دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و پنجم، شماره‌ی ۹۱

پاییز ۱۴۰۴، صفحات ۲۴-۱

سولماز احمدی باروق[۱]

تحلیل رابطه‌ی فضایی-زمانی کاربری زمین و بار ترافیکی در بافت مرکزی شهر زنجان با رویکرد ترکیبی

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۲۳

چکیده

افزایش تراکم ترافیک شهری در نتیجه‌ی توزیع نامتوازن کاربری‌های زمین و رشد بی‌رویه‌ی شهرها، یکی از چالش‌های اصلی مدیریت شهری در کشورهای درحال‌توسعه است. هدف این پژوهش، تحلیل رابطه فضایی-زمانی الگوی کاربری زمین با بار ترافیکی در بافت مرکزی شهر زنجان و ارائه راهکارهای یکپارچه بر مبنای چارچوب نظری پویایی دوسویه و یکپارچه‌سازی کاربری زمین و حمل‌ونقل (LUTI) است. مطالعه حاضر از نوع ترکیبی (کمی-کیفی) است که در آن از روش‌های تحلیل مکانی (شامل برآورد چگالی کرنل (KDE) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحلیل محتوای مضمون مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۴ خبره، و تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه از ساکنان و کاربران منطقه استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل نقشه‌های کاربری اراضی، داده‌های ترافیکی سازمان حمل‌ونقل و برداشت‌های میدانی است. یافته‌ها نشان می‌دهد تمرکز شدید کاربری‌های اداری، آموزشی و تجاری در محورهای اصلی (امام خمینی، شهدا و ولیعصر) موجب شکل‌گیری کانون‌های ترافیکی در ساعات اوج و افزایش طول سفر شده است. تحلیل‌های میدانی و پرسشنامه‌ای نیز وابستگی ۵۷ درصدی سفرها به خودروی شخصی و نارضایتی از حمل‌ونقل عمومی را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، تحلیل‌های کیفی (SWOT و مضمون) حاکی از ضعف هماهنگی نهادی، فقدان مدیریت پارکینگ و اجرای سیاست‌های جزیره‌ای است. بر این اساس، راهکارهای پیشنهادی در چهار محور ارائه شده‌اند: تمرکززدایی فضایی، توسعه چندقطبی، بهبود حمل‌ونقل عمومی، توسعه زیرساخت‌های پیاده و دوچرخه، ارتقای منظر شهری، و ایجاد شورای هماهنگی (LUTI) می باشد. این پژوهش به یکپارچه‌سازی نظری و عملی برنامه‌ریزی کاربری اراضی و حمل‌ونقل برای شهرهای متوسط ایران کمک می‌کند.

کلیدواژه‌ها: ترافیک شهری، تحلیل فضایی-زمانی، یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل و کاربری زمین، برآورد چگالی کرنل(KDE) . توسعه چندقطبی

[۱]* هیات علمی، مهندسی معماری، گروه هنر و معماری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Email: so.ahmadi@pnu.ac.ir

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد سریع جمعیت شهری، افزایش مالکیت خودرو و تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در مراکز شهرها موجب افزایش تقاضای سفر و ازدحام ترافیکی شده است (Deweerdt & Fabre,۲۰۲۲). در شهرهای متوسط ایران همچون زنجان، این مسئله به‌دلیل تمرکز نهادهای اداری و تجاری در هسته مرکزی، شدت بیشتری دارد. الگوی فضایی فعالیت‌ها و نحوه توزیع کاربری‌ها، عامل اصلی شکل‌گیری جریان‌های ترافیکی است (Kanyepe et al.,۲۰۲۱). در پاسخ به این چالش، در ادبیات برنامه‌ریزی شهری، دو راهبرد کلیدی مطرح شده است:

- سیاست توسعه فشرده[۲]: این رویکرد با افزایش تراکم و اختلاط کاربری‌ها در محدوده شهری، هدف کاهش طول سفرها، کاهش وابستگی به خودرو و ارتقای کارایی سیستم حمل‌ونقل عمومی را دنبال می‌کند.

- الگوی توسعه چندقطبی[۳]: در این مدل، با ایجاد چندین قطب یا مرکز فرعی فعالیت در اطراف شهر، از تمرکز شدید سفرها در یک نقطه مرکزی کاسته و توزیع متعادل‌تری از سفرها در سطح شهر ایجاد می‌شود.

این راهبردها در چارچوب مفهومی گسترده‌تری به نام «توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی[۴]» (TOD) قرار می‌گیرند. TOD یک مدل برنامه‌ریزی یکپارچه است که بر ایجاد محله‌های با قابلیت پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در اطراف ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی متمرکز است و در آن، کاربری‌های مسکونی، تجاری و اداری به صورت مختلط و با تراکم متوسط تا بالا در فاصله‌ای پیاده‌رو از ایستگاه‌ها مستقر می‌شوند. هدف نهایی TOD، کاهش استفاده از خودروی شخصی و ترویج حمل‌ونقل پایدار است. رابطه‌ی کاربری زمین و حمل‌ونقل شهری از دهه‌ی ۱۹۶۰ تاکنون یکی از مباحث اصلی برنامه‌ریزی شهری بوده است. مبنای نظری این رابطه متقابل، در قالب نظریه‌ای به نام «پویایی دوسویه[۵]» تبیین شده است. این نظریه تأکید می‌کند که کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل در یک رابطه تعاملی و چرخه‌ای بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند: از یک سو، نوع و تراکم کاربری‌ها (مانند تجاری، اداری) میزان و مقصد سفرها را تعیین می‌کنند و تقاضا برای زیرساخت‌های حمل‌ونقل را ایجاد می‌نمایند. از سوی دیگر، توسعه و گسترش شبکه حمل‌ونقل (مانند احداث بزرگراه یا خطوط مترو)، دسترسی پذیری نقاط مختلف شهر را تغییر داده و به نوبه خود، الگوی توسعه و ارزش زمین را متحول می‌سازد (Banister,۲۰۰۸). مطالعات اخیر، این رابطه را در چارچوب پایداری شهری و کاهش انتشار کربن بررسی کرده‌اند. برای نمونه، Deweerdt & Fabre (۲۰۲۲) نشان دادند که تلفیق برنامه‌ریزی کاربری و حمل‌ونقل می‌تواند تا ۲۵٪ مصرف انرژی حمل‌ونقل شهری را کاهش دهد. Soni et al. (۲۰۲٤) در مطالعه‌ای بر روی شهر وَدودارا (Vadodara) در هند دریافتند که نبود هماهنگی بین کاربری مختلف و حمل‌ونقل عمومی، موجب افزایش ۵۳٪ سفر با خودرو شخصی می‌شود. در کشورهای توسعه‌یافته، مفهوم TOD از دهه ۱۹۹۰ به‌عنوان راهکار مؤثر برای کاهش وابستگی به خودرو مطرح شد (Cervero,۲۰۲۳). در سطح ملی، پژوهش‌هایی مانند محبی و همکاران (Mohebbi et al., ۲۰۲۱) و امینی و مظاهری (Amini & Mazaheri, ۲۰۲۰) و امین زاده و حکیمی (Aminzadeh & Hakimi,۲۰۲۱) نشان داده‌اند که در طرح‌های تفصیلی ایران، ارتباط معناداری میان توزیع کاربری‌ها و تقاضای سفر نادیده گرفته شده است. جدیدترین مطالعات ۲۰۲۵-۲۰۲۳ در این حوزه، بر اهمیت سیاست‌های شهر فشرده، چندقطبی و کم‌کربن تأکید دارند. (Zhang & Liu,۲۰۲۳; Aljoufie,۲۰۲٤). با این حال، در بسیاری از شهرهای متوسط ایران، این پیوند نظری

[۲] Compact City
[۳] Polycentric Development
[٤] Transit-Oriented Development - TOD
[٥] Bidirectional Dynamics

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

میان کاربری زمین و حمل‌ونقل هنوز در مرحله نظری باقی مانده و به‌صورت اجرایی و مکانی تحلیل نشده است. این خلأ پژوهشی است که پژوهش حاضر درصدد پر کردن آن است.

رشد سریع شهرنشینی در دهه‌های اخیر موجب تغییرات گسترده در الگوهای کاربری زمین و تقاضای سفر شهری شده است. (Soni et al., ۲۰۲٤; Deweerdt & Fabre, ۲۰۲۲). بسیاری از شهرهای متوسط ایران مانند زنجان، در اثر تمرکز ادارات دولتی، مراکز تجاری و آموزشی در مرکز شهر، با افزایش چشمگیر حجم سفرهای درون‌شهری مواجه‌اند. این تمرکز فضایی، که در طرح‌های تفصیلی دهه‌های گذشته تثبیت شده است، پیامدهایی چون افزایش طول سفر، تراکم ترافیکی در محورهای اصلی، کاهش سرعت متوسط حرکت، و تشدید آلودگی‌های زیست‌محیطی به همراه داشته است. در شهر زنجان، بررسی طرح تفصیلی مصوب و داده‌های ترافیکی نشان می‌دهد که بخش مرکزی (منطقه ۱ شهرداری) بیشترین حجم جذب سفر را دارد و فعالیت‌های اداری و تجاری به‌صورت متراکم در محورهای امام خمینی، شهدا و ولیعصر استقرار یافته‌اند. چنین آرایشی نه‌تنها الگوی کاربری متعادلی ایجاد نکرده، بلکه با ایجاد جریان‌های پرتراکم، کیفیت زندگی شهری را کاهش داده است. این امر با یافته‌های Kanyepe et al. (۲۰۲۱) درباره‌ی رابطه‌ی «کاربری زمین تک‌مرکزی» و ازدحام ترافیک در کشورهای درحال‌توسعه هم‌راستا است. از سوی دیگر، فقدان هماهنگی نهادی میان برنامه‌ریزان کاربری و نهادهای حمل‌ونقل شهری باعث شده است تا سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار، همچون توسعه‌ی حمل‌ونقل همگانی، مدیریت پارکینگ، یا ایجاد مسیرهای دوچرخه و پیاده‌راه، به‌صورت جزیره‌ای اجرا شوند .(Aljoufie, ۲۰۲٤) پیامد این شکاف نهادی، افزایش وابستگی به خودروهای شخصی است؛ موضوعی که در پژوهش Zhang & Liu (۲۰۲۳) نیز به‌عنوان یکی از تهدیدهای اصلی پایداری شهری در شرق آسیا معرفی شده است. در راستای پر کردن شکاف های یادشده، نوآوری این پژوهش در چند محور قابل تبیین است:

۱. **نوآوری نظری و مفهومی:** این پژوهش، برای نخستین بار در شهر زنجان، چارچوب نظری یکپارچه‌ای از «پویایی دوسویه»، «شهر فشرده» و «رویکرد LUTI» را به کار می‌بندد تا رابطه کاربری زمین و ترافیک را نه به صورت خطی، بلکه در قالب یک سیستم تعاملی و چرخه‌ای تحلیل کند.

