نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۷۱، زمستان ۱۴۰۲

تحلیل تأثیر عناصر فرم شهری بر رفتار سفر در جهت توسعه شهر کم‌کربن (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز)

دریافت مقاله: ۹۸/۱۲/۶ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۴/۲

صفحات: ۱۳۶-۱۲۳

رسول قربانی: استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز، ایران
Email: ghorbani.rasoul@gmail.com
اکبر اصغری زمانی: دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز، ایران
Email: azamani621@yahoo.com
رحیم غلامحسینی: دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز، ایران[۱]
Email: r.gholamhosseini@gmail.com

چکیده

ادبیات گسترده‌ای وجود دارد که بیانگر وجود ارتباط قوی بین فرم شهری با انتشار کربن در بخش حمل‌ونقل می‌باشد؛ این امر از طریق تأثیر مؤلفه‌های فرم شهر بر رفتار سفر شهروندان صورت می‌گیرد. در نظریه توسعه شهری کم‌کربن، کاهش تولید سفرهای سواره‌محور از طریق تغییرات در عناصر فرم شهری مدنظر می‌باشد. این مقاله به بررسی تأثیرات مؤلفه‌های فرم شهری بر روی رفتار سفر کلان‌شهر تبریز پرداخته است. فرم شهری تک‌هسته‌ای تبریز باعث استفاده حداکثری از اتومبیل شخصی برای انجام سفرهای شهری شده که نتیجه آن افزایش کربن در هوای شهری تبریز می‌باشد؛ بنابراین تأثیر عناصر فرم شهری در رفتار سفر خودرومحور، به‌عنوان اساسی‌ترین رکن مطالعات شهر کم‌کربن در شهر تبریز انتخاب شده است. نتایج حاصل از به‌کارگیری روش موران نشان می‌دهد که معیارهای به‌کاررفته عمدتاً حالت خوشه‌ای داشته و بر این اساس دارای خودهمبستگی مکانی می‌باشند و استفاده از روش‌های رگرسیون وابسته به مکان همچون رگرسیون وزنی جغرافیایی بسیار مفید می‌باشد. نتایج حاصل از روش نشان می‌دهد، دسترسی به ایستگاه‌های مترو در کلان‌شهر تبریز با ضریب اهمیت ۰/۴۰ دارای کمترین ارتباط با رفتار سفرهای شهری بوده و دو عامل ترکیب کاربری‌های شهری و دسترسی به مرکز تجاری با ضریب اهمیت ۰/۵۴ بیشترین اهمیت در رفتار سفر شهری می‌باشند. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که مؤلفه‌های فرم شهری دارای اهمیت زیادی در رفتار سفر شهری می‌باشند و باید در جهت شکل‌گیری شهر کم‌کربن بیشتر موردتوجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد.

کلید واژگان: فرم شهری، رفتار سفر، شهر کم‌کربن، روش‌های آمار فضایی، کلان‌شهر تبریز

۱. **نویسنده مسئول**: تبریز، دانشگاه تبریز؛ گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

مقدمه

با رشد تکنولوژی و خروج منابع آلاینده ثابت و صنعتی از شهرها، منابع آلاینده متحرک در بخش حمل‌ونقل شهری به‌عنوان چالش اصلی در راستای آلودگی کلان‌شهرها مطرح شده است؛ و بخش حمل‌ونقل به‌عنوان بزرگ‌ترین و سریع‌ترین بخش رشد مصرف انرژی و انتشار کربن معرفی شده است (جاین و تیواری[۲]،۲۰۱۶: ۸). عوامل بسیاری مصرف انرژی و انتشار CO_2 را تحت تأثیر قرار می‌دهند که برای سیاست‌گذاران زیست‌محیطی، بسیار لازم است تا نقش و تأثیرات عوامل متحرک در میزان مصرف انرژی و انتشار CO_2 را شناسایی کنند (ژانگ[۳]،۲۰۱۵: ۱۰). با توجه به تفاوت در میزان اثرات این عوامل، بررسی اثرات آن‌ها بر تغییرات میزان مصرف انرژی و انتشار CO_2 ضروری است و این تأثیرات نامطلوب آلودگی‌های ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی در سکونتگاه‌های شهری محققین شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در نقاط مختلف جهان را نیز بر آن داشته که به بررسی عوامل تأثیرگذار در بخش حمل‌ونقل بر میزان انتشار آلاینده‌ها بپردازند (سادورسکی[۴]،۲۰۱۴: ۱۴۹). چراکه عدم کنترل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های ناشی از احتراق و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیر و تهدیدآمیزی مواجه ساخته است (تیان و همکاران[۵]،۲۰۱۴: ۲۴۴)؛ و باعث چالش جدی برای جامعه و محیط‌زیست در بستر جهانی شده است (کین و همکاران[۶]،۲۰۱۸: ۱). ادبیات گسترده‌ای وجود دارد که بیانگر وجود ارتباط قوی بین فرم شهری با مصرف انرژی و تولید CO_2 در بخش حمل‌ونقل می‌باشد؛ و فرم و ساختار فضایی شهر اثرات مستقیمی بر انتشار آلاینده‌های هوا دارد (یو[۷]،۲۰۱۳: ۴۱۱). این امر از طریق تأثیر مؤلفه‌های فرم شهر بر شیوه سفر شهروندان صورت می‌گیرد. این مؤلفه‌ها شامل: شکل و فرم شهر، تراکم‌های شهری، کاربری مختلط اراضی، آرایش فضایی خیابان‌ها و نحوه دسترسی‌ها می‌باشد (کوتوال و وجنویک[۸]،۲۰۱۵: ۴۸۰)؛ و متغیرهایی مانند تراکم جمعیت و مسکونی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و اختلاط کاربری با رفتار سفر ساکنان در محیط‌های شهری به‌طور معناداری رابطه وجود دارد (چن و همکاران[۹]،۲۰۱۷: ۷۵)؛ بنابراین مؤلفه‌های فرم شهر در مقیاس‌های مختلف، الگو و رفتار سفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بوچانان و همکاران[۱۰]،۲۰۰۶: ۲۴۳)؛ و شناسایی معیارهای عناصر شهری در تعیین الگوهای سفر شهری بسیار مهم است؛ چراکه امروزه به دنبال پراکندگی مکانی فعالیت‌ها و افزایش فاصله میان محل زندگی و مراکز جاذب سفر، موجب استفاده هر چه بیشتر از وسایل نقلیه موتوری شده و نقش مهمی در آلودگی زیست‌محیطی ایفا می‌کند (قدمی و همکاران،۱۳۹۰: ۱۳۴). همان‌طور که در ادبیات نظری مربوط به شهر کم‌کربن و الگوی رفتار سفر، بیشترین پژوهش‌های صورت گرفته در راستای شناسایی نقش

