

# کاربرد کلان-داده‌ها در نقد توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی

فرشاد نوریان<sup>۱</sup> - دانشیار دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران، ایران  
سمانه حجازی - پژوهشگر دکتری شهرسازی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۱۵

## چکیده<sup>۲</sup>:

امروزه با پیشرفت فناوری اطلاعات و تکنولوژی دیجیتال، حجم بالایی از داده‌ها با عناوین کلان-داده<sup>۳</sup> و داده‌های بهنگام<sup>۴</sup>، در اختیار متخصصان علوم مختلف مهندسی و نیز علوم اجتماعی قرار گرفته که از طریق آن امکان ارزیابی نظریه‌های موجود با قابلیت تعمیم‌پذیری فراهم شده است. یکی از این رویکردها در شهرسازی، توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی است که براساس سفرسازی کاربری‌ها و ارقام موجود حاصل از مدل‌های حمل‌ونقل شهری، پیشنهادهای برنامه‌ریزی کاربری زمین و تغییرات تراکم را مطرح می‌سازد. در این پژوهش از تفسیر کلان-داده‌ها برای اعتبارسنجی معیارهای تجربی مربوط به توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری در خصوص سفرسازی کاربری‌ها استفاده می‌شود. بدین منظور الگوی ترافیکی کاربری آموزش عالی با روش ارزیابی همبستگی تحلیل می‌گردد. با به کارگیری نگرش شهرسازی در پالایش کلان-داده‌های ترافیکی موجود و در دسترس برای دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در شهر لس‌آنجلس، الگوی ترافیکی سفرهای تحصیلی استخراج می‌شود. نتایج ارزیابی الگوی سفرهای تحصیلی نشان می‌دهد، تولید سفر بر ارقام سفرسازی کاربری‌ها استوار نبوده، بلکه تابعی از ترافیک کل شهر است. این نتایج، طراحی و برنامه‌ریزی کاربری زمین را که براساس مدیریت تقاضا در مدل‌های حمل‌ونقل شهری و به خصوص توسعه شهری مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی انجام می‌شود، با تردید جدی مواجه می‌سازد. یافته‌های این پژوهش، مثالی از کاربرد کلان-داده‌ها به عنوان یکی از دستاوردهای به‌روز فناوری اطلاعات در مطالعات شهرسازی است.

**واژگان کلیدی:** توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی، کلان-داده، الگوی ترافیکی، داده‌های بهنگام ترافیکی، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری.

۸۳

شماره هشتم

پاییز ۱۳۹۲

فصلنامه

علمی-پژوهشی

مطالعات

شهری

کاربرد کلان-داده‌ها در نقد توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی

۱ نویسنده مسئول مقاله، mfaizi@iust.ac.ir

۲ این مقاله برگرفته از رساله دکتری شهرسازی با عنوان «تحلیل ساختار فضایی شهری با تمرکز به حمل‌ونقل عمومی» است که در دانشگاه تهران انجام شده است.

3 Big data

4 Real time data

**۱. مقدمه:**

این مقاله نتایج یک پژوهش درباره به کارگیری کلان- داده‌ها و شبیه‌سازی واقعیت، به جای به کارگیری داده‌های موسوم به "داده‌های سال‌های گذشته" در مدل‌سازی‌های مرتبط با مطالعات حمل و نقل شهری را ارائه می‌کند. همچنین نتایج یاد شده نقد نگاه کلاسیک به توسعه مبتنی بر حمل و نقل شهری نیز می‌باشد. از سوی دیگر، توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از الگوهای پایدار توسعه شهری نیز بر پایه سفرسازی مدل‌های حمل و نقل شهری شکل گرفته است. بنابراین سفرسازی کاربری‌ها با استفاده از کلان- داده‌ها مورد آزمون قرار گرفته تا اثرگذاری یکی از کاربری‌های شهری در ترافیک شهر و اهمیت آن در اصول توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی و مطالعات حمل و نقل شهری مشخص گردد.

اهمیت به کارگیری کلان- داده‌ها در آن است که در حال حاضر، سهم قابل توجهی از جمعیت در شهرها زندگی می‌کنند و شهر مرکز و محل تجمع فعالیت‌ها می‌باشد. پویایی یک شهر، نقش مهمی در بهبود فعالیت‌ها در شهر داشته و حمل و نقل شهری باید قادر به پشتیبانی فعالیت‌های شهری و نیازمندی‌های شهروندان در حداکثر سطح خدمات رسانی باشد. زمانی که مدیران برنامه‌ریزان شهری در چالش‌های برنامه‌ریزی حمل و نقل کاوش می‌کنند، باید در جستجوی مسائلی فراتر از هزینه‌های جاده‌ای و توسعه دسترسی‌ها باشند. هرچه تحلیل جامع‌تر و صحیح‌تری از موضوعات مرتبط با حمل و نقل شهری فراهم باشد، احتمال تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی موفق‌تر بیشتر است. از آنجا که برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری در چارچوب شهرسازی، ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی را متأثر می‌سازد، دقت داده‌های برنامه‌ریزی‌ها مستقیماً در پیدایش مسائل شهرسازی و سطح کیفیت زندگی شهروندان اثر دارد. امروزه دقت بالایی از اطلاعات و داده‌ها از طریق فناوری‌های نوین مانند کلان- داده‌ها در دسترس می‌باشد.

به تازگی پیشرفت‌های قابل توجهی در گردآوری و مدیریت داده‌ها انجام شده و ابر داده‌ها، کلان- داده‌ها و داده‌های بهنگام در اختیار قرار دارد (Boyd, 2010). با این وجود برنامه‌ریزی‌های حاضر در مسائل حمل و نقل شهری، متأثر از راه‌حلهای سنتی و ساده از بُعد اندازه‌گیری است، به طور مثال هنوز شاهد برنامه‌ریزی ترافیک براساس معیارهایی چون تعداد تصادفات، حجم اتومبیل‌ها و میزان تأخیر بوده و راه حل‌ها مبتنی بر اثرات و بازخورد برنامه‌ریزی‌ها نمی‌باشند. درحالی که با توجه به ساختار پیچیده شهرها و مسائلی چون رشد روزافزون شهرنشینی، هزینه‌های ناشی از راه‌بندان‌های جاده‌ای و اهمیت روزافزون محیط‌زیست، نیاز به یک برنامه‌ریزی یکپارچه حمل و نقل و کاربری زمین که از روش‌های نوین استفاده کند، بیش از پیش ضروری می‌باشد.