۲. **نوآوری روششناختی:** نوآوری دیگر، به کارگیری یک روش ترکیبی (کمی-کیفی) و تلفیق ابزارهای پیشرفته است. در این پژوهش، تحلیل مکانی (KDE) برای شناسایی عینی کانون‌های ترافیک، با تحلیل کیفی (تحلیل مضمون و SWOT) برای کاوش در عمق موانع نهادی تلفیق شده است. این رویکرد ترکیبی، امکان ارائه تحلیلی همه‌جانبه و عمیق از ابعاد مختلف مسئله (از کالبدی تا نهادی) را فراهم ساخته است.

۳. **نوآوری زمینه‌ای و کاربردی:** تمرکز این پژوهش بر شهرهای متوسط ایران (مانند زنجان) به عنوان موتورهای رشد آینده کشور است. یافته‌ها و راهبردهای عملیاتی ارائه‌شده، به‌صورت خاص برای بستر مدیریتی و کالبدی این دسته از شهرها بومی‌سازی شده و می‌تواند الگویی برای شهرهای مشابه باشد. خروجی نهایی پژوهش، تنها به تشریح مسئله بسنده نکرده و با ارائه یک مدل مفهومی بومی و راهبردهای سیاستی عینی، گامی به سوی عمل برداشته است.

در چنین شرایطی، پرسش‌های اصلی پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

۱. الگوی توزیع کاربری زمین در مرکز زنجان چه تأثیری بر حجم و کانون‌های ترافیک شهری دارد؟

۲. مهم‌ترین موانع ساختاری و نهادی در هماهنگی بین کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل در شهر زنجان چیست؟

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

بر اساس این پرسش‌ها، پژوهش حاضر می‌کوشد با بهره‌گیری از روش‌های کمی و کیفی و ابزارهای تحلیل مکانی (GIS)، الگویی علمی برای تبیین رابطه‌ی کاربری زمین و حمل‌ونقل در شهر زنجان ارائه کند. مسئله‌ی اصلی این پژوهش، عدم هماهنگی بین الگوی کاربری زمین و زیرساخت حمل‌ونقل است که سبب تراکم بیش‌ازحد در محورهای اصلی و کاهش کیفیت زندگی شهری شده است. در این راستا، پژوهش حاضر با تحلیل ترکیبی داده‌های مکانی و اجتماعی، تأثیر توزیع کاربری‌ها بر حجم و بار ترافیکی را تبیین کرده و راهبردهای مناسب برای مدیریت کاربری و حمل‌ونقل را ارائه می‌دهد.

اهداف اصلی پژوهش

۱. تحلیل رابطه بین پراکنش کاربری‌های زمین و الگوی ترافیک در مرکز شهر زنجان.

۲. شناسایی چالش‌های کلیدی برنامه‌ریزی که منجر به ناهماهنگی بین کاربری زمین و حمل‌ونقل شده است.

فرضیه پژوهش

فرضیه اصلی پژوهش حاضر این است که تمرکز شدید و تک‌قطبی کاربری‌های جاذب سفر (اداری، تجاری و آموزشی) در هسته مرکزی شهر زنجان، عامل کلیدی در افزایش تراکم ترافیک، افزایش طول سفرهای روزانه و در نتیجه، ناپایداری سیستم حمل‌ونقل شهری است.

چارچوب نظری و روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر سه رکن نظری اصلی استوار است که رابطه پویای بین کاربری زمین و حمل‌ونقل را تبیین می‌کنند:

۱. نظریه پویایی دوسویه[۶]: رابطه کاربری زمین و حمل‌ونقل از دهه ۱۹۶۰ و با کارهای محققان پیشگامی مانند **تامسون** (Thomson, ۱۹۷۷) مورد توجه قرار گرفت. در قلب این رابطه، نظریه «پویایی دوسویه» قرار دارد که توسط محققانی چون بنیستر (Banister,۲۰۰۸) و سرورو (Cervero,۲۰۲۳) بسط یافته است. این چارچوب نظری بر رابطه متقابل و چرخه‌ای بین کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل تأکید دارد. از یک سو، الگوهای کاربری زمین (تراکم، اختلاط و پراکنش فعالیت‌ها) موجب تولید و جذب سفر شده و تقاضا برای شبکه حمل‌ونقل را شکل می‌دهد. از سوی دیگر، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل (مانند احداث بزرگراه یا خطوط BRT)، دسترسی‌پذیری نقاط مختلف شهر را دگرگون ساخته و به نوبه خود، الگوی توسعه، ارزش زمین و تراکم فعالیت‌ها را متحول می‌سازد (Cervero,۲۰۲۳). این چرخه پویا، لزوم برنامه‌ریزی یکپارچه را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

۲. الگوی شهر فشرده و توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی (TOD[۷]): در پاسخ به چالش‌های ناشی از پراکنده‌روی شهری، پارادایم «شهر فشرده» و «توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی» مطرح شدند. شهر فشرده با تأکید بر افزایش تراکم، اختلاط کاربری و بازاستفاده از زمین‌های درون شهری، هدف کاهش طول سفرها و وابستگی به خودروی شخصی را دنبال می‌کند (Burton,۲۰۰۲; Jabareen,۲۰۰۶). در ادامه، مدل TOD به صورت عملیاتی‌تر، بر ایجاد محله‌های با قابلیت پیاده‌مداری و دوچرخه‌مداری در اطراف ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی تمرکز دارد، جایی که کاربری‌های مسکونی، تجاری و اداری در فاصله‌ای پیاده‌رو مستقر می‌شوند

[۶] Bidirectional Dynamics
[۷] Transit-Oriented Development

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

(Cervero & Kockelman,۱۹۹۷; Cervero,۲۰۲۳). این پژوهش، الگوی شهر فشرده و TOD را به عنوان چارچوب راهبردی برای خروج از الگوی تک‌مرکزی حاکم بر زنجان در نظر می‌گیرد.

۳. رویکرد یکپارچه‌سازی کاربری زمین و حمل‌ونقل (LUTI[۸]): به رویکردی یکپارچه در برنامه‌ریزی شهری اشاره دارد که در آن تصمیم‌گیری‌های مربوط به کاربری‌های زمین (مانند محل ساخت مراکز تجاری، اداری یا مسکونی) و برنامه‌ریزی برای سیستم حمل‌ونقل (مانند توسعه خطوط اتوبوس‌رانی یا مترو) به‌طور هماهنگ و نه جداگانه، انجام می‌شوند. هدف آن ایجاد شهرهای پایدار، کاهش وابستگی به خودروی شخصی و کاهش ترافیک است. این رویکرد، تجلی عملیاتی نظریه پویایی دوطرفه است که در قالب مدل‌های برنامه‌ریزی و نهادسازی ظهور می‌یابد. LUTI به مجموعه‌ای از ابزارهای سیاستی، نهادی و فنی اشاره دارد که با هدف همسوسازی تصمیم‌گیری‌های کاربری زمین با اهداف سیستم حمل‌ونقل طراحی می‌شوند. (Wegener & Fürst,۱۹۹۹; Aljoufie,۲۰۲٤) مطالعات نشان می‌دهند اجرای موفق LUTI می‌تواند تا ۳۰٪ از حجم ترافیک در مراکز شهری بکاهد (Zhang & Liu,۲۰۲۳). این پژوهش، چارچوب LUTI را برای تحلیل شکاف‌های نهادی موجود و ارائه راهبردهای هماهنگی در زنجان به کار می‌برد.بر اساس این چارچوب نظری، روش شناسی زیر برای تحلیل رابطه فضایی کاربری زمین و ترافیک در زنجان طراحی شد.

پشتوانه نظری مدل‌ها و روش‌های تحلیلی

تحلیل مکانی و برآورد چگالی کرنل (KDE[۹]): تحلیل مکانی در GIS به عنوان هسته فنی این پژوهش، امکان سنجش عینی رابطه فضایی بین کاربری‌ها و ترافیک را فراهم می‌سازد. یکی از روش‌های کلیدی در این تحلیل، برآورد چگالی کرنل است. KDE یک تکنیک آماری-مکانی غیرپارامتری است که برای شناسایی "نقاط داغ[۱۰]"و کانون‌های تمرکز پدیده‌ها (مانند ترافیک یا تصادفات) به کار می‌رود. این روش با محاسبه تراکم پدیده در واحد سطح، نقشه‌ای پیوسته از مناطق پرتراکم تولید می‌کند (Silverman, ۱۹۸۶). در حوزه برنامه‌ریزی شهری، KDE به‌طور گسترده برای تحلیل الگوهای ترافیکی و شناسایی گره‌های بحرانی استفاده شده است (Zhang & Liu,۲۰۲۳; Moeinaddini et al.,۲۰۲۰). در این پژوهش، از KDE برای شناسایی دقیق کانون‌های ترافیکی ناشی از تمرکز کاربری‌ها در محورهای اصلی زنجان استفاده شد.

تحلیل SWOT: این تحلیل که ریشه در مطالعات مدیریت راهبردی دارد، به عنوان یک ابزار کیفی-توصیفی قدرتمند برای شناسایی عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) یک سیستم به کار می‌رود(Hill & Westbrook,۱۹۹۷). در حوزه برنامه‌ریزی شهری، از SWOT برای تدوین راهبردها بر پایه شناخت وضع موجود استفاده می‌شود (Kajanus et al.,۲۰۱۲). در این پژوهش، از این روش برای طبقه‌بندی چالش‌ها و پتانسیل‌های سیستم برنامه‌ریزی کاربری زمین و حمل‌ونقل زنجان از دیدگاه خبرگان بهره گرفته شد.