2 - Jain & Tiwari
3 - Zhang
4 - Sadorsky
5 - Tian at el
6 - Qian at el
7 - Yu
8 - Kotval & Vojnovic
9 - Chen at el
10 - Buchanan et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

عناصر فضایی شهر در ایجاد الگوهای سفر شهری می‌باشد (لیو و همکاران[11]،۲۰۱۷: ۳۶). چراکه انتخاب الگو و رفتار سفر نقش مهمی در انتشار کربن دارد. بدین‌صورت که استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی و غیر موتوری باعث ایجاد سفر کم‌کربن می‌شود (جینگ لی و همکاران[12]،۲۰۱۸: ۲)؛ و رویکرد استفاده از وسایل نقلیه عمومی، مصرف کم انرژی و کاهش آلودگی و هدف اصلی آن کاهش انتشار کربن در طول سفر می‌باشد (کین و همکاران[13]،۲۰۱۸: ۱). حال‌آنکه برای تبدیل‌شدن به یک شهر کم‌کربن، شهرها به‌طور پیوسته باید انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل و تمام فعالیت‌هایی که موجب منتشر شدن گازهای گلخانه‌ای می‌شود را قطع کنند. از همین رو یکی از اهداف کلیدی برنامه‌ریزی قرن ۲۱، توسعه شهرهای کم‌کربن می‌باشد (ما[14]،۲۰۱۴: ۳). در این مقاله، کلان‌شهر تبریز به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب گردیده است. میزان آلودگی هوا در این شهر روزبه‌روز در حال افزایش است که بیشترین عامل آلودگی متعلق به بخش حمل‌ونقل می‌باشد؛ ازجمله مهم‌ترین مشکلات سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز، تمرکزگرایی در الگوی توزیع و تراکم ترافیک در گره‌ها و مسیرهای منتهی به بافت مرکزی شهر که اغلب به‌عنوان مقصد سفرهای درون‌شهری مشخص می‌گردد و یکی از مهم‌ترین دلایل تغییرات روزانه آلودگی در شهرها، سطح ترافیک وسایل نقلیه در ساعات مختلف روز است (عالی،۱۳۹۵: ۴۷)؛ که این مورد در شهر تبریز نیز مشاهده می‌گردد. فرم شهری تک‌هسته‌ای شهر تبریز باعث شده که بیشترین تراکم کاربری‌ها و اشتغال در هسته اصلی شهر قرار گیرند و این مسئله موجب استفاده حداکثر شهروندان در استفاده از اتومبیل شخصی برای انجام سفرهای شهری به بافت مرکزی شده و وابستگی به اتومبیل همچنان رو به افزایش است (پورمحمدی و جام کسری،۱۳۹۰: ۵۰)؛ بنابراین ضرورت توجه بیشتر به سیاست‌گذاری‌ها در بخش حمل‌ونقل و برنامه‌های اصولی در ساختار و فرم شهر تبریز باهدف توسعه شهری کم‌کربن را بیش‌ازپیش نمایان می‌کند. از همین رو هدف مقاله حاضر، کوششی جهت شناسایی عناصر فضایی مرتبط با رفتار سفر در کلان‌شهر تبریز و معیارهای توسعه شهری بر اساس موازین شهر کم‌کربن می‌باشد که در آن کمترین حمل‌ونقل خودرومحور وجود داشته باشد. از آنجایی‌که عوامل موردبررسی، عوامل فضایی می‌باشند، رگرسیون وزنی جغرافیایی و آزمون موران به‌عنوان دو روش اصلی به‌کاربرده در این مقاله می‌باشد. در مبانی نظری موجود، عوامل مهمی که انتشار کربن و شدت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند در بسیاری از کشورها تحلیل‌شده‌اند؛ اما بیشتر این مطالعات به بخش‌های صنعت و نیرو توجه داشته‌اند و بخش حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های مهم در انتشار کربن، کمتر موردتوجه بوده است. برای مثال جینگ ما (۲۰۱۴)، در رساله دکتری خود تحت عنوان "فرم شهری، رفتار سفر روزانه و انتشار CO_2 ناشی از حمل‌ونقل: تحلیل سطح خرد و شبیه‌سازی فضایی" به بررسی تراکم جمعیت، الگوی رفتار سفر و برآورد میزان CO_2 منتشرشده در یک محیط جغرافیایی خرد بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ و مقایسه و تحلیل تغییر در الگوی مسافرت و انتشار دی‌اکسید کربن در این دهه و بررسی نقش اجتماعی- جمعیتی و تغییر در شکل شهری می‌پردازد؛ که با متغیرهای محدودی صورت گرفته است یا برای یک مثال دیگر. پائول

11 - Liu et al
12 - Jing Li at el
13 - Qian at el
14 - Ma

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

فنتون[15] (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای با عنوان «حمل‌ونقل پایدار در شهر کم‌کربن: مطالعه موردی اودنسه دانمارک» به بررسی رابطه بین شهر کم‌کربن و توسعه حمل‌ونقل پایدار پرداخته است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن است که حمل‌ونقل به‌عنوان عامل اصلی در انتشار کربن دی‌اکسید می‌باشد؛ و برای رسیدن به یک شهر کم‌کربن، توسعه پایدار حمل‌ونقل و تغییرات عمده در رفتار سفر به‌منظور حفظ حالت پایدار حمل‌ونقل و حذف زیرساخت‌هایی که باعث تقویت الگوهای ناپایدار حمل‌ونقل می‌شود، موردنیاز است (پائول فنتون،۲۰۱۶)؛ بنابراین پژوهش‌هایی که با دیدی جامع به بررسی عوامل کالبدی و فرم شهری در جهت کاهش آلودگی و توسعه شهری کم‌کربن بپردازد بسیار معدود است و به‌ویژه در جامعه علمی کشورمان مفهومی جدید در نظام برنامه‌ریزی شهری می‌باشد که مفهوم آن در حال تکوین است؛ و بیشتر برنامه‌ها در راستای درمان آلودگی هستند تا پیشگیری درحالی‌که توجه به مباحث فرم شهر و حمل‌ونقل علاوه بر درمان می‌تواند باعث پیشگیری از آلودگی هوا در شهرهای بزرگ گردد. در بیشتر تحقیقاتی که در رابطه با موضوع حاضر صورت گرفته، هدف به دست آوردن ارتباط میان تعداد محدودی از عوامل ایجاد آلودگی (حتی یک عامل) و بیشتر غیر کالبدی بوده است و همه شاخص‌های فرم شهری را مطالعه نکرده‌اند.

