

## ارزیابی سناریوهای مختلف پراکنش فضایی کاربری‌های شهری به منظور کاهش حجم ترافیک (مطالعه موردی: کاربری‌های آموزشی شهر کاشان)

یونس غلامی بیمرغ\* - استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، کاشان، ایران  
سید احمد حسینی - دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران  
محسن شاطریان - استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، کاشان، ایران  
اکرم محمدی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه کاشان، کاشان، ایران  
ابوالفضل دهقان جزی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تأیید مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹

### چکیده

کاربری زمین و حمل و نقل و انتقالات شهری دو جزء جدانشدنی سیستم عمومی ساختار شهری و مبحث کلیدی مطالعات شهری و ناحیه‌ای محسوب می‌شوند؛ زیرا یکی از نقش‌های اساسی زندگی شهری را تشکیل می‌دهند که با ارتباط بخشی امور انسانی به یکدیگر و جریان‌یابی افراد، کالا، انرژی و اطلاعات محقق می‌شود. هدف پژوهش توصیفی-تحلیلی و کاربری حاضر، ارزیابی تأثیرات اراضی شهری در ایجاد حجم ترافیک برای ساماندهی و بازتوزیع فضایی آن‌ها در بافت مرکزی شهر کاشان است. در این پژوهش، کاربری آموزشی (دبستان، راهنمایی و دبیرستان) و کاربری درمانی در محدوده مرکزی کاشان برای نمونه بررسی شدند. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها مصاحبه و اطلاعات طبقه‌بندی شده کاربری اراضی شهرداری بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از الگوریتم  $k$ -means در محیط Arc GIS استفاده شد. در بازه زمانی که برای بازتوزیع کاربری‌های مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم  $k$ -means در نظر گرفته شد، در حداقل شعاع دسترسی دبستان ۱۶/۱۴ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱۷/۹۹ درصد، کاربری دبیرستان در حداقل شعاع دسترسی ۱۷/۲۲ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱/۳۱ درصد، کاربری مدرسه راهنمایی در حداقل شعاع دسترسی ۷/۳۲ و در حداکثر شعاع دسترسی ۶/۶۷ درصد و در کاربری درمانی در حداقل شعاع دسترسی ۳۱/۵۱ از ترافیک شهری کاسته خواهد شد. نتایج این پژوهش میزان تراکم ترافیک در بخش مرکزی کاشان را در مقایسه با کل شهر و نقش کاربری بهداشتی و درمانی در ترافیک بخش مرکزی به دلیل هم‌پوشانی به کل شهر نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم  $k$ -means، بازتوزیع فضایی، ترافیک شهری، کاربری اراضی شهری.

## مقدمه

جهان در حال تبدیل شدن به مکان‌های شهری است و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۵ بیش از ۶۵ درصد مردم دنیا در شهرها زندگی کنند (لی و ونگ، ۲۰۰۵: ۷۲)؛ بنابراین باید به چگونگی استفاده از اراضی برای رشد آن توجه کرد (یوسفی، ۱۳۸۰: ۳). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری بخشی از فرایند شهری است و به مناسبات مشترک خود با برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و تسهیلات شهری اهمیت می‌دهد (چاپین، ۱۹۷۲). مردم برای رفع نیازهای روزمره خود بین کاربری‌های مختلف سفر می‌کنند. سفر را می‌توان رفتن از یک کاربری به کاربری دیگر دانست؛ بنابراین سفر تابع کاربری زمین است (رضازاده و به‌سرشت، ۱۳۸۶: ۴). درواقع کاربری زمین و حمل‌ونقل را می‌توان دو بخش مرتبط با یکدیگر دانست. افزایش کارآمدی در یک بخش مستلزم اصلاح در دیگری است (بارنت و هندی، ۲۰۱۰). تغییرات در کاربری سبب تغییر در الگوی تقاضای سفر می‌شود و جریان ترافیکی را بر زیرساخت‌های حمل‌ونقل تحمیل می‌کند (Soltani, 2014: 5).

میزان جذب سفر در کاربری‌های مختلف متفاوت است. تقاضای حمل‌ونقل نیز تقاضایی مشتق شده است؛ یعنی براساس نیازهای جوامع شهرنشین، کاربری‌های مختلفی در سطح شهرها شکل می‌گیرد و مردم برای رفع نیازهای خود مجبورند به مقاصدی که کاربری مرتبط دارند سفر کنند (مهندسان مشاور توسعه بوم‌سازگان پایدار، ۱۳۸۵: ۲۴). درواقع بررسی ارتباط کاربری اراضی شهری و شبکه حمل‌ونقل به این دلیل اهمیت دارد که توزیع کاربری‌ها متناسب با ظرفیت شبکه، بازدهی کالبدی مطلوب را در پی خواهد داشت. انواع کاربری‌ها ویژگی‌های دسترسی متفاوتی دارند و نوع خدمات و میزان سرویس‌دهی همه کاربری‌ها یکسان نیست (گروه مؤلفان مهندسان مشاور طرح راهبرد پویا، ۱۳۹۱: ۱۰۶). امروزه به دلیل رشد سریع شهرنشینی، تطابق نداشتن خیابان‌های امروزی با نیاز جمعیت، قرارگیری کاربری‌های جاذب جمعیت در حاشیه خیابان‌های شهر و قرارگیری کاربری‌های ناسازگار کنار یکدیگر، پدیده ترافیک در شهرها به وجود آمده است. این پدیده یکی از مشکلات عمده در بیشتر شهرهای بزرگ و حتی متوسط و کوچک است و یکی از معضلات اجتماعی جوامع امروزی و شهرها محسوب می‌شود.

باید توجه داشت با وجود مطالعات گسترده درباره ساختار شبکه و کاربری، رابطه متقابل آن‌ها مدنظر قرار نگرفته است. نیازهای حمل‌ونقلی در نتیجه نیاز به متصل کردن فعالیت‌های مردم ظاهر می‌شوند؛ بنابراین چیدمان فعالیت‌های مختلف که کاربری اراضی نامیده می‌شود، الگوهای سفر را تعیین می‌کند (Brownstone et al., 2013). درواقع تسهیلات حمل‌ونقلی می‌تواند کاربری زمین را جهت‌دهی کند یا تغییر دهد. این تعامل میان کاربری زمین و حمل‌ونقل، فرایند مستمر چرخشی را ایجاد می‌کند. به این شکل که در ابتدا کاربری زمین درخواست حمل‌ونقل را به وجود می‌آورد و تسهیلات حمل‌ونقلی به سیستم اضافه می‌شود. سپس این سیستم دسترسی را افزایش می‌دهد و سبب تقاضای حمل‌ونقلی بیشتری می‌شود؛ بنابراین تسهیلات حمل‌ونقل ناکافی به شمار می‌آید و نیازمند توسعه است و این توسعه با تنظیم برنامه کاربری اراضی فراهم می‌شود (Zaina, 2017). بافت مرکزی شهر کاشان در طول روز به‌ویژه در ساعات اوج بار ترافیکی جمعیت زیادی را به خود جذب می‌کند که سبب ایجاد ترافیک شدید در این بافت می‌شود. دلیل این امر، از یک سو دربرگرفتن بافت تاریخی شهر است که عناصر جاذب جمعیت مانند بازار قدیم کاشان و بناهای تاریخی و مدارس را دارد و از سوی دیگر خیابان‌های دربرگیرنده کاربری جاذب جمعیت مانند کاربری تجاری و آموزشی و بهداشتی است؛ بنابراین لزوم توجه به این مشکل و بازتوزیع فضایی

کاربری‌های جاذب جمعیت در این بافت برای حل مشکل ترافیک ضرورت دارد. پژوهش حاضر به سنجش نقش کاربری اراضی در ایجاد ترافیک شهری در بخش مرکزی کاشان، بازتوزیع فضایی کاربری‌ها و شناسایی رابطه توزیع کاربری‌های آموزشی و درمانی و ترافیک شهری می‌پردازد. با توجه به اهمیت و ضرورت موضوع مطالعه حاضر، در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی صورت گرفته که در ادامه به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود.

