تاثیر توسعه حمل و نقل غیر موتوری بر توسعه پایدار محدوده مرکزی شهرها (مطالعه موردی: شهر آمل)

مقاله علمی – پژوهشی

محسن عموزاده عمرانی*، گروه مهندسی عمران، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران
رضوان باباگلی، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر، ایران
مهرآوه حصیرچیان، دانش آموخته دکترا، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
نیما زارع، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mo.Omrani@iau.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶- پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۲
صفحه ۲۴۶-۲۲۱

چکیده

حمل و نقل موتوری علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، افزایش هزینه‌های مدیریت شهری و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، تاثیراتی منفی بر کیفیت زندگی شهروندان خواهد گذاشت. در حمل و نقل غیر موتوری، به استثنای پیاده روی، از وسایل نقلیه غیر موتوری؛ مانند، دوچرخه، اسکیت‌بورد، اسکوترهای هل‌دار، صندلی‌های چرخ‌دار و غیره استفاده می‌شود. هدف اصلی این تحقیق، بررسی عوامل و تسهیلات مرتبط با توسعه حمل و نقل غیر موتوری بر توسعه پایدار محدوده مرکزی شهرهاست؛ به گونه‌ای که، بتوان برای انجام سفرهای کوتاه در محدوده مرکزی شهر با استفاده از پیاده مداری و دوچرخه سواری و تسهیلات در این زمینه، ازدحام ترافیک را کاهش داد. روش تحقیق به صورت توصیفی- آماری با استفاده تحلیل‌های آماری انجام شد. نتایج تحلیل عامل‌ها نشان می‌دهد، که از میان ۱۳ عامل منتخب موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل با توجه به امکانات و محدودیت‌هایی که وجود دارد، تاثیرگذارترین آنها به ترتیب: وضعیت کف‌سازی پیاده‌روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن، عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه و عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت هستند. همچنین، متغیرهای عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه، عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت و استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری دارای سطح معناداری مناسب زیر ۵ درصد می‌باشند، که در مدل توسعه حمل و نقل غیرموتوری در محدوده مرکزی شهر آمل تاثیر گذار هستند.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل غیرموتوری، بافت متراکم، تسهیلات توسعه پایدار، مدل سازی، CBD

۱- مقدمه

حمل و نقل موتوری علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، افزایش هزینه‌های مدیریت شهری و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، تاثیراتی منفی نیز بر کیفیت زندگی شهروندان خواهد گذاشت. با سیطره وسایل نقلیه بر شهرها، حضور افراد پیاده در سطح شهر به تدریج افول پیدا می‌کند و مقدمات فرسودگی کالبدی و اجتماعی بافت‌های شهری فراهم می‌شود. در مقابل حمل و نقل غیر موتوری شامل پیاده روی، دوچرخه سواری و تغییر حالت‌های حمل و نقل با چرخ کوچک و مجهز به انسان است. به استثنای پیاده روی، این حالت‌ها از وسایل نقلیه غیر موتوری مانند دوچرخه، اسکیت بورد،

اسکوترهای هلدار، صندلی‌های چرخدار و...استفاده می‌کنند. سیاست‌های اصلی توسعه پایدار حمل و نقل شامل روش‌های کاهش نیاز به سفر به ویژه با وسیله نقلیه شخصی و ترویج گزینه‌های بهینه حمل و نقل و افزایش دسترسی افراد به نیازمندی‌هایشان با کمترین جابجایی‌ها و سالم‌ترین سیستم‌های حمل و نقلی است که نهایتا به راهبرد فرهنگ انجام سفرها بدون استفاده از خودرو سواری ختم می‌شود. در این صورت توسعه پایدار که شامل تامین نیازهای نسل کنونی بدون لطمه وارد کردن به توانایی نسل‌های اینده برای تامین نیازهایشان است، تحقق پذیر خواهد شد. کلتورپ توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی را این گونه تعریف می‌کند " یک محله با کاربری مختلط در یک فاصله متوسط پیاده روی ۲۰۰۰ فوتی (یا ۱۰ دقیقه‌ای) از یک ایستگاه حمل و نقل عمومی یا هسته تجاری. ترکیب کاربری‌های مسکونی، خرده فروشی، درمانی، اداری، فضاهای باز و کاربری‌های عمومی در یک محیط پیاده مدار، استفاده از حمل و نقل عمومی، دوچرخه سواری و پیاده‌روی را برای ساکنین و شاغلین در حوزه محلی مربوط تسهیل می‌کند". در واقع دوچرخه سواری و پیاده‌روی هر دو از اجزای مهم در استراتژی حمل و نقل پایدار هستند و در حال تبدیل شدن به بخش مهمی از برنامه ریزی شهری می‌باشند (Amouzadeh Omrani et al, 2023, Amouzadeh Omrani et al, 2024).

دستیابی به توسعه پایدار شبکه حمل و نقل شهری نیازمند برنامه ریزی اصولی و کارامد، و اجرای دقیق ان است. توسعه متعادل و متوازن حمل و نقل شهری نیازمند بررسی دقیق و همه جانبه مدهای مختلف حمل و نقل شهری است. بررسی و شناخت توانها، کمبودها، فرصت‌ها و تهدیدات، و تعیین مدهای بهینه حمل و نقل شهری، ضرورتی اجتناب ناپذیر در برنامه‌های توسعه حمل و نقل شهری است. شناخت توانها و امکانات موجود در شبکه حمل و نقل، در کنار کمبودها و تهدیدات، به برنامه‌ریز این امکان را می‌دهد تا براساس نیازها و شرایط خاص شهر، جهت و الگوی توسعه شبکه حمل و نقل شهری را مشخص و برنامه‌ای هماهنگ و متناسب با شرایط ارایه کند زیرساخت شامل شبکه‌های حمل و نقل و همچنین گره‌ها یا پایانه‌ها مانند فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های راه اهن است. مدها، ترکیبی از شبکه‌ها، وسایل نقلیه و بهره برداری هستند و شامل پیاده رفتن، دوچرخه سواری، سیستم خودرو بزرگراه، ریلی، حمل و نقل دریایی، کشتی‌ها، راه‌های آبی و کنترل ترافیک هوایی هستند. آنچه در این طبقه بندی‌ها بسیار حایز اهمیت است، میزان و چگونگی استفاده از نیروی انسانی است. پیاده‌روی و دوچرخه سواری بعنوان گونه‌های حمل و نقل غیرموتوری، دارای مزایای متعدد اجتمراعی، اقتصادی و زیست محیطی هستند و بر این اساس، توجه ویژه‌ای در سالیان اخیر به آنها شده است. امروزه به شدت بر توسعه پایدار در ابعاد مختلف تاکید گردیده و گسترش شیوه‌های حمل و نقل پایدار بر اسراس همین رویکرد مورد توجه قرار گرفته است. پیاده روی و دوچرخه سواری پایدارترین شیوه‌های حمل و نقل درون شهری هستند (Helbing, 2013). امروزه حمل و نقل، مردم را در راه انتقال کالا و خدمات و یا رفع نیازهای خود از مکان به مکانی دیگر هدایت می‌کند. درواقع وسیله نقلیه برای مردم ایجاد شده است که زمان خود را صرفه‌جویی کنند. در مناطق شهری، حمل و نقل در همه اشکال تاثیر زیادی بر جامعه و اقتصاد و محیط زیست دارد. سیستم حمل و نقل به خوبی توسعه یافته است که مردم هر روز به این سیستم متکی هستند. از این رو گرچه، حمل و نقل به نفع جامعه ماست، اما شیوه‌های امروزی با توجه به ازدحام ترافیک و سیستم استفاده از سوخت‌های فسیلی به محیط زیست و سلامت انسان‌ها اسیب می‌رساند. لذا محققین به شیوه‌های توسعه حمل و نقل پایدار پرداخته‌اند، تا علاوه بر کاهش آسیب به محیط زیست، سیستم حمل و نقل و جابجایی برای افراد را به سمتی هدایت کنند تا دسترسی افراد به نیازهای روزمره، خدمات و کالا آسان‌تر شده و در نهایت هزینه کمتر و سلامت را برای آن‌ها به ارمغان در آورد. از جمله سیستم‌های حمل و نقل پایدار می‌توان به سیستم حمل و نقل عمومی، سیستم حمل و نقل پیاده و دوچرخه، استفاده از خودروی مشترک و ... اشاره نمود که در واقع یک سیستم حمل نقل سبز می‌باشند (Soumyadip et al, 2018).

امروزه یکی از مناطق شهری که ازدحام ترافیک باعث افزایش هزینه‌های کاربران راه شده است و همچنین باعث آلودگی‌های زیست محیطی و صوتی شده است، مراکز کار و فعالیت شهری یا همان CBD می‌باشد. یکی از راهکارهای موثر در مراکز شهرها، ایجاد مرکز تجاری یا C.B.D بود. نقطه عزیمت رویکردهای مختلف به دلیل تفاوت‌های محلی، تعاملات متقابل در مقیاس‌های زمانی مختلف، کاربرد عوامل با درجات مختلف اطمینان و اهداف مربوطه متفاوت است. در نهایت پس از شناسایی عوامل موثر در رویکردهای مختلف کاربری زمین و تسهیلات حمل و نقل موتوری در CBD، هدف نهایی این تحقیق رسیدن به یک سیستم حمل و نقل پایدار، کم هزینه، ایمن و سلامت است.

۲- پیشینه تحقیق

رفیعیان و همکاران در سال ۱۳۹۳، در مقاله‌ای پژوهشی تحت عنوان "ارائه فرآیند طراحی شهری اجتماعات محلی با تأکید بر رویکرد «توسعه حمل و نقل محور»" در رویکردی توصیفی-تحلیلی و با استفاده از شیوه‌های مرور متون و منابع، استفاده از اسناد تصویری و مصاحبه، درصدد تدقیق نقش توسعه حمل و نقل محور، به عنوان یک راهکار، در تحقق طراحی شهری پایدار باهمستان‌ها و ارتقای کیفیت زندگی و قابلیت زیست پذیری در بافت‌های متراکم شهری پرداختند. هدف از انجام دادن این پژوهش، شفاف سازی رابطه رویکرد حمل و نقل محور با طراحی شهری با همستانهای زیستپذیر، بازشناسی اهداف، مزایا، مفاهیم و راهکارهای اجرایی مرتبط با با این رویکرد حمل و نقل محور، تبیین لزوم بهره‌گیری از فواید حاصل از سیستم حمل و نقل عمومی کارا در توسعه بافت های شهری و ارائه فرآیند طراحی شهری حم لونقل محور اجتماعات محلی بوده است (Rafiian et al, 2013). نصیری و همکاران در سال ۱۳۹۳، در مقاله "مدلسازی رفتار عابرین پیاده به هنگام عبور از عرض خیابان" با استفاده از مدلهای لوجیت، لوجیت آشیانه‌ای رفتار عابرین را مورد تحلیل قرار داد. نتایج نشان می‌دهد یکی از عوامل مهم در مهندسی ترافیک، ایمنی تردد عابر پیاده است. بررسی پارامترهای رفتاری عابرین پیاده و همچنین خصوصیات ترافیکی و طرح هندسی شبکه خیابان‌های درون شهری و محل عبور عابرین پیاده در شناسایی عوامل مؤثر در بروز تصادفات عابرین پیاده نقش مهمی دارند. با فیلمبرداری از محل عبور عابرین پیاده در خیابانهای فدائیان اسلام، شهید رجایی، آزادی و ولیعصر و استخراج اطلاعات لازم از طریق مشاهدات ویدئویی، رفتار عابرین با استفاده از مدلهای لوجیت، لوجیت آشیانه‌ای و برنامه کامپیوتری GAUSS مدلسازی شد. نتایج مشاهدات و مدل‌ها نشان می‌دهد که «فاصله وسایل نقلیه در خطوط ترافیکی از محل عبور عابرین پیاده، سرعت نزدیک شدن آنها به این محل، تعداد وسایل نقلیه در هر خط و موقعیت عابرین پیاده در خیابان و سن و جنسیت آنها» در تصمیم‌گیری عابرین پیاده نقش بسزایی دارند (Nasiri et al, 2004). محمد رضا حقی و همکاران در سال ۱۳۹٤، در مقاله "ارزیابی و مقایسه دو سیاست پیاده‌راه‌سازی و پیاده‌مداری در مراکز شهری (نمونه مطالعه: بافت مرکزی شهر همدان)" به سنجش ظرفیت پیاده‌گستری یک محدوده به ترتیب شامل «ساختار شبکه حمل‌ونقل»، «وضعیت ترافیک»، «شرایط اجتماعی»، «کاربری و فعالیت»، «ساختار کالبدی»، «شرایط طبیعی»، «ملاحظات اقتصادی» و «سیما و منظر» پرداخت. این تحقیق با روش دلفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، نتایج نشان داد که ارتقای کیفیت محیطی و احیای خصوصیات تاریخی _ فرهنگی مرا کز شهری یکی از مهمترین دغدغه‌های مدیران شهری است و در این میان کاهش سلطه وسایل نقلیه و بازگرداندن فضاهای شهری به عابر پیاده از اهمیت بسزایی برخوردار است. در حقیقت این پژوهش نشان می‌دهد به سبب تأثیر منفی عواملی همچون شرایط طبیعی، ملاحظات اقتصادی، ساختار کالبدی و ... بر پیاده‌روی عابران در شهر همدان، حداقل با شرایط موجود نمی‌توان اقدام به حذف کامل خودروهای سواری از داخل بافت مرکزی شهر نمود. از همین رو، تلاش به منظور کاهش وابستگی مردم به استفاده از وسایل نقلیه شخصی و نیز انتقال ترافیک عبوری از داخل بافت به رینگ پیرامونی، می‌تواند به نحو مؤثری میان تردد سواره و پیاده تعادل ایجاد کند و به رضایت عمومی بینجامد (Haqi et al, 2015). حسن زاده و همکاران در سال ۱۳۹٤، در مقاله پژوهشی تحت عنوان " تأثیر فناوری حمل و نقل شهری بر شکل و فعالیت در بافت‌های تاریخی متراکم با تأکید بر پیاده مداری" به بررسی تحلیلی چگونگی تأثیر فناوری حمل و نقل شهری بر شکل و فعالیت بافتهای تاریخی با تأکید بر گسترش پیاده مداری پرداخته می‌شود. این پژوهش با بررسی منطقی و با استفاده از مدل رگراسیونی از روابط و چگونگی تأثیر متغیرهای مستقل شکل و فعالیت بافتهای تاریخی بر متغیر وابسته شبکه حمل و نقل شهری به ارائه الگویی مفهومی دست یافت تا از آن دریچه افزایش انگیزه شهروندان در جذب به درون بافت و افزایش پیاده مداری را در بافت ایجاد کند. نتایج بیانگر آن است که افزایش تراکم، قطعات ریزدانه، کاربری مختلط، خرده فروشی، افزایش جزئیات طراحی مسیرهای پیاده و کاهش عرض معبر به تقویت پیاده مداری در بافتهای تاریخی کمک می‌کند. روش تحقیق این پژوهش با استفاده از آزمون و بررسی سطع معناداری در مدل رگراسیونی انجام گرفت (Hassanzadeh et al, 2015). شیخی و رضایی در سال ۱۳۹٦، در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی کیفیت محیطی فضاهای شهری پیاده مدار و پاسخدهی اجتماعی (نمونه موردی: خیابان فردوسی شهر ایلام)" با هدف ارزیابی کیفیت محیطی در فضاهای عمومی شهری پیاده مدار و پاسخگویی به نیازهای شهروندان با روش توصیفی- تحلیلی صورت پرداخت. متغیرهای اصلی این پژوهش، در رابطه با وضعیت رضایت‌مندی شهروندان از پاسخگویی اجتماعی کیفیت محیط و عناصر موجود در محدوده مورد مطالعه از نظر ابعاد کالبدی و عملکردی در نظر گرفته شده‌اند. نتایج حاکی از آن است که میانگین رضایت‌مندی از پاسخگویی اجتماعی پایین‌تر از حد متوسط بوده که بیانگر عدم رضایت شهروندان از کیفیت فضایی و عدم تناسب فضاهای طراحی شده با نیاز شهروندان در استفاده از فضای خیابان فردوسی است. ضرابی و همکاران در سال ۱۳۹۷، در مقاله‌ای پژوهشی "تحلیلی بر کاربری اراضی C.B.D در کلانشهرهای

ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS[۲]) نمونهٔ موردی: منطقه هشت شهر تبریز" به بررسی و تحلیل کاربری اراضی منطقه هشت شهر تبریز با توجه به دیدگاه‌های کمی و کیفی مطرح شده در این زمینه پرداختند. در این تحقیق، با روش توصیفی، تحلیلی و اسنادی، مسایل و کمبودهای کاربری‌ها به طور جداگانه به صورت کمی و کیفی، با لحاظ کردن شرایط اجتماعی، اقتصادی و کالبدی شهر بررسی شده و با استفاده از تکنیک‌های رایج در این باره و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به تجزیه و تحلیل کاربری‌ها پرداخته شده است، نهایتاً راهبردهایی به منظور ساماندهی فضایی کاربری‌ها در وضع موجود با بهره گیری از روش استراتژیک SWOT ارائه گردید. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن است که طرح‌های شهری این منطقه به دلیل وجود تنگناهای قانونی و مقرراتی، عدم ارتباط مناسب بین سازمانی، تداخل مدیریتی، عدم توجّه به ارزشهای موجود در منطقه، عدم توجّه به ویژگی‌های اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی از کارایی لازم برخوردار نیستند. همچنین ارزیابی کمی کاربری اراضی شهر با توجه به سرانه‌ها و معیارها و همچنین ارزیابی کیفی آن در این پژوهش، نشان دهنده آن است که برخی از کاربری‌های موجود به لحاظ کمی و کیفی با استانداردها و ضوابط علمی منطبق نبوده و نامتعادل است (Zarrabi et al, 2018). اصفهانی و همکاران در سال ۱٤۰۰، در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی تاثیر حمل ونقل بار درون شهری بر شاخص‌های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)" ابتدا زیرشاخص‌های تشکیل-دهنده فرمول توسعه پایدار از طریق توزیع پرسشنامه میان کارشناسان و وزن‌دهی و ٤ استراتژی اثرگذار، انتخاب گردید. سپس این استراتژی‌ها از طریق پرسشنامه از رانندگان مورد سوال قرار گرفت و رفتار رانندگان پس از اجرای هر سیاست پیش‌بینی شد. به منظور بررسی اثربخشی همزمان سیاست‌ها، از ترکیب ٤ استراتژی پیشنهادی، ١٦ سناریو در شبکه اعمال و تغییرات شاخص توسعه پایدار نسبت به وضع موجود مقایسه گردید. همچنین ضرایب مدل توسعه پایدار با در نظرگیری هم زمان منافع بخش خصوصی، دولتی و شهروندان کالیبره گردید تا به عنوان ملاک تصمیم‌گیری جهت پیاده‌سازی سیاست‌های مدیریتی حمل کالا، قرار گیرد. نتایج نشان می‌دهد اجرای استراتژی ساخت ٤ بارانداز در ٤ گوشه هسته مرکزی شهر بهترین استراتژی تکی محسوب می‌شود. همچنین با تحلیل نتایج پرسشنامه به روش AHP[۳]، وزن هر یک از شاخص‌ها وزیر شاخص‌ها مشخص و مقادیر ضرایب مدل کالیبره گردید. نتایج تحلیل پرسشنامه حاکی از آن است که در بین سه شاخص مطرح شده، شاخص زیست محیطی دارای بیشترین اهمیت است و هم چنین در بخش زیست محیطی زیرشاخص تولید گازهای گلخانه‌ای، در بخش اقتصادی زیرشاخص زمان سفر اضافه شده و در بخش اجتماعی تصادفات دارای بیشترین اهمیت بوده‌اند (Abutalebi Esfahani et al, 1400).

طاهری و همکاران، در سال ۱۳۹۹، در تحقیقی تحت عنوان "شناسایی راهکارهای دستیابی به حمل و نقل پایدار شهری با تمرکز بر سیاست گذاری و برنامه ریزی شهری" اذعان داشتند برای رسیدن به توسعه پایدار در برنامه ریزی حمل و نقل می‌باید سرمایه گذاری لازم و متناسب و برنامه ریزی‌های دقیقی صورت گیرد. در این راستا باید بخشهای مختلف از جمله اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی را مورد توجه قرار داد چرا که باعث افزایش کارایی، بهبود کیفیت کارها، افزایش بهره وری اقتصادی، باعث آرامش و راحتی افراد می‌شود. زمانی نیز برنامه ریزی حمل و نقل می‌تواند در راستای اهداف توسعه پایدار باشد مطابق با خواسته‌ها و نیازها افراد باشد. برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری در شهرهای کشور ما به دلیل نامشخص بودن ساز وکار ایجاد ارتباط، تأثرپذیری و توجه مناسب برنامه های شهری در سطوح مختلف نسبت به یکدیگر و با برنامه ریزی حمل و نقل شهری، همچنین عدم همکاری مشترک و توأم برنامه‌ریزان شهری و برنامه ریزان حمل و نقل در حین مطالعات و کلیه مراحل برنامه ریزی، نیازمند اصلاح و بازنگری اساسی ازابتدایی‌ترین مراحل مطالعات و برنامه‌ریزی تا بالاترین سطوح تصمیم گیری و اجرایی است. در این پژوهش سعی بر این است که تا حدودی بتوان حمل و نقل پایدار و شاخص‌های پایداری حمل و نقل توضیح داده شود و ارتباطی که بین این بخش‌ها وجود دارد بیان شود در انتها راهکارهایی جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار ارایه می‌شود (Taheri et al, 2019). فلاح و مهدی زاده در سال ۱۳۹۹، در تحقیقی تحت عنوان "تحلیلی بر جهت‌گیری سیاست‌ها در توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل پایدار: بکارگیری مدل سازی معادلات ساختاری (SEM)" با گردآوری داده‌های مربوط به هنجارهای محیط زیستی مربوط به استفاده از خودروهای شخصی (فرهنگ‌سازی) و داده‌های مربوط به زیرساخت‌های پایدار حمل و نقلی از طریق پرسشگری میدانی (توزیع بیش از ۱۰۰۰ پرسش نامه) به سوال تحقیق پاسخ دهد. نتایج مدل سازی معادلات ساختاری (SEM) برای آزمودن فرضیه تحقیق شامل ارتباط دو دسته متغیر مستقل و پنهان فرهنگ سازی و زیرساخت بر انتخاب شیوه پایدار (متغیر وابسته) حاکی از برازش خیلی خوب مدل است (X^2/df=۲.۸۷, p< ۰.۰۰۱, RMSEA= ۰.۰۵۷, GFI= ۰.۹۰). یافته‌های مدل نشان می‌دهد که در مناطقی از شهرها که بستر مناسب حمل و نقلی (از قبیل دسترسی مناسب به حمل و نقل عمومی، پیاده رو یکپارچه و ایمن) برای شهروندان فراهم نباشد، نمی‌توان توقع داشت که فرهنگ سازی سیاست کاربردی برای تغییر رفتار شیوه

حمل و نقلی باشد. در واقع، تا بستر و زیرساخت مناسب فراهم نباشد، سیاست فرهنگ سازی یک حد آستانه داشته و توسعه‌ی زیرساخت شیوه‌های پایدار (از قبیل حمل و نقل عمومی و پیاده روی) دارای اولویت است (Fallah Zavareh et al, 2020). دیل در سال ۲۰۰۴ میلادی در پژوهشی با اندازه‌گیری اتصال پذیری شبکه برای دوچرخه سورای و پیاده روی در پورتلند منطقه اورگون یک در مرکز تجاری شهر بررسی سودمند از روشهای اندازه گیری اتصال ارائه داد. این معیارها عبارت از طول بلوک، اندازه بلوک، تراکم بلوک و کاربری زمین، تراککم تقاطع، تراکم خیابان، نسبت گره‌های متصل، نسبت ارتباطات به گره‌ها، الگوی شطرنجی، مستقیم بودن مسیر پیاده، منطقه مؤثر پیاده‌روی بودند. نتایج اندازه گیری اتصال پذیری برای پیاده روی و دوچرخه سواری در بافت با درنظرگیری متغیرهای مذکور این را نشان داد که محلاتی که بافت متراکمی دارند، بسیار مناسب برای جابجایی افراد با استفاده از پیاده‌روی و دوچرخه هستند (Dill, 2004). کورل و فیل در سال ۲۰۱۸ میلادی، در تحقیقی تحت عنوان "سلامتی سالمندان و برداشت افراد در محلات: آیا پیاده روی، جوامع شهری محروم را توضیح می‌دهد؟" بیان نمود که ارتباطات مفهومی و تجربی قوی میان راه رفتن، محیط شهری و سلامت روانی وجود دارد. بسیاری از مطالعات به طور جداگانه ارتباطات دوبعدی بین هر سه جزء را نشان داده‌اند. در این مقاله، به طور تجربی، با استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری، به بررسی این سه مفهوم پرداخته شده است تا راه رفتن را به عنوان واسطه بین محیط اجتماعی درک شده و ساخته شده و سلامت روانی سالمندان بزرگسال در مناطق شهری محروم بررسی نماید. بین روابط مستقیم و غیرمستقیم بین برداشت افراد در محلات و سلامت روبرو هست. پیاده‌روی به طور جزئی میان روابط اجتماعی، کیفیت محله، استفاده از لوازم محلی، ایمنی و سلامت روانی ارتباط برقرار می‌کند. اگر چه مشکلات محله و کیفیت خدمات محلی و امکانات رفاهی با سلامت روانی همراه است، اما میزان راه رفتن در مدل سطح معنادار آن چنانی ندارد در واقع رابطه پیاده روی و سلامتی ضعیف‌تر از حد انتظار است. در حالی که ترویج راه رفتن به عنوان وسیله‌ای برای دستیابی به سلامت مثبت ذهنی در میان افراد مسن، برای "پیری فعال" اهمیت دارد، همچنین لازم است که زمینه را در نظر بگیریم که این اتفاق می‌افتد، شناخت این که پیاده‌روی تنها راه پتانسیل بالقوه بین محیط زیست و سلامتی نیست. در جایی که پیاده‌روی برای حمل و نقل متکی است، پیامدهای سلامتی ممکن است پیچیده‌تر باشد. با توجه به ارتباطات قوی بین مالکیت خودرو و رفاه، پژوهش‌های آینده باید بررسی کند که آیا ارتقاء و دسترسی، به جای پیاده روی خود، برای سلامت سالمندان اهمیت دارد (Curl Angela et al, 2018). اولیوا و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، در تحقیق تحت عنوان "شناسایی محله‌های دارای پتانسیل دوچرخه سواری: یک کلاسه رویکرد هوشمند" با استفاده از ابزارهای اطلاعات جغرافیایی، محیط ساخته شده با متغیرهای محاسبه شده برای یک بافر ۵۰۰ متر شعاعی در اطراف مکان‌های مسکونی و محل کار هر فرد مشخص شد. دو مدل تخمین زده می‌شود، ابتدا یک مدل منطقی مرتب شده تایید می‌کند که متغیرهای ساخته شده محیط زیست بر دوچرخه سواری شبیه آنچه در ادبیات گزارش شده است، با برخی یافته‌های جدید مانند افزایش دوچرخه سواری در زمانی که دسترسی به وسایل حمل و نقل عمومی کم است و نقش ویژگی‌های محیط صورت می‌پذیرد. در مدل دوم، یک کلاس پنهان که به دستور Logit دستور داده می‌شود برای شناسایی محله در قالب الگوهای دوچرخه سواری آنها به عنوان تابعی از تراکم آنها، حضور زیرساخت‌های دوچرخه سواری و فاصله تا مرکز فعالیت اصلی شهر استفاده می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد تا نقشه احتمالات کلاس اول، به طور بالقوه کمک به شناسایی محله‌هایی که دوچرخه سواری را تشویق می‌کنند، می‌انجامد و در کلاسه دوم اطلاعات مرتبط را برای تصمیم گیری‌های سیاسی و تصمیم‌گیری در زمینه زیربنایی دوچرخه سورای فراهم می‌کنند (Ignacio Oliva et al, 2018). آرانابها بانرجی و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی ویژگی‌های جریان عابر پیاده و سطح سرویس پیرامون تسهیلات مختلف عابر پیاده"، به بررسی مطالعات گذشته در مورد ویژگی‌های جریان عابر پیاده (مانند سرعت، جریان، تراکم، فضای، سرعت جریان آزاد و تراکم مرطوب) و توسعه سطح خدمات پیاده (PLOS) برای تسهیلات مختلف پیاده (یعنی پیاده رو، راهرو، گذرگاه عابرپیاد، کلاس جدا شده، پله‌ها و پل‌ها، امکانات ایمنی، عرض عابر پیاده و) ارتباطات مسیرهای پیاده و .... پرداخت که نتایج به طور قابل توجهی متفاوت بود.

ویژگی‌های جریان عابر پیاده به طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع تسهیلات، عرض، سن، جنس و محل مطالعه موردی در رابطه با تسهیلات عابر پیاده قرار گرفتند. در کشورهایی مانند عربستان سعودی بود عربستان، عراق، بنگلادش، اندونزی و سریلانکا، عواملی مانند طول، فرهنگ (جاذبه)، جاذبه (حضور دستفروشان در امتداد مسیرهای پیده)، تداخل با وسایل نقلیه (با توجه به وسایل نقلیه پارک شده)، هدف سفر پیاده روی و شرایط محیطی، دلایل اصلی و موثر بر پیاده مداری است.

در حالی که در هند، چین و مالزی حجم عددی، ایمنی، سطح، انسداد و عرض به عنوان پارامترهای ضروری برای بررسی کیفی تسهیلات عابر پیاده در نظر گرفته شده است (Arunabha Banerjee et al, 2018). هولز راوو و چنی یر د سال ۲۰۱۹ میلادی، در تحقیقی تحت عنوان "برنامه ریزی کاربری زمین و

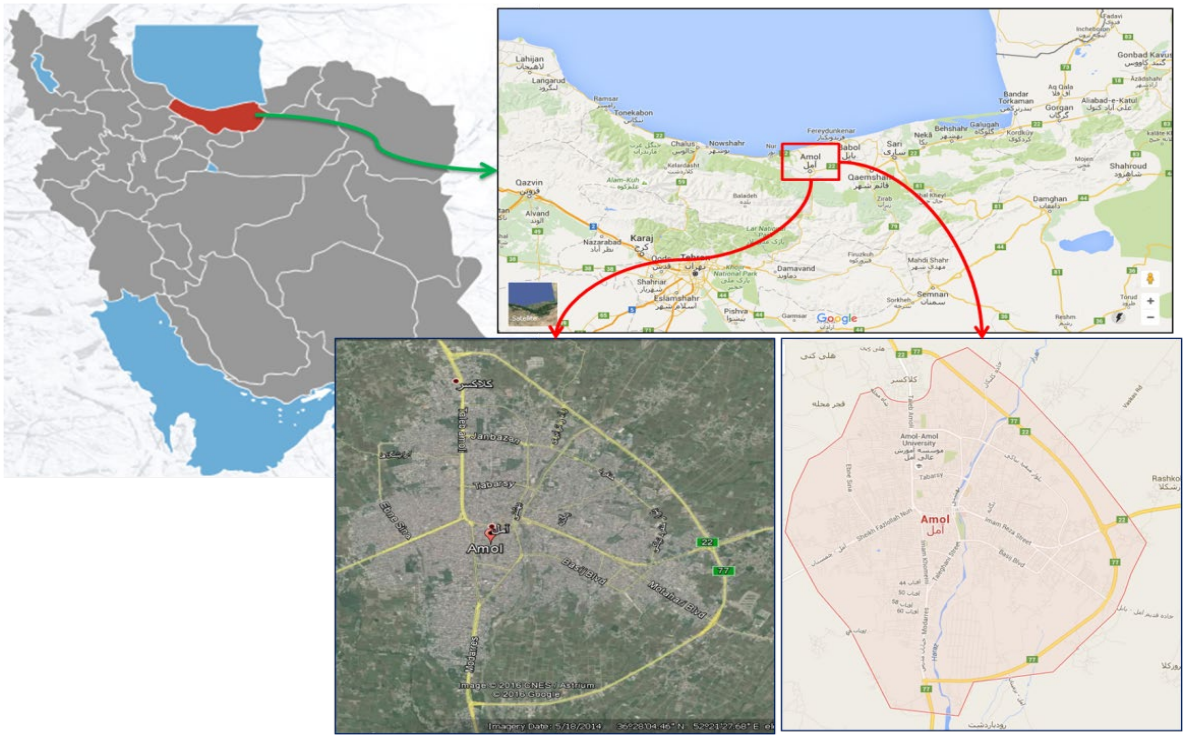
حمل و نقل: زمینه‌ای از روابط پیچیده علت و اثرات. اندیشه‌های رشد حمل و نقل، انتشار گازهای گلخانه‌ای و محیط زیست" به بررسی سیاست‌های توسعه حمل و نقل پایدار و کاربری زمین جهت افزایش دسترسی افراد به نیازمندی‌هایشان و کاهش جابجایی ان با وسیله نقلیه موتوری پرداخت. این مقاله از یک آلمانی نوشته شده و گاه نیز یک چشم انداز وسیع‌تر اروپایی دارد؛ این مقاله این استدلال را توسعه می‌دهد" کاربری زمین و حمل و نقل در واقع در ارتباط تنگاتنگ و موثری از یکدیگرند، اما رشد حمل و نقل در تاریخی که ما با آن مواجه هستیم، عمدتا به وسیله سایر عوامل اجتماعی، مانند رشد اقتصادی، تقسیم کارکردی، یکپارچگی اجتماعی و عدالت جنسیتی، ریشه گرفته است. علاوه بر این، اثرات استفاده از زمین در حمل و نقل به علت کم بودن دانش روابط علت–اثرات نامطمئنی بر جای گذاشته است. حتی در مواردی که علت و تأثیر آن می‌تواند ایجاد شود، تاثیر برنامه‌ریزی محدود است. ما نتیجه می‌گیریم که محدوده برنامه‌ریزی یکپارچه استفاده از زمین و حمل و نقل در سطح محلی بیش از حد باید مورد بررسی قرار گیرد تا از امیدها و ناکامی‌های مربوطه اجتناب شود، تا منجر به یک سیستم حمل و نقل پایدار، ایمن، ارزان و بویژه حافظ محیط زیست شود (Christian et al, 2019). دوک ژیم و همکاران در سال ۲۰۲۰ میلادی، در تحقیق تحت عنوان "انتخاب مدل تسهیلات دوچرخه سواران و کاربرد آن در پیش‌بینی استفاده از خط عبور دوچرخه" تسهیلات مختلف و سایر عوامل موثر بر استفاده از دوچرخه را در مسیرهای دوچرخه سواری مدل سازی نمودند. این مطالعه یک مدل برای پیش بینی انتخاب تسهیلات دوچرخه سواران بین تسهیلات خیابانی (محدودیت، خطوط ترافیکی و خط دوچرخه (BL)) و امکانات خیابانی (پیاده‌رو) را ایجاد کرد. ابتدا مدل بهینه با استفاده از روش میانگین آماری بیزی انجام شد. سپس، توسط اعتبارسنجی داخلی و خارجی اعتبار داده شد. به غیر از عوامل ذکر شده، تعدادی از متغیرهای خارجی نیز به عنوان پیشگامان قابل توجه انتخاب دوچرخه، از جمله عرض خطوط ترافیکی، وجود خودرو متوقف شده در زمان واقعی، نوع دوچرخه، توقف توقف اتوبوس و دوچرخه سواری به صورت گروهی ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل اهمیت نسبی پیش بینی نشان داد که وجود ایستگاه اتوبوس، عرض پیاده رو موثر و نوع دوچرخه، پیش بینی‌های بالقوه بود. چارچوبی برای پیش بینی استفاده از BL، در صورت وجود آن، نیز توسعه یافت. یک آزمایش برای پیش بینی عملکرد نرم افزار در یک سایت واقعی انجام شد. با مقایسه مقادیر پیش بینی شده و واقعی BL، تجزیه و تحلیل عملکرد پیش بینی خوبی را نشان داد. نتایج این مطالعه می‌تواند به توسعه دهندگان، طراحان و طراحان کمک کند تا تصمیمات سرمایه گذاری معقول و همچنین طرح های بهتر در توسعه امکانات جدید دوچرخه را اتخاذ کنند (Ghiem et al , 2020). هدف اصلی این تحقیق، بررسی عوامل و تسهیلات مرتبط با توسعه حمل و نقل غیر موتوری بر توسعه پایدار محدوده مرکزی شهرهاست به گونه‌ای که بتوان برای انجام سفرهای کوتاه در محدوده مرکزی شهر با استفاده از پیاده مداری و دوچرخه سواری و تسهیلات در این زمینه از ازدحام ترافیک کاهش داد. همچنین اهداف جزیی شامل موارد زیر می‌باشد:

- شناسایی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در CBD با رویکرد حمل و نقل غیر موتوری.
- بررسی تسهیلات و عوامل موثر ممکن در خصوص پیاده مداری و دوچرخه سواری با درنظرگیری محدودیت‌ها و امکانات در محدوده مورد مطالعه.

۳- روش تحقیق

۳-۱- معرفی حوزه مطالعه موردی شهر آمل

در این تحقیق، منطقه‌ی مورد مطالعه، شهر آمل در شهرستان آمل می‌باشد، که تقریبا در مرکز استان مازندران قرار دارد و از شمال به شهرستان محمودآباد، از شمال شرق به شهرستان فریدونکنار، از شرق به شهرستان بابل، از غرب به شهرستان نور و از جنوب به استان تهران محدود می‌شود. این شهرستان با جمعیتی برابر با ۳۷۰۷۷٤ نفر جمعیت (شهر آمل؛ ۲۷۱۲٦۹ نفر) و ۳۰۷٤،٤ کیلومتر مربع مساحت دارای پنج شهر آمل، رینه، گزنک، دابودشت و امامزاده عبدالله و پنج بخش مرکزی، لاریجان، دابودشت، دشت‌سر و امامزاده عبدالله است. شهر آمل واقع در جلگه مازندران و طرفین رود هراز با ارتفاع ۷٦ متر از سطح دریا در ۵۲ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳٦ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و در فاصله ۷۰ کیلومتری غرب ساری، مرکز استان، ۱۸ کیلومتری جنوب دریای خزر و شش کیلومتری شمال دامنه کوه البرز و ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی تهران قرار دارد. شکل ۱ محدوده مورد مطالعه را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه (شهرستان آمل)

۳-۲- ویژگی‌های کالبدی شهر آمل

حین توسعه کالبدی شهرآمل، چند نوع بافت ایجاد شده است که شامل بافت قدیم، بافت منطقه میانی و بافت مناطق بیرونی می‌باشد که هر یک دارای خصوصیات خاص خود هستند. بافت قدیم، شامل هسته اولیه شهر بوده و عناصر آن، بازار، مسجد جامع، حمام‌ها و مجموعه واحدهای مسکونی می‌باشد .بافت منطقه میانی شامل مساکنی است که تا آغاز دهه ۴۰ ساخته شده است. محله‌های رضوانیه، هارون محله، اسکی محله، محله پایین بازار و گرجی محله نمونه‌هایی از بافت مناطق میانی شهر می‌باشند. بافت مناطق بیرونی که به دوصورت مناطق تازه گسترش یافته و مناطق حاشیه‌ای توسعه یافته است یا محل سکونت خانواده‌هایی است که بخش مرکزی شهر را ترک گفته و در مساکن ویلایی این بخش ساکن می‌گردند و یا روستاهایی که به علت توسعه شهر به بدنه شهر متصل گردیده و به صورت محلات شهری درآمده‌اند. محلات بازیار کلا، کلاکسر، قرق و رحمت آباد از جمله این محلات در شهر آمل می‌باشند.

بافت اکولوژیکی شهر آمل نیز همانند بسیاری از شهرهای کشور در این سال‌ها الگوهای متفاوتی یافته و سکونت گزینی طبقات مختلف آن با توجه به تغییر و تحولات اجتماعی، از مدل‌های خاصی پیروی می‌کند و مناطق مختلف شهر آمل جایگاه طبقات مختلف می‌گردد. در طی سالهای دهه ۶۰ رشد شهر در نیمه غربی و در حول و حوش جاده محمود آبادو غرب شهر و مابقی توسعه نیز در قسمت جنوبی شهر اتفاق می‌افتد.

بررسی روند توسعه کالبدی شهر مابین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که توسعه شهر کاملاً هماهنگ با رشد و افزایش جمعیت نبوده و توسعه کالبدی شهر بر رشد جمعیت شهر پیشی گرفته و توسعه کالبدی کاذبی را برای شهر آمل به وجود آورده است. در رابطه با الگوی توسعه شهر آمل در میان نظریه‌های مطرح، ساخت ستاره‌ای یا شعاعی تا اندازه‌ای در شهر آمل مشاهده می‌شود. در طی سال‌های بعد، توسعه شهر در کنار راه‌های اصلی شهر آمل صورت گرفته، در حالیکه مابین این خیابان‌های اصلی زمین‌های خالی زیادی قابل مشاهده است. در سال‌های بعد از دهه شصت علیرغم اینکه توسعه شهر کماکان در امتداد خیابان‌های اصلی شهر به روند خود ادامه می‌دهد، شاهد شکل گیری هسته‌های جدید خدماتی، تجاری واداری در بخش‌های تازه گسترش یافته در مقابل هسته مرکزی و اصلی شهر می‌باشیم.

۳-۳-کاربری اراضی شهر آمل

برمبنای نتایج مطالعات کالبدی و محاسبات نقشه‌های وضع موجود، مساحت شهر آمل در محدوده طرح تفصیلی ۲۷۰۲ هکتار می‌باشد که از این مساحت ۱۰۶۹ هکتار آن به اراضی ساخته شده تعلق دارد. توسعه و گسترش افقی بافت کالبدی شهر که از تراکم ساختمانی کمی برخوردار است و در سطح وسیعی گسترده شده است، هزینه سرانه ارائه بسیاری از خدمات شهری را بیشتر از حد متعارف نموده است. از مجموع کل سطوح خالص شهری ۵۵ به کاربری مسکونی اختصاص یافته است. نقشه کاربری اراضی شهر آمل در آخرین طرح جامع این شهر ۱۳۸۵، به صورت شکل شماره ۲ است.

۳-٤- محدوده مرکزی شهر آمل

برای تعیین مرز بخش مرکزی شهرها شیوه‌های مختلفی وجود دارد. یکی از بهترین شیوه‌ها که در شهر آمل نیز قابل اجراست، شناسایی ویژگی ها و مشخصات این بخش از شهر است که با شناخت و تشخیص آن می‌توان مرز این محدوده را بر روی نقشهٔ شهر ترسیم کرد. ویژگی‌هایی را که نقش اصلی در شناسایی بخش مرکزی آمل دارند می‌توان چنین برشمرد:

-وجود بازار و مسجد جامع (مسجد امیرالمؤمنین) که هستهٔ تاریخی شهر به شمار می‌آید.

-قرار گرفتن بناهای تاریخی و مذهبی در این بخش از شهر مثل بقعهٔ خضر، امامزاده ابراهیم، مسجد آقاعباس.

-همگرایی ۸ خیابان اصلی شهر در این محدوده و دسترسی بالای این قسمت از شهر در مقایسه با سایر نقاط.

-وجود ترافیک سنگین در ساعت های معینی از روز (مثلاً هنگام تعطیلی مدارس)

-تراکم عابران پیاده در معابر، به طوری که به محض خروج از مرزهای این بخش به سرعت از تراکم آنها کاسته می‌گردد.

-بالا بودن تراکم جمعیت مراجعه کننده به این قسمت از شهر در روز (پر و خالی شدن جمعیت در روز و شب)

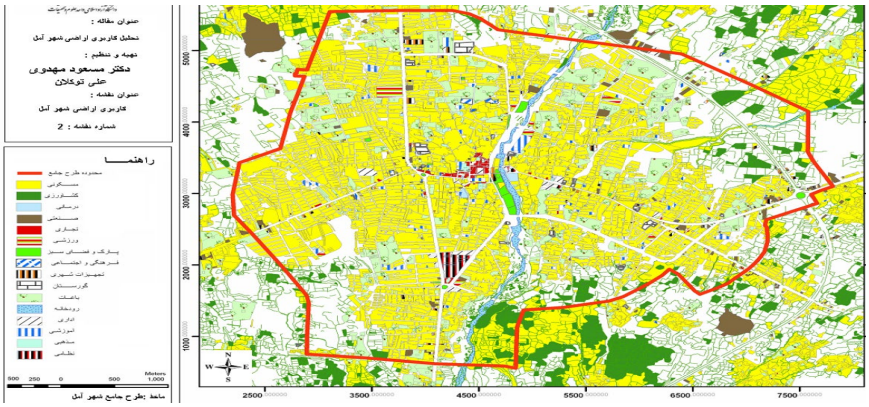
-تمرکز و تنوع فعالیت‌ها، سازمان‌های اداری، مدارس، بانک‌ها، سینما، بیمارستان، مطب پزشکان و پاساژهای تجاری.

-تراکم بالای ساختمانی در این بخش و وجود بلندترین ساختمان های شهر در این محدوده.

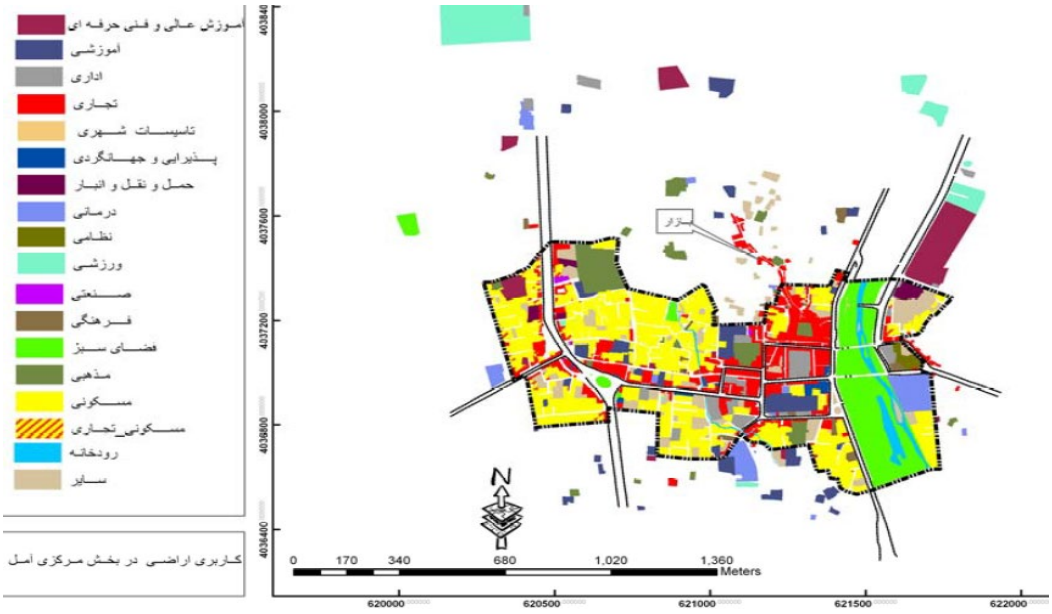
-بالا بودن قیمت زمین و سرقفلی.

-عکس هوایی و نقشهٔ شهر.

بخش مرکزی شهر آمل تقریباً در مرکز هندسی فضای شهر قرار گرفته است، چرا که مقرّ و نشستگاه شهر آمل، بستری جلگه ای است که توپوگرافی نسبتاً همواری دارد. تکوین و گسترش فیزیکی کالبدی شهر تقریباً به گونه‌ای موزون و برابر در همهٔ جوانب بوده است، لذا برخلاف بسیاری از شهرها که بین بخش مرکزی و مرکز هندسی اختلاف و فاصله دیده می‌شود (به ویژه شهرهایی که با محدودیت فضایی روبه رو هستند) مرکز شهر آمل بر مرکز هندسی آن انطباق کامل دارد. در زمان حاضر شهر آمل به ۱۰ منطقهٔ شهری تقسیم شده است . به جز بخش مرکزی که محدودهٔ آن طبق اصول معیارهای تقسیم بندی سایر مناطق عبارت بودند از: شبکهٔ اصلی ارتباط درون شهری، تقسیم بندی حوزه‌های آماری مرکز آمار، ساخت قطاعی شهر آمل و همگنی نسبی طبقات اجتماعی واقع در هر منطقه (لطفی، ۱۳۷۰). هرکدام از این مناطق به صورت قطاعی جداگانه دور تا دور مرکز شهر مشخص شده‌اند. از بین مناطق مختلف شهر، بخش مرکزی کمترین وسعت را به خود اختصاص داده است. از کل مساحت شهر که ۲۷۰۲ هکتار است این بخش در حدود ۸۷ هکتار را دربرمی‌گیرد که در حدود ۳ درصد از کل مساحت شهر است. شکل ۳ موقعیت و کاربری های مختلف ایم محدوده را در مرکز شهر آمل را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی شهر آمل (مهدوی، ۱۳۸۸- به نقل از طرح جامع شهر آمل)



شکل ۳. نقشه تمرکز و تنوع کاربری در بخش مرکزی شهر آمل (نیک پور، ۱۳۸۵ – به نقل از طرح جامع)

جهت بررسی رفتار یک جامعه، از آن جا که بررسی کل جامعه با توجه به محدودیت‌های زمان و بودجه امکان پذیر نیست، بنابراین باید قسمتی از جامعه آماری مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد. تخمین هر مدل آماری به تعداد درجه آزادی مطمئنی نیاز دارد. فرمول کوکران یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری است. تعیین حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران نیازمند آن است که حجم جامعه را بدانید. حداقل تعداد نمونه آماری موردنیاز، با استفاده از فرمول اصلی محاسبه حجم نمونه کوکران از معادله (۱) قابل محاسبه است.

$$n = \frac{\frac{z^2pq}{d^2}}{\left(1 + \frac{1}{N}\left(\frac{z^2pq}{d^2} - 1\right)\right)} \qquad (1)$$

که در آن، N تعداد جامعه آماری، n حجم نمونه، Z مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد که در میزان اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ است، d مقدار خطای مجاز که معمولاً برابر ۰/۰۱ یا ۰/۰۵ است، همچنین p مقدار صفت موجود در جامعه است که اگر در اختیار نباشد، می‌تواند بر اساس پیشنهاد کوکران مقدار۰/۵ در نظر گرفته شود. در این حالت، مقدار پراکنش به حداکثر مقدار خود می‌رسد. q نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین q=1-p است اگر در اختیار نباشد می‌توان آن را ۰/۵ در نظر گرفت.

با در نظر گرفتن جمعیت ۲۷۱۲۶۹ نفر شهر آمل، برای جامعه آماری و سطح اطمینان ۹۵ درصد، و درصد خطا ۰/۰۷، حجم نمونه برابر با ۱۹۶ پرسشنامه می‌باشد.

برآورد حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران	
سطح اطمینان:	۹۵%
درصد خطا:	۰.۰۷
جمعیت:	۲۷۱,۲۶۹
حجم نمونه مورد نیاز:	۱۹۶

شکل ٤. برآورد تعداد حجم نمونه شهر آمل براساس کوکران

در واقع این پرسشنامه با هدف «ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با توسعه حمل و نقل پایدار در آمل تاثیر می‌گذارد. پرسشنامه در دوبخش می‌باشد، بخش اول مربوط به سوال‌های فردی و عمومی می‌باشد و در بخش دوم سوالات پیرامون حمل و نقل پایدار در بافت مرکزی متراکم شهر آمل می‌باشد. تاکید بر توسعه حمل و نقل پایدار»، تهیه شده است تا در نهایت مشخص شود که هریک از عوامل تا به چه میزان در طراحی سئوالات سعی بر آن بوده است که از مولفه‌هایی که در تحقیقات گذشتگان استفاده شده است بهره گرفته شود و با توجه به بررسی مبانی نظری تحقیق و شناخت کلی مطالعه موردی و عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم شهری، سوالات طراحی گردد.

هدف اصلی این پرسشنامه جمع‌آوری اطلاعات از شهروندان جهت بررسی و سنجش حمل و نقل پایدار در مراکز و بافت متراکم شهر آمل است که با توجه به خصوصیات افراد در نظر گرفته خواهد شد. یکی از پرکاربردترین روش‌های آماری در علوم مختلف، اجرای انواع روش‌های رگرسیون برای تعیین رابطه‌ی بین یک متغیر وابسته با یک یا چند متغیر مستقل می‌باشد. متغیر وابسته، پاسخ و متغیرهای مستقل، متغیرهای توضیحی نیز نامیده می‌شوند. اجرای یک مدل رگرسیونی با تعریف مدل رگرسیون امکان پذیر است. مدل رگرسیون ساده با متغیر وابسته‌ی و ۱- متغیر مستقل ۱-,,۲,...,۱, به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon_i$$

ماتریس مقادیر مشاهده شده ی ۱- متغیر را برای نفر نشان می‌دهد. بردار نیز مقادیر مشاهده شده ی متغیر وابسته برای نمونه‌ای به حجم می‌باشد. در یک مدل رگرسیونی β_jها پارامترهای مدل بوده و به کمک روش‌های مختلفی مانند روش حداقل مربعات و روش در ستنمایی ماکزیمم برآورد می شوند. ε_i ها نیز جملات خطا نامیده می‌شوند و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 هستند.

$$\underset{p\times 1}{\boldsymbol{\beta}} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{p-1} \end{bmatrix} \qquad \underset{n\times 1}{\boldsymbol{\varepsilon}} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\underset{n\times n}{\boldsymbol{\sigma}^2\{\boldsymbol{\varepsilon}\}} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma^2 \end{bmatrix} = \sigma^2 \mathbf{I} \qquad (٤)$$

معادله رگرسیون با تعریف ماتریس متغیرهای توضیحی و بردار های متغیر پاسخ، پارامتر های مدل و جملات خطا به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Y_{n*1} = X_{n*p}\beta_{p*1} + \varepsilon_{n*1} \qquad (٥)$$

برآورد ضرایب رگرسیون : به کمک روش حداقل مربعات مقادیر بردار β_{p*1} با مینیمم کردن معادله

$$Q = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \cdots - \beta_{p-1} X_{i,p-1})^2 \qquad (٦)$$

$$i = ۱,۲,\ldots,n \qquad (۲)$$

به عنوان مثال فرض کنید یک محقق قصد دارد اثر دو متغیر سن و وزن را بر فشارخون اندازه گیری نماید. برای این مطالعه مقادیر سن و وزن برای ۵۰۰= نفر اندازه گیری می‌شود. در این مطالعه سن و وزن متغیرهای مستقل یا پیشگو و متغیر فشارخون متغیر وابسته می‌باشد.

معادله‌ی (۲) را می‌توان به فرم ماتریسی زیر نیز تعریف کرد.

$$\underset{n\times 1}{\mathbf{Y}} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad \underset{n\times p}{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1,p-1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2,p-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{n,p-1} \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

حاصل می شود. برآورد بردار β_{p*1} را با b_{p*1} نشان داده و با توجه به فرم ماتریسی تعریف شده در معادله (۲) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$b_{p*1} = (X'X)^{-1}(X'X)Y \qquad (۷)$$

مقادیر برازش شده وخطاها : با برآورد پارامترهای مدل، برآورد بردار با استفاده از رابطه‌ی $\hat{\mathbf{Y}}_{n*1} = \mathbf{Xb}$ حاصل می‌شود. به $\hat{Y}$ مقادیر برازش شده گفته می‌شود. تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر برازش شده مانده‌های رگرسیون نامیده می‌شوند.

$$\underset{n\times 1}{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{Y} - \mathbf{Xb} \qquad (۸)$$

مجموع و میانگین مربعات: برای تهیه‌ی جدول آنالیز واریانس و بررسی معنی داری مدل برازش داده شده به معرفی مقادیر مجموع مربعات خطا و میانگین مربعات خطا می‌پردازیم.

مجموع مربعات کل : این مقدار مجموع توان دوم تفاضل هریک از اعضای بردار از میانگین این بردار حاصل می‌شود. مجموع مربعات کل با SSTO نمایش داده شده و به صورت زیر تعریف می‌شود.

SSTO دارای n-1 درجه آزادی است.

$$SSTO = \mathbf{Y'Y} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{Y'JY} = \mathbf{Y'}\left[\mathbf{I} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{J}\right]\mathbf{Y} \qquad (۹)$$

ماتریسی n*n است که تمام اعضای آن ۱ هستند.

مجموع مربعات رگرسیون: این مقدار میزان تغییراتی از متغیر پاسخ را که توسط مدل برازش شده تبیین می‌شود، نشان

می‌دهد. مجموع مربعات رگرسیون دارای p-1 درجه آزادی می‌باشد:

$$SSR = \mathbf{b}'\mathbf{X}'\mathbf{Y} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{Y}'\mathbf{J}\mathbf{Y} = \mathbf{Y}'\left[\mathbf{H} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{J}\right]\mathbf{Y} \quad (۱۰)$$

مجموع مربعات خطا: میزان تغییراتی از متغیر پاسخ که توسط مدل رگرسیون بیان نمی‌شود، در مجموع مربعات خطا قرار می‌گیرد. این عبارت دارای □-□ درجه‌ی آزادی است.

$$SSE = \mathbf{e}'\mathbf{e} = (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\mathbf{b})'(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\mathbf{b}) = \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \mathbf{b}'\mathbf{X}'\mathbf{Y} = \mathbf{Y}'(\mathbf{I} - \mathbf{H})\mathbf{Y} \quad (۱۱)$$

ماتریس □ به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\underset{n\times n}{\mathbf{H}} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}' \quad (۱۲)$$

با توجه به تعاریف ارائه شده ذکر این نکته لازم به نظر می‌رسد که مجموع تغییرات متغیر پاسخ به وسیله‌ی دو جزء مجموع مربعات رگرسیون و مجموع مربعات خطا قابل بیان می‌باشد.

$$SSTO=SSR+SSE \quad (۱۳)$$

به این ترتیب میانگین مربعات رگرسیون و میانگین مربعات خطا از تقسیم SSR و SSE بر درجه آزادی هریک حاصل می‌شوند و داریم:

$$MSR = \frac{SSR}{p-1} \qquad MSE = \frac{SSE}{n-p} \quad (۱۴)$$

در تحلیل همبستگی برای بررسی میزان هماهنگی میان دو متغیر باید به دنبال شاخص‌های بود که دو ویژگی زیر را داشته باشد:

-به واحد دو جامعه وابسته نباشد.

-کران‌دار باشد.

مجموعه اطلاعات (داده‌های) موجود در انجام یک آزمون همبستگی که شامل اندازه‌های بدست آمده از دو متغیر X و Y می‌باشند را می‌توان به صورت یک نمونه‌ی تصادفی دو متغیره بیان کرد. مطالعه رابطه بین متغیرها به وسیله تحلیل همبستگی انجام می‌شود، که بیانگر وجود یک رابطه خطی بین دو متغیر می‌باشد. معادله ضریب همبستگی به صورت معادله شماره ۱۵ می‌باشد.

$$r = \frac{Cov(X,Y)}{S_X S_Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2][\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2]}} \quad (۱۵)$$

ضریب همبستگی همواره مقداری بین صفر و یک دارد $-1 < r < +1$ که با توجه به مقدار r در حالت های مختلف تفسیرهای گوناگونی از رابطه X و Y خواهیم داشت.

بطور کلی روندی که جهت تحقق اهداف و مقاصد پژوهش مورد توجه قرار می‌گیرد در هفت محور قابل طبقه‌بندی است که عبارتنداز: سیاست توجه به پیاده روی، برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و هندسی معابر پیاده، مهندسی ترافیک، آموزش و ایمنی پیاده، قوانین و مقررات پیاده روی، برنامه‌ریزی و مدیریت سامانه پیاده.

٤- بحث

٤-١-بررسی پرسشنامه‌های توزیع شده در محلات تعیین شده

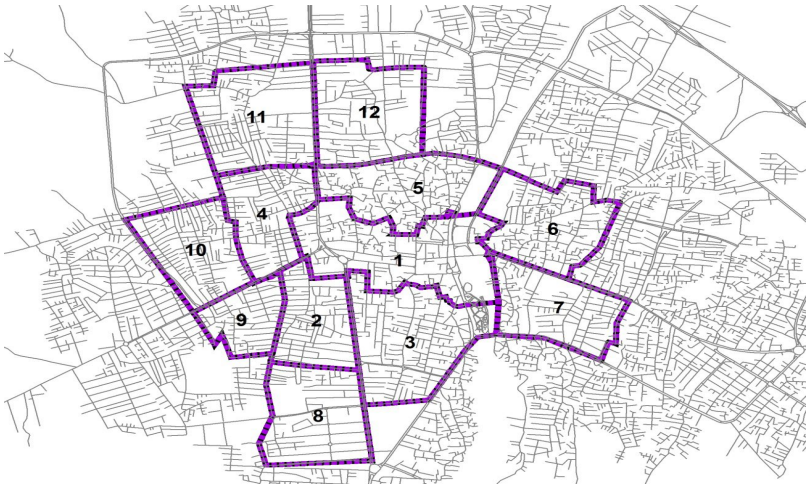
برای دستیابی به ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و دسترسی و حمل و نقل در بافت‌های مختلف شهر آمل با تاکید بر توسعه حمل و نقل پایدار با توجه به ضریب اطمینان ۹۵ درصد، ۱۹۶ پرسشنامه باید جمع آوری شود.

در واقع این پرسشنامه با هدف «ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با تاکید بر توسعه حمل و نقل پایدار»، تهیه شده است تا در نهایت مشخص شود که هریک از عوامل تا به چه میزان در توسعه حمل و نقل پایدار در آمل تاثیر می‌گذارد. همانطور که در فصل پیشین گفته شد پرسشنامه در دو بخش می‌باشد، بخش اول مربوط به سوال‌های فردی و عمومی می‌باشد و در بخش دوم سوالات پیرامون حمل و نقل پایدار در بافت مرکزی متراکم شهر آمل می‌باشد. در طراحی سوالات سعی بر آن بوده است که از مولفه‌هایی که در تحقیقات گذشتگان استفاده شده است، بهره گرفته شود و با توجه به بررسی مبانی نظری تحقیق و شناخت کلی مطالعه موردی و عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم شهری، سوالات طراحی گردد. هدف اصلی این پرسشنامه جمع آوری اطلاعات از شهروندان جهت بررسی و سنجش حمل و نقل پایدار در مراکز و بافت متراکم شهر آمل است که با توجه به خصوصیات افراد در نظر گرفته خواهد شد.

٤-٢-تعیین محدوده محلات جهت توزیع پرسشنامه

با توجه به ویژگی‌های کالبدی، شبکه‌های دسترسی، بافت اجتماعی و فرهنگی نقاط مختلف شهر، محله بندی جهت ارزیابی هدف تحقیق صورت گرفته است، ضمن اینکه محدوده اصلی یعنی محدوده مرکزی شهر آمل همانطور که در بخش قبلی به آن پرداخته شد، تعیین شده است.

شکل ۵ محدوده محلات مورد بررسی را در ۱۲ محله نشان می‌دهد. همچنین موقعیت پرسشنامه‌های توزیع شده در محلات مورد نظر به صورت نقشه شکل ٦ می‌باشد.



شکل۵. محدوده محلات پیرامون بافت مرکزی و متراکم شهر آمل

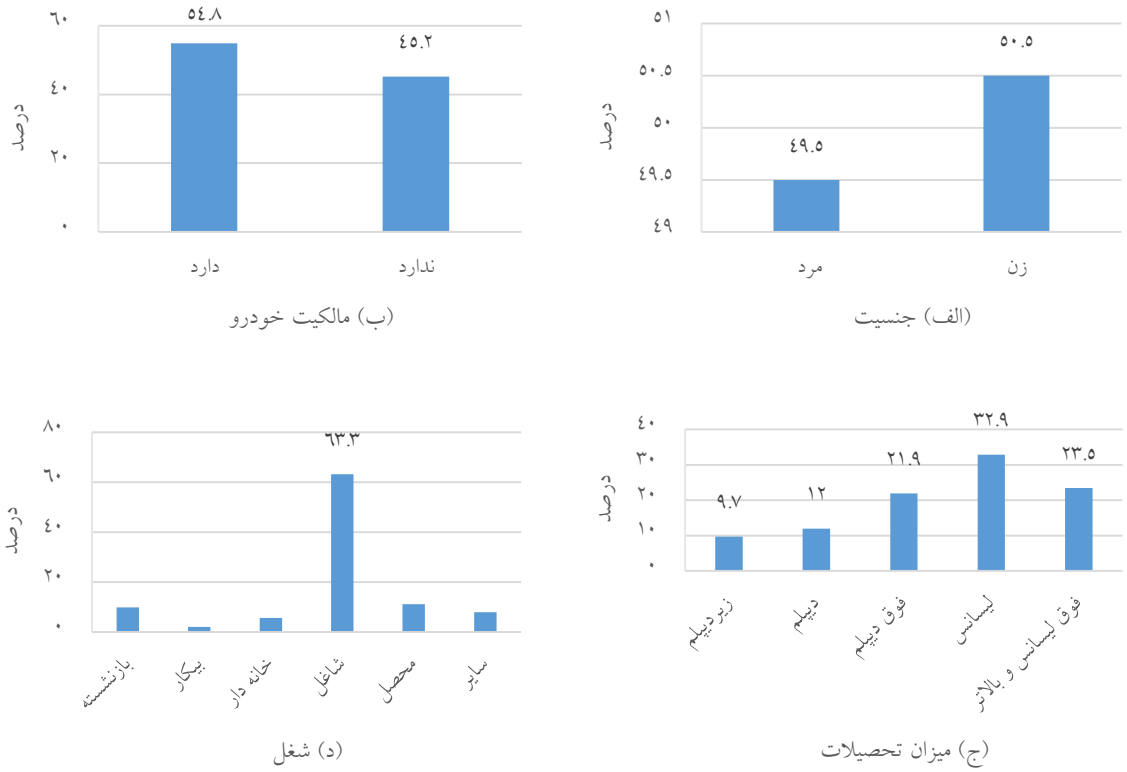
شکل ٦. موقعیت پرسشنامه‌های توزیع شده در محلات تعیین شده در شهر آمل

٤-۳- دموگرافی نمونه و نتایج پرسشنامه

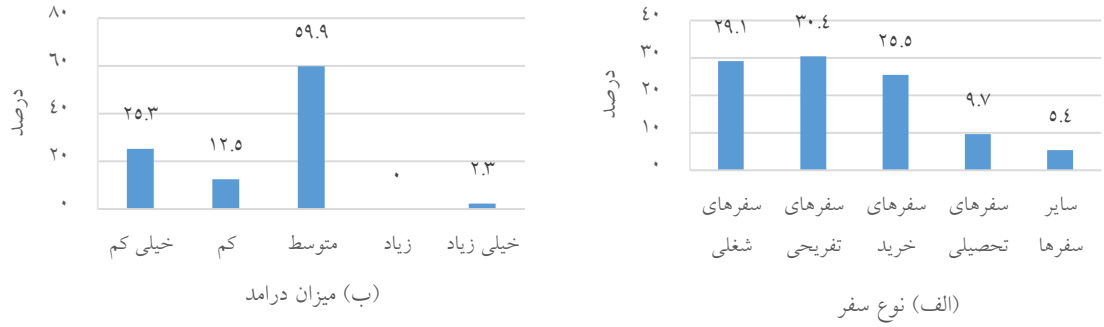
٤-۳-۱- مشخصات فردی

برخی از مشخصات فردی افراد که پرسشنامه‌ها به کمک آن‌ها در سطح محلات جمع آوری شد، نظیر سن، مالکیت خودرو، درآمد و ... به صورت نمودارهای شکل ۷ می‌باشد. حدود نیمی از افراد شغل‌های آزاد دارند، این شغل‌ها غالبا کشاورزی، رانندگی، مغازه داری، کلیه شغلهای خدماتی و ... می‌باشند که در شهر وجود دارد. همانطور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود بیشتر سفرهایی که به صورت پیاده انجام می‌شوند، با هدف تفریحی و خرید می‌باشد، این به این دلیل است که برای انجام این نوع سفرها افراد اغلب زمان بیشتری دارند، علاوه بر برطرف کردن نیازهای خود، به پیاده روی مشغول می‌شوند.

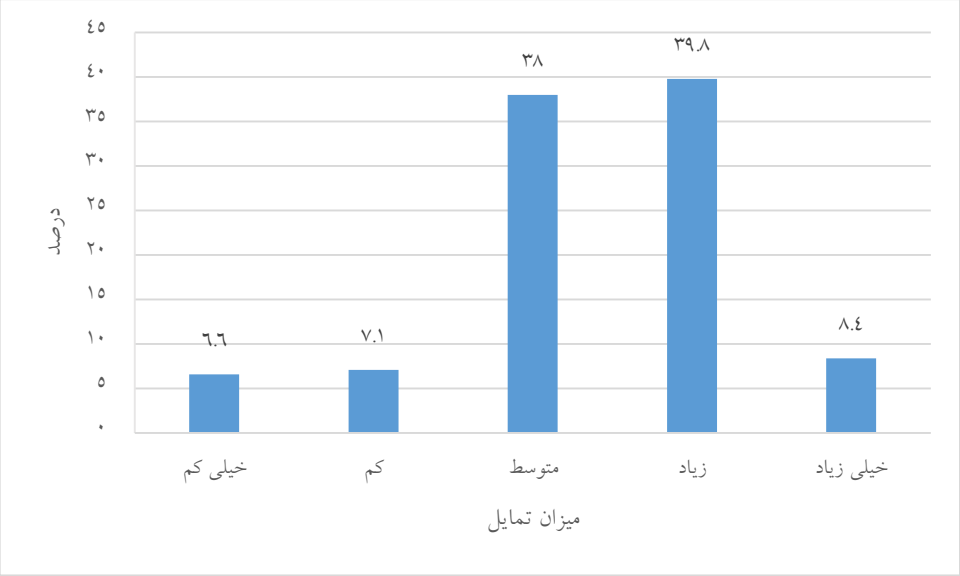
با توجه به نمودار ۹ بیش از نیمی از افراد تمایل به پیاده روی با مسافتی بیش از ۱۲۰۰ متر را دارند که برای شهر متوسطی مانند آمل درصد قابل ملاحظه‌ای می‌باشد.



شکل ۷. نمودار درصد فراوانی الف) جنسیت افراد، ب) مالکیت خودرو، ج) میزان تحصیلات افراد و د) نوع شغلی افراد



شکل ۸. درصد فراوانی الف) نوع سفر به صورت پیاده و ب) میزان درآمد

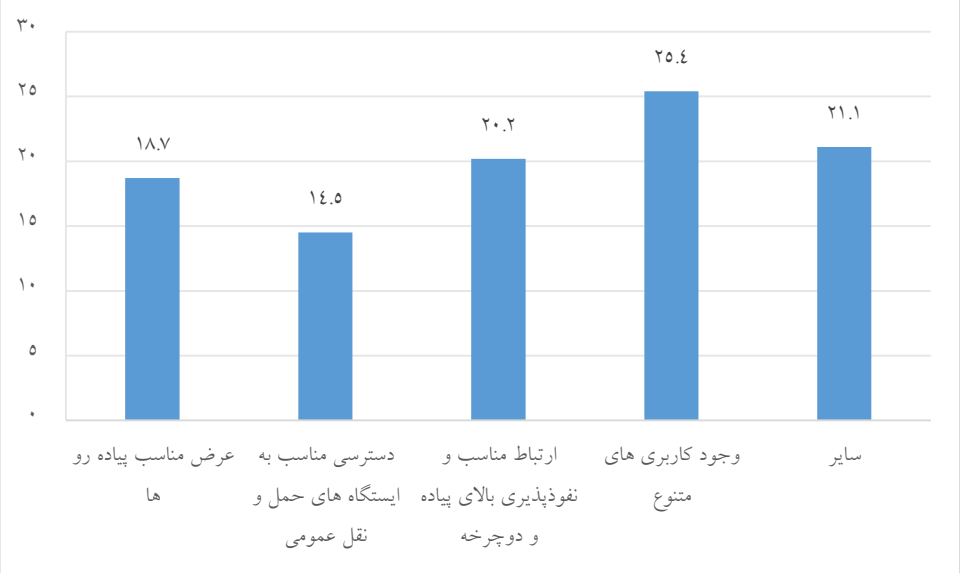


نمودار ۹. درصد فراوانی میزان تمایل افراد به پیاده روی در نمونه آماری

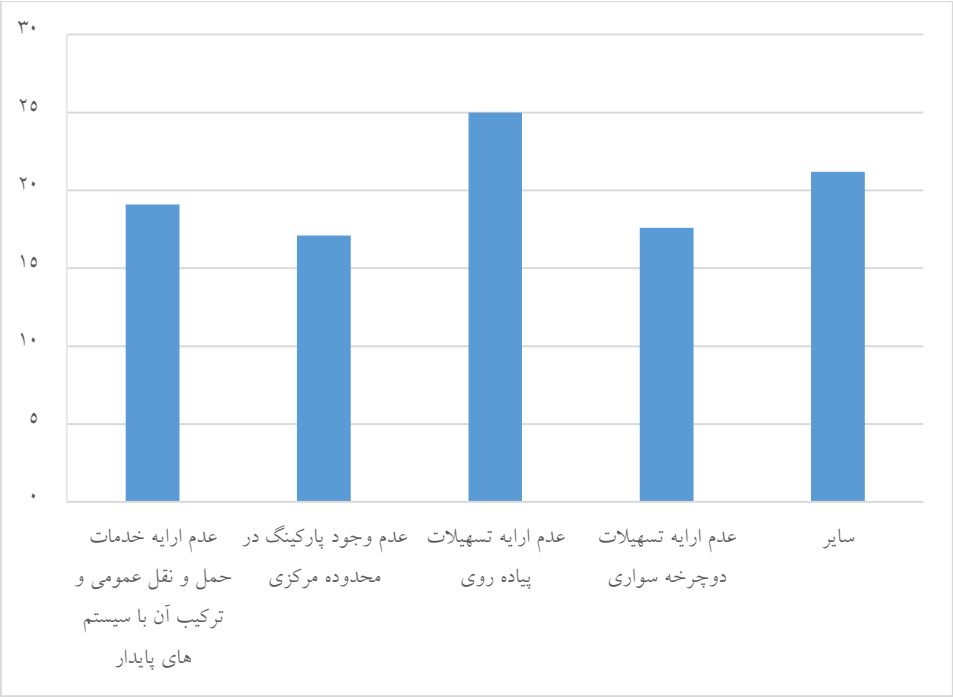
۴-۳-۲- بررسی برخی از مشکلات و نقاط قوت سیستم حمل و نقل پایدار در محدوده مرکزی شهر آمل

با توجه به نظر سنجی‌های انجام شده، نقاط قوت و مشکلات این سیستم در محدوده مرکزی شهر آمل مورد ارزیابی قرار گرفته است که به شرح نمودارهای ۱۰ و ۱۱ می‌باشد. همچنین از مهمترین نقاط مربوط به سیستم حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل می‌توان به ترتیب مواردی همچون وجود کاربری‌های متنوع و ارتباط مناسب و نفوذپذیری بالای پیاده و دوچرخه نام برد.

از مهمترین مشکلات مربوط به سیستم حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل می‌توان به ترتیب مواردی همچون عدم ارایه تسهیلات پیاده‌روی، عدم تسهیلات دوچرخه سواری و عدم ارایه خدمات حمل و نقل عمومی و ترکیب آن با سیستم‌های پایدار نام برد.



نمودار ۱۰. درصد فراوانی پتانسیل‌های اصلی در بافت محلات مرکزی شهر آمل با تاکید بر توسعه حمل و نقل پایدار



نمودار ۱۱. درصد فراوانی مشکلات اصلی بافت‌های مرکزی شهر آمل با تاکید بر توسعه حمل و نقل پایدار

٤-۳-بررسی عوامل موثر بر تمایل افراد به استفاده از حمل و نقل غیر موتوری و پاک در محدوده مرکزی شهر

در ادامه این بخش به بررسی برخی از عوامل موثر در توسعه حمل و نقل پایدار در بافت‌ها و محلات متراکم هسته‌های اصلی شهر در شهر آمل پرداخته می‌شود، که این نتایج از سرجمع و میانگین پاسخ پرسشنامه‌ها اخذ شده است.

٤-۳-۱-ارزیابی متغیرهای موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل

همانطور که گفته شد در طراحی سوالات در مورد متغیرها، از پرسش‌هایی که در تحقیقات پیشین وجود داشت با توجه به میزان اهمیت‌شان در مدل عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل استفاده شده است. برخی دیگر از فاکتورها نیز با بررسی‌های کارشناسی و نظر اساتید دانشگاه به سوالات پرسشنامه اضافه شد. جدول ۱ آماره‌های کلی این عوامل را نشان می‌دهد.

این جدول اطلاعات و ارزیابی‌های صورت گرفته سر جمع پرسشنامه‌ها در خصوص میانگین، میانه، مد، انحراف معیار و واریانس مشاهدات است، که پیرامون متغیرهای اصلی و مستقل تحقیق مورد محاسبه قرار گرفته است.

طبق جدول ۱ و ارزیابی پرسشنامه‌ای از افراد در اولویت‌بندی ۱۳ عامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل، مهمترین عوامل به ترتیب عبارتند از:

عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)

عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده

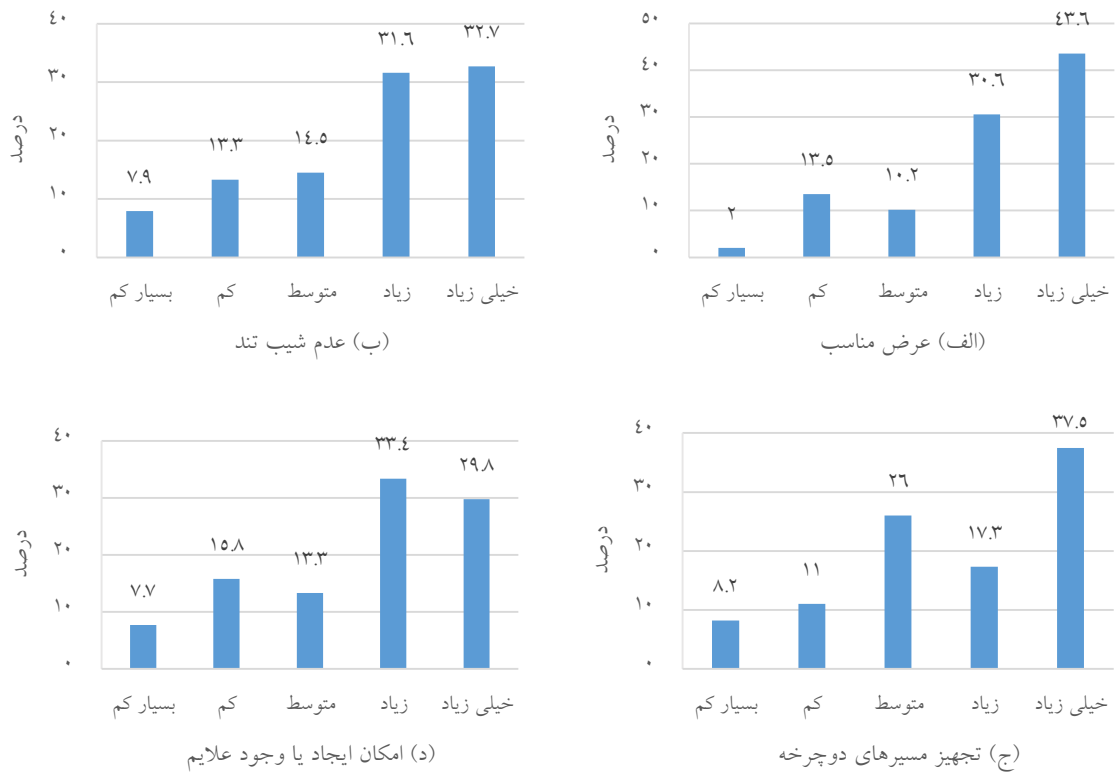
– تجهیز میسرهای دوچرخه و پیاده با مبلمان شهری نظیر فضای سبز، علائم، محل نشستن

امکان ایجاد و یا وجود علایم رهنمایی افقی و یا عمودی برای دوچرخه تاوجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده روها.

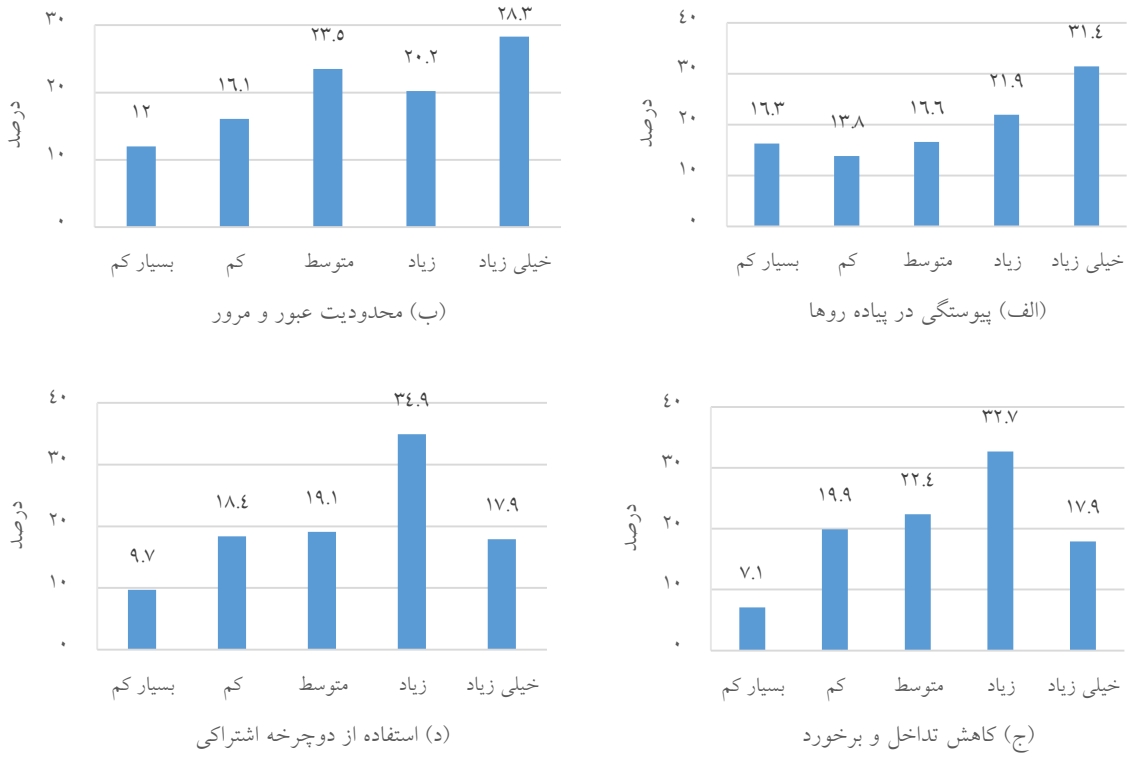
جدول ۱. بررسی پارامترهای آماری متغیرهای موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل

متغیر/آماره	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Sum
عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)	٤,۰۰۳	٤,۰۰۰	٥,۰	۱,۱۲٥۲	۱,۲٦٦	۱٥٦۹,۰
عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده	۳,٦۷۹	٤,۰۰۰	٥,۰	۱,۲۷۰۹	۱,٦۱٥	۱٤٤۲,۰
تجهیز مسیرهای دوچرخه و پیاده با مبلمان شهری نظیر فضای سبز، علائم، محل نشستن	۳,٦٥۱	٤,۰۰۰	٥,۰	۱,۳۰۰۳	۱,٦۹۱	۱٤۳۱,۰
امکان ایجاد و یا وجود علایم رهنمایی افقی و یا عمودی برای دوچرخه	۳,٦۲۰	٤,۰۰۰	٤,۰	۱,۲٦۹۷	۱,٦۱۲	۱٤۱۹,۰
وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده‌روها	۳,۳۸۳	٤,۰۰۰	٥,۰	۱,٤٥۷٥	۲,۱۲٤	۱۳۲٦,۰
محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک	۳,۳٦۷	۳,۰۰۰	٥,۰	۱,۳٥۸۰	۱,۸٤٤	۱۳۲۰,۰
کاهش تداخل و برخورد جریان دوچرخه و وسائط نقلیه موتوری	۳,۳٤۲	٤,۰۰۰	٤,۰	۱,۱۸۸٤	۱,٤۱۲	۱۳۱۰,۰
امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی	۳,۳۲۹	٤,۰۰۰	٤,۰	۱,۲۳۷۳	۱,٥۳۱	۱۳۰٥,۰
توسعه دسترسی حمل و نقل عمومی به پیاده و دوچرخه سوار	۳,۳۳۲	٤,۰۰۰	٤,۰	۱,۲۱٤۷	۱,٤۷٥	۱۳۰٦,۰
استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری	۳,۱۱٥	۳,۰۰۰	٥,۰	۱,٤۷۲٥	۲,۱٦۸	۱۲۲۱,۰
ایجاد پارکینگ برای دوچرخه	۳,۰۷۷	۳,۰۰۰	۳,۰	۱,۲۹۸۹	۱,٦۸۷	۱۲۰٦,۰
وضعیت کف سازی پیاده‌روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن	۳,۲۸۳	۳,۰۰۰	۳,۰	۱,۳۲۲۲	۱,۷٤۸	۱۲۸۷,۰
ایجاد فضاهای سبز و درخت کاری برای اقامت و استراحت موقت پیاده مدار و دوچرخه	۳,۳۷۲	٤,۰۰۰	٥,۰	۱,٤۰٤۸	۱,۹۷۳	۱۳۲۲,۰

همچنین در شکل‌های ۱۲، ۱۳ و ۱٤ ارزیابی هریک از عوامل و درصد اثرگذاری هریک به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱۲ نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص الف) عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)، ب) عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده‌ها، ج) تجهیز مسیرهای دوچرخه و پیاده با مبلمان شهری نظیر فضای سبز، علائم و محل نشستن، د) امکان ایجاد و یا وجود علایم رهنمایی افقی و یا عمودی ارایه شده است.



شکل ۱۲. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص الف) عرض مناسب، ب) عدم وجود شیب تند، ج) تجهیز مسیرهای دوچرخه و د) امکان ایجاد و یا وجود علایم

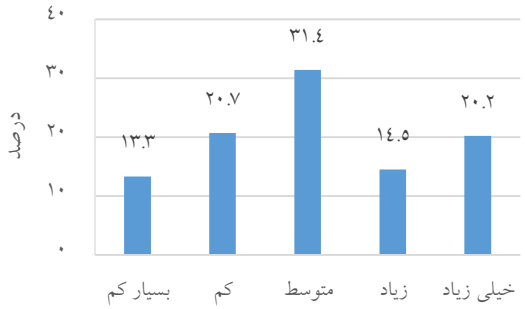


شکل ۱۳. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص الف) وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده‌روها، ب) محدودیت عبور و مرور، ج) کاهش تداخل و برخورد و د) امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی

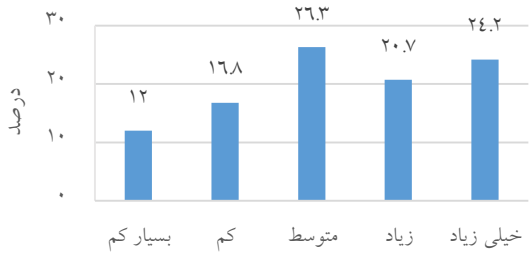
در شکل ۱۳ نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص الف) وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده‌روها، ب) محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک، ج) کاهش تداخل و برخورد جریان دوچرخه و وسایل نقلیه موتوری و د) امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی ارایه شده است.

در شکل ۱۴ نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص الف) استفاده از خدمات موبایل، ب) ایجاد پارکینگ برای دوچرخه و ج) وضعیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن ارایه شده است.

الف) استفاده از خدمات موبایل



ب) ایجاد پارکینگ



ج) وضعیت کف سازی پیاده رو

شکل ۱۴. الف) نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص استفاده از خدمات موبایل، ب) ایجاد پارکینگ و ج) وضعیت کف‌سازی پیاده‌روها

۴-۴- بررسی پایایی

روش استفاده از ضریب آلفای کرونباخ را برای تعیین پایایی یک پرسشنامه یا آزمون با تاکید بر همبستگی درونی می‌توان استفاده کرد. در این روش اجزا یا قسم‌های پرسشنامه برای سنجش ضریب پایایی آزمون به کار می‌روند. میزان الفای کرونباخ براساس میزان همبستگی درونی متغیرها مشخص می‌شود، عدد الفای کرونباخ بالای ۰.۷ تا ۰.۸ خوب، ۰.۸ تا ۰.۹ خیلی خوب و ۰.۹ تا ۱ عالی می‌باشد. در جدول ۲ برای متغیرهای تعیین شده درخصوص ارزیابی متغیرهای موثر بر توسعه حمل و نقل غیرموتوری در محدوده مرکزی شهر آمل، آلفای کرونباخ ۰.۸۳۰ تعیین شده است. همچنین در جدول ۳ در صورت حذف هریک از متغیرها آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲. آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی ۱۳ عامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.830	.835	13

جدول ۳. آلفای کرونباخ در صورت حذف هریک از ۱۳ عامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل

Item-Total Statistics					
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)	٤٠.٥٤٨	٨١.٩٥٢	.٥٦٦	.٥٢١	.٨١٣
عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده	٤٠.٨٧٢	٨٤.٤٠٨	.٣٧٣	.٤٢٥	.٨٢٦
تجهیز مسیرهای دوچرخه و پیاده با مبلمان شهری نظیر فضای سبز، علائم، محل نشستن	٤٠.٩٠١	٧٧.٦٩٦	.٦٧٠	.٥٨٢	.٨٠٤
امکان ایجاد و یا وجود علایم راهنمایی افقی و یا عمودی برای دوچرخه تا	٤٠.٩٣١	٧٩.٠٣٦	.٦٢٤	.٥٦٨	.٨٠٧
وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده‌روها	٤١.١٦٨	٨٦.١٣٠	.٢٤٠	.٤٨٧	.٨٣٧
محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک	٤١.١٨٤	٨٥.٠٢٠	.٣١٤	.٣٧٨	.٨٣٠
کاهش تداخل و برخورد جریان دوچرخه و وسائط نقلیه موتوری	٤١.٢٠٩	٨٢.٦٦٧	.٤٩٣	.٦١٦	.٨١٧
امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی	٤١.٢٢٢	٧٩.٦٧٧	.٦١٣	.٨٢٤	.٨٠٩
توسعه دسترسی حمل و نقل عمومی به پیاده و دوچرخه سوار	٤١.٢١٩	٧٩.٩١٦	.٦١٥	.٨٥٦	.٨٠٩
استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری	٤١.٤٣٦	٧٨.٧٢٧	.٥٣٠	.٥٦٩	.٨١٤
ایجاد پارکینگ برای دوچرخه	٤١.٤٧٤	٨١.٨٤١	.٤٧٧	.٥٨٥	.٨١٨
وضعیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در هموارای آن	٤١.٢٦٨	٨٩.٤٧٠	.١٤١	.٠٦٧	.٨٤٢
ایجاد فضاهای سبز و درختکاری برای اقامت و استراحت موقت پیاده مدار و دوچرخه	٤١.١٧٩	٧٧.٧٣٨	.٦٠٧	.٥١٠	.٨٠٨

جدول ٤. بررسی سطح معناداری آزمون فردیمن جهت پایایی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیرموتوری

ANOVA with Friedman's Test

		Sum of Squares	df	Mean Square	Friedman's Chi-Square	Sig
Between People		۲۸٤۹.٤٦۰	۳۹۱	۷.۲۸۸		
Within People	Between Items	۲۹٦.۷۹۹	۱۲	۲٤.۷۳۳	۲۲۸.۵۹۹	.۰۰۰
	Residual	۵۸۱۰.۵۸٦	٤٦۹۲	۱.۲۳۸		
	Total	٦۱۰۷.۳۸۵	٤۷۰٤	۱.۲۹۸		
Total		۸۹۵٦.۸٤۵	۵۰۹۵	۱.۷۵۸		

Grand Mean = 3.427

a. Kendall's coefficient of concordance W = .033.

جدول ٤ آزمون فریدمن سطح معناداری جهت پایایی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل را نشان می‌دهد.

٤-۵- تحلیل عاملی

٤-۵-۱- آزمون KMO

با توجه به ضریب ۰,۷۳۸ که در تحلیل عاملی در نرم افزار SPSS محاسبه شده است، عدد KMO بالای ۰,۷ بوده و همبستگی بین عامل‌ها در حد مطلوبی است و می‌توان گفت طبق جدول ۵ تحلیل عاملی جهت اولویت بندی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل دارای سطح معناداری است.

٤-۵-۲- عدد ویژه

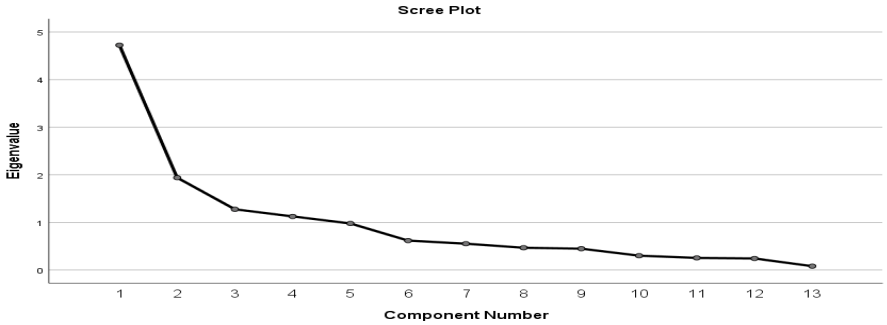
در جدول ٦ تعداد دسته های مورد نیاز با توجه به ۷۷ درصد پوشش داده های ارزیابی شده به نمایش گذاشته شده است. از آنجایی که هدف تحلیل عاملی، کم نمودن تعداد بالای متغیرهاست، با توجه به پراکندگی داده‌ها و ثبت مشاهدات ارزیابی متغیرهای مختلف، تعداد دسته‌ها یا مقادیر ویژه به طور تقریبی باید ۸۰ درصد واریانس داده‌ها را پوشش دهند، که در جدول زیر محاسبات آن به نمایش در آمده است. (در واقع برای آنکه ۱۳ اولویت داشته باشیم، متغیرها با توجه به رده بندی و اهمیتی که دارند به ۵ دسته تقسیم و اولویت‌بندی می‌شوند). شکل ۱۵، نمودار scree plot جهت تعیین تعداد دسته‌های اولویت بندی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیرموتوری در محدوده مرکزی شهر آمل را نشان می‌دهد.

جدول ۵. آزمون KMO جهت اولویت بندی در تحلیل عاملی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.۷۳۸
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۵۵۰.۷۴۳
	df	۷۸
	Sig.	.۰۰۰

جدول ٦. درصد واریانس و مقادیر ویژه متغیرهای مربوط به اولویت‌بندی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	٤.۷۲٤	۳٦.۳۳۹	۳٦.۳۳۹	٤.۷۲٤	۳٦.۳۳۹	۳٦.۳۳۹	۲.٦٦٦	۲۰.٥۱۱	۲۰.٥۱۱
۲	۱.۹٤۰	۱٤.۹۲۰	٥۱.۲٥۹	۱.۹٤۰	۱٤.۹۲۰	٥۱.۲٥۹	۲.۲۳۳	۱۷.۱۷۷	۳۷.٦۸۹
۳	۱.۲۷٥	۹.۸۰۷	٦۱.۰٦٦	۱.۲۷٥	۹.۸۰۷	٦۱.۰٦٦	۲.۲۰۸	۱٦.۹۸۳	٥٤.٦۷۲
٤	۱.۱۲٥	۸.٦٥٤	٦۹.۷۲۰	۱.۱۲٥	۸.٦٥٤	٦۹.۷۲۰	۱.۸٥٤	۱٤.۲٥۸	٦۸.۹۳۰
٥	.۹۷۷	۷.٥۱۷	۷۷.۲۳۷	.۹۷۷	۷.٥۱۷	۷۷.۲۳۷	۱.۰۸۰	۸.۳۰۷	۷۷.۲۳۷
٦	.٦۱۷	٤.۷٤۸	۸۱.۹۸٥						
۷	.٥٥۲	٤.۲٤٦	۸٦.۲۳۱						
۸	.٤٦۷	۳.٥۹۱	۸۹.۸۲۲						
۹	.٤٤۸	۳.٤٤۳	۹۳.۲٦٥						
۱۰	.۳۰۰	۲.۳۱۰	۹٥.٥۷٥						
۱۱	.۲٥٤	۱.۹٥۱	۹۷.٥۲٦						
۱۲	.۲٤۲	۱.۸٥۹	۹۹.۳۸٥						
۱۳	.۰۸۰	.٦۱٥	۱۰۰.۰۰۰						
Extraction Method: Principal Component Analysis.									



شکل ۱۵. نمودار scree plot جهت تعیین تعداد دسته‌های اولویت بندی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری

٤-٦- سهم متغیرها در عامل‌ها

جدول ۷ اثر عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل را در عامل‌ها بعد از چرخش ٦ بار تکرار ارائه می‌دهد. هر متغیر در عاملی قرار می‌گیرد که با آن عامل همبستگی بالای معنی‌داری داشته باشد.

جدول ۷. معناداری متغیرها در مقادیر ویژه جهت اولویت‌بندی عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیرموتوری در محدوده مرکزی شهر

Rotated Component Matrix[a]					
	Component				
	۱	۲	۳	٤	٥
توسعه دسترسی حمل و نقل عمومی به پیاده و دوچرخه سوار	.۹۰٥	.۱۹۱	.۰۲۱	.۲۱۰	-.۰۲۱
امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی	.۸٦۱	.۲۰۳	.۰٦۹	.۲۰۹	-.۰٥۹
امکان ایجاد و یا وجود علایم رهنمایی افقی و یا عمودی برای دوچرخه	.٦٤۷	.۳۹۲	.۳۲٤	-.۰٦۲	.۱۳٦
کاهش تداخل و برخورد جریان دوچرخه و وسائط نقلیه موتوری	.۱۹۳	.۸۸۱	-.۰۰٦	.۰۸۳	.۰۲٤
ایجاد فضاهای سبز و درخت کاری برای اقامت و استراحت موقت پیاده مدار و دوچرخه	.۱۸۸	.٦۷٦	.٤٥٦	.۱۰۳	-.۰۲۰
ایجاد پارکینگ برای دوچرخه	.۳۹۲	.٦۲۸	-.۲۱۹	.۲٤۰	.۲۲۹
تجهیز مسیرهای دوچرخه و پیاده با مبلمان شهری نظیر فضای سبز، علائم، محل نشستن	.٤٥۸	.٤٦۸	.۰۷٦	.٤٥٥	.۱٥۰
استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری	.۱۹۲	.۱٥٥	.۸۲۷	.۱۳٦	.۰۰۸
وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده روها	-.۲۲۳	.۰۸۷	.۷۹۲	.۲۱۲	-.۱۰٦
محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک	.۳٥۰	-.۲٤۲	.٦۹۲	-.۰۲۳	.۲۱۹
عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده	.۱۱۸	.۰۰٤	.۰۹۸	.۸۷۳	-.۰۲٦
عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)	.۱٦۷	.۲۳۸	.۱۸٦	.۸۰۷	.۰٥٤
کیفیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن	-.۰۰۹	.۱۰۰	.۰۲۹	.۰۳۱	.۹٥۸

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

۷-٤-مدل آماری ارایه شده

در ادامه با توجه به متغیر وابسته تعریف شده در پرسشنامه و متغیرهای تاثیرگذار بر آن به عنوان متغیرهای وابسته به مدل سازی آماری پرداخته می‌شود. در این قسمت به دلیل آنکه تحلیل عاملی انجام شده است، مهمترین متغیرها را درنظر گرفته تا مدلی مناسب‌تر ارایه شود. جدول ۸ اطلاعات کلی مدل را نشان می‌دهد. با توجه به آماره R^2 یعنی واریانس باقیمانده‌های مدل که بالای ۰,۷ می‌باشد و عدد دوربین- واتسون که ۱,۷٦ است و بین ۱,۵ تا ۲,۵ می‌باشد و همچنین سطح معناداری Sig زیر ۵ درصد، اطلاعات کلی مدل برای متغیر وابسته مناسب می‌باشد. در جدول ۹، با توجه به نسبت مدل به باقیمانده‌های مدل که برابر ۱۹,۳۵ می‌باشد و سطح معناداری متغیر وابسته، می‌توان به مدل سازی و روابط بین متغیرهای مستقل با متغیر وابسته پرداخت.

جدول ۸. بررسی اطلاعات و پارامترهای متغیر وابسته (مدل)

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
۱	.۸۴۱[a]	.۰۹۰	.۷۰۸	.۹۳۳۳	۱.۷۶۳

a. Predictors: (Constant), وضعیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن, عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده , محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک، وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده روها، عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)، استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری

b. Dependent Variable: تمایل شما به استفاده از حمل و نقل پاک و پایدار

جدول ۹. بررسی نسبت مدل به باقیمانده‌ها و سطح معناداری در جدول ANOVA

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
۱	Regression	۱۳۳.۲۲۲	۶	۱۴.۵۳۷	۱۹.۳۵۷	.۰۰۰[b]
	Residual	۲۴۵.۳۳۹	۳۸۵	.۸۷۱		
	Total	۳۷۸.۵۶۱	۳۹۱			

a. Dependent Variable: تمایل شما به استفاده از حمل و نقل پاک و پایدار

b. Predictors: (Constant), وضعیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن، عدم وجود شیب تند و توپوگرافی، یکنواخت در بسیاری از محدوده، محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک، وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده روها, عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)، استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری

جدول ۱۰ ضوابط مدل آماری متغیرهای منتخب از تحلیل عاملی را بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر امل نشان می‌دهد. با توجه به جداول فوق و مدل سازی آماری، عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل متغیرهایی نظیر عرض مناسب، امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)، عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت و استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده‌مداری دارای سطح معناداری مناسب (□□□□۰.۰۵) می باشند و در مدل تاثیر گذار هستند. با توجه به دسته بندی و مرتب سازی داده ها در جدول ۱۰، هریک از متغیرها به صورتی که عدد بزرگتری در سطر کسب کند در آن ستون معنادار می‌شود، بنابراین متغیرها از پایین به بالا در جدول فوق دسته بندی شده و از اولویت بالاتری برخوردارند. نتایج تحلیل عاملی نشان می‌دهد، که از میان ۱۳ عامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل با توجه به امکانات و محدودیت‌هایی که وجود دارد، به ترتیب عواملی

نظیر: وضعیت کف سازی پیاده‌روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن، عرض مناسب و امکان استانداردسازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)، عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت در بسیاری از محدوده، محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک، وجود شاخص‌های پیوستگی در پیاده‌روها و استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری (جهت سرویس دهی هوشمند) بیشترین تاثیر را دارند.

جدول ۱۰. مدل‌سازی و بررسی متغیرهای معنادار در ارتباط با عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل غیرموتوری در محدوده مرکزی شهر

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
۱	(Constant)	۴.۰۲۰	.۲۳۳		۱۷.۲۷۸	.۰۰۰
	استفاده از خدمات موبایل برای دوچرخه سواران و پیاده مداری	-.۱۸۱	.۰۴۵	-.۲۷۵	-۳.۹۸۶	.۰۰۰
	عرض مناسب و امکان استاندارد سازی مسیر دوچرخه (یا پیاده رو)	.۰۵۷	.۰۵۵	.۰۶۶	۱.۰۴۰	.۰۲۹
	وجود شاخص های پیوستگی در پیاده روها	-.۰۱۵	.۰۴۷	-.۰۱۹	-.۳۱۳	.۴۱۴
	محدودیت عبور و مرور در ساعات اوج ترافیک	-.۰۴۰	.۰۴۱	-.۰۵۶	-.۹۹۴	.۳۲۱
	عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت	.۰۲۳	.۰۴۰	.۰۰۴	.۰۶۷	.۰۴۶
	وضعیت کف سازی پیاده روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن	-.۰۴۳	.۰۳۶	-.۰۵۹	-۱.۲۰۵	.۵۲۹
a. Dependent Variable: تمایل شما به استفاده از حمل و نقل پاک و پایدار						

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، عوامل موثر بر توسعه سیستم حمل و نقل غیر موتوری در محدوده مرکزی شهر آمل با در نظرگیری مشکلات و نقاط قوت هریک از این عوامل توسعه دهنده به عنوان یک راهبرد برای استراتژی‌های کلان حمل و نقل پایدار بررسی شد. نتایج ارزیابی‌ها و تحلیل بر روی ۱۳ متغیر در شهر آمل صورت پذیرفت. اهم نتایج حاصل از این تحقیق را می‌توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

اولویت بندی عوامل بر اساس ارزیابی و امکان‌سنجی نمونه جامعه آماری در شهر آمل با استفاده از روش‌های آماری بر روی اطلاعات جمع‌آوری شده پرسشنامه‌ای، نشان داد که ارایه خدمات و توسعه تسهیلات پیاده مداری و دوچرخه بویژه پیوستگی مسیرهای آنها، می‌تواند باعث افزایش استفاده از حمل و نقل پایدار و غیر موتوری در محدوده‌های مرکزی شهر با جابجایی‌های کوتاه شود.با توجه به جمع آوری اطلاعات از جامعه آماری و بررسی نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها، مدل توسعه حمل و نقل پایدار و روابط بین عوامل موثر در محدوده مرکزی و فعالیتی شهری ارایه شد. نتایج حاصل از مدل مذکور نشان می‌دهد که افراد در صورت توسعه عوامل پیوستگی مسیر (نظیر وضعیت کف‌سازی پیاده‌روهای خیابان و یکنواختی در همواری آن، عرض مناسب و امکان استانداردسازی مسیر دوچرخه و عدم وجود شیب تند و توپوگرافی یکنواخت) امکان و تمایل بیشتری به پیاده روی در محدوده فعالیتی- مرکزی شهر به منظور دسترسی خود به خدمات را خواهند داشت.

به طور خاص از مهمترین امکانات و تسهیلات برای عابرین پیاده، فراهم نمودن ایمنی و عوامل موثر بر پیوستگی مسیرهای عابر پیاده در محدوده مرکزی شهر آمل شناسایی شد.

مهمترین دلیل برای استفاده از دوچرخه در محدوده مرکزی شهر آمل، وجود عرض و شیب مناسب و فضای کافی برای تردد ایمن دوچرخه سواران مطرح شد. هوشمندسازی با استفاده از خدمات موبایل و همراه، می‌تواند به سرویس‌دهی هر چه بیشتر عوامل و ناوگان حمل و نقل پایدار در محدوده مرکزی شهر آمل کمک نماید.

٦-مراجع

-Abutalebi Esfahani, Mohsen, Haghshenas, Hossein, & Mohammad Hosseini, Mozhdeh. (1400). Evaluating the impact of intra-city freight transportation on sustainable transportation indicators (Case study: Ahvaz city). *Quarterly Journal of Transportation Engineering,* 12(3), 715-735.
doi: 10.22119/jte.2021.77440

-AmouzadehOmrani, M., Hadizadeh, E., & Hajimirzajan, A. (2024). Investigating the causes and factors of railway accidents caused by the escape of a train carrying dangerous goods and its role in the Khayyam station accident. Road, 32(118), 75-90.

-Amouzadeh Omrani, M., Tahmoursi, G., & Ghazanfari Tehran, A. (2023). Analysis and Comparison of Critical Pedestrian Crossing Time at Intersections Adjacent to Holy Places and other Places. *Quarterly Journal of Transportation Engineering,* 14(3), 2751-2773.

-Arunabha Banerjee, Akhilesh Kumar Maurya, Gregor Lämmel (2018). A review of pedestrian flow characteristics and level of service over different pedestrian facilities, *collective-dynamics Journal.* Vol 3 (2018)

-Christian. Holz, Rau Joachim. Scheiner, (2019), Land-use and transport planning – A field of complex cause-impact relationships. *Thoughts on Transport Growth, Greenhouse Gas Emissions and The Built Environment, Transport Policy,* Vol. 74, February, 127-137.

-Curl Angela, Phil, (2018). Neighbourhood perceptions and older adults' wellbeing: Does walking explain the relationship in deprived urban communities? *Transportation Research Part A: Policy and Practice, Available online 7 Dec.*

-Dill, Jennifer (2004). Measuring Network Connectivity for Bicycling and Walking. *TRB 2004 Annual Meeting.*

-Fallah Zavareh, Mohsen, & Mehdizadeh, Milad. (2020). An analysis of policy orientations in the development of sustainable transportation infrastructure: Using structural equation modeling (SEM). *Journal of Transportation Engineering,* 11(3), 637-648.
doi: 10.22119/jte.2020.82943

-Ghiem, Son, Disna Sajeewani, Katrina Henderson, Clifford Afoakwah, Joshua Byrnes, Wendy Moyle, and Paul Scuffham (2020). Development of frailty measurement tools using administrative health data: a systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 89, 104102.

-Haqi, Mohammad Reza: Izadi, Mohammad Saeed: Molavi, Ebrahim, (2015). Evaluation and Comparison of Two Pedestrianization and Pedestrian-Oriented Policies in Urban Centers.

-Hassanzadeh, M. Soltanzadeh, H. Tabibiyan, M. (2015). The Impact of Urban Transportation Technology on Form and Activity in Dense Historical Contexts with an Emphasis on Pedestrianization. *Iranian Journal of Anthropological Research,* Vol. 5- Issue 2, 117-137.

-Helbing, D., (2013). A Fluid-Dynamic Model for The Movement of Pedestrians. *Complex Systems* 6, 391-415.

-Ignacio Oliva, Patricia Galilea & Ricardo Hurtubia. (2018). Identifying cycling-inducing neighborhoods: A latent class approach. *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 12, Issue 10, 701-713.

-Nasiri, Habibollah and Sajid, Yousef, (2004). Modeling the behavior of pedestrians when crossing the street.

-Rafiian, Mojtaba, Pourjafar, Mohammad Reza, Taghvaei, Ali Akbar, Sadeghi, Ali Reza. (2013). Presenting the urban design process of local communities with an emphasis on the "transportation-oriented development" approach. *Quarterly Journal of Urban Studies,* 2(6), 59-74.

-Soumyadip. Dasa, Deotima. Mukherjeeb, Pritam. Sahac, Sudip. Kumar Roy, (2018). Pedestrian Flow Characteristics at Signalized Intersections in Mixed Traffic Situations: A Case Study in Kolkata, India", The 9th *International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies,* (ANT 2018). Transit Oriented Development' Island Press.

-Taheri, Hadi, Sabouri-Gerdeh, Fatemeh and Rafi-Akrami, Amin, (2019). Identifying solutions to achieve sustainable urban transportation with a focus on urban policy and planning, *Second Conference on Environment, Civil Engineering, Architecture and Urban Development*.

-Zarrabi. Asghar, Ranjbarnia. Behzad, Alizadeh. Jaber, (2018). An analysis of CBD land use in Iranian metropolises using geographic information system (GIS), case study: Tabriz city area eight, *Scientific Research Journal of Spatial Planning, Fall issue,* No. 2, 81-104.

The Impact of Non-Motorized Transportation Development on the Sustainable Development of the Central Business District of Cities (Case Study: Amol City)

Mohsen Amouzadeh Omrani, Department of Civil Engineering, Sava.C., Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

Rezvan Babagoli, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Science and Technology of Mazandaran, Behshahr, Iran.

Mehraveh Hasirchaian, Ph.D., School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

Nima Zare, M.Sc., Grad., Department of Civil Engineering, Amol University, Amol, Iran.

E-mail: Mo.Omrani@iau.ac.ir

Received: April 2025- Accepted: November 2025

ABSTRACT

In addition to creating environmental problems, increasing urban management costs and increasing the consumption of fossil fuels, motor transportation will also have a negative impact on the quality of life of citizens. With the exception of walking, non-motorized transportation uses non-motorized vehicles such as bicycles, skateboards, push scooters, wheelchairs, and so on. The main purpose of this study is to investigate the factors and facilities related to the development of non-motorized transport on the sustainable development of the city center so that short trips in the city center using pedestrian and cycling and facilities in the field of congestion reduced traffic. The research method was descriptive-statistical using statistical analysis. The results of factor analysis show that among the 13 selected factors affecting the development of non-motorized transport in the central area of Amol due to the facilities and limitations There are, the most effective of them can be named as follows: the condition of the pavement of the street sidewalks and uniformity in its smoothness, appropriate width and the possibility of standardizing the bike path and the absence of steep slopes and uniform topography, etc. Also, among these (six variables with higher priority), the appropriate width and the possibility of standardizing the bike path, the absence of steep slopes and uniform topography and the use of mobile services for cyclists and pedestrians have a significant significance level below 5% and in non-motorized transport development models in the central part of Amol city are effective.

Keywords: Non-Motorized Transport, Sustainable Development, Modeling, CBD