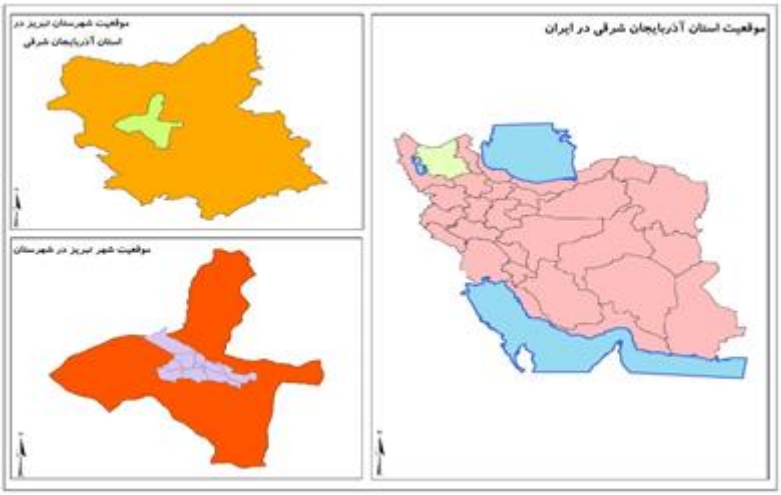
روش تحقیق

معرفی محدوده موردمطالعه

محدوده موردمطالعه در استان آذربایجان‌شرقی و در شهرستان تبریز قرار دارد. شهر تبریز به‌عنوان مرکز استان و شهرستان و نیز به‌عنوان بزرگ‌ترین کلان‌شهر شمال‌غرب ایران با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است شکل (۱). متوسط ارتفاع شهر حدود ۱۴۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد برآورد گردیده است. این شهر در گوشه شمال غربی کشور و در امتداد محور بین‌المللی تهران – بازرگان که ایران را به اروپا متصل می‌سازد قرارگرفته است. به لحاظ ویژگی‌های جغرافیایی و طبیعی، موقعیت استقرار شهر تبریز و هسته اولیه شکل‌گیری شهر حاکی از مناسب‌ترین و مساعدترین عوامل جغرافیایی بوده که به دلیل همین مواهب و مساعدت‌های جغرافیایی درروند تاریخی توسعه فیزیکی به یکی از بزرگ‌ترین شهرهای کشور تبدیل شده است. به‌طورکلی شهر تبریز بر اساس تقسیمات شهرداری و طرح جامع دارای ۱۰ منطقه شهری می‌باشد و بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ تعداد جمعیت این شهر ۱،۵۵۸،۶۹۳ نفر می‌باشد.

15 - Paul, Fenton

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]



شکل (۱). نقشه موقعیت شهر تبریز

داده و روش کار

روش پژوهش در این مقاله، روش توصیفی- تحلیلی می‌باشد و برای پاسخگویی به مسئله تحقیق از مدل‌های آمار فضایی[۱۶] استفاده‌شده است. در آمار فضایی، معمولاً داده‌ها جنبه‌ی مکانی دارند. معیارهای مکانی متفاوتی برای بررسی الگوهای سفر شهری جهت شکل‌گیری شهر کم‌کربن وجود دارد؛ تراکم، تنوع، ویژگی‌های مربوط به معابر، دسترسی به مقاصد سفرهای شهری، فاصله با ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی و مراکز شهری ازجمله شاخص‌هایی است که در بسیاری از منابع جهت بررسی ارتباط بین ویژگی‌های فضایی شهرها و الگوی سفر شهری در ادبیات شهر کم‌کربن استفاده‌شده است (اوینگ و کرورو[۱۷]،۲۰۱۰: ۲۷۸). در این مقاله نیز با استناد به منابع ذکر شده، از این معیارها برای بررسی الگوهای سفر شهری استفاده‌شده است. قبل از ایجاد ارتباط فضایی بین شاخصه‌های فضایی و رفتار سفر شهری، دو مرحله اساسی مدنظر بوده است؛ در مرحله نخست، داده‌های پرت یا خارج از محدوده[۱۸] مشخص می‌شود. منظور از داده‌های پرت، مقادیری هستند که خارج از محدوده طبیعی یک متغیر قرار دارند. در این مرحله، اعتبار و همخوانی داده‌های موجود موردسنجش قرار می‌گیرد و داده‌های خارج از محدوده مشخص می‌شود و تأثیر آن در روش رگرسیون به‌کاررفته، از بین می‌رود (چمپلوا و همکاران[۱۹]،۲۰۱۹: ۱۰۱۷). فرمول محاسبه داده‌های پرت رابطه (۱):

$$\text{High outliers}=Y+k0*Sy \quad \& \quad \text{Low outliers}= Y-k0*S \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که K0 عدد ثابت ۲,۳۰۹، Y میانگین متغیرها و S مجذور واریانس متغیرها می‌باشد.

16- Spatial statistics
17 - Ewing and Cervero
18 - Outlier
19 - Čampulová et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

در مرحله دوم، خودهمبستگی فضایی داده‌ها مد نظر بوده است. خودهمبستگی فضایی که به آماره موران I (Moran's I) نیز معروف می‌باشد، به رابطه بین مقادیر باقیمانده در طول خط رگرسیون مربوط می‌باشد. خودهمبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقادیر متغیرها که از نظر جغرافیایی به هم نزدیک می‌باشند، با هم در ارتباط هستند. جهت محاسبه خودهمبستگی فضایی داده‌ها از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

$$I = \frac{n}{S_o} \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} wij\,(Xi - \bar{X})(Xj - \bar{X})}{\sum_{i=1}^{n}(Xi - \bar{X})^2}$$

رابطه (۲)

که در آن x_i ضریب متغیر فاصله‌ای یا نسبی در نواحی n؛i تعداد نواحی شهری؛
وزن wij ضریب موران بین ۱- تا ۱+ متغیر است. ۱- برابر تعامل فضایی منفی و ۱ برابر تعامل فضایی مثبت است. اگر تعامل فضایی وجود نداشته باشد، ضرایب مورد انتظار موران صفر محسوب می‌شود. این ضرایب به شرح رابطه (۳) است:

$$E_I = -\frac{1}{(n-1)}$$

رابطه (۳)

که n تعداد محله‌ها و E_I ضریب مورد انتظار است.
به‌طورکلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد (۱+) باشد، داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد (۱-) باشد، آنگاه داده‌ها از هم گسسته و پراکنده می‌باشند. البته این مقدار از نظر معناداری سنجیده می‌شود. فرضیه صفر در این ابزار آن است که "هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی موردنظر وجود ندارد". حال زمانی که مقدار P-Value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه‌شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد، آنگاه می‌توان فرضیه صفر را رد کرد. اگر مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهند. اگر مقدار شاخص کمتر از صفر باشد، عوارض موردمطالعه دارای الگوی پراکنده می‌باشند (تامسون و همکاران[20]، ۲۰۱۸: ۱۸۳). در مرحله بعدی، تعیین روابط فضایی بین متغیرها مد نظر می‌باشد. مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی در واقع شکل محلی رگرسیون خطی است که برای مدل‌سازی روابط فضایی بین مجموعه‌ای از داده‌ها بکار گرفته می‌شود. مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی از طریق رابطه (۴) قابل‌اجرا می‌باشد:

$$y_j = \beta_0(u_j, v_j) + \sum_{i=1}^{p} \beta_i(u_j, v_j)\, x_{ij} + \varepsilon_j$$

رابطه (۴)

در اینجا u_j و v_j مختصات هر موقعیت برای j هستند، β0 (uj, vj) محل تقاطع برای موقعیت β0 (uj, vj)،j یک پارامتر محلی که متغیر مستقل x_i را در موقعیت j تخمین می‌زند و ε_j نیز خطای تصادفی با فرض N(O, σ2) (فرض نرمال بودن) است (لیو و همکاران[21]، ۲۰۱۵: ۶).