لیتمن (۲۰۱۰) به بررسی تأثیرات کاربری اراضی بر حمل‌ونقل پرداخت و عوامل و متغیرهای تأثیرگذار الگوی کاربری اراضی بر رفتار سفر و کیفیت هوای شهر را مشخص کرد. ادووی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی کاربری اراضی و الگوی ترافیک طولی در شهر لاگوس نتیجه گرفتند این شهر نیازمند الگوی یکپارچه‌سازی زمین متناسب با الگوی حمل‌ونقل براساس برنامه‌های توسعه‌ای است. یافته‌های این پژوهش تأثیر الگوی کاربری اراضی بر ترافیک و بالعکس را نشان می‌دهد. کروو (۲۰۱۳) به بررسی پیوند حمل‌ونقل شهری و کاربری اراضی در کشورهای در حال توسعه پرداخت و نتیجه گرفت حمل‌ونقل پایدار و ارزان و پیاده‌محوری برای دسترسی ارزان مردم مهم‌ترین راه کاهش مشکلات ترافیکی کشورهای جهان سوم است. اسدی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل‌ونقل و ترافیک شهری (نمونه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد) نتیجه گرفتند مجتمع الماس شرق با احداث در حاشیه شهر و اجرای صحیح راهبرد و سیاست‌های مدیریت کاربری زمین، دستیابی به اهداف مطرح‌شده در پژوهش را ممکن کرده است. غلامی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی آثار پراکنش کاربری‌های ورزشی-تفریحی در ترافیک درون‌شهری زنجان نتیجه گرفتند استقرار نامناسب کاربری ورزشی-تفریحی در سطح محله، سبب سفرهای روزانه اضافی بر سیستم حمل‌ونقل شهری می‌شود. سیف‌الدینی و همکاران (۱۳۹۱) در برنامه‌ریزی نوین کاربری اراضی شهری با بهره‌گیری از آی. سی. تی<sup>۱</sup> در ساماندهی ترافیک شهری سمنان نتیجه گرفتند رابطه خطی و مستقیم آماری میان تأثیر آی. سی. تی، ساماندهی فضایی کاربری اراضی شهری و ساماندهی فضایی کاربری اراضی شهری بر کاهش ترافیک وجود دارد. تقوایی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی پراکنش کاربری‌های پزشکی و تأثیر آن بر ترافیک شهری کرمانشاه نتیجه گرفتند مکان‌یابی کاربری‌های بهداشتی-درمانی در سطح شهر کرمانشاه براساس اصول و ضوابط شهرسازی و برنامه‌ریزی نیست و پراکندگی مناسبی ندارد.

## مبانی نظری

### برنامه‌ریزی کاربری زمین

برنامه‌ریزی استفاده از زمین، روند تنظیم استفاده از زمین در تلاش برای کسب نتایج مطلوب اجتماعی و محیطی و بهره‌وری بیشتر از منابع است. اهداف برنامه‌ریزی استفاده از زمین شامل حفاظت از محیط‌زیست، محدودیت در گسترش فضای شهری، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، جلوگیری از درگیری‌های استفاده از زمین و کاهش آلودگی‌هاست. همچنین استفاده از زمین و فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی متنوعی را که در منطقه‌ای خاص رخ می‌دهد، تعیین می‌کند برنامه‌ریزی استفاده از زمین از اجزای مهم برنامه‌ریزی شهری است. طبیعت شهرهای مورد نیاز برای بهره‌مندی بیشتر از

نظر حداکثر کردن عوامل اقتصادی و ارتقای راحتی، نیازمند به‌کارگیری برنامه‌ریزی استفاده از زمین است که چارچوب مهم رشد محسوب می‌شود. مناطق شهری مرفه چشم‌اندازهایی دارند که باید از چارچوبی برای دستیابی به پیشرفت منظم پیروی کنند؛ از این‌رو برنامه‌ریزی، استفاده از این چارچوب را فراهم می‌کند (Chigbu, 2017). با توجه به مبحث توسعه پایدار، برنامه‌ریزی استفاده از زمین پروسه تصمیم‌گیری سیاسی و فنی و اداری مطرح‌شده با عوامل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فنی، برای اشغال منظم و استفاده پایدار از زمین‌های در حال توسعه است. از سوی دیگر، به دنبال تنظیم و توسعه محل و توسعه پایدار شهرک‌های انسانی، فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی و توسعه فیزیکی فضایی است (Savini and Aalbers, 2016).

### کاربری حمل‌ونقل و شبکه‌های ارتباطی

کاربری‌های معابر یا راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی مهم‌ترین و حساس‌ترین فضاها عمومی یک شهر هستند؛ زیرا علاوه بر اینکه درصد زیادی از اراضی شهرها به این فضاها اختصاص یافته است، راه‌ها مهم‌ترین عنصر شکل‌دهنده شهر و محل اتصال و ارتباط فضاها و کاربری‌های شهری به یکدیگر به‌شمار می‌روند. این شبکه‌ها نماد توسعه فرهنگ شهری و مهم‌ترین ابزار طراحی شهری هستند. شبکه‌های ارتباطی یک شهر ارتباط تنگاتنگی با نوع کاربری‌ها دارند؛ زیرا نحوه توزیع فضایی کاربری‌ها مسئله دسترسی میان آن‌ها را مطرح می‌کند. با توسعه روزافزون شهرها و دور شدن کاربری‌ها از یکدیگر، دسترسی سریع، مطمئن و ارزان به نقاط مدنظر مسائل متعدد و پیچیده‌ای را در برابر شهرسازان و برنامه‌ریزان قرار داده است. با تشدید روند آلودگی هوا که ناشی از وسایل حمل‌ونقل و تراکم رفت‌وآمد در شبکه‌های ارتباطی اصلی است، تجدیدنظر در راه‌های تأمین دسترسی در شهرها و تغییر کاربری‌ها یکی از عمده‌ترین اهداف شهرسازان در طرح‌های شهری است. از سوی دیگر، به‌منظور کاهش مشکلات شبکه‌های ارتباطی امروزه با استفاده از کاربری‌های تلفیقی و مکان‌یابی بهینه کاربری‌ها و نزدیک کردن محل کار و زندگی و تأمین مایحتاج و تفریح در یک نقطه می‌توان از مسافت‌ها و تعداد سفرهای شهری کاست و مشکلات شبکه‌های ارتباطی را تا حد زیادی مرتفع کرد. باید توجه داشت مکان‌یابی راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی در شهر ارتباط مستقیمی با مکان‌یابی کاربری‌ها دارد؛ به این صورت که هرچه مکان‌یابی کاربری‌ها صحیح و با تفکر بر شرایط فعلی و آینده باشد، مشکلات دسترسی نیز به‌شدت کاهش می‌یابد؛ زیرا لزوم دسترسی به کاربری‌ها و حتی نوع آن‌ها بر چگونگی شبکه ارتباطی از نظر طول و عرض سواره‌رو و پیاده‌رو و سیستم‌های اتصالاتی تأثیری مستقیم دارد؛ بنابراین در طراحی جدید شهرها ابتدا مکان‌یابی کاربری‌ها و سپس خطوط ارتباطی با توجه به میزان تردد برای هر کاربری مشخص می‌شود (رضویان، ۱۳۸۱: ۱۸۹).

ارزیابی وابستگی میان کاربری زمین و رفتار مسافرتی در پژوهش‌های شهری، سنتی دیرینه است (Chen, Chen, and Barry, 2009: 179; Goodchild and Janelle, 1984: 810; Goodchild, Klinkenberg and Janelle, 1993: 280; Khisty and Lall, 2003: 89; Maat, Van Wee, and Stead, 2005: 36; Zandviliet and Dijst, 2006: 1161). بیشتر پژوهش‌ها بر چگونگی ارزیابی ترافیک یا توضیح طول سفر با استفاده از کاربری زمین شهری متمرکز هستند؛ برای مثال بسیاری از پیش‌بینی‌ها درباره تقاضای ترافیک بر مدل‌سازی حجم ترافیک مبدأ-مقصد با داده‌های کاربری زمین تکیه دارند (Black, 2003: 127). همچنین مطالعات بسیاری در مورد الگوهای رفت‌وآمد با استفاده از ساختارهای کاربری

زمین شهری وجود دارد (Hamilton, 1982: 1039; Small and Song, 1992: 891). بیشتر پژوهش‌های اخیر نیز ساختار فضایی و ویژگی‌های اجتماعی اقتصادی شهر را که شامل رفت‌وآمد است بیان می‌کنند (Antipova, Wang, and Wang, 2001: 172; Wilmot, 2011: 289; Shen, 2000: 70). با وجود این، مطالعات بسیاری درباره رابطه و تعامل کاربری زمین و ترافیک انجام نشده است؛ یعنی چگونگی خروج اطلاعات درباره کاربری زمین از الگوهای ترافیکی بسیار ارزشمند است؛ زیرا داده‌های کاربری زمین گران و وقت‌گیر است و داده‌های به‌روز آن که پژوهشگران و برنامه‌ریزان به آن نیاز دارند، بسیار نادر است (Jensen, 1983: 115; Lu and Weng, 2005: 1276; Xiao et al., 2006: 72).

### نقش کاربری اراضی شهری در کاهش ترافیک

طرح کاربری زمین بدون در نظر گرفتن جریان ترافیک میان کاربری‌های مختلف و بدون توجه به شبکه ارتباطی شهر عقلانی نیست؛ زیرا این بی‌توجهی سبب حمل‌ونقل اضافی و طولانی شدن فاصله حمل‌ونقل‌های شهری می‌شود؛ موضوعی که در تمام شهرهای بی‌برنامه وجود دارد و ریشه اصلی مشکلات دسترسی شهرهای بی‌برنامه است؛ بنابراین برای حل مشکل دسترسی شهرها ضروری است جسم شهر با شبکه ارتباطی‌اش به‌عنوان یک واحد طراحی شود و در این طرح، بناها و راه‌های ارتباطی شهری با ترتیبی عقلانی و منطقی کنار یکدیگر قرار داده شوند امروزه در آینده شهرها، به‌ویژه متروپلیتن‌های بزرگ، شاید مسئله اساسی به گفته هال<sup>۱</sup> که می‌گوید چگونگی تقسیم‌کار و رابطه آن با محله‌های مسکونی خواهد بود نه چگونگی ساختمان (مسکن، آپارتمان، خانه و...) (رضایی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۵)، از هر زمان دیگری ملموس‌تر باشد؛ زیرا انبوه جمعیت شهری، تراکم بالا و سطح فیزیکی گسترده سبب می‌شود نحوه دسترسی، به‌ویژه در شهرهای بزرگ و میلیونی با وجود تدابیر و اقدامات گسترده به معضلی عمومی و اجتماعی تبدیل شود؛ بنابراین در شرایط برنامه‌ریزی و طراحی یکپارچه و خوداتکا، نواحی مسکونی در کنار مناطق اشتغال می‌توانند ضرورتی برای کنترل ترافیک و پاسخگویی به مسائل و مشکلات شهری باشند. همچنین می‌توان رفت‌وآمد اشتغال را با تغییر محل سکونت و اشتغال در شهر و درپیش گرفتن سیاست‌های مسکن و شهرسازی کنترل کرد. لینچ در این باره می‌نویسد: با غیراقتصادی شدن سفرهای کاری، کاهش مسافت رفت‌وآمد، امری ایده‌آل محسوب می‌شود (ماهنامه راهور ۲۱ تخصص پلیس ناجا، ۱۳۸۶: ۴۲).

### تجربه اجرای برنامه‌ریزی کاربری مرتبط با حمل‌ونقل در جهان

از دهه ۱۹۶۰ به بعد تئوری‌ها و مدل‌های زیادی استفاده شدند تا ارتباط متقابل کاربری اراضی و حمل‌ونقل شهری مطالعه شود. گولینو<sup>۲</sup> اعتقاد دارد بیشتر مدل‌ها «جزئی و ایستا» هستند؛ حتی شیوه‌های آن‌ها تکراری و ایستاست (Xin and shaw, 2003: 103). در کشور ژاپن برنامه‌ریزی یکپارچه کاربری اراضی و حمل‌ونقل با تقسیم محدوده‌های شهری به دو قسمت نواحی رشد شهرنشینی و نواحی کنترل شهرنشینی، به ساماندهی رابطه میان دو کاربری پرداخته است (Guller, 2005: 1-21). همچنین در ایرلند شمالی در سال‌های اخیر، با اجرای سیاست یکپارچه کاربری اراضی و حمل‌ونقل منافع زیادی به‌دست آمده است؛ از جمله بهبود محیط به‌منظور کاهش نیاز به سفر، به‌ویژه کاهش طول سفرهای مورد نیاز برای فعالیت‌های روزانه در نیویورک، دسترسی پایدار برای جهت‌دهی مجدد به ساختار شهری موجود به کمک تمرکز بر توسعه در

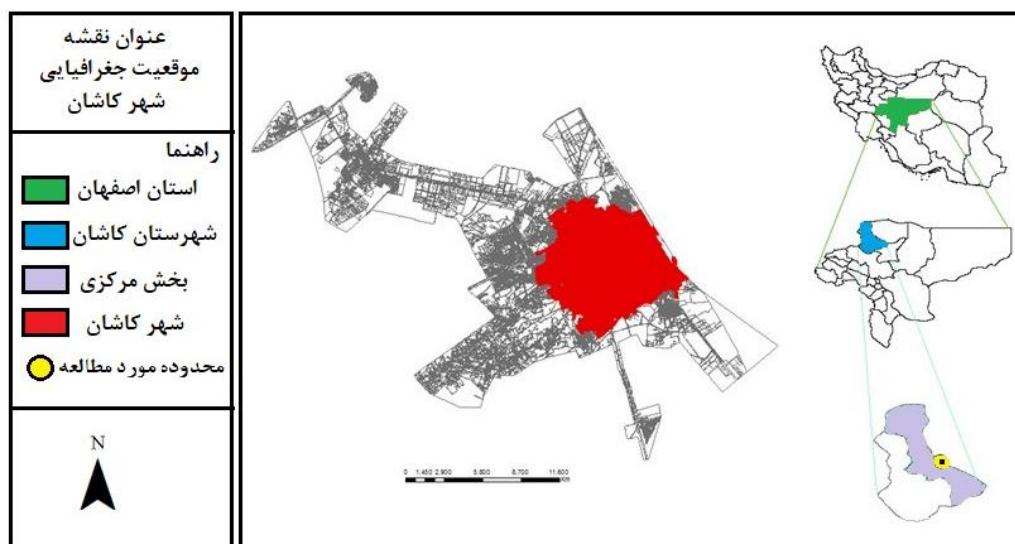
1. Hall

2. Golino

مکان‌هایی با دسترسی بالا برای حمایت از سیستم حمل‌ونقل عمومی-خصوصی با کارایی مناسب صورت می‌گیرد (Curtis, 2008: 104). در این میان، مشکلات ناشی از حرکت در شهرهای ماشینی از دهه ۱۹۵۰ به بعد آغاز شد. این شهرها که مبتنی بر تهیه طرح‌های جامع شهری و تفکیک و جدایی‌گزینی کاربری‌ها بودند، آثار مخرب زیست‌محیطی را به‌وجود آوردند که حاصل آن گسترش افقی شهر بود (رهنما و فرقانی، ۱۳۸۸: ۵۰). بعد از دهه ۱۹۷۰ به‌دنبال بحران انرژی و افزایش قیمت سوخت، بحث مربوط به بازسازی فرم شهری و تعامل کاربری اراضی و سیستم حمل‌ونقل شهری اهمیت یافت و ایده گذار از شهر ماشینی به شهر آینده با تمرکز بر گسترش حمل‌ونقل عمومی و تکیه بر ریل، پیاده و دوچرخه در قالب ایده کاربری ترکیبی و شهر فشرده با دسترسی در مقابل حرکت اهمیت یافت (Rahname and Lyth, 2004: 355).

### منطقه مورد مطالعه

شهر کاشان در طول شرقی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه و عرض شمالی ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. مساحت شهر در محدوده مطالعاتی (ملاک عمل شهرداری) حدود ۸۵۰۰ هکتار است که ۱۹/۲ درصد از سطح شهرستان کاشان را شامل می‌شود. براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ نیز جمعیت شهری کاشان حدود ۳۷۴,۴۸۲ نفر است. این کانون زیست و فعالیت در مرکز ایران از یک‌سو به کوهستان (غرب و جنوب غرب) و از سوی دیگر به دشت و کویر راه دارد. ارتفاع متوسط شهر از سطح دریا ۹۵۵ متر است. جغرافی‌دانان شهر کاشان را جزو ایالت جبال یا عراق عجم می‌دانستند تا اینکه براساس تقسیم‌های کشوری یکی از شهرهای استان مرکزی محسوب شد و از سال ۱۳۵۵ تاکنون به استان اصفهان ملحق شده است. شهر کاشان در ۲۳۵ کیلومتری جنوب تهران و ۲۵۰ کیلومتری شمال شهر اصفهان واقع شده است. این شهر از شمال و شرق به شهرستان آران و بیدگل در کویر مرکزی ایران، از جنوب به شهر نطنز و قمصر و ارتفاعات مشرف به آن و از غرب به شهر نیاسر و مشهد اردهال و ارتفاعات مشرف به آن‌ها محدود است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کاشان

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و کاربردی است که شاخص‌های مورد استفاده در آن، معیارهای عمومی در مکان‌یابی کاربری اراضی شهری هستند. این معیارها عبارت‌اند از: سازگاری، آسایش، مطلوبیت، کارایی، سلامتی و ایمنی. اطلاعات مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای، اسنادی، مصاحبه با کارشناسان و مراجعه به اداره‌های مربوط جمع‌آوری شد. سپس داده‌ها برای ورود به نرم‌افزار جی. آی. اس آماده شدند. برای تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزار جی. آی. اس و الگوریتم k-means استفاده شد. در ادامه با استفاده از این الگوریتم در محیط نرم‌افزار Arc Map، بازه‌های بازتوزیع فضایی کاربری‌های آموزشی و درمانی تعریف شد. سپس محاسبه شعاع عملکرد کاربری آموزشی و درمانی برای برآورد میزان جذب ترافیک مازاد کاربری‌ها در حداقل و حداکثر در نرم‌افزار Arc Map صورت گرفت.

الگوریتم k-means نقطه را به نحوی در k خوشه قرار می‌دهد که اعضای هر خوشه از مرکز زمانی براساس توپولوژی معابر آن خوشه کمترین فاصله زمانی را داشته باشند. این الگوریتم نقاط نزدیک به هم در ImPos را در ناحیه k تقسیم کرده و در k خوشه قرار می‌دهد. درواقع نقاط موجود در ImPos با معیار شباهت فاصله زمانی براساس توپولوژی معابر به k خوشه تقسیم می‌شوند و در نواحی  $r_i$  قرار می‌گیرند. مقدار k برابر تعداد نقاط بهینه‌ای است که قصد به‌دست‌آوردن آن‌ها را داریم. به عبارت دیگر k برابر تعداد مکان‌هایی است که قصد احداث آن‌ها را داریم. در ابتدا k نقطه از مجموعه داده به‌صورت تصادفی به‌عنوان مراکز خوشه‌ها انتخاب شد. سپس هریک از نقاط با رابطه ۱ که با فاصله زمانی براساس توپولوژی معابر عمل می‌کند به نزدیک‌ترین مراکز تخصیص داده شد:

$$r_j = \arg \min_{1 \leq h \leq k} \{ \| \text{ImPos}_i - C_h \| \} \quad (1)$$

در اینجا  $C_h$  مرکز خوشه h ام  $r_j$  ناحیه یا خوشه z ام را نشان می‌دهد. پس از تخصیص مراکز به‌صورت زیر با داده‌های به‌دست‌آمده از قبل به‌روزرسانی شد:

$$C_j = \frac{1}{M_j} \sum_{x_i \in C_j} \text{ImPos}_i$$

در اینجا  $M_j$  تعداد داده‌های خوشه z ام و  $C_j$  مرکز خوشه z است. پس از به‌روزرسانی مراکز به‌صورت بالا، دوباره داده‌ها به مراکز جدید تخصیص داده شدند و این عمل ادامه یافت تا به خوشه‌بندی بهینه دست پیدا کنیم. سپس در هر خوشه نقطه‌ای که به بهینه‌ترین وضعیت یا حداقل هزینه دست یافته است انتخاب شد.

$$\text{point}_j = \arg \min_{\text{ImPos} \in r_j} \{ \text{Cost}(\text{ImPos}) \} \quad j = 1, \dots, k \quad (2)$$

رابطه ۲ عمل انتخاب نقاط بهینه از خوشه‌ها را نشان می‌دهد. درنهایت نقاط یا موقعیت‌های بهینه در متغیرهای  $\text{point}_j$  قرار خواهند گرفت (حسینی، ۱۳۹۳: ۱۴۳).

## بحث و یافته‌ها

### بازتوزیع فضایی کاربری‌های آموزشی

هریک از کاربری‌های شهری میزان جذب سفر مختص به خود را دارند. تراکم و تمرکز این کاربری‌ها یا توزیع خوشه‌ای،

سبب جذب ترافیک در آن منطقه می‌شود. از سوی دیگر این کاربری‌ها می‌توانند تا شعاع خاصی عملکردی مفید و کامل داشته باشند. با توجه به مراحل قبل، تراکم کاربری‌های موردنظر در مرکز شهر کاشان و به‌وجودآمدن ترافیک مازاد به‌دلیل هم‌پوشانی شعاع عملکردی این کاربری‌ها در این محدوده تأیید شده است. در این مرحله، پس از حذف خدمات با هم‌پوشانی بیش از ۹۰ درصد با سایر خدمات، به‌منظور به‌دست‌آوردن چندنقطه‌ای که در چند ناحیه مختلف بیشترین تراکم جمعیت را در سطح شهر کاشان داشته‌اند، از الگوریتم خوشه‌بندی k-means استفاده شد. همچنین بررسی میزان کاهش ترافیک و افزایش سطح پوشش خدماتی این کاربری‌ها در سطح شهر کاشان صورت گرفت.



شکل ۲. محدوده خدماتی کاربری آموزشی در بازه‌های زمانی مختلف

#### دبستان در شعاع عملکردی حداقل (۴ دقیقه)

در این بازه، بازتوزیع فضایی کاربری دبستان در حداقل شعاع عملکردی ۴ دقیقه در کل شهر، مساحت  $۴۲۷۰۳/۴۰$  هکتار از سطح شهر را پوشش خدماتی می‌دهد. مساحت این مدارس می‌تواند  $۶۷۶۱۷/۶۷$  هکتار را خدمات‌رسانی کند؛ بنابراین دبستان‌ها در سطح شهر ۱۵۸ درصد هم‌پوشانی محدوده خدماتی را در حداقل شعاع عملکردی در سطح شهر دارند.

#### دبستان در شعاع عملکردی حداکثر (۵ دقیقه)

دبستان در شعاع دسترسی حداکثر (۵ دقیقه) در سطح شهر  $۵۵۲۳۲/۳۴$  هکتار پوشش خدماتی است؛ درحالی‌که مقدار خدمات‌دهی استاندارد ۵ دقیقه برای این تعداد مدارس مساحتی حدود  $۱۰۳۵۷۳/۲۲$  هکتار است؛ بنابراین ۱۸۷ درصد هم‌پوشانی محدوده خدماتی دبستان در شعاع عملکردی ۵ دقیقه در سطح شهر وجود دارد.

#### مدرسه راهنمایی در حداقل شعاع عملکردی (۶ دقیقه)

در این بازه، بازتوزیع فضایی کاربری راهنمایی در سطح شهر کاشان در شعاع عملکردی ۶ دقیقه، مساحت  $۸۱۴۰۹/۰۰$  هکتار از سطح شهر را پوشش می‌دهد. در صورتی که با در نظر گرفتن شعاع عملکردی استاندارد ۶ دقیقه برای این تعداد مدرسه در سطح شهر مساحت  $۲۷۸۶۱۹/۳۷$  هکتار قابل پوشش است؛ بنابراین ۳۴۲ درصد مدارس راهنمایی در شعاع عملکردی حداقل در سطح شهر هم‌پوشانی دارند.



### مدرسه راهنمایی در شعاع عملکردی حداکثر (۷ دقیقه)

مدرسه راهنمایی در شعاع حداکثر (۷ دقیقه) در سطح شهر کاشان، مساحت ۸۹۱۷۶/۰۱ هکتار از شهر را پوشش می‌دهد. در صورتی که با توجه به شعاع عملکردی استاندارد ۷ دقیقه و مدارس توزیع شده در سطح شهر کاشان مساحت ۳۸۲۳۵۵/۹۲ هکتار از سطح شهر قابل پوشش خدمات‌رسانی مدرسه راهنمایی در شعاع حداکثر هفت دقیقه است؛ بنابراین ۴۲۸ درصد محدوده خدمات‌رسانی مدرسه راهنمایی در شعاع عملکردی حداکثر (۷ دقیقه) دارای هم‌پوشانی است.

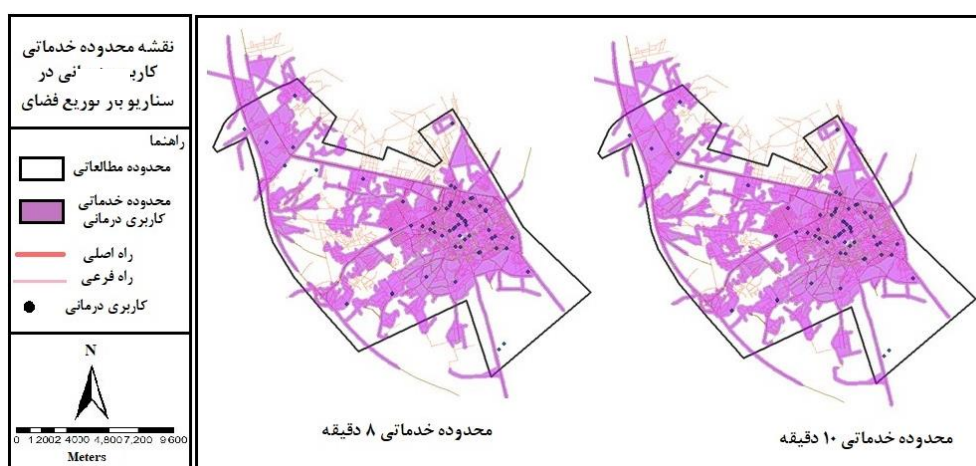
### دبیرستان در شعاع عملکردی حداقل (۸ دقیقه)

در این بازه، بازتوزیع فضایی کاربری دبیرستان که در سطح شهر گسترش یافته است، در شعاع عملکردی حداقل ۸ دقیقه به مساحت ۳۲۲۲۷۹/۷۵ هکتار از سطح شهر خدمات‌رسانی می‌کند. در صورتی که برای این تعداد دبیرستان در سطح شهر مطابق شعاع استاندارد ۸ دقیقه، مساحت ۶۴۲۲۷۲/۷۵ هکتار قابل خدمات‌دهی برای دبیرستان است؛ بنابراین ۵۰ درصد محدوده خدمات‌دهی دبیرستان در شعاع عملکردی استاندارد ۸ دقیقه هم‌پوشانی دارند.

### شعاع عملکردی حداکثر دبیرستان (۱۰ دقیقه)

دبیرستان در سطح شهر در شعاع دسترس حداکثر (۱۰ دقیقه)، مساحت ۱۰۴۴۱۳/۶۷ هکتار از سطح شهر را تحت پوشش و خدمات‌رسانی خود قرار می‌دهد. در صورتی که برای این تعداد دبیرستان در سطح شهر مطابق حداکثر شعاع دسترسی دبیرستان، مساحت ۵۲۶۶۷۱/۱۹ هکتار قابل خدمات‌دهی در سطح شهر است؛ بنابراین ۵۰۴ درصد از محدوده خدماتی دبیرستان‌ها در سطح شهر در حداکثر شعاع دسترسی (۱۰ دقیقه) هم‌پوشانی دارند.

## بازتوزیع فضایی کاربری‌های درمانی



شکل ۳. محدوده خدماتی کاربری درمانی در بازه‌های زمانی مختلف

### کاربری درمانی در شعاع عملکردی حداقل (۷ دقیقه)

در بازتوزیع فضایی، کاربری درمانی در شعاع دسترسی حداقل (۷ دقیقه) در سطح شهر، مساحت ۷۵۲۲۱/۴۶ هکتار از سطح شهر را خدمات‌دهی می‌کند. در صورتی که این تعداد کاربری درمانی در سطح شهر برای شعاع دسترسی حداقل

می‌تواند مساحت ۷۹۸۵۰/۰۶ هکتار از سطح شهر را خدمات‌رسانی کند؛ بنابراین ۱۱۳ درصد از محدوده خدمات‌رسانی درمانی در سطح شهر هم‌پوشانی دارد.

### کاربری درمانی در شعاع عملکردی حداکثر (۸ دقیقه)

در این کاربری، در شعاع دسترسی حداکثر (۸ دقیقه) در سطح شهر، مساحت ۵۰۶۲۹۶/۱۹ هکتار از سطح شهر خدمات‌دهی می‌شود. در صورتی که این تعداد کاربری درمانی در سطح شهر برای شعاع دسترسی می‌تواند حداقل مساحت ۹۲۷۳۶/۱۴ هکتار از سطح شهر را خدمات‌رسانی کند؛ بنابراین ۵۴۵ درصد از محدوده خدمات‌رسانی کاربری درمانی در سطح شهر هم‌پوشانی دارد.

جدول ۰۱. میزان هم‌پوشانی هر کاربری اراضی شهری کاشان در بازتوزیع فضایی

کاربری	فاصله استاندارد	مساحت دامنه خدماتی استاندارد بدون کم کردن هم‌پوشانی/هکتار	مساحت دامنه خدماتی استاندارد با کم کردن هم‌پوشانی/هکتار	نسبت هم‌پوشانی	درصد هم‌پوشانی
دبستان	۴ دقیقه	۶۷۶۱۷/۶۷	۴۲۷۰۳/۴۰	۱/۵۸	۱۵۸
	۵ دقیقه	۱۰۳۵۷۳/۲۲	۵۵۲۳۲/۳۴	۱/۸۷	۱۸۷
راهنمایی	۶ دقیقه	۲۷۸۶۱۹/۳۷	۸۱۴۰۹/۰۰	۳/۴۲	۳۴۲
	۷ دقیقه	۳۸۲۳۵۵/۹۲	۸۹۱۷۶/۰۱	۴/۲۸	۴۲۸
دبیرستان	۸ دقیقه	۶۴۲۲۲۷/۷۵	۳۲۲۲۷۹/۷۵	۱/۹۹	۱۹۹
	۱۰ دقیقه	۵۲۶۶۷۱/۱۹	۱۰۴۴۱۳/۶۷	۵/۰۴	۵۰۴
درمانی	۷ دقیقه	۷۹۸۵۰/۰۶	۷۵۲۲۱/۴۶	۱/۰۶	۱۰۶
	۸ دقیقه	۵۰۶۲۹۶/۱۹	۹۲۷۳۶/۱۴	۵/۴۵	۵۴۵

با توجه به آزمون تعیین محدوده خدماتی در بازه موردنظر، مساحت عملکرد استاندارد بدون کم کردن هم‌پوشانی‌ها و با کم کردن میزان هم‌پوشانی‌ها، همچنین نسبت هم‌پوشانی در هریک از کاربری‌ها مشخص شد. در این میان، در حداقل شعاع دسترسی کاربری‌ها، کاربری مدرسه راهنمایی با ۳/۴۲ درصد هم‌پوشانی بیشترین میزان را در میان کاربری‌ها دارد. کاربری‌های دبیرستان با ۱/۹۹ درصد، دبستان با ۱/۵۸ درصد و درمانی با ۱/۰۳ درصد هم‌پوشانی در رتبه‌های بعدی قرار دارند، اما در حداکثر شعاع عملکردی کاربری‌ها، کاربری درمانی با ۵/۴۵ درصد بیشترین میزان هم‌پوشانی محدوده خدماتی را دارد. همچنین کاربری‌های دبیرستان با ۵/۰۴ درصد، راهنمایی با ۴/۲۸ و دبستان با ۱/۲۸ درصد در رتبه‌های بعدی هم‌پوشانی عملکردی کاربری‌ها هستند.

به منظور برآورد میزان جذب ترافیک<sup>۱</sup> مازاد به دلیل هم‌پوشانی خدمات کاربری‌ها، ضریب جذب سفر که در مراحل قبل براساس نظر کارشناسان به دست آمده بود، در نسبت هم‌پوشانی هر کاربری در حداقل و حداکثر شعاع عملکردی محاسبه

۱. برای ضریب جذب سفر از روش زیر استفاده می‌کنیم:  $\frac{\sum FLSI}{N}$

FI = ضریب جذب سفر کاربری در ناحیه ترافیکی I

SI = درصد مساحت هر کاربری در ناحیه ترافیکی I به کل مساحت آن کاربری

N = مساحت کل کاربری که با توجه به رابطه بالا، واحد اعداد به صورت زیر تعریف می‌شود:  $\frac{\text{تعداد سفرهای جذب شده به هر ناحیه ترافیکی}}{\text{مساحت کاربری}}$  (ضرغامی و احسانی، ۱۳۹۰: ۴)

شد. در حداقل شعاع عملکردی کاربری‌های موردنظر، کاربری راهنمایی با ۲۸/۵۲ درصد دارای بیشترین میزان جذب ترافیک مازاد در بازه زمانی و باز توزیع فضایی کاربری‌ها را دارا بوده است. کاربری‌های دبیرستان با ۲۰/۰۳ درصد، دبستان با ۱۲/۷۵ درصد و کاربری درمانی با ۱۰/۰۷ درصد در رتبه‌های بعدی جذب ترافیک مازاد به دلیل هم‌پوشانی خدماتی کاربری‌ها بوده‌اند، اما در حداکثر شعاع عملکردی کاربری‌ها، کاربری درمانی با ۵۱/۵۰ درصد بیشترین میزان جذب سفر مازاد را به دلیل هم‌پوشانی خدماتی کاربری‌ها دارد. کاربری‌های دبیرستان با ۵۰/۷۵ درصد، راهنمایی با ۳۵/۶۹ درصد و کاربری دبستان با ۱۵/۰۹ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۲. میزان جذب ترافیک مازاد هم‌پوشانی هر کاربری اراضی شهری کاشان در بازتوزیع فضایی

کاربری	ضریب ترافیک	نسبت هم‌پوشانی	میزان ترافیک
دبستان	۸/۰۷	۱/۵۸	۱۲/۷۵
راهنمایی	۸/۳۴	۱/۸۷	۲۸/۵۲
دبیرستان	۱۰/۰۷	۳/۴۲	۲۰/۰۳
درمانی	۹/۴۵	۴/۲۸	۳۵/۶۹
		۱/۹۹	۲۰/۰۳
		۵/۰۵	۵۰/۸۵
		۱/۰۶	۱۰/۰۷
		۵/۴۵	۵۱/۵۰

جدول ۳. مقایسه میزان جذب ترافیک مازاد هم‌پوشانی کاربری‌ها در بازه زمانی بازتوزیع فضایی با مازاد جذب ترافیک کنونی

کاربری	میزان ترافیک مازاد شهر کاشان در وضع موجود	میزان ترافیک مازاد شهر کاشان در بازه‌های مختلف	تفاضل میزان جذب ترافیک مازاد در شهر کاشان به جذب ترافیک مازاد سناریو
دبستان	۲۸/۸۹	۱۲/۷۵	۱۶/۱۴
راهنمایی	۳۵/۸۶	۲۸/۵۲	۷/۳۴
دبیرستان	۳۷/۲۵	۲۰/۰۳	۱۷/۲۲
درمانی	۴۱/۵۸	۱۰/۰۷	۳۱/۵۱
	۵۱/۵۰	۵۱/۵۰	۰

با مقایسه میزان جذب ترافیک مازاد به دلیل هم‌پوشانی کاربری‌ها در بازتوزیع فضایی با مازاد جذب ترافیک کنونی براساس جدول ۳، با بازتوزیع کاربری‌های مورد مطالعه در حداقل شعاع دسترسی دبستان با مقادیر زیر از ترافیک شهری کاسته شد: ۱۶/۱۴ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱۷/۹۹ درصد، در حداقل شعاع دسترسی دبیرستان ۱۷/۲۲ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱/۳۱ درصد، در حداقل شعاع دسترسی مدرسه راهنمایی ۷/۳۲ و در حداکثر شعاع دسترسی ۶/۶۷ درصد، در درمانی در حداقل شعاع دسترسی ۳۱/۵۱ و در حداکثر شعاع دسترسی صفر درصد؛ یعنی با همان تعداد کاربری با جابه‌جایی پنج مورد از هر کاربری از مرکز شهر به حاشیه شهر به میزان قابل توجهی از ترافیک مازاد حاصل از هم‌پوشانی خدماتی کاربری‌ها کاسته شده و دسترسی‌ها راحت‌تر و سریع‌تر صورت گرفته است.

کاربرهای آموزشی و درمانی از جمله کاربری‌های اصلی و مهم یک شهر محسوب می‌شوند. در این پژوهش، بازتوزیع کاربری‌های آموزشی و درمانی در بخش مرکزی شهر کاشان بررسی شد تا نحوه توزیع کاربری‌های آموزشی و درمانی و عدالت فضایی در بازتوزیع فضایی این کاربری‌ها مشخص شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد کاربری‌های آموزشی و درمانی در مناطقی خاصی تمرکز یافته است و از الگوی توزیع یکسان در محدوده مرکزی شهر کاشان پیروی نمی‌کند. این عدم توزیع یکسان در محدوده مرکزی شهر کاشان، الگوی توزیع دسترسی را برای عده‌ای از شهروندان نزدیک، و برای عده دیگر دور می‌کند و در واقع نشان‌دهنده افزایش سفر و ترافیک در محدوده کاربری‌های آموزشی است. مهم‌ترین راه مقابله با معضلات ترافیکی شهرها، یافتن روش‌هایی برای کاهش تقاضای سفر است. در این راستا دو روش حذف مراجعه حضوری افراد و جانمایی صحیح عناصر شهری قابل توجه است. با این اوصاف باید گفت کاربری زمین و ترافیک از مؤلفه‌های اصلی برنامه‌ریزی شهری هستند که بی‌توجهی به آن‌ها، شکل‌گیری الگوهای متفاوت و گاه متناقض ترافیک، ناسازگاری کاربری‌ها، معضلات زیست‌محیطی، تحمیل هزینه‌های هنگفت اقتصادی و تأثیرات اجتماعی و روانی را به همراه خواهد داشت؛ بنابراین یافتن راه‌حلی برای کاهش ترافیک به یکی از دغدغه‌های اصلی مسئولان تبدیل شده است.

