

مدل‌سازی فضایی جریان سفر روستایی و تحلیل عوامل مؤثر بر تقاضای سفر (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان تبریز)

محسن آقایی هیر^{۱*}، محمد ظاهری^۲، ناهید رحیم زاده^۳

- ۱- دکتری تخصصی عضو هیأت علمی گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تبریز
- ۲- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز
- ۳- دانشجوی دکتری دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تبریز

دریافت: ۱۴۰۰/۸/۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۲۲

چکیده

در مناطق روستایی، افراد برای تأمین نیازهای مختلف خود مجبورند سفر کنند که بیشتر این سفرها مهم و اجتناب‌ناپذیر است. عوامل متعددی بر میزان این سفرها و جهت آن‌ها تأثیر می‌گذارد. پژوهش حاضر به روش توصیفی-تحلیلی و با ماهیتی کاربردی، جریان این سفرها و شاخص‌های تأثیرگذار بر میزان آن‌ها را مدل‌سازی می‌کند. گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بوده است که از طریق سرشماری ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ و ابزار محقق‌ساخته به دست آمد. جامعه آماری تحقیق شامل خانوارهای روستایی شهرستان تبریز است. حجم نمونه، با استفاده از فرمول کوکران و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد، برابر ۳۲۰ خانوار و شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده است. برای تحلیل داده‌ها از رگرسیون وزنی جغرافیایی، شاخص نزدیک‌ترین همسایگی، شاخص موران و لکه‌های داغ در نرم‌افزار ArcGIS10.6 استفاده شد. نتایج بررسی‌ها بیانگر وجود الگوی خوشه‌ای در پراکنش فضایی سفرها بوده است، به گونه‌ای که سفرها در برخی روستاها زیاد و در برخی دیگر کم است. بررسی ارتباط متغیرهای پژوهش با میزان سفر با استفاده از مدل GWR نیز نشانگر تأثیر بیشتر دسترسی به حمل‌ونقل عمومی در میزان سفر روستاها بوده است.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی فضایی، جریان سفر، تقاضای سفر، شهرستان تبریز.



۱- مقدمه

در دو دهه گذشته، مناطق روستایی جهان با کاهش جمعیت روبه‌رو بوده و این مسئله پیامدهای گسترده‌ای را برای روستاها در پی داشته است؛ چراکه به دلیل کمی جمعیت، از بسیاری از امکانات و خدمات محروم می‌شوند. نبود خدمات ضروری، لزوم تحرک و جابه‌جایی را در روستاها افزایش داده و باعث شده است افراد برای رفع نیازهای خود سفر کنند. نیاز به تحرک در کنار نبود خدمات حمل‌ونقل عمومی ضمن طولانی کردن سفرها بر تقاضا و جریان سفر مردم نیز تأثیر گذاشته است؛ به گونه‌ای که گاه افراد در یک زنجیره سفر (مبدأ-مقصد) از چندین وسیله نقلیه استفاده می‌کنند (Hunt et al., 2006: 104). عوامل متعدد فضایی بر جریان، مقصد و حجم این سفرها تأثیر می‌گذارد که یکی از روش‌ها برای نشان دادن آن، تحلیل و مدل‌سازی فضایی است. جغرافی‌دانان حمل‌ونقل معتقدند بازنمایی و مدل‌سازی فضایی از فعالیت‌های انسانی منجر به تجزیه و تحلیل سریع مشکلات تحرک و حمل‌ونقل و ارائه ابزارها و سیاست‌هایی برای بهبود آن می‌شود. در واقع، مدل‌سازی فضایی پدیده‌های دنیای واقعی را با در نظر گرفتن عوامل فضایی و زمانی به نمایش می‌گذارند و در ضمن تشریح جریان موجود سفر به پیش‌بینی آن در طول مکان و زمان می‌پردازد (Dennett, 2018: 34). ابزارهای آمار فضایی شامل مجموعه‌ای از تکنیک‌ها و روش‌ها برای توصیف و مدل‌سازی داده‌های فضایی است. در مواردی که توزیع یا پراکندگی داده‌ها در فضا پیچیده باشد، استفاده از آمار فضایی به افزایش دقت نتایج و مشاهدات کمک زیادی می‌کند. این ابزارها عبارت‌اند از: ابزارهای تحلیل الگو، ابزارهای تهیه نقشه خوشه‌ها، ابزارهای اندازه‌گیری توزیع جغرافیایی، ابزارهای مدل‌سازی روابط فضایی (عشورنژاد و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲۶). روش رگرسیون وزنی جغرافیایی یکی از روش‌های مدل‌سازی و آمار فضایی است که در بسیاری از مطالعات به منظور درک ارتباطات بین متغیرهای مختلف فضایی به کار گرفته می‌شود. با توجه به اهمیت نمایش فضایی پدیده‌ها در مطالعات محیط طبیعی، نتایج حاصل از آن ضمن نمایش فضایی پدیده‌ها، به ارائه تخمین‌ها، تشخیص و باقی‌مانده‌های استاندارد شده و بررسی عمیق تغییرات محلی در ارتباط با فضای تحلیل حاصل از اجرای الگو به صورت نقشه کمک می‌کند (شمشیری و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۶). در مقاله حاضر نیز از رگرسیون وزنی جغرافیایی و مدل‌سازی فضایی برای نشان دادن حجم، جریان سفر و عوامل مؤثر بر آن در روستاها استفاده شده است تا ضمن تعیین مبدأ و مقصد سفرهای روستایی، حجم سفرها و پراکنش فضایی آن‌ها مشخص شود. مقاله به دنبال پاسخ به این سؤال است: کدام عوامل در مقصد این سفرها و حجم آن‌ها مؤثر است و تأثیر هر یک از این

عوامل در تعداد تقاضای سفر روستاها چقدر است؟ نتایج این تحقیق ضمن درک روابط بین متغیرهای مختلف فضایی و سفر، زمینه تحقیقات گسترده در مقیاس‌های مختلف مکانی-زمانی سفر را فراهم می‌کند و امید است به برنامه‌ریزان در شناسایی وضعیت فعلی تحرک و خدمات حمل‌ونقل روستایی و برنامه‌ریزی‌های فعلی و آینده برای بهبود آن یاری رساند.

۲- مبانی نظری

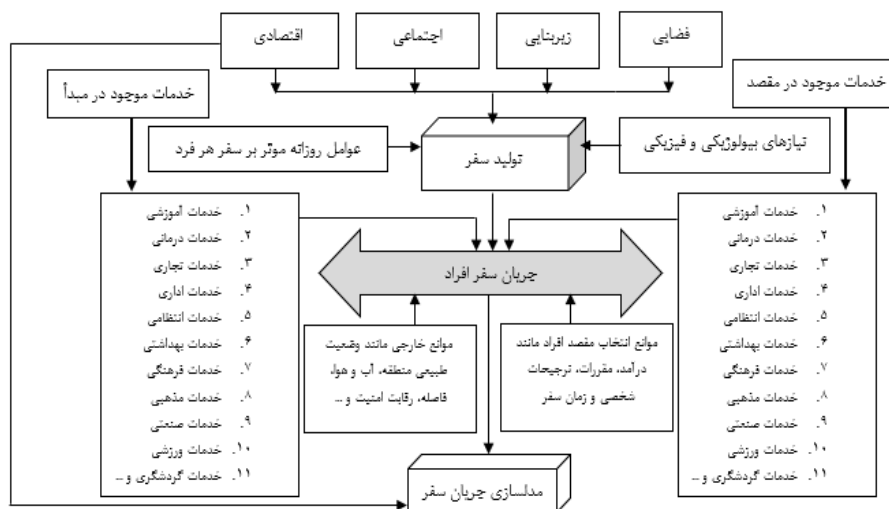
طی سال‌های متمادی همراه با رشد اقتصادی، بخش حمل‌ونقل، جابه‌جایی کالاها و مسافر نیز رشد کرده و تغییر یافته، مالکیت خودرو افزایش پیدا کرده و این مسئله بر میزان تقاضا، طول و الگوی سفر افراد تأثیر گذاشته است (Sultans et al., 2018: 500). سفرهای کوتاه‌مدت با پای پیاده جای خود را به دوچرخه و اتوبوس، سفرهای طولانی‌مدت با ماشین، قطار و سفرهای هوایی داده است. آزادی مکانی و زمانی سفر با اتومبیل، همراه با توسعه سیستم بزرگراه‌ها، امکان ایجاد ارتباطاتی را فراهم کرده که هرگز در گذشته با بهترین شبکه‌های حمل‌ونقل عمومی نیز عملی نبوده است و الگوهای مربوط به سفر، کار، تجارت و اوقات فراغت، جزئی از زندگی معاصر شده‌اند. این مسائل لزوم توجه به برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و اطلاع از میزان تقاضای سفر را در دوچندان کرده است (Gruyter et al., 2021: 52)؛ چراکه میزان تقاضای سفر و ماهیت توزیع آن در فضا از ورودی‌های اساسی در برنامه‌ریزی برای زیرساخت‌های هر دو سیستم حمل‌ونقل و فعالیت روستایی است و مکان، ظرفیت و طراحی هر عنصر از سیستم حمل‌ونقل (پیوندهای جاده‌ای، پایانه‌ها، خدمات حمل‌ونقل مسافر و بار و غیره) بر اساس تجزیه و تحلیل تقاضای سفر تعیین می‌شود. هدف اصلی از انجام تجزیه و تحلیل تقاضای سفر، درک روابط متقابل بین الگوهای سفر موجود (مسافر و کالا)، زندگی و اقتصاد روستایی است (Yeates & Enoch, 2013: 265). افزون بر این، تحلیل و بررسی سفر (بررسی خانوار، جامعه، آمارگیری از جاده، شمارش ترافیک و غیره) برای ایجاد الگوهای کاربرد فعلی و ویژگی‌های سفر انجام می‌گیرد. زمانی که عوامل مؤثر بر رفتار سفر یا تقاضای سفر مشخص شود و روابط داخلی آن‌ها درک گردد، تقریباً می‌توان تأثیر تصمیمات گرفته‌شده در مورد سیاست‌گذاری برای توسعه حمل‌ونقل روستایی را پیش‌بینی کرد. همچنین مطالعه الگوی سفر نیز تخمین‌های وسیع از ترافیکی ایجاد می‌کند که انتظار می‌رود رخ دهد (De Gruyter et al., 2015: 130). برنامه‌ریز در تجزیه و تحلیل رفتار سفر باید از هدف، میزان، دفعات و مدت‌زمان تمام سفرهایی که خانوارهای روستایی انجام می‌دهند اطلاع داشته باشد. در روستاهای کشورهای در حال توسعه، اطلاع از میزان تقاضای سفر، جریان سفر و عوامل مؤثر بر آن نسبت به شهرها دارای اهمیت بیشتری



