های موجود در ادبیات همچون عدم توجه کافی به شیوه‌های سفر فعال در کشورهای در حال توسعه، تمرکز بر رفتار سفر گروه خاصی از افراد (همچون دانش‌آموزان، سالمندان و غیره) و همچنین توجه کم به ناهمگونی موجود در رفتار سفر پیاده‌افراد با توجه به مسافت سفر و سن، نویسندگان را بر آن داشت تا به منظور شناسایی عوامل محیط مصنوع و فردی مؤثر بر انتخاب شیوه پیاده‌روی و همچنین بررسی ناهمگونی افراد به مسافت پیاده‌روی در سفرهای اختیاری، از داده‌ها و اطلاعات ماتریس مبدا-مقصد سفر ساکنین شهر قزوین به خصوص داده‌های ۲۰۱۳ مشاهده مبدا-مقصد سفرهای پیاده اختیاری استفاده کنند. نتایج پرداخت مدل لوجیت دوتایی حاکی از ترجیحات متفاوت افراد با سنین متفاوت نسبت به مسافت سفر در سفرهای اختیاری است. همچنین زنان تمایل بیشتری در انتخاب پیاده‌روی در سفر اختیاری دارند. افزایش بعد خانوار باعث افزایش و داشتن گواهینامه رانندگی موجب کاهش مطلوبیت انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای افراد می‌شود. همچنین از نتایج جالب این پژوهش می‌توان به تمایل بیشتر افراد برای انتخاب شیوه پیاده‌روی با افزایش سن آن‌ها اشاره کرد. همچنین واکاوی ناهمگونی افراد از منظر سن در مسافت‌های گوناگون سفر بیانگر آن است افراد بین ۲۴-۱۵ سال در سفرهای اختیاری با مسافت ۰/۷۵-۰/۵ مایل، تمایل کمتری نسبت به دیگر گروه‌های سنی برای انجام سفر پیاده خواهند داشت. همچنین در انتخاب شیوه پیاده‌روی برای سفرهای با مسافت ۰/۷۵-۱ مایل، افراد مسن نسبت به دیگر گروه‌های سنی تمایل بیشتری دارند. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده تصمیم‌گیران حمل‌ونقل و مدیریت شهری به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه پیاده‌روی به منظور محقق کردن هرچه بیشتر شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار و شهر انسان‌محور باشد.

واژه‌های کلیدی: پیاده‌روی، سفر اختیاری، لوجیت دوگانه، محیط مصنوع

۱- مقدمه

هنگفت اقتصادی گردیده است (کرمی، حاجی حسینلو و عباسی، ۱۳۹۹؛ Abbasi, Hosseinlou and JafarzadehFadaki, 2020; Gao et al., 2020). براساس سازمان بهداشت جهانی، حدود ۲۷ هزار نفر در ایران به دلیل آلودگی هوا جان خود را از دست داده و همچنین نرخ چاقی افراد در این کشور ۲۵/۸ درصد است (WHO, 2016a; WHO, 2016b). این امر لزوم تشویق هرچه بیشتر مردم به

گسترش روزافزون شهرها و ورود اتومبیل به عرصه فعالیت انسان‌ها و ماشینی شدن زندگی شهری تمایل افراد به پیاده‌روی را تحت تأثیر قرار داده است (Perchoux et al., 2019). این امر باعث مشکلات عدیده‌ای برای شهرها مانند ازدحام، افزایش زمان سفر، اتلاف وقت، کندی حرکت، آلودگی‌های زیست‌محیطی، اضافه وزن افراد با توجه به کاهش تحرک، افزایش نرخ تصادفات و مرگ‌ومیر، آلودگی صوتی و هزینه‌های

است تا میزان تمایلات افراد به منظور پیاده‌روی در سن‌ها و مسافت‌های مختلف سفر بررسی گردد. با توجه به دانش نویسندگان، تعداد محدودی مطالعه تاکنون تأثیر متغیرهای اندرکنشی و وجود ناهمگونی در رفتار سفر پیاده‌رو را بررسی کردند. این پژوهش در شش بخش تقسیم‌بندی و ارایه گردیده است. پس از بیان مقدمه در بخش جاری، پیشینه پژوهش بررسی می‌گردد. در بخش سوم ساختار مدل لجستیک دوتایی ارایه می‌شود. بخش چهارم و پنجم به ترتیب به توصیف آماری داده‌های مورد استفاده و نتایج و تفسیر مدل‌سازی اختصاص دارد و در بخش نهایی نتیجه‌گیری و پیشنهادها به منظور مطالعات آتی ارایه می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

در این بخش تأثیر مشخصات اقتصادی-اجتماعی، مشخصات سفر و محیط مصنوع بر تمایل به پیاده‌روی در سفرهای اختیاری افراد به ترتیب بررسی می‌شود.

۲-۱- تأثیر مشخصات اقتصادی اجتماعی بر پیاده‌روی

ویژگی‌های فردی و خانوار اغلب در مطالعات موردبررسی قرار گرفته‌اند و برای پیاده‌روی نتایج مختلف و بعضاً متناقضی دیده شده است. در مطالعه آگراوال و اسپجیمیک (۲۰۰۷) دریافته‌اند که مردان ۱۳ درصد کمتر از زنان تمایل دارند تا برای انجام سفرهای تفریحی، ورزش و دسترسی به ترانزیت پیاده‌روی کنند. با بیش‌تر شدن درآمد روزانه از ۳۰ دلار، میزان پیاده‌روی برای سفرهای تفریحی و ورزشی به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد. از سوی دیگر در مطالعه لارانگا و همکاران (۲۰۱۶) دریافته‌اند که با افزایش درآمد احتمال انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای کاری، تحصیلی و تفریحی کاهش می‌یابد. همچنین تیان و اوینگ (۲۰۱۷) دریافته‌اند که با افزایش درآمد، احتمال پیاده‌روی در تمامی اهداف سفر کاهش می‌یابد. همچنین آن‌ها در رابطه با مالکیت خودرو دریافته‌اند که نسبت تعداد سفر پیاده‌رو برای خانوارهای بدون وسیله نقلیه، ۳/۵ برابر بیش‌تر از خانوارهای با یک وسیله نقلیه است. با افزایش سطح تحصیلات نرخ پیاده‌روی برای سفرهای با هدف اجباری و تفریحی افزایش می‌یابد. پوچر و دایکسترا (۲۰۰۳) دریافته‌اند که با افزایش سن تعداد سفر پیاده‌رو کاهش می‌یابد. افراد ۶۵ سال و بالاتر، ۲۵ درصد کمتر از حد متوسط برای سفرهای اجباری و ۳۹ درصد بیش‌تر از حد متوسط برای سفرهای تفریحی و