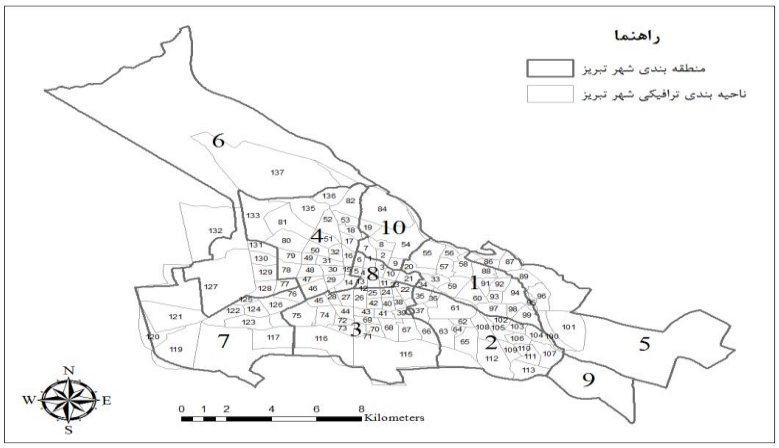
20 - Thompson et al
21 - Liu et al

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

نتایج

ناحیه‌بندی ترافیکی شهر تبریز

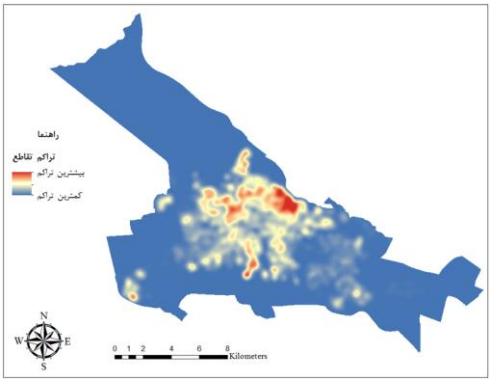
در این مطالعه جهت ناحیه‌بندی ترافیکی شهر تبریز از ناحیه‌بندی موجود در مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر تبریز استفاده‌شده است. در این مطالعه شهر تبریز به ۱۳۸ ناحیه ترافیکی تقسیم شده است و تمامی مطالعات ترافیکی در قالب این ناحیه‌بندی انجام گرفته است. این نواحی با مناطق ده‌گانه کلان‌شهر تبریز تطبیق داده شده است شکل (۲).



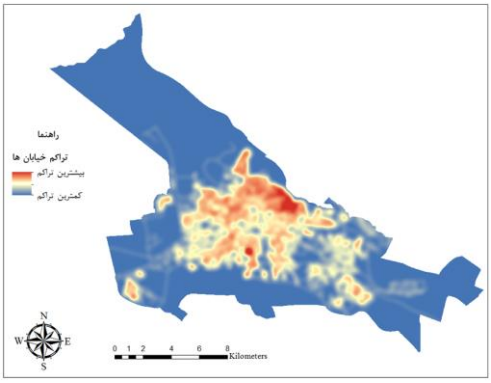
شکل (۲). منطقه بندی و ناحیه بندی ترافیکی شهر تبریز

ویژگی‌های مربوط به معابر

کیفیت طراحی معابر، مکان‌یابی تقاطع‌ها و میدان‌ها، میزان دسترسی کاربری‌ها به معابر و نظایر آن، در انتخاب نوع سفر و متعاقباً، توسعه شهر کم‌کربن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این قسمت از پژوهش، تراکم تقاطع‌ها و خیابان‌ها جهت بررسی ویژگی‌های مربوط به معابر انتخاب شده است. برای تهیه لایه‌های مربوط از روش تراکم کرنل استفاده‌شده است.



شکل (۳). تراکم تقاطع‌های شهر تبریز



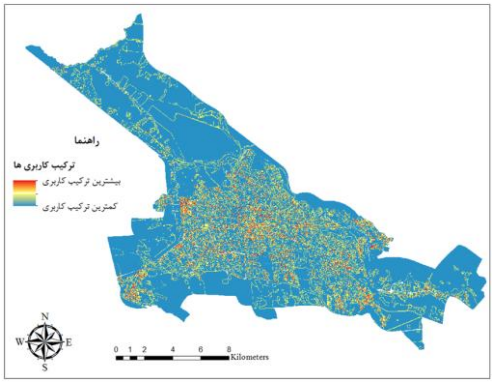
شکل (۴).تراکم معابر شهر تبریز

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

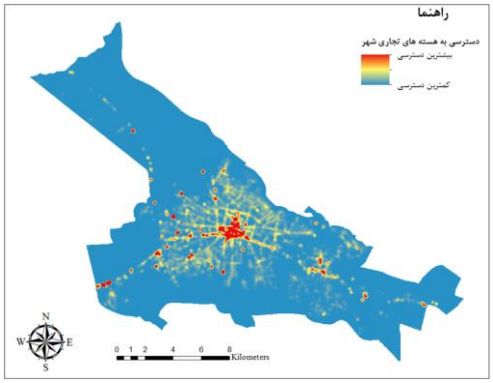
شبکه ارتباطی شهر تبریز دارای ساختار شطرنجی- حلقوی می‌باشد. از معابر شمالی- جنوبی و شرقی- غربی متعددی تشکیل شده است. نسبت سطح معابر به سطح کل شهر برابر ۱۶,۱۶ درصد می‌باشد. درصد معابر در مقایسه با مساحت ساخته‌شده برابر ۲۷,۶۲ درصد می‌باشد. تراکم معابر شهری تا حدودی گسترش متعادل‌تری نسبت به تراکم تقاطع شهری تبریز دارند. بیشترین تراکم تقاطع شهر تبریز مربوط به نواحی شمالی شهر می‌باشد که در این نواحی تراکم معابر هم بالا می‌باشد و این تراکم بالای معابر در کنار ازدیاد تقاطع نشان‌دهنده وجود دسترسی‌های محلی بالا در این نواحی شهری می‌باشد. ازدیاد تقاطع نشان‌دهنده وجود دسترسی‌های محلی بالا در نواحی شهری می‌باشد؛ درصورتی‌که نواحی دارای معابر شهری زیاد با تقاطع کمتر، نشان‌دهنده دسترسی‌های سریع همچون کمربندی‌های شهری و بزرگراه‌ها می‌باشند. عمده‌ترین تقاطع‌های غیر هم‌سطح در مسیر بزرگراه‌های شمالی، جنوبی و غربی شهر و شبکه حلقوی میانی شهر تبریز شکل‌گرفته‌اند و مهم‌ترین میدان‌ها و تقاطع‌های هم‌سطح تبریز در امتداد بلوار آذربایجان، بلوار کارگر، خیابان ۲۲ بهمن و در مسیر بازار و دانشگاه تبریز قرار گرفته‌اند اشکال (۳ و ۴).