تحلیل مضمون[۱۱]: این روش یک تکنیک کیفی برای شناسایی، تحلیل و گزارش الگوها (مضامین) درون داده‌های متنی است. تحلیل مضمون این امکان را فراهم می‌آورد تا داده‌های پیچیده کیفی (مانند مصاحبه‌ها) به مجموعه‌ای از مضامین معنادار و مرتبط سازماندهی شوند (Braun & Clarke,۲۰۰٦). این روش به دلیل انعطاف‌پذیری و قابلیت کاربرد در طیف وسیعی از پژوهش‌ها، از جمله مطالعات برنامه‌ریزی شهری، بسیار مورد اقبال است (Nowell et al.,۲۰۱۷). در این مطالعه، این روش به منظور استخراج عمیق‌ترین

[۸] Land Use and Transport Integration
[۹] Kernel Density Estimation - KDE
[۱۰] Hot Spots
[۱۱] Thematic Analysis

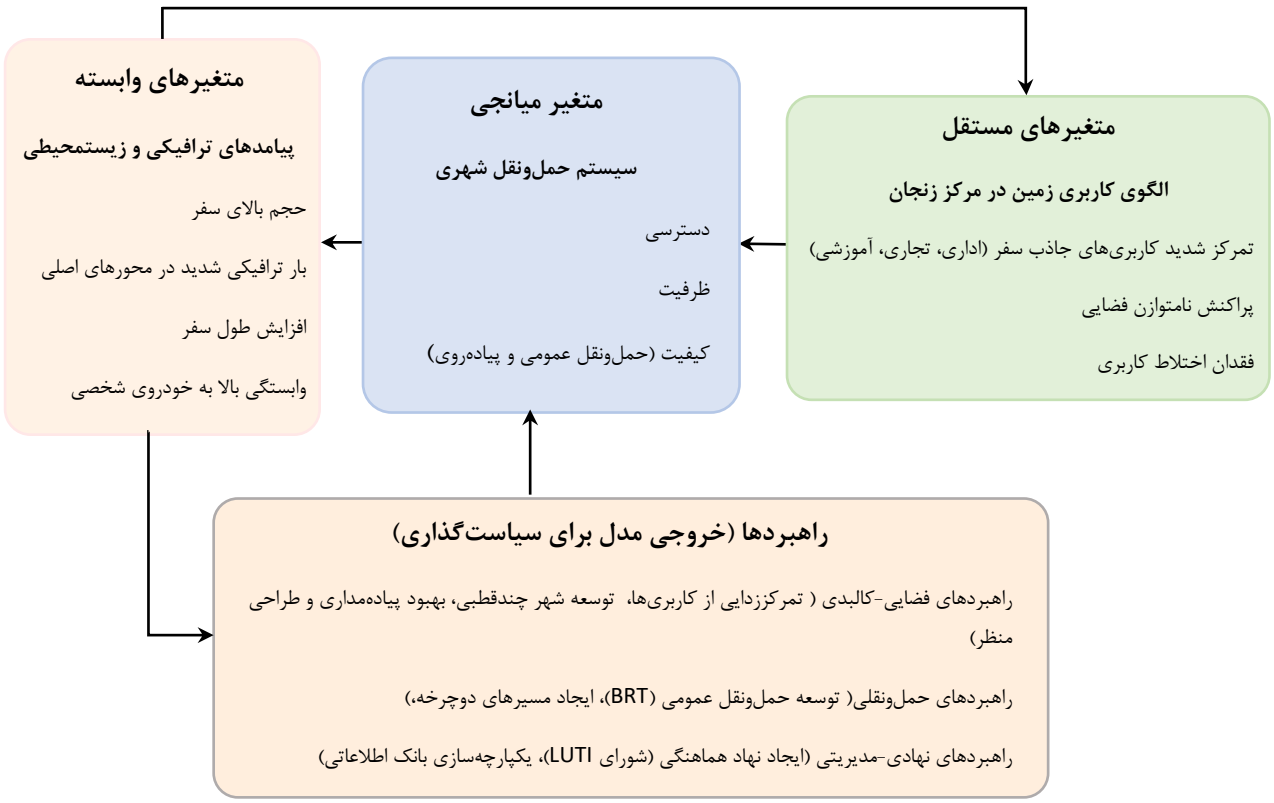
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

دیدگاه‌های کارشناسان در مورد موانع نهادی (سؤال دوم پژوهش) و ارائه راهکارهای بهبود، بر متن مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته اعمال شد.

مدل مفهومی پژوهش

تحلیل رابطه کاربری زمین و ترافیک شهری در چارچوب پویایی دوسویه و LUTI

مدل مفهومی این پژوهش (شکل ۱)، بر اساس تلفیق چارچوب‌های نظری پیش گفته طراحی شده است. این مدل، روابط بین متغیرهای مستقل (تراکم و نوع کاربری، فاصله از محورهای اصلی)، متغیر میانجی (ساختار شبکه حمل‌ونقل) و متغیرهای وابسته (حجم سفر، بار ترافیکی) را در یک سیستم پویا نشان می‌دهد. این مدل تأکید می‌کند که چگونه تمرکز کاربری‌های جاذب سفر، از طریق تحت تأثیر قرار دادن متغیر میانجی (شبکه حمل‌ونقل)، به افزایش بار ترافیکی و ناپایداری سیستم منجر می‌شود. خروجی این مدل، شناسایی نقاط مداخله (مانند تمرکززدایی فضایی یا بهبود ناوگان حمل‌ونقل عمومی) برای ارائه راهبردهای عملی است.



شکل ۱: نمودار مدل مفهومی پژوهش بر اساس نظریه پویایی دوسویه و رویکرد LUTI . منبع: اقتباس از پژوهشگر (۱۴۰۴)

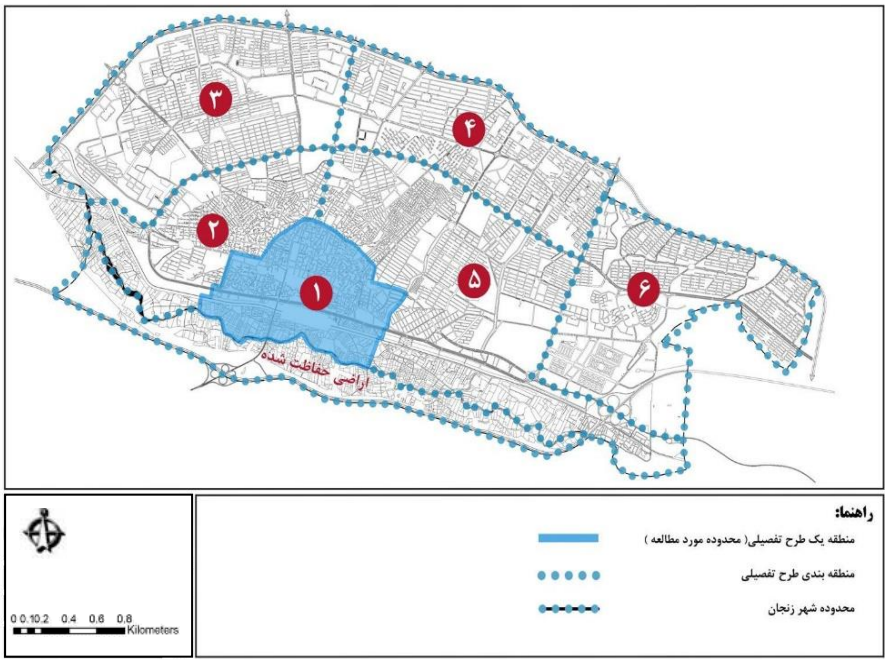
Figure ۱: Diagram of the conceptual research model based on the theory of two-way dynamics and the LUTI approach (Developed by the author, ۲۰۲۵)

جامعه و محدوده‌ی مورد مطالعه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

محدوده‌ی مورد مطالعه شامل بافت مرکزی شهر زنجان، واقع در منطقه ۱ شهرداری(شکل ۲)، با مساحت تقریبی ۵۲۵ هکتار است. این محدوده از شمال به خیابان امام خمینی، از جنوب به خیابان سعدی، از شرق به خیابان شهدا و از غرب به بلوار ولیعصر محدود می‌شود. تمرکز بالای کاربری‌های جاذب سفر در این محدوده، آن را به هسته‌ی پرترافیک شهر تبدیل کرده است.



شکل ۲: منطقه‌بندی طرح تفصیلی شهر زنجان (منبع: اقتباس و بازطراحی از سازمان نقشه‌برداری استان زنجان، ۱۴۰۳؛ طراحی: پژوهشگر)

Figure ۲: Zoning of the detailed plan of Zanjan city (Source: Adapted and redesigned from Zanjan Province Surveying, ۲۰۲٤; Design: Researcher)

روش گردآوری داده‌ها

برای گردآوری داده‌ها از سه منبع استفاده شد:

- **داده‌های مکانی :**شامل نقشه‌های کاربری اراضی و شبکه‌ی معابر از طرح تفصیلی و داده‌های سازمان نقشه‌برداری استان زنجان.
- **داده‌های ترافیکی :**شامل حجم تردد وسایل نقلیه، سرعت متوسط، نقاط گره ترافیکی و داده‌های حمل‌ونقل عمومی از سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری زنجان (سال ۱۴۰۳).
- **داده‌های میدانی و کیفی :**شامل مصاحبه با ۱۵ نفر از کارشناسان برنامه‌ریزی شهری و حمل‌ونقل، مشاهده‌ی مستقیم وضعیت پیاده‌روها و پارکینگ‌ها، و پیمایش پرسشنامه‌ای از ۲۰۰ نفر از ساکنان و کاربران منطقه مرکزی.

روش نمونه‌گیری و جامعه آماری

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

جامعه آماری پرسشنامه: جامعه آماری این بخش، شامل ساکنان و کاربران روزانه بافت مرکزی شهر زنجان (منطقه ۱ شهرداری) بود که به دلیل فعالیت‌های روزمره (کار، تحصیل، خرید) از این محدوده تردد دارند. با در نظر گرفتن حجم نامشخص جامعه، از فرمول کوکران برای جامعه نامحدود استفاده شد. با سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪، حجم نمونه ۳۸۵ نفر برآورد گردید. با این حال، به جهت افزایش اطمینان و با در نظر گرفتن ریزش نمونه، ۲۰۰ پرسشنامه به صورت تصادفی سیستماتیک در مکان‌های پرتردد (میدان انقلاب، ابتدا و انتهای محورهای اصلی) توزیع و جمع‌آوری شد.

جامعه آماری مصاحبه: جامعه این بخش، متشکل از کارشناسان و مدیران ارشد حوزه برنامه‌ریزی شهری و حمل‌ونقل در شهر زنجان بودند. با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و با قاعده اشباع نظری، مصاحبه‌ها با ۲۴ نفر از خبرگان (شامل ۱۰ نفر از شهرداری، ۷ نفر از اداره کل راه و شهرسازی، ۷ نفر از سازمان حمل‌ونقل و ترافیک) انجام شد. این تعداد با توجه به قاعده اشباع نظری و توصیه براون و کلارک (۲۰۰۶) برای مطالعات کیفی انتخاب شد.