است. در این کشورها، تقاضای حمل‌ونقل ساکنان شهری در ادبیات حمل‌ونقل به‌خوبی بررسی و در مورد روش‌های برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و تأثیر عوامل خاص در تقاضای سفر شهری مطالعات متعددی انجام شده است، اما برخلاف مناطق شهری، حمل‌ونقل روستایی و بررسی تقاضای سفر در این مکان‌ها در حاشیه قرار گرفته است (Kutzbach, 2009: 160). نتیجه این عمل، اعمال سیاست‌های حمل‌ونقل متناسب با مناطق شهری در روستاهاست. با این حال، مناطق روستایی با ویژگی‌های خاصی مشخص می‌شوند که مطمئناً در وجود اختلاف بین تقاضای حمل‌ونقل در مناطق روستایی و شهری تأثیر دارد. شناخت این ویژگی‌ها مستلزم اطلاع از میزان تقاضا، جریان سفر، مبدأ مقصد سفر و عوامل مؤثر بر آن است. شناخت عوامل مؤثر بر تقاضای سفر، یکی از مهم‌ترین اجزای مدل‌سازی است. این عوامل موجب ایجاد انگیزه در فرد می‌شوند و در طول زمان تغییر می‌کنند. افزون بر این، در ساخت مدل‌های تقاضا و جریان سفر به کار می‌روند. طبق نظریهٔ مازلو، از جمله عوامل سفر که در فرد انگیزه ایجاد می‌کنند، نیازهای فیزیولوژیکی و پایه‌ای هستند. طبق این نظریه، هدف ابتدایی افراد از سفر ارضای این نیازهاست. هورنر و اواربروک^۱ (۲۰۰۵) عوامل سفر را عوامل درونی یا شخصی می‌دانند که بر رفتار افراد و انتخاب نوع سفر آن‌ها تأثیر دارد. اهمیت هریک از این عوامل در طول دوران زندگی افراد متفاوت است و با تغییر سن، ساختار خانواده، درآمد و مواردی از این قبیل، میزان تأثیرگذاری آن‌ها در انتخاب سفر و تصمیم به آن تغییر خواهد کرد (Honer & Swarbrooke, 2005: 50). برخی محققان عوامل مؤثر بر تقاضای سفر را به دو دستهٔ تولید سفر و بازدارندهٔ سفر تقسیم کرده‌اند. تولید سفر معمولاً تابعی از ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی مردم و کاربری زمین در ناحیه است. متغیرهای مؤثر بر تولید، عواملی هستند که موجب جابه‌جایی مسافر در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شوند (Maghrifani et al., 2021: 2). مدل‌های تولید سفر بر اساس این عوامل تهیه می‌شود و با استفاده از ویژگی‌های آن‌ها (مثل جمعیت، اشتغال و مساحت زمین به کار گرفته‌شده در فعالیت‌های مختلف) حجم سفرهای تولیدشده برآورد می‌شود. فرض اساسی در این مدل‌سازی و برآورد، آن است که رابطهٔ معینی بین حجم سفرها و عوامل مؤثر بر آن وجود دارد (Wang et al, 2015: 130). این عوامل در ساخت مدل‌های تقاضای سفر و جریان آن‌ها نیز تأثیر می‌گذارند. متغیرهای مورد استفاده در ساخت مدل‌های مستقیم در اکثر مطالعات، کاربری اراضی، جمعیت، ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی و شاخص‌های ناحیه‌ای برای مدهای مختلف سفر (هزینه‌ها، زمان سفر، تعداد سفر) را شامل می‌شود. همچنین از متغیرهای جریان سفر و مدل‌های حمل‌ونقل به‌صورت مجزا یا ترکیبی در ساخت مدل‌ها استفاده می‌شود. از جمله مدل‌های مستقیم تقاضا، مدل‌های خطی، نمایی و حاصل‌ضربی است که

1. Honer & Orbrak

دومینیک و همکاران پیشنهاد داده‌اند. در این مدل‌ها، تعداد سفر و متغیرهای توضیحی به شکل خطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل‌ها در مطالعه سفر بین‌ناحیه‌ای، از جمله سفرهای شهری و روستایی، کاربرد دارند (Wang & Khattak, 2012: 129). نوع دیگری از مدل‌سازی تقاضای سفر که جدیداً توسعه یافته، مدل‌سازی مبتنی بر عامل^۱ است که سه عنصر عوامل، محیط و قوانین را دربر می‌گیرد. این تکنیک کاربرد زیادی در حمل‌ونقل پیدا کرده است. در این روش، ابتدا عوامل مؤثر بر تقاضا و سپس ویژگی‌های آن در سیستم مشخص می‌شود. شبیه‌سازی ترافیک میکروسکوپی نمونه‌ای از تکنیک‌های این مدل است (Zhang & Levinson, 2018: 28). رویکرد ترافیک جاده‌ای روشی دیگر در مدل‌سازی جریان سفر است. در این رویکرد، جریان سفر به صورت ماتریس مبدأ-مقصد ایجاد و به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود و سپس تقاضا را در شبکه توزیع می‌کند (Ortúzar & Willumsen, 2011: 5). در جامعه تحقیقاتی، این مدل‌ها معمولاً مدل‌های واگذاری حمل‌ونقل شناخته می‌شوند و هسته اصلی آن‌ها مربوط به مدل‌سازی انتخاب مسیر مسافران در سیستم‌های PT به عنوان توابع شرایط شبکه و تنظیمات سفر است. مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱. نمودار مفهومی پژوهش



۳- پیشینه پژوهش

درباره تقاضای سفر و عوامل مؤثر بر آن، مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در ایران مربوط به شهرها بوده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. افندی‌زاده و رحیمی (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان مدل تحلیل عاملی برای انتخاب عوامل مؤثر بر تقاضای سفر با اتوبوس‌های بین‌شهری، میزان تأثیر متغیرهای متعدد بر تعداد سفرها را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که خصوصیات زیربنایی و جمعیتی، نوع وسیله نقلیه، خصوصیات درآمدی و نوع شغل مسافران به ترتیب مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر سفرها هستند. شیرزادی بابکان و مسگری (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان مدل‌سازی تقاضای سفر با استفاده از بلوک‌های آماری (مطالعه موردی: شهر تهران)، با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره به پیش‌بینی تقاضای سفر پرداخته‌اند. سپس ضمن مدل‌سازی تقاضای سفر با استفاده از GIS به ترسیم کوتاه‌ترین مسیر برای حرکت افراد اقدام کرده‌اند. نتیجه آن ایجاد ماتریس مبدأمقصد بوده که خروجی نهایی توزیع سفر و حجم تقاضای سفر روزانه میان مکان‌های مختلف را نیز به نمایش گذاشته است. محرابیان (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان بررسی عوامل مؤثر بر جابه‌جایی مسافر در شبکه حمل‌ونقل ریلی ایران، با استفاده از روش خودرگرسیون برداری پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که به ترتیب درآمد مسافران، تعداد واگن مسافری، طول خطوط اصلی و جمعیت، بیشترین تأثیر را بر جابه‌جایی مسافر داشته‌اند. در مطالعات انجام‌شده در خارج از کشور نیز، یووان و لین^۱ (۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان مطالعه تجربی از ویژگی‌های رفت‌وآمد در مناطق روستایی در ناحیه جیادینگ^۲ شانگهای، ویژگی‌های سفر افراد را به دو دسته سفرهای کاری و غیرکاری تقسیم کرده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که تفاوت مهمی بین محل زندگی و نوع سفر افراد وجود دارد. سفرهای کاری از نظر زمان و فاصله معمولاً ثابت‌اند، اما سفرهای غیرکاری معمولاً از نظر زمان و فاصله طولانی‌اند و افراد بسته به وضعیت اقتصادی و اجتماعی‌شان، رفتار سفرشان تفاوت پیدا می‌کند. سارولی^۳ (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان حمل مسافر در مناطق روستایی با جمعیت پراکنده در فرانسه، به بررسی بخش حمل‌ونقل در روستاهای با جمعیت پراکنده و چالش‌های سفر آن‌ها از نظر زمانی و فضایی پرداخته و سیستم DRT^۴ را تنها راه‌حل برای حل مشکل کمبود حمل‌ونقل عمومی دانسته است. این سیستم ضمن کنترل هزینه‌ها، موجب دسترسی آسان افراد به وسایل نقلیه و