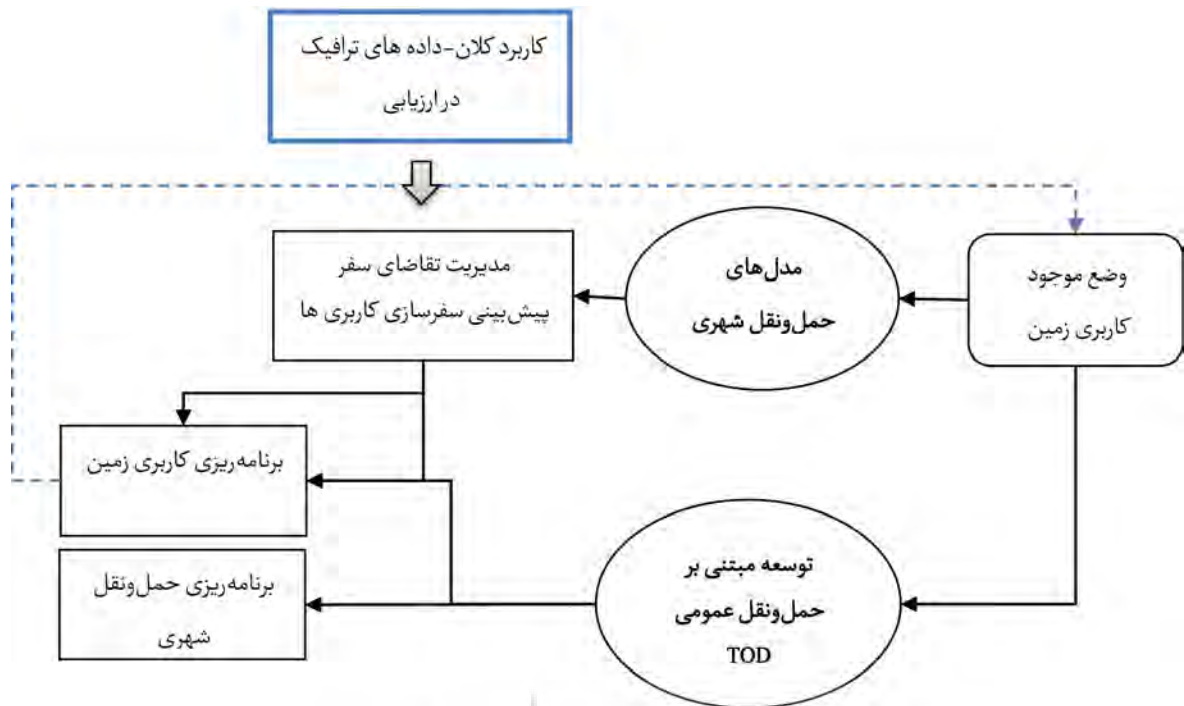
دسترسی و کاربری زمین همواره رابطه دوسویه‌ای در شهر دارند. دسترسی یکی از شاخص‌های مکان‌یابی کاربری‌های جدید شهری در روش‌های کمی است (حبیبی و نظری، ۱۳۸۷) که برنامه‌ریزی

در رابطه با فعالیت آن کاربری انجام می‌شود. همچنین دسترسی و کاربری زمین از مهمترین معیارهای اندازه‌گیری یک شهر و نیز دو عنصر اصلی ساختار فضایی شهر می‌باشند (Tsai, 2005) که رابطه بین این دو معیار اصلی بیانگر تحلیل میان‌کنش‌های ساختار فضایی است (Smith, 2011). در همین رابطه، اثر الگوی سفرهای آونگی میان محل کار و خانه یا محل تحصیل و خانه در برنامه‌ریزی توسعه‌های آتی شهر بسیار با اهمیت می‌باشد و دقت در روابط میان این دو، به طور مستقیم در برنامه‌ریزی شهری و تحلیل ساختار فضایی شهر اثرگذار است. امروزه بیشتر مدل‌های حمل و نقل در تطابق کامل با کاربری زمین و فعالیت انسان طراحی می‌شوند (سیمونز؛ و کوم، ۱۳۸۳)؛ درحالی که مطابق با اصول ادبیات شهرسازی روز و الگوی پایداری، حمل و نقل و کاربری زمین و توسعه آن نباید اولویت‌بندی شوند، بلکه باید در کنار هم و هماهنگ و با تعریف آستانه‌ها و دامنه‌ها و مشخص شدن ظرفیت هر دو، طراحی و برنامه‌ریزی شوند. یکی از توسعه‌های شهری به کاربری زمین و دسترسی‌ها در کنار هم توجه دارد و به نوعی برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری در قالب توسعه شهری می‌باشد. الگوی توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی<sup>۱</sup> می‌باشد که در توسعه شهری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. نکته قابل تأمل آنست که اصول توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی نیز بر سفرسازی کاربری‌ها استوار است.

از میان کاربری‌های شهری، کاربری آموزش عالی، الگوی ترافیکی نه چندان متفاوتی متأثر از زمینه فرهنگی و اجتماعی دارد که به عنوان یک کاربری عمده در ساختار فضایی شهر مطرح بوده (Balsas, 2003) و در این مقاله مورد مطالعه قرار گرفته است. به همین دلیل نتایج این تحلیل برای پهنه خالص کاربری آموزش عالی در هر کلانشهر دیگری تعمیم‌پذیر است. با این وجود هدف اصلی این پژوهش، استفاده از کلان- داده‌ها در اعتبارسنجی اصول برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری و اصول توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی است. مدل مفهومی تحقیق در نمودار (۱) آمده است. اطلاع از حساسیت مدل‌های حمل و نقل شهری و توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی، سطح اطمینان به این مدل‌ها را برای برنامه‌ریزان شهری تبیین می‌کند.