تحلیل‌های آماری پیشرفته

برای تحلیل دقیق‌تر روابط، از رگرسیون خطی چندمتغیره استفاده شد. معادله رگرسیون به صورت زیر است:

حجم ترافیک = عدد ثابت + (ضریب۱ × تراکم کاربری اداری) + (ضریب۲ × تراکم کاربری تجاری) + (ضریب۳ × فاصله از مرکز شهر) + خطا (Braun & Clarke, ۲۰۰٦)

که در آن:

(Y)- حجم ترافیک = متغیر وابسته

(X)- تراکم کاربری اداری = متغیر مستقل اول

(X)- تراکم کاربری تجاری = متغیر مستقل دوم

(X)- فاصله از مرکز شهر = متغیر مستقل سوم

اعتبار و پایایی داده‌ها

برای اعتبار ابزارهای کیفی، از روش مثلث‌سازی[۱۲] استفاده شد تا داده‌های مصاحبه، مشاهده و پرسشنامه با یکدیگر مقایسه شوند. (Creswell, ۲۰۲۳) پایایی پرسشنامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ ($\alpha = ۰/۸٦$) تأیید شد که نشان‌دهنده‌ی انسجام داخلی بالای داده‌هاست.

محدودیت‌های پژوهش

[۱۲] Triangulation

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

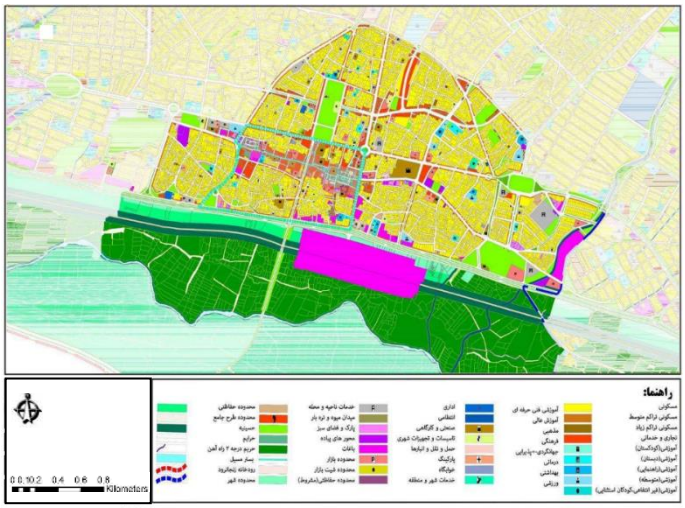
[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

از جمله محدودیت‌های پژوهش می‌توان به دشواری دسترسی به داده‌های ترافیکی لحظه‌ای، نبود سامانه‌ی پایش برخط در شهرداری زنجان و محدودیت در مصاحبه با مدیران ارشد اشاره کرد. بااین‌حال، ترکیب داده‌های مکانی و میدانی توانست تصویر نسبتاً دقیقی از وضع موجود ارائه دهد.

یافته‌ها و تحلیل داده‌ها

تحلیل فضایی-زمانی تراکم ترافیک مبتنی بر کاربری اراضی

به منظور تحلیل رابطه فضایی-زمانی کاربری زمین و ترافیک، در گام نخست لایه‌های اطلاعاتی پایه شامل کاربری اراضی و سلسله مراتب دسترسی در محیط GIS تهیه و پردازش شدند. این نقشه‌ها به عنوان زیرساخت تحلیلی پژوهش، چارچوب فضایی محدوده مورد مطالعه و توزیع اولیه کاربری‌ها و شبکه معابر را نشان می‌دهند. در ادامه شکل ۳ پراکنش انواع کاربری‌های اراضی در بخش مرکزی شهر زنجان را ارائه می‌کند که مبنای شناسایی کانون‌های فعالیت است. شکل ۴ نیز سلسله مراتب معابر و درجه دسترسی پذیری نقاط مختلف این محدوده را ترسیم کرده است که در تبیین الگوهای ترافیک نقش کلیدی دارد. در گام بعدی و به منظور واکاوی دقیق‌تر رابطه علی کاربری زمین و ترافیک، نقشه‌های پراکنش کاربری‌های جاذب سفر (شکل ۵) با نقشه‌های حجم ترافیک در دو بازه زمانی صبح و عصر (شکل‌های ۶ و ۷) تلفیق و مورد تحلیل همپوشانی قرار گرفتند. این رویکرد امکان بررسی تغییرات الگوی ترافیک در ساعات مختلف روز و در ارتباط با نوع فعالیت غالب در هر محدوده (اداری، آموزشی، تجاری و ...) را فراهم می‌سازد. شکل ۵ موقعیت مکانی کاربری‌های جاذب سفر را به تفکیک نوع نمایش می‌دهد. شکل ۶ مربوط به حجم ترافیک در بازه اوج صبحگاهی (۷-۱۰ صبح) و شکل ۷ مربوط به بازه اوج عصرگاهی (۱۴-۱۹) است. مقایسه این نقشه‌ها الگوی پویا و زمان‌مند تأثیر کاربری بر ترافیک را عینیت می‌بخشد. تحلیل همپوشانی این نقشه‌ها نشان می‌دهد که چگونه نوع فعالیت در ساعات مختلف روز، کانون‌های اصلی ترافیک را جابجا می‌کند.

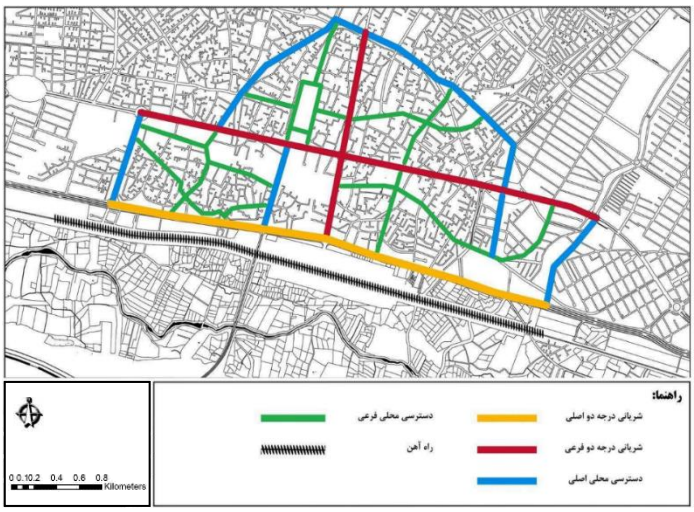


شکل ۳: نقشه کاربری اراضی بخش مرکزی شهر زنجان (منبع: اقتباس و بازطراحی از سازمان نقشه‌برداری استان زنجان، ۱۴۰۳؛ طراحی: پژوهشگر)

Figure ۳: Land use map of the central part of Zanjan city (Source: Adapted and redesigned from Zanjan Province Mapping Organization, ۲۰۲۴; Design: Researcher)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]



شکل ۴: نقشه سلسله مراتب دسترسی در بخش مرکزی شهر زنجان (منبع: اقتباس و بازطراحی از سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری زنجان، ۱۴۰۳؛ طراحی: پژوهشگر)

Figure ٤: Access hierarchy map in the central part of Zanjan city (Source: Adapted and redesigned from Zanjan Municipality Transport and Traffic Organization, ٢٠٢٤; Design: Researcher)

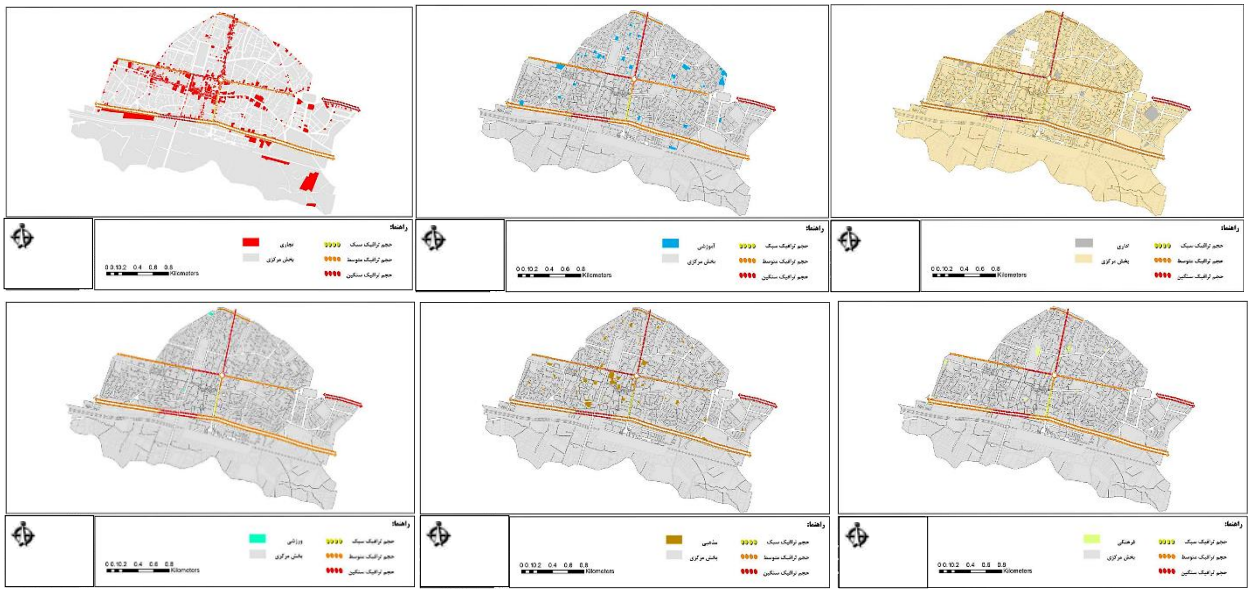


شکل ۵: (از راست به چپ) نقشه‌های پراکنش کاربری‌های اداری، آموزشی، تجاری، و فرهنگی، مذهبی، ورزشی در بخش مرکزی شهر زنجان (منبع: اقتباس و بازطراحی از داده‌های سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر زنجان، ۱۴۰۴؛ طراحی و ترکیب: پژوهشگر)

Figure ٥: (From right to left) Distribution maps of administrative, educational, commercial, and cultural-religious-sports uses in the central part of Zanjan city (Source: Adapted and redesigned from data by Zanjan City Transport and Traffic Organization, ٢٠٢٥; Design and composition: Researcher)

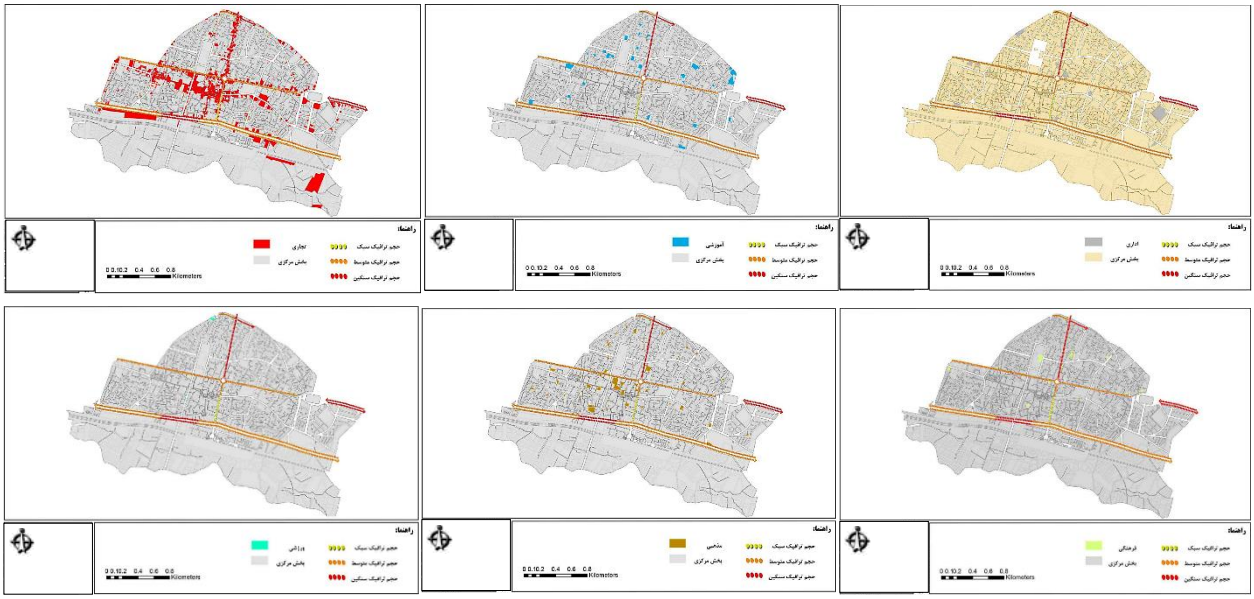
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]



شکل ۶: (از راست به چپ) نقشه‌های حجم ترافیک عبوری در بازه زمانی ۷-۱۰ صبح برای کاربری‌های اداری، آموزشی، تجاری، و فرهنگی، مذهبی، ورزشی (منبع: اقتباس و بازطراحی از داده‌های سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر زنجان، ۱۴۰۴؛ طراحی و ترکیب: پژوهشگر)

Figure ۶: (From right to left) Traffic volume maps during the morning peak period (۷-۱۰AM) for administrative, educational, commercial, and cultural-religious-sports uses (Source: Adapted and redesigned from data by Zanjan City Transport and Traffic Organization, ۲۰۲۵; Design and composition: Researcher)



شکل ۷: (از راست به چپ) نقشه‌های حجم ترافیک عبوری در بازه زمانی ۱۴-۱۹ عصر برای کاربری‌های اداری، آموزشی، تجاری، و فرهنگی، مذهبی، ورزشی(منبع: اقتباس و بازطراحی از داده‌های سازمان حمل و نقل و ترافیک شهر زنجان، ۱۴۰۴؛ طراحی و ترکیب: پژوهشگر)

Figure ۷: (From right to left) Traffic volume maps during the afternoon peak period (۱٤-۱۹ PM) for administrative, educational, commercial, and cultural-religious-sports uses (Source: Adapted and redesigned from data by Zanjan City Transport and Traffic Organization, ۲۰۲۵; Design and composition: Researcher)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

تحلیل مکانی کاربری اراضی

بر اساس تحلیل نقشه‌های طرح تفصیلی (شکل ۳)، بخش مرکزی شهر زنجان دارای تراکم بالای کاربری‌های اداری و تجاری در امتداد محورهای امام خمینی، شهدا و ولیعصر است. کاربری‌های آموزشی و فرهنگی نیز در فاصله‌ی کمتر از ۵۰۰ متر از این محورها قرار دارند. این تمرکز فضایی، الگوی ترافیکی مشخصی را ایجاد کرده است:

تحلیل بازه زمانی صبح (۷-۱۰):

همان‌طور که در شکل ۶، ملاحظه می‌شود، در بازه زمانی صبح، کانون اصلی ترافیک بر محورهای منتهی به کاربری‌های اداری و آموزشی متمرکز است. خیابان شهدا و قسمت‌هایی از بلوار ولیعصر که میزبان ادارات دولتی و دانشگاه‌ها هستند، شاهد بیشینه حجم ترافیک می‌باشند. این الگو کاملاً منطبق بر سفرهای کاری و اداری است که از نقاط مختلف شهر به سمت هسته مرکزی سرازیر می‌شوند. تقاطع‌های کلیدی در مجاورت ساختمان‌های اداری بزرگ (مانند تقاطع خیابان امام و شهدا) به‌وضوح به عنوان گره‌های بحرانی ترافیکی (Hotspots) در این بازه شناسایی می‌شوند.

تحلیل بازه زمانی عصر (۱۴-۱۹):

در مقابل، در بازه عصر (شکل ۷)، الگوی ترافیک به‌طور مشهودی تغییر می‌کند و کانون آن به سمت محورهای تجاری شارش می‌یابد. خیابان امام خمینی و بخش‌های مرکزی بلوار ولیعصر، که هسته اصلی تجاری شهر را تشکیل می‌دهند، به کانون جدید ترافیک تبدیل می‌شوند. این پدیده ناشی از ترکیب سفرهای بازگشت از کار با سفرهای هدفمند خرید و تفریح است. حجم ترافیک در این محورها نه تنها کاهش نمی‌یابد، بلکه در برخی نقاط به دلیل تراکم این دو جریان سفر، از بازه صبح نیز فراتر می‌رود.

تحلیل ترکیبی و نتیجه‌گیری از نقشه‌ها:

این تغییر مکان کانون ترافیک از اداری به تجاری در طول روز، تبلور عینی نظریه پویایی دوسویه است. به طور مشخص نشان می‌دهد که چگونه نوع کاربری (متغیر مستقل) به‌صورت پویا و وابسته به زمان، الگوی جریان ترافیک (متغیر وابسته) را شکل می‌دهد. تمرکز شدید و هم‌جوار این کاربری‌های جاذب سفر در یک محدوده مرکزی، باعث ایجاد یک «دره ترافیکی» می‌شود که شبکه معابر در ساعات اوج قادر به تحمل فشار ناشی از آن نیست. نتایج تحلیل KDE نیز که بیشترین تراکم سفر را در شعاع ۲۰۰ متری میدان انقلاب و خیابان امام خمینی نشان می‌دهد، به‌خوبی این الگوی تمرکزگرا را تأیید می‌کند.

تحلیل آماری داده‌های پرسشنامه‌ای

از مجموع ۲۰۰ پاسخگر، ۵۷٪ از سفرهای خود را با خودروی شخصی انجام می‌دهند، ۲۵٪ از حمل‌ونقل عمومی و تنها ۱۸٪ از پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری برای سفر روزانه استفاده می‌کنند. میانگین فاصله‌ی منزل تا محل کار ۴٫۶ کیلومتر است که ۶۳٪ افراد مسیر خود را از بیرون منطقه مرکزی به سمت هسته‌ی شهر طی می‌کنند. آزمون همبستگی پیرسون بین فاصله‌ی محل سکونت تا مرکز شهر و نوع وسیله‌ی نقلیه نشان داد رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار وجود دارد($r = ۰٫۶۱, p < ۰/۰۱$) ، یعنی هرچه فاصله بیشتر، احتمال استفاده از خودروی شخصی بالاتر است (جدول ۱).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

جدول ۱: همبستگی بین متغیرهای حمل‌ونقل و فاصله‌ی مکانی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Table ۱: Correlation between transportation variables and spatial distance (Source: Research findings, ۲۰۲۵)

متغیرها	ضریب همبستگی(r)	سطح معناداری(p)
فاصله منزل تا مرکز شهر – وسیله نقلیه	۰/۶۱	<۰/۰۱
رضایت از حمل‌ونقل عمومی – فاصله	-۰/۴۷	<۰/۰۵
درآمد خانوار – استفاده از خودرو	۰/۵۳	<۰/۰۱

تحلیل واریانس نیز نشان داد افراد دارای درآمد بالاتر، وابستگی بیشتری به خودروی شخصی دارند($F = ٤/٧٢, p < ۰/۰۱$)، در حالی‌که رضایت از حمل‌ونقل عمومی در میان گروه‌های سنی ۱۸–۳۵ سال به‌طور معناداری پایین‌تر است. این الگو نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری فعلی نتوانسته حمل‌ونقل عمومی را به گزینه‌ی جذابی برای طبقات متوسط شهری تبدیل کند.

تحلیل‌های پیشرفته آماری

تحلیل رگرسیون خطی چندمتغیره

نتایج تحلیل رگرسیون در جدول ۲ نشان می‌دهد که :

جدول ۲: نتایج تحلیل رگرسیون خطی چندمتغیره برای پیش‌بینی حجم ترافیک(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Table ۲: Results of multivariate linear regression analysis for traffic volume prediction (Source: Research findings, ١٤٠٤)

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	مقدار t	سطح معنی‌داری	سهم در تبیین ترافیک
تراکم کاربری اداری	۰/۴۵	۰/۰۸	۵/۶۲	۰/۰۰۱	بیشترین سهم
تراکم کاربری تجاری	۰/۳۲	۰/۰۹	۳/۵۵	۰/۰۱	سهم متوسط
فاصله از مرکز شهر	-۰/۲۱	۰/۰۷	-۳/۰۰	۰/۰۵	سهم کم‌تر
ثابت	۱۲/۳۴	۲/۱۵	۵/۷۴	۰/۰۰۱	بیشترین سهم

معنی هر ستون:

- ضریب رگرسیون: میزان تأثیر هر متغیر بر حجم ترافیک
- مثبت = افزایش ترافیک
- منفی = کاهش ترافیک
- خطای استاندارد: دقت برآورد ضریب (عدد کوچکتر = دقت بیشتر)
- مقدار t: قدرت رابطه (عدد بزرگتر = رابطه قوی‌تر)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

- سطح معنی‌داری: اطمینان از وجود رابطه واقعی

- ۰/۰۰۱ = اطمینان ۹۹/۹٪

-۰/۰۱ = اطمینان ۹۹٪

- ۰/۰۵ = اطمینان ۹۵٪

نتایج کلیدی:

۱. «تراکم کاربری اداری» قوی‌ترین پیش‌بینی کننده ترافیک (ضریب ۰/۴۵)

۲. «تراکم کاربری تجاری» اثر متوسط دارد (ضریب ۰/۳۲)

۳. «فاصله از مرکز شهر» اثر کاهشی بر ترافیک دارد (ضریب منفی)

۴. «همه روابط از نظر آماری معنی‌دار» هستند.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی چندمتغیره: (جدول ۲) نشان داد که تراکم کاربری اداری با ضریب استاندارد شده ۰/۴۵ بیشترین سهم را در تبیین حجم ترافیک دارد (سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱). پس از آن تراکم کاربری تجاری با ضریب ۰/۳۲ (سطح معنی‌داری ۰/۰۱) و فاصله از مرکز شهر با ضریب ۰/۲۱- (سطح معنی‌داری ۰/۰۵) قرار دارند. این یافته‌ها با مطالعات اندرسون (Anderson,۲۰۲۱) و کیم (Kim & Lee, ۲۰۲۲) همسو است.

تحلیل حساسیت KDE

برای اطمینان از صحت تحلیل‌های چگالی کرنل (KDE)، از سه پهنای باند مختلف (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ متر) استفاده شد. نتایج نشان داد الگوی شناسایی شده در پهنای باند ۱۰۰ متر بهینه بوده و پایدارترین نتایج را تولید می‌کند. این یافته‌ها با مطالعات سیلورمن (Silverman, ۱۹۸٦) همسو است.

تحلیلSWOT

نتایج تحلیل مصاحبه‌ها و جلسات کارشناسی (۱۵ نفر از متخصصان برنامه‌ریزی شهری و ترافیک) در جدول ۳ آمده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

جدول ۳: تحلیل SWOT ساختار کاربری زمین و حمل‌ونقل شهر زنجان (منبع: تحلیل پژوهشگر از داده‌های مصاحبه، ۱۴۰۴)

Table ۳: SWOT analysis of land use and transportation structure of Zanjan city (Source: Researcher's analysis of interview data, ۲۰۲۵)

نقاط ضعف(Weaknesses)	نقاط قوت(Strengths)	عوامل داخلی
تمرکز ادارات و خدمات در محدوده‌ای محدود	وجود شبکه‌ی خیابانی منظم در مرکز شهر	ساختاری
کمبود پارکینگ، عدم تناسب بین تقاضا و ظرفیت معابر	دسترسی به محورهای اصلی و ایستگاه‌های اتوبوس	عملکردی
آلودگی هوا ناشی از ازدحام خودرو	قابلیت پیاده‌مداری در بافت تاریخی	زیست‌محیطی
ضعف هماهنگی بین نهادهای کاربری و حمل‌ونقل	ظرفیت بازآفرینی بافت‌های فرسوده	نهادی
تهدیدها(Threats)	**فرصت‌ها(Opportunities)**	**عوامل بیرونی**
رشد سریع مالکیت خودرو	توسعه حمل‌ونقل عمومی (BRT) در حال اجرا	توسعه‌ای
افزایش هزینه انرژی و سوخت	امکان جذب سرمایه‌گذاری برای حمل‌ونقل عمومی	اقتصادی
مقاومت فرهنگی نسبت به استفاده از حمل‌ونقل عمومی	تمایل شهروندان به فضاهای پیاده‌محور	اجتماعی
افزایش تغییر اقلیم و گرمای شهری	سیاست‌های ملی کاهش آلودگی هوا	زیست‌محیطی

نتایج این تحلیل با یافته‌های Kanyepe et al. (۲۰۲۱) هم‌راستا است که نشان می‌دهد ضعف هماهنگی نهادی و سیاست‌های جزیره‌ای، موانع اصلی تحقق برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار در کشورهای درحال‌توسعه است.

تحلیل کیفی مصاحبه‌ها

بر اساس تحلیل مضمون (Thematic Analysis) داده‌های مصاحبه، سه مضمون اصلی استخراج شد:

۱. **ناکارآمدی در هماهنگی نهادی:**
کارشناسان معتقد بودند که میان شهرداری، اداره کل راه و شهرسازی و سازمان حمل‌ونقل، هماهنگی مؤثری در اجرای پروژه‌های مرتبط وجود ندارد. یکی از مصاحبه‌شوندگان اشاره کرد:

«هر دستگاه برنامه خود را دارد. طرح جامع چیز دیگری می‌گوید، طرح تفصیلی مسیر دیگری می‌رود، و بخش حمل‌ونقل هم برنامه‌ای جدا دارد.» این اظهارات با یافته‌های Aljoufie (۲۰۲٤) درباره‌ی ضعف نهادی در شهرهای خاورمیانه هم‌خوانی دارد.

۲. **تمرکز کاربری‌های جاذب سفر:**
بیشتر کارشناسان بر لزوم تمرکززدایی از کاربری‌های اداری و آموزشی تأکید داشتند. آن‌ها پیشنهاد دادند که بخشی از این فعالیت‌ها به مناطق پیرامونی (مثلاً شمال‌غرب زنجان) منتقل شود تا تعادل مکانی ایجاد گردد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

۳. **ضعف حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌مداری:**
نارضایتی عمومی از ناوگان اتوبوس‌رانی، نبود مسیر دوچرخه، و فقدان سایه‌بان و مبلمان شهری از عوامل کاهش استفاده از حمل‌ونقل پایدار ذکر شد.

۵ .ترکیب تحلیل کمی و کیفی

نتایج کمی و کیفی به‌طور متقاطع بررسی شدند (جدول ۴).

جدول ۴: خلاصه‌ی هم‌پوشانی یافته‌های کمی و کیفی (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

Table ۴: Summary of overlap between quantitative and qualitative findings (Source: Research findings, ۲۰۲۵)

تفسیر کیفی متناظر	یافته کمی
ناشی از ضعف سیستم حمل‌ونقل عمومی و فرهنگ خودرومحور	استفاده بالای خودرو شخصی (۵۷٪)
تمرکز ادارات و مراکز تجاری در هسته مرکزی	تراکم ترافیک در محور امام خمینی
نبود زیرساخت پیاده‌راه و سایه‌بان شهری	رضایت پایین از پیاده‌مداری (میانگین ۲/۸ از ۵)
سیاست ناکارآمد مدیریت پارکینگ و استفاده‌ی غیررسمی از معابر	ضعف در پارکینگ عمومی (کمتر از ۰/۳ واحد در هکتار)

بحث و تفسیر یافته‌ها

یافته‌های کمّی و کیفی این پژوهش، در چارچوب نظریه‌های پویایی دوسویه و یکپارچه‌سازی کاربری زمین و حمل‌ونقل (LUTI) مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که «توزیع نامتوازن کاربری زمین»، «تمرکز فعالیت‌های جاذب سفر» در هسته مرکزی و «ضعف هماهنگی نهادی» از عوامل اصلی تشدید تراکم ترافیکی در مرکز شهر زنجان است.

به‌طور خاص، تغییر کانون ترافیک از ساعات اداری به ساعات تجاری، تجلی عینی «نظریه پویایی دوسویه» است که تأکید دارد کاربری زمین و سیستم حمل‌ونقل در تعاملی پویا بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند (Banister, ۲۰۰۸). این یافته به‌وضوح نشان می‌دهد که چگونه نوع کاربری زمین به عنوان متغیر مستقل، الگوی جریان ترافیک (متغیر وابسته) را در بازه‌های زمانی مختلف شکل می‌دهد. این یافته با مطالعات امین‌زاده و حکیمی (Aminzadeh & Hakimi,۲۰۲۱) که بر تأثیر تمرکز کاربری‌های اداری بر ترافیک تأکید داشتند، همسو است.

این نتایج با مطالعات اخیر نیز همسو است. به عنوان مثال، سانی و همکاران (Soni et al.,۲۰۲٤) و دویرد و فابر (Deweerdt & Fabre,۲۰۲۲) نشان داده‌اند که تمرکز بیش‌ازحد فعالیت‌های شهری بدون توجه به ظرفیت شبکه معابر، به ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل و افزایش بار ترافیکی منجر می‌شود. چنین مشابهتی، جهان‌شمولی چالش‌های ناشی از توزیع نامتوازن کاربری‌ها در شهرهای متوسط را تأیید می‌کند.

در راستای تعدیل این چالش‌های شناسایی شده، یافته‌های این پژوهش راهبردهای فضایی-کالبدی مشخصی را پیشنهاد می‌دهد که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

۱. مکانیسم‌های علی در پویایی دوسویه

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مکانیسم تأثیر کاربری زمین بر ترافیک از سه مسیر اصلی صورت می‌گیرد:

۱. مسیر مستقیم:

تمرکز کاربری‌های جاذب سفر ← افزایش تولید سفر

۲. مسیر واسطه‌ای:

تمرکز کاربری‌ها ← کاهش دسترسی‌پذیری ← افزایش طول سفر

۳. مسیر تعدیلی:

تعامل کاربری‌ها با شبکه معابر ← ایجاد گره‌های ترافیکی

این یافته با چارچوب نظری بنیستر (Banister, ۲۰۰۸) و مطالعات لی و ژانگ (Li & Zhang,۲۰۲۳) همخوانی دارد.

۲ .پیوند یافته‌ها با الگوی شهر فشرده و چندقطبی

نتایج این پژوهش مؤید آن است که «توسعه الگوی شهر چندقطبی» می‌تواند به توزیع متوازن‌تر سفرها و کاهش فشار بر هسته مرکزی بینجامد. این یافته با شواهد بین‌المللی از شهرهای پیشرویی مانند پاریس و سئول همسویی دارد، جایی که برنامه‌ریزی چندقطبی از طریق تقویت مراکز خدماتی فرعی در پیرامون شهر، تا ۳۰٪ از حجم سفرهای روزانه به مرکز را کاهش داده است (Zhang & Liu,۲۰۲۳). بر این اساس و مطابق با چارچوب نظری پژوهش، برای شهر زنجان نیز می‌توان با ایجاد کانون‌های فعالیتی جدید در مناطق حومه‌ای (نظیر گاوازنگ و الهیه)، بخش قابل‌توجهی از تراکم فعالیت‌ها و سفرها را از مرکز شهر خارج کرده و به سمت الگوی توسعه پایدارتر و چندمرکزی سوق داد.

۳ .ضرورت یکپارچه‌سازی نهادی(LUTI)

مطابق یافته‌ها، نبود هماهنگی نهادی میان بخش‌های کاربری و حمل‌ونقل، چالش محوری است. مطالعات Aljoufie (۲۰۲٤) در شهر جده و Soni et al. (۲۰۲٤) در هند نیز نشان می‌دهد که نظام‌های یکپارچه‌ی برنامه‌ریزی زمین وحمل‌ونقل (LUTI) توانسته‌اند موفقیت چشمگیری در کاهش ترافیک و مصرف انرژی داشته باشند. ایجاد یک نهاد بین‌بخشی تحت عنوان:" *شورای هماهنگی کاربری زمین و حمل‌ونقل زنجان*" می‌تواند زمینه‌ی تلفیق سیاست‌ها را فراهم کند.