1. Yuan & Lin

2. Jiading

3. Saroli

4. Demand responsive transport

مکان مورد نظرشان شده است. پاپانگلیس^۱ و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان بررسی تجربیات مسافران روستایی، اطلاع از نیازها و تصمیمات آن‌ها در نبود و اختلال حمل‌ونقل عمومی، به بررسی اختلالات سفر و دسته‌بندی آن و مشخص کردن الگوی سفر مسافران در زمان نبود حمل‌ونقل عمومی پرداخته و سپس برای پیشرفت سیستم^۲ RTPI در هنگام اختلال حمل‌ونقل عمومی راه‌حلهایی ارائه داده‌اند. کرکمن^۳ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی جریانات سفر با مدل‌های فضایی و مزایای استفاده از وابستگی فضایی در مدل‌سازی تقاضای سفر، به مقایسه روش‌های فضایی و غیرفضایی در پیش‌بینی تقاضای سفر پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های فضایی از نظر کیفیت و ثبات پیش‌بینی‌ها، تناسب مدل‌ها و پارامترهای متغیرها بهتر از سایر مدل‌ها عمل می‌کنند. ادوم آساموآه^۴ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان تفاوت جنسیتی در قابلیت دسترسی و تحرک در غنا، به بررسی تأثیر عوامل اجتماعی-اقتصادی بر سفر مردان و زنان و مقایسه نیازهای حمل‌ونقل و الگوی سفر هریک از آن‌ها پرداخته‌اند. نتایج مقاله نشان می‌دهد رابطه بین جنسیت و حمل‌ونقل تحت تأثیر وضعیت راه و دسترسی به وسایل نقلیه عمومی است. از نظر آن‌ها، جنسیت افراد الگوی سفر آن‌ها را شکل می‌دهد. در بیشتر مطالعات انجام‌شده، وضعیت اجتماعی و اقتصادی افراد از عوامل مؤثر بر تقاضای سفر آن‌ها بیان شده است. تحقیق حاضر نیز ضمن بررسی اثرات عوامل اجتماعی-اقتصادی بر تقاضای سفر روستاها، تأثیر عوامل زیربنایی و فضایی را در این سفرها بررسی کرده و به مدل‌سازی فضایی جریان سفر افراد نیز پرداخته است. در داخل کشور مطالعه‌ای در این زمینه در روستاها انجام نشده است.

۴- روش تحقیق

مقاله حاضر به روش توصیفی-تحلیلی و با هدف کاربردی انجام شده و جمع‌آوری اطلاعات به صورت میدانی و اسنادی است. در بخش اسنادی، برخی داده‌ها از اطلاعات سرشماری سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ و برخی دیگر با ابزار پرسش‌نامه جمع‌آوری شده است. جامعه آماری تحقیق تمام خانوارهای روستایی شهرستان تبریز است که برای به‌دست آوردن اطلاعات مربوط به سفر از پرسش‌نامه محقق‌ساخته استفاده شده است. از آنجا که تعداد خانوارها بالغ بر ۳۳,۳۷۹ بود، با استفاده از فرمول کوکران ۳۲۰ حجم نمونه انتخاب و پرسش‌نامه به صورت تصادفی بین

1. Papangelis
2. Real-time Passenger Information Systems
3. Kerkman
4. Adom-Asamoah



خانوارهای روستایی توزیع شد. با توجه به اینکه هدف اولیه از این تحقیق مدل‌سازی الگوی فضایی جریان مسافران در فضا و زمان است، به‌گونه‌ای که پویایی مکانی-زمانی مسافران در سطح شبکه‌ی جاده‌ای قابل مشاهده باشد، سه مؤلفه، از جمله استخراج الگوی سفر مسافران (مبدأمقصد)، مشخص کردن مسیرهای سفر و عوامل مؤثر بر این سفرها، مشخص شد. برای این منظور، ابتدا سنجه‌های تحقیق با استفاده از منابع مختلف جمع‌آوری و در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. ابعاد و سنجه‌های تحقیق

ابعاد	سنجه
اقتصادی	جمعیت شاغل بیرون روستا، مالکیت وسیله نقلیه (هر نوع)، درآمد، کرایه وسیله نقلیه عمومی و خصوصی
اجتماعی	جمعیت روستا، بعد خانوار، تعداد زن، تعداد مرد، تعداد دانشجو، تعداد دانش‌آموز بیرون روستا
زیربنایی	نوع راه، تعداد خدمات موجود در روستا، وجود ایستگاه در روستا
فضایی	فاصله تا شهر، دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی (اتوبوس و تاکسی)، مسافت بین مبدأمقصد، زمان لازم برای دسترسی به مقصد، مدت انتظار برای وسیله نقلیه

مأخذ: Julio et al. (2017)؛ علوی و همکاران (۱۳۸۹).
 Chen et al. (2020)؛ Xing et al. (2020)؛ Kitamura (2009)؛ Batista and Vicente (2021)؛ Das et al. (2017)؛

– استخراج الگوی سفر

در قدم اول، داده‌های حاصل از پرسش‌نامه برای مدل‌سازی و ترسیم الگوی سفر (مبدأمقصد سفرها) پردازش شد. برای این منظور لازم بود روستاهای دارای ایستگاه اتوبوس و خدمات حمل‌ونقل عمومی و بدون آن مشخص و مسیرهای سفر مسافران تعیین شوند. سپس تمبرهای زمانی (یعنی زمان عبور اتوبوس از هر یک از ایستگاه‌ها) و زمان صرف‌شده بین سوار شدن و پیاده شدن و مدت انتظار برای اتوبوس و تاکسی به‌دست آمد و مسیر، جهت، و ایستگاه‌هایی که افراد پیاده یا سوار می‌شوند، مشخص شد.

– ایجاد جریان سفر

به‌دنبال به‌دست آمدن مقاصد و مبادی سفر، گام بعدی مدل‌سازی الگوهای جریان سفر مسافران است. نقشهٔ جریان، نمایش بصری قابل تفسیری از الگوهای حرکت فضایی ارائه می‌دهد. در این مطالعه برای نشان دادن جریان سفر از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد و در آن تعداد سفر افراد در امتداد جاده‌های ارتباطی تصویرسازی شد. نقشهٔ جریان، تکنیکی بسیار گسترده برای تجسم الگوهای مکانی حرکت است. در استفاده از این نقشه، حرکت افراد با وسایل نقلیه به‌صورت خطوط منطبق با راه که مبدأ و مقصد را به هم متصل می‌کند و جهت حرکت و حجم جریان را با تنظیم عرض خط نشان می‌دهد. با استفاده از مسیرهای سفر بازسازی‌شده، یک ماتریس جریان از حجم سفر بین تمام روستاها، شهرهای کوچک و تبریز حاصل شد. نقشهٔ جریان به دو سری جهت تقسیم شد (یک سری سفرهایی که به روستاها و شهرستان‌های کوچک و یک سری سفرهایی که به شهرستان تبریز انجام می‌شود). سپس برای بررسی الگوی حاکم بر تقاضای سفر از تحلیل خودهم‌بستگی فضایی (الگوی موران محلی) و لکه‌های داغ (آمارهٔ گتیس-ارد جی (Getis-Ord Gi* statistic)) استفاده شد تا مشخص شود توزیع سفرها در فضا از چه الگو و قاعده‌ای تبعیت می‌کند. در چهارچوب مفهومی لکه‌های داغ، عارضه‌های لکهٔ داغ محسوب می‌شود که خود عارضه و عوارض اطراف آن از نظر آماری معنادار باشد. در نهایت، در راستای آشکارسازی اثرگذارترین عامل مؤثر بر تقاضای سفر به‌عنوان متغیرهای مستقل، مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی تشکیل و ارتباط بین سفر با سنجه‌های در نظر گرفته‌شده، مورد تحلیل قرار گرفت و مدل‌سازی شد.

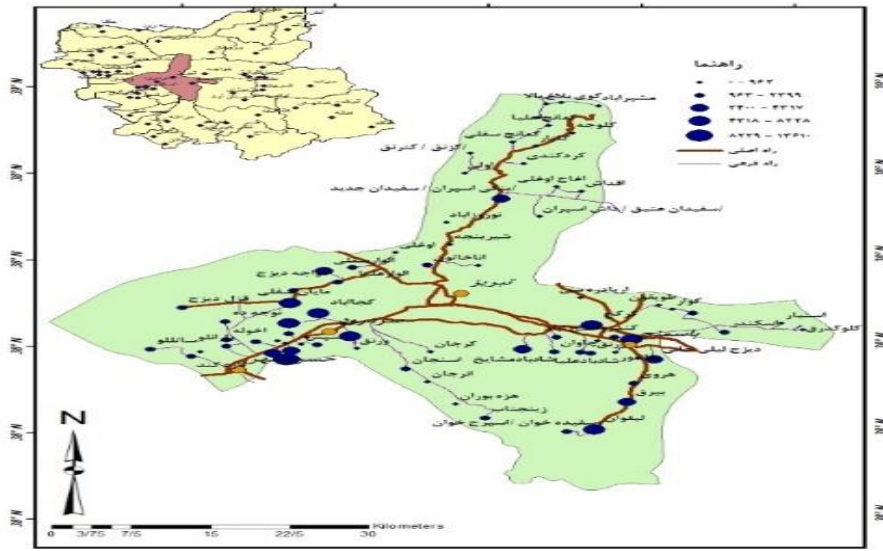
محدودهٔ مورد مطالعه

قلمرو مکانی این تحقیق روستاهای شهرستان تبریز در استان آذربایجان شرقی است که در مرکز این استان واقع شده است. شهرستان تبریز طبق آخرین تقسیمات کشوری از ۲ بخش مرکزی و خسروشاه تشکیل شده است و ۷۴ روستا را شامل می‌شود که ۸ تا آن‌ها خالی از سکنه است (شکل ۲).

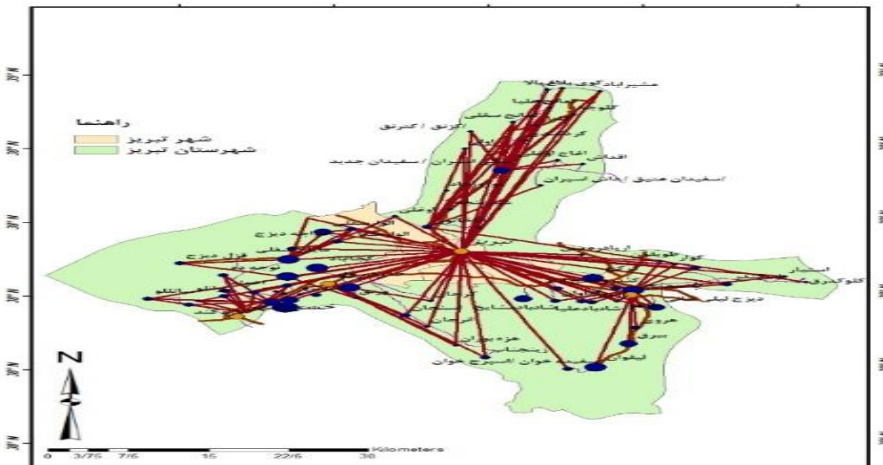
۵- یافته‌های پژوهش

در ابتدا داده‌های جمع‌آوری‌شده از روستاها برای به‌دست آوردن مبدأ و مقصد مسافران و جهت سفر آن‌ها و نحوه توزیع سفر آن‌ها وارد نرم‌افزار ArcGIS شد. سپس با استفاده از ابزار

Spatial analyst tools جهت و توزیع فضایی سفرها توسط خط مستقیم به صورت ماتریس مبدأ-مقصد سفرهای کوتاه‌مدت به شهر تبریز به دست آمد (شکل ۳).

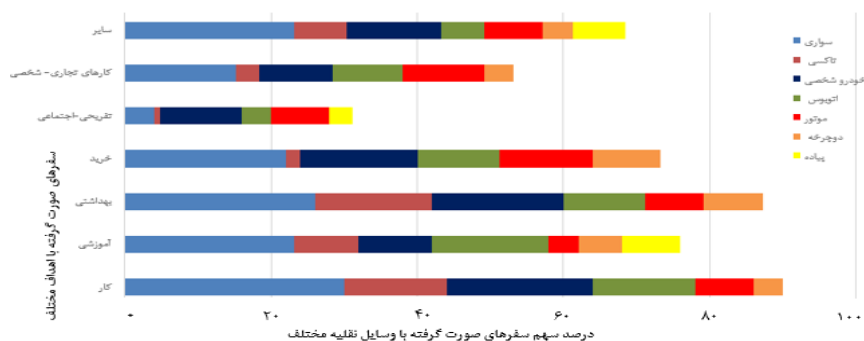


شکل ۲. موقعیت شهرستان تبریز در استان آذربایجان شرقی



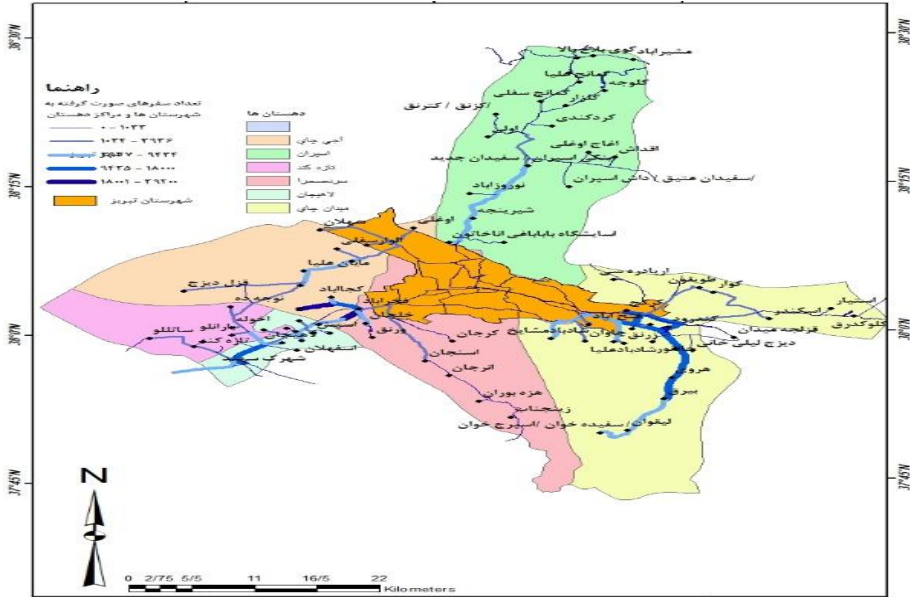
شکل ۳. مبدأ و مقصد سفرهای روستایی در شهرستان تبریز

نتیجه داده‌های توصیفی استخراج‌شده از پرسش‌نامه نشان داد که فقط ۴/۲ درصد سفرها با وسایل نقلیه غیرموتوری (پیاده یا دوچرخه) انجام می‌شود. به‌طور عمده استفاده از وسایل نقلیه خصوصی و تاکسی برای سفرهای شخصی، آموزشی، بهداشتی و درمانی و کاری، مشاغل استفاده می‌شود. ۴۰ درصد سفرهای خرید در صورت نبود دسترسی به وسایل نقلیه عمومی حذف و به زمان دیگری موکول می‌شوند. شکل ۴ نشان می‌دهد که از هر ده سفر، تقریباً سه مورد شغلی و کاری بوده است. کمترین تعداد سفر را سفرهای تفریحی و اجتماعی تشکیل می‌دهند. همان‌طور که از شکل نیز مشخص است، بیشتر سفرهای انجام‌شده با اهداف متفاوت، با سواری انجام پذیرفته که دلیل اصلی آن نبود تاکسی در روستاهای دور از شهر تبریز است. کمترین نوع سفر، سفر پیاده است که در سفرهای کاری، بهداشتی، خرید و کارهای تجاری شخصی (مثل رفتن به بانک و...) اصلاً دیده نمی‌شود، اما بخشی از سفرهای آموزشی، در نبود سواری یا اتوبوس، با پای پیاده انجام می‌شود؛ به این ترتیب که در نبود سواری، دانش‌آموزان تا رسیدن به مقصد بخشی از راه را پیاده و بخشی دیگر را با نوعی وسیله نقلیه طی می‌کنند.

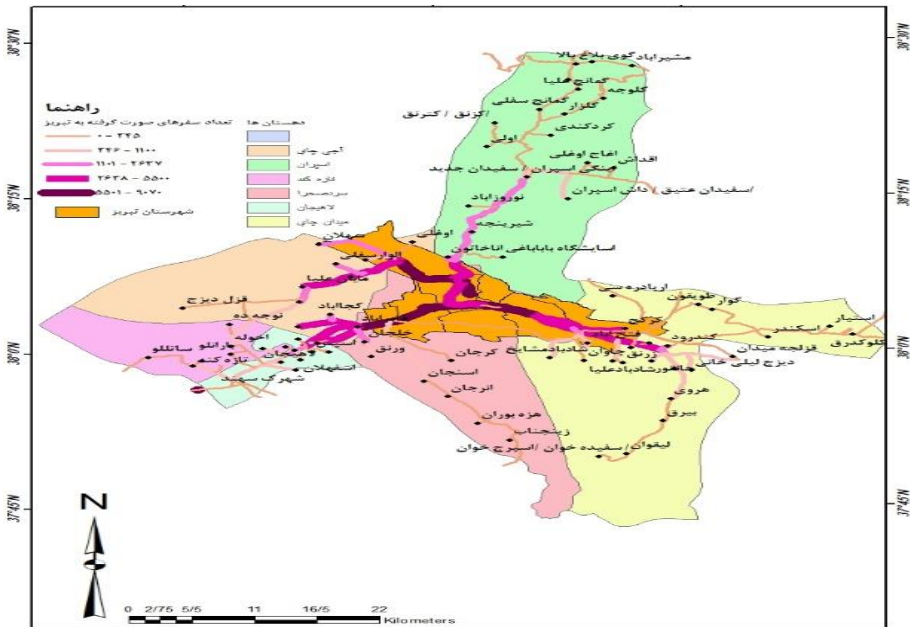


شکل ۴. نوع وسیله نقلیه انتخاب‌شده در هر نوع سفر

در بررسی و تجزیه و تحلیل جزئیات مسئله، برای توزیع فضایی جریان مسافر در شهرستان و تصویرسازی آن از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. حجم جریان و جابه‌جایی‌ای که به شهر تبریز برای رفع نیازهای مختلف صورت می‌گیرد نسبت به جریان سفری که به شهرهای کوچک و مرکز دهستان‌ها صورت می‌گیرد، بسیار زیاد است. در واقع شهر تبریز مقدار جذب سفر زیادی نسبت به شهرهای کوچک اطراف در طول روز دارد. نقشه جریان مسافر در دو شکل حجم جریان به شهر تبریز و جریان به سایر شهرها به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ آورده شده است.



شکل ۵. جریان سفر افراد به روستاها و شهرهای کوچک



شکل ۶. جریان سفر افراد به شهر تبریز

به‌منظور شناسایی روستاهای با میزان بالای سفر از تحلیل لکه‌های داغ استفاده شده است. تحلیل نقاط داغ^۱ برای کلیه روستاها نشان می‌دهد که در کدام مناطق، داده‌ها با مقادیر زیاد یا کم خوشه‌بندی شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل لکه‌های داغ روستاها در شکل ۷ به نمایش درآمده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل لکه‌های داغ می‌توان دریافت که مکان اصلی وقوع سفرها، بیشتر در دهستان‌های میدان‌چای و آجی‌چای است که به‌نظر می‌رسد دلیل آن دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی و وجود روستاهای دارای اتوبوس به مقصد تبریز در این دهستان‌ها باشد. در مرحله بعد، به‌منظور مدل‌سازی و تبیین میزان اثرگذاری متغیرهای پژوهش بر تقاضای سفر از رگرسیون وزنی جغرافیایی در GIS استفاده شد. در این مرحله، با توجه به اینکه داده‌ها در دو جنبه مثبت و منفی بودند، ابتدا در اکسل با استفاده از بهنجارسازی فازی بی‌مقیاس شدند. سپس به‌منظور شناسایی متغیرهای اصلی و تأثیرگذار، به عبارتی متغیرهای با میزان پایین فاکتور تورم واریانس (VIF)^۲، از مدل رگرسیون اکتشافی استفاده شد. در این مدل باید دقت شود که میزان VIF کلیه متغیرهای مورد استفاده در رگرسیون وزنی جغرافیایی، کمتر از ۷/۵ باشد. نتیجه حاصل از مدل حاکی از پایین بودن میزان VIF کلیه متغیرها از ۷/۵ بوده است. به همین دلیل می‌توان به نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌سازی رگرسیون وزنی، به شرط پایین بودن میزان سیگما، آکائیک و بالا بودن R² اعتماد کرد. در نتیجه، کلیه متغیرها به‌عنوان متغیر مستقل (تبیینی یا توضیحی) در مدل بارگذاری شدند و متغیر میزان سفر نیز به‌عنوان متغیر وابسته در مدل GWR مورد استفاده قرار گرفت که نتیجه آن در جدول ۲ آورده شد. مهم‌ترین مقادیر R و R² است که در حقیقت بیانگر دقت برازش مدل است. هرچه مقادیر آن‌ها به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، به‌معنای آن است که متغیرهای تحقیق به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند. با توجه به نتیجه تحلیل، پارامتر مقدار R² برابر ۰/۸۰ درصد و R² تعدیل‌شده برابر با ۰/۷۵ است؛ بدین معنی که بر اساس رگرسیون وزنی جغرافیایی، شاخص‌های در نظر گرفته‌شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد به میزان ۸۰ درصد از سفرها را تبیین می‌کند و در مدل‌سازی روابط فضایی عوامل مؤثر در میزان تقاضای افراد دقت قابل قبولی دارد. افزون بر این، ارزش AICc عدد کمتری را نشان می‌دهد و این نشان از برازش بهتر داده‌های مشاهده‌شده دارد.

1. Hot Spot Analysis
2. Variance Inflation Factor



جدول ۲. نتایج مدل رگرسیون جغرافیایی

۰/۷۵	رگرسیون وزنی تعدیل شده (R2Adjusted)
۶۰۰۳/۶۴	مربع باقی مانده‌ها (ResidualSquares)
۰/۸۰	R2
۰/۲۳۵	ارزیابی عملکرد مدل (AIC)

با توجه به ماهیت متفاوت شاخص‌ها، میزان تأثیرگذاری هریک از شاخص‌ها و عوامل بر میزان سفر، جداگانه بررسی شده و نتایج حاصل از آن در جدول ۳ آورده شده است. مهم‌ترین ستون جدول مقادیر باقی مانده استاندارد شده است که بازه مثبت و منفی مقدار پیش‌بینی شده سفر را نشان می‌دهد. در این جدول هرچه مربع باقی مانده‌ها^۱ کمتر باشد، بیانگر نزدیک بودن مدل برازش شده GWR با مقادیر اندازه‌گیری شده است. پارامتر تعداد مؤثر^۲ نیز بازتاب توازن بین واریانس مقادیر برازش شده و تورش یا انحراف در تخمین‌های ضرایب هم‌بستگی است که به انتخاب پهنای باند مرتبط است. پارامتر Sigma نیز ریشه دوم مجموع مربعات باقی مانده‌های نرمال شده است که همان انحراف معیار برآورد شده برای باقی مانده‌هاست و هرچه مقدار آن کمتر باشد، بهتر است. پارامتر AICc نیز معیاری برای ارزیابی عملکرد مدل است. این شاخص در مقایسه مدل‌های رگرسیونی متفاوت سودمند است و مدلی بهتر خواهد بود که مقدار AICc آن کمتر باشد. پارامتر ضریب تعیین (R) نیز معیاری برای نیکویی برازش است که مقدار آن بین ۰ و ۱ متغیر است و بیشتر بودن مقدار آن ترجیح داده می‌شود. این شاخص بیانگر آن بخش از واریانس متغیر وابسته است که مدل رگرسیونی محاسبه شده است (قطار و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۳). بیشترین میزان R2 با مقدار ۰/۷۲ مربوط به دسترسی به وسایل نقلیه عمومی است. همان‌طور که از جدول نیز مشخص است، تعداد کارگر بیرون از روستا با ۰/۷۰ در مرتبه بعد قرار دارد. در این میان، کمترین عامل تأثیرگذار کل زمان سفر برای رسیدن به مقصد با ۰/۲۱ است که مشخص می‌کند افراد برای دسترسی به خدمات و رفع نیازهای خود بدون توجه به زمان کل رسیدن به مقصد، سفر می‌کنند.

1. Residual Squares
2. Effective Number

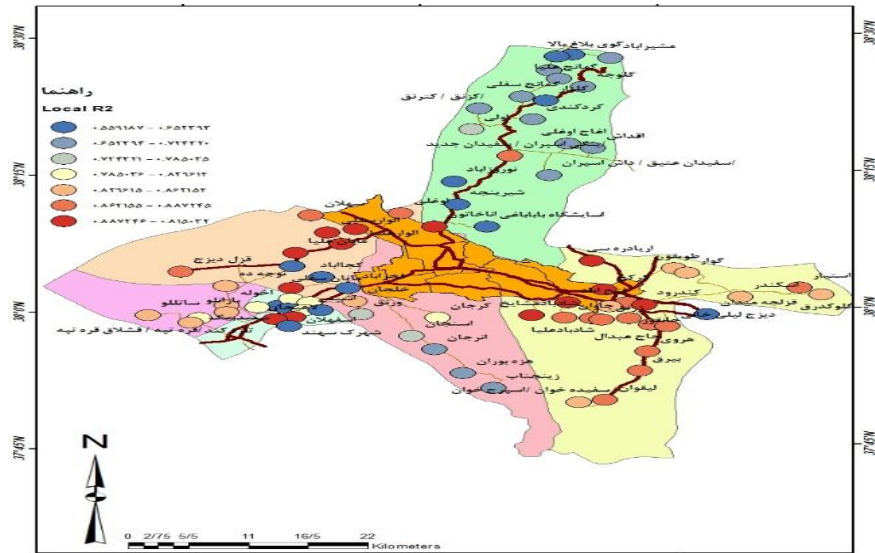
جدول ۳. نتایج اجرای رگرسیون وزنی جغرافیایی بر روی عوامل مؤثر بر سفر در روستاها

عوامل	مربع باقی‌مانده‌ها	تعداد اعداد مؤثر	ریشه دوم مجموع مربعات باقی‌مانده‌های نرمال شده	ارزیابی عملکرد مدل	مجموع مربعات باقی‌مانده	مجموع مربعات باقی‌مانده تعدیل شده
جمعیت	۲۲۷/۱	۱۲/۲۳	۱/۸۷	۶۷۲/۶۲۹	۰/۴۷	۰/۱۵
خانوار	۱۹۳/۴۱	۱۷/۳۸	۱۸/۶۰	۶۷۱/۹۸	۰/۳۸	۰/۲۱
تعداد مرد	۱۹۲/۹۹	۱۸/۷۴	۱۸/۳۲	۶۷۴/۴۷	۰/۶۵	۰/۲۰
تعداد زن	۱۱۶/۵۷	۱۸/۶۱	۲۶/۱۴	۶۳۷/۴۱	۰/۶۲	۰/۵۱
مالکیت خودرو	۱۹۸/۷۷	۴/۶۷۷	۱۶/۶۸	۶۴۸/۵۸	۰/۶۸	۰/۳۳
تعداد کارگر بیرون روستا	۲۳۳/۵۹	۳/۶۶	۱۷/۹۸	۶۵۹/۵۷	۰/۷۰	۰/۲۳
تعداد دانش‌آموز بیرون روستا	۱۹۲/۲۹	۹/۲۵	۱۶/۹۷	۶۵۴/۶۸	۰/۵۲	۰/۳۱
زمان کل سفر برای رسیدن به مقصد	۲۴۸/۴۵	۵/۲۹	۱۸/۷۶	۶۶۷	۰/۲۱	۰/۱۶
زمان انتظار برای خودرو	۹۶۵/۵۶	۲۱/۰۵	۱۳/۲۵	۶۲۹/۷۶	۰/۶۰	۰/۵۸
کرایه ماشین	۱۱۵/۴۱	۱۹/۷۱	۱۴/۳۲	۶۳۹/۶۵	۰/۶۳	۰/۵۱
فاصله از شهر	۱۰۴/۸۰	۲۳/۰۳	۱۴/۰۴	۶۴۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۵۳۴
دسترسی به خدمات	۱۲۲/۱۹	۶/۰۸	۱۳/۲۳	۶۱۴/۲۰	۰/۶۱	۰/۵۸
دسترسی به نقلیه عمومی	۱۲۸/۱۲	۵/۰۵	۱۲/۲۲	۶۲۳/۲۸	۰/۷۳۲	۰/۵۲۶

از جدول بالا همچنین می‌توان دریافت که میزان تقاضای سفر با وسایل نقلیه، مالکیت خودرو، فاصله از شهر تبریز و... ارتباط نزدیک‌تری نسبت به سایر سنجه‌ها دارد. شکل ۸ نتایج حاصل از R2 محلی را برای روستاها نشان می‌دهد و بیانگر میزان دقت برآورد مدل و تأثیر عوامل به‌صورت محلی است. این مقادیر در مناطقی که تأثیر عوامل در حجم سفر بیشتر بوده، زیاد و در مناطق دیگر، به‌ویژه در روستاهای دور، کمتر است. شاید یکی از دلایل این مسئله، معنی‌دار نبودن برخی متغیرها در این روستاها باشد که از دقت مدل در این مناطق کاسته است. توانایی بالا در تولید سفر عمدتاً در روستاهایی قابل مشاهده است که متغیرهای مستقل تأثیر بیشتری در حجم سفر داشته‌اند. این روستاها با مقادیر R2 (۰/۸۸ - ۰/۸۱) بیشتر در بخش مرکز شهرستان هستند و در فاصله کمی از شهر تبریز قرار دارند؛ افزون بر این به خدمات حمل‌ونقل عمومی (اتوبوس) دسترسی دارند. در مقابل، در روستاهای با مقادیر R2 کمتر (۰/۶۵ - ۰/۵۵) تأثیر قوی متغیرهای مستقل مشاهده نمی‌شود؛ دلیل این امر ممکن است از دست رفتن متغیرهای مهم دیگر در مدل باشد. در توجیه پایین بودن مقدار ضریب تعیین محلی در این روستاها می‌توان به نبود خدمات حمل‌ونقل عمومی (تاکسی و اتوبوس)، شرایط طبیعی منطقه، جنسیت، کرایه ماشین و... که در جدول ۳ آورده شده است، اشاره کرد.

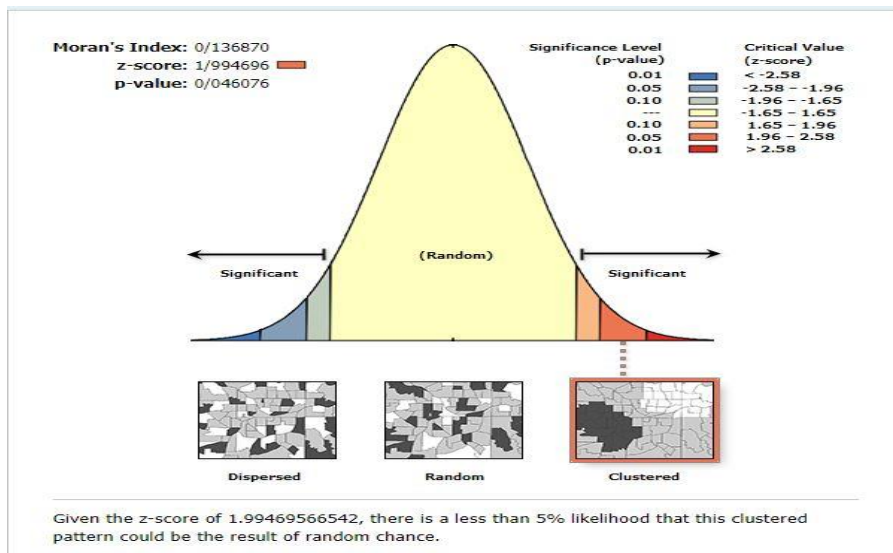


شکل ۷. لکه‌های داغ و سرد مربوط به میزان سفرها



شکل ۸. ضریب رگرسیون وزنی تمام شاخص‌ها

سپس با استفاده از ابزار شاخص نزدیک‌ترین همسایگی در جعبه‌ابزار آمار فضایی به سنجش الگوی پراکنش فضایی سفرها در سطح شهرستان پرداخته شده است. شاخص نزدیک‌ترین همسایگی به‌دست‌آمده از تحلیل الگوی فضایی پراکنش سفرها برابر $0/046$ و Z -Score آن نیز برابر $1/99$ بوده که در سطح اطمینان $0/99$ محاسبه شده است و بیانگر وجود خودهم‌بستگی فضایی مثبت کامل، یعنی الگوی خوشه‌ای، در توزیع سفرهاست؛ بدین مفهوم که توزیع سفرها بنا به دلایلی که در جدول ۳ به آن‌ها اشاره شد، در نقاط خاصی صورت پذیرفته است. نتایج تحلیل ضریب نزدیک‌ترین همسایگی در شکل ۹ آورده شده است.



شکل ۹. ضریب نزدیک‌ترین همسایگی محاسبه‌شده برای سنجش الگوی توزیع فضایی سفرها در روستاهای شهرستان تبریز

۶- نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به منظور درک ارتباط بین عوامل مختلف اجتماعی، اقتصادی، زیربنایی و فضایی و تقاضای سفر و مدل‌سازی فضایی جریان سفر روستایی در شهرستان تبریز انجام گرفت. یافته‌های مهم این مطالعه شامل دو جنبه بود: ۱. بررسی رابطه بین ناهمگونی فضایی تقاضای سفر و متغیرهای کلیدی بر اساس GWR؛ ۲. استفاده از عوامل اجتماعی، اقتصادی، فضایی و زیربنایی برای تجزیه و تحلیل پراکنش فضایی تقاضای سفر. نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی نشان داد که عوامل متعددی بر ناهمگونی تقاضای سفر در روستاها تأثیر داشته‌اند که بر اساس تحقیق، دسترسی به وسیله نقلیه عمومی و افراد شاغل بیرون روستا بیشترین تأثیر را داشته است که با نتایج پژوهش ادوم آساموچ و همکاران (۲۰۲۰) و پاپانگلیس و همکاران (۲۰۱۶) مشابهت دارد. افزون بر این، بیشتر سفرهای روزانه به شهر تبریز برای مسائل شغلی و با سواری انجام شده است که نتایج پژوهش یووان و لین (۲۰۱۳) در روستاهای منطقه جیادینگ را تأیید می‌کند. این سفرها بر اساس تحلیل لکه‌های داغ در دهستان‌های میدان‌چای و آجی‌چای انجام گرفته است که اکثر روستاهای نزدیک به شهر تبریز در این دهستان‌ها به وسایل نقلیه عمومی (اتوبوس) و تاکسی دسترسی دارند؛ به همین دلیل الگوی توزیع فضایی سفرها بر اساس شاخص

نزدیک‌ترین همسایگی خوشه‌ای بوده است. فاصله کم این روستاها نسبت به شهر تبریز، وجود خدمات حمل‌ونقل عمومی در آن‌ها و به تبع آن کاهش هزینه و سهولت جابه‌جایی، موجب اسکان سرریز جمعیتی تبریز در این روستاها شده و تقاضای سفر را در این روستاها افزایش داده است، به گونه‌ای که در طول روز جابه‌جایی مسافر در این روستاها همانند سفرهای روزانه در شهر تبریز است و سفرهای آموزشی، تفریحی، خرید، بهداشتی و... از این روستاها به شهر تبریز انجام می‌شود. افزون بر این موارد، وجود شهرک‌های صنعتی و کارخانه‌های متعدد در نزدیک دهستان‌های آجی‌چای و میدان‌چای، تعداد سفرهای شغلی را در این دهستان‌ها افزایش داده است. بیشتر افراد در روستاهای این دهستان برای کار به این کارخانه‌ها یا برای تبریز سفر می‌کنند. این درحالی است که روستاهایی که در فاصله دورتری از تبریز قرار دارند، مجبورند برای رفع نیازهایشان، سفر خود را پیاده یا با وسیله نقلیه شخصی (وانت، موتور و...) انجام دهند. این مسئله ضمن افزایش انزوای جغرافیایی و به دنبال آن فقر در این روستاها، مهاجرت را در آن‌ها افزایش داده و موجب شده است این روستاها با کاهش جمعیت روبه‌رو شوند. این کاهش جمعیت، بسیاری مسائل اقتصادی، اجتماعی، زیربنایی، زیست‌محیطی و... برای روستاها به وجود آورده که از موضوع مقاله خارج است. کمترین عامل مؤثر در تقاضای سفر، زمان کل سفر برای رسیدن به مقصد است که غالباً به این دلیل بوده که بیشتر سفرها برای مقاصد شغلی و بهداشتی و آموزشی انجام شده است و در نتیجه افراد بدون توجه به زمان مجبور به سفر بوده‌اند. نتایج پژوهش با نتایج پیشنهادی که برای کاهش سفرهای روزانه از روستاها به شهر تبریز و به دنبال آن کاهش هزینه و جابه‌جایی سفر می‌شود، در قدم اول مکان‌یابی بهینه مراکز خدماتی روستایی در سطح دهستان‌هاست. در قدم دوم، با توجه به اینکه سرمایه‌گذاری در خدمات حمل‌ونقل عمومی برای روستاهای دور و کم جمعیت مقرون به صرفه نیست، برای کاهش مشکل تحرک در این روستاها سیستم حمل‌ونقل DRT یا حمل‌ونقل پاسخگو به تقاضا پیشنهاد داده می‌شود که در پژوهش‌های بسیاری بهترین راه جابه‌جایی و سفر در روستاهای کم‌تراکم و دور که به اتوبوس دسترسی ندارند، معرفی شده است (Davison et al., 2012; Wang et al., 2014; Sultana et al., 2018). این سیستم بیشتر در مکان‌هایی که اختصاص خدمات حمل‌ونقل عمومی به آن‌ها به صرفه نیست، کاربرد دارد و موجب کاهش تعداد وسایل نقلیه شخصی و ارائه وسایل نقلیه کوچک‌تر برای جابه‌جایی افراد می‌شود.



منابع

- آزادی قطار، سعید؛ مشکینی، ابوالفضل؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ مصطفوی، احسان؛ احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۹۶). تبیین رابطه بین قابلیت پیاده‌مداری شهری با توزیع فضایی مرگ‌ومیرهای ناشی از سرطان‌های سینه و کورکتال در مناطق شهر تهران. نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۱ (۳)، ۹۴-۵۵. URL: <http://hsmasp.modares.ac.ir/article-21-6831-fa.html>
- افندی‌زاده، شهریار؛ رحیمی، امیرمسعود (۱۳۸۸). مدل تحلیل عاملی برای انتخاب عوامل مؤثر بر تقاضای سفر با اتوبوس‌های بین‌شهری. پژوهشنامه حمل‌ونقل، ۷ (۱)، ۱-۱۰. URL: http://www.trijournal.ir/article_11456.html
- سلطانی، علی؛ احمدیان، علیرضا؛ اسمعیلی ابوکی؛ یوسف (۱۳۹۹). کاربرد مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی (GWR) در بررسی روابط بین متغیرهای فضایی در یک پهنه شهری (نمونه موردی: منطقه ۷ شهرداری تهران). نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، ۳ (۴)، ۹۹-۱۰. URL: http://www.armanshahrjournal.com/article_32646.html
- شمشیری، سجاده؛ شهبازی، حبیب؛ تقی‌پور جاوی، شهاب‌الدین (۱۳۹۶). تحلیل ارتباطات بین متغیرهای فضایی در دشت خان‌میرزا: مقایسه کارایی الگوی رگرسیون وزنی جغرافیایی و الگوی حداقل مربعات. نشریه جغرافیا و توسعه، ۱۵ (۴۸)، ۹۵-۱۱۲. DOI: 10.22111/GDIJ.2017.3350
- شیرزادی بابکان، علی؛ مسگری، محمدسعیدی (۱۳۹۰). مدل‌سازی تقاضای سفر با استفاده از بلوک آماری (مطالعه موردی: شهر تهران). برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۵ (۱)، ۱۷۲-۱۵۲. URL: <http://hsmasp.modares.ac.ir/article-822-21-fa.html>
- عباس‌پور، رحیم‌علی؛ بهاری، روح‌الامین؛ پهلوانی، پرهان (۱۳۹۴). پهنه‌بندی آلودگی ذرات معلق با استفاده از مدل‌های آماری محلی در GIS (مطالعه موردی: شهر تهران). نشریه علوم و فنون نقشه‌برداری، ۵ (۳)، ۱۶۵-۱۷۳. URL: <http://jgst.issge.ir/article-1-353-fa.html>
- عشورنژاد، غدیر؛ فرجی سبکبار، حسنعلی؛ امیراصلانی، فرشاد (۱۳۹۵). مدل‌سازی روابط فضایی عوامل مؤثر در استقرار مراکز مالی و اعتباری موجود در شهر تهران با رگرسیون وزنی جغرافیایی. پژوهش‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، ۴ (۲)، ۲۲۳-۲۴۰. (DOI): 10.22059/JURBANGEO.2016.59161
- علوی، سیدعلی؛ پرهیزکار، اکبر؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ قالیباف، محمدباقر؛ پورموسی، سید موسی (۱۳۸۹). مدل‌سازی مکانی تقاضای سفر مبتنی بر روشی جدید برای

پیش‌بینی و کاهش ترافیک (منطقه شش تهران). نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۵ (۴)،

۶۱-۴۳. URL: <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-10477-fa.html>

- محرابیان، آزاده (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر جابه‌جایی مسافر در شبکه حمل‌ونقل ریلی

در ایران. *اقتصادی مالی*، ۷، ۱۹۷-۱۵۱. URL: http://www.trijournal.ir/article_73885.html

- Abbaspour, R. A., Bahari, R. & Pahlavani, P. (2016). Zoning of Particulate Matters (PM) Pollution Using Local Statistical Models in GIS (Case Study: Tehran Metropolises). *Journal of Geomatics Science and Technology*, 5(3), 165-174. URL: <http://jgst.issge.ir/article-1-353-fa.html>, (In Persian).

- Adom-Asamoah, G., Amoako, G. & Adarkwa, K. K. (2020). Gender disparities in rural accessibility and mobility in Ghana. *Case studies on transport policy*, 8, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.12.006>

- Affendi Zadeh, Sh. & Rahimi, A. M. (2010). Factor analysis model for selecting factors affecting travel demand by intercity buses. *Transportation Research*, 7(22), 1-10. URL: http://www.trijournal.ir/article_11456.html, (In Persian).

- Alavi, S. A., Parhizkar, A., Rokn al-Din Eftekhari, A., Qalibaf, M. B. & Pourmousi, S. M. (2010). Spatial modeling of travel demand based on a new method for forecasting and reducing traffic (Tehran 6 District). *Tarbiat Modares University Press-The Journal of Spatial Planning*, 15(4). 43-62. URL: <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-10477-fa.html>, (In Persian).

- Ashournejad, Gh; Faraji Sabkbar, H. A; Amiraslani, F (2016), "Modeling the spatial relations in the factors effective on installation of current financial and credit institutes of Tehran using geographically weighted regression". *Geographical urban planning research*, 4(2). 223-240. (DOI): 10.22059/JURBANGEO.2016.59161, (In Persian).

- AzadiQatar, S; Meshkini, A, Roknedin Eftekhari, A; Mostafavi, E; Ahadnejad Roshti, M (2017), "Explanation of relationship between urban walkability and death spatial distribution caused by colorectal and breast cancer", *Tarbiat Modares University Press- The Journal of Spatial Planning*, 21(3): 55-94. URL: <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-6831-fa.html>, (In Persian).



- Batista, C., Vicente, P. (2021). Is mobility money changing rural Africa? Evidence from a field experiment. *CReAM Discussion Paper Series 2116*, Centre for research and analysis of migration (CReAM), department of economics, University College London. URL: https://www.cream-migration.org/publ_uploads/CDP_16_21.pdf
- Chen, B., Cheng, X., Mei-PoKwan., & TimSchwanen. M (2020). Evaluating spatial accessibility to healthcare services under travel time uncertainty: A reliability-based floating catchment area approach". *Journal of Transport Geography*, 87(21). 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102794>
- Clark, S., Watling, D (2003). Modelling Network Travel Time Reliability Under Stochastic. *Transportation research part B: Methodological*, 39 (2): 119-140 <https://doi.org/10.1016/j.trb.2003.10.006>
- Das, S., Dixon, K., Sun, X., Dutta, A., & Zupancich, M (2017). Trends in transportation research: Exploring content analysis in topics. *Transp. Res. Rec. 2614* (1), 27-38. <https://doi.org/10.3141/2614-04>
- Davison, L., Enoch, M., Ryley, T., Quddus, M.A., & Wang, C (2012), Identifying potential market niches for demand responsive transport. *Res. Transp. Bus. Manage.* 3, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.04.007>
- De Gruyter, C., Rose, G., & Currie, G. (2015). Understanding travel plan effectiveness for new residential developments. *Transp. Res. Record: J. Transp. Res. Board* 2537. 126-136. <https://doi.org/10.3141/2537-14>
- Dennett, A (2018). Modelling population flows using spatial interaction models, *Australian population studies*, 2(2), 33-58. <https://doi.org/10.37970/aps.v2i2.38>
- Enoch, M., Potter, S., Parkhurst, G., & Smith, M (2006). Why do demand responsive transport systems fail? *Presented at the Transportation Research Board 85th Annual Meeting*. <http://pubsindex.trb.org/view.aspx?id=775740>
- Enoch, M.P., Cross, R., Potter, N, Davidson, C., Taylor, S., Brown, R., Hung, H., Parsons, J., Tucker, S., Wynne, E., Grieg, D., Campbell, G., Jackson, A., & Potter, S. (2020). Future local passenger transport system scenarios and

implications for policy and practice, *Transport Policy*, V.90, 52-67.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.02.009>

- Gruyter. C., Geoff.R, Long, T., Truong. T., Wilson. K., & Dukanovic., Z (2021), Exploring planning tribunal decisions on travel plans for new developments, *Case Studies on Transport Policy*, 9, 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.07.002>
- Horner, S., Swarbrooke, J (2005). Leisure marketing: A global perspective, *Published February 3, 2005 by Routledge, 424 Pages*. <https://doi.org/10.4324/9780080478937>
- Hunt, J. D., Stefan, K.J., & Brownlee, A. T (2006). Establishment- based survey of urban commercial vehicle movements in Alberta, Canada: Survey design, implementation, and results, *Transportation research record, Journal of transportation research board*, 1957(1), 75-83. <https://doi.org/10.1177/0361198106195700111>
- Juliu. S., Marquet, O., & Miralles-Guasch., C (2017). The influence of location, socioeconomics, and behaviour on travel-demand by car in metropolitan university campuses". *Transportation Research Part D*. 53,149-160. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.008>
- Kerkman, K., Martens., K, & Meurs., H (2018). Predicting travel flows with spatially explicit aggregate models on the benefits of including spatial dependence in travel demand modeling. *Transportation Research Part A*. 118, 68-88. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.029>
- Kitamra, R (2009). Life-style and travel demand: from special report 220: A look ahead: year 2020, *Transportation reasearch board, national research council, Washington, DC, 1988*. 36(6), 149-189. Reproduced with permission of TRB. <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9244-6>
- Kutzbach, M.J (2009), Motorization in developing countries: Causes, consequences, and effectiveness of policy options. *J. Urban Econ*. 65 (2), 154-166. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2008.10.002>



- Maghrifani, D., Liu, F., Sneddon., J (2021). Understanding Potential and Repeat Visitors' Travel Intentions: The Roles of Travel Motivations, Destination Image, and Visitor Image Congruity. *article first published online: June 17, Journal of transport research.* 61(5). 1121-1137 <https://doi.org/10.1177/00472875211018508>
- Mehrabian, A (2013). Investigating the effective factors on passenger movement in the transportation and rail network in Iran. *Financial Economics.*7(22). 137-154. http://ecj.iauctb.ac.ir/article_511541.html(In Persian).
- Ortúzar, J.D; Willumsen, L.G. (2011). Modelling transport. *4th edition, Wiley, Hoboken*, <http://dx.doi.org/10.1002/9781119993308>
- Papangelis, K; Ashmore, F. H; R. Velga, N; Sripada, S (2016): "Exploring the rural passenger experience, information needs and decision making during public transport disruption", *Transportation Business and Management*, 6(11): 122-138. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.002>
- Porter, G., Hampshire, K., Abane, A., Tanle, A., Esia-Donkoh, K., Amoako, S., Agblorti, R., & Owusu, S (2011). Mobility, education and livelihood trajectories for young people in rural Ghana: a gender perspective. *Children's Geogr.* 9 (3-4): 395-410. <https://doi.org/10.1080/14733285.2011.590705>
- Saroli, Ch. (2015),"). Passenger transport in rural and sparsely populated areas in France. *International Transport Forum. Discussion.* 2015-09, 222-242. <https://doi.org/10.1787/5jrvzrqv2p0t-en>
- Sbista, SH., Justin, B., & Hollander, S. M (2021), A content analysis of transportation planning documents in Toronto and Montreal, a case study on transport policy. *Case Studies on Transport Policy* 9, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.06.007>
- Shamshiri, S., Shahbazi, H., & Tghipour Javi, S (2017). Analyzing the Relations Between Spatial Variables in Khanmirza Plain: Comparison of Geological Weighted Regression and Ordinary Least Square Models. *Geography and development Itanian Journal*, 15(48), 95-112. DOI: 10.22111/GDIJ.2017.3350,(In Persian).

- Shirzadi Babakan, A., Mesgari, M. S (2010). Modeling Travel Demand Using Statistical Block: A Case Study of Tehran. *Tarbiat Modares University Press- The Journal of Spatial Planning*, 15(1), 151-172. URL: <http://hsmasp.modares.ac.ir/article-۸۲۲-۲۱-fa.html>
- Soltani, A., Ahmadian, A., & Ismaili Abuki. Y (2010). GWR model application in investigation of spatial variables in an urban district: Case study of region 7. *Municipality of Tehran, Journal of architecture, urban design and urban planning*, 3(4), 99-110. URL: http://www.armanshahrjournal.com/article_32646.html. (In Persian).
- Sultana, Z., Mishraa, S., Christopher, R. Cherry, V., Goliasa, M., & Tabrizizadeh Jeffers, S (2018). Modeling frequency of rural demand response transit trips. *Transportation Research Part A* 118, 494-505. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.006>
- Tao, S., Rohde, D., & Corcoran, J (2014). Examining the spatial-temporal dynamics of bus passenger travel behaviour using smart card data and the flow-comap. *Journal of Transport Geography* 41, 21-36. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.08.006>
- Vitalea, M., Millwardb, H., & Spinney, J (2019). School siting and mode choices for school travel: Rural-urban contrasts in Halifax, Nova Scotia, Canada. *Case Studies on Transport Policy* 7, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.11.008>
- Wang, C., Quddus, M., Enoch, M., Ryley, T., & Davison, L (2014). Multilevel modelling of demand responsive transport (DRT) trips in Greater Manchester based on areawide socio-economic data. *Transportation* 41, 589-610. [10.1007/s11116-013-9506-1](https://doi.org/10.1007/s11116-013-9506-1)
- Wang, C., Quddus, M., Enoch; M., Ryley, T., & Davinson, L (2015). Exploring the propensity to travel by demand responsive transport in rural area of Lincolnshire in England. *Case studies on transport policy*, 3, 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2014.12.006>



- Wang, X., Khattak, A (2012). What Can Be Learned from Analyzing University Student Travel Demand? *Transportation Research Record*. 2322, 129-137. <https://doi.org/10.3141/2322-14>
- Xing, Y., KeWang, J.Lu (2020). Exploring travel patterns and trip purposes of dockless bike-sharing by analyzing massive bike-sharing data in Shanghai, China, *Journal of transport geography*. 102787. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102787>
- Yeates, S., Enoch, M (2013). Travel plans from the developer perspective. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Urban Design and Planning*, 166(9): 262-273. <https://doi.org/10.1680/udap.11.00049>
- Yuan, J., Lin, H (2013). An empirical study of commuting characteristics in rural area. *13th COTA international conference of transportation professionals (CICTP 2013). Social and behavioral sciences* 96, 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.016>
- Zhang, Lei, Levinson, D (2018). Agent- Based approach to travel demand modeling. *Online available: Transportation research record. Journal of the transportation research board*. 28-36. <https://doi.org/10.3141/1898-04>