فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۳، شماره ٤، تابستان ۱٤۰۱، ص. ۱۹٦۵-۱۹٤۵
مقاله علمی-پژوهشی

بررسی و تعیین عوامل مؤثر بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌های شهری (مطالعه موردی: شهر قم)

غلامرضا شیران (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی عمران و حمل‌ونقل، گروه مهندسی راه‌آهن و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

E-mail: gh.shiran@trn.ui.ac.ir

امیرارفع شیرانی، کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده عمران، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علی نادران، استادیار، دانشکده عمران، دانشکده فنی- مهندسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فرهاد حدادی، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲٦ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۳/۱۹

چکیده

امروزه پیاده‌راه‌ها یکی از مهم‌ترین عناصر در ساختار فضایی شهرها هستند که می‌توانند مزیت‌های پیاده محوری را به مرحله اجرا درآورند. توسعه پیاده‌راه‌ها یکی از راهبردهای اساسی برای کاهش پیامدهای زیست‌محیطی زیان‌بار خودرو- محوری، افزایش ایمنی افراد پیاده و بهبود محیط شهری می‌باشد. شهر قم به عنوان یکی از کلان‌شهرهای کشور با مشکلات تنزل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بسیار مواجه است که نیازمند احیاء و بازآفرینی هست. یکی از راهکارهای افزایش حضور پیاده در شهرها، مکان‌یابی مسیرهای پیاده‌راهی است که در جهت رفع هرچه بیش‌تر نیازهای فرد پیاده عمل کرده و به‌بیان‌دیگر در میان چندین مسیر مشابه بین یک زوج مبدأ - مقصد بهینه باشند. به‌منظور اثربخشی راهکارهای فوق، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها مبتنی بر مدل‌های سفر در شهر قم ضروری می‌باشد. هدف پژوهش حاضر، در ابتدا ارتقاء پیاده‌مداری با تعیین عوامل مؤثر بر انتخاب مساعدترین مسیرها برای اجرای پیاده‌راه‌ها با استفاده از آمار و اطلاعات جذب سفر سال ۱۳۹۷ در شهر قم به عنوان یکی از شهرهای مهم گردشگری مذهبی می‌باشد. پژوهش حاضر نیز به بررسی ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه با توجه به تمامی انواع سفر با استفاده از روش معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی می‌پردازد. نتایج معادلات ساختاری نشان داد که متغیرهایی نظیر متغیرهایی نظیر سرانه خودرو، خانوار، جمعیت، درآمد، و مساحت تأثیر به‌سزایی بر مدل‌های زیارت، تفریح، و خرید به‌عنوان مدل‌های تولید سفر عابران‌پیاده دارد؛ بنابراین متغیرهایی نظیر سرانه خودرو و دانش‌آموزان به‌ترتیب بیشترین و کمترین نقش و اثر را در مدل‌های سفر و در نتیجه انتخاب مکان عابران پیاده دارند.

واژه‌های کلیدی: پیاده‌راه‌ها، عوامل مؤثر، مدل معادلات ساختاری، روش حداقل مربعات جزئی

۱. مقدمه

تشدید مشکلات ترافیکی از جمله ازدحام، آلودگی و کمبود منابع برای توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه از یک‌سو و کاهش شاخص‌های فعالیت بدنی از سوی دیگر، پیاده‌روی را به عنوان یک حمل‌ونقل غیر موتوری مورد توجه تصمیم‌گیرندگان قرار داده است [Baghbani et al., 2019]. حمل‌ونقل در کنار مسکن، کاروگذران اوقات فراغت، به عنوان یکی از چهار عملکرد اصلی شهر محسوب می‌شود. بعد ازانقلاب صنعتی با افزایش خودروهای شخصی، آلودگی‌های محیطی برای رسیدن به توسعه پایدار شهری به موضوع پیاده‌محوری توجه ویژه‌ای شده است. پیاده راه‌ها قدیمی‌ترین صورت جابه‌جایی انسان‌ها است و پیاده‌روی از مهم‌ترین عوامل جهت مشاهده، فعالیت و ایجاد سرزندگی و پویایی در محیط است زیرا با قدم‌زدن در فضاهای شهری است که تصویر ذهنی از شهر دریافت می‌شود [Faramarzi and Pourmoghaddam, 2017]. سیاست‌های پیاده‌مداری و پیاده راه‌سازی به عنوان نیرومندترین و اثرگذارترین جنبش‌های طراحی مجدد خیابان، از راهکارهایی هستند که در دهه‌های اخیر به منظور کاهش تبعات منفی حضور گسترده خودرو در شهرها و رونق اجتماعی، اقتصادی و محیطی مراکز شهری به کار بسته می‌شوند؛ به‌گونه‌ای که بسیاری از مدیران و سیاست‌گذاران شهرهای کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه با اولویت‌بندی دقیق و سنجیده فضاها و خیابان‌های مساعد مبتنی بر پروژه‌های ساخت پیاده‌راه‌ها و آرام‌سازی ترافیک، ضمن کاهش اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی ناشی از خودرو محوری، باعث بهبود فضای شهری و بازآفرینی–اقتصادی، اجتماعی و کالبدی مراکز شهری می‌شوند [Pakzad, and Baghlani, 2017]. پیاده‌راه‌ها با توسعه معیارهای سرزندگی و زیست‌پذیری توانسته‌اند نقش مؤثری در کاهش منابع آلودگی هوا و صدا، افزایش ایمنی، توسعه فضای سبز و باز، کاهش تراکم و ازدحام، آرام‌سازی محله‌های مسکونی ایفا کنند [Dičiūnaitė-Rauktienė et al., 2018; Hewitt et al., 2020]. همچنین این نوع زیرساختار شهری به‌دلیل کاهش اثرات زیست‌محیطی و صدا نسبت به دیگر مدهای حمل-ونقل به عنوان باارزش‌ترین و پویایی‌ترین سیستم حمل‌ونقل از دیدگاه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی محسوب می-شوند و مدیران و برنامه‌ریزان شهری توسعه پیاده‌راه‌ها را به عنوان راه‌حل کاهش مشکلات شلوغی شهرها می‌دانند [Hass Klau, 1993; Castillo-Manzano, et al., 2014].

بررسی و تعیین عوامل مؤثر بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها از عوامل مهم و پویایی شهرها است زیرا پیاده‌مداری یکی از راهبردهای در دسترس برای تحقق سیاست‌های توسعه پایدار شناخته می‌شود. از طرفی، عوامل مؤثر بر انتخاب مسیرهای پیاده‌روی می‌توان به سطوح پیاده، خیابان‌ها، ترافیک و نفوذپذیری، ایمنی و امنیت زیباشناختی و مقصدی نظیر وجود مسیرهای مناسب پیاده، جذابیت مسیر به پیاده‌مداری کمک می‌کنند؛ بنابراین پژوهش حاضر ابتدا به بررسی عوامل مهم و مؤثر در شناسایی مکان پیاده-روی در کلان‌شهر قم می‌پردازد و سپس با استفاده از آزمون‌های آماری و مدل معادلات ساختاری[1] با روش حداقل مربعات جزئی[2] عوامل مؤثر در انتخاب مکان عابران‌پیاده اولویت‌بندی می‌شوند.

۲. پیشینه و مبانی نظری پژوهش

مطالعات مرتبط به نقش پیاده‌راه‌ها و اثرگذاری آن‌ها در پویایی شهری اشاره می‌کند. اگرچه پیاده‌روی بخشی از سفرهای شهری است و همه شهروندان حداقل بخشی از فعالیت‌های روزمره خود را پیاده‌روی می‌کنند، اما نیازهای عابران‌پیاده در بیشتر فضاهای شهری نادیده گرفته می‌شود [Nazemi and Toghiani Khorasghani, 2017]. فضاهای شهری مناطقی برای فعالیت‌های شهری، وابستگی اجتماعی، تبادل اجتماعی و تعامل رسمی با دیگران است. این فضاها با توجه به ویژگی‌ها و کیفیت-های قابل‌توجهی که دارند توانایی گسترش در حوزه عمومی را دارند و می‌توانند تأثیر مثبت یا منفی در شکل‌گیری روابط

اجتماعی، اعتماد، انسجام و مشارکت اجتماعی داشته باشند. در این میان، یکی از عواملی که می‌تواند سطح تعامل را افزایش دهد، حرکت عابران‌پیاده در فضاهای شهری است [Soleimani et al., 2020]. همچنین پیاده‌روی به عنوان یک شیوه تردد در شهر، تحت تأثیر مسائل مختلفی بوده است [Nikpour et al., 2017]. پیاده‌راه‌ها باید بر اساس گروه‌های سنی مختلف طراحی شوند زیرا به‌دلیل مسافت و زمان پیاده‌روی توسط افراد مسن و جوان با هم فرق دارد و از طرفی مفهوم و درک پیاده‌روی توسط افراد پیر نسبت به جوان نیز متفاوت می‌باشد که این باعث اثرگذاری بر ایمنی عابران پیاده می‌شود [Pulvirenti et al., 2020].

کیفیت محیط شهری در بسیاری از موارد موضوعات مهمی مثل پیاده‌روی تا رسیدن به حمل‌ونقل همگانی را نادیده می‌گیرد [Tiznado-Aitken et al., 2018]. حمل‌ونقل غیر موتوری یکی از مدهای حمل‌ونقل متکی بر نیروی فردی است که عمدتاً دارای دو هدف تفریحی و جابه‌جایی (دسترسی به کالاها و فعالیت‌ها) و یا ترکیبی از هر دو می‌باشد که شامل گونه‌های مختلف از جمله پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، حمل‌ونقل با چرخ کوچک (اسکیت، و چرخ‌دستی) و ویلچر است [Yazid et al.,2011; Yedla, 2015]. پیاده‌روی یکی از عمده‌ترین روش‌های حمل‌ونقل است، اما برنامه‌ریزان و مهندسان شهری برای ایمنی و آسایش عابران پیاده، اغلب از امکانات عابرپیاده غافل می‌شوند و یا کمترین اولویت به آنها داده می‌شود [Chintawar et al., 2021].

در انتخاب مسیرهای مناسب‌تر برای پیاده‌روی، وینستین آگراوال و همکاران (۲۰۰۸)، به بررسی سفرهای عابرپیاده در حمل‌ونقل پرداخته و طول سفر و مسیر انتخاب شده توسط افراد پیاده را تا پنج ایستگاه حمل‌ونقل ریلی در کالیفرنیا و اورگان مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که به حداقل‌رساندن فاصله مسافت پیاده‌روی مهم‌ترین عامل مؤثر بر انتخاب مسیر افراد بوده و افرادی که مورد بررسی قرار گرفتند نیز اغلب عوامل ایمنی و عناصر زیبایی محیط‌زیست را در انتخاب مسیر مهم دانسته‌اند [Weinstein Agrawal et al., 2008]. مدل‌های انتخاب مسیر مبتنی بر ترجیحات آشکار می‌توانند یک روش معتبر و جالب برای ارزیابی محیط پیاده‌روی باشند و می‌توانند به اولویت‌بندی یا توجیه سرمایه‌گذاری مربوط به زیرساخت‌های عابرپیاده کمک کنند. در مقابل، امتیاز احتمالی بر اساس اولویت‌های مهم توسط پیاده‌ها ممکن است بر اهمیت ویژگی‌های ملموس‌تر مانند فاصله و ایمنی بیش از حد ارزش گذارد، زیرا پیاده‌ها اغلب قادر به بیان امکانات نامشهود مانند خیابان‌ها و طرح‌های نمایشی نیستند. با این حال، به‌نظر می‌رسد مدل‌سازی انتخاب مسیر فقط هنگامی مفید باشد که به عابرپیاده مسیرهای جایگزین زیادی ارائه شود و عابران‌پیاده مسیرهای متعددی را تجربه کرده باشند [Guo and Loo, 2013]. در تحقیقی که در خیابان ارم تهران انجام شد به دلیل نقش مهم در پیوند دو عنصر اصلی مذهبی (حرم‌مطهر) و تجاری (بازار) و وجود فعالیت‌ها و کاربری‌های مختلف و متنوع، عواملی نظیر دسترسی به پارکینگ، طول و عرض مناسب، سرزندگی و حضور گسترده افرادپیاده و زائران، شیب مناسب، بهترین فضا جهت ایجاد پیاده‌راه انتخاب شد [Mohammadian Mosammam et al., 2016].

پریادارشینیا و میترا (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی نقش عوامل مؤثر بر ایمنی عابران پیاده در پیاه‌راه‌ها پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که پویایی پیاده‌راه‌ها از دیدگاه ایمنی مبتنی بر درنظرگرفتن راه‌های فرعی منتهی به پیاده‌راه‌ها برای نجات عابران پیاده در مواقعی که حجم عابران زیاد می‌باشد. این نوع معیار را بر اساس رفتار تولید و توزیع سفر عابران‌پیاده باید در نظر گرفت [Priyadarshini, and Mitra, 2018].

مهمترین عوامل مؤثر در انتخاب مسیرهای پیاده‌روی، رویکردهای برنامه‌ریزی وطراحی هستند که بر مفاهیم پایداری[3]، و امنیت[4] تأکید دارند، و پیاده‌مداری را یکی از راهبردهای در دسترس برای تحقق سیاست‌های توسعه پایدار می‌دانند. بر همین اساس در چند دهه گذشته پژوهش‌های متعددی بر ضرورت

تأمین محیط‌های مناسب برای گسترش فعالیت پیاده‌روی در محیط‌های ساخته شده، تأکید نموده‌اند [Gehl, 2010]. در اغلب پژوهش‌های مرتبط، سطح پیاده‌روی افراد و پیاده‌مداری فضاهای شهری عاملی مهم در اجتماع‌پذیری و به‌طورکلی کیفیت محیط محسوب شده است؛ بنابراین پیاده‌روی در عرصه‌های زیستی فارغ از تأثیرات مشهودی که بر افزایش میزان سلامت شهروندان از طریق افزایش فعالیت فیزیکی آنها دارد، از منظر اجتماعی و نقش آن در ارتقای کیفیت زندگی همگانی اهمیت بالایی دارد [Booth et al., 2013]. همچنین، مکان‌یابی عابران پیاده باید مبتنی بر معیارهای مبدأ و مقصد سفر و درنظرگرفتن سطح سرویس معابری باشد که از آن‌ها استفاده می‌کنند که بتوان از دیدگاه طراحی و ایمنی آن را پویا و رضایت‌مند برای شهروندان توصیف کرد [Banerjee et al., 2018].

از سوی دیگر در چارچوب نظریه احتمال‌گرایی محیطی، پژوهش‌های متعددی بر نقش محیط ساخته‌شده در میزان پیاده‌روی افراد تأکید نموده‌اند [Du et al., 2020]. از دیگر عوامل مؤثر بر انتخاب مسیرهای پیاده‌روی می‌توان به مؤلفه‌های عملکردی (سطوح پیاده، خیابان‌ها، ترافیک و نفوذپذیری)، ایمنی و امنیت (فردی و ترافیکی)، زیباشناختی و مقصدی (تسهیلات) اشاره کرد [Su et al., 2019]. عوامل متعددی بر گزینش پیاده روی برای اهداف تفریحی و کاری مؤثرند که عبارتند از وجود مسیرهای مناسب پیاده، جذابیت مسیر (نماهای جالب، تنوع معماری و...)، تنوع و امنیت اجتماعی، وجود مقاصد متنوع در فواصل پیاده‌روی و هزینه پیاده‌روی [Birenboim et al., 2019]. همچنین افزایش تعداد و تنوع کاربری‌ها، افزایش سرمایه گذاری در کیفیت منظر شهری، افزایش گزینه‌های مقصدی و ارتقای استانداردهای محیطی می‌تواند با افزایش میزان پیاده‌روی در واحدهای همسایگی مرتبط باشند [Carmona, 2019]. لانگو و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی نشان دادند که پیاده‌روی در محدوده‌هایی که افراد زندگی می‌کنند، در دسترس‌ترین شکل فعالیت فیزیکی محسوب می‌شود و میزان پیاده‌روی درمسیرهای با قابلیت پیاده‌روی بیشتر و یا نزدیک‌تر به خدمات محلی و خرده‌فروشی‌ها بیش‌تر است. [Longo et al., 2015]. کارتر و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با معرفی توسعه مکان پیاده‌راه‌ها در شهرهای هوشمند با استفاده از عوامل مؤثر بر انتخاب پیاده‌راه‌ها در شهر ملبورن استرالیا نشان دادند که پیاده‌راه‌ها در شهرهای هوشمند باعث افزایش پویایی و رضایت‌مندی شهذوندان می‌شوند [Carter et al., 2020]. برای افزایش استفاده از پیاده‌راه‌ها و پویایی آن‌ها نسبت به مدهای دیگر حمل‌ونقل باید در انتخاب مکان آن‌ها با توجه به معیار تولید و توزیع سفر توسط عابران‌پیاده به‌عنوان مهم‌ترین معیار رفتار عابرپیاده در محیط شهری و ارتباط آن با مبدأ و مقصد سفرها توجه کرد [Sevtsuk, 2021].

بنابراین به‌کارگیری راهکارها در برنامه‌ریزی پیاده‌راه‌ها اثرات مثبت فراوانی چون تأثیر مطلوب زیست‌محیطی، کاهش تردد وسایل‌نقلیه موتوری و تشویق مردم برای استفاده از حمل‌ونقل عمومی، بازگرداندن حیات اقتصادی و در نهایت هدایت شهر به سوی ساختاری انسان‌گرا و باهویت را در پی خواهد داشت. از این‌رو برای رسیدن به یک سیستم حمل‌ونقل پایدار و پیاده‌مدار، تأکید بر مؤلفه‌های انسان‌محور لازم و ضروری است.

با توجه به بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته، می‌توان نشان داد که شناسایی عوامل مؤثر در انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها در مطالعات پیشین تاکنون انجام نشده شده است درحالی‌که در پژوهش حاضر، در شهر قم با توجه به شرایط خاص کاربری زمین – حمل‌ونقلی و یا اقتصادی – اجتماعی و فرهنگی در این کلان‌شهر، به بررسی ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها با توجه به تمامی انواع مدل سفر پرداخته می‌شود. علاوه بر شناسایی عوامل مؤثر در انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری و معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی برخلاف پژوهش‌های پیشین از نوآوری دیگر پژوهش حاضر می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر در ابتدا به بررسی عوامل مؤثر در انتخاب مکان عابران‌پیاده پرداخته می‌شود و سپس با استفاده از آزمون‌های آماری و مدل معادلات ساختاری مبتنی بر روش حداقل مربعات جزئی عوامل مؤیر در انتخاب مکان عابران‌پیاده در کلان‌شهر قم اولویت-بندی می‌شوند. با توجه به این‌که شهر قم، یکی از کلان‌شهرهای مهم ایران است که در ۱٤۰ کیلومتری جنوب تهران پایتخت ایران واقع شده‌است. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران شهر قم تعداد ۱٬۲۰۱٬۱۵۸ نفر جمعیت دارد که بیشتر این جمعیت مهاجرانی از شهری‌های دیگر ایران مثل زنجان، اراک و تبریز است. با این جمعیت قم در رتبه هفتمین شهر پرجمعیت ایران قرار می‌گیرد. رشد جمعیت قم ۱/۲ درصد است که جزء بالاترین نرخ رشد جمعیت در ایران است. شهر قم به عنوان یکی از کلان‌شهرهای کشور که از نقش مذهبی فرامنطقه‌ای برخوردار می‌باشد با مسائل مشابهی در زمینه حمل‌ونقل درون‌شهری مواجه است. مرکز این شهر همانند اغلب مراکز شهری ایران علاوه بر قرارگیری در کانون محدوده بافت فرسوده شهری، با مشکلات تنزل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بسیار مواجه است که نیازمند احیاء و بازآفرینی هست. در این میان، تمرکز کانون‌های اداری، تجاری و خدماتی در مرکز شهر، توسعه‌های جدید عمدتاً مسکونی و زائرین بومی و غیر بومی و به تبع آن عدم خوداتکایی محلات جدید در تأمین خدمات روزمره به همراه تأکید بیش از حد به حمل‌ونقل سواره و پیامدهای ناشی از آن، نقش مهمی در افزایش این مسائل داشته است. با تشدید این موارد در طی چند سال گذشته ضمن تهدید پیاده‌روی و توسعه حمل‌ونقل همگانی، زمزمه‌هایی از پیاده‌راه‌سازی این خیابان‌ها مطرح گردیده است؛ اما چالش اصلی برای نیل به اهداف این سیاست، ارزیابی دقیق محیط مرکز شهر و اولویت‌بندی و تعیین مساعدترین خیابان‌ها برای پیاده‌راه‌سازی با توجه به نقش مذهبی فرامنطقه‌ای مرکز شهر قم، محدودیت‌های سرمایه و نقش پرقدرت این خیابان‌ها در حمل‌ونقل درون‌شهری و جابه‌جایی افراد و کالاها می‌باشد. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر جذب سفر پیاده‌روی در مرکز شهر قم به عنوان یکی از شهرهای مهم گردشگری مذهبی می‌باشد.

۳-۱ بررسی آمار و اطلاعات مرتبط به عابران‌پیاده

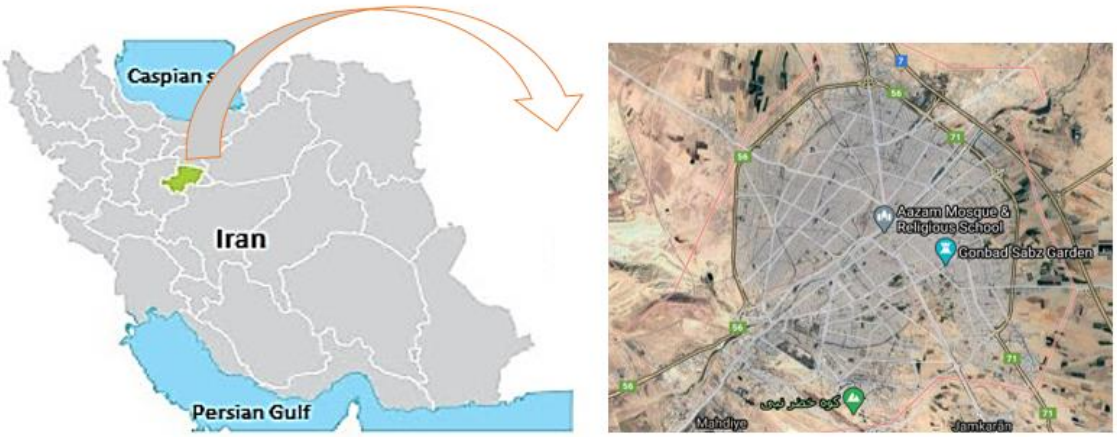
روش انجام پژوهش حاضر کتابخانه‌ای، تحلیلی و تحلیل آماری با استفاده از آمار و اطلاعات میدانی جمع‌آوری‌شده از شهر قم، مطابق شکل ۱ می‌باشد. مراحل زیر برای فرآیند ایجاد مدل مناسب به‌منظور اولویت‌بندی عوامل مؤثر در پیاده‌روی و انتخاب پیاده-راه‌ها به‌صورت زیر انجام می‌شود که عبارتند از:

گام ۱- تعیین اهداف سفر برای مدل انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها مطابق شکل ۲ –الف می‌باشد. منظور از اهداف سفر مدل‌های سفر نظیر خرید، تفریحی، و زیارتی می‌باشد.

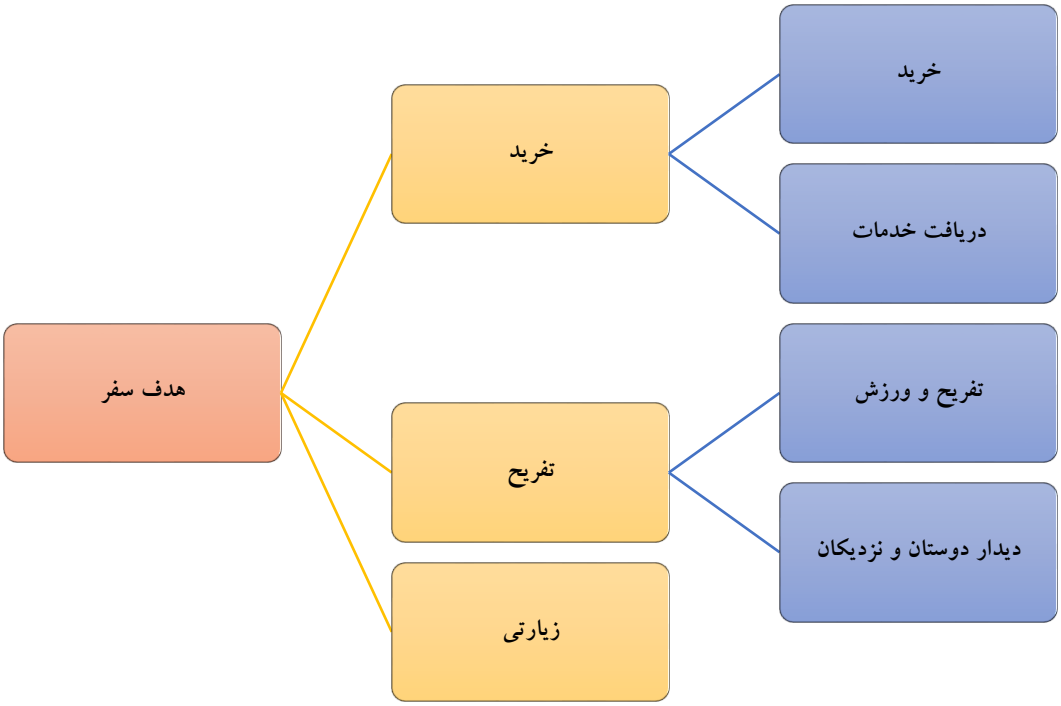
گام ۲- داده‌ها و بردارهای جذب مدل‌های سفر نظیر خرید، تفریحی، و زیارتی به عنوان اهداف مقصد سفر مطابق شکل‌های ۲-ب، ۲-ج، و ۲-د با استفاده از آمارگیری مبدا- مقصد خانوار سال ۱۳۹۷ و منطبق بر مطالعات جامع حمل‌ونقل کلان‌شهر قم می‌باشد.

گام ۳- انتخاب سایر پارامترهای مورد نیاز از جمله نرخ وسیله نقلیه، جمعیت هر ناحیه، تعداد خانوار، تعداد دانش‌آموز ساکن، تعداد دانشجو ساکن، تعداد شغل، درآمد و مساحت هر ناحیه می‌باشد.

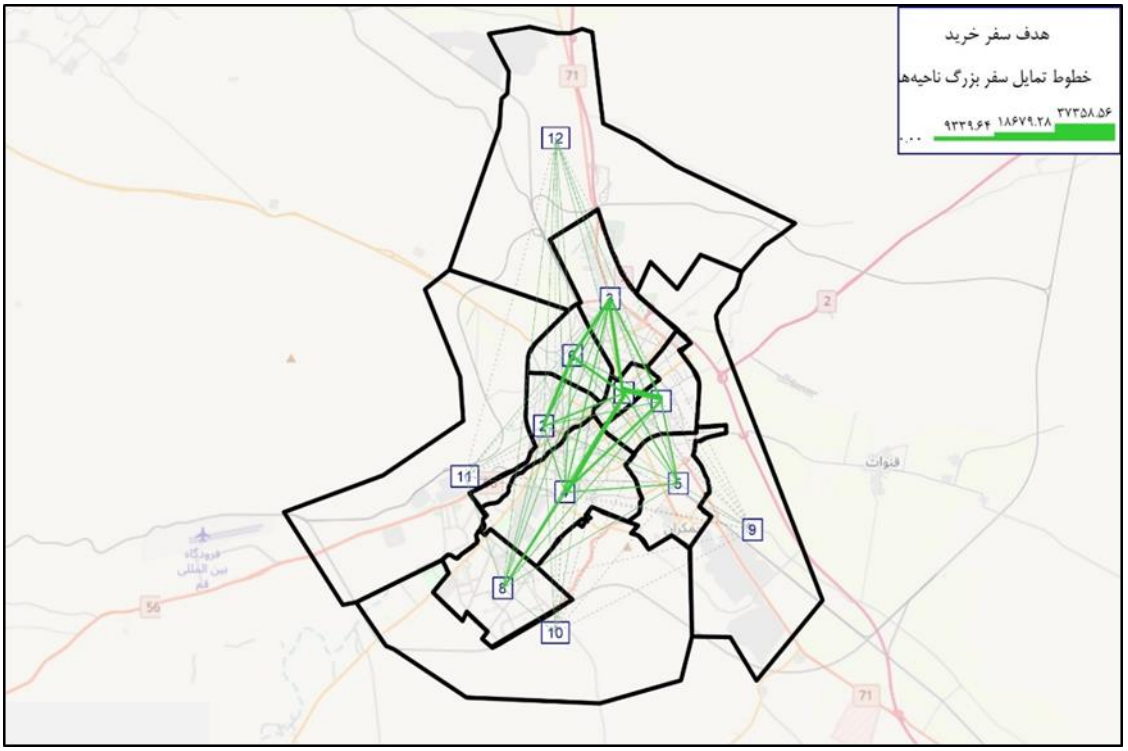
گام ٤- استفاده از تحلیل‌های آماری از جمله کولموگروف اسمیرنوف و معادلات ساختاری جهت شناسایی و اولویت-بندی عوامل مؤثر در انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها.



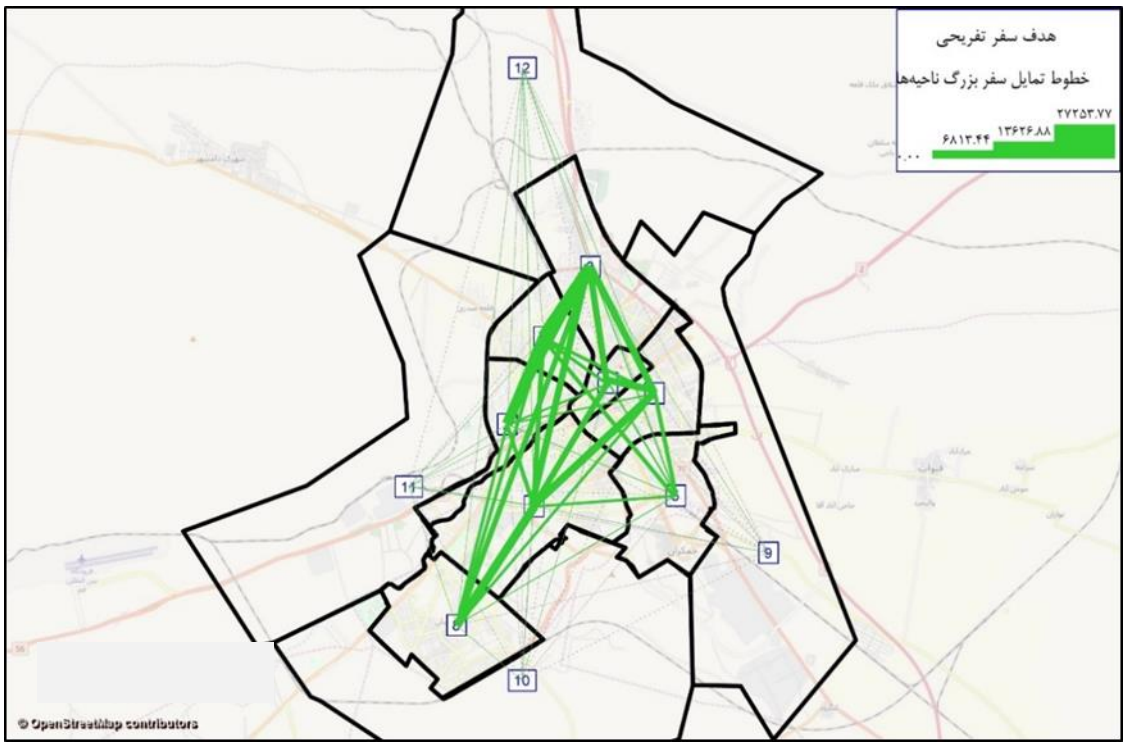
شکل ۱. نقشه مورد استفاده در کلان‌شهر قم (منبع: Google Map)



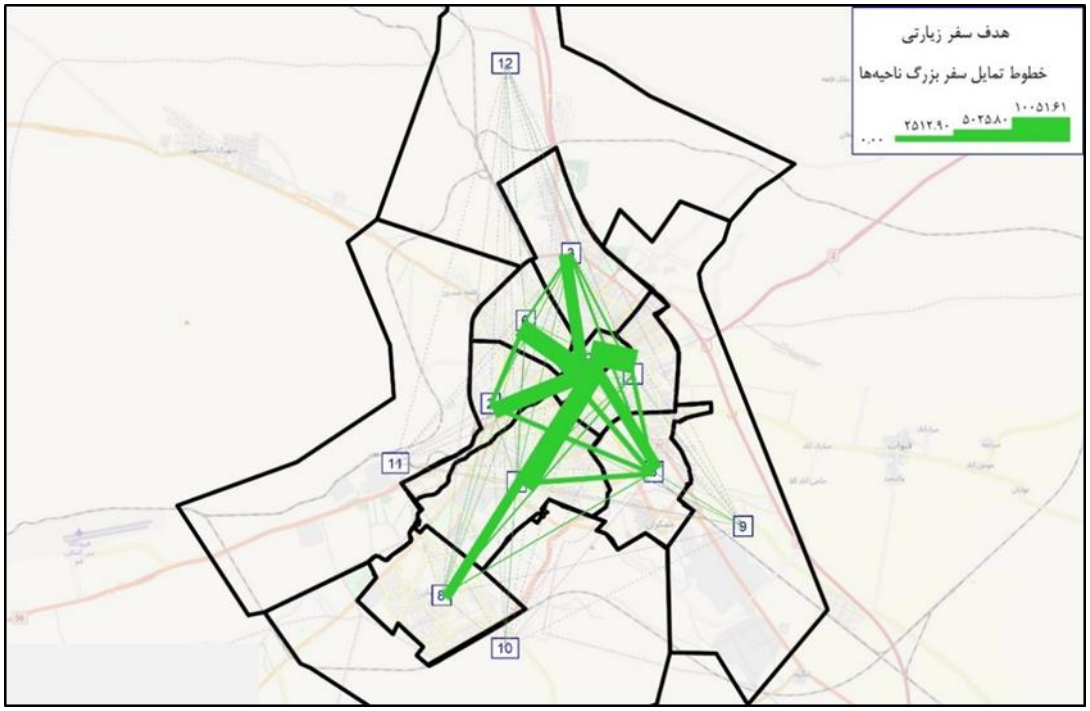
شکل ۲. الف) دسته‌بندی اهداف سفر در کلان‌شهر قم



شکل ۲. ب) شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای خرید شهر قم در آمارگیری مبدا- مقصد خانوار سال ۱۳۹۷



شکل ۲. ج) شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای تفریحی شهر قم در آمارگیری مبدا- مقصد خانوار سال ۱۳۹۷



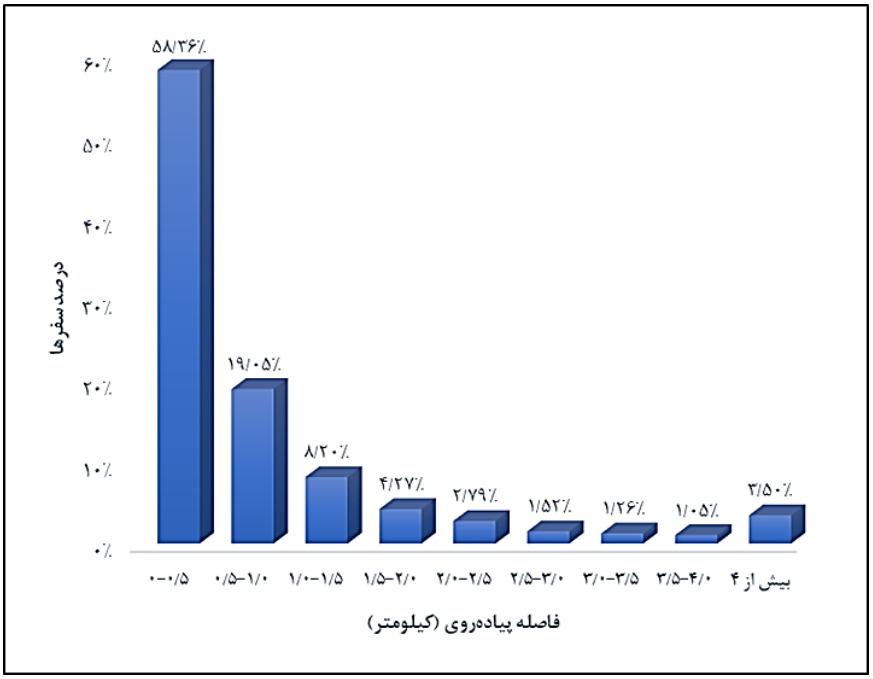
شکل ۲. د) شبکه عنکبوتی توزیع سفرهای زیارتی شهر قم در آمارگیری مبدا- مقصد خانوار سال ۱۳۹۷

شکل ۲. تعیین اهداف سفر و مدل‌های انواع سفر در کلان‌شهر قم

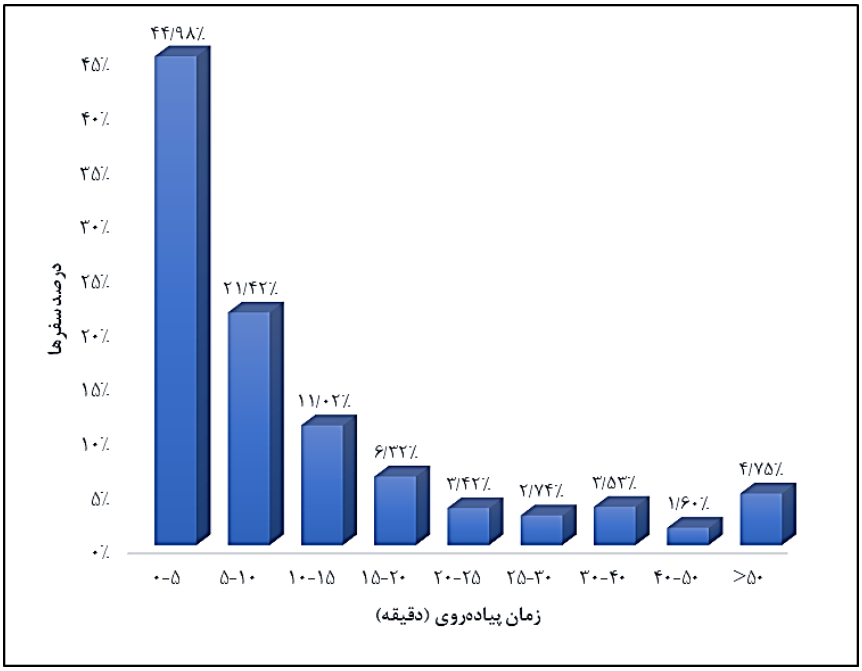
شکل ۳ نشان‌دهنده درصد سفرهای پیاده انجام‌شده در مسافت‌های مختلف از کل سفرهای پیاده است که بیش از ۵۸ درصد سفرهای پیاده طولی کمتر از ۵۰۰ متر و بیش از ۷۷ درصد طولی کمتر از ۱ کیلومتر دارند. همچنین شکل ٤ نشان می‌دهد که حدود ٤٥ درصد سفرهای پیاده انجام‌شده در فاصله زمانی ۵ دقیقه قرار داشته‌اند و ٦٦ درصد در فاصله زمانی کمتر از ۱۰ دقیقه بوده‌اند. فاصله زمانی و مسافت پیاده‌روی نشان می‌دهد که اصولاً پیاده‌روی در فواصل زمانی کمتر از ۵ دقیقه و همچنین مسافت کمتر از ۵۰۰ متر اتفاق می‌افتد. در خصوص دوچرخه این فاصله کمی بیش‌تر است و تا ۳ کیلومتر مطابق شکل ۳ نیز می‌رسد. اما همچنان زمان دوچرخه-سواری در محدوده ۱۰ دقیقه در شکل ٤ باقی می‌ماند.

کسانی که حمل‌ونقل غیرموتوری را به کار می‌گیرند در گروه‌های سنی مختلفی قرار دارند. شکل ۵ گروه‌بندی سنی افرادی که به صورت پیاده سفر می‌کنند. مطابق شکل ۵ افراد پیاده تقریباً از همه رده‌های سنی هستند، هرچند بیش‌ترین میزان پیاده‌روی در گروه سنی ۷ تا ۱۲ سال و ۱۳ تا ۱۸ سال اتفاق می‌افتد که شامل گروه سنی دانش‌آموزان می‌شود. این گروه‌های سنی تقریباً ٤٢ درصد مطابق شکل ۵ افرادی که پیاده سفر می‌کنند را شامل می‌شوند. شکل ٦ نیز گروه‌بندی سنی دوچرخه‌سواران را نشان می‌دهد. گروه‌بندی افراد دوچرخه‌سوار بسیار متفاوت است. دانش‌آموزان تقریباً ٦٧ درصد دوچرخه‌سواران را مطابق شکل ٦ شامل می‌شوند. با توجه به‌این‌که بیش‌ترین افرادی که از حمل‌ونقل غیر موتوری استفاده می‌کنند، دانش‌آموزان هستند، سفرهای تحصیلی یکی از اهداف بالقوه‌ای هستند که می‌توانند برای گسترش حمل‌ونقل غیر موتوری در نظر گرفته شوند. شکل ۷ سهم اهداف مختلف سفر را نشان می‌دهد که بیش‌ترین اهداف سفر بازگشت به خانه با ٤٥ درصد سهم از اهداف مختلف سفر می‌باشد که سفرهای با هدف تحصیلی، سفرهای با هدف شغلی و سفرهای با هدف خرید در رده‌های بعدی درصد تشکیل‌دهنده از اهداف سفر هستند. درصد زیاد سفرهای بازگشت به خانه و تحصیلی نیز نشان‌دهنده اهمیت این سفرها می‌باشد. شکل ۸ نیز سهم سفرپیاده در اهداف مختلف سفر را نشان می‌دهد. در سفرهای با هدف خرید، ۵۱ درصد سفرها

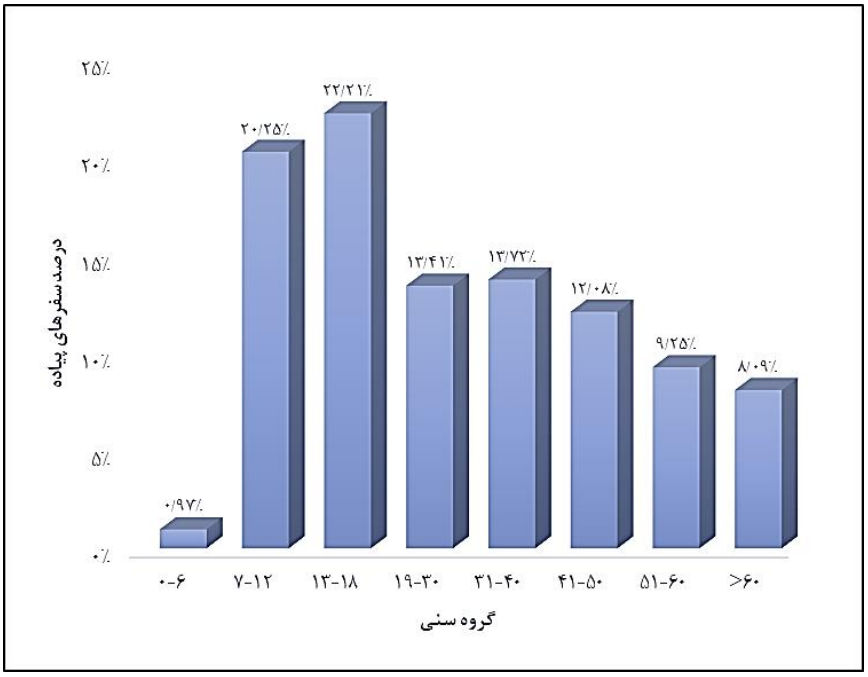
به صورت پیاده مطابق شکل ۸ انجام می‌شوند. در سفرهای با هدف تحصیلی ٤٥ درصد و سفرهای همراهی با دیگران ۳۸/٦٦ درصد سفر و سفرهای تفریحی و ورزشی ۳۷ درصد سفر را در سفرپیاده بر عهده دارند؛ بنابراین بیشتر سفرهای پیاده به‌ترتیب به‌صورت خرید، تحصیل، همراهی با دیگران، و تفریح و ورزش صورت گرفته است. شکل ۹ نیز سهم سفر با دوچرخه را در همه اهداف سفر نشان می‌دهد. مطابق شکل ۹ سهم سفر با دوچرخه در اهداف مختلف سفرها بسیار ناچیز است که در سفرهای با هدف تفریحی و ورزشی حدود ۵ درصد و در سفرهای تحصیلی و خرید تنها حدود ۲ درصد تنها با دوچرخه انجام می‌شود.



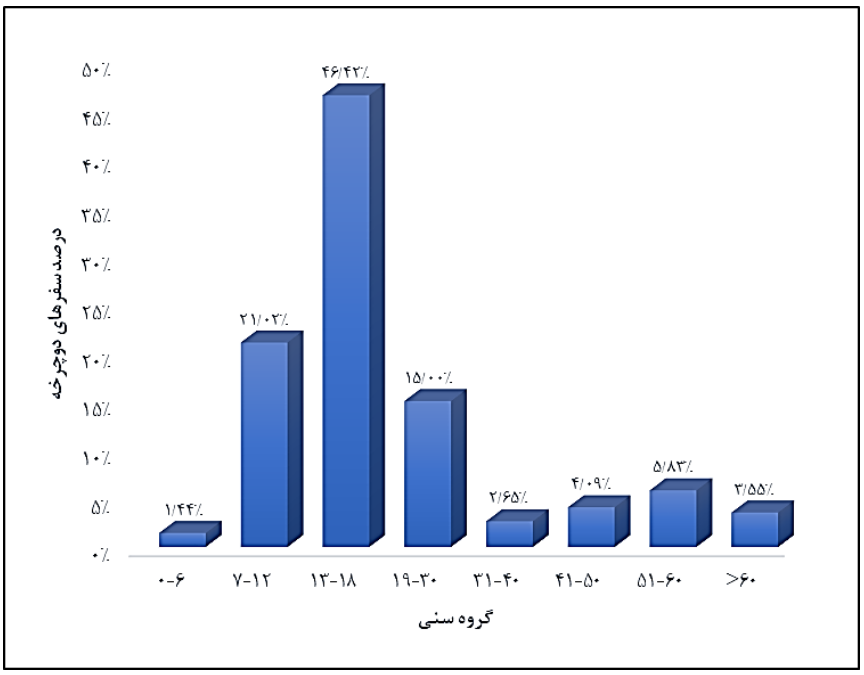
شکل ۳. درصد سفرهای پیاده انجام‌شده در مسافت‌های مختلف از کل سفرهای پیاده



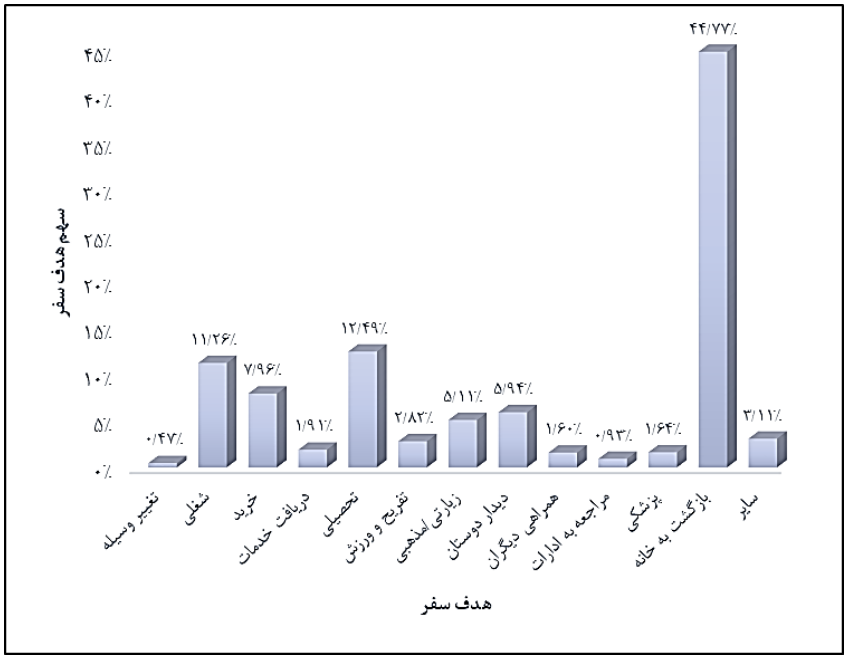
شکل ٤. درصد سفرهای پیاده انجام‌شده مختلف با توجه به مدت زمان پیاده‌روی



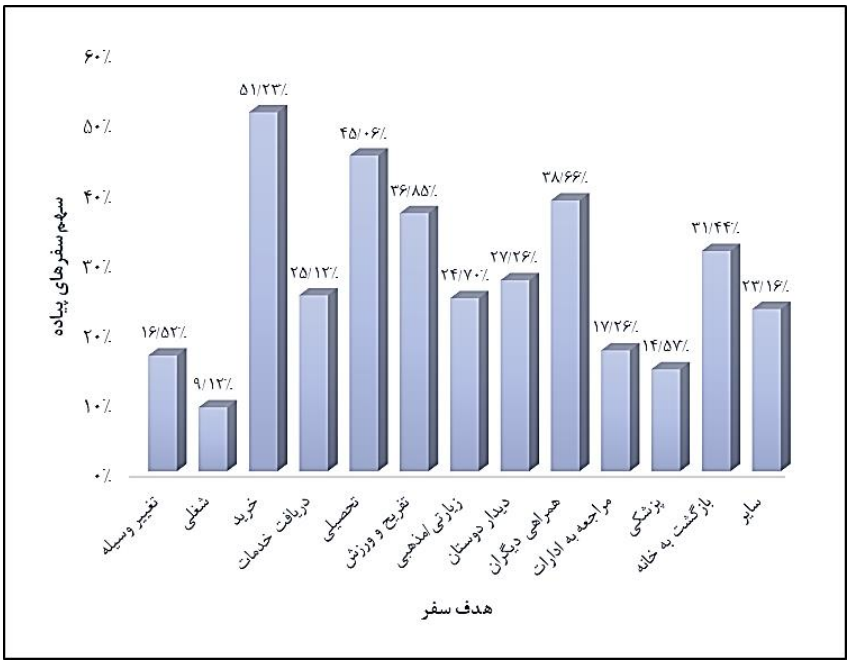
شکل ۵. گروه‌بندی سنی افرادی که پیاده سفر می‌کنند



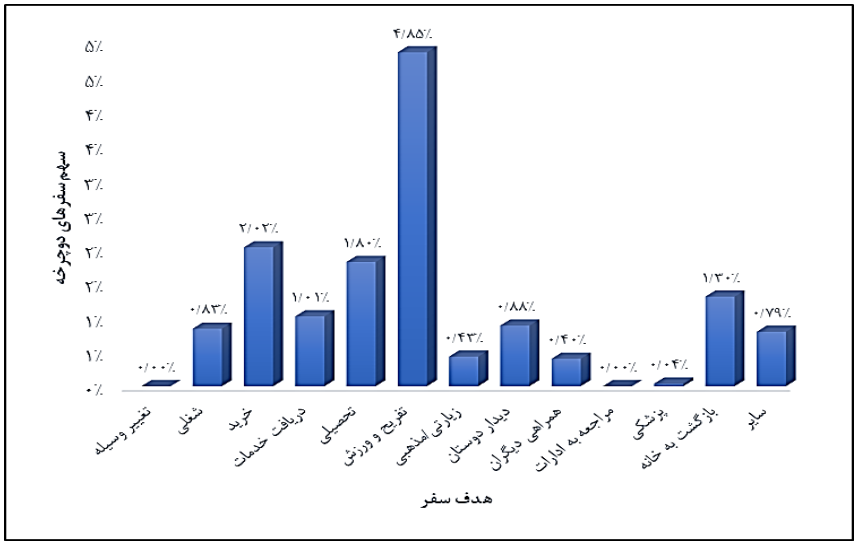
شکل ٦. گروه‌بندی سنی دوچرخه‌سواران



شکل ۷. دسته‌بندی اهداف مختلف سفر



شکل ۸. سهم سفر پیاده در اهداف مختلف سفر



شکل ۹. سهم سفر دوچرخه در اهداف مختلف سفر

۳-۲ آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[۵]

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف یکی از مهم‌ترین آزمون‌های آماری ناپارامتریک محسوب می‌شود که همواره در انتخاب یک آزمون باید تصمیم گرفته شود، آیا از آزمون‌های پارامتریک استفاده شود یا آزمون‌های ناپارامتریک. یکی از اصلی‌ترین ملاک‌ها برای این انتخاب انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف است.

۳-۳ ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن[۶]

ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن میزان همبستگی رابطه میان دو متغیر ترتیبی را نشان می‌دهد و به‌عبارت‌دیگر متناظر ناپارامتری ضریب همبستگی پیرسون می‌باشد [Bartholomew, 1995]. ضریب همبستگی حاصل‌ضرب-گشتاور پیرسون میزان همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفی را می‌سنجد. مقدار این ضریب بین ۱- تا ۱ تغییر می‌کند که «۱» به معنای همبستگی مثبت کامل، «۰» به معنی نبود همبستگی، و «۱-» به معنی همبستگی منفی کامل است [Hauke and Kossowski, 2011].

۳-٤ معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی

روش معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی (PLS) روشی است که با استفاده برآورد کمترین مربعات برای مدل‌های یک مؤلفه‌ای، چندمؤلفه‌ای و همبستگی بنیادی استفاده می‌شود. مدل PLS اولین‌بار توسط والد برای ارتباط بین متغیرهای اثرگذار بر وابسته پیشنهاد شد. این مدل مبتنی بر توزیع احتمالی اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته می‌باشد [Wold, 1982; Chin 1998; Bivina and Parida, 2019].

با توجه به‌این‌که معادلات ساختاری نقش مهمی در شناسایی متغیرها می‌باشد و یکی از روش‌های قوی برای تجزیه‌وتحلیل در علوم اجتماعی واثرسنجی رفتاری مجموعه‌ای از عوامل و متغیرها با هدف مشخص می‌باشد. همچنین این نوع مدل با درنظرگرفتن متغیرهای چندگانه کاربرد زیادی در بررسی تأثیر همزمان متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته دارد [Lowry and Gaskin, 2014]. این نوع مدل مبتنی بر یک ترکیب تحلیل عاملی، رگرسیون چندمتغیره، و تحلیل مسیر می‌باشد که شامل دو فاز عاملی تأییدی و تحلیل مسیر می‌باشد که در قسمت عاملی به بررسی پارامترهای مؤثر در مدل پرداخته می‌شود و در تحلیل مسیر اثرگذاری این عوامل بر متغیر وابسته بررسی می‌شود زیرا اساس این مدل مبتنی بر شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مرتبط بر هدف مشخصی است [Wold, 1975]. این مدل نیز به دلیل وابستگی کمتر به تعداد نمونه، و سطح سنجش متغیرها توسط مهندسان برنامه‌ریزی شهری و حمل‌ونقل جهت بررسی برنامه‌ریزی‌ها و

شناسایی عوامل مرتبط به مدهای حمل‌ونقل مورد استفاده قرارم می‌گیرد و برتری که نسبت به مدل‌های رگرسیونی دارد به این حالت است که متغیرهای مشاهده شده یا آشکار و متغیرهای پنهان یا همان متغیرهای سازه طرح مدل بررسی می‌شوند [Rezaei et al., 2020]. کاربرد معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی در زمانی که تعداد نمونه‌ها کم باشد و نمونه‌ها غیرنرمال باشد مناسب می‌باشد [Chin, 1998]. همچنین مدل معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزیی کاربرد زیادی در بررسی مدل‌های عابران پیاده و شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب مکان معابر دارند [Bivina and Parida, 2019] .

در مدل‌های ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی نیازمند بررسی برازش مدل پیشنهادی با استفاده از معیارهای پایایی و روایی بین متغیرهای پژوهش است که پایایی آزمون به دقت اندازه‌گیری و ثبات آزمون مربوط است. برای بررسی برازش مدل اندازه گیری سه معیار مورد بررسی قرار می‌گیرند که عبارتند از: ۱) صحت شاخص که خود توسط سه معیار ارزیابی می‌شود که عبارتند از: الف) صحت سازگاری درونی یا آلفای کرونباخ، ب) صحت ترکیبی، و ج) ضرایب بارهای عاملی، ۲) روایی همگرا و ۳) روایی واگرا. آلفای کرونباخ، معیاری کلاسیک برای سنجش پایایی برای ارزیابی صحت درونی (سازگاری درونی) محسوب می‌گردد. سازگاری درونی نشان‌گر همبستگی بین یک ساختار و متغیرها و عوامل مربوط به آن است [Wold, 1975; Davari and Rezazadeh, 2013].

پایایی مرکب[۷] (CR): این معیار توسط ورتس و همکاران (۱۹۷٤) معرفی شد و برتری آن نسبت به آلفای کرونباخ در این است که پایایی ساختارها نه به صورت مطلق بلکه با توجه به همبستگی متغیرها با یکدیگر محاسبه می‌گردد. مقدار پایایی مرکب یک ساختار از یک نسبت حاصل می‌شود که در صورت این کسر، واریانس یک ساختار با شاخص‌های مرتبط به خود و در مخرج کسر، واریانس سازه با شاخص‌های مرتبط به خود به‌اضافه مقدار خطای اندازه‌گیری به‌دست می‌آید. مقدار بیشتر از ۰/۷ نشان از پایداری و مقدار کمتر از ۰/٦ عدم وجود سازگاری را نشان می‌دهد [Davari and Rezazadeh, 2013; Lowry and Gaskin, 2014].

جهت بررسی و روایی متغیرها، متوسط واریانس استخراج می‌شود و به‌عنوان معیاری برای اعتبار آن‌ها است [Fornell, and Larcker, 1981]. حداقل مقدار متوسط برابر با ۰/۵ نشان‌دهنده افزایش اعتبار رابطه بین متغیرهای مستقل و اثرگذاری بر متغیر وابسته در ساختار پیشنهادی است.

٤. نتایج و یافته‌های پژوهش

در این بخش از پژوهش ابتدا به بررسی آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و همبستگی اسپیرمن جهت بررسی ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه با توجه به تمامی انواع مدل سفرها پرداخته می‌شود. سپس با استفاده از مدل معادلات ساختاری جهت تعیین مهم‌ترین عوامل و اولویت‌بندی متغیرهای اثرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه با توجه به تمامی انواع سفر نیز پرداخته می‌شود که به‌صورت زیر شرح داده می‌شوند:

٤-۱ آزمون کولموگروف اسمیرنوف

به‌منظور انتخاب آزمون مناسب برای سنجش اطلاعات، ابتدا باید از توزیع آماری داده‌ها، اطمینان حاصل شود. برای بررسی نرمال-بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف مطابق جدول ۱ استفاده می‌شود. نتایج مطابق جدول ۱ نشان می‌دهد که این آزمون برای تمامی متغیرهای مستقل مورد مطالعه معنی‌دار است، در نتیجه این متغیرها از توزیع نرمال برخوردار نیستند. بنابراین از آزمون‌های ناپارامتریک باید برای استنباط بهره گرفت.

جدول ۱. نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرنوف

نتیجه آزمون	سرانه خودرو	درآمد	خانوار	جمعیت	مساحت
میانگین مطلق	۰/۰۹۷	۰/۲۲٤	۰/۱۱۰	۰/۰۹۷	۰/۳۸۰
سطح معنی‌داری			۰/۰۰۰ c		

[C] سطح خطا ۰/۰۱ می‌باشد.

٤-۲ ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها با توجه به تمامی انواع سفر

برای بررسی ارتباط متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها با توجه به تمامی انواع سفر (کل، زیارتی، تفریحی، و خرید) از آزمون همبستگی اسپیرمن با توجه به ناپارامتریک بودن متغیرها مطابق جدول ۲ استفاده می‌شود. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ارتباط بین مساحت و مدل‌های سفر شامل مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و منفی می‌باشد که بیشترین ضریب رابطه و اثرگذاری بین مساحت منطقه و مدل تفریح ۰/۲۷۰ – می‌باشد. رابطه بین جمعیت و مدل‌های سفر نظیر مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و مثبت می‌باشد که بیشترین ضریب رابطه نیز بین جمعیت منطقه و مدل خرید ۰/٤۳ می‌باشد. ارتباط بین خانوار و مدل‌های سفر شامل مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و مثبت می‌باشد که بیشترین ارتباط بین خانوار و مدل خرید به ضریب ۰/٤٤ می‌باشد. رابطه بین درآمد و مدل‌های سفر نظیر مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و مثبت می‌باشد که بیشترین ضریب رابطه بین درآمد و مدل خرید ۰/۹۹ می‌باشد. ارتباط بین سرانه خودرو و مدل‌های سفر شامل مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و مثبت می‌باشد که بیشترین ارتباط بین سرانه خودرو و مدل کل، به ضریب ۰/۹۸ می‌باشد. بنابراین با توجه به جدول ۲ می‌توان نشان داد که متغیر مساحت با مدل تفریح ، متغیرهای جمعیت و خانوار با مدل خرید، متغیر درآمد با مدل خرید و متغیر سرانه خودرو با مدل کل سفر بیشترین رابطه معناداری دارند. این رابطه به‌این صورت می‌باشد که تأثیر به‌سزایی این متغیرها در کاهش و افزایش مدل سفرهای عابرپیاده دارند.

جدول ۲. بررسی ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه با توجه به تمامی انواع مدل‌های سفر

ردیف	متغیر	مدل کل	مدل زیارت	مدل تفریح	مدل خرید
۱	مساحت	۰/۲۵** –	۰/۲٦** –	۰/۲۷** –	۰/۲٤** –
۲	جمعیت	۰/٤۱**	۰/۳۸**	۰/۳۹**	۰/٤۳**
۳	خانوار	۰/٤۳**	۰/٤۱**	۰/٤۲**	۰/٤٤**
٤	درآمد	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۹٦**	۰/۹۹**
۵	سرانه خودرو	۰/۹۸**	۰/۹٦**	۰/۹۵**	۰/۹۷**

**سطح معنی‌داری ارتباط بین دو متغیر ۱ درصد

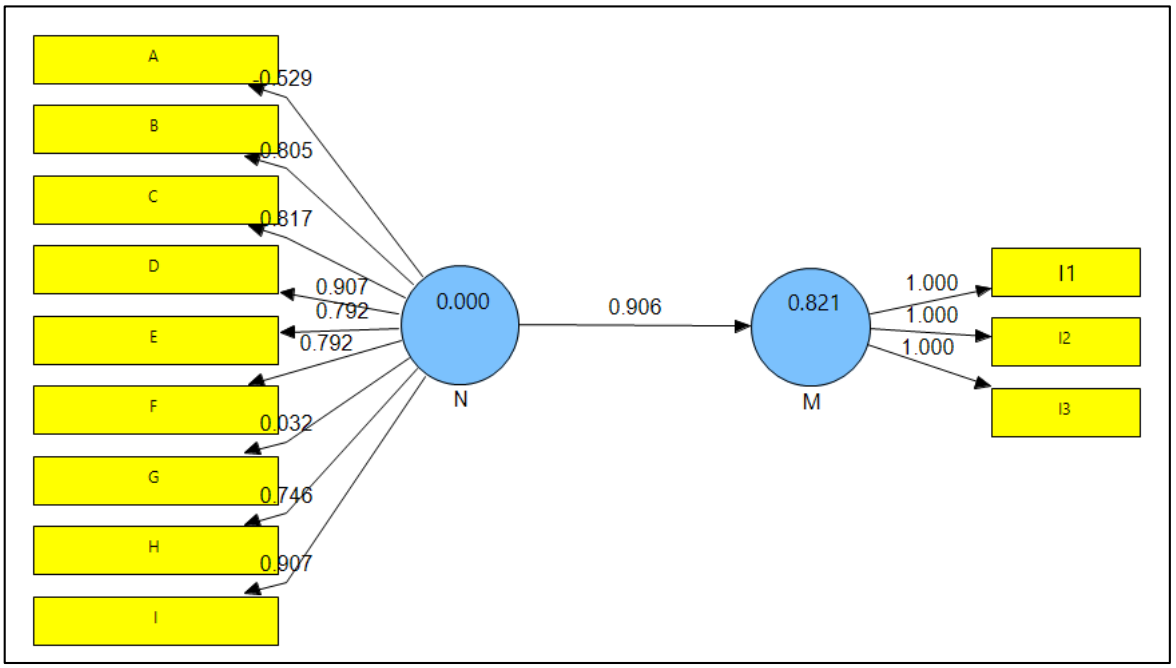
٤-۳ ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه با توجه به تمامی انواع سفر مبتنی بر مدل معادلات ساختاری

با بررسی ارزیابی پایایی و روایی مدل معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی برای مقادیر آلفای کرونباخ، نتایج در جدول ۳ نشان داده شد. مطابق جدول ۳، می‌توان نشان داد که ابزار

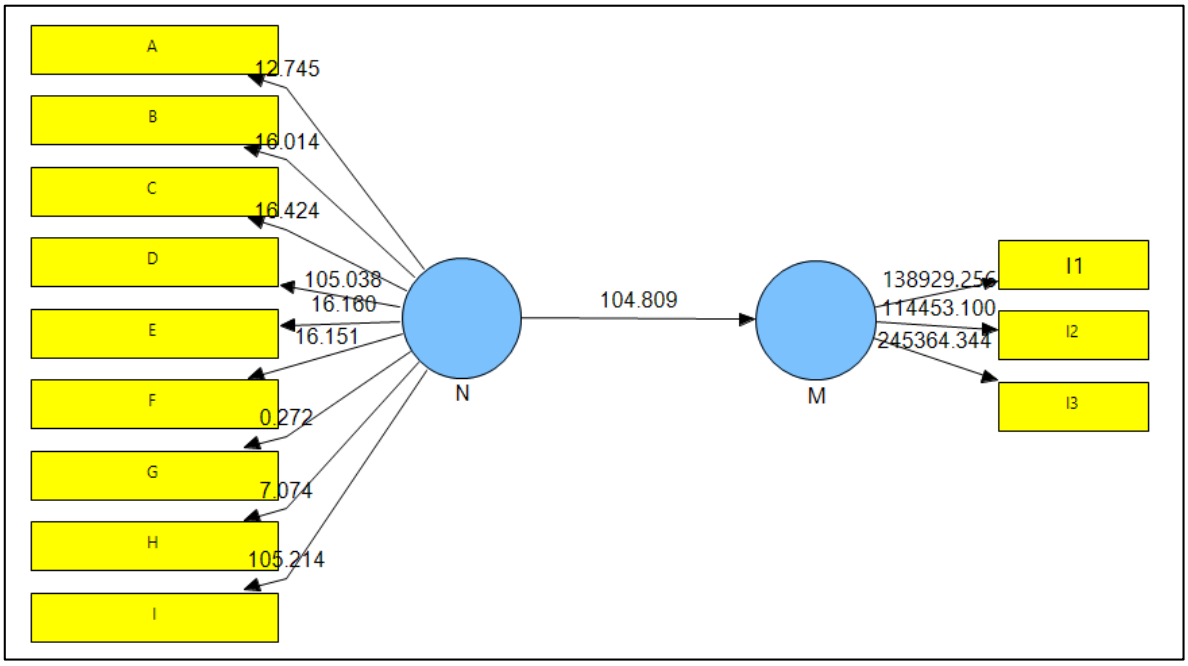
اندازه‌گیری از صحت سازگاری درونی خوبی برخوردار است. همچنین مقادیر سازگاری مرکب مطابق جدول ۳، برای تمامی مقادیر بیشتر از ۰/۷ می‌باشد که نشان‌دهنده این است که ابزار از سازگاری مرکب خوبی برخوردار است و تمامی بار عاملی بزرگتر از ۰/۵ می‌باشد که مقدار ملاک مناسب برای بارهای عاملی می‌باشد . [Davari and Rezazadeh, 2013]. همچنین مطابق جدول ۳ کلیه مقادیر میانگین واریانس برای تمام متغیرهای مؤثر بیشتر از ۰/۵ می‌باشد؛ بنابرای با توجه به مقادیر نشان داد شده می‌توان گفت که مدل پیشنهادی ساختاری در پژوهش حاضر از روایی همگرای مطلوبی برخوردار است. شکل‌های ۱۰ و ۱۱ و جدول ٤ ضرایب متغیرها و آماره تی (T) و ضریب معناداری بین متغیرهای موردمطالعه در ساختار مدل معادلات ساختاری را نشان می‌دهد. شکل‌های ۱۰، و ۱۱ و جدول ۵ نشان می‌دهند که متغیرهایی نظیر سرانه خودرو (I)، خانوار (D)، جمعیت (C)، درآمد (E)، و مساحت (B)، تأثیر به‌سزایی بر مدل‌های زیارت، تفریح، و خرید به‌عنوان مدل‌های تولید سفر عابران‌پیاده دارد؛ بنابراین این متغیرها از عوامل مؤثر در انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها به‌شمار می‌روند؛ بنابراین متغیرهایی نظیر سرانه خودرو و دانش-آموزان به‌ترتیب بیشترین و کمترین نقش و اثر را در مدل‌های انواع سفر نظیر مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید و انتخاب مکان عابران‌پیاده دارند.

جدول ۳. برازش مدل روش معادلات ساختاری

پارامترهای تأثیرگذار	افزونگی[8]	مقادیر اشتراکی[9]	آلفای کرونباخ	ضریب تعیین R^2	پایایی ترکیبی (CR)	میانگین واریانس
	–	۰/۵٦	۰/۸۱	–	۰/۸۸	۰/۵٦
انواع سفر	۰/۸۲	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۲	۰/۹۹	۰/۹۹
مقدار قابل‌قبول	–	بزرگتر از ۰	بزرگتر از ۰/۷	–	بزرگتر از ۰/۷	بزرگتر از ۰/٤



شکل ۱۰. ضرایب متغیرهای مورد استفاده در مدل معادلات ساختاری



شکل ۱۱. بررسی سطح معنی‌داری T

جدول ٤. بررسی سطح معنی‌داری متغیرهای مؤثر در انتخاب مکان عابران‌پیاده تی (T)

نماد	متغیرهای موردمطالعه	آمار تی (T)	خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین نمونه	نمونه اصلی
	پارامترها > انواع سفر	۹۵/٦۸٥٦	۰/۰۰۹٤٦۸	۰/۰۰۹٤	۰/۹۱	۰/۹۱
A	مجموع	۱۲/٤۸۱٦	۰/۰٤۲۳۹٥	۰/۰٤۲۳	۰/٥۳	۰/٥۳
B	مساحت	۱٦/۹٥۸۲	۰/۰٤۷٤۸۳	۰/۰٤۷٤	۰/۸۰	۰/۸۱
C	جمعیت	۱۷/۱۷۷۹	۰/۰٤۷٥۸٦	۰/۰٤۷٥	۰/۸۱	۰/۸۲
D	خانوار	۹٥/۹۲۹٥	۰/۰۰۹٤٥۰	۰/۰۰۹٤	۰/۹۱	۰/۹۱
E	درآمد	۱۷/۲۸٤۲	۰/۰٤٥۸۱۸	۰/۰٤٥۸	۰/۷۹	۰/۷۹
F	دانشجو	۱۷/۲۷۸۲	۰/۰٤٥۸٤٦	۰/۰٤٥۸	۰/۷۹	۰/۷۹
G	دانش‌آموز	۰/۲۸۷۳	۰/۱۱۱٦۹۰	۰/۱۱۱٦	۰/۰٤	۰/۰۳
H	تعداد شغل	٦/۸۳۸٦	۰/۱۰۹۰۳۹	۰/۱۰۹۰	۰/۷٦	۰/۷٥
I	سرانه خودرو	۹٦/۱۳۸۰	۰/۰۰۹٤۳۳	۰/۰۰۹٤	۰/۹۱	۰/۹۱
I1	زیارت	۱٤٦٤۸۱/٤۳۷۳	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹
I2	تفریح	۹۷۱۱۱/٤۹۰۷	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹
I3	خرید	۲۱۲۷۷۹/٤۲۷٥	۰/۰۰۰۰۰٥	۰/۰۰۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که پیاده‌مداری یکی از راهبردهای در دسترس برای تحقق سیاست‌های توسعه پایدار شناخته می‌شود. از طرفی، از عوامل مؤثر بر انتخاب مسیرهای پیاده‌روی می‌توان به سطوح پیاده، خیابان‌ها، ترافیک و نفوذپذیری، ایمنی و امنیت

زیباشناختی و مقصدی نظیر وجود مسیرهای مناسب پیاده، و جذابیت مسیر نام برد؛ در شهر قم با توجه نوع کالبدی شهر که هم مذهبی و هم توریستی محسوب می‌شود. کاهش بار ترافیکی و افزایش ترغیب شهروندان به پیاده‌مداری، می‌تواند از اولویت برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و مدیران شهری محسوب شوند؛ بنابراین پژوهش حاضر در ابتدا به بررسی عوامل مهم و مؤثر در شناسایی مکان عابران‌پیاده در کلان‌شهر قم می‌پردازد و سپس با استفاده از آزمون‌های آماری و مدل معادلات ساختاری با روش حداقل مربعات جزئی عوامل مؤثر در انتخاب مکان عابران‌پیاده اولویت-بندی می‌شوند. نوآوری‌های پژوهش حاضر عبارتند از شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در مکان‌یابی پیاده‌راه‌ها در کلان شهر قم و سپس ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار بر انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها با توجه به تمامی انواع نوع سفر می‌باشد. آزمون‌های آماری و مدل معادلات ساختاری نیز به عنوان ابزاری برای اولویت‌بندی پارامترهای مرتبط در انتخاب مکان عابران‌پیاده نیز بررسی می‌شوند. نتایج پژوهش حاضر به‌صورت زیر نشان داده می‌شوند که عبارتند:

۱- آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای تمامی متغیرهای مستقل معنی‌دار است، در نتیجه از آزمون همبستگی اسپیرمن برای بررسی ارتباط بین آن‌ها مبتنی بر انواع مدل سفر نظیر کل سفر، زیارتی، تفریحی، خرید می‌توان استفاده کرد.

۲- نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بیشترین رابطه بین مساحت و مدل تفریح ۰/۲۷۰ – می‌باشد و رابطه جمعیت و خانوار با مدل خرید به‌ترتیب با ضریب ۰/٤۳ و ۰/٤٤ می‌باشد. بیشترین رابطه بین درآمد و مدل خرید به ضریب ۰/۹۹ می‌باشد. بیشترین ارتباط بین سرانه خودرو و مدل کل، به ضریب ۰/۹۸ می‌باشد؛ بنابراین رابطه بین درآمد و مدل‌های سفر نظیر مدل کل، مدل زیارت، مدل تفریح و مدل خرید معنی‌دار و مثبت می‌باشد که بیشترین ضریب رابطه بین درآمد و مدل خرید ۰/۹۹ می‌باشد؛ بنابراین با بررسی اثرگذاری هر متغیر بر مدل‌های سفر نشان داده می‌شود که سرانه خودرو و درآمد خانوار تأثیر به‌سزایی در مدل خرید به عنوان مهم‌ترین سهم سفر پیاده در اهداف مختلف سفر است.

۳- در مدل معادلات ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی مقادیر آلفای کرونباخ برای تمام ساختارها بیشتر از ۰/۷ می‌باشد که نشان‌دهنده درستی رابطه اثرگذاری متغیرها بر مدل‌های سفر در انتخاب مکان پیاده‌راه‌ها می‌باشد. نتایج معادلات ساختاری نشان داد که متغیرهایی نظیر سرانه خودرو (I)، خانوار (D)، جمعیت (C)، درآمد (E)، و مساحت (B)، تأثیر به‌سزایی بر مدل‌های زیارت، تفریح، و خرید به‌عنوان مدل‌های تولید سفر عابران‌پیاده دارد. متغیرهایی نظیر سرانه خودرو و دانش‌آموزان به‌ترتیب بیشترین و کمترین نقش و اثر را در مدل‌های تولید سفر و در نتیجه انتخاب مکان عابران‌پیاده دارند.

پژوهش حاضر می‌تواند به برنامه‌ریزان حمل‌ونقل و شهری جهت انتخاب مکان مناسب پیاده‌راه‌ها به‌منظور رسیدن به هدف توسعه پایدار شهری و افزایش نشاط شهری مبتنی رویکردهای مختلف جامعه‌شناسی و روان‌شناسی کمک کند.

٦. پیشنهادها

برای افزایش اثرگذاری پژوهش حاضر در توسعه پایدار شهری و ایجاد جامعه پویا از دیدگاه‌های ایمنی، اجتماعی و اقتصادی می‌توان به بررسی پارامترهای اقتصادی نظیر سرمایه‌گذاری و ریسک پیاده‌راه‌ها نظیر پارامترهای ایمنی نظیر تعداد تصادفات و رییسک ایمنی پرداخت. همچنین می‌توان به مطالعات مرتبط به معیارهای روان‌شناسی شامل درصد اشتیاق مردم و غیره جهت استفاده از مکان عابران‌پیاده و اثرگذاری سیاست‌های تشویقی مسئولان با مدل‌های تصمیم‌گیری و آماری اشاره کرد.

۷. پی‌نوشت‌ها

1- Structural Equation Modeling
2- Partial Least Square (PLS)
3- Sustainability
4- Security

5- Kolmogorov–Smirnov test
6- Spearman's rank correlation coefficient
7- Composite Reliability
8- Redundancy
9- Communality Value

۸. منابع

– باغبانی، آسیه، شریعت مهیمنی، افشین، رحمانی، عید، صیاد، امین، و مهدی زاده، میلاد (۱۳۹۸)" مدل سازی عوامل مؤثر بر مدت زمان پیاده روی و انتخاب شیوه پیاده روی در تمامی سفرها: مدل‌های مدت زمان و لوجیت از داده‌های تورمبنای سفر" مهندسی حمل‌ونقل، دوره ۱۱، شماره ۲، ص. ۲۸۳–۲۹۸.

– پاکزاد، آزادخانی، و الهام، باقلانی. (۱۳۹٦). ارزیابی و مقایسه دو راهبرد پیاده راه سازی و پیاده مداری در مراکز شهری مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر ایلام. فصلنامه مطالعات عمران شهری، دوره ۱، شماره ۱، ص. ٦–۳۵.

– داوری، علی و رضازاده، آرش (۱۳۹۲)"مدلسازی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS" تهران : جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، ۲۳۹ ص.

– سلیمانی، محمد، تولایی، سیمین، ساسان پور، فرزانه، نوروزیان، مهسا، و شماعی، علی (۱۳۹۹)" تحلیل نقش قابلیت پیاده روی در ارتقای سرمایه اجتماعی محله‌های شهری (مطالعه موردی: محله‌های کلان شهر تهران)" پژوهش‌های جغرافیای برنامه ریزی شهری، دوره ۸، شماره ۲، ص. ۲۷۹–۲۹۷.

– فرامرزی، مهسا، و پورمقدم، آیسان (۱۳۹٦)" بررسی فضاهای شهری پیاده محور با رویکرد توسعه پایدار بعد از انقلاب صنعتی" کنگره بین المللی علوم و مهندسی.

– محمدیان مصمم، حسن، صرافی، مظفر، توکلی نیا، جمیله، و عیسی لو، علی اصغر (۱۳۹۵)" اولویت بندی پیاده راه سازی مسیرهای اطراف حرم حضرت معصومه (س) شهر قم" دو فصلنامه پژوهش‌های منظر شهر، دوره ۳، شماره ۵، ص. ٦٦–٤۷.

– ناظمی، پریسا، و طغیانی خوراسگانی، شیرین (۱۳۹٦)" تعیین شاخص‌های مؤثر بر کیفیت‌های فضایی محورهای پیاده مدار جهت ارتقا تعاملات اجتماعی (نمونه موردی: محله علیقلی آقا اصفهان)". پنجمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری.

– نیک پور، عامر، حسین پور عسگر، میترا، و طالبی، حکیمه (۱۳۹٦)" مطالعه و ارزیابی شاخص‌های محیطی مؤثر بر قابلیت پیاده‌روی (مورد مطالعه: شهر آمل)"" مطالعات ساختار و کارکرد شهری, دوره ٤، شماره ۱۳، ص ۱۱۰–۱۳۳.

– رضایی، ناصر، ماجدی، حمید، زرآبادی، زهرا سادات سعیده، و ذبیحی، حسین. (۱۳۹۹)"کاربرد مدل معادلات ساختاری در تبیین نقش عوامل مؤثر بر تحقق پذیری طرح های توسعه شهری (مطالعه موردی: شهر شیراز)"، فصلنامه علمی – پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۱۱، شماره ٤۲، ص ۳۷–٥٤.

- Banerjee, A., Maurya, A. K. and Lämmel, G. (2018)" A review of pedestrian flow characteristics and level of service over different pedestrian facilities", Collective Dynamics, Vol. 3, pp. 1-52.

- Bartholomew, D. J., (1995), "Spearman and the origin and development of factor analysis", British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, Vol. 48, No. 2, pp.211-220.

- Birenboim, A., Dijst, M., Ettema, D., de Kruijf, J., de Leeuw, G. and Dogterom, N. (2019) "The utilization of immersive virtual environments for the investigation of

environmental preferences", Landscape and Urban Planning, Vol. 189, pp. 129-138.

- Bivina, G. R. and Parida, M. (2019)" Modelling perceived pedestrian level of service of sidewalks: A structural equation approach", Transport, Vol. 34, No. 3, pp. 339-350.

- Booth, G. L., Creatore, M. I., Moineddin, R., Gozdyra, P., Weyman, J. T., Matheson, F. I. and Glazier, R. H. (2013) "Unwalkable neighborhoods, poverty, and the risk of diabetes among recent immigrants to Canada compared with long-term residents", Diabetes care, Vol. 36, No. 2, pp. 302–308.

- Carmona, M. (2019) "Place value: place quality and its impact on health, social, economic and environmental outcomes", Journal of Urban Design, Vol. 24, No. 1, pp. 1-48.

- Carter, E., Adam, P., Tsakis, D., Shaw, S., Watson, R. and Ryan, P. (2020) "Enhancing pedestrian mobility in smart cities using big data", Journal of Management Analytics, Vol. 7, No. 2, pp. 173-188.

- Castillo-Manzano, J. I., Lopez-Valpuesta, L., & Asencio-Flores, J. P. (2014) "Extending pedestrianization processes outside the old city center; conflict and benefits in the case of the city of Seville", Habitat international, Vol. 44, pp. 194-201.

- Chin, W. W., (1998)" Issues and Opinion on Structural Equation Modeling", MIS Quarterly, Vol.22, No.1, pp. vii-xvi.

- Chintawar, N., Tallam, T. and Lakshmana Rao, K. M. (2021) "Calibration of Fundamental Flow Model for Pedestrian Sidewalks in Urban Areas", In: Singh R.M., Sudheer K.P., Kurian B. (eds) Advances in Civil Engineering. Lecture Notes in Civil Engineering, Vol 83. Springer, Singapore.

- Dičiūnaitė-Rauktienė, R., Gurskienė, V., Burinskienė, M. and Maliene, V. (2018)" The usage and perception of pedestrian zones in Lithuanian cities: Multiple criteria and comparative analysis", Sustainability, Vol.10, No. 3, 818 (pp. 2-22).

- Du, M., Zhao, M. and Fu, Y. (2020) "Revisiting urban sustainability from access to jobs: Assessment of economic gain versus loss of social equity", Environmental Impact Assessment Review, Vol. 85, No. pp. 1-12.

- Fornell, C. and Larcker, D. F. (1981) "Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics", Vol. 18, No. 3, pp. 382-388.

- Gehl, J. (2010) "Cities for People, Washington D.C.: Island Press", 2010.

- Guo, Z. and Loo, B. P. Y., (2013) "Pedestrian environment and route choice: evidence from New York City and Hong Kong", Journal of Transport Geography, Vol. 28, pp. 124-136.

- Hass Klau, C. (1993) "Impact of pedestrianization and traffic calming on retailing a review of the evidence from Germany and the UK", Transp. Policy, Vol. 1, pp. 21–31.

- Hauke, J. and Kossowski, T. (2011)" Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data", Quaestiones geographicae, Vol. 30, No. 2, pp. 87-93.

- Hewitt, C. N., Ashworth, K. and MacKenzie, A. R. (2020) "Using green infrastructure to improve urban air quality (GI4AQ). Ambio, Vol. 49, No. 1, pp. 62-73.

- Longo, A., Hutchinson, W. G., Hunter, R. F., Tully, M. A. and Kee, F. (2015) "Demand response to improved walking infrastructure: A study into the economics of walking and health behaviour change", Social science & medicine (1982), Vol. 143, pp. 107–116.

- Lowry, P. B. and Gaskin, J. (2014) "Partial least squares (PLS) structural equation modeling (SEM) for building and testing behavioral causal theory: When to choose it and how to use it", IEEE transactions on professional communication, Vol. 57, No. 2, pp. 123-146.

- Priyadarshini, P. and Mitra, S. (2018)" Investigating pedestrian risk factors leading to pedestrian fatalities in Kolkata city roads. Transportation in developing economies, Vol. 4, No. 1, pp. 1-11.

- Pulvirenti, G., Distefano, N. and Leonardi, S. (2020) "Elderly perception of critical issues of pedestrian paths", Civil Engineering and Architecture, Vol. 8, No. 1, pp. 26-37.

- Sevtsuk, A. (2021) "Estimating pedestrian flows on street networks: Revisiting the betweenness index", Journal of the American Planning Association, pp. 1-15.

- Su, S., Zhou, H., Xu, M., Ru, H., Wang, W. and Weng, M. (2019) "Auditing street walkability and associated social inequalities for planning implications", Journal of Transport Geography, Vol. 74, pp. 62-76.

- Tiznado-Aitken, I., Muñoz, J. C. and Hurtubia, R. (2018) "The Role of Accessibility to Public Transport and Quality of Walking Environment on Urban Equity: The Case of Santiago de Chile", Transportation Research Record, Vol. 2672, No. 35, pp. 129–138.

- Weinstein Agrawal, A., Schlossberg, M. and Irvin, K. (2008) "How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference", Journal of Urban Design, Vol. 13, No. 1, pp. 81-98.

- Wold, H. (1975) "From hard to soft modeling. Modeling in Complex Situations with soft information", Group Report presented at the third World Congress of Econometrics, Toronto, pp. 21-26.

- Wold, H. O. (1982) "Soft Modeling: The Basic Design and Some Extensions." In Systems under Indirect Observations, Part II, edited by K. G. Jöreskog and H. O. Wold. Amsterdam: North-Holland, pp. 1-54.

- Yazid, M. R. M., Ismail, R. and Atiq, R. (2011) "The Use of Non-Motorized For Sustainable Transportation in Malaysia. Procedia Engineering", Vol. 20, pp. 125-134.

- Yedla, S. (2015) "Non-motorized Modes of Transport. In: Urban Transportation and the Environment", Springer, New Delhi.

غلامرضا شیران، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۵۷ از دانشگاه ویرجینیای غربی و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۵۹ از دانشگاه جورج واشینگتون – آمریکا اخذ نمود. در سال ۱۳۷۷ موفق به کسب درجه دکتری در رشته برنامه‌ریزی و مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک از دانشگاه نیو ساوت ویلز – سیدنی، استرالیا گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان حمل‌ونقل پایدار، ایمنی در ترافیک، حمل و نقل غیرموتوری، تاثیرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل و ترافیک به‌ویژه آلودگی هوا و صدا، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ارزیابی حمل‌ونقل و ترافیک کاربری‌ها بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی دانشکده مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان است.

امیرارفع شیرانی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران – عمران را در سال ۱۳۹٤ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر اصفهان و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را در سال ۱۳۹۹ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان زمینه‌های حمل‌ونقل و ترافیک و تأثیرهای زیست‌محیطی ناشی از آلودگی هوا، ارزیابی، مدیریت و کنترل تأثیرهای اجتماعی–اقتصادی–انسانی ناشی از حمل‌ونقل و ترافیک و حمل‌ونقل غیرموتوری و توسعه پایدارحمل‌ونقل همگانی است.

علی نادران، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۷۹ از دانشگاه تهران و درجه کارشناسی ارشد در رشته راه و ترابری را در سال ۱۳۸۲ از دانشگاه علم‌وصنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۸۹ موفق به کسب درجه دکتری در رشته راه و ترابری از دانشگاه علم‌وصنعت ایران گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مطالعات جامع حمل‌ونقل شهری و برنامه‌ریزی ایمنی راه بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است.

فرهاد حدادی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۹٤ از دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری را در سال ۱۳۹٦ از دانشگاه ارومیه اخذ نمود. در حال حاضر دانشجوی دکتری مهندسی عمران گرایش راه و ترابری دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی ترافیک، بررسی رفتار راننده بر جریان ترافیک، هوش مصنوعی، مدل‌سازی ریاضی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند است.