شیوه‌های سفر فعال همچون دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی را بیش‌ازپیش نمایان ساخته است. توسعه شیوه‌های سفر فعال موجب افزایش فعالیت فیزیکی، بهبود کیفیت هوا، کاهش نرخ تصادفات، بهبود روحیه و کاهش مرگ‌های ناگهانی خواهد شد. به‌منظور گسترش پیاده‌روی در اجتماع و در نتیجه آن بهره‌مندی از مزایای بالقوه آن، شناخت عوامل مؤثر بر انتخاب این شیوه پایدار ضروری است. این امر منجر به برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری‌های مناسب در راستای اهداف و چشم‌اندازها به‌منظور سوق هرچه بیشتر افراد به پیاده‌روی می‌گردد. هدف از این مقاله شناسایی عوامل تأثیرگذار بر انتخاب شیوه پیاده‌روی با تأکید بر بررسی نقش مسافت در سفرهای اختیاری است. یکی از دلایل اصلی انتخاب سفرهای اختیاری (نسبت به سفرهای اجباری) می‌توان به امکان اتخاذ سیاست‌های مناسب جهت انتقال سفرهای اختیاری به ساعات غیر اوج و در مکان‌های نزدیک به محل سکونت یا اشتغال اشاره و با استفاده از این امر از ازدحام تا حد زیادی جلوگیری کرد (Farzin and Mamdoohi, 2018). جهت نیل به اهداف مذکور متغیرهای اقتصادی-اجتماعی، ویژگی‌های سفر و عوامل محیطی بررسی می‌گردد. همچنین به‌منظور شناسایی ناهمگونی افراد در مواجهه با مسافت‌های سفر، متغیر اندرکنشی سن و مسافت سفر در نظر گرفته شده است. نوآوری‌های این مقاله بدین ترتیب است که اکثر مطالعات در کشورهای توسعه‌یافته انجام شده است و تمرکز بر پیاده‌روی در کشورهای در حال توسعه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر، نتایج کشورهای توسعه‌یافته به علت تفاوت در مسائل فرهنگی، موقعیت جغرافیایی و همچنین مشخصات اقتصادی اجتماعی و محیط مصنوع قابل‌تعمیم به کشورهای در حال توسعه نیست. همچنین با توجه به ازدحام و آلودگی هوا، کاهش سهم شیوه‌های موتوری مورد توجه بسیاری از سیاست‌گذاران بوده است. از سوی دیگر، اکثر مطالعات پیشین تنها بر گروه خاصی از افراد (سالمدان، دانش‌آموزان و ...) تمرکز کرده بودند (Tsunoda et al., 2020; Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2017; Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2020). با توجه به این موضوع که بایستی سیاست‌گذاری‌ها مناسب تمامی اقشار جامعه باشد، در این پژوهش ساکنین شهر قزوین مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت، با توجه به تفاوت در پاسخ افراد به هنگام مواجه شدن با شرایط مختلف، در این مطالعه از متغیرهای اندرکنشی مسافت سفر و سن افراد استفاده شده

به دختران بیشتر است. همچنین در مطالعه تسونادا و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی مسافت قابل پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری سالمندان در ژاپن پرداختند و دریافتند که مسافت‌های ۱ و ۲ کیلومتری برای سالمندان به‌صورت پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری قابل قبول هستند. آگراوال و اسچیمیک (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر مشخصات اقتصادی-اجتماعی و محیطی بر مدت زمان و مسافت پیاده‌روی در آمریکا پرداختند و دریافتند که میانگین مسافت پیاده‌روی در سفرهای تفریحی دو برابر مسافت سفرهای کاری (۱ مایل در مقابل ۰/۵ مایل) است و کمترین مسافت پیاده‌روی در سفرهای تفریحی مربوط به کودکان و طولانی‌ترین متعلق به بزرگسالان (۳۰-۶۴) به طول ۱/۲۵ مایل است. در مطالعه حاتم‌زاده، حبیبیان و خدایی (۲۰۲۰) به بررسی احتمال انتخاب پیاده‌روی برای هدف سفرهای کاری و خرید بین زنان و مردان پرداخته شده است و دریافتند که در سفرهای کاری، تأثیر مسافت سفر بر زنان بیشتر از مردان بوده اما در سفرهای خرید این موضوع برعکس بوده است. در رابطه با زمان عزیمت سفر پیاده نیز مطالعات مختلفی انجام شده است که دارای نتایج ناسازگار بودند. در مطالعه حاتم‌زاده، حبیبیان و خدایی (۲۰۱۷) دریافتند که زمان روز تأثیر متفاوتی در انتخاب شیوه پیاده‌روی پسران و دختران در سفر به مدرسه دارد به‌طوری‌که زمان روز بر دختران تأثیر معناداری ندارد درحالی‌که دارای تأثیر معنادار و مثبت در سفرهای پسران در بعدازظهر است. در مطالعه حاتم‌زاده، حبیبیان و خدایی (۲۰۲۰) دریافتند که احتمال انتخاب پیاده‌روی در صبح برای سفرهای کاری در بین زنان دارای احتمال بیشتری است؛ اما برای مردان این متغیر معنادار نشده است؛ همچنین در رابطه با سفر خرید نیز مردان و زنان در صورتی‌که زمان خرید در ساعات ۷-۸ صبح و یا ۵-۷ بعدازظهر باشد تمایل بیشتری به انتخاب پیاده‌روی دارند. در مطالعه کاپلان و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند احتمال پیاده‌روی در آخر هفته بیشتر است. در رابطه با تأثیر متغیرهای محیط مصنوع بر رفتار عابران پیاده مطالعات زیادی انجام شده است. ریند و سرورو (۲۰۱۰) متغیرهای محیط مصنوع مؤثر بر پیاده‌روی را به ۶ متغیر d شامل تراکم، تنوع کاربری زمین، طراحی، فاصله تا ترانزیت، دسترسی به مقصد و مدیریت تقاضا طبقه‌بندی کردند. به‌طور خاص، افرادی که در نواحی شهری با چگالی بالا زندگی می‌کنند، پیاده‌روی بیشتری را به از ایستگاه حمل‌ونقل عمومی انجام می‌دهند (Besser and Dannenberg, 2010). اتصال‌پذیری بهتر شبکه با افزایش تعداد سفر پیاده مرتبط است

ورزشی پیاده‌روی می‌کنند. همچنین رودریگز و جو (۲۰۰۴) دریافتند که احتمال انتخاب شیوه پیاده با افزایش سن کاهش می‌یابد که نتایج وی همسو با یافته‌های مطالعه لارنگا و همکاران (۲۰۱۶) است. در مطالعه خان و همکاران (۲۰۱۴) و تیان و اوینگ (۲۰۱۷) به این نتیجه رسیدند که با افزایش بعد خانوار، احتمال پیاده‌روی افزایش می‌یابد. صحت زاده و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که مالکیت خودرو در مناطق با قابلیت پیاده‌روی بالاتر، کمتر است و صحت زاده (۲۰۱۱) دریافت که با افزایش تعداد خودرو خانوار احتمال انتخاب پیاده‌روی کاهش می‌یابد. در مطالعه کاپلان و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که با افزایش تعداد اتومبیل به ازای افراد دارای گواهینامه‌ی رانندگی در خانواده، احتمال انتخاب شیوه پیاده کاهش می‌یابد. درحالی‌که در برخی از مطالعات دریافتند که تعداد خودرو به ازای افراد دارای گواهینامه رانندگی در خانوار تأثیری در انتخاب شیوه پیاده‌روی دانش‌آموزان ندارد (McMillan, 2007). همچنین مالکیت بیشتر خودرو دارای تأثیر منفی بر انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای کاری و خرید دارد (Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2014; Bhat et al., 2005).

۲-۲- ویژگی سفر و محیط مصنوع

از جمله ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار در انتخاب شیوه سفر، مشخصات سفر همچون مسافت، زمان شروع و پایان و هدف سفر است. از میان مشخصات مذکور، بیشتر مطالعات از مسافت سفر به‌عنوان مهم‌ترین عامل در احتمال انتخاب شیوه‌های فعال سفر نام بردند (Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2017; Park, Noland and Lachapelle, 2007; Copperman and Bhat, 2013). در مطالعه لارنگا و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که با افزایش مسافت سفر احتمال انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای کاری، تحصیلی و تفریحی کاهش می‌یابد. در بسیاری از مطالعات دریافتند که مسافت ۴۰۰ متر (۰/۲۵ مایل) یک مسافت پیاده‌روی قابل قبول است (Krzek, 2003; McCormack, Giles-Corti and Bulsara, 2008) ولی در برخی دیگر از مطالعات مسافت‌های بیشتر نیز معمول به نظر می‌رسد (Hoehner et al., 2005). در مطالعه حاتم‌زاده، حبیبیان و خدایی (۲۰۱۷) انتخاب شیوه پیاده دختران و پسران در سفر به مدرسه بررسی گردید و برای تعیین تأثیر مسافت در انتخاب پیاده از بازه‌های مسافت مختلف استفاده کردند. آن‌ها دریافتند که با افزایش مسافت احتمال انتخاب پیاده‌روی کمتر می‌شود و تأثیر آن بر روی پسران نسبت

که تصمیم‌گیرنده زمانی که با یک مجموعه انتخاب مواجه می‌شود، ترجیح فردی او نسبت به هر گزینه با یک معیار مطلوبیت سنجیده می‌شود (de Dios Ortúzar and Willumsen, 2011). فرض می‌شود که تصمیم‌گیرنده گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که بیشترین مطلوبیت را از آن دریافت کند. تابع مطلوبیت گزینه j برای فرد q به صورت U_{jq} بیان می‌شود. این تابع مطلوبیت دارای دو بخش معین (V_{jq}) و تصادفی (ε_{jq}) است (رابطه (۲)). با در نظرگیری توزیع گامبل برای عبارت خطای تابع مطلوبیت، احتمال انتخاب گزینه j برای فرد q توسط رابطه (۳) بیان می‌شود.

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (2)$$

$$P_{jq} = \frac{e^{V_{jq}}}{\sum_{m \in C_q} e^{V_{mq}}} \quad (3)$$

که در آن P_{jq} احتمال انتخاب گزینه j برای فرد q و C_q مجموعه انتخاب‌های پیش‌روی فرد q است (Farzin and Mamdoohi, 2020). در حالت خاص که تنها دو انتخاب پیش‌روی فرد قرار دارد، احتمال انتخاب در مدل لجیت از رابطه (۴) محاسبه می‌گردد.

$$P_{jq} = \frac{1}{1 + e^{-V_{jq}}} \quad (4)$$

به منظور پرداخت مدل‌های انتخاب گسسته و تعیین پارامترهای توابع مطلوبیت گزینه‌ها از روش تخمین درست‌نمایی بیشینه^۷ استفاده می‌شود (Hensher and Johnson, 2018). ارزیابی نکویی برازش مدل با استفاده از شاخص‌های نسبت درست‌نمایی (روابط ۵ و ۶) انجام می‌پذیرد. $LL(0)$ مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی به ازای ضرایب صفر، $LL(\beta)$ مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی به ازای پارامترهای برآورد شده و $LL(C)$ مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی به ازای ضرایب ثابت ویژه است (Guo et al., 2018).

$$\rho_0^2 = \frac{LL(\beta) - LL(0)}{LL(*) - LL(0)} = \frac{LL(\beta) - LL(0)}{0 - LL(0)} = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (5)$$

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

ρ_0^2 بیانگر نسبت اختلاف بین لگاریتم تابع درست‌نمایی در حالت ضرایب صفر و ضرایب حاصل از تخمین درست‌نمایی بیشینه به اختلاف بین لگاریتم تابع درست‌نمایی در حالت

(Sehatazadeh, Noland and Weiner, 2011). تقاطع‌های T شکل یا تقاطع‌های سه طرفه منجر به اتصال ضعیف شبکه شده و به‌عنوان مانعی برای پیاده‌روی در نظر گرفته می‌شوند. تقاطع‌های دیگر (چهار جهته یا بیشتر) منجر به افزایش اتصال‌پذیری شبکه می‌شود، بنابراین تنوع بیشتری از مسیرهای بالقوه را برای افراد فراهم می‌کند (Sehatazadeh, Noland and Weiner, 2011). اختلاط کاربری زمین و اتصال‌پذیری شبکه باعث بهبود دسترسی در محله‌ها می‌شود. با توجه به نتایج مطالعات پیشین، اختلاط کاربری زمین یکی از مؤثرترین و مهم‌ترین متغیرها در رفتار سفر پیاده است (Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2017; Frank and Pivo, 1994).

تناسب شغل-جمعیت یکی از شاخص‌ها جهت محاسبه میزان اختلاط کاربری زمین است که توسط اوینگ و همکاران (۲۰۱۵) استفاده شده است. این شاخص به منظور ارزیابی تعادل بین شغل‌ها و جمعیت ساکن در یک منطقه استفاده می‌شود (رابطه (۱)).

$$Job - popbalance = 1 - \frac{|Job - 0.2 * Pop|}{|Job + 0.2 * Pop|} \quad (1)$$

که متغیر Job نشانگر فرصت‌های اشتغال و Pop جمعیت آن منطقه است. مقدار این شاخص بین ۰ و ۱ است که صفر مربوط به مناطق با کاربری صرفاً مسکونی یا اداری است و مقدار ۱ نشانگر نسبت بهینه شغل‌ها به ساکنین یک منطقه است. بنا بر نتایج مطالعه اوینگ و همکاران (۲۰۱۵) مناطق با یک نوع کاربری هیچ‌گونه جذابیتی برای عابران پیاده ندارد. همچنین چگالی جمعیت بیشتر موجب افزایش احتمال انتخاب شیوه پیاده‌روی می‌شود که در این مطالعه جهت محاسبه چگالی جمعیت، از نسبت تعداد افراد هر ناحیه به مساحت کل ناحیه استفاده شده است (Braza, Shoemaker and Seeley, 2004).

۳- روش‌شناسی

عدم کارایی مدل‌های خطی در مسائلی با ماهیت انتخاب گسسته، باعث گرایش محققان به استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته گردیده است (Soekhai et al., 2019). با توجه به هدف این پژوهش مبنی بر شناسایی عوامل تأثیرگذار بر انتخاب شیوه پیاده‌روی، از مدل انتخاب گسسته لجیت دوتایی استفاده گردیده است. فرض اساسی مدل‌های انتخاب گسسته آن است

اختیاری کمتر می‌گردد و افراد ترجیح می‌دهند در ساعات اوج (نسبت به ساعات دیگر) به منظور انجام سفرهای اختیاری خود از پیاده‌روی استفاده کنند. نتایج تحلیل مسافت سفرهای اختیاری (شکل ۲) حاکی از آن است که اکثر مردان و زنان سفر پیاده‌روی خود را در مسافت کمتر از ۰/۲۵ مایل پیموده‌اند. سهم سفرهای اختیاری پیاده مردان در مسافت‌های کمتر از ۰/۲۵ مایل نسبت به زنان بیشتر است. همچنین سهم سفرهای اختیاری پیاده افراد فاقد گواهینامه در مسافت‌های کمتر از ۰/۲۵، ۰/۷۵ تا ۱ مایل و ۱-۱/۲۵ نسبت به افراد دارای گواهی‌نامه بیشتر است. بیشترین سفر اختیاری پیاده در مسافت‌های کمتر از ۰/۲۵ و بیشتر از ۰/۲۵ و بیشتر از ۱/۵ مایل متعلق به خانوارهای پنج نفره و بیشتر است، در حالی که برای مسافت‌های ۰/۵ تا ۱ و ۱ تا ۱/۲۵ مایل، خانوار سه نفره بیشترین مقادیر را دارا هستند. از میان رده‌های سنی مختلف، افراد با سن کمتر از ۱۵ سال بیشترین سهم از سفرهای پیاده با مسافت کمتر از ۰/۲۵ مایل را به خود اختصاص داده است و در مورد افراد ۱۵ تا ۲۴ سال، پس از سفرهای پیاده با مسافت ۰/۲۵، بیشترین سهم متعلق به سفرهای پیاده با مسافت‌های ۱ تا ۱/۲۵ و بیش از ۱/۵ مایل است. بیشترین سهم سفرهای پیاده افراد با تحصیلات تکمیلی، متعلق به مسافت‌های ۱ تا ۱/۲۵ و کمترین به بیش از ۱/۵ مایل است. همچنین مشاهده می‌گردد بیشترین درصد انجام سفر پیاده‌روی در ساعات اوج، بعدازظهر و شب در مسافت‌های کمتر از ۰/۲۵ مایل است. در جدول (۲) متغیرهای مورد استفاده در تحلیل آماری توصیفی و مدل‌سازی، نماد و تعریف آن‌ها بیان شده است. در پژوهش جاری علاوه بر متغیرهای مربوط به سفر (مسافت سفر دسته‌بندی شده در بازه‌های ۰/۲۵ مایلی و زمان عزیمت)، مشخصات اقتصادی-اجتماعی (شامل جنسیت، وضعیت گواهینامه، تحصیلات، سن، بعد خانوار و شغل) و دو متغیر محیطی چگالی جمعیت و تناسب شغل-جمعیت مبدأ و مقصد نیز محاسبه و در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است. قابل ذکر است با توجه به برداشت و درک هر فرد از کمیت و کیفیت محیط اطراف، متغیرهای محیطی به صورت عینی^۸ و نه ذهنی^۹ با استفاده از GIS محاسبه شده است. چگالی جمعیت هر یک از نواحی ۱۳ گانه شهر قزوین از تقسیم جمعیت بر مساحت (برحسب نفر بر کیلومتر مربع) محاسبه گردیده است. همچنین تناسب جمعیت-شغل هر ناحیه از رابطه (۱) حاصل می‌گردد.

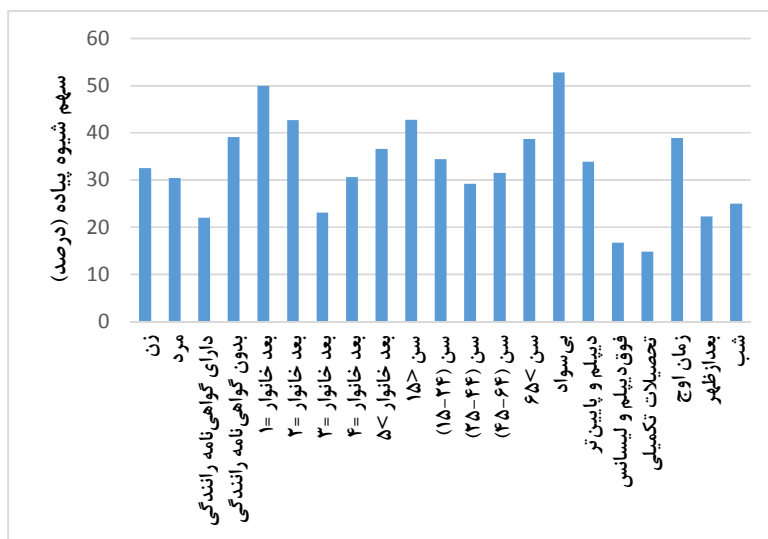
ضرایب صفر و ضرایب حاصله در بهترین حالت ممکن که کامل و بی‌نقص است. در حالت کامل و بی‌نقصی، احتمال پیامد هر وسیله به گونه‌ای ارایه می‌شود که احتمال وقوع در حالت کلی برابر با یک باشد. بر این اساس مقدار $LL(*)$ که در واقع $LL(1)$ است، برابر با صفر خواهد شد؛ بنابراین، طبق تعریف $0 \leq \rho_0^2, \rho_c^2 \leq 1$ است (ممدوحی و همکاران، ۱۳۹۹).

۳-۱- داده‌های پژوهش

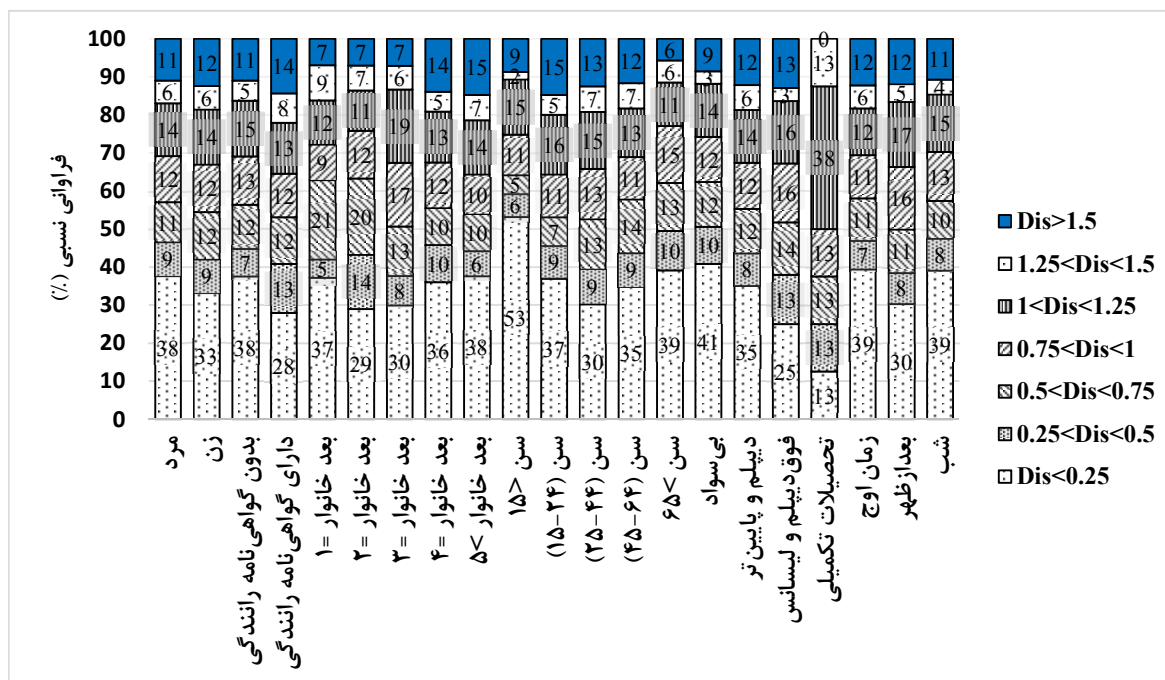
در پژوهش جاری از اطلاعات ماتریس مبدأ-مقصد سفرهای اختیاری پیاده ساکنین شهر قزوین در سال ۱۳۹۰ استفاده شده است (معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری قزوین، ۱۳۹۰). پرسشنامه مورداستفاده به روش رجحان آشکار شده طراحی گردیده و به بررسی انتخاب واقعی مسافران در شرایط حقیقی پرداخته است. اطلاعات گردآوری شامل ۹۹۳۸ خانوار و ۲۹۸۴۰ فرد در ۱۱۳ ناحیه ترافیکی است. پس از حذف داده‌های پرت و گردآوری شده در شهرک‌های اقماری، ۴۴۶۳ مشاهده برای سفرهای اختیاری پیاده در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. در جدول ۱ نتایج تحلیل آماری توصیفی داده‌های مورداستفاده سفرهای اختیاری نشان داده شده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌گردد که زنان، افراد بدون گواهینامه، خانوارهای چهار نفره، بازه سنی ۲۵ تا ۴۴ سال و افراد با تحصیلات دیپلم و پایین‌تر و سفرهای اختیاری در بازه زمانی بعدازظهر (۱۷-۱۳) بیشترین فراوانی را نسبت به گروه‌های رقیب دارند. به منظور تحلیل در سطح مشاهدات سهم شیوه سفر پیاده‌روی افراد نسبت به سایر شیوه‌ها و با توجه به مشخصات اقتصادی اجتماعی آن‌ها بررسی شده است (شکل ۱). مشاهده می‌گردد زنان بیش از مردان در سفرهای اختیاری شیوه پیاده‌روی را انتخاب کرده‌اند. چنانچه فردی بدون گواهینامه باشد، تمایل بیشتری به استفاده از پیاده‌روی در سفرهای اختیاری (نسبت به افراد دارای گواهینامه) دارد. از میان خانوارهای مختلف ساکن در شهر قزوین، خانوارهای تک و دو نفره نسبت به سایر خانوارها پیاده‌روی بیشتری را تجربه کردند. همچنین افراد زیر ۱۵ سال بیشتر از دیگر گروه‌های سنی پیاده‌روی را به عنوان شیوه سفر غالب انتخاب نموده‌اند. با افزایش سطح تحصیلات، تمایل به پیاده‌روی در سفرهای

جدول ۱. نتایج تحلیل آماری توصیفی مشخصات اقتصادی ساکنین شهر قزوین

دسته	گروه	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	میانگین	انحراف معیار
جنسیت	مرد (صفر)	۱۶۰۴	۳۵/۹	۰/۶۴۱	۰/۴۸
	زن (یک)	۲۸۵۹	۶۴/۱		
وضعیت گواهینامه	ندارد (صفر)	۲۵۳۳	۵۶/۸	۰/۴۳۲	۰/۴۹۵
	دارد (یک)	۱۹۳۰	۴۳/۲		
بعد خانوار	۱	۸۶	۱/۹		
	۲	۳۹۶	۸/۹		
	۳	۱۰۳۴	۲۳/۲	۳/۸۶	۱/۱۵
	۴	۱۸۷۵	۴۲/۰		
	۵+	۱۰۷۲	۲۴/۰		
سن	کمتر از ۱۵	۲۴۱	۵/۴		
	۱۵-۲۴	۶۶۸	۱۵/۰		
	۲۵-۴۴	۲۱۸۵	۴۹/۰	۳۱/۱۰	۱۶/۳۸
	۴۵-۶۴	۱۱۴۴	۲۵/۶		
	بیش از ۶۵	۲۲۵	۵/۰		
تحصیلات	بی سواد (یک)	۱۷۶	۳/۹		
	دیپلم و پایین تر (دو)	۳۵۴۲	۷۹/۴	۲/۱۴	۰/۴۷
	فوق دیپلم و لیسانس (سه)	۶۹۱	۱۵/۵		
	فوق لیسانس و دکتری (چهار)	۵۴	۱/۲		
زمان عزیمت	اوج (یک)	۱۵۴۵	۳۴/۶		
	عصر (دو)	۱۹۱۶	۴۲/۹	۱/۸۶	۰/۷۳۷
	شب (سه)	۹۲۹	۲۰/۸		



شکل ۱. سهم شیوه سفر پیاده افراد (نسبت به سایر شیوه‌ها) به تفکیک مشخصات اقتصادی اجتماعی



شکل ۲. تحلیل فراوانی مسافت سفرهای اختیاری پیاده به تفکیک مشخصات اقتصادی- اجتماعی

جدول ۲. تعریف و تحلیل آماری توصیفی متغیرهای مورد استفاده در پژوهش

انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه	تعریف	نماد متغیر
۰/۳۴	۰/۱۴	۱	۰	اگر مسافت سفر کمتر از ۰/۲۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis<0.25
۰/۱۹	۰/۰۴	۱	۰	اگر مسافت سفر بین ۰/۲۵ تا ۰/۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis(0.25-0.5)
۰/۲۵	۰/۰۶	۱	۰	اگر مسافت سفر بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis(0.5-0.75)
۰/۲۸	۰/۰۸	۱	۰	اگر مسافت سفر بین ۰/۷۵ تا ۱ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis(0.75-1)
۰/۳۶	۰/۱۵	۱	۰	اگر مسافت سفر بین ۱ تا ۱/۲۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis(1-1.25)
۰/۳۴	۰/۱۳	۱	۰	اگر مسافت سفر بین ۱/۲۵ تا ۱/۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis (1.25-1.5)
۰/۴۹	۰/۴۰	۱	۰	اگر مسافت سفر بیش از ۱/۵ مایل باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Dis>1.5
۰/۵۰	۰/۴۳	۱	۰	اگر فرد دارای گواهینامه باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Cert
۰/۴۸	۰/۶۴	۱	۰	اگر فرد زن باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Female
۰/۴۷	۲/۱۴	۴	۱	متغیر رتبه‌ای تحصیلات فرد	Edu
۰/۱۹	۰/۰۴	۱	۰	اگر فرد بی سواد باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Edu1
۰/۴۰	۰/۷۹	۱	۰	اگر فرد دارای تحصیلات دیپلم یا پایین تر باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Edu2
۰/۳۶	۰/۱۵	۱	۰	اگر فرد دارای تحصیلات فوق دیپلم یا لیسانس باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Edu3
۰/۱۱	۰/۰۱	۱	۰	اگر فرد دارای تحصیلات فوق لیسانس یا دکترا باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	Edu4
۱/۱۵	۳/۸۶	۱۰	۱	متغیر رتبه‌ای بعد خانوار	HHS
۰/۱۴	۰/۰۲	۱	۰	اگر بعد خانوار فرد یک نفره باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	HHS1
۰/۲۸	۰/۰۹	۱	۰	اگر بعد خانوار فرد دو نفره باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	HHS2
۰/۴۲	۰/۲۳	۱	۰	اگر بعد خانوار فرد سه نفره باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	HHS3
۰/۴۹	۰/۴۲	۱	۰	اگر بعد خانوار فرد چهار نفره باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	HHS4
۰/۴۳	۰/۲۴	۱	۰	اگر بعد خانوار فرد پنج نفره یا بیشتر باشد=۱؛ در غیر این صورت=۰	HHS5+
۱۶/۳۸	۳۱/۱۰	۸۸	۵	سن فرد	Age
۰/۲۳	۰/۰۵	۱	۰	اگر سن فرد کمتر از ۱۵ سال باشد =۱؛ در غیر این صورت=۰	Age<15

فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، سال هجدهم، دوره چهارم، شماره ۶۹، زمستان ۱۴۰۰

۰/۳۶	۰/۱۵	۱	۰	اگر سن فرد بین ۱۵ تا ۲۴ سال باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Age(15-24)
۰/۵۰	۰/۴۹	۱	۰	اگر سن فرد بین ۲۵ تا ۴۴ سال باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Age(25-44)
۰/۴۴	۰/۲۶	۱	۰	اگر سن فرد بین ۴۵ تا ۶۴ سال باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Age(45-64)
۰/۲۲	۰/۰۵	۱	۰	اگر سن فرد بیش از ۶۵ سال باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Age>65
۰/۲۶	۰/۰۷	۱	۰	اگر فرد کارمند باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Emp
۰/۴۸	۰/۳۵	۱	۰	اگر زمان سفر بین ۶ تا ۸ یا ۱۷-۱۹ باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Peak
۰/۵۰	۰/۴۳۳	۱	۰	اگر زمان سفر بین ۱۳ تا ۱۷ باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	After
۰/۴۱	۰/۲۱	۱	۰	اگر زمان سفر بین ۲۰ تا ۰۵ باشد = ۱؛ در غیر این صورت = ۰	Night
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲۵۳	۰/۰۰۰۷	چگالی جمعیت مبدأ (نفر بر کیلومتر مربع)	Ori-Den
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲۵۳	۰/۰۰۰۷	چگالی جمعیت مقصد (نفر بر کیلومتر مربع)	Des-Den
۰/۰۴	۰/۷۹	۰/۸۴۳۲	۰/۷۰۷۶	تناسب جمعیت-شغل مبدأ	Ori-Bal
۰/۰۴	۰/۷۹	۰/۸۴۳۲	۰/۷۰۷۶	تناسب جمعیت-شغل مقصد	Des-Bal

جدول ۳. ضرایب تخمینی مدل لوجیت دوگانه نهایی برای سفرهای اختیاری پیاده ساکنین شهر قزوین

نماد متغیر	ضریب	آماره t	اثر حاشیه‌ای
ثابت	-۳/۲۲***	-۳/۱۴	-
Dis(0.25-0.5)	-۰/۵۵**	-۲/۲۳	-۰/۰۷۱۰
Dis(0.5-0.75)	-۰/۸۲***	-۴/۷۳	-۰/۱۰۲۳
Dis(0.75-1)	-۱/۴۴***	-۹/۳۵	-۰/۱۶۸۰
Dis(1-1.25)	-۲/۱۲***	-۱۵/۴	-۰/۲۵۱۱
Dis(1.25-1.5)	-۳/۰۸***	-۱۹/۱۶	-۰/۳۳۲۰
Dis>1.5	-۳/۵۸***	-۲۵/۹	-۰/۵۱۳۱
Cert	-۰/۸۲***	-۹/۰۹	-۰/۱۱۴۴
Female	۰/۲۷**	۲/۹۴	۰/۰۳۷۲
HHS	۰/۱۰**	۲/۶۸	۰/۰۱۳۲
Des-Den	۰/۰۰۱**	۲/۰۹	۰/۰۰۰۲
Age	۰/۱۰**	۲/۰۷	۰/۰۱۳۶
Afternoon	-۰/۵۶***	-۶/۶۴	-۰/۰۷۹۲
Peak	۰/۳۰***	۳/۵۸	۰/۰۴۲۹
Ori-Bal	۲/۴۶**	۲/۰۶	۰/۳۴۰۸
Des-Bal	۲/۴۱**	۲/۰۹	۰/۳۳۳۹
Age(15-24) * 0.5<Dis<0.75	-۰/۷۳**	-۱/۹۷	-۰/۰۹۲۹
Age(25-44) * 0.25<Dis<0.5	۰/۸۳**	۲/۱۸	۰/۱۲۶۵
Age>65 * 0.75<Dis<1.0	۱/۰۱**	۱/۹۹	۰/۱۵۵۰
تعداد مشاهدات		۴۴۶۳	
LL (B)		-۱۹۴۹/۸۴	
LL (C)		-۲۷۹۰/۰۱	
LL(0)		-۳۰۹۳/۵۲	
ρ_0^2		۰/۳۶۹	
ρ_c^2		۰/۳۰۱	

توضیحات: * سطح اطمینان ۹۰ درصد، ** سطح اطمینان ۹۵ درصد، *** سطح اطمینان ۹۹ درصد

۴- بحث و یافته‌های نتایج

همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، هدف از این پژوهش در وهله اول شناخت عوامل تأثیرگذار بر انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای اختیاری و در وهله دوم شناخت میزان اثرگذاری و بررسی ناهمگونی در مسافت‌های مختلف بر انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای اختیاری است. نتایج نهایی مدل‌سازی لوجیت دوتایی در جدول (۳) نشان داده شده است. لازم به ذکر است در طی فرآیند مدل‌سازی تمامی متغیرهای موجود در مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر قزوین (شامل داده‌های موجود در پرسشنامه و داده‌های منتج از نرم‌افزارهای گوناگون مانند GIS و Emme) مورد آزمون قرار گرفته است و در صورت معناداری آماری و موفقیت در آزمون‌های مختلف (نسبت درست‌نمایی، آماره F و...) در مدل نهایی گزارش شده است. با توجه به نتایج مشاهده می‌گردد، علامت متغیرهای دسته‌بندی‌شده مسافت همگی منفی و مطابق انتظار حاصل شده است. همچنین با افزایش مسافت، ضریب متغیر در مطلوبیت گزینه پیاده‌روی منفی‌تر می‌گردد (ذکر این نکته ضروری است که مسافت کمتر از ۰/۲۵ مایل به‌عنوان مرجع در نظر گرفته شده است). این امر بیانگر آن است که با افزایش مسافت، مطلوبیت گزینه پیاده‌روی کاهش بیشتری پیدا می‌کند که نتیجه حاصله هم‌راستا با مطالعات (Larrañaga et al., 2016; Tsunoda et al., 2020) است.

با توجه به ضریب متغیر Cert مشاهده می‌گردد، در صورت داشتن گواهینامه توسط فرد، مطلوبیت انتخاب شیوه پیاده‌روی کاهش می‌یابد که این یافته با نتایج مطالعه کاپلان و همکاران (۲۰۱۶) سازگار است. زنان نسبت به مردان در انجام سفرهای اختیاری خود تمایل بیشتری به پیاده‌روی دارند که این یافته با نتایج مطالعه آگراوال و اسپچینگ (۲۰۰۷) همسو است. با افزایش سن، افراد تمایل بیشتری به استفاده از پیاده‌روی در سفرهای اختیاری دارند که علت این موضوع این است که سفرهای اختیاری بیشتر جنبه تفریح و گذراندن وقت داشته و افراد مسن‌تر دارای وقت آزاد بیشتری هستند که این نتایج با یافته‌های مطالعه پوچر و دایکسترا (۲۰۰۳) هم‌راستا است. افراد با بعد خانوار بزرگ‌تر، ترجیح بیشتری به استفاده از پیاده‌روی به‌منظور انجام سفرهای اختیاری پیاده دارند که این نتایج همسو با یافته‌های مطالعه (Tian and Ewing, 2017) است. با افزایش چگالی جمعیت در مقصد سفر تمایل به پیاده‌روی در

سفرهای اختیاری بیشتر می‌شود که هم‌راستا با نتایج مطالعه (Greenwald, 2009) است. با افزایش تناسب جمعیت-شغل در مقصد و مبدأ احتمال انتخاب پیاده‌روی بیشتر می‌گردد که هم‌راستا با نتایج مطالعه (Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2017) است. انجام سفر اختیاری در بعدازظهر (۱۳-۱۷) باعث کاهش مطلوبیت شیوه پیاده‌روی در سفرهای اختیاری می‌شود که با توجه به شرایط نامناسب آب‌وهوا و ترجیح بیشتر برای انجام سفرهای اختیاری در عصر، یافته‌ها در رابطه با زمان انجام سفر منطقی به نظر می‌رسد. افرادی که در ساعات اوج به انجام سفر اختیاری مبادرت می‌کنند، با احتمال بیشتری پیاده‌روی را انتخاب می‌کنند که این یافته هم‌راستا با نتایج مطالعه (Hatamzadeh, Habibian and Khodaii, 2020) است. همچنین در پژوهش جاری به‌منظور بررسی ناهمگونی افراد از منظر سن در مواجهه با مسافت سفر، متغیر سن (دسته‌بندی‌شده از Age<15 تا Age>65) در متغیر مسافت سفر (دسته‌بندی‌شده از Dis<0.25 تا Dis>1.5) در نتایج ضریب گردید و معناداری آن‌ها در مدل واکاوی شد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش مسافت سفر، تمایل به انتخاب پیاده‌روی نیز به صورت نزولی کاهش می‌یابد اما افراد با سن‌های مختلف، ترجیحات متفاوتی نسبت به مسافت سفر دارند، به‌گونه‌ای که افراد ۲۴-۱۵ سال در سفرهای با مسافت ۰/۷۵-۰/۵ مایل، تمایل کمتری نسبت به سایر گروه‌های سنی برای انجام سفر پیاده دارند.

از جمله دلایل این موضوع می‌تواند آن باشد که افراد در این بازه سنی اکثراً جوانان و نوجوانان بوده و به دلایلی همچون تأثیرات اجتماعی ترجیح بیشتری در استفاده از سایر شیوه‌ها همچون خودرو شخصی دارند. همچنین در انتخاب شیوه پیاده‌روی برای سفرهای با مسافت ۰/۷۵-۱ مایلی، افراد مسن نسبت به دیگر گروه‌های سنی حساسیت کمتری دارند.

از جمله دلایل این موضوع می‌تواند وقت آزاد بیشتر این افراد در سفرهای اختیاری دانست. همچنین افراد ۴۴-۲۵ سال نیز در سفرهای با مسافت ۰/۲۵-۰/۵ مایلی نسبت به دیگر گروه‌های سنی تمایل بیشتری جهت انتخاب شیوه پیاده دارند. از جمله دلایل این موضوع می‌تواند آن باشد که افراد در این بازه سنی اکثراً میان‌سالان و شاغلین بوده و به دلیل درگیری‌های مختلف ترجیح بیشتری در سفرهای کوتاه پیاده داشته و از سفرهای طولانی که نیازمند وقت بیشتری است پرهیز می‌کنند.

۵- نتیجه گیری

دستیابی به حمل و نقل پایدار و تداوم توسعه اقتصادی مستلزم کاهش وابستگی به خودروی شخصی و افزایش میزان استفاده از شیوه‌های پایدار سفر مانند حمل و نقل عمومی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری است. از منظر طراحان شهری و برنامه‌ریزان حمل و نقل، همواره شناسایی عوامل مؤثر بر حرکت عابران پیاده و نحوه تأثیر این عوامل بر افزایش تمایل به پیاده‌روی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است.

هدف از این پژوهش شناخت عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه پیاده‌روی با تأکید بر مسافت سفر در سفرهای اختیاری است. بدین منظور از داده‌ها و اطلاعات ماتریس مبدأ-مقصد سفر ساکنین شهر قزوین به خصوص داده‌های ۴۴۶۳ مشاهده مبدأ-مقصد سفرهای پیاده اختیاری استفاده شده است. متغیرهای این پژوهش را می‌توان در سه گروه مشخصات سفر (شامل مسافت و زمان عزیمت)، ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی (سن، جنسیت، دارا بودن یا نبودن گواهینامه، تحصیلات، شغل و بعد خانوار) و ویژگی‌های محیطی (شامل چگالی جمعیت مبدأ و مقصد و تناسب جمعیت-شغل مبدأ و مقصد) دسته‌بندی نمود. نتایج تحلیل توصیفی داده‌ها حاکی از آن است که بیشترین فراوانی متعلق به زنان، افراد بدون گواهینامه، خانوارهای چهار نفره، بازه سنی ۲۵ تا ۴۴ سال، افراد با تحصیلات دیپلم و پایین‌تر و سفرهای اختیاری در بازه زمانی بعدازظهر (۱۷-۱۳) است. همچنین مقایسه سهم شیوه سفر پیاده‌روی افراد نسبت به سایر شیوه‌ها بیانگر آن است که زنان بیش از مردان در سفرهای اختیاری پیاده‌روی را انتخاب کرده‌اند. چنانچه فردی بدون گواهینامه باشد، تمایل بیشتری به استفاده از پیاده‌روی در سفرهای اختیاری (نسبت به افراد دارای گواهینامه) دارد. از میان خانوارهای مختلف ساکن در شهر قزوین، خانوارهای تک و دو نفره نسبت به سایر خانوارها پیاده‌روی بیشتری را تجربه کردند. همچنین افراد زیر ۱۵ سال بیش از دیگر گروه‌های سنی پیاده‌روی را به‌عنوان شیوه سفر غالب انتخاب نموده‌اند. با افزایش سطح تحصیلات، تمایل به پیاده‌روی در سفرهای اختیاری کمتر می‌گردد و افراد ترجیح می‌دهند در ساعات اوج (نسبت به ساعات دیگر) به‌منظور انجام سفرهای اختیاری خود از پیاده‌روی استفاده کنند. نتایج پرداخت مدل لجیت دوتایی حاکی از تمایل بیشتر زنان به انتخاب پیاده‌روی به‌منظور انجام سفر اختیاری است. همچنین افزایش بعد خانوار باعث افزایش و داشتن گواهینامه رانندگی موجب کاهش مطلوبیت انتخاب شیوه پیاده‌روی می‌شود. با افزایش سن، افراد تمایل بیشتری برای انتخاب شیوه پیاده‌روی در سفرهای اختیاری دارند. درنهایت به‌منظور بررسی

ناهمگونی میان افراد با سن‌های مختلف در مسافت‌های گوناگون سفر، متغیرهای اندرکنشی سن و مسافت مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش مسافت سفر، تمایل به انتخاب پیاده‌روی نیز به صورت نزولی کاهش می‌یابد اما افراد با سن‌های مختلف، ترجیحات متفاوتی نسبت به مسافت در سفرهای اختیاری دارند، به‌گونه‌ای که افراد بین ۲۴-۱۵ سال در سفرهای اختیاری با مسافت ۰/۷۵-۰/۵ مایلی، تمایل کمتری نسبت به سایر گروه‌های سنی برای انجام سفر پیاده خواهند داشت. از جمله دلایل این موضوع می‌تواند آن باشد که افراد در این بازه سنی اکثراً جوانان و نوجوانان بوده و به دلایلی همچون تأثیرات اجتماعی ترجیح بیشتری در استفاده از سایر شیوه‌ها همچون خودرو شخصی دارند. همچنین در انتخاب شیوه پیاده‌روی برای سفرهای با مسافت ۰/۷۵-۰/۵ مایلی، افراد مسن نسبت به دیگر گروه‌های سنی حساسیت کمتری دارند. از جمله دلایل این موضوع می‌توان به مواردی همچون وقت آزاد بیشتر این افراد در سفرهای اختیاری دانست. همچنین افراد ۴۴-۲۵ سال نیز در سفرهای با مسافت ۰/۷۵-۰/۵ مایلی تمایل بیشتری جهت انتخاب شیوه پیاده دارند. از جمله دلایل این موضوع می‌تواند آن باشد که افراد در این بازه سنی اکثراً میان‌سالان و شاغلین بوده و به دلیل درگیری‌های مختلف ترجیح بیشتری در سفرهای کوتاه پیاده داشته و از سفرهای طولانی که نیازمند وقت بیشتری است پرهیز می‌کنند.

با توجه به محدودیت داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، تأثیر متغیرهای نگرشی افراد می‌تواند در مطالعات آینده مورد بررسی قرار گیرد. همچنین می‌توان در مطالعات بعدی تمایز میان افراد از منظر مشخصات اقتصادی-اجتماعی گوناگون (مانند سن، تحصیلات و جنسیت) در تمایل به پیاده‌روی را بررسی نمود.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Density
2. Diversity
3. Design
4. Distance to transit
5. Destination accessibility
6. Demand management
7. Maximum Likelihood Estimation (MLE)
8. Objective
9. Subjective

۷-مراجع

- (2015), "Varying influences of the built environment on household travel in 15 diverse regions of the United States. *Urban Studies*", 52(13), pp.2330-2348.
- Farzin, I., Mamdoohi, A., (2018), "Alternative Non- Systematic Heterogeneity in Destination, Mode and Simultaneous Destination- Mode Choice (Case Study: Qazvin Shopping Trips)", *Journal of Transportation Research*, 15(4), pp.29-43.
- Farzin, I., Mamdoohi, A., (2020), "Analysis of heterogeneity among individuals and alternative in destination choice: Case study of Shopping trips in Qazvin", *Sharif Journal of Civil Engineering*, doi: 10.24200/j30.2019.52769.2506. (In Persian).
- Frank, L. D., & Pivo, G., (1994), "Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking", *Transportation research record*, 1466, pp.44-52.
- Gao, J., Chen, H., Dave, K., Chen, J., & Jia, D., (2020), "Fuel economy and exhaust emissions of a diesel vehicle under real traffic conditions", *Energy Science & Engineering*, 8(5), pp.1781-1792.
- Greenwald, M. J., (2009), "SACSIM modeling-elasticity results: Draft. Fehr and Peers Associates".
- Guo, Y., Wang, J., Peeta, S., Anastasopoulos, P. C. J. T. B., & Society, (2018), "Impacts of internal migration, household registration system, and family planning policy on travel mode choice in China", 13, pp.128-143.
- Hatamzadeh, Y., Habibian, M., & Khodaii, A., (2014), "Walking behaviors by trip purposes", *Transportation Research Record*, 2464(1), pp.118-125.
- Hatamzadeh, Y., Habibian, M., & Khodaii, A., (2017), "Walking behavior across genders in school trips, a case study of Rasht, Iran", *Journal of Transport & Health*, 5, pp.42-54.
- Hatamzadeh, Y., Habibian, M., & Khodaii, A., (2020), "Walking mode choice across
- Abbasi, M., Hosseinlou, M. H., & JafarzadehFadaki, S., (2020), "An investigation of Bus Rapid Transit System (BRT) based on economic and air pollution analysis (Tehran, Iran)", *Case Studies on Transport Policy*, 8(2), pp.553-563.
- Agrawal, A. W., & Schimek, P., (2007), "Extent and correlates of walking in the USA", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(8), pp.548-563.
- Besser, L. M., & Dannenberg, A. L., (2005), "Walking to public transit: steps to help meet physical activity recommendations", *American journal of preventive medicine*, 29(4), pp.273-280.
- Bhat, C. R., Guo, J. Y., & Sardesai, R., (2005), "Non-motorized travel in the San Francisco Bay area", *University of Texas, Austin*, pp.17-27.
- Blečić, I., Congiu, T., Fancello, G., & Trunfio, G. A., (2020), "Planning and Design Support Tools for Walkability: A Guide for Urban Analysts", *Sustainability*, 12(11), pp.4405-4406.
- Braza, M., Shoemaker, W., & Seeley, A., (2004), "Neighborhood design and rates of walking and biking to elementary school in 34 California communities", *American journal of health promotion*, 19(2), pp.128-136.
- Copperman, R. B., & Bhat, C. R., (2007), "An analysis of the determinants of children's weekend physical activity participation", *Transportation*, 34(1), pp.67.
- de Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011), "Modelling transport. John wiley & sons".
- Deputy of Transportation and Traffic of Qazvin Municipality, (2011), "Modelling and calibration of travel demand, Report No. 2.10.3", Study project of the comprehensive plan of transportation and traffic of Qazvin urban complex. (In Persian).
- Ewing, R., Tian, G., Goates, J. P., Zhang, M., Greenwald, M. J., Joyce, A., Greene, W.,

- Choice”, Evidence from Mashhad. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, doi: 10.22060/ceej.2020.18318.6832. (In Persian)
- McCormack, G. R., Giles-Corti, B., & Bulsara, M., (2008), “The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors”, *Preventive medicine*, 46(1), pp.33-40.
- McMillan, T. E., (2007), “The relative influence of urban form on a child’s travel mode to school”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), pp.69-79.
- Mehdizadeh, M., Nordfjaern, T., & Mamdoohi, A. J. T., (2018), “The role of socio-economic, built environment and psychological factors in parental mode choice for their children in an Iranian setting”, 45(2), pp.523-543.
- Park, H., Noland, R. B., & Lachapelle, U. (2013), “Active school trips: associations with caregiver walking frequency”, *Transport policy*, 29, pp.23-28.
- Perchoux, C., Brondeel, R., Wasfi, R., Klein, O., Caruso, G., Vallée, J., Chaix, B., (2019), “Walking, trip purpose, and exposure to multiple environments: a case study of older adults in Luxembourg”, *Journal of Transport & Health*, 13, pp.170-184.
- Pucher, J., & Dijkstra, L., (2003), “Promoting safe walking and cycling to improve public health: lessons from the Netherlands and Germany”, *American journal of public health*, 93(9), pp.1509-1516.
- Reid, E., & Cervero, R., (2010), “Travel and the built environment”, *J. Am. Plan. Assoc*, 76, pp.265-294.
- Rodríguez, D. A., & Joo, J., (2004), “The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(2), pp.151-173.
- Schäfer, C., Mayr, B., Fernandez La Puente de Battre, M. D., Reich, B., Schmied, C., Loidl, M., Niebauer, J., (2020), “Health effects of active commuting to work: the available evidence before GISMO. *Scandinavian Journal* genders for purposes of work and shopping: A case study of an Iranian city”, *International journal of sustainable transportation*, 14(5), pp.389-402.
- Hensher, D. A., & Johnson, L. W., (2018), “Applied discrete-choice modelling: Routledge”.
- Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H., (2005), “Applied choice analysis: a primer: Cambridge University Press”.
- Hoehner, C. M., Ramirez, L. K. B., Elliott, M. B., Handy, S. L., & Brownson, R. C., (2005), “Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults”, *American journal of preventive medicine*, 28(2), pp.105-116.
- Kaplan, S., Nielsen, T. A. S., & 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*, 44, pp.55-65.
- Karami, A., Hajihoseinlou, M., Abbasi, M. (2020), “Application of Integrated Fuzzy-AHP approach in Prioritization of Urban Intersections Improvement for Increasing the Pedestrian Safety”, *Traffic Management Studies Quarterly of Traffic police Faculty*, 1399(57), pp.1-32. (In Persian).
- Khan, M., Kockelman, K. M., & Xiong, X. (2014), “Models for anticipating non-motorized travel choices, and the role of the built environment”, *Transport Policy*, 35, pp.117-126.
- Krizek, K. J., (2003), “Neighborhood services, trip purpose, and tour-based travel. *Transportation*”, 30(4), pp.387-410.
- Larrañaga, A. M., Rizzi, L. I., Arellana, J., Strambi, O., & Cybis, H. B. B., (2016), “The Influence of built environment and travel attitudes on walking: a case study of Porto Alegre, Brazil”, *International journal of sustainable transportation*, 10(4), pp.332-342.
- Mamdoohi, A., Nasiri, S., Abbasi, M., (2020), “Time of Day Model, Different Approach to Identify Effective Factors in the Mode

- Tian, G., & Ewing, R., (2017), "A walk trip generation model for Portland", OR. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 52, pp.340-353.
- Tsunoda, K., Soma, Y., Kitano, N., Jindo, T., Fujii, K., & Okura, T., (2020), "Acceptable Walking and Cycling Distances and their Correlates among Older Japanese Adults", Journal of Population Ageing, pp.1-18.
- World Health Organization, (2016a), "Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease".
- World Health Organization, (2016b), "Obesity and overweight [database on the Internet]", Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
- of Medicine & Science in Sports".
- Sehatzadeh, B., Noland, R. B., & Weiner, M. D., (2011), "Walking frequency, cars, dogs, and the built environment", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 45(8), pp.741-754.
- Soekhai, V., de Bekker-Grob, E. W., Ellis, A. R., & Vass, C. M., (2019), "Discrete choice experiments in health economics: past, present and future", Pharmacoeconomics, 37(2), pp.201-226.
- Teshome, M., (2007), "Logit model of work trip mode choice for Bole Sub-city residents (Doctoral dissertation", MSc Thesis in civil engineering, Addis Ababa: University School of Graduate Studies Faculty of Technology).

Influential Factors on Walking Choice in Discretionary Trips, Case of Heterogeneity in Travel Distance

Mohammadhossein Abbasi, Ph.D., Candidate, Transportation Planning Dept., Civil & Envi., Engineering Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Iman Farzin, Ph.D., Candidate, Transportation Planning Dept., Civil & Envi. Engineering Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Amir Reza Mamdoohi, Associate Professor, Transportation Planning Dept., Civil & Envi. Engineering Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

Received: August 2021-Accepted: November 2021

ABSTRACT

Increasing private car ownership and car dependency in developing countries has led to a low share of walking as an active mode of urban transportation. Gaps in the literature such as paying less attention to active travel modes in developing countries, focusing on the travel behavior of specific groups (such as students, elderlies, etc.), as well as paying less attention to heterogeneity in walking travel behavior due to travel distance and age, motivate the authors to identify the effective built environment (BE) and socioeconomic factors in the likelihood of walking and the sensitivity of individuals to the walking distance for discretionary trips using the origin-destination (OD) trip matrix, particularly the 4463 observations of discretionary walking trips. Binary logit estimation results indicate people's heterogeneity in the walking behavior for discretionary trips. Also, women are more likely to choose walking on discretionary trips. Further, increasing the household size increases and possessing a driving license reduces the likelihood of walking on discretionary trips. One of the interesting results is an increase in the walking likelihood with increasing age. Further, investigation of people's heterogeneity in age and walking distance shows that compared to other age groups, people aged 15-24 years are less likely to choose walking on discretionary trips with a distance of 0.5-0.75 miles. Moreover, in trip distances of 0.75 -1 mile, the elderly have a greater tendency to choose walking compared to other age groups. Results could be useful for transport and urban management by identifying the affective factors in walking likelihood to achieve more sustainable transport and a human-oriented city.

Keywords: Walking Trips, Binary Logit, Discretionary Trips, Built Environment