هسته‌های تجاری و ترکیب کاربری

بررسی‌ها نشان می‌دهد شهر تبریز به‌طورکلی شهری تک مرکزی است و تراکم تجاری بیشتر در یک نقطه و آن هم در حواشی بازار به اوج می‌رسد و این نقطه در سطح شهر رقبای کانونی قابل‌ملاحظه‌ای ندارد. بر اساس مبانی توسعه کم‌کربن، با نزدیک شدن به هسته‌های تجاری شهر، از حجم تولید سفرهای خودرو مبنا کاسته می‌شود و شکل عمده حمل‌ونقل به‌صورت پیاده‌محور و سفرهای کوتاه می‌باشد. نواحی ۱ و ۴ که مربوط به منطقه ۸ می‌باشند و در مرکز شهر قرار گرفته‌اند، بیشترین دسترسی به مراکز تجاری شهر را دارا هستند.



کل (۵). میزان ترکیب کاربری‌ها در شهر تبریز



شکل (۶). دسترسی به مراکز تجاری

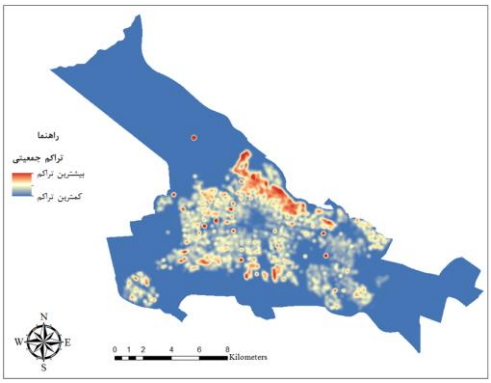
کاهش نیاز به سفر، از بحث‌های مهم در دستیابی به فرم شهری پایدار است که اختلاط کاربری نقش مهمی در دستیابی به آن دارد. اختلاط کاربری با نزدیک کردن تسهیلات فراغتی، خرید و کار موجب کاهش استفاده از اتومبیل برای جابجایی می‌شود. در پژوهش حاضر از آماره کانونی برای محاسبه میزان تنوع کاربری‌ها استفاده‌شده است. کاربری‌های ورزشی، تجاری، آموزشی، پارک، مسکونی، فرهنگی و درمانی برای بررسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

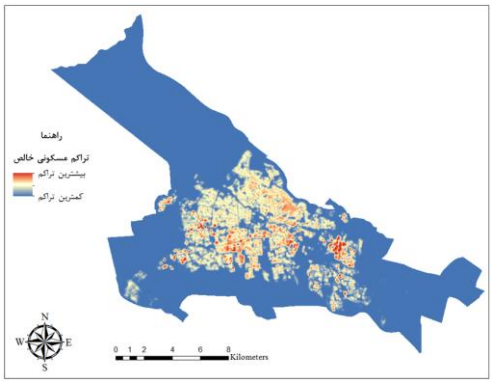
ترکیب کاربری‌ها انتخاب شده است. در این آماره کانونی، یک هم‌جواری ۳×۳ به‌کاررفته است؛ خروجی آن به‌صورت رستری می‌باشد که هر پیکسل، تنوع کاربری را در یک هم‌جواری ۳×۳ نشان می‌دهد. برای اینکه تنوع کاربری‌ها در نواحی ترافیکی قابل‌نمایش باشد، میانگین تنوع برای هر ناحیه حساب شده است و در ادامه عدد حاصل، استانداردسازی شده که به‌صورت ضریبی از صفر (یکدستی کامل کاربری‌ها) تا یک (تنوع حداکثری کاربری‌ها) نمایش داده می‌شود. در شکل (۵)، نواحی که دارای بیشترین ترکیب کاربری‌ها می‌باشند، با رنگ قرمز تیره مشخص‌شده است. بر این اساس، هسته‌های مرکزی شهر و قسمت‌هایی از غرب شهر تبریز دارای بیشترین تنوع کاربری‌های شهری هستند. این مسئله موجب گردیده است که بیشترین جذب جمعیت نیز در قسمت‌های مرکزی شهر باشد؛ و در سایر نواحی ترکیب کاربری در سطح پایینی قرار دارد و بیشتر حالت تک کاربری دارند و این عامل باعث تولید سفر بخصوص با اتومبیل شخصی می‌شود اشکال (۵ و ۶).

ویژگی‌های مربوط به تراکم جمعیت و سکونت

پخشایش فضایی جمعیت و سکونت، یکی از معیارهای اصلی در به وجود آمدن الگوهای سفر شهری است. فرض بر این است که با فاصله گرفتن مراکز فعالیت از مناطق مسکونی، تولید سفر زیادی شکل می‌گیرد و در نتیجه باعث افزایش مصرف انرژی در اثر افزایش حمل‌ونقل موتوری می‌گردد که نتیجه همه این عوامل افزایش میزان تولید کربن می‌باشد شکل (۷).



شکل (۷). تراکم جمعیتی شهر تبریز



شکل (۸). تراکم خالص مسکونی شهر تبریز

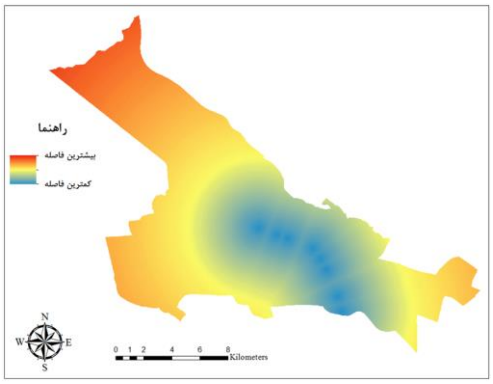
شکل (۸) تراکم خالص مسکونی را در نواحی شهر تبریز نشان می‌دهد. بخش عمده‌ای از شهر تبریز تراکم مسکونی کمی دارند و قطعات با تراکم زیاد عموماً به‌صورت پراکنده و در نواحی شرق، جنوب شرق و جنوب غرب (مانند محله پرواز که شامل برج‌های آسمان تبریز است و محدوده ولی‌عصر) واقع‌شده‌اند؛ بنابراین تراکم خالص مسکونی در مناطق مختلف شهر توزیع‌شده است که این خود منجیل به تولید سفر می‌شود. مرکز شهر به لحاظ تمرکز فعالیت خدماتی - تجاری از تراکم جمعیتی پایین‌تری برخوردار است. با فاصله گرفتن از مرکز و کاهش سهم فضاهای مذکور بر تراکم جمعیت افزوده‌شده، لیکن دوباره بافاصله اندکی از مرکز شهر از شدت تراکم کاسته می‌گردد. کمتر شدن تراکم مابین نواحی پیرامونی محدوده شهر و بافت پر مرکزی به علت وجود باغات و اراضی بایر است. در مجموع روند تغییرات تراکم جمعیتی در نواحی شهر بیانگر افزایش تراکم در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