**۱.۱. اصول الگوی توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی**

در پارادایم پایداری، توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی یا TOD به عنوان الگوی توسعه شهری در شهرسازی شناخته می‌شود (Cervero, 2008). این الگو متناسب با ساختار و فرم شهر بوده و دسترسی‌ها را از طریق سیستم حمل و نقل عمومی تسهیل می‌کند. مشکلات بسیاری که شهرهای امروز با موضوع حمل و نقل شهری داشته‌اند، باعث شده که مطالعات بسیاری به این موضوع گرایش پیدا کند. ایده توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی، اولین بار به وسیله کلتروپ در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح و پس از آن با عنوان الگویی برای توسعه «شهر آمریکایی جدید» در سال ۱۹۹۳ انتشار یافت (Calthrope, 1993). پیتر کلتروپ، توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی را در محله‌ای می‌داند که ویژگی‌هایی چون



نمودار (۱) مدل مفهومی - ماخذ نگارندگان

عمومی و ارتباطات خیابان ها، به معیارهای کیفی نیز توجه شود. چالش توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی آنست که به دنبال برنامه ریزی و تغییر کاربری ها در اطراف ایستگاه های حمل و نقل عمومی براساس سفرسازی کاربری ها می باشد. میزان تراکم های نسبی و مطلق کاربری ها بر مبنای پیش بینی سفرسازی کاربری ها تعیین می شود و جذب سفر برای کاربری ها از مطالعات حمل و نقل شهری استخراج می گردد. بنابراین دقت برنامه ریزی و طراحی در توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از گزینه های توسعه شهری پایدار، وابسته به محاسبات پیش بینی مدل های مدیریت تقاضا و پیش بینی سفر در برنامه ریزی حمل و نقل شهری است. در حالی که اعتبار سفرسازی کاربری ها مورد سؤال است، پیامدهای آن مستقیماً بر برنامه ریزی حمل و نقل شهری و به دنبال آن تصمیم سازی در توسعه شهری و برنامه ریزی حمل و نقل عمومی نیز اثر می گذارد.

#### ۱.۲. اصول مطالعات مدل های حمل و نقل شهری

متخصصان حمل و نقل بر این باورند که پیش بینی، مؤلفه مهمی در برنامه ریزی حمل و نقل و فرآیند تصمیم سازی می باشد. از سال های دهه ۱۹۵۰، علم، روش ها و ابزار تکنولوژی، برنامه ریزی پوزیتیویستی و کمی سازی را ممکن ساخته که پیش بینی فرایندهای جاری در حمل و نقل شهری نیز از این امر مستثنی نبوده است. به موازات غلبه دیدگاه مدرنیسم، این پیش بینی ها و برنامه ریزی های کمی تا به امروز ادامه داشته اند. مدل های سنتی تقاضای سفر (TDM) همگی تلاش به پیش بینی رفتار سفرها در شهر داشته که بر یک سری از معیارهای اجتماعی، اقتصادی و کالبدی استوار می باشد؛ همچنین برنامه ریزان کارآیی و صحت این مدل ها را با میزان بازتولید الگوهای ترافیکی مشاهده شده در یک منطقه می سنجند (Brinkman, 2003, Kulkarni, 2002). این موضوع در

کاربری مختلط در فاصله متوسط پیاده ۱۰ دقیقه ای از یک ایستگاه حمل و نقل عمومی یا هسته شهری با ترکیب کاربری های مختلط مانند مسکونی، تجاری، اداری، فضاهای باز و کاربری های عمومی در یک محیط پیاده مدار و با دسترسی به حمل و نقل عمومی را فراهم می آورد. در واقع توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی به دنبال افزایش تراکم کاربری ها بر مبنای اختلاف در مدیریت تقاضای سفر میان سیستم حمل و نقل عمومی و اتومبیل شخصی است. از آنجا که یکی از اهداف این توسعه، سرویس دهی به کاربری ها بر مبنای اعداد و ارقام تقاضای سفر می باشد که با چالش سطح کیفی خدمات رسانی به همراه است (بهزادفر و ذبیحی، ۱۳۹۰)، این محاسبات ارتباط مستقیم با کیفیت توسعه حمل و نقل عمومی و برنامه ریزی کاربری شهری دارد.

توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی، راهبردی برای تغییرات در فرم شهری و منطقه ای به موازات کاهش استفاده از اتومبیل با استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی سریع در بهبود دسترسی ها در ساختار شهری چند مرکزی است که در یک شبکه به هم پیوسته ایجاد می شود (علی الحسابی و مرادی، ۱۳۸۹). این نوع توسعه با رویکردی جدید و متفاوت از دیدگاه های سنتی به شهر، با رعایت چهار اصل توسعه فشرده، اختلاط مناسب از کاربری ها، پیاده مداری و تأمین تسهیلات حمل و نقل و جابجایی در الگوی توسعه محلات مجاور ایستگاه های حمل و نقل عمومی، می تواند زمینه را برای پذیرش پارادایم جدید توسعه شهری در شهرسازی فراهم آورد، چرا که توسعه در اراضی اطراف ایستگاه های حمل و نقل عمومی در غیاب اصول رویکرد مورد نظر، تنها در حد گسترش کالبدی در مجاورت سیستم حمل و نقل عمومی باقی خواهد ماند. در چنین انگاره ای، باید علاوه بر تمرکز بر خصوصیات فیزیکی مانند تراکم، اختلاط کاربری، سطوح خدمات رسانی سامانه حمل و نقل

توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی نیز وجود دارد. برنامه‌ریزی کاربری زمین و تراکم در پیشنهاد‌های این رویکرد براساس تقاضای سفر صورت گرفته که بازنگری آن مبتنی بر ظرفیت و دسترسی به حمل و نقل عمومی است. بنابراین راه‌حل‌های توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی در صورتی متضمن پایداری هستند که بتوان به ارقام سفرسازی کاربری‌ها اطمینان کرد.

مدل‌های متداول برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری، از مدل سنتی چهار گام تا مدل فعالیت مبنا براساس پیش‌بینی تقاضای سفر استوار می‌باشند و یا آنکه مطالعات مبدأ و مقصد را در نظر می‌گیرند. در مدل سنتی چهار گام، سفرسازی کاربری‌ها گام نخست مدل‌سازی می‌باشد و در مدل فعالیت محور، معیارهای اجتماعی اقتصادی برای یک محدوده مدنظر قرار می‌گیرد و رفتار سفر عبارتست از الگوی سفر از مبدأ به مقصد که در شهرسازی مقصد همان پهنه کاربری خاص مانند پهنه اشتغال یا آموزشی یا مانند آن می‌باشد (رصاصی و لطیفی، ۱۳۹۱). مدل‌های فعالیت مبنا مدعی‌اند که براساس علوم اجتماعی به رفتار سفر توجه دارند (Malayath & Verma, 2013) به انتقادات مدل‌های سنتی پاسخ داده و به تکامل رسیده‌اند (Clarke, 2008). یک سری از برنامه‌ریزها نیز به میان کنش‌های پیچیده‌تر میان زون‌ها نیز توجه دارند (Greenwald, 2006) اما به طور کلی، سفرسازی کاربری‌ها همچنان اساس برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری یا به بیان دیگر مدیریت تقاضای سفر می‌باشد. هرچند روش‌های مورد استفاده در مدل‌سازی تقاضای سفر مانند مدل چهارگام، TAZ و فعالیت مبنا متفاوت می‌باشد، ولی همه آنها بر پایه اندازه‌گیری میزان جذابیت و تأثیر میان کنش کاربری‌های شهری استوارند.