### نتیجه‌گیری

کاربری زمین و حمل‌ونقل و انتقالات شهری، دو جزء جدانشدنی سیستم عمومی ساختار شهری و مبحث کلیدی در مطالعات شهری و ناحیه‌ای هستند؛ زیرا یکی از نقش‌های اساسی زندگی شهری را تشکیل می‌دهند که با ارتباطبخشی امور انسانی به یکدیگر و جریان‌یابی افراد، کالا، انرژی و اطلاعات به دست می‌آیند. امروزه به دلیل رشد سریع شهرنشینی، تطابق نداشتن خیابان‌های امروزی با نیاز جمعیت، قرارگیری کاربری‌های جاذب جمعیت در حاشیه خیابان‌های شهر و قرارگیری کاربری‌های ناسازگار در کنار هم سبب ایجاد پدیده ترافیک در شهرها شده است که یکی از مشکلات عمده بیشتر شهرهای بزرگ و حتی متوسط و کوچک به شمار می‌آید. با وجود مطالعات گسترده درباره ساختار شبکه و کاربری، به رابطه متقابل آن‌ها توجهی نشده است. شهر کاشان نیز مانند سایر شهرهای امروزی با این مشکل مواجه است. بافت مرکزی این شهر در طول روز به‌ویژه در ساعات اوج بار ترافیکی جمعیت زیادی را به خود جذب می‌کند که سبب ایجاد ترافیک شدید در این بافت می‌شود. دلیل این امر، از یک سو دربرگرفتن بافت تاریخی شهر است که عناصر جاذب جمعیت مانند بازار قدیم کاشان و بناهای تاریخی و مدارس را دارد و از سوی دیگر خیابان‌های دربرگیرنده کاربری جاذب جمعیت مانند کاربری تجاری و آموزشی و بهداشتی است؛ بنابراین لزوم توجه به این مشکل و بازتوزیع فضایی کاربری‌های جاذب جمعیت در این بافت ضرورت دارد. پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و کاربردی است که اطلاعات آن به روش کتابخانه‌ای، اسنادی، مصاحبه با کارشناسان و اداره‌های مربوط جمع‌آوری شد. سپس داده‌ها برای ورود به نرم‌افزار جی. آی. اس آماده شدند و برای تحلیل آن‌ها از نرم‌افزار جی. آی. اس استفاده شد. در پژوهش حاضر، برای بازتوزیع کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی که با استفاده از الگوریتم k-means انجام شد، ترافیک مازاد به شدت کاهش یافت. این ترافیک ناشی از هم‌پوشانی خدماتی کاربری‌ها در پی رعایت نکردن شعاع عملکردی استاندارد هنگام مکان‌یابی

آن‌ها و توزیع خوشه‌بندی آن‌ها به‌ویژه در مرکز شهر است. در این بازه با بازتوزیع کاربری‌های مورد مطالعه در حداقل شعاع دسترسی دبستان ۱۶/۱۴ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱۷/۹۹ درصد، در حداقل شعاع دسترسی دبیرستان ۱۷/۲۲ درصد و در حداکثر شعاع دسترسی آن ۱/۳۱ درصد، در حداقل شعاع دسترسی مدرسه راهنمایی ۷/۳۲ و در حداکثر شعاع دسترسی ۶/۶۷ درصد و در درمانی در حداقل شعاع دسترسی ۳۱/۵۱ درصد از ترافیک شهری کاسته شده است. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش ادووی و همکاران (۲۰۱۱)، سلطانی و پناهی (۱۳۹۳) و تقوایی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد، اما با پژوهش نوریان و حجازی (۱۳۹۳) به دلیل نشست‌گرفتن ترافیک از کاربری‌های موردنظر مطابقت ندارد. در این پژوهش، ترافیک یک بخش تابعی از ترافیک کل شهر است.

در ادامه برای بهره‌مندی بهتر از نتایج پژوهش، پیشنهادهایی ارائه می‌شود که عبارت‌اند از:

۱. جلوگیری از تغییر کاربری‌ها در اطراف خیابان‌های اصلی و کنار چهارراه‌ها و طرف میدان‌ها، به‌ویژه کاربری‌های جاذب سفر؛
۲. توجه به شعاع عملکردی مدارس و مراکز بهداشتی در مکان‌یابی آن‌ها به‌ویژه در مرکز شهر کاشان؛
۳. بازتوزیع کاربری‌های بهداشتی و آموزشی در طرح‌های توسعه شهری و توجه به مکان‌یابی برخی کاربری‌های جاذب بهداشتی درمانی در بافت‌های بیرونی مرکز شهر کاشان؛
۴. توجه به تعریض پیاده‌روها در پروژه‌های احیای شهری برای مناسب‌سازی تجهیزات خیابان‌ها در بخش مرکزی شهر کاشان به دلیل پیاده‌روهای کم‌عرض در خیابان‌های مرکزی شهر کاشان، مانند خیابان رجایی، معلم و بهشتی؛
۵. افزایش ظرفیت و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی با هدف کاهش سهم سفر با خودرو شخصی، به‌ویژه در مسیرهای منتهی به خیابان‌های پرترافیک بخش مرکزی شهر کاشان.

## منابع

- اسدی، مهدیه، رهنما، محمدرحیم و محمد لگزبان، ۱۳۹۰، «بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل‌ونقل و ترافیک شهری؛ مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد»، مدیریت شهری، شماره ۳۰، صص ۱۳۱-۱۴۴.
- تقوایی، مسعود، وارثی، حمیدرضا و مظفر بهمن اورامان، ۱۳۹۱، «بررسی پراکنش کاربری‌های پزشکی و تأثیر آن بر روی ترافیک شهری کرمانشاه»، مطالعات لاهور، سال نهم، شماره ۱۷، صص ۷-۳۵.
- حسینی، سید احمد، ۱۳۹۱، نقش شبکه‌های ارتباطی در توزیع کاربری‌ها با رویکرد پدافند غیرعامل (نمونه موردی: منطقه سه تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی استاد محسن احدنژاد روشی و مهدی مدیری، دانشگاه تهران.
- رضویان، محمدقلی، ۱۳۸۱، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات منشی، چاپ اول، تهران.
- رهنما، محمدرحیم و حجت فرقانی، ۱۳۸۸، برنامه‌ریزی دسترسی اتوبوس در ایران (محدوده مورد مطالعه: شهر مشهد)، دانشگاه فردوسی مشهد.
- سلطانی، علی و نیلوفر پناهی، ۱۳۹۳، «ظرفیت سنجی معابر درون‌شهری بر مبنای ویژگی‌های ساختاری و پیوند با فعالیت‌های مجاور؛ مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری شیراز»، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال پنجم، شماره ۱۹، صص ۲۱-۳۸.
- سیف‌الدینی، فرانک، حسینی، علی و علی اصغر احسانی‌فرد، ۱۳۹۱، «برنامه‌ریزی نوین کاربری اراضی شهری با بهره‌گیری از ICT در سامانه‌ی ترافیک شهری؛ نمونه موردی: شهر سمنان»، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال دوازدهم، شماره ۲۴، صص ۶۵-۸۲.
- غلامی، محمد، رستگار، موسی و معصومه مقدم، ۱۳۹۰، «اثرات پراکنش کاربری‌های ورزشی- تفریحی در ترافیک درون‌شهری؛ مطالعه موردی: شهر زنجان»، دوفصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال دوم، شماره ۳، صص ۸۴-۹۲.
- گروه مؤلفان مهندسان مشاور طرح راهبرد پویا، ۱۳۹۱، مرجع شهرسازی، انتشارات آذرخش، تهران.
- مهندسان مشاور توسعه بوم‌سازگان پایدار، ۱۳۸۵، مطالعات جابه‌جایی و حمل‌ونقل و شبکه‌های ارتباطی طرح جامع تهران، جلد اول، وزارت مسکن و شهرسازی شهر تهران.
- نوریان، فرشاد و سمانه حجازی، ۱۳۹۳، «کاربری کلان داده‌ها در نقد توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی»، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۸، صص ۸۳-۹۱.
- یوسفی، لقمان، ۱۳۸۰، ارزیابی کاربری اراضی شهری مطابق شاخص‌های چندگانه پیرانشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز.

Black, W. R., 2003, *Transportation: A Geographical Analysis*, Guilford, New York, P. 325.

Boarnet, M., and Handy, S., 2010, *Draft Technical Background Document on the Impacts of Residential Density Based on a Review of the Empirical Literature*. <http://www.arb.ca.gov/cc/sb375/policies/de,nsity/resdensitybkgd.5.9.pdf>, 15/5/2010.pp.1-4.

Browstone, Kim, J., 2013, *the Impact of Residential Density on Vehicle Usage and Fuel Consumption: Evidence From National Samples*, Energy Economics, 2013, No. 40, PP. 196-206.

Cervero, R., 2013, *Linking Urban Transport and Land Use in Developing Countries*. University of California, Berkeley, Vol. 6, No. 1, PP. 7-24.

Chapin, F. S., 1972, *Urban Land Use Planning, Second Edition.*, Urban, University of Illinois.

- Chen, C., Chen, J., and Barry, J., 2009, *Diurnal Patterns of Transit Ridership: A Case Study of the New York City Subway System*, Journal of Transport Geography, No. 17, PP. 176–186.
- Chigbu, 2017, *Combining Land Use Planning and Tenure Security: A Tenure Responsive Land Use Planning Approach for Developing Countries*, Journal of Environmental Planning and Management, <https://dx.doi.org/10.1080/09640568.2016.1245655>.
- Curtis, C., 2008, *Planning for Sustainable Accessibility: the Implementation Challenge*, Transport Policy, Vol. 15, PP. 104-112.
- Goodchild, M. F., and Janelle, D. G., 1984, *The City Around the Clock: Space-Time Patterns of Urban Ecological Structure*, Environment and Planning A, No. 16, PP. 807–820.
- Goodchild, M. F., Klinkenberg, B., and Janelle Donald G., 1993, *A Factorial Model of Aggregate Spatio-Temporal Behavior: Application to the Diurnal Cycle*, Geographical Analysis, No. 5, PP. 277–294.
- Guller, P., 2005, *Integration of Transport and Land-Use Planning in Japan: Relevant Findings From Europe*, European Conference of Ministers of Transport.
- Hamilton, Bruce W., 1982, *Wasteful Commuting*, the Journal of Political Economy, Vol. 90, No. 5, PP. 1035–1053.
- Jensen, J. R., 1983, *Biophysical Remote Sensing*, Annals of the Association of American Geographers, Vol. 73, No. 1, PP. 111–132.
- Khisty, C. J., and Lall, B. K., 2003, *Transportation Engineering: An Introduction (3rd Ed.)*, Upper Saddle River, Nj: Pearson, P. 385.
- Litman, T., 2016, *Land Use Impacts on Transport: How Land Use Factors Affect Travel Behavior*, Victoria Transport Policy Institute.
- Long, H., and Qu, Y., 2018, *Land Use Transitions and Land Management: A Mutual Feedback Perspective*, Land Use Policy, No. 74, PP. 111–120. doi:10.1016/j.landusepol.2017.03.021. issn 0264-8377.
- Lu, D., and Weng, Q., 2005, *Urban Land-Use and Land-Cover Mapping Using the Full Spectral Information of Landsat Etm+ Data in Indianapolis, Indiana*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 71, No. 11, PP. 1275–1284.
- Maat, K., Van Wee, B., and Stead, D., 2005, *Land Use and Travel Behaviour: Expected*.
- Mc, Eldowney M. et al., 2005, *Integrating Land-Use Planning and Transportation in Belfast: A New Policy Agenda for Sustainable Development*, Journal of Environmental Planning and Management 48.
- Oduwaye, L., Alade, W., and Adekunle, S., 2011, *Land Use and Traffic Pattern Along Lagos-Badagry Corridor, Lagos, Nigeria*. Proceedings Real Corp 2011 Change for Stability: Lifecycles of Cities and Regions, 18-20 May, PP. 525-532.
- Rahnama, M. R., and Lyth, A., 2004, *Accessibility and Environment Sustainability in Sydney(1991-2001)*, Environmental Health Risk III, Italy, PP. 365-374.
- Savini, F., and Aalbers, M. B., 2016, *The De-Contextualisation of Land Use Planning Through Financialisation: Urban Redevelopment in Milan*, European Urban and Regional Studies, Vol. 23, No. 4, PP. 878–894.
- Shaw, S., and Xin, X., 2003, *Integrated Land Use and Transportation Interaction: A Temporal Gis Exploratory Data Analysis Approach*, Journal of Trans Port Geography, No. 11, PP. 103–115.
- Shen, Q., 2000, *Spatial and Social Dimensions of Commuting*, Journal of the American Planning Association, No. 66, PP. 68–82.

- Small, Kenneth, A., and Song, S., 1992, *Wasteful Commuting: A Resolution*, Journal of Political Economy, No. 100, PP. 888–898.
- Soltani, A., 2014, *Design for Movement; How Urban Design Affects Active Travel*, Scholar's Press, Berlin.
- Wang, F., 2001, *Explaining Intraurban Variations of Commuting by Job Accessibility and Workers' Characteristics*, Environment and Planning B, No. 28, PP. 169–182.
- Wang, F., Antipova, A., and Porta, S., 2011, *Street Centrality and Land Use Intensity in Baton Rouge, Louisiana*, Journal of Transport Geography, No. 19, PP. 285–293.
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishia, R., Tanga, C., Liang, Ya., and Zhiying, H., 2006, *Evaluating Urban Expansion and Land Use Change in Shijiazhuang, China, By Using Gis and Remote Sensing*, Landscape and Urban Planning, Vol. 75, No. 1 and 2, PP. 69–80.
- Zaina, S., 2017, *Impact Assessment of Land Use Planning on Travel Behavior in Doha, Qatar*.
- Zandviliet, R., and Dijst, M., 2006, *Short-Term Dynamics in the Use of Places: A Spacetime Typology of Visitor Populations in the Netherlands*, Urban Studies, Vol. 43, No. 7, PP. 1159–1176.
- Asadi, M., Rahnema, M., and Legzian, M., 2011, *Investigating the Relationship Between Land Use Management and Urban Transport and Traffic Situation, Case Study: Commercial Complex Almas Sharq Mashaha*, Urban Management, No. 30, PP. 131-144. (In Persian)
- Authors of Consulting Engineers of Poya Strategy, 2012, *Urban Planning Reference*, Azarakhsh Publishing House. (In Persian)
- Gholami, M., Rastegar, M., and Moghaddam, M., 2011, *the Effects of Sport-Recreational Use in Urban Traffic, Case Study: Zanjan City*, Two Quarterly Journal of Urban Ecology Research, Vol. 2, No. 3, PP. 84-92. (In Persian)
- Hosseini, A., 2010, *the Role of Communication Networks in Distribution of Uses with the Nonprofit Defense Approach (Case Study: Tehran District 3)*, Master's Thesis, Guiding Teachers: Mohsen Ahadnejad Roosti and Mehdi Modiri, University of Tehran. (In Persian)
- Nourian, F., and Hejazi, S., 2014, *the Use of Macro-Data in the Critique of Public Transport Development*, Journal of Urban Studies, No. 8, PP. 83-91.
- Rahnema, M., and Faraghani, H., 2009, *Bus Availability Planning in Iran (Case Study: Mashhad City)*, Mashhad Ferdowsi University.
- Razavian, M. Gh., 2002, *Urban Land Use Planning, Publication of the Secretariat*, First Printing, Tehran.
- Rezaei, M. R., Safarpour, M., and Kamandari, M., 2014, *Mashhad Islamic Council Research Center*, 6<sup>th</sup> National Conference on Urban Planning and Management.
- Rezazadeh, R., and Behseresht, A., 2007, *Application of Fuzzy Logic in Land Use Modeling - Urban Transport*.
- Sazandgan Paydar Boom Development Consultant Engineers, 2006, *Transition and Transportation Studies and Communication Networks of Tehran Master Plan*, Vol. I, Ministry of Housing and Urban Planning, Tehran City.
- Seifodini, F., Hosseini, A., and Ehsani Fard, A., 2012, *Urban Land Use Planning Using ICT in Urban Traffic Management Case Study: Semnan City*, Journal of Applied Geographical Sciences, Vol. 12, No. 24, PP. 65-82.
- Soltani, A., and Panahi, N., 2014, *Capacity Measurement of Inner City Streets Based on Structural Features and Linkage with Adjacent Activities, Case Study of Shiraz 6<sup>th</sup> District*, Journal of Urban Planning and Research, Vol. 5, No. 19, PP. 21-38.



Taqvaei, M., Vareci, H. R., and Bahman Oraman, M., 2012, *Investigating the Distribution of Medical Uses and Its Impact on Urban Traffic in Kermanshah*, Lahore Studies, Vol. 9, No. 17, PP. 7-35.

Yousefi, L., 2001, *Evaluation of the Use of Urban Lands According to Multiple Indices of Piranshahr*, Master's Thesis of Geography and Urban Planning of Tabriz University.