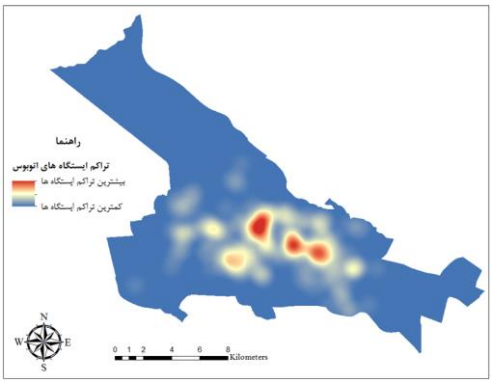
نواحی حاشیه‌ای‌تر شهر بخصوص شمال شهر می‌باشد و قسمت میانی شهر از ثبات بیشتری در این زمینه برخوردار می‌باشد.

دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی

سیستم حمل‌ونقل عمومی مجموعه‌ای از افراد، امکانات، تجهیزات و زیرساخت‌ها است. دو نوع حمل‌ونقل عمومی برای شهر تبریز وجود دارد که عبارت‌اند از: خطوط اتوبوس و قطار شهری.



شکل (۹). دسترسی به ایستگاه‌های قطار شهری



شکل (۱۰). دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس

شبکه اتوبوسرانی شهر تبریز از ۷۸ خط تشکیل شده است که ۶۸ خط درون‌شهری و ۱۰ خط مربوط به حومه می‌باشد و برهم نهی آن‌ها یک شبکه اتوبوسرانی با الگوی هندسی نامنظم و مرکزی را نشان می‌دهد. تقریباً تمام خطوط اتوبوس به محله بازار ختم می‌گردند. نواحی ۳، ۴ و ۱۲ بیشترین تراکم ایستگاه‌های اتوبوس را به خود اختصاص داده‌اند که در منطقه ۸ و مرکز شهر قرار دارند و همچنین ۲۶ نواحی ترافیکی که در شکل (۱۰) به‌صورت آبی پررنگ نمایش داده شده‌اند دارای کمترین تراکم ایستگاه‌های اتوبوس می‌باشند که بیشتر در مناطق پیرامونی شهر قرار گرفته‌اند؛ و ازآنجایی‌که اتوبوسرانی و دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس یکی از مهم‌ترین سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی شهری به شمار می‌آید و نقش عمده‌ای را در انجام سفرهای درون‌شهری ایفا می‌کند و عدم دسترسی به آن باعث استفاده از اتومبیل شخصی می‌شود در شهر تبریز بیشتر نواحی پیرامونی دسترسی کمی به حمل‌ونقل عمومی دارند. رنگ‌های آبی‌رنگ در شکل (۹)، دسترسی به ایستگاه‌های قطار شهری در تبریز را نشان می‌دهد که بیشتر ایستگاه‌ها در مرکز شهر و شرق قرار گرفته‌اند و سایر مناطق دسترسی به ایستگاه‌های مترو را ندارند. در این نواحی دسترسی به ایستگاه اتوبوس هم نامناسب می‌باشد.

ارتباط بین مؤلفه‌های فرم شهری و رفتار سفر

این قسمت از مقاله در سه مرحله انجام گرفته است. در مرحله اول، اعتبار و همخوانی داده‌های موجود موردسنجش قرار می‌گیرد. در این روش داده‌های خارج از محدوده مشخص می‌شود و تأثیر آن در رگرسیون، از بین می‌رود. سپس، خودهمبستگی فضایی بین متغیرها مدنظر می‌باشد. روش آماره موران برای بررسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

خودهمبستگی فضایی متغیرها استفاده‌شده است. جدول (۱)، آماره موران I برای آزمون فرض وجود خودهمبستگی مکانی برای شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۱). آماره موران I برای آزمون فرض وجود خودهمبستگی مکانی برای مؤلفه‌ها

متغیر	Moran's I	Expected I	Pattern	z-score	p-value
تراکم تقاطع شهری	۰/۴۲۶۹۶۱	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۱۸/۱۵۲۰۵۳	۰/۰۰۰۰۰۰
تراکم معابر شهری	۰/۳۰۹۷۱۰	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۱۳/۲۳۶۵۴۱	۰/۰۰۰۰۰۰
دسترسی به ایستگاه‌های مترو	۰/۴۴۴۷۳۵	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۱۹/۰۵۴۲۵۱	۰/۰۰۰۰۰۰
دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس	۰/۴۷۹۳۸۶	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۲۰/۴۷۸۸۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰
ترکیب کاربری‌های شهری	۰/۰۹۸۷۸۹	-۰/۰۰۷۶۹۲	Random	۴/۴۴۶۳۹۳	۰/۰۰۰۰۰۹
تراکم خالص مسکونی	۰/۲۰۴۵۸۰	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۸/۸۴۲۶۷۶	۰/۰۰۰۰۰۰
تراکم جمعیتی	۰/۲۴۳۸۸۷	-۰/۰۰۷۶۹۲	Clustered	۱۰/۵۳۶۱۶۲	۰/۰۰۰۰۰۰
دسترسی به مرکز تجاری شهری	۰/۰۹۸۷۸۹	-۰/۰۰۷۶۹۲	Random	۴/۴۴۶۳۹۳	۰/۰۰۰۰۰۹

همان‌طوری که جدول (۱) نشان می‌دهد، بیشترین مقادیر آزمون موران بزرگ‌تر از صفر است و بر این اساس می‌توان اذعان نمود که داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی می‌باشند. این مقادیر در متغیر دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس و مترو به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در شاخصه‌های ترکیب کاربری‌ها و دسترسی به مرکز تجاری شهر کمترین مقدار می‌باشد که بیشتر دارای الگوی تصادفی هستند و خودهمبستگی فضایی این دو متغیر بسیار ضعیف می‌باشد. همچنین مقادیر P-Value در بسیاری از شاخصه‌های مورداستفاده پایین می‌باشد و مقدار Z آن بزرگ‌تر است، بنابراین فرضیه صفر رد می‌شود و داده‌ها در حالت کلی دارای نوعی خوشه‌بندی فضایی می‌باشند. پس از بررسی وجود خودهمبستگی فضایی متغیرها، ارتباط فضایی بین شاخصه‌ها مدنظر می‌باشد. از آنجایی که ارتباط فضایی داده‌ها در مرحله قبل اثبات شده است، مدل‌هایی در این مرحله مفید خواهند بود که نقش روابط فضایی را در انجام رگرسیون در نظر می‌گیرند؛ بنابراین از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی جهت بررسی ارتباط بین متغیرها استفاده‌شده است. انواع مختلف پارامترها در مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی نشان داده می‌شوند. R2 و R2 تعدیل شده از مهم‌ترین پارامترهای نشان داده شده هستند که در حقیقت نشان‌دهنده خوبی و دقت مدل مورداستفاده می‌باشند. هر چه این مقادیر به عدد یک نزدیک‌تر باشند به معنای آن است که متغیرهای توصیفی مورداستفاده توانسته‌اند به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. همان‌طوری که جدول (۲) نشان می‌دهد، همه مقادیر R2 و R2 تعدیل‌شده، دارای مقادیر بالای صفر می‌باشند و R2 کلی در این مدل برابر با ۰/۴۸ است که این مسئله نشان‌دهنده همبستگی بالای بین متغیرها می‌باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

جدول (۲). نتایج حاصل از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی

متغیر	Residual Squares	Sigma	AICc	R2	Adjusted R2
تراکم تقاطع شهری	۲۲۰۱۷۱۸۰۳۵۳/۷۲	۱۳۹۶۸/۸۵	۲۸۸۴/۸۵	۰/۵۲	۰/۴۲
تراکم معابر شهری	۲۳۸۱۲۸۸۵۵۴۴/۱۰	۱۴۱۴۳/۱۴	۲۸۸۴/۱۰	۰/۴۷	۰/۴۰
دسترسی به ایستگاه‌های مترو	۲۶۰۸۴۲۳۷۹۶۸/۹۳	۱۴۸۹۸/۱۱	۲۸۹۹/۳۲	۰/۴۰	۰/۳۱
دسترسی به ایستگاه‌های	۲۴۹۹۶۹۰۳۷۸۷/۱۷	۱۴۳۸۰/۷۵	۲۸۹۴/۳۶	۰/۴۳	۰/۳۴
ترکیب کاربری‌های شهری	۲۱۳۷۹۱۵۸۲۳۲/۴۹	۱۳۸۴۵/۳۴	۲۸۸۳/۳۸	۰/۵۴	۰/۴۳
تراکم خالص مسکونی	۲۳۲۵۷۶۶۵۷۱/۶۵	۱۴۳۵۴/۰۲	۲۸۹۱/۵۲	۰/۴۸	۰/۳۸
تراکم جمعیتی	۲۵۳۲۲۵۰۹۹۲۵/۰۳	۱۴۴۹۰/۷۵	۲۸۸۹/۶۷	۰/۴۲	۰/۳۶
دسترسی به مرکز تجاری	۲۱۳۷۹۱۵۸۲۳۲/۴۹	۱۳۸۴۵/۳۴	۲۸۸۳/۳۸	۰/۵۴	۰/۴۳

همچنین جدول (۲) نشان می‌دهد، ترکیب کاربری و دسترسی به مرکز تجاری شهری با بیشترین میزان R2، قدرت بیشتری در تبیین عوامل آلودگی ناشی از تولید سفر به‌وسیله حمل‌ونقل مبتنی بر خودرو شخصی دارند. R2 محلی از دیگر مقادیر R2 می‌باشد که میزان R2 را به‌صورت مقادیری در سطح ناحیه نشان می‌دهد. مقدار R2 محلی از ۱-۰ متغیر است که مقادیر بسیار کم، نشان‌دهنده پیش‌بینی ضعیف مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی است و مقادیر بالا نشان‌دهنده پیش‌بینی خوب این مدل می‌باشد. مقادیر R2 در نواحی مختلف بین ۰/۳۱ تا ۰/۴۳ متغیر هست. این مقادیر بالا نیز نشانگر دقت بالای مدل می‌باشد. از دیگر پارامترهای استفاده‌شده در مدل رگرسیون وزنی معیار اطلاعاتی آکائیکه (AICc) است. معیار اطلاعاتی آکائیکه، معیاری برای سنجش میزان کارایی نسبی است و نشان می‌دهد که استفاده از یک مدل آماری به چه میزان باعث از دست رفتن اطلاعات می‌شود. مقدار کم این معیار بیانگر این است که مقدار تخمین زده شده توسط مدل، به مقدار مشاهده‌ای یا واقعیت زمینی نزدیک‌تر است. لازم به ذکر است که در معیار اطلاعاتی آکائیکه، حدی برای اعداد مطرح نمی‌باشد و مقایسه آن به‌صورت نسبی بین متغیرهای مستقل انجام می‌شود. همان‌طوری که جدول (۲) نشان می‌دهد، ترکیب کاربری‌ها و دسترسی به مراکز تجاری ازجمله متغیرهای مستقلی می‌باشند که دارای حد پایینی نسبت به سایر متغیرها می‌باشند و بر این اساس دقت برآورد مدل در این متغیرها بالا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با افزایش آسیب‌های ناشی از آلودگی هوای شهرها در بخش حمل‌ونقل، راهکارهای متفاوتی جهت کنترل کیفیت هوا توسط برنامه ریزان و مدیران شهری ارائه گردید؛ یک سری از راهکارهای ارائه‌شده، استراتژی‌های مربوط به کنترل رفتار سفر می‌باشد که از طریق تغییر در عناصر فرم شهری قابل تحقق است. در استراتژی کنترل رفتار سفر، برنامه‌ریزان با هدف قرار دادن کاهش تعداد سفر، کاهش مسافت سفر، افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی، به تغییراتی در عناصر فرم شهری می‌پردازند که نهایتاً منجر به کاهش کربن تولیدشده در بخش حمل‌ونقل می‌شود. برخی از معیارهای فرم شهری که منجر به کاهش سفر و توسعه شهرهای کم‌کربن می‌شوند، ارتباط بین الگوهای فرم شهری مطرح‌شده و رفتار سفر، جزء اولین و مهم‌ترین مباحث مطرح‌شده در زمینه توسعه شهری کم‌کربن است. از همین رو در این مقاله به بررسی تأثیرات

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

مؤلفه‌های فرم شهری بر روی رفتار سفر شهری پرداخته شده است؛ و جهت دستیابی به نتایج مدل‌هایی همچون مدل موران و روش رگرسیون وزنی جغرافیایی استفاده‌شده است. نتایج حاصل از مدل موران نشان می‌دهد بیشترین مقادیر آزمون موران بزرگ‌تر از صفر است و بر این اساس می‌توان اذعان نمود که داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی می‌باشند. این مقادیر در متغیر دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس و ایستگاه‌های مترو به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در شاخصه‌های ترکیب کاربری‌ها و دسترسی به مرکز تجاری شهر کمترین مقدار می‌باشد که بیشتر دارای الگوی تصادفی هستند و خودهمبستگی فضایی این دو متغیر بسیار ضعیف می‌باشد. همچنین مقادیر P-Value در بسیاری از شاخصه‌های مورداستفاده پایین می‌باشد و مقدار Z آن بزرگ‌تر است، بنابراین فرضیه صفر رد می‌شود و داده‌ها در حالت کلی دارای نوعی خوشه‌بندی فضایی می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از روش رگرسیون وزنی جغرافیایی نشان می‌دهد که دسترسی به ایستگاه‌های مترو در کلان‌شهر تبریز با ضریب اهمیت ۰/۴۰ دارای کمترین ارتباط با سفرهای شهری به‌وسیله اتومبیل شخصی می‌باشد و دو عامل ترکیب کاربری‌های شهری و دسترسی به مرکز تجاری با بیشترین میزان R2، یعنی ضریب اهمیت ۰/۵۴ قدرت بیشتری در تبیین عوامل آلودگی ناشی از تولید سفر به‌وسیله حمل‌ونقل اتومبیل مبنا را دارند؛ و معیار اطلاعاتی آکائیکه (AICc) نشان می‌دهد معیارهای ترکیب کاربری‌های شهری و دسترسی به مراکز تجاری ازجمله متغیرهای مستقلی می‌باشند که دارای حد پایینی نسبت به سایر متغیرها هستند و بر این اساس دقت برآورد مدل در این متغیرها بالا می‌باشد. این مسائل اهمیت معیارهای فرم شهری را در الگوهای سفر شهری تبریز نشان می‌دهد؛ بر این اساس تصمیم‌گیرندگان مسائل شهری جهت نیل به توسعه شهر کم‌کربن، باید به اصلاح و تعدیل عناصر فرم شهری بپردازند. مهم‌ترین معیار فرم شهری که جهت نیل به توسعه شهر کم‌کربن باید در اولویت تداخل مدیران شهری تبریز قرار گیرد، بحث ترکیب کاربری‌ها در نواحی شهری و توزیع مراکز تجاری و خرید در سطح نواحی شهری است. بر این اساس ایجاد محلات شهری با ترکیب کاربری متناسب و توزیع مراکز تجاری در آن‌ها، از تعداد سفرهای شهری اتومبیل مبنا به بافت مرکزی شهر خواهد کاست و راه برای توسعه شهر کم‌کربن بسیار هموار خواهد گشت.

منابع

پورمحمدی، محمدرضا، جام کسری، محمد (۱۳۹۰)، **تحلیلی بر الگوی توسعه ناموزون تبریز**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۵، (۱۰۰): ۳۱-۵۴

عالی، سید علیرضا (۱۳۹۵) **طراحی محله با رویکرد کم‌کربن**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران

قدمی، مصطفی، بردی آنامراد نژاد، رحیم، محمدی، سیده سحر (۱۳۹۰)، **بررسی وضعیت دسترسی شهروندان با تأثیرگذاری شیوه سفر نمونه موردمطالعه: شهر بابلسر**، آرمان‌شهر، ۷: ۱۳۳-۱۴۱

Alkhathlan, K.; Javid, M. (2015) **Carbon emissions and oil consumption in Saudi Arabia. Renew. Sustain**. Energy Rev. 48, 105–111.

Buchanan, N., Barnett, R., Kingham, S.& Johnston, D. (2006). **The effect of urban growth on commuting patterns in Christchurch**. Journal of Transport Geography, (14): 342–354.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]

Campulova, M. Michalek, J. Moucka, J.(2019) **Generalised linear model-based algorithm for detection of outliers in environmental data and comparison with semi-parametric outlier detection methods**. Atmospheric Pollution Research. v. 10, no. 4, p. 1015-1023.

Chen, Y.;Wang, Q.Y.; Xi, W.Q.; Mao, J.(2017), **Influence of Spatial Form on Pedestrians**. Planners,33, 74–80.

Ewing, R and Cervero, R (2010), **Travel and the Built Environment, A Meta-Analysis**, Journal of the American Planning Association, Volume 76, 265-294.

Jain, D.; Tiwari, G. (2016) **How the present would have looked like? Impact of non-motorized transport and public transport infrastructure on travel behavior, energy consumption and CO2 emissions—Delhi, Pune and Patna**. Sustain. Cities Soc. 2016, 22, 1–10.

Kotval-K, Z.; Vojnovic, I. (2015) **The socio-economics of travel behavior and environmental burdens: A Detroit, Michigan regional context. Transp**. Res. Part D Transp. Environ, 41, 477–491.

Li J, Kevin Lo, and Meng Guo (2018) Do **Socio-Economic Characteristics Affect Travel Behavior? A Comparative Study of Low-Carbon and Non-Low-Carbon Shopping Travel in Shenyang City, China**, Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, 15, 1346

Liu, B.; Evans, M.; Yu, S.;(2017) **Roshchanka, V.; Dukkipati, S.; Sreenivas, A. Effective energy data anagement for low-carbon growth planning: An analytical framework for assessment**. Energy Policy,107, 32–42.

Liu, F., Wei, Y. & Soutar, G., (2015), **The Influence of Perceived Advertising Congruity on Chinese Ecotourists**' Attitude towards Australian Ecotourism Advertisements.

Ma, Jing(2014), **Urban Form, Daily Travel Behaviour and Transport CO_2 Emission: Micro-level Analysis and Spatial Simulation**, Submitted in accordance with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, The University of Leeds, School of Geography

Paul Fenton (2016), **Sustainable mobility in the low carbon city: Digging up the highway in Odense, Denmark**, Sustainable Cities and Society 29, 203-210

Qian C, Zhou Y *, Ze Ji and Qing F (2018), **The Influence of the Built Environment of Neighborhoods on Residents' Low-Carbon Travel Mode**, Sustainability 2018, 10, 823.

Sadorsky P (2014), **The effect of urbanization on CO2 emissions in emerging economies**, Energy Economics, 2014, vol. 41, issue C, 147-153

Thompson E S, Saveyn P, Declercq M et al (2018) **Characterisation of heterogeneity and spatial autocorrelation in phase separating mixtures using Moran's I**[J] Journal of Colloid and Interface Science 513 180-187

Tian X, Chang M, Shi F, Tanikawa H. (2014); "**How does in dustrial structure change impact carbon dioxide emissions? A comparative analysis focusing on nine provincial regionsinChina Environ**" Sci & Policy; 37:243–254.

Yu L. (2013). **Neuroticism as a moderator of the effects on adolescent stress and depressive symptoms: a longitudinal study**. Stud. Psychol. Behav. 11 411–416

Zheng Y.(2015) **Trajectory Data Mining: An Overview. Acm Transactions on Intelligent Systems and Technology**, vol. 6, no. 3, pp. 29, 2015.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.170.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.123]