۴ .نقش پیاده‌مداری و طراحی منظر شهری

یافته‌ها تأیید کردند که ضعف در کیفیت فضاهای پیاده، به‌ویژه نبود سایه‌بان، مبلمان و نورپردازی مناسب، استفاده از پیاده‌روی را محدود کرده است. مطابق مطالعات Cervero (۲۰۲۳) و(۲۰۰۸) Banister ، طراحی منظر شهری و ایجاد مسیرهای جذاب پیاده از عوامل مؤثر بر کاهش تقاضای سفر خودرویی است. به‌علاوه، اتصال فضاهای سبز خطی و پیاده‌راه‌ها در مرکز زنجان می‌تواند هویت فضایی و زیست‌پذیری را ارتقا دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

۵ .تحلیل تطبیقی با مطالعات جهانی

جدول ۵ خلاصه‌ای از مقایسه‌ی یافته‌های این پژوهش با نمونه‌های بین‌المللی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، یافته‌های پژوهش حاضر در مورد تأثیر تمرکز کاربری‌های جاذب سفر بر افزایش حجم ترافیک و وابستگی به خودروی شخصی، همسویی قابل‌توجهی با نتایج مطالعات در سایر شهرهای جهان دارد. برای نمونه، پژوهش‌های صورت‌گرفته در شهرهای هند (Soni et al., ۲۰۲٤) و اروپا (Deweerdt & Fabre, ۲۰۲۲) نیز بر نقش محوری توزیع نامتوازن کاربری زمین در شکل‌گیری الگوهای ترافیک ناپایدار تأکید دارند. از سوی دیگر، تجربه‌های موفق شهرهایی مانند پاریس و سئول در به‌کارگیری الگوی توسعه چندقطبی (Zhang & Liu, ۲۰۲۳) و نیز راهبردهای یکپارچه‌سازی کاربری زمین و حمل‌ونقل (LUTI) در خاورمیانه (Aljoufie, ۲۰۲٤)، راهکارهای ارائه‌شده در این پژوهش را برای شهر زنجان تقویت می‌کند. این همخوانی، هم جهان‌شمول بودن چالش‌های مدیریت ترافیک ناشی از کاربری زمین را نشان می‌دهد و هم تاییدی بر اعتبار راهبردهای پیشنهادی این پژوهش در بستر شهرهای متوسط است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، یافته‌های این پژوهش از چند جهت با مطالعات بین‌المللی تفاوت دارد:

- شدت تأثیر تمرکز کاربری اداری در زنجان (ضریب ۰/۴۵) نسبت به شهرهای اروپایی (میانگین ۰/۳۵) بیشتر است.
- سهم کاربری آموزشی در تولید سفر در زنجان به دلیل تمرکز دانشگاه‌ها در مرکز شهر چشمگیرتر است.
- ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی، اثر تمرکز کاربری‌ها را تشدید کرده است.

جدول ۵: مقایسه‌ی تطبیقی یافته‌های پژوهش با مطالعات بین‌المللی (منبع: تحلیل پژوهشگر از مطالعات بین‌المللی، ۱۴۰۴)

Table ۵: Comparative comparison of research findings with international studies (Source: Researcher's analysis of international studies, ۲۰۲۵)

ارتباط با پژوهش حاضر	نتیجه‌ی کلیدی	رویکرد اصلی	شهر یا کشور	منبع
تأیید نقش تمرکز کاربری‌ها در زنجان	افزایش ۵۳٪ استفاده از خودرو در فقدان برنامه‌ریزی مختلط	کاربری مختلط و حمل‌ونقل پایدار	وادودارا، هند	Soni et al. (۲۰۲٤)
ضرورت تمرکززدایی در زنجان	کاهش ۳۰٪ سفر به مرکز شهر	شهر چندقطبی و فشرده	چین	Zhang & Liu (۲۰۲۳)
پیوند پایداری زیست‌محیطی	صرفه‌جویی ۲۵٪ در مصرف انرژی حمل‌ونقل	برنامه‌ریزی کم‌کربن	فرانسه	Deweerdt & Fabre (۲۰۲۲)
تأکید بر نهادسازی مشترک در زنجان	کاهش ترافیک و انرژی مصرفی	یکپارچگی نهادیLUTI	عربستان	Aljoufie (۲۰۲٤)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

یافته‌ها و تحلیل‌ها نشان می‌دهند که در شهر زنجان، سه مسئله‌ی کلیدی در رابطه با پایداری حمل‌ونقل وجود دارد:

۱. افزایش طول سفر و تراکم در مرکز ⟵ **تمرکز فضایی فعالیت‌ها**.
۲. وابستگی بالا به خودرو شخصی ⟵ **ضعف حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌مداری**.
۳. فقدان رویکرد تلفیقی بین کاربری و حمل‌ونقل ⟵ **ناهماهنگی نهادی در سیاست‌گذاری**.

راه‌حل‌های پیشنهادی بر اساس ادبیات و یافته‌ها شامل:

- تمرکززدایی از فعالیت‌های اداری و تجاری،
- توسعه‌ی شبکه‌ی حمل‌ونقل عمومی(BRT ، مسیر دوچرخه، پیاده‌راه)
- بهبود طراحی منظر شهری برای تقویت پیاده‌مداری،
- ایجاد نهاد هماهنگی کاربری–حمل‌ونقل (LUTI) در سطح شهرداری زنجان.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که رابطه‌ای قوی و دوسویه میان الگوی کاربری زمین و الگوی ترافیک شهری در شهر زنجان وجود دارد. تمرکز شدید فعالیت‌های اداری، تجاری و آموزشی در هسته‌ی مرکزی شهر، همراه با کمبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌مدار، منجر به تراکم بیش از حد وسایل نقلیه، افزایش طول سفرهای روزانه و تشدید آلودگی محیطی شده است.

تحلیل‌های مکانی در GIS نشان داد که محورهای امام خمینی، شهدا و ولیعصر بیشترین حجم ترافیک را به خود اختصاص داده‌اند؛ این یافته هم‌راستا با پژوهش‌های بین‌المللی (Zhang & Liu, ۲۰۲۳; Deweerdt & Fabre, ۲۰۲۲) است که اثبات کرده‌اند تمرکز فعالیت‌ها در مراکز تک‌هسته‌ای، عامل اصلی ناپایداری سیستم حمل‌ونقل است.

از سوی دیگر، تحلیل کیفی مصاحبه‌ها و تحلیل SWOT نشان داد که ضعف هماهنگی نهادی میان بخش‌های کاربری و حمل‌ونقل، و اجرای سیاست‌های جزیره‌ای، از مهم‌ترین موانع تحقق توسعه‌ی پایدار شهری هستند. در سطح مدیریتی، این ناهماهنگی سبب شده طرح‌های تفصیلی، حمل‌ونقل و بازآفرینی شهری به‌صورت مجزا و بدون ارتباط عملکردی اجرا شوند.

در نتیجه، پژوهش حاضر تأکید می‌کند که تلفیق سیاست‌های کاربری زمین و حمل‌ونقل[۱۳] در چارچوبی نهادی و فضایی یکپارچه، کلید اصلی حل بحران ترافیک در شهرهای متوسط ایران است.

به‌طور خلاصه، یافته‌های این پژوهش به سه نتیجه‌ی کلیدی منتهی می‌شود:

۱. **توزیع متوازن کاربری‌ها** نقش مؤثری در کاهش حجم سفر و تراکم دارد.
۲. **بهبود کیفیت فضاهای پیاده و حمل‌ونقل عمومی** موجب ارتقای پایداری شهری و کاهش وابستگی به خودرو می‌شود.

[۱۳] Land Use–Transport Integration

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

۳. **ایجاد هماهنگی نهادی و ساختار مدیریتی مشترک** میان دستگاه‌های مرتبط، پیش‌شرط موفقیت هر سیاست شهری است.

پیشنهادهای سیاستی[۱۴]

با الهام از تجربیات موفق شهرهای پیشرو در برنامه‌ریزی یکپارچه کاربری زمین و حمل‌ونقل (Cervero,۲۰۲۳; Zhang & Liu,۲۰۲۳)، راهبردهای زیر پیشنهاد می‌شود:

راهبردهای اجرایی اولویت‌بندی شده

راهبردهای کوتاه‌مدت (۱-۲ سال)

- انتقال ۳۰٪ از ادارات دولتی به مناطق پیرامونی تا پایان سال ۱۴۰۵
- ایجاد ۲۰ کیلومتر مسیر دوچرخه‌سواری در محورهای اصلی
- نوسازی ۵۰٪ از ناوگان اتوبوس‌رانی

راهبردهای میان‌مدت (۳-۵ سال)

- تکمیل خط BRT در محورهای شهدا و ولیعصر
- ایجاد دو مرکز خدماتی فرعی در مناطق گاوازنگ و الهیه
- راه‌اندازی سامانه یکپارچه اطلاعات مکانی

راهبردهای بلندمدت (۵+ سال)

- تحقق الگوی شهر چندقطبی با ۴ قطب فرعی
- کاهش ۴۰٪ وابستگی به خودروی شخصی
- ایجاد شبکه پیاده‌مداری یکپارچه

نتیجه‌گیری نهایی

پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مدیریت هم‌زمان کاربری زمین و حمل‌ونقل شهری در شهر زنجان می‌تواند به کاهش ۲۵ تا ۳۰ درصدی بار ترافیک، افزایش رضایت شهروندان از حمل‌ونقل عمومی، و ارتقای شاخص‌های زیست‌پذیری شهری منجر شود. از دیدگاه سیاستی، این پژوهش گامی در جهت بومی‌سازی الگوی LUTI برای شهرهای متوسط ایران است و می‌تواند مبنای تدوین آیین‌نامه‌ها و طرح‌های جامع آینده باشد.

[۱۴] Policy Recommendations

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

تداوم این مسیر نیازمند ترکیب ابزارهای برنامه‌ریزی فضایی، طراحی منظر شهری، و اقتصاد شهری در قالب یک نظام تصمیم‌گیری یکپارچه است تا شهرهایی چون زنجان بتوانند از مرحله‌ی «مدیریت ترافیک» به سمت «مدیریت پایداری شهری» حرکت کنند.

References

Aljoufie, M. (۲۰۲٤). Institutional integration for land use and transport planning in Middle Eastern cities. **Journal of Urban Planning and Development**, *150*(۳), ۱۱۲–۱۲۸. https://doi.org/۱۰,۱۰٦۱/JUPDDM.UPENG-٤۷۲۷

Amini, F., & Mazaheri, R. (۲۰۲۰). Analysis of the impact of land use distribution on urban traffic: A case study of Hamadan city. **Iranian Urban Studies Journal**, *12*(٤), ٤٥–٦۰. [In Persian]

Aminzadeh, B., & Hakimi, A. (۲۰۲۱). Analysis of the impact of land use on urban traffic. **Iranian Urban Studies**, ۱۲(۳), ٤٥-٦۰. [In Persian]

Anderson, J. R. (۲۰۲۱). Urban traffic dynamics and land use interactions. Transportation Research Part A: Policy and Practice, ۱٤٥, ۱۱۲-۱۲٥. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.tra.۲۰۲۱,۰۲,۰۰۸

Banister, D. (۲۰۰۸). The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, ۱٥(۲), ۷۳–۸۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.tranpol.۲۰۰۷,۱۰,۰۰٥

Braun, V., & Clarke, V. (۲۰۰٦). Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, *3*(۲), ۷۷–۱۰۱. https://doi.org/۱۰,۱۱۹۱/۱٤۷۸۰۸۸۷۰٦qp۰٦۳oa

Burton, E. (۲۰۰۲). Measuring urban compactness in UK towns and cities. **Environment and Planning B: Planning and Design**, *29*(۲), ۲۱۹–۲٥۰. https://doi.org/۱۰,۱۰٦۸/b۲۷۱۳

Cervero, R. (۲۰۲۳). Transit-oriented development and the compact city: Revisiting urban form strategies. **Cities**, *135*, ۱۰٤–۱۱۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.cities.۲۰۲۳,۱۰٤۲۳۸

Cervero, R., & Kockelman, K. (۱۹۹۷). Travel demand and the ۳Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, *2*(۳), ۱۹۹–۲۱۹. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/S۱۳٦۱-۹۲۰۹(۹۷)۰۰۰۰۹-٦

Creswell, J. W. (۲۰۲۳). **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches** (٦th ed.). SAGE Publications. https://doi.org/۱۰,٤۱۳٥/۹۷۸۱۰۷۱۸۱۷۹٤۲

Deweerdt, S., & Fabre, T. (۲۰۲۲). Land use and urban transport integration: Energy efficiency and sustainability in European cities. **European Transport Research Review**, *14*(۲), ۱–۱۷. https://doi.org/۱۰,۱۱۸٦/s۱۲٥٤٤-۰۲۲-۰۰٥٤٤-۳

Hill, T., & Westbrook, R. (۱۹۹۷). SWOT analysis: It's time for a product recall. **Long Range Planning**, *30*(۱), ٤٦–٥۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/S۰۰۲٤-٦۳۰۱(۹٦)۰۰۰۹٥-۷

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

Jabareen, Y. R. (۲۰۰۶). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. **Journal of Planning Education and Research**, *26*(۱), ۳۸–۵۱. https://doi.org/۱۰,۱۱۷۷/۰۷۳۹۴۵۶X۰۵۲۸۵۱۱۹

Kajanus, M., Kangas, J., & Kurttila, M. (۲۰۱۲). The use of SWOT in strategic planning. **Forestry**, *85*(۱), ۱–۱۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۹۳/forestry/cpr۰۵۳

Kanyepe, M., Dube, T., & Moyo, T. (۲۰۲۱). Urban traffic congestion and land use patterns in developing cities. **Journal of Sustainable Urban Development**, *9*(۴), ۲۱۵–۲۳۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/j.jsud.۲۰۲۱,۱۰۵۶۷۸

Kim, S., & Lee, J. (۲۰۲۲). Land use-transport integration in Asian cities. Cities, ۱۲۰, ۱۰۳۴۵۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/j.cities.۲۰۲۱,۱۰۳۴۵۱

Mohebbi, N., Amini, F., & Mazaheri, R. (۲۰۲۱). Tahlil-e asarat-e tozi'-e karbari-e zamin bar tarakom-e safar-e shahri; motale'-e moredi-e shahr-e Qazvin [Analysis of the effects of land use distribution on urban travel density: A case study of Qazvin city]. **Iranian Urban Studies Quarterly**, ۵(۲), ۷۵-۹۶. [In Persian]

Moeinaddini, M., Asadi-Shekari, Z., & Shah, M. Z. (۲۰۲۰). The relationship between urban land use and traffic accidents: A case study of Isfahan, Iran. **Journal of Transport Geography**, *82*, ۱۰۲۶۰۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/j.jtrangeo.۲۰۲۰,۱۰۲۶۰۰

Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (۲۰۱۷). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. **International Journal of Qualitative Methods**, *16*(۱), ۱–۱۳. https://doi.org/۱۰,۱۱۷۷/۱۶۰۹۴۰۶۹۱۷۷۳۳۸۴۷

Silverman, B. W. (۱۹۸۶). **Density estimation for statistics and data analysis**. Chapman and Hall. https://doi.org/۱۰,۱۲۰۱/۹۷۸۱۳۱۵۱۴۰۹۱۹

Soni, P., Jain, R., & Patel, N. (۲۰۲۴). Evaluating the relationship between land use mix and urban traffic congestion in Indian medium-sized cities. **Sustainable Cities and Society**, *112*, ۱۰۴–۱۳۴. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/j.scs.۲۰۲۴,۱۰۵۵۳۴

Thomson, J. M. (۱۹۷۷). **Great cities and their traffic.** Gollancz.

Zanjan Municipality Transportation and Traffic Organization. (۲۰۲۴). Traffic data of the central part of Zanjan city. Document Center.

Zanjan Province Surveying Organization. (۲۰۲۴). Detailed plan of Zanjan city.

Zhang, Y., & Liu, Q. (۲۰۲۳). Polycentric development and travel demand management in Chinese cities. **Urban Studies**, *60*(۸), ۱۵۶۲–۱۵۸۱. https://doi.org/۱۰,۱۱۷۷/۰۰۴۲۰۹۸۰۲۳۱۱۵۳۶۶۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

Analysis of the Spatiotemporal Relationship between Land Use and Traffic Load in the Central Fabric of Zanjan City Using a Combined Approach

Solmaz Ahmadi Barough[۱۰]

Abstract

The increase in urban traffic congestion resulting from the unbalanced distribution of land uses and uncontrolled urban expansion is one of the main challenges of urban management in developing countries. This study aims to analyze the spatiotemporal relationship between land use patterns and traffic load in the central district of Zanjan city and to propose integrated solutions based on the theoretical framework of bidirectional dynamics and Land Use and Transportation Integration (LUTI). The present study employs a mixed-methods (quantitative-qualitative) approach, utilizing spatial analysis techniques—including Kernel Density Estimation (KDE) and Geographic Information Systems (GIS)—thematic content analysis of semi-structured interviews with ۲٤ experts, and the completion of ۲۰۰ questionnaires distributed among residents and users of the area. The data used consist of land use maps, traffic data from the Transportation Organization, and field surveys. Findings indicate that the heavy concentration of administrative, educational, and commercial land uses along the main arteries (Imam Khomeini, Shohada, and Valiasr) has led to the formation of traffic hotspots during peak hours and increased travel distances. Field surveys and questionnaire analyses also reveal a ٥۷٪ dependence on private vehicles and public dissatisfaction with public transportation. On the other hand, qualitative analyses (SWOT and Thematic) highlight institutional coordination gaps, inadequate parking management, and the implementation of fragmented policies. Accordingly, proposed solutions are presented across four key areas: spatial decentralization, multipolar development, public transportation improvement, pedestrian and cycling infrastructure development, urban landscape enhancement, and the establishment of an LUTI coordination council. This research contributes to the theoretical and practical integration of land use and transportation planning for medium-sized cities in Iran.

Keywords: Urban Traffic, Spatiotemporal Analysis, Land Use and Transportation Integration (LUTI), Kernel Density Estimation (KDE), Multipolar Development.

Introduction

Urban traffic congestion, resulting from unbalanced land-use distribution and uncontrolled urban expansion, poses a significant challenge for urban management in developing countries. In medium-sized Iranian cities like Zanjan, this issue is exacerbated by the intense concentration of administrative and commercial activities in the central core. This study is grounded in the theoretical frameworks of Bidirectional Dynamics and Land Use and Transportation Integration (LUTI). It seeks to analyze the spatiotemporal relationship between land-use patterns and traffic load in Zanjan's central district and propose integrated planning solutions to mitigate traffic congestion and foster sustainable urban development.

[۱۰] * Faculty, Architectural Engineering, Department of Art and Architecture, Payam Noor University, Tehran, Iran.
Email: so.ahmadi@pnu.ac.ir

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]

Methodology

This research employs a mixed-methods (quantitative-qualitative) approach. The quantitative component involved spatial analysis using Geographic Information Systems (GIS) and Kernel Density Estimation (KDE) to identify traffic hotspots and their correlation with land-use concentrations. Traffic volume, land-use maps, and field survey data were utilized. Furthermore, ۲۰۰ questionnaires were administered to residents and users of the central area to quantify travel behavior. The qualitative component consisted of thematic content analysis of semi-structured interviews with ۲٤ urban planning and transportation experts. A SWOT analysis was also conducted to identify institutional and strategic challenges. Data triangulation ensured validity, and questionnaire reliability was confirmed with a Cronbach's alpha of ۰/۸٦.

Discussion

The findings reveal a strong spatiotemporal relationship between land use and traffic. A heavy concentration of administrative, educational, and commercial land uses along the main arteries (Imam Khomeini, Shohada, and Valiasr) has created significant traffic hotspots during peak hours. Spatial analysis showed a clear shift of traffic nuclei from administrative zones in the morning to commercial zones in the afternoon, empirically validating the Bidirectional Dynamics theory. Questionnaire results indicated a ۵۷٪ dependence on private vehicles, correlated with longer travel distances from the city center ($r=۰/٦۱$). Multivariate regression identified administrative land-use density as the strongest predictor of traffic volume ($\beta=۰/٤۵$). Qualitative analyses highlighted critical institutional weaknesses, including a lack of coordination between urban planning and transportation bodies, inadequate parking management, and the implementation of fragmented policies, which collectively hinder sustainable transportation planning.

Conclusion

The study concludes that the monocentric concentration of trip-attracting land uses in Zanjan's core, coupled with weak public transportation and non-motorized infrastructure, is the primary cause of traffic congestion. The research underscores the necessity of an integrated LUTI approach. Proposed strategies are categorized into four pillars:

۱) **Spatial-Physical Strategies:** spatial decentralization and multipolar development to distribute activities.

۲) **Transportation Strategies:** improving public transport (e.g., BRT) and developing pedestrian and cycling infrastructure.

۳) **Institutional-Managerial Strategies:** establishing an LUTI coordination council to bridge institutional gaps.

٤) **Urban Landscape Enhancement:** This research provides a validated, context-specific model for integrating land-use and transportation planning, offering a replicable framework for other medium-sized cities in Iran and similar contexts.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.3.4195]