بسیاری از مطالعات برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری، بر پیش‌بینی سفرسازی کاربری‌ها انجام می‌شود (Habibian & Kermanshah, 2011)، تا آنجا که دستورالعمل‌های مربوط به جزئیات انواع کاربری زمین هر ساله منتشر شده و مبنای برنامه‌ریزی حمل و نقل و برنامه‌ریزی شهری قرار می‌گیرد. مهندسان مشاور ترافیک، شهرداریها و برنامه‌ریزان شهری انتظار دارند که ظرفیت سفرسازی یا جذب سفر کاربری‌ها را با یک تقریب قابل قبول محاسبه کنند، اما مسئله پیچیده‌تر از تصور آنها می‌باشد. در واقع از نظر برنامه‌ریزی شهری، «مدل‌هایی که در برنامه‌ریزی استفاده می‌شوند، مدل‌های خوبی نیستند. آنها ثبات داخلی ندارند و هیچ پایه و اساسی در رفتارهای سفر را در نظر نمی‌گیرند» (Giuliano, 1998). برینکمن در سال ۲۰۰۳، خطاهای مدل‌های پیش‌بینی را مطالعه کرده و به این نتیجه می‌رسد که این خطاها ماهیتاً سیستماتیک یا جمع شونده هستند و به مرور در طول زمان افزایش می‌یابند. به عبارت دیگر بزرگی خطاهای وارد در مدل‌سازی پیش‌بینی سفرهای کاربری‌ها غیر قابل تعریف بوده و این خطاها هرگز برطرف نمی‌شوند.

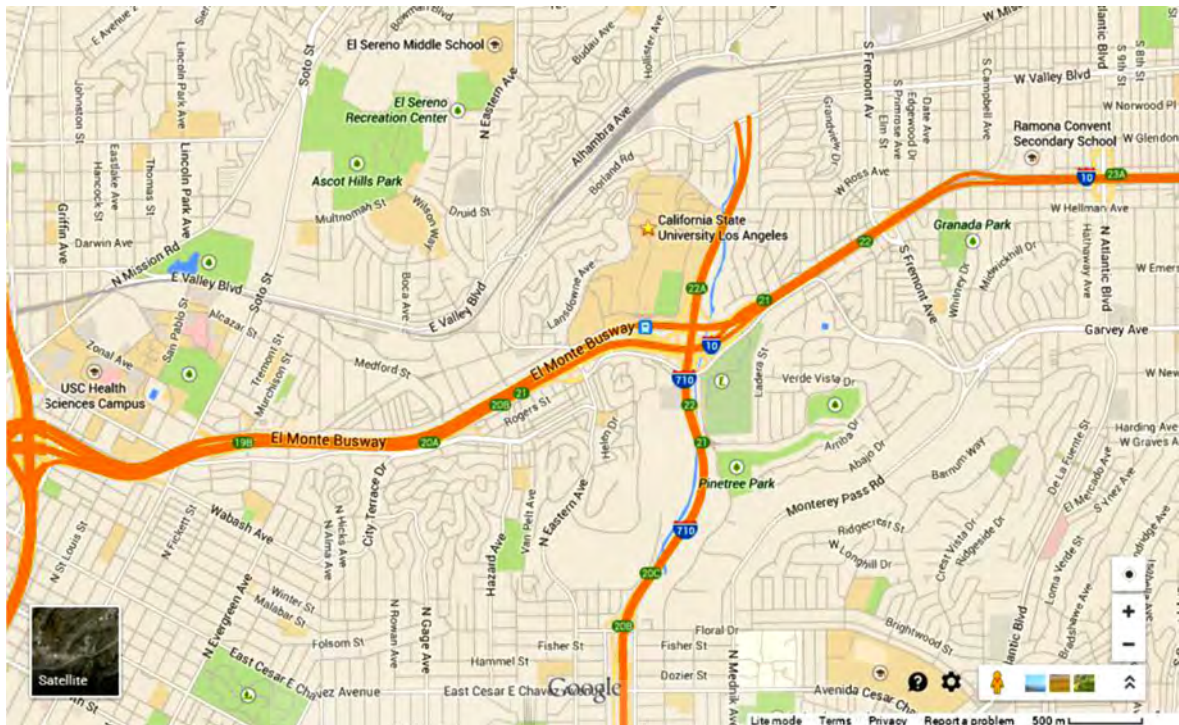
### ۱.۳ کاربرد کلان-داده‌ها در مطالعات شهری

با پیشرفت علوم کامپیوتر و فناوری دیجیتال، داده‌های با دقت و حجم بالایی در اختیار قرار گرفته و برنامه‌ریزان با حجم اطلاعات و داده بسیاری مواجه‌اند که کلان-داده نامیده می‌شود. به علت

حجم اطلاعاتی که از ترابایت تا پتابایت مدام در حال رشد هستند، مدیریت، کنترل و پردازش کلان-داده فراتر از توانایی ابزارهای نرم‌افزاری در یک زمان است (Snijders, et. Al., 2012). از این رو مدیریت کلان-داده، پالایش داده و فرایند آماده‌سازی آن به نحوی که برای دانشمندان و متخصصان دیگر علوم قابل استفاده باشد، به خصوص برای داده‌ای بهنگام بسیار با اهمیت است. داده‌های بهنگام مانند داده‌های ناوبری و مسیریابی، داده‌هایی هستند که به محض جمع‌آوری تحویل داده می‌شوند و دسترسی و پردازش آنها در همان لحظه اهمیت دارد (Wade & Sommer, 2006).

مقیاس داده‌های بهنگام ترافیکی که توسط انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری در شهرها گزارش می‌شوند، از نوع کلان-داده است که پیش از آنکه به دست مهندسان ترافیک و برنامه‌ریزان شهری برسد، توسط متخصصان کامپیوتر پالایش می‌شود. برای پالایش و پردازش داده‌های بهنگام در علوم کامپیوتر، از الگوریتم‌ها و روش‌های پیچیده‌ای به منظور حفظ دقت در زمان کوتاه انجام می‌شود. در واقع مطالعات کلان-داده‌ها بیشتر از آنکه به ماهیت تحلیل توجه داشته باشد، به نحوه مدیریت حجم بالایی از داده متمرکز شده است (Boyd, 2010). بسیاری از این فرایندها تنها متکی به ساختار رقومی داده بوده که در مطالعات کیفی و پژوهش‌های علوم اجتماعی مانند شهرسازی چندان معنادار نیستند. به طور مثال، پالایش داده‌های ترافیکی در شهر وابسته به رفتار انسانی است و برای رفع خطای داده‌های پرت نمی‌توان به شکل نمودار، برازش آن و تحلیل‌های آماری براساس نوع داده بسنده کرد، بلکه اعمال نگرش شهرسازی بسیار با اهمیت است. در حال حاضر، اغلب علوم از این نوع داده‌ها استفاده می‌کنند. یکی از کاربردهایی که این نوع داده برای متخصصان شهری فراهم می‌آورد، امکان ارزیابی نظریه‌های وابسته به اطلاعات است. متخصصان شهری باید آگاه باشند، زمان آن فرارسیده که در کنار نظریه‌پردازی در علوم اجتماعی و برنامه‌ریزی، لازم است به بررسی الگوها و روندهای واقعی و روابط میان آنها پرداخته شود.

پیشرفت‌های انجام شده در زمینه تولید و مدیریت داده‌های دقیق در حجم بالا ایجاب می‌کند، برنامه‌ریزان و مهندسانی که به حل مسائل شهری می‌پردازند، به اهمیت تحلیل داده‌های بهنگام و مدیریت تحلیل کلان-داده‌ها آگاه باشند. در این مقاله روش‌های متداول در مدیریت تقاضای سفر، از طریق مطالعه دقیق سفرهای انجام شده برای کاربری آموزش عالی ارزیابی می‌شود. بدین منظور از داده‌های موجود و در دسترس برای ترافیک شهر لس‌آنجلس استفاده شده است. این شهر نمونه یکی از شهرهای اتومبیل محور است که طبق مطالعات مرکز آمار ایالات متحده در سال ۲۰۰۸ دارای ۱۹ میلیون دانشجو بوده است. این مسئله به معنای تأثیر بالای رفتار سفر فعالیت دانشجویان در الگوی ترافیک شهری می‌باشد. بنابراین سؤالات اصلی تحقیق در این مقاله عبارتست از: تأثیر وجود یک دانشگاه در یک محدوده از شهر چیست و تقاضای سفر برای کاربری آموزش عالی تا چه میزان الگوی متفاوتی از سفر ایجاد می‌کند. تحقیقات چندانی در رابطه با الگوی رفت‌وآمد دانشجویان وجود ندارد. برخی از پژوهش‌ها



تصویر (۱) مکان دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در لس آنجلس در مجاورت بزرگراه‌های ۷۱۰ و ۱۰- ماخذ گوگل

بر عوامل مؤثر در رفتار سفر و انتخاب نوع وسیله نقلیه متمرکز هستند (Zhou, 2012, Mazulla, 2009, Limanod et al., 2011). ژو (۲۰۱۲) به منظور بررسی عواملی که در انتخاب نوع وسیله نقلیه توسط دانشجویان اهمیت دارند، به بررسی نمونه‌ای از جمعیت دانشجویان UCLA در لس آنجلس پرداخته و با توجه به چالش‌ها و تناقضها در سفرسازی و رفتار سفر دانشجویان، پیشنهاد کرده که برنامه‌ریزی جامع مدیریت تقاضای سفر برای دانشگاه‌ها انجام شود. در این مقاله انتظار می‌رود پس از تحلیل یافته‌ها، عدم اطمینان در اصول مدیریت تقاضای سفر تبیین شود و لزوم اتخاذ نگرش نوین در مدل‌های مبتنی بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری مشخص شود.

## ۲. روش شناسی

### ۲.۱. روش تحقیق

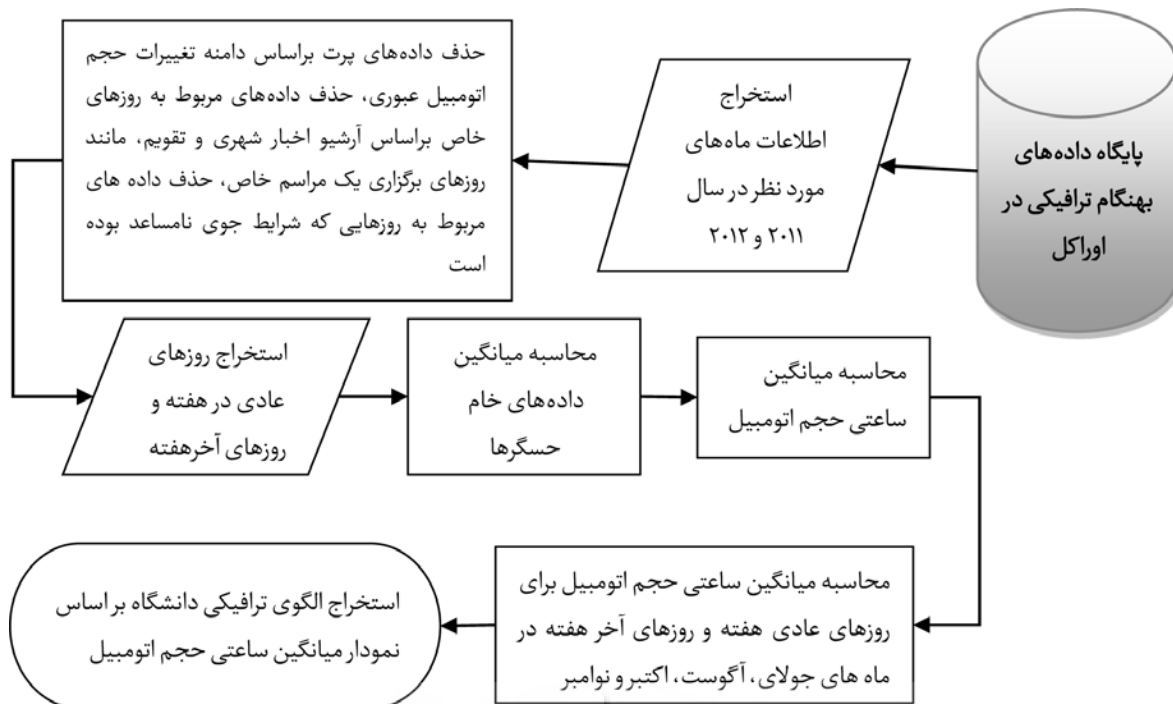
روش مورد استفاده در این تحقیق، قیاسی بوده که به دنبال یافتن وابستگی میان الگوهای ترافیکی نشأت گرفته از کاربری آموزش عالی در شهر لس آنجلس است. بررسی و نقد سفرسازی کاربری‌ها، به عنوان یکی از پایه‌های اصلی در اصول توسعه حمل‌ونقل عمومی و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری، مثال ملموسی از کاربرد داده‌های کلان و مستمر است. بر روی این داده‌ها که در شهرهای کشورهای مختلف دنیا از جمله ایران گردآوری شده، عملیات داده کاوی انجام می‌شود (جعفری و صمدیان، ۱۳۹۱) و بر اساس درخواست ارگان‌ها و سازمان‌ها و نیز سطح دسترسی آنها، در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. داده‌های مورد نظر در ایران به راحتی (به دلایل امنیتی) در اختیار پژوهشگران نیست. بنابراین در دسترس بودن داده‌های ترافیکی شهر لس آنجلس امکان تحلیل الگوی سفر کاربری‌ها را به عنوان نمونه‌ای که بتوان در آن به سؤال مورد نظر

این پژوهش پرداخت، فراهم می‌آورد. معیار نخست در این تحلیل کمی، زمان است. با توجه به ماهیت داده‌های ترافیکی، روندهای زمانی در تحلیل این نوع داده بسیار متداول می‌باشد. در خصوص مدارس یا دانشگاه‌ها، ترافیک به دو زمان ۱- زمانی که مدارس باز هستند و ۲- زمانی که مدارس بسته هستند، قابل تقسیم است. دو فصل فعالیتی یعنی الف) تابستان و ب) دیگر ایام، قابل تصور است. همچنین اغلب مدارس و دانشگاه‌ها در آخر هفته‌ها تعطیل می‌باشند. بنابراین دو حالت برای بسته بودن مدارس و دانشگاه‌ها وجود دارد که موجب پیدایش الگوی ترافیکی خاص خود می‌شود: ایام آخر هفته در کل سال و روزهای تعطیل در تابستان. این ایام برای کشور آمریکا شنبه‌ها و یکشنبه‌ها و ماه‌های جولای و آگوست در مقابل ماه اکتبر و نوامبر می‌باشد.

علاوه بر زمان، معیار مهم دیگر در تحلیل داده‌های ترافیکی، مکان وقوع آن می‌باشد. الگوی ترافیکی یک منطقه متأثر از مجموعه کاربری‌های عمده جاذب آن محدوده می‌باشد. بدین منظور دانشگاه USC در شهر لس آنجلس انتخاب شده است که در یک منطقه مسکونی واقع شده و هیچ کاربری جاذبی در شعاع پنج کیلومتری آن وجود ندارد. همان‌طور که در تصویر (۱) نمایان است، ورودی و خروجی‌های این دانشگاه در شبکه شریان‌های اصلی مختص به آن بوده و تحلیل داده‌های گردآوری شده از حسگرهای واقع در این محدوده بیانگر جریان ترافیکی وابسته به آن می‌باشد.

1 California State University

۲ در مطالعات اولیه دیگر دانشگاه‌های مهم مانند USC و UCLA انتخاب شدند. از آنجا که کاربری‌های جاذب و مهمی مانند مرکز دانش، موزه، مرکز علوم فضایی در اطراف این دانشگاه‌ها قرار داشتند، تفسیر الگوی ترافیکی آنها بسیار پیچیده بود.



نمودار (۲) الگوی تحلیلی و فرآیند پالایش کلان-داده ترافیک با استفاده از SQL، ماخذ نگارندگان

می‌دهد.

مجموع داده‌های حسگرهای مربوطه در زمان انتخابی، به صورت تقریبی بیش از دو میلیارد رکورد اطلاعاتی است<sup>۲</sup>. در خلاصه‌سازی این اطلاعات در کنار استفاده از الگوریتم‌های ساختار داده، از فیلتر معیار زمانی داده‌ها در شهر استفاده شده است. نهایتاً این کلان-داده به سه میلیون رکورد خلاصه شده که در نرم‌افزار و سخت‌افزارهای متداول قابل پردازش است. فرآیند پالایش داده حجم اتومبیل عبوری در هر دو جهت شریان‌های اصلی منتهی به دانشگاه USC طی چند مرحله انجام شده است (نمودار ۲).

### ۳. یافته‌ها

#### ۳.۱. استخراج الگوهای ترافیک

پس از مطالعات اولیه برای بررسی الگوی ترافیک متأثر از کاربری آموزش عالی از ماه جولای تا دسامبر، مطابق با روش تحلیل، الگوی ترافیک روزهای عادی هفته و روزهای آخر هفته مقایسه شده است. نمودارها براساس دو جهت به سوی دانشگاه و خلاف جهت دانشگاه تهیه شده‌اند. محاسبات آماری نشان دهنده ارتباط بالای الگوهای ترافیک برای روزهای عادی هفته و روزهای آخر در میان ماه‌های مختلف است و مقدار  $t_2$  در مقایسه یک به یک مشاهدات انجام شده، همواره از ۰.۹۶ بزرگتر است. هرچند ضریب همبستگی برای داده‌های ایام تعطیل بیش از روزهای کاری در کل سال است، وابستگی میان داده‌ها آنقدر زیاد است که تفسیر ضریب همبستگی در پیدا کردن الگوهای متفاوت ترافیک به تنهایی کافی نیست.

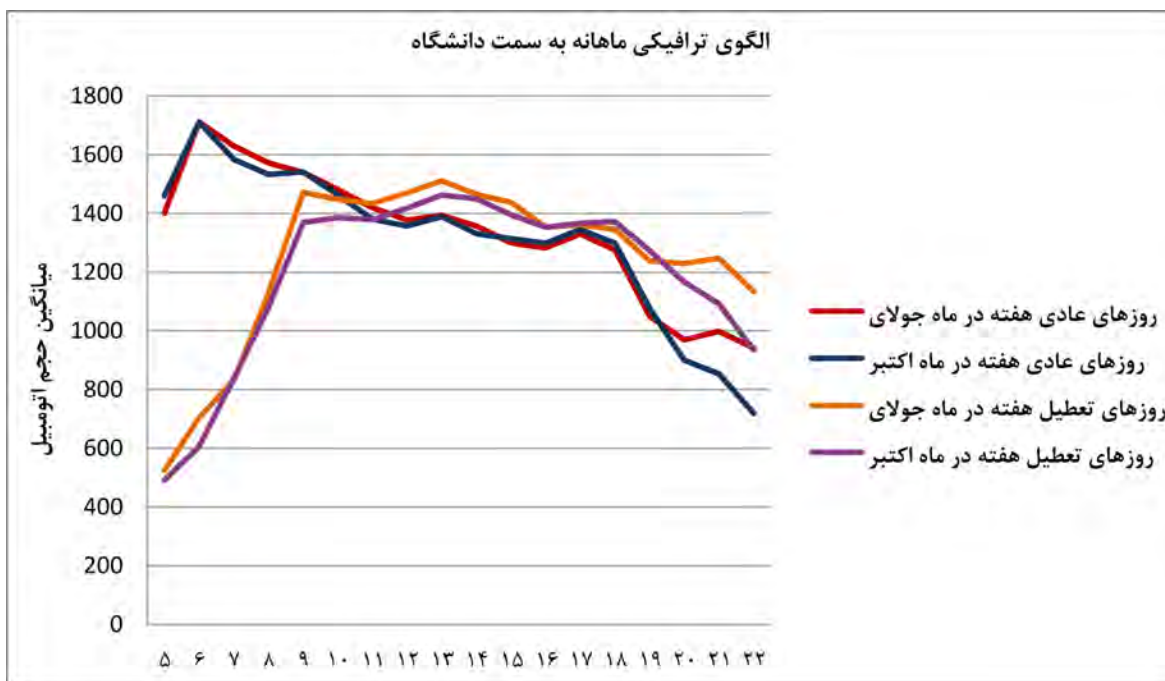
فرضیه‌ای که مطابق با اصول تقاضای سفر کاربری‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، بررسی رابطه معنادار در الگوهای ترافیک ایام تعطیل برای دانشگاه‌هاست. به عبارت دیگر، انتظار می‌رود پس از پردازش کلان-داده‌ها و استخراج الگوهای ترافیک، نمودار مشاهده شده برای روزهای آخر هفته، در کل سال که در این تحقیق از میانگین ماه‌های اکتبر و نوامبر استفاده شده، مشابه باشد. همچنین انتظار می‌رود رابطه معناداری بین الگوهای ترافیک مربوط به روزهای عادی و تعطیل در ماه‌های جولای و اگوست وجود داشته باشد.

#### ۲.۲. آماده‌سازی اطلاعات در محدوده مطالعاتی

دانشگاه CSU در شرق لس‌آنجلس و در فاصله هشت کیلومتری مرکز شهر واقع شده است. این دانشگاه ۲۳ هزار دانشجو داشته و از تسهیلات پارکینگ، اتوبوس و مترو بهره‌مند می‌باشد. در این پژوهش، داده‌های ترافیک در ماه جولای و اکتبر سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ از پایگاه داده‌های مرکز حمل‌ونقل کالیفرنیا که در دانشگاه USC مدیریت می‌شود، استفاده شده است. این سری داده، شامل جریان‌های ترافیک می‌باشد که با حسگرهای نصب شده در زیر سطح آسفالت در لوپ‌ها و خروجی و ورودی‌های واقع در شریان‌های اصلی و بزرگراه‌ها جمع‌آوری شده است<sup>۱</sup>. در این مقاله، داده‌های مربوط به ۱۲۰ حسگر ترافیک در بزرگراه‌ها و شریان‌های اصلی محدوده دانشگاه CSU شامل حجم اتومبیل عبوری به کار گرفته شده است که مساحتی در حدود ۲۵ کیلومتر مربع را پوشش ۱ تحلیل این داده‌ها بر عهده infolab در دانشگاه USC بوده و بخش‌های مسئول در گردآوری این اطلاعات برای شهر و کانتی لس‌آنجلس عبارتند از:

California Department of Transportation (Caltrans), City of Los Angeles Department of Transportation (LADOT), California Highway Patrol (CHP)

۲ به منظور استخراج داده‌ها از پایگاه داده اوراکل و برنامه نویسی SQL استفاده شده و سپس این داده‌ها در نرم‌افزار Microsoft Access و Excel پردازش شده است.



تصویر ۴- الگوی تحلیلی و فرآیند پالایش کلان- داده ترافیکی با استفاده از SQL- ماخذ نگارندگان

ماه مشابه بوده و تطابق الگوهای ترافیکی روزهای آخر هفته با روزهای عادی هفته میان ساعات ۱۰ صبح تا ۷ شب جالب توجه است. تنها اختلاف مشاهده شده، در ساعات اولیه و متأثر از ترافیک صبحگاهی اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر، ساعات فعالیت دانشگاه تأثیر محسوسی در جریان و حجم ترافیکی محدوده اطراف خود نداشته است.

#### ۴. نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده، مثالی از کاربرد کلان- داده‌های بهنگام در مطالعات شهری می‌باشد. تحلیل کلان- داده‌ها در خصوص کاربری آموزش عالی نشان داد که الگوی ترافیکی مورد انتظار مطابق با ساعات فعالیت این کاربری نبوده و استفاده از ارقام از پیش تعیین شده در مدیریت تقاضای سفر نمی‌تواند در همه زمان‌ها دقت مورد انتظار را تأمین کند. بنابراین اگر این ارقام در توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی برای برنامه‌ریزی کاربری زمین مورد استفاده قرار گیرند، لزوماً نتایج مورد انتظار تأمین نخواهد شد. از همه مهمتر اینکه توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی که بر اصول پایداری تأکید دارد باید از روش‌هایی با قابلیت اطمینان بالاتر در سفرسازی کاربری‌ها استفاده کند.

در این مقاله تأکید شد، کلان- داده‌ها و داده‌های بهنگام، ابزار اطلاعاتی هستند که در علمی مانند شهرسازی با اغماض روبرو شده‌اند و آشنایی با این داده‌ها و استفاده از آنها در مطالعات شهری از دو نظر بسیار کارا و مهم است. نخست آنکه پالایش این نوع داده که تنها توسط متخصصان علوم کامپیوتر انجام می‌شود، بر الگوریتم‌های عددی و بدون اعمال نگرش علوم اجتماعی انجام می‌شود. از این رو، نتایج خلاصه‌سازی این داده‌ها با خطا

۱ الگوی ترافیکی در خلاف جهت دانشگاه به این الگو شباهتی ندارد، حجم اتومبیل‌ها در روزهای تعطیل کمتر و شکل منحنی متفاوت است.

پس از تحلیل کلان- داده‌ها، مقایسه اطلاعات پردازش شده در دو جهت ترافیک، نشان دهنده تأثیر دانشگاه در ترافیک منطقه است. حادث شدن حداکثر حجم اتومبیل ورودی در ساعت اوج ترافیک صبحگاهی، بیانگر جریان ترافیکی به سمت دانشگاه بوده، ولی ساعت فعالیت آن متفاوت با فرضیه‌های ذهنی است. در حالی که ساعت اوج ترافیک در صبح مشاهده می‌شود، در بعدازظهر دارای یک حداکثر مشخص نبوده است.

در جریان ترافیکی به سمت دانشگاه، در روزهای عادی هفته برای هر دو زمانی که دانشگاه در ماه جولای و آگوست بسته بوده و زمانی که دانشگاه در ماه اکتبر در اوج فعالیت خود قرار داشته، الگوی ترافیکی یکسانی مشاهده می‌شود. اما جریان ترافیک خلاف جهت دانشگاه که از ترافیک کل شهر پیروی می‌کند، بدین صورت است که در ماه جولای و آگوست متفاوت بوده و با کاهش محسوس حجم ترافیک مواجه بوده است. الگوی ترافیکی در روزهای آخر هفته در هر دو جهت جریان ترافیکی در ماه‌های جولای و آگوست با ماه‌های اکتبر و نوامبر تقریباً با کاهش حجم در ماه جولای روبرو می‌شود. از سوی دیگر، حجم اتومبیل ورودی نسبت به روزهای عادی هفته کمتر است.

به منظور ارزیابی این فرضیه یعنی روزهایی که دانشگاه تعطیل است، الگوی مشابه ترافیکی مشاهده می‌شود - یعنی ایام آخر هفته در کل سال، و روزهای عادی در ماه جولای الگوی ترافیکی یکسانی دارند- که بر اساس تصویر ۴ مورد ارزیابی قرار گرفته است. این نمودار نشان می‌دهد، الگوی ترافیکی روزهای عادی هفته به سمت دانشگاه در ماه جولای مشابه با ماه اکتبر بوده و با الگوی ترافیکی روزهای آخر هفته بسیار متفاوت بلکه مشابه با الگوی ترافیکی روزهای عادی هفته می‌باشد. بنابراین همانگونه که در نمودارها مشخص است، در جهت ترافیک به سمت دانشگاه، الگوی ترافیکی برای روزهای عادی هفته و آخر هفته در هر دو

روبرو می‌شود. در این مقاله نمودارهایی که براساس داده‌های پالایش شده توسط متخصصان کامپیوتر به دست آمد، متفاوت با نمودارهایی بود که در پالایش داده آنها علاوه بر روابط ریاضی و آماری، نگرش شهرسازی اعمال شده است. دومین نکته مهم در لزوم استفاده از کلان-داده‌ها، به وجود آمدن بسترارزیابی فرضیه و تئوری‌هایی است که یا با داده‌های واقعی آزمون نشده‌اند، یا آنکه به جای استفاده از داده‌های کل جامعه، از طریق بررسی جامعه آماری به اثبات رسیده‌اند. امروزه داده‌های ترافیکی، در کنار داده‌هایی که از تلفن‌های موبایل در دسترس هستند، همچنین تصاویر ماهواره‌ای از جمله کلان-داده‌های بهنگام به شمار می‌آیند و استفاده از آنها مانند کاربرد GIS در شهرسازی ضروری است. شهرسازان و برنامه‌ریزان شهری می‌توانند با افزایش دانش در زمینه تحلیل و استفاده از این داده‌ها، به پیشرفت‌های قابل توجه در کاربردهای مختلف فناوری نوین اطلاعاتی در شهرسازی دست یابند.

از سوی دیگر، نتایج این مقاله نشان می‌دهد، سفرسازی کاربری آموزش عالی و الگوی ترافیکی مرتبط با آن، پیچیده‌تر از بیان اعداد و ارقام مدیریت تقاضای سفر است. متخصصان و برنامه‌ریزان شهری باید آگاه باشند که اگر در خصوص مدل‌های حمل و نقل شهری میزانی از خطا را قابل قبول بدانیم، در مورد توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی که از گزینه‌های متأخر توسعه شهری پایدار است، خطاهای سهوی یا بلاندر قابل قبول نیست. بنابراین تأمل دوباره در خصوص طراحی و برنامه‌ریزی کاربری زمین مطابق با پیشنهادها توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی لازم می‌باشد. در حال حاضر یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل و کاربری زمین نیز یکی از گزینه‌های مطرح در حمل و نقل پایدار برای شهرهای ایران است (سلطانی و فلاح، ۱۳۹۲) که به محاسبات در مطالعات و مدل‌های حمل و نقل شهری وابسته است. همچنین شهر تهران به عنوان نمونه‌ای در کلانشهرهای جهان مطرح می‌باشد که توسعه شهری خود را بر الگوی توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی قرار داده است (Suzuki, et al, 2013)، درحالی که نتایج به دست آمده بیانگر اهمیت توجه بیشتر به راهکارها و توسعه‌هایی است که در قالب پایداری انجام می‌شود. این راهکارها اغلب به مداخلات اساسی در شهر می‌انجامد، اما پیامدهای آن چندان شناخته نشده است. از این رو بازبینی در اصول توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی با استمرار مطالعه و انجام پژوهش مشابه برای دیگر کاربری‌های عمده و تأیید نتایج به دست آمده در این مقاله پیشنهاد می‌شود.

از همکاری استادان و دانشجویان دانشکده علوم کامپیوتر در دانشگاه USC به ویژه پروفسور سیروس شهبابی برای در اختیار قراردادن داده‌ها و امکانات پایگاه داده ترافیک شهر لس‌آنجلس سپاسگزاریم.

#### منابع:

- بهزادفر، م.، ذبیحی، م. (۱۳۹۰)، «راهنمای برنامه سازی حوزه‌های شهری در چارچوب توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی»، فصلنامه باغ نظر، ۸(۱۸)، ۳۹-۵۰.
- جعفری، ا.، صمدیان، م. (۱۳۹۱)، «کاربرد داده کاوی در بررسی رفتار رانندگان متخلف در کلان شهرها»، مطالعات راهور، ۱۷، ۱۰۹-۱۳۲.
- حبیبی، ک.، نظری عدلی، س. (۱۳۸۷). «پیاپیاده‌سازی ