نشریه علمی پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)
مقاله پژوهشی/ سال بیست و چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۳، صص: ۹۷-۱۲۲

تحلیل اثر مورفولوژی شهری بر تقاضای حمل‌ونقل شهری با تأکید بر شکل شبکه معابر شهری (مطالعهٔ موردی شهر اصفهان)

زهرا پوراحمد[۱]
بابک صفاری[۲]
شکوفه فرهمند[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۶

چکیده

در سال‌های اخیر رشد روزافزون جمعیت و افزایش استفاده از حمل‌ونقل شخصی و سفرهای روزانه، مشکلات فراوانی در حوزهٔ جابه‌جایی ازجمله مصرف بالای سوخت، آلودگی هوا، سر و صدا، تراکم بالای خیابان‌ها، کاهش فعالیت بدنی و غیره به‌وجود آورده است. در بسیاری از کلانشهرها طی دهه‌های گذشته افزایش ناگهانی وسایل نقلیه موتوری موجب ترافیک‌های سنگین خیابانی در سفرهای درون‌شهری شده است و علت اصلی آن را می‌توان ضعف روابط بین مورفولوژی شهری و حمل‌ونقل، به عبارت دیگر شکل‌های شهری پیاده‌گریز و تشویق‌کننده سفرهای موتوری دانست. از آنجایی که مورفولوژی شهری اثر قابل توجهی بر حمل‌ونقل شهری دارد، نحوهٔ ایجاد رابطه‌ای قوی بین مورفولوژی شهری و حالت‌های سفر علاقه‌های بسیاری را به خود جلب کرده است، با در نظر گرفتن این ضرورت، در پژوهش حاضر اثر مورفولوژی شهری بر تقاضای حمل‌ونقل شهری در شهر اصفهان ارائه خواهد شد. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Eviews و مدل رگرسیون خطی چندمتغیره و روش حداقل مربعات وزنی، اثر متغیرهای مورفولوژی شهری، بر متغیر تقاضای سفر شهری بررسی شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که هرچه در نواحی میانگین عرض معابر افزایش می‌یابد، ساکنان نواحی کمتر از حمل‌ونقل عمومی و بیشتر از حمل‌ونقل شخصی جهت سفرهای روزانه خود استفاده خواهند کرد. همچنین یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش شاخص اتصال سفرهای حمل‌ونقل شخصی افزایش می‌یابد و با افزایش تراکم کلی مسکونی و کاهش پراکندگی، ساکنان نواحی ترجیح می‌دهند از وسایل نقلیه عمومی استفاده کنند.

واژگان کلیدی: حالت‌های سفر، شبکه معابر، شهر اصفهان، مورفولوژی شهری
طبقه‌بندی JEL : R41، O18، R14، L91

۱. کارشناس ارشد اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
z.pourahmad@ase.ui.ac.ir
۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسندهٔ مسئول)
b_saffari@ase.ui.ac.ir
۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکدهٔ علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
sh.farahmand@ase.ui.ac.ir

۱. مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت و توسعهٔ بی‌رویه شهرها، تقاضای سفر درون شهری ابعاد گسترده‌تری به خود گرفته است. اتومبیل شخصی به دلایل زیادی مانند انعطاف‌پذیری در استفاده، سهولت دسترسی و امکان سفر پیوسته، به‌عنوان مهم‌ترین و مطلوب‌ترین وسیله نقلیه به شمار می‌رود. همچنین عدم دسترسی مطلوب به سیستم حمل‌ونقل عمومی، گسترش بی‌رویهٔ شهرها و پایین بودن منبع مالیات سالیانه مالکیت خودرو، سهم عمده‌ای در افزایش مطلوبیت خودرو در ایران داشته است. از این‌رو توجه به حمل‌ونقل، به‌خصوص حمل‌ونقل عمومی، به‌عنوان یک ضرورت زندگی محسوب می‌شود و از اقدامات لازم برای ارتقای سطح کیفی زندگی در مناطق شهری به شمار می‌رود و توجه به آن، به میزان قابل توجهی، بسیاری از مشکلات را کاهش می‌دهد. بنابراین جذب ساکنین شهری به استفاده از حمل‌ونقل عمومی، به آگاهی از رفتار، نگرش‌ها و تمایلات مسافران نسبت به حمل‌ونقل عمومی بستگی دارد(یارمحمدیان، صفاری و مرادی، ۱۳۹۹). اما نکته حایز اهمیت این است که یک فرد برای تصمیم‌گیری جهت سفرهای درون‌شهری خود چه گزینه‌هایی را پیش‌رو دارد؟ افراد در بین گزینه‌های پیش‌روی خود چگونه انتخاب می‌کنند؟ اینکه چه عواملی بر تصمیم افراد اثرگذار هستند باید بررسی شود. در حالی‌که اقدامات حمل‌ونقل، محدودیت‌هایی در استفاده از حمل‌ونقل شخصی و بهبود حمل‌ونقل عمومی ایجاد می‌کند، این آگاهی در مورد بعضی از مشکلات حمل‌ونقل، قابلیت اینکه با سیاست‌های غیر حمل‌ونقل به‌طور کارآمدی حل شوند، افزایش می‌یابد (بابالیک-ساتکلیف[1]، ۲۰۱۳). مورفولوژی شهری یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین عواملی است که بر تقاضای حمل‌ونقل شهری اثرگذار است. کیفیت کاربری زمین (تراکم واحدهای مسکونی یا پراکندگی آن‌ها) اساس مهم مورفولوژی شهری را تشکیل می‌دهد. در شکل‌گیری مورفولوژی شهری، عوامل طبیعی و انسانی نقش زیادی دارند که از میان عوامل انسانی، شبکه معابر یکی از مهم‌ترین عوامل در ساخت استخوان‌بندی و مورفولوژیک یک شهر است (شاه‌علی و سنایی، ۱۳۸۹). شبکه اصلی رفت‌وآمد به‌خصوص آن دسته از شبکه‌ها که دارای کارکرد بسیار توانمند درون شهری هستند ازجمله عناصر کلیدی و اصلی ساختار شهر و شکل‌گیری کاربری‌ها و شیوه آن‌ها به شمار می‌آیند. اگرچه شبکه حمل‌ونقل شهری تنها عامل تعیین‌کننده در گزینش ساختار شهر نیست اما مهم‌ترین شناسه ساختار شهر را باید شکل انتخاب شده برای شبکه حمل‌ونقل آن دانست. شکل‌گیری بافت شهر به طور مستقیم به شبکه ارتباطی آن بستگی دارد به گونه‌ای که نوع هریک از این بافت‌ها نیز تأثیرپذیر از شکل‌گیری خیابان‌ها در درون شهر است (غلامی، حسینی، شاطریان، محمدی و دهقان، ۱۳۹۸). سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل شهری در ارزیابی و طراحی ساختار شبکه معابر شهری معمولاً به معیارهایی مانند زمان

1. Babalik-Sutcliffe

سفر، سرعت شبکه و تقاضای وسایل نقلیه شخصی و عمومی توجه می‌کنند، در حالی‌که معیارهای هندسی و توپولوژی که تأثیر بسزایی در کارایی شبکه داشته و از ملزومات توسعه پایدار هستند را نادیده می‌گیرند. این امر می‌تواند موجب بروز شلوغی و مشکلاتی در سال‌های بعد از طراحی شود (نیری، بابازاده و غلامی شه‌بندی، ۱۴۰۰). همچنین در طراحی شبکه‌های معابر جدید شهری و اصلاح شبکه‌های موجود متأسفانه معیارهای حمل‌ونقلی و ترافیکی در نظر گرفته نمی‌شوند، بلکه بیشتر جنبه‌های شهرسازی آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، بررسی رابطه بین شبکه معابر شهری و تقاضای حمل‌ونقل شهری به‌خصوص حمل‌ونقل عمومی در خیابان‌های اصلی شهر می‌تواند در طراحی شبکه‌های معابر جدید شهری و اصلاح شبکه‌های موجود استفاده کرد و برای توسعه و افزایش تقاضای حمل‌ونقل عمومی و مدیریت ترافیک، آن را به‌کار گرفت. همچنین اطلاعات مفیدی را به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران شهری خواهد داد تا در راستای آثار خارجی منفی ناشی از حمل‌ونقل درون‌شهری (به ویژه به وسیله حمل‌ونقل شخصی) اقدام به اعمال سیاست‌های مناسب نمایند.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ویژگی‌های مورفولوژی شهری بر تقاضای حمل‌ونقل شهری است. در این پژوهش سعی شده است که ویژگی‌های مورفولوژی شهری ازجمله تراکم کلی مسکونی، شاخص اتصال، میانگین عرض معابر به کمک ویژگی‌های جمعیتی، ازجمله تراکم جمعیت، جمعیت زنان، کل جمعیت شاغل، جمعیت زنان شاغل و ... بر تقاضای حمل‌ونقل شهری که شامل چهار معیار تولید سفرهای عمومی، تولید سفرهای شخصی، جذب سفرهای عمومی و جذب سفرهای شخصی در نظر گرفته شده است، برای ۱۸۶ ناحیه ترافیکی شهر اصفهان بررسی شود.

۲. پیشینهٔ پژوهش

در دهه‌های گذشته و با توجه به درک ضرورت حمل‌ونقل و ارتباط آن با متغیرهای مورفولوژی شهری، مطالعاتی در این زمینه در سطح جهانی و ایران انجام شده است که بیان تمامی این تحقیقات در این بخش نمی‌گنجد. به همین دلیل سعی شده است به‌طور مختصر به مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط اشاره شود.

جدول۱: پیشینه داخلی و خارجی پژوهش

پژوهشگر	سال	هدف پژوهش	نتایج پژوهش
حسین‌پور و مینایی	۱۳۹۹	بررسی مهم‌ترین عوامل و شاخص‌های مؤثر بر حمل‌ونقل	هنگامی که در یک منطقه، کاربری زمین عمدتاً مسکونی باشد و فعالیت‌های خدماتی، برتری نسبی در مقایسه با دیگر فعالیت‌های اقتصادی داشته باشند و همچنین سطح دسترسی بهبود یابد، میزان استفاده از حمل‌ونقل عمومی افزایش می‌یابد.
مختاری	۱۳۹۸	بررسی اثر اختلاط کاربری و تراکم مسکونی بر انتخاب وسیله نقلیه سفر	پایین بودن تراکم کاربری و تعداد تراکم خیابان‌ها در بلندمدت موجب رشد پراکنده در سطح شهر و در نتیجه استفاده از خودروی شخصی افزایش می‌یابد.
رضائیان	۱۳۹۷	بررسی اثر محیط ساخته‌شده بر الگوی رفتاری سفر	افزایش تراکم جمعیت، کاهش متوسط مساحت و کاهش فاصله از مرکز شهر، استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی بیشترخواهد شد. با افزایش سن و تحصیلات، استفاده از حمل و نقل شخصی بیشتر می‌شود.
شاداب‌مهر و همکاران	۱۳۹۶	بررسی نقش تعریض معابر در طراحی سیستم‌های کلان حمل‌ونقل همگانی	تعریض معابر بافت مرکزی شهر مشهد بر مبنای طرح تفصیلی، نقش مؤثر و مهمی در بهبود مسیر خطوط اصلی حمل‌ونقل همگانی و افزایش کارایی آنها دارد.
مینژین و همکاران[1]	۲۰۲۱	بررسی اثر توپولوژی شبکه معابر بر توسعه حمل‌ونقل عمومی	شبکه جاده‌ای شبکه‌ای، از اتصال، دسترسی و انعطاف‌پذیری بهتری برخوردار است و این باعث توسعه خودروهای شخصی می‌شود. اما شبکه شعاعی دسترسی کمتری را برای سفر دارند و خودروهای شخصی ممکن است هزینه بیشتری نسبت به اتوبوس‌ها داشته باشند و از این‌رو حمل‌ونقل عمومی ترجیح داده می‌شود.
اکیکی و همکاران[2]	۲۰۲۱	بررسی اثر ساختار کاربری زمین را بر حمل‌ونقل درون شهری	یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که حمل‌ونقل درون شهری به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر ساختار کاربری زمین، مورفولوژی شهر، ویژگی‌های محله از نظر جمعیت و تراکم مسکونی شهر است.
کاکار و پراساد[3]	۲۰۲۰	بررسی اثر پراکندگی شهری و تراکم شهری بر تقاضای سفر	با افزایش پراکندگی شهری تعداد متقاضیان حمل‌ونقل عمومی کاهش می‌یابد علاقه بیشتری به استفاده از حمل‌ونقل شخصی دارند. اما در مناطق متراکم بیشتر از حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌شود.
وانگ و همگاران[4]	۲۰۲۰	بررسی اثرات تراکم شبکه جاده‌ای بر سفر وسایل نقلیه موتوری	میانگین سفر در شهرهای مختلف با مساحت مشابه، با افزایش تراکم شبکه معابر، افزایش قابل‌توجهی نخواهد داشت. همچنین افزایش تراکم شبکه معابر، به‌طور کلی مسافت سفر را کوتاه می‌کند.
لی و همکاران[5]	۲۰۱۶	بررسی اثر ویژگی‌های فردی، فرم شهری و شخصیت شهری بر انتخاب خودرو	افزایش تراکم و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی بر کاهش استفاده از خودرو اثرگذارند. همچنین افزایش تراکم شغلی منجربه استفاده بیشتر از خودرو شخصی می‌شود.

1. Minzhin, et al. (2021)
2. Okeke, et al. (2021)
3. Kakar, & Prasad (2020)
4. Wang, et al. (2020)
5. Lee, et al. (2016)

با مقایسه پیشینه و مسئله پژوهش حاضر، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اغلب مطالعات گذشته اثر متغیرهای مورفولوژی شهری شامل کاربری زمین، پراکندگی و تراکم را بر رفتار سفر و حجم تراکم ترافیک بررسی کرده‌اند. همچنین برخی از مطالعات موجود رابطه بین شبکه معابر شهری و حمل‌ونقل شهری را فقط از منظر تراکم شبکه معابر تحلیل می‌کنند. در پژوهش حاضر سعی شده است اثر شکل شبکه معابر شهری بر تقاضای حمل‌ونقل شهری به روش رگرسیون چند متغیره در شهر اصفهان مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین پژوهش‌های انجام شده از منظر محتوا با این پژوهش تفاوت داشته و اغلب به‌صورت جزئی و حاشیه‌ای به این موضوع پرداخته شده است.

۳. مبانی نظری

۳ – ۱. مورفولوژی شهری

اواخر قرن نوزدهم میلادی را می‌توان آغاز شکل‌گیری مورفولوژی شهری به‌صورت دانشی سازمان‌یافته دانست. باتوجه به عوامل مختلفی که در شکل‌گیری یک شهر دخیل‌اند، بسیار طبیعی به‌نظر می‌رسد که این حوزه در جهان امروز به‌عنوان دانشی بین رشته‌ای شناخته شود (پورمحمدی، صدر موسوی و جمالی، ۱۳۹۰). مورفولوژی شهری به معنای بررسی و مطالعه شکل‌های شهری و عوامل و فرآیندهای مسئول در تغییر و تحول آن‌ها است و شکل شهر به عناصر کالبدی اصلی از جمله مهم‌ترین آن‌ها بافت‌های شهری، خیابان‌ها، میدان‌ها، قطعات شهری و ساختمان‌ها اشاره دارد؛ که شکل و ساختار شهر را تشکیل‌می‌دهند (اولیویرا[1]، ۲۰۱۶: ۲). مورفولوژی شهری برای مدیریت شهری، طراحی و برنامه‌ریزی، حفاظ و بازآفرینی شهری و همچنین سیاست‌گذاری شهری و به‌طور کلی برای کمک به پایداری اقتصادی - اجتماعی و زیست‌محیطی مفید است. در ادبیات مورفولوژی شهری، چهار رویکرد متمایز برای مطالعه فرم شهری وجود دارد که هریک از آن‌ها ریشه در سنت‌های مختلف علمی دارند و مجموعه‌ای از ایده‌ها و ابزارهای تحلیلی متفاوتی را در خود دارند. آن‌ها عبارتند از رویکرد فرآیندی - گونه‌شناختی، رویکرد تاریخی - جغرافیایی، رویکرد تحلیلی فضایی، و رویکرد پیکربندی (چن[2]، ۲۰۱۴). هر شهر حمل‌ونقل عمومی دارای مورفولوژی شهری متفاوتی با نقاط ضعف و قوت برای طراحان، برنامه‌ریزان و توسعه‌دهندگان شهری است، به‌ویژه زمانی که نیاز به معرفی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی جدید در مناطق شهری تحت سلطه خودروهای شخصی وجود دارد. نمونه‌های زیادی از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی یکپارچه وجود دارد که شکل شهری را شکل داده است (استویانوسکی[3]،۲۰۱۳). همچنین اختراع اتومبیل و به دنبال آن گسترش استفاده از وسیله نقلیه شخصی در قالب سیستم فوردیسم[4] موجب شد تا درکشوری همچون ایالات متحده آمریکا به‌کارگیری وسایل نقلیه شخصی منجر به ساخت معابر و خیابان‌های جدید برای اتصال به مناطق دورتر از شهرها

1. Oliveria (2016)
2. Chen (2014)
3. Stojanovski (2013)
4. Fordism

شد که مورفولوژی خاص و جدیدی از شهرها را شکل داد .ایجاد شهرهای گسترده در آمریکا که امروزه شاهد آن هستیم که مورفولوژی این شهرها را شکل داده است نتیجه به‌کارگیری وسایل نقلیه شخصی و سیستم فوردیسم است. با رواج سیستم فوردیسم در آمریکا که هدف اساسی آن استفاده از خودروهای شخصی برای مسافرت‌های روزانه بود، رفته رفته حومه‌نشینی به‌عنوان مکتبی جدید در برنامه‌ریزی شهری مطرح شد و با ایجاد انواع مختلف حومه‌ها شکل جدیدی از مورفولوژی شهرها را رقم زد (شاه‌علی و سنایی، ۱۳۸۹).

۳ – ۲. تقاضای سفر

حمل‌ونقل برای فعالیت‌های اقتصادی و زندگی روزمره ساکنان حیاتی است، زیرا جابه‌جایی کالا و مردم را تسهیل می‌کند و درنتیجه باعث رونق اقتصادی می‌شود. یکی از موضوعات مهم در حوزه حمل‌ونقل، تحلیل و پیش‌بینی تقاضای سفر است (الخرابشه و همکاران[1]، ۲۰۲۱). تقاضای سفر به میزان و نوع سفر افراد گفته می‌شود که تحت شرایط خاصی انتخاب می‌کنند. بنابراین، عوامل برآورد، ازجمله کیفیت گزینه‌های حمل‌ونقل قابل دسترسی و قیمت‌های آن از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. همچنین مفهوم تقاضا برای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل بسیار مهم است (سیف‌الدینی و شورچه،۱۳۹۳:۲۶). تقاضای سفر به سه زیربخش تقسیم شده است: ۱. تقاضای سفر با حمل‌ونقل شخصی، ۲. تقاضای سفر با حمل‌ونقل عمومی و ۳. تقاضای سفر با حمل‌ونقل ریلی (مترو). در ابتدا جمعیت اثرگذار بر روی تقاضای سفر مایل به سفر با ماشین‌های شخصی هستند که براساس شکل‌گیری جذابیت، تقاضا به سمت تقاضای سفر با مترو و اتوبوس جریان پیدا می‌کند. متغیرهایی مانند سرمایه‌گذاری، زمان سفر، مطلوبیت اقتصادی و غیره در جذابیت حمل‌ونقل اثر می‌گذارد (نوروزیان ملکی، ایزدبخش و غنبر تهرانی، ۱۳۹۸). اولین و یکی از مؤثرترین راه‌های دستیابی به حمل‌ونقل پایدار، مدیریت تقاضای سفر و کاهش سفرهای غیرضروری بوده و استفاده مؤثر و کارآمد از فناوری اطلاعات می‌تواند یکی از راه‌های کاهش سفرهای شهری باشد. مدیریت تقاضای حمل‌ونقل به روش‌های کارآمدسازی ظرفیت راه‌ها از طریق کاهش تقاضای وسیله نقلیه اشاره دارد. رویکرد بررسی تقاضای حمل‌ونقل در یک ناحیهٔ شهری توضیح می‌دهد که مقدار کل سفر تقاضا شده در یک ناحیهٔ شهری و یک دوره به چه صورت بوده است. مدل‌های تقاضای سفر توسط اقتصاددانان حمل‌ونقل ارائه شده‌اند و شامل مدل‌های مربوط به تولید و توزیع سفر، مدل دوبخشی، انتخاب مسیر و ارزش زمان می‌باشد. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان تقاضای سفر را محاسبه کرد (اکبری،۱۳۹۶:۲۸۳).

۳ – ۳. شبکه معابر

معابر شهر به‌عنوان زیرساخت موردنیاز هرگونه تحرک و محل تردد دستگاه‌های مختلف حمل‌ونقل شهری، نقش مهمی در اهداف توسعه پایدار شهری دارند .اهمیت معابر به‌عنوان یک فضای شهری به

1. Alkharabsheh, et al. (2021)

دلایل زیر می‌باشد: ۱. طراحی شهری به‌عنوان هنر ارتباطات است؛ ۲. معبر به‌عنوان مهم‌ترین عنصر ارتباطی شهری محسوب می‌شود؛ ۳. معابر به‌عنوان مفصل بین فضاهای شهری، ارتباط برقرار می‌سازد؛ ۴. معابر سطح قابل‌ملاحظه ای از شهر را اشغال کرده‌اند و عنصر اصلی تشکیل‌دهنده شهر می‌باشند؛ ۵. معابر به‌عنوان نماد فرهنگی و محل تعاملات اجتماعی است (شاداب‌مهر، رهنما، شکوهی و مافی، ۱۳۹۶). هر شبکه حمل‌ونقل دارای دو خاصیت حرکت و دسترسی می‌باشد که در خلاف جهت یکدیگر عمل می‌کنند، بنابراین اکثر معابر شهری نیز دارای چندین عملکرد متفاوت می‌باشند. این عملکردهای مختلف معمولاً به‌صورت دسترسی، ترافیک محلی و ترافیک عبوری بیان می‌شود. طبقه‌بندی معابر شهری در استانداردهای مختلف معمولا به روش‌های مشابهی انجام گرفته است (سیدحسینی، ۱۳۹۰). به‌طور کلی در سلسله مراتب شبکه معابر از ۳ دسته معابر نام برده می‌شود:

۱. شریان‌های اصلی شامل آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها؛

۲. شریان‌های جمع‌کننده و پخش‌کننده (شریان‌های واسطه‌ای)؛

۳. شریان‌های محلی یا دسترسی‌ها.

فضاها و عناصر مختلف شهرها توسط شبکه راه‌ها و ارتباطات به یکدیگر متصل شده و شهروندان از طریق شبکه‌های ارتباطی به شهر تحرک و جنب و جوش می‌بخشند. بر حسب عوامل گوناگون سیستم‌های ارتباطی درون شهری الگوهای متفاوتی دارند که ازجمله آن‌ها می‌توان به الگوهای شعاعی، شطرنجی، حلقوی و ارگانیک اشاره کرد. هریک از این الگوها مورفولوژی خاصی را می‌سازند که با توجه به نقش آن‌ها می‌توان به درک این موضوع رسید (شاه‌علی و سنایی، ۱۳۸۹).

۴. روش و داده‌های پژوهش

۴ - ۱. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با رویکرد علّی توصیفی براساس داده‌ها و اطلاعات موردنیاز نواحی مورد مطالعه انجام شده است. برای رسیدن به هدف پژوهش ۱۸۶ نواحی ترافیکی شهر اصفهان بررسی شده‌اند. برای بررسی ویژگی‌های مورفولوژی شهری ازجمله میانگین عرض معابر، تراکم کلی مسکونی و شاخص اتصال (تراکم خیابان)، به‌صورت نقشه‌های جی‌آی‌اس[1] و برای ویژگی‌های جمعیتی نقشه سرشماری نفوس و مسکن شهر اصفهان از سازمان معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری اصفهان اخذ و سپس به کمک نقشه ۱۸۶ نواحی ترافیکی شهر اصفهان میزان این متغیرها برای ۱۸۶ ناحیه ترافیکی شهر اصفهان از نرم‌افزار جی‌آی‌اس محاسبه و استخراج شده‌اند. همچنین اطلاعات مربوط به تقاضای حمل‌ونقل شهری براساس تولید سفر عمومی، جذب سفر عمومی، تولید سفر شخصی و جذب سفر شخصی از ماتریس مبدأ - مقصد سال ۱۴۰۰ شهر اصفهان به‌دست آمده است. ماتریس تقاضای حمل‌ونقل شخصی تخصیص داده‌شده به شبکه معابر شخصی، بر حسب خودرو می‌باشد و شامل

1. GIS

مجموع حجم هم‌سنگ سواری[1] همهٔ وسایل نقلیه شخصی تاکسی، وانت، مینی‌بوس، موتور، اتوبوس غیرواحد و باری سنگین است. ماتریس تقاضای همگانی تخصیص داده‌شده به شبکه حمل‌ونقل بر حسب نفر می‌باشد و شامل دسترسی به خطوط حمل‌ونقل همگانی (پیاده) نیز می‌باشد. به این معنی که مسافران برای دسترسی به خطوط همگانی (اتوبوس، بی‌آرتی و مترو) قسمتی از مسیر را پیاده‌روی می‌کنند (مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان،۱۳۹۴). در پژوهش حاضر اطلاعات مربوط به ماتریس تقاضای مبدأ - مقصد در یک روز عادی کاری و در ساعت اوج ۷ تا ۸ صبح برای سال ۱۴۰۰ از معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری اصفهان اخذ و جهت ارزیابی استفاده شده است. محققان برای بررسی حمل‌ونقل و مورفولوژی شهری از مدل‌های مختلفی استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر اطلاعات مورد بررسی در ابعاد کالبدی و اجتماعی بوده‌اند و فرضیه‌ها نیز دارای پاسخی کمی و کیفی می‌باشند، بنابراین جهت رسیدن به پاسخی کامل و جامع بعد از استخراج داده‌ها از نرم‌افزار جی‌آی‌اس، از نرم‌افزار ایویوز[2] استفاده شده است. با توجه به تعداد و ماهیت متغیرهای پژوهش، تصریح الگو با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره و روش حداقل مربعات وزنی[3] انجام می‌شود. همچنین جهت رسم نقشه‌ها از نرم‌افزار جی‌آی‌اس استفاده شده است. مدل‌های رگرسیون چند متغیره را می‌توان به‌صورت کلی به شکل زیر نوشت (کامسوارا و آدلیا سوریانی[4]، ۲۰۲۱):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots \beta_m X_{mi} + \varepsilon \quad (۱)$$

۴ - ۲. معرفی مدل و متغیرهای پژوهش

برای بررسی اثر متغیرهای مورفولوژی شهری بر تقاضای حمل‌ونقل شهری با توجه به مبانی نظری و پیروی از مدل رگرسیون چندمتغیره و اینکه متغیر وابسته شامل دو معیار تولید سفر شخصی و تولید سفر عمومی در نظر گرفته شده است، الگوی‌های مدل به شرح زیر می‌باشند:

$$TSO = \beta_0 + \beta_1 FP_i + \beta_2 PD_i + \beta_3 AWR_i + \beta_4 FEP_i + \beta_5 CO_i + \beta_6 SP_i + \varepsilon \quad (۲)$$

$$TSS = \beta_0 + \beta_1 TRD_i + \beta_2 AWR_i + \beta_3 TEP_i + \beta_4 CO_i + \beta_5 AP_i + \beta_6 EP_i + \varepsilon \quad (۳)$$

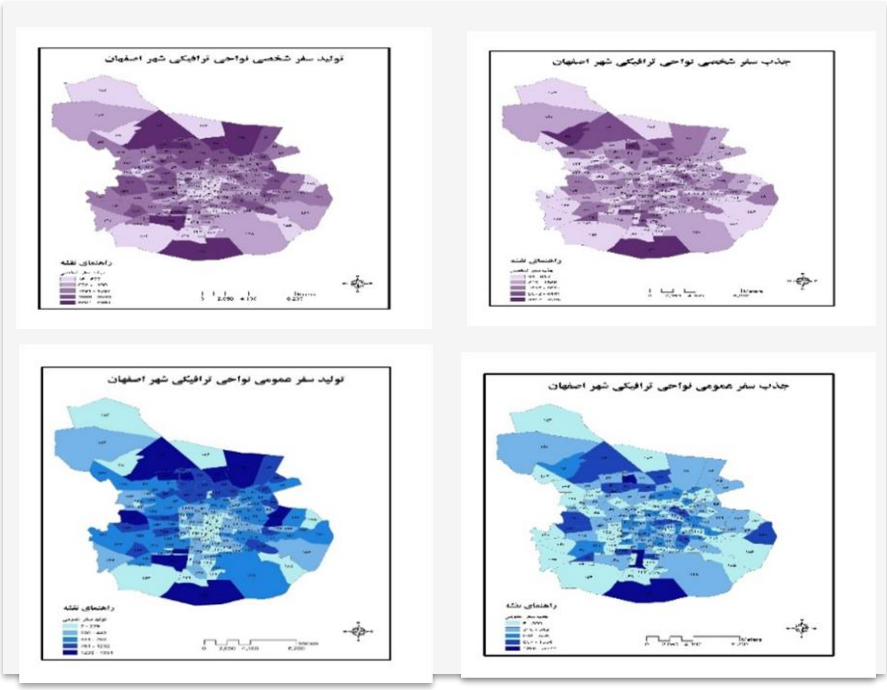
$$JSS = \beta_0 + \beta_1 AWR_i + \beta_2 KBD_i + \beta_3 KE_i + \beta_4 KT_i + \beta_5 P_i + \beta_6 KA_i + \varepsilon \quad (۴)$$

$$JSO = \beta_0 + \beta_1 AWR_i + \beta_2 P_i + \beta_3 TRD_i + \beta_4 KBD_i + \beta_5 KT_i + \beta_6 CO_i + \beta_7 KA_i + \varepsilon \quad (۵)$$

در این مدل i نشان‌دهنده نواحی ترافیکی شهر اصفهان می‌باشد. i=۱ ,...۱۸۶

1. Passenger Car Equivalent, PCE
2. Eviews
3. Weighted least squares
4. Kameswara & Adelia Suryani (2021)

(TSS، JSO، JSS، TSO): به ترتیب تولید سفر شخصی، جذب سفر عمومی، جذب سفر شخصی و تولید سفر عمومی می‌باشند. در مدل‌های حمل و نقل سفرهای ایجادشده را سفرهای تولیدشده یا جذب‌شده می‌نامند. تولید سفر فرآیندی تحلیلی است که فراهم‌کنندهٔ رابطه بین فعالیت شهری و سفر می‌باشد. تعداد سفرها به فعالیت‌های یک ناحیه یا از فعالیت‌های یک ناحیه بستگی به کاربری زمین و خصوصیات اجتماعی - اقتصادی دارد.



شکل ۱: پراکندگی تولید سفر و جذب سفرهای عمومی و شخصی نواحی شهر اصفهان

(منبع: نگارنده)

(PD): تراکم ناخالص مسکونی یا تراکم جمعیتی[1] در واحد سطح و معمولاً به صورت نفر در هکتار می‌باشد. این شاخص حاصل تقسیم جمعیت بر مساحت جغرافیایی مورد نظر می‌باشد. به‌طور معمول این شاخص را در قلمرو شهر یا مناطق درون شهری تراکم ناخالص مسکونی نیز می‌گویند (نیک‌پور، لطفی و رضازاده، ۱۳۹۷). در این پژوهش با بهره‌گیری از نرم‌افزار جی‌آی‌اس تراکم جمعیتی بلوک‌های ساختمانی موجود براساس بلوک آماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵شهر اصفهان برای ۱۸۶ ناحیه ترافیکی محاسبه شده است. انتظار بر این است که افزایش تراکم جمعیت موجب افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی شود (کاکار و پراساد، ۲۰۲۰).

1. Population Density

$$PD = \frac{\text{جمعیت ناحیه } i}{\text{مساحت ناحیه } i} \quad (۶)$$

(AWR): متغیر میانگین عرض معابر نواحی می‌باشد. تعریض معابر یکی از سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل است. برخی برنامه‌ریزان شهری تعریض معابر مرکز شهر را موجب حضور بیشتر وسایل نقلیه شخصی در مرکز شهر، آلودگی بیشتر و مخالف اصول توسعه پایدار شهری می‌دانند. اما اغلب کارشناسان حمل‌ونقل، تعریض معابر به‌صورت کنترل‌شده و محدود را موجب بهبود در ترافیک می‌دانند. بنابراین اینکه چه اثری دارد نیاز به بررسی دارد. این متغیر اثرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد، اینکه کدام اثر غالب است باید مورد بررسی قرار گیرد.

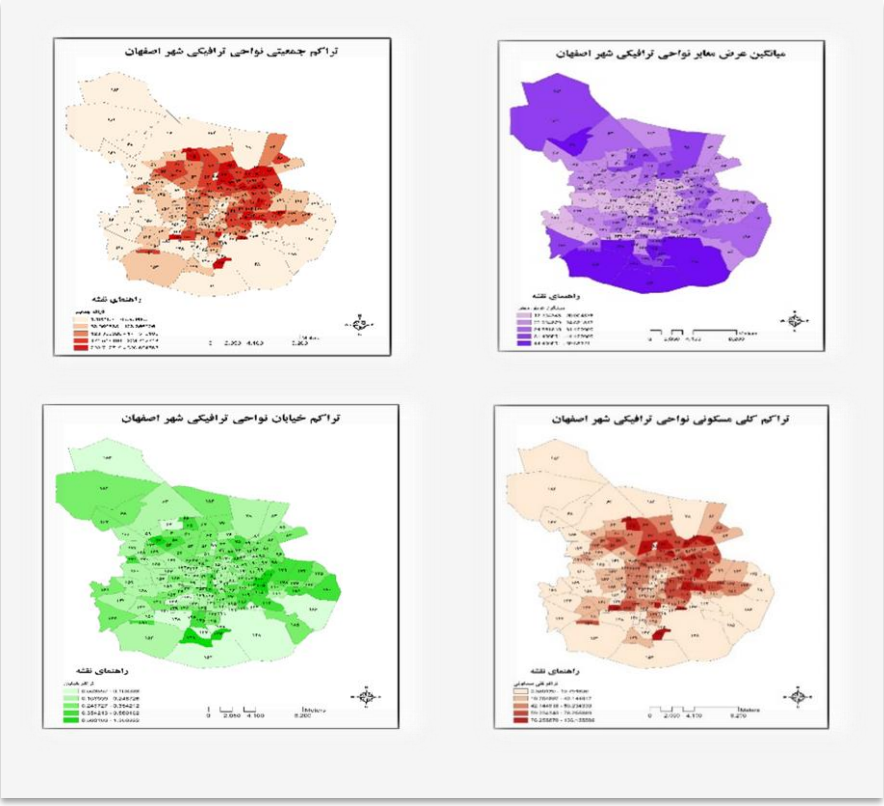
(CO): این متغیر، شاخص اتصال است. اتصالات[1] درجه ارتباط بین مسیرها و جاده‌ها و از این‌رو سفر مستقیم بین بخش‌ها را نشان می‌دهد. اتصالات می‌تواند براساس شاخص‌های مختلف، مانند تراکم بلوک، تراکم خیابان، تراکم تقاطع، تراکم جاده یا چهارراه، سهم چهارراه‌های چهار مسیر و سهم خیابان‌های بن‌بست نسبت به کل شبکه راه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد (سیف‌الدینی و شورچه، ۱۳۹۳: ۲۹۱). در این پژوهش برای محاسبه شاخص اتصال از تراکم خیابان‌ها استفاده شده است. منظور نسبت مساحت شبکه ارتباطی منطقه مورد نظر به کل مساحت منطقه مورد نظر می‌باشد. عدد بالاتر نشان‌دهنده تعداد خیابان‌های بیشتر است و با تراکم بالاتر خیابان، اتصال‌پذیری بالاتر خواهد بود و به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم خیابان و افزایش دسترسی، افزایش سفر وسیله نقلیه شخصی را خواهیم داشت (مختاری، ۱۳۹۸ و مینژین و همکاران، ۲۰۲۱).

$$CO = \frac{\text{مساحت شبکه ارتباطی ناحیه } i}{\text{کل مساحت ناحیه } i} \quad (۷)$$

(TRD): نشان‌دهنده تراکم کلی مسکونی می‌باشد. این شاخص، حاصل تقسیم تعداد واحدهای مسکونی ناحیه موردنظر بر مساحت جغرافیایی همان ناحیه (بر حسب هکتار) می‌باشد. درواقع کاربری مسکونی یکی از مهم‌ترین و عمده‌ترین کاربری‌های اراضی شهری چه به لحاظ وسعت و چه به لحاظ تراکم استفاده در شبانه روز می‌باشد. همچنین مسکن یک جز اساسی از کیفیت زندگی و توسعه پایدار می‌باشد (ابراهیم‌زاده و قاسمی قاسموند،۱۳۹۶). انتظار بر این است که با افزایش تراکم کلی مسکونی، میزان استفاده از حمل‌ونقل عمومی افزایش می‌یابد (حسین‌پور و مینایی، ۱۳۹۹).

$$TRD = \frac{\text{تعداد واحدهای مسکونی ناحیه } \boldsymbol{i}}{\text{مساحت ناحیه } \boldsymbol{i}} \quad (۸)$$

1. Connectivity



شکل۲: پراکندگی متغیرهای PD، AWR، CO و TRD نواحی ترافیکی شهر اصفهان

(منبع: نگارنده)

(FP): جمعیت زنان نواحی شهر اصفهان می‌باشد. جنس مسافر (مرد، زن) همواره به‌عنوان یک عامل مهم در برآورد سفرها همراه با سایر ویژگی‌ها مطرح است. در شهر اصفهان تغییرات سفرهای زنان در طول روز نسبتا پایدار است. در این پژوهش جمعیت زنان بر تقاضای سفر حمل‌ونقل شهری، شهر اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. انتظار می‌رود که زنان نواحی برای جابه‌جایی بیشتر از حمل‌ونقل عمومی استفاده کنند (لی و همکاران، ۲۰۱۶).

(SP): متغیر جمعیت محصل می‌باشد. سفرهای جمعیت محصل در ساعات اوج اختلاف چشمگیری با سایر گروه‌های غیر شاغل دارد و همچنین از بین جمعیت غیر شاغلین، تعداد سفر غیرشخصی بیشتری نسبت به سایر دارد. این متغیر به‌عنوان یک عامل اثرگذار بر سفرهای روزانه، اثر آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. این متغیر اثرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد، اینکه کدام اثر غالب است باید بررسی شود.

(EP): متغیر جمعیت سالمند می‌باشد. در شهر اصفهان سالمندان بالای ۶۶ سال با سهمی حدود ۲,۷ درصد از کمترین سهم در تولید سفرهای روزانه برخوردار هستند. به‌نظر می‌رسد که هر چه سن شهروندان افزایش یابد استفاده از حمل‌ونقل شخصی افزایش می‌یابد (رضائیان،۱۳۹۷).

(AP): متغیر جمعیت فعال می‌باشد. نقش سفرهای افراد ۳۱ تا ۵۰ ساله که بخش فعال جامعه می‌باشند در بسیاری از ساعات از جمله ساعات اوج بسیار چشمگیر است. این اوج‌ها اساساً ناشی از سفرهای کاری در صبح و بازگشت به منزل هنگام ظهر است. در شهر اصفهان بیشترین سهم در سفرهای روزانه را گروه فعال سنی به خود اختصاص می‌دهد. این گروه سهمی برابر ۴۶,۹ درصد از سفرهای روزانه ساکنان را داراست (مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان،۱۳۹۴). بنابراین اثر جمعیت فعال به‌عنوان یک ویژگی اجتماعی بر تقاضای سفر شهر اصفهان بررسی می‌شود. انتظار بر این است که جمعیت فعال برای جابه‌جایی بیشتر از حمل‌ونقل شخصی استفاده کنند (مطالعات جامع شهر اصفهان،۱۳۹۴).

(TEP، FEP): به ترتیب کل جمعیت شاغل و جمعیت شاغل زنان می‌باشد. گروه‌های مختلف شغلی در شهر اصفهان سفرهای روزانه متفاوتی دارند. حدود ۵۲/۳ درصد از سفرهای ساکنان شهر اصفهان را شاغلین انجام می‌دهند (مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر اصفهان، ۱۳۹۴). بنابراین جمعیت شاغل به‌عنوان یک متغیر اجتماعی مهم اثر آن بر تقاضای سفر شهر اصفهان بررسی خواهد شد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش اشتغال، افراد شاغل بیشتر از حمل‌ونقل شخصی استفاده خواهند کرد (لی و همکاران،۲۰۱۶).

(P): متغیر پارکینگ می‌باشد. یکی دیگر از عوامل اثرگذار در استفاده از حمل‌ونقل، پارکینگ‌های وسایل نقلیه شخصی و مکان آن‌ها می‌باشد. پارکینگ زیاد و راحت باعث افزایش مالکیت اتومبیل و حمل‌ونقل شخصی می‌شود. بنابراین در این پژوهش به بررسی وضعیت پارکینگ‌های موجود و اثر آن بر تقاضای سفر پرداخته شده است. این متغیر برای ۱۸۶ ناحیه ترافیکی شهر اصفهان به صورت متغیر مجازی آورده شده است که عدد یک نشان‌دهنده وجود پارکینگ و صفر نشان‌دهنده عدم وجود پارکینگ می‌باشد. انتظار بر این است که در دسترس بودن پارکینگ به طور قابل توجهی بر احتمال انتخاب خودرو تأثیر بگذارد و استفاده از حمل‌ونقل شخصی افزایش یابد (کریستینسن وهمکاران، ۲۰۱۷).

(KA): این متغیر کاربری آموزشی می‌باشد. کاربری آموزشی یکی از مهم‌ترین کاربری‌های شهری است که موجودیت مناسب آن باعث تعادل فضایی و همچنین پایداری در دیگر کاربری‌ها ازجمله کاربری مسکونی است؛ چراکه توزیع مناسب و استاندارد بودن این کاربری باعث تقلیل در صرف وقت و هزینه جابه‌جایی می‌گردد (ابراهیم‌زاده و قاسمی قاسموند،۱۳۹۶). این متغیر اثرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد، اینکه کدام اثر غالب است باید مورد بررسی قرار گیرد.

(KT): این متغیر کاربری تجاری می‌باشد. کاربری‌های تجاری ازجمله مهم‌ترین کاربری‌ها هستند که همهٔ مردم به طور دائم با آن سر و کار دارند، بنابراین مکانیابی آن باید با به حداقل رسانیدن مشکلات دسترسی همراه باشد. این کاربری مغازه، خدمات خرده‌فروشی و عمده‌فروشی و تجاری‌هایی در سطح زیرمحله، محله، ناحیه و شهر(بازار و بازارچه) را در بر می‌گیرد. به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم امکانات تجاری به منظور کاهش انتخاب استفاده از خودرو مؤثر است (لی و همکاران،۲۰۱۶).

(KE): این متغیر کاربری اداری می‌باشد. از آنجا که کاربری‌هـای اداری – دولتـی مورد مراجعه روزانه بسیاری از شهروندان قرار می‌گیرد، اهمیت زیادی دارد و مشکلات ترافیکی بسیاری را ایجاد مـی‌کنـد. این کاربری شامل بانک‌ها، موسسات، شهرداری‌ها، دانشگاه و ... می‌باشد (خمر و راهدار، ۱۳۹۹). این متغیر اثرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد، اینکه کدام اثر غالب است باید مورد بررسی قرار گیرد.

(KBD): این متغیر کاربری بهداشتی - درمانی می‌باشد. یکی از اصلی‌ترین کاربری‌های شهری است که دسترسی بهینه به آن یکی از الزامات ضروری در راستای پاسخ‌گویی به نیازهای شهروندان است. کاربری بهداشتی - درمانی شامل داروخانه‌ها، درمانگاه‌ها، بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌های تشخیص پزشکی، مجتمع‌های پزشکی و ... می‌باشد (شجاعیان و رحیم‌پور، ۱۳۹۷). این متغیر اثرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد، اینکه کدام اثر غالب است باید مورد بررسی قرار گیرد.

۵. نتایج

۵ - ۱. برآورد مدل و یافته‌ها

از آنجایی که برای متغیر وابسته (تقاضای حمل‌ونقل شهری) چهار معیار تولید سفر شخصی، جذب سفر شخصی، تولید سفر عمومی و جذب سفر عمومی در نظر گرفته شده است باید چهار مدل رگرسیون تخمین زده شود. همچنین با توجه به اینکه در پژوهش حاضر از داده‌های مقطعی استفاده می‌شود، فرض‌های عدم ناهمسانی واریانس و نبود همخطی بررسی شده است.

جدول ۲: نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در مدل TSS

متغیر وابسته:TSS				
تعداد مشاهدات:۱۸۶				
روش: حداقل مربعات وزنی				
متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره**t**	p-value
C	-۵۶۸,۷۸۷۷	۱۲۱,۲۲۰۹	-۴,۶۹۲۱۵۷	۰,۰۰۰۰
TRD (تراکم کلی مسکونی)	-۱۸,۰۵۵۶۶	۹,۷۱۷۵۲۱	-۱,۸۵۸۰۵۲	۰,۰۶۴۸
AWR (میانگین عرض معابر)	۲۷,۵۸۳۲۸	۳,۱۰۶۶۹۸	۸,۸۷۸۶۴۸	۰,۰۰۰۰
TEP (جمعیت کل شاغل)	۱,۳۵۰۵۱۸	۰,۰۷۸۲۴۳	۱۷,۲۶۰۵۳	۰,۰۰۰۰
CO (شاخص اتصال)	۳۳۹۰۷,۸۰	۸۷۴,۰۲۸۴	۳۸,۷۹۴۸۵	۰,۰۰۰۰
AP (جمعیت فعال)	-۱,۶۰۳۷۰۲	۰,۰۸۸۰۱۶	-۱۸,۲۲۰۶۷	۰,۰۰۰۰
EP (جمعیت سالمند)	۲,۴۹۸۱۷۶	۰,۱۰۱۱۶۰	۲۴,۶۹۵۲۳	۰,۰۰۰۰
R^2	۰,۹۹			
R^2تعدیل‌شده	۰,۹۹			
احتمال آمارهF	۰,۰۰۰۰			

(منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به مقدار p-value به‌دست آمده برای آماره F که صفر (کمتر از ۰٫۰۵) می‌باشد، فرض H_0 که عدم معناداری کل مدل است، رد می‌شود و این نشان می‌دهد که تمامی ضرایب رگرسیون به‌طور هم‌زمان صفر نیستند. بنابراین بین تمامی متغیرهای مستقل با متغیر وابسته رابطه معناداری وجود دارد. همچنین مقدار R^2 قدرت توضیح‌دهنگی مدل را نشان می‌دهد که مقدار آن در مدل ۰٫۹۹ می‌باشد که بدین معنی است که ۹۹ درصد از تغییرات در (متغیر وابسته) TSS توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

در این تخمین مقدار p-value متغیر AWR، صفر می‌باشد که کمتر از سطح معنی‌داری ۰٫۰۵ است و فرض H_0 رد می‌شود که بیانگر معنی‌دار بودن ضریب رگرسیون AWR می‌باشد. بنابراین در مدل TSS، با افزایش میانگین عرض معابر نواحی ترافیکی، تولید سفر شخصی نیز افزایش یافته است.

بررسی دیگر متغیرهای مدل نشان می‌دهد که TRD (تراکم کلی مسکونی) مقدار احتمال آماره t آن ۰٫۰۶۴۸ می‌باشد که در سطح ۹۰ درصد معنی‌دار است و ضریب آن منفی است که نشان‌دهنده رابطه عکس با TSS می‌باشد و با افزایش تراکم کلی مسکونی استفاده از حمل‌ونقل شخصی کاهش می‌یابد. متغیر TEP نیز با مقدار احتمال صفر در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است و با توجه با ضریب مثبت، با TSS رابطه مستقیم دارد و با افزایش کل جمعیت شاغل، تولید سفرهای شخصی کاهش می‌یابد. متغیر Co بیانگر تراکم خیابان می‌باشد که در این مدل در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار و مقدار احتمال آن صفر و ضریب آن مثبت که نشان‌دهنده رابطه مستقیم با TSS می‌باشد. متغیرهای AP و EP مقدار احتمال آماره t هردو در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد می‌باشد و به‌ترتیب با متغیر وابسته TSS رابطه معکوس و مستقیم دارند و می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که لزوماً این‌گونه نیست که جمعیت فعال ۳۰ تا ۵۰ سال بیشتر از حمل‌ونقل شخصی استفاده می‌کنند. همچنین با افزایش سن استفاده از حمل‌ونقل شخصی افزایش می‌یابد.

جدول۳: نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در مدل JSS

متغیر وابسته:JSS				
تعداد مشاهدات:۱۸۶				
روش: حداقل مربعات وزنی				
متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	p-value
C	-۵۶۹,۲۷۳۰	۲۳,۱۹۱۵۹	۲۵۶,۹۴۴۲	۰,۰۲۸۰
AWR (میانگین عرض معابر)	۷۲,۹۵۸۲۰	۱,۰۲۸۱۸۰	۱۴,۵۶۴۷۸	۰,۰۰۰۰
KBD (کاربری بهداشتی-درمانی)	۱۲,۴۷۹۳۰	۲,۵۴۷۵۱۵	۶,۸۴۷۱۲۳	۰,۰۷۰۰
KE (کاربری اداری)	۲,۵۰۵۹۲۹	۰,۲۱۲۰۷۶	۵,۲۰۲۴۵۹	۰,۶۳۰۶
KT (کاربری تجاری)	۱,۰۱۲۴۲۹	۳۳,۱۴۴۲۶	۰,۲۱۵۳۹۳	۰,۰۰۰۰
P (پارکینگ)	۲۱۳,۶۸۱۲	۰,۴۹۳۱۳۲	۱۰۳,۲۴۳۹	۰,۰۳۹۹
KA (کاربری آموزشی)	۵,۶۷۱۳۷۳	۰,۲۹۰۰۵۷	-۳,۸۸۷۹۲۵	۰,۱۴۶۴
R^2	۰,۳۵۰۹۵۰			
R^2تعدیل‌شده	۰,۳۲۹۱۹۴			
احتمال آمارهF	۰,۰۰۰۰			

(منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به مقدار p-value به‌دست آمده برای آماره F که صفر (کمتر از ۰,۰۵) می‌باشد، فرض H_0 که عدم معناداری کل مدل است، رد می‌شود و این نشان می‌دهد که تمامی ضرایب رگرسیون به‌طور هم‌زمان صفر نیستند. بنابراین بین تمامی متغیرهای مستقل با متغیر وابسته رابطه معناداری وجود دارد. همچنین مقدار R^2 قدرت توضیح‌دهندگی مدل را نشان می‌دهد که مقدار آن در مدل ۰,۳۵ می‌باشد که بدین معنی است که ۳۵ درصد از تغییرات در(متغیر وابسته) JSS توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

در این تخمین مقدار p-value متغیر AWR، صفر می‌باشد که کمتر از سطح معنی‌داری ۰,۰۵ است و فرض H_0 رد می‌شود که بیانگر معنی‌دار بودن ضریب رگرسیون AWR می‌باشد. بنابراین در مدل JSS با افزایش میانگین عرض معابر نواحی ترافیکی، جذب سفر شخصی نیز افزایش یافته است.

بررسی دیگر متغیرهای مدل نشان‌می‌دهد که مقدار احتمال آماره t متغیرهای KE و KA در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند. همچنین احتمال متغیر P، ۰,۰۳۹۹ می‌باشد و در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد قرار دارد و ضریب رگرسیون این متغیر مثبت است و نشان می‌دهد که در نواحی‌ای که پارکینگ وجود دارد نسبت به نواحی‌ای که پارکینگ وجود ندارد، جذب سفرهای شخصی

افزایش یافته است. همچنین مقدار احتمال آماره t متغیرهای KBD و KT به ترتیب در سطح ۹۰ و ۹۵ درصد معنی‌دار و ضریب این متغیرها مثبت است که بیانگر رابطه مستقیم با JSS می‌باشد.

جدول۴: نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در مدل TSO

متغیر وابسته:TSO				
تعداد مشاهدات:۱۸۶				
روش: حداقل مربعات				
متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آمارهt	p-value
C	۴۸۴,۴۹۸۵	۳۱,۳۲۵۱۶	۱۵,۴۶۶۷۶	۰,۰۰۰۰
FP (جمعیت زنان)	۱,۹۱۷۹۳۶	۰,۱۱۲۰۱۰	۱۷,۱۲۲۹۴	۰,۰۰۰۰
PD (تراکم جمعیت)	۱۱,۵۳۴۳۹	۰,۵۷۵۵۵۳	۲۰,۰۴۰۵۵	۰,۰۰۰۰
AWR (میانگین عرض معابر)	-۱۰,۱۴۲۱۹	۰,۸۰۳۲۴۷	-۱۲,۶۲۶۵۰	۰,۰۰۰۰
FEP (جمعیت زنان شاغل)	-۲۹,۱۴۶۹۸	۱,۹۶۵۹۵۴	-۱۴,۸۲۵۸۷	۰,۰۰۰۰
CO (شاخص اتصال)	-۷۳,۵۹۴۶۰	۹,۳۳۸۳۴۵	-۷,۸۸۰۹۰۴	۰,۰۰۰۰
SP (جمعیت محصل)	۰,۰۲۴۹۲۹	۰,۴۲۴۶۹۵	۰,۰۵۸۶۹۹	۰,۹۵۳۳
R^2	۰,۹۹			
R^2تعدیل‌شده	۰,۹۹			
احتمال آمارهF	۰,۰۰۰۰			

(منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به مقدار p-value به‌دست آمده برای آماره F که صفر (کمتر از ۰,۰۵) می‌باشد، فرض H_0 که عدم معناداری کل مدل است، رد می‌شود و این نشان می‌دهد که تمامی ضرایب رگرسیون به‌طور هم‌زمان صفر نیستند. بنابراین بین تمامی متغیرهای مستقل با متغیر وابسته رابطه معناداری وجود دارد. همچنین مقدار R^2 قدرت توضیح‌دهنگی مدل را نشان می‌دهد که مقدار آن در مدل ۰,۹۹ می‌باشد که بدین معنی است که ۹۹ درصد از تغییرات در(متغیر وابسته) TSO توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

در این تخمین مقدار p-value متغیر AWR، صفر می‌باشد که کمتر از سطح معنی‌داری ۰,۰۵ است و فرض H_0 رد می‌شود که بیانگر معنی‌دار بودن ضریب رگرسیون AWR می‌باشد. بنابراین در مدل JSO با افزایش میانگین عرض معابر نواحی ترافیکی، تولید سفر عمومی نیز کاهش یافته است.

بررسی نتایج مدل نشان می‌دهد که متغیر SP با مقدار احتمال ۰,۹۵۳۳ در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد. سایر متغیرها با توجه به مقدار احتمال آماره t صفر آن‌ها در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار هستند. ضریب متغیر FP مثبت است و نشان‌دهنده رابطه مستقیم با TSO می‌باشد و جمعیت زنان بیشتر از حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌کنند. ضریب رگرسیون متغیر FEP منفی است

و بیانگر این است که افزایش جمعیت زنان شاغل موجب کاهش تولید سفرهای عمومی می‌شود و ترجیح می‌دهند از وسایل نقلیه شخصی استفاده کنند. متغیر CO دارای ضریب رگرسیونی منفی است و بدین معنی می‌باشد که با افزایش تراکم خیابان (افزایش شاخص اتصال) تولید سفرهای عمومی افزایش می‌یابد. PD دارای ضریب مثبت و نشان‌دهنده این است که تراکم جمعیت (تراکم ناخالص مسکونی) با TSO رابطه مستقیم دارد.

جدول۵: نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در مدل JSO

متغیر وابسته:JSO				
تعداد مشاهدات:۱۸۶				
روش: حداقل مربعات وزنی				
متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آمارهt	p-value
C	۱۳۸,۶۴۷۶	۵۸,۷۸۹۷۲	۲,۳۵۸۳۶۵	۰,۰۱۹۴
AWR (میانگین عرض معابر)	-۳,۵۵۳۶۰۱	۱,۲۳۷۰۴۱	-۲,۸۷۲۶۶۲	۰,۰۰۴۶
P (پارکینگ)	۶۰,۷۱۸۲۳	۳۹,۴۲۰۴۱	۱,۵۴۰۲۷۴	۰,۱۲۵۳
KBD (کاربری بهداشتی-درمانی)	۸,۷۸۰۰۷۸	۲,۶۷۰۵۳۵	۳,۲۸۷۷۶۰	۰,۰۰۱۲
TRD (تراکم کلی مسکونی)	۰,۳۷۱۱۴۱	۰,۷۶۵۸۱۸	۱,۶۶۱۲۴۱	۰,۰۹۸۴
KT (کاربری تجاری)	۹۵,۷۴۷۳۴	۰,۱۷۰۴۸۰	۲,۱۷۷۰۳۸	۰,۰۳۰۸
CO (شاخص اتصال)	۷۲۷,۲۷۵۷	۱۰۴,۲۵۹۳	۰,۹۱۸۳۵۸	۰,۳۵۹۷
KA (کاربری آموزشی)	۳,۵۱۳۱۹۵	۱,۴۰۹۸۴۴	۲,۴۹۱۹۰۴	۰,۰۱۳۶
R^2	۰,۲۸۳۳۵۱			
R^2تعدیل‌شده	۰,۲۵۵۱۶۸.			
احتمال آمارهF	۰,۰۰۰۰			

(منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به مقدار p-value به‌دست آمده برای آماره F که صفر (کمتر از ۰,۰۵) می‌باشد، فرض H_0 که عدم معناداری کل مدل است، رد می‌شود و این نشان می‌دهد که تمامی ضرایب رگرسیون به‌طور هم‌زمان صفر نیستند. بنابراین بین تمامی متغیرهای مستقل با متغیر وابسته رابطه معناداری وجود

دارد. همچنین مقدار R^2 قدرت توضیح‌دهندگی مدل را نشان می‌دهد که مقدار آن در مدل۰٫۲۸ می‌باشد که بدین معنی است که ۲۸ درصد از تغییرات در (متغیر وابسته) JSO توسط متغیرهای مستقل توضیح داده شده است.

در این تخمین مقدار p-value متغیر AWR، ۰٫۰۰۴۶ می‌باشد که کمتر از سطح معنی‌داری ۰٫۰۵ است و فرض H_0 رد می‌شود که بیانگر معنی‌دار بودن ضریب رگرسیون AWR می‌باشد. بنابراین در مدل JSO با افزایش میانگین عرض معابر نواحی ترافیکی، جذب سفر عمومی نیز کاهش یافته است.

بررسی سایر متغیرهای مدل نشان می‌دهد که احتمال آماره t متغیرهای P وCO_2 در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست. مقدار p-value متغیرهای KA, KT و KBD کمتر از ۰٫۰۵ می‌باشد و در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار هستند و ضریب رگرسیون آن‌ها مثبت می‌باشد که با افزایش این متغیرها، JSO نیز افزایش یافته است. مقدار احتمال آماره t متغیر TRD، ۰٫۰۹۸۴ می‌باشد و به این معنی است که در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست اما در سطح ۹۰ درصد معنی‌دار می‌باشد و دارای ضریب مثبت است و رابطه مستقیمی با جذب سفر عمومی دارد.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش شده است با یک نگرش کلی اثر متغیرهای مورفولوژی شهری مانند عرض معابر، تراکم خیابان، تراکم کلی مسکونی، کاربری اراضی و سن، جنسیت، اشتغال و وجود پارکینگ بر تقاضای حمل‌ونقل شهری بررسی شود. مطالعهٔ مرچان و همکاران[1] (۲۰۲۰) با بررسی اثر شبکه معابر شهری بر کارایی سفرهای محلی نشان می‌دهد که همبستگی‌های معناداری بین ویژگی‌های ابعادی و توپولوژیکی شبکه معابر و کمیت سفر با وسایل نقلیه وجود دارد. نتایج تخمین مدل‌های پژوهش نیز نشان می‌دهد تعریض معابر شهری به‌عنوان یک سیاست مدیریت تقاضای سفر درون شهری موجب افزایش سفرهای افراد با استفاده از حمل‌ونقل شخصی و درنتیجه افزایش تعداد استفاده‌کنندگان از جاده می‌شود. مطالعات مینژین و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثر توپولوژی شبکه‌های معابر بر حمل‌ونقل عمومی به این نتیجه رسید که معابری که از اتصال و دسترسی بهتری برخوردارند موجب توسعه خودروهای شخصی می‌شود، اما شبکه‌هایی که اتصال کمتری دارند و خودروهای شخصی ممکن است هزینه بیشتری نسبت به اتوبوس‌ها داشته باشند، بنابراین حمل‌ونقل عمومی ترجیح داده می‌شود. در این پژوهش نیز نتایج نشان می‌دهد که شاخص اتصال و دسترسی که نشان‌دهندهٔ تراکم خیابان بیشتر و درنتیجه تعداد خیابان‌های بالاتر و اتصال‌پذیری بیشتری است، رابطه مستقیمی با استفاده شهروندان از حمل‌ونقل شخصی دارد و هرچه شاخص دسترسی افزایش می‌یابد ساکنین تمایل به استفاده از حمل‌ونقل شخصی برای سفرهای روزانه خود داشته‌اند و بدین ترتیب حمل‌ونقل شخصی توسعه می‌یابد. کاکار و پراساد در مطالعه خود (۲۰۲۰) نتیجه گرفتند که با افزایش پراکندگی

1. Merchán *et al*. (2020)

شهری تعداد متقاضیان حمل‌ونقل عمومی و علاقه‌مند به پیاده‌روی کاهش می‌یابد و علاقهٔ بیشتری به حمل‌ونقل شخصی دارند. اما در مناطق متراکم نسبت به مناطق پراکنده از حمل‌ونقل عمومی بیشتر استفاده می‌کنند. در این پژوهش نیز نتایج نشان می‌دهد که نواحی‌ای که تراکم کلی مسکونی کمتری دارند، استفاده بیشتری از حمل‌ونقل شخصی دارند و نواحی‌ای که تراکم کلی مسکونی بیشتری دارند تمایل کمتری به استفاده از حمل‌ونقل شخصی دارد و افراد آن نواحی ترجیح می‌دهند از گزینه‌های حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی استفاده کنند. افزایش تراکم جمعیتی نیز که نشان‌دهنده بافت شهری متراکم‌تر و پراکندگی کمتر است، موجب افزایش سفرهای نقلیه عمومی می‌شود. لی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود با بررسی ویژگی های فردی و فرم شهری بر انتخاب خودرو نتیجه گرفتند که افراد مسن بیشتر از اتومبیل استفاده می‌کنند، درواقع انتخاب استفاده از خودرو با افزایش سن افراد افزایش می‌یابد. همچنین در مدل تولید سفر شخصی ضریب متغیر EP مثبت است و بیان می‌کند که هرچه سن ساکنین نواحی افزایش می‌یابد برای جابه‌جایی و سفرهای روزانه خود از خودرو شخصی استفاده می‌کنند. کریستینسن وهمکاران[1] (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای نتیجه گرفتند که در دسترس بودن پارکینگ به‌طور قابل‌توجهی بر احتمال انتخاب خودرو تأثیر می‌گذارد و استفاده از حمل‌ونقل شخصی افزایش می‌یابد. بررسی دیگر نتایج این پژوهش نیز حاکی از این است که نواحی‌ای که در آن‌ها پارکینگ وجود دارد نسبت به نواحی‌ای که پارکینگ ندارند، موجب جذب مسافرانی خواهد شد که از حمل‌ونقل شخصی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعه دادیچ و هانائوکا[2] (۲۰۱۲) نشان داده است که تراکم کارگر اثرات مثبت و معناداری بر سفرهای حمل‌ونقل عمومی دارد و مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۶)، نشان می‌دهد افزایش اشتغال موجب به افزایش انتخاب خودرو شخصی می‌شود. در مدل TSO (تولید سفر عمومی)، متغیر FEP که جمعیت شاغل زنان می‌باشد اثر منفی دارد که نشان می‌دهد زنان شاغل برای سفرهای روزانه خود از سواری شخصی استفاده می‌کنند. به‌طور کلی در نواحی هرچه تعداد کل جمعیت شاغل بیشتر می‌شود، برای رفتن به محل کار خود از حمل‌ونقل شخصی استفاده می‌کنند. لی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعهٔ خود با بررسی ویژگی های فردی و فرم شهری بر انتخاب خودرو نتیجه گرفتند که در سطح فردی زنان بیشتر از مردان از وسایل نقلیه عمومی استفاده می‌کنند. در پژوهش حاضر نیز در مدل تولید سفر عمومی، متغیر FP دارای ضریب مثبت می‌باشد و می‌توان گفت که زنان برای سفرهای روزانه خود بیشتر از وسایل نقلیه همگانی نیز استفاده می‌کنند. در مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۶) نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش تراکم امکانات تجاری به‌منظور کاهش انتخاب استفاده از خودرو مؤثر است. در مدل جذب سفر عمومی مقدار ضریب مثبت کاربری تجاری بیشتر از ضریب کاربری بهداشتی-درمانی و کاربری آموزشی می‌باشد و با افزایش تعداد کاربری‌های تجاری جذب سفر عمومی به میزان بیشتری افزایش می‌یابد. در مدل جذب سفر شخصی مقدار اثرگذاری ضریب کاربری بهداشتی درمانی بیشتر از مقدار ضریب کاربری تجاری می‌باشد و

1. Christiansen, et al. (2017)
2. Dadhich & Hanaoka

نشان می‌دهد که با افزایش تعداد کاربری‌های بهداشتی- درمانی جذب سفر شخصی افزایش بیشتری خواهد داشت. اکیکی و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعهٔ خود نشان دادند که حمل‌ونقل درون شهری به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر ساختار کاربری زمین و مورفولوژی شهر است. یافته‌های پژوهش نیز نشان می‌دهد که افزایش تنوع و تعدادکاربری‌ها موجب افزایش سفرهای درون شهری خواهد شد.

۷. پیشنهادات

در سال‌های اخیر و با گسترش استفاده از خودروهای شخصی در شبکه معابر شهر اصفهان توجه به سیاست‌های مدیریت تقاضا از اهمیت بالایی برخودار است. بنابراین، اصفهان نیز یکی از شهرهایی است که در آن جهت مدیریت تقاضای سفر و بهبود عملکرد حمل‌ونقل عمومی برنامه‌هایی ازجمله قیمت‌گذاری پارکینگ، طرح ترافیک زوج و فرد، طرح‌های تشویقی جهت کاهش استفاده از خودرو شخصی و غیره اجرا شده است. بدین منظور و براساس نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهادات به شرح زیر می‌باشد:

۱. تقویت استخوان‌بندی اصلی شهر و اتصال آن به ساختار اصلی شهر؛
۲. افزایش و استقرار کاربری‌های متنوع در نزدیکی یکدیگر؛
۳. مکان‌یابی صحیح پارکینگ‌های عمومی و خصوصی؛
۴. استقرار ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی در نزدیکی کاربری‌های اراضی شهری و افزایش دسترسی حمل‌ونقل عمومی و غیرموتوری؛
۵. متصل کردن مراکز نواحی به یکدیگر از طریق مسیرهای حمل‌ونقل؛
۶. تعریض مسیرهای پیاده‌روی.

نتایج این پژوهش را می‌توان در مدیریت تقاضای سفر درون شهری و ارزیابی و اتخاذ تصمیمات مناسب برای طراحی و گسترش شبکه‌های معابر جدید یا اصلاح شبکه‌های معابر موجود و کاهش سفرهای طولانی خودروهای شخصی، توسعه و افزایش تقاضای حمل‌ونقل عمومی و تسهیل در رفت و آمد به‌کار گرفت. با توجه به شرایط نسبتاً مشابه کلان‌شهرهای کشور، پیش‌بینی می‌شود بخش قابل‌توجهی از نتایج پژوهش را می‌توان برای دیگر کلان‌شهرهای کشور به‌کارگرفت.

References

Akbari, N. (2016). *urban economy*. Tehran: Organization for Studying and Compiling Humanities Books of Universities (Samt). [In Persian]

Alkharabsheh, A. Moslem, S. Oubahman, L. & Duleba, S. (2021). An Integrated Approach of Multi-Criteria Decision-Making and Grey Theory for Evaluating Urban Public Transportation Systems. *Sustainability*, 2-15.

Babalik-Sutcliffe, E. (2013) Urban form and sustainable transport: Lessons from the Ankara case. *International Journal of Sustainable Transportation, 7*, 416-430.

Chen, F. (2014). Urban Morphology and Citizens' Life. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, 10*.1007/978-94-007-0753-5_4080.

Christiansen, P. Engebretsen, Ø. Fearnley, N. & Hanssen, J.U.(2017). Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice 95*, 198-206.

Dadhich, P. N. & Hanaoka, S. (2012). Spatial investigation of the temporal urban form to assess impact on transit services and public transportation access, Geo-spatial. *Information Science, 15*(3), 187-197.

Ebrahimzadeh, I. & Ghasemi Ghasemivand, E. (2017). Analysis and evaluation of urban land use with an emphasis on the sustainability of residential use. *Regional Planning Quarterly, 7*(26), 146-131. [In Persian]

Gholami Bimorgh, Y. Hosseini, A. Shatrian, M. Mohammadi, A. & Dehghan Jezi, A. (2019). Evaluations of the effects of urban land in the creation of traffic volume in order to organize and spatially redistribute it, a case study: the central context of Kashan. *Geographic Information Scientific-Research Quarterly, 28*(109), 166-147. [In Persian]

Hosseinpour, O .& Minaei, S. (2020). Investigating factors affecting sustainable urban transportation with an emphasis on the urban road network (case study: Dinar Mining City). *Road Scientific Quarterly, 18*(105), Volume 4, 55-68. [In Persian]

Isfahan comprehensive transport studies, 2015. [In Persian]

Lee, G. Jeong, Y. & Kim, S.(2016). Impact of Individual Traits, Urban Form, and Urban Character on Selecting Cars as Transportation M ode using the Hierarchical Generalized Linear Model. J. Asian Archit. *Build. Eng, 15*, 223–230.

Kakar, Kh. A. & Prasad, C. S. R. K. (2020). Impact of urban sprawl on travel demand for public transport, private transport and walking. *Transportation Research Procedia, 48*, 1881-1892.

Kameswara, B. & Adelia Suryani, T. (2021). Regional Economic Growth and Air Transportation in Indonesiaespecially outside Java: a Backward Method in Multiple Regression Model. *TATA LOKA, 23*(2), 190-200

Khmer, Gh. A. & Rahdar Pudina, S .(2020). Optimum location of government-administrative uses using fuzzy logic in GIS environment. *Journal of Geographical Survey of Space, 10*(37), 57-72. [In Persian]

Merchán, D. Winkenbach, M. & Snoeck, A. (2020). Quantifying the impact of urban road networks on the efficiency of local trips. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 135*, 38-62.

Minzhi, C. Fan, W. Min, Y. & Jiangang, X. (2021). Impact of road network topology on public transportation development. Wireless Communications and Mobile Computing, https://doi.org/10.1155/2021/6209592.

Nikpour, A. Lotfi, S. & Rezazadeh, M. (2018). Analysis of the relationship between city form and access index (case study: Babolsar city). *Scientific-Research Quarterly of Spatial (Geographical) Planning, 7*(3), 106-75. [In Persian]

Mokhtari Roknabadi, S. (2019*). Investigating the relationship between land use and travel behavior in urban areas, a case study: Dana and Soil Science areas in Shiraz*. Master's thesis. Shiraz university. [In Persian]

Norouzian Maleki, P. Izadbakhsh, H. & Ghanbartharani, N. (2019). Forecasting the demand for sustainable urban transportation in the direction of managing and improving the safety of the road network using the systems dynamics approach: a case study of Tehran. *Shahr Ayman Scientific-Research Journal, 2*(8), 1-13. [In Persian]

Nyeri, M. Babazadeh, A. & Gholami Shahbandi, M. (2021). Evaluation of urban development projects based on the road network connectivity index. *Seventh Annual International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran*, 1-10. [In Persian]

Okeke, Fo. Gyoh, L. & Echendu, If. (2021). Impact of Landuse Morphology on Urban Transportation. *Civil Engineering Journal, 7*, 1753-1773.

Oliveira, Vitor (2017). *Urban morphology is an introduction to the study of the physical form of cities*. Translated by Manouchehr Tabibian and Ali Ziaei Alisha. Tehran: the University of Tehran, Publishing Institute.

Pourmohammadi, M. R. Sadr Mousavi, M. & Jamali, S. (2011). Analysis of schools of urban morphology. *Geographical Studies of Arid Regions, 2*(5), 1-16. [In Persian]

Rezaeian, B .(2018). *Investigating the effect of built environment characteristics on travel behavior in Mashhad*. Master's thesis. Mashhad Ferdowsi University. [In Persian]

Seifaldini, F. & Shurche, M. (2014). *Intelligent planning of land use and urban transportation*. Tehran: Today's managers. [In Persian]

Seyyed Hosseini, M. (2011). *Transportation engineering planning and material handling analysis*. Tehran: Iran University of Science and Technology. [In Persian]

Shadab Mehr, H. Rahnama, M. R. Ajza Shokohi, M. & Mafi, E. (2017). Examining the role of road widening in the design of mass transit systems in Mashhad city. *City identity. 32*(11), 66-57. [In Persian]

Shah Ali, J. & Sanaei, M. (2010). Investigating the network of urban roads in relation to urban morphology. *Scientific and Research Quarterly of Human Geography, 2*(3), 152-137. [In Persian]

Shojaeian, A. & Rahimpour, N. (2018). Evaluating land suitability of health-treatment centers using CF analysis. *Geography and Urban-Regional Studies, 28*, 111-130. [In Persian]

Stojanovski, T. (2013). Public transportation systems for urban planners and designers: the urban morphology of public transportation system. *Royal Institute of Technology, Traffic and Logistics, 32*, 75-89.

Wang, Sh. Yu, D. Kwan, M.-P. Zheng, L. Miao, H. & Li, Y. (2020) The impacts of road network density on motor vehicle travel: An empirical study of Chinese cities based on network theory. *Transportation Research Part A Policy and Practice, 132*, 144–156.

Yarmohamedian, N. Saffari, B. & Moradi, M. (2020). Choosing the travel mode and it's influencing factors using a multinomial logit model in Isfahan City. *Transportation Engineering Quarterly, 11*(3), 755-737. [In Persian]

Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)
Original Research Article/ Vol.24, No.3, Autumn 2024, pp: 97-122

Urban Morphology and Public Transportation Demand with Special Emphasis on the Form of Urban Road Network

Zahra Pourahmad[1]
Babak Saffari[2]
Shekoofeh Farahmand[3]

Received: 2023/06/23 Accepted: 2023/10/08

Introduction

In recent years, the ever-increasing population growth and rampant use of personal transportation and daily trips have caused many problems in the field of transportation, including high fuel consumption, air pollution, noise, high density streets, reduced physical activity, etc. In many metroplolitan areas during the past decades, the sudden increase of motor vehicles has caused heavy street traffic in intra-city trips, and the main reason for this can be considered the weak relationship between urban morphology and transportation, in other words, urban forms that avoid pedestrians and encourage motor trips. Urban morphology is one of the most important and main factors that affect the demand for urban transportation. The quality of land use (density of residential units or their dispersion) forms the important basis of urban morphology. In the formation of urban morphology, natural and human factors play varried roles, among them road network is of paramount importance in construction and morphology of a city.
Since urban morphology has a significant effect on urban transportation, how to establish a strong relationship between urban morphology and travel modes has has always been of great interst of researchers. This study is aiming at investigating the impact of morphology characteristics on urban transportation demand. In this research, features of urban morphology, such as overall residential density, connectivity index, and the average width of roads, with the help of demographic characteristics, such as population density, female and female working poulation, total working population etc., on demand for urban transportation have been ivestigated. These include four parameters such as creation of public and personal trips and attraction of public and personal trips on in 186 traffic areas of Isfahan city.

Methodology

This research has been conducted with a descriptive causal approach based on the data and information required in the study areas. To achieve the research goals,

1. M.A. of Economics, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: z.pourahmad@ase.ui.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (Corresponding Author)
Email: b_saffari@ase.ui.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: sh.farahmand@ase.ui.ac.ir

186 traffic areas of Isfahan City have been studied. For analyzing the characteristics of urban morphology, including average width of roads, overall residential density, and connectivity index (street density), in the form of GIS maps have been investigated, and for demographic characteristics, the population and housing census map of Isfahan City was obtained and researched from the Deputy Planning and Human Capital Development Organization of Isfahan Municipality. Then, using the map of 186 traffic areas of Isfahan City, the amount of these variables was calculated and extracted by GIS software. Moreover, the information related to urban transportation demand based on public transportation demand, including public travel creation, public travel attraction, and personal transportation demand, including personal travel creation and personal travel attraction from the origin-destination matrix of the year 2021 of Isfahan city on a normal working day and at the peak hour of 7:00 to 8:00 a.m., the transportation and traffic department of Isfahan municipality has been obtained and used for evaluation. In the present research, in order to reach a complete and comprehensive answer, after extracting the data from GIS software, the Eviuse software was used. According to the number and nature of the research variables, the specification of the model is done using the multivariate regression method and the weighted least squares method. GIS software was also used for drawing the maps.

Findings

The research findings show that in the TSS and JSS models, with the increase in the average width of traffic areas, the creation and attraction of personal travel have also increased, and in the TSO and JSO models, the creation and attraction of public travel have decreased with the increase in the average width of traffic areas. In TSS model, the coefficient is negative and in JSO model, the coefficient is positive, which shows that with an increase in the overall residential density, the use of private transportation decreases and the use of public transportation increases. In terms of street density, which also indicates the connection index, the coefficient value is positive in TSS and negative in TSO model. The results also show that women in general use public transportation, but working women use private transportation more. The estimation of TSS model shows that as population is aging in the traffic areas of Isfahan City, the preferrence in using personal transportation has been rising. In JSS model, the parking variable has a direct relationship with the attraction of personal travel. In the personal travel attraction model, health-therapeutic use and commercial use have a direct relationship with the attraction of personal trips, and in the public travel attraction model, commercial, educational, and health-therapeutic uses have a direct relationship with the attraction of public trips. Finally, the increased number and variety of the users will also increase intra-city trips.

Discussion and Conclusion

In this research, an attempt has been made to investigate the effect of urban morphology variables on urban transportation demand with a general perspective.

The results of the estimation of the research models show that the widening of urban roads as a management policy for intra-city travel demand increases people's trips using personal transportation and as a result, increases the number of road users. Street density, which indicates the number of higher streets and therefore greater connectivity, has a direct relationship with citizens' use of private transportation. Residents of areas that have higher overall residential density and population density, which indicates denser urban fabric and more dispersion, are less likely to use personal transportation, and people in those areas prefer to use public transportation and walking options. Also, as the age of the residents of the area increases, they use private cars for their daily trips. Another examination of the results of the research indicates that areas with parking facility, will attract passengers who have used private transportation compared to the areas that do not have such possibility. In general, as the total working population increases in the areas, they use personal transportation to go to their workplace, and it can be said that the female population uses public transportation more for their daily trips. In the public travel attraction model, the positive coefficient of commercial use is higher than the coefficient of health-therapeutic use and educational use, and with the increase in the number of commercial uses, the attraction of public travel increases to a greater extent. In the personal travel absorption model, the effect value of the healthcare usage coefficient is higher than the commercial usage coefficient and it shows that with the increase in the number of healthcare usages, the absorption of personal travel will increase. Moreover, the increased number and variety of the users will also increase intra-city trips.

Keywords: Transportation Modes, Road Network, Isfahan City, Urban Morphology
JEL Classification: R41, O18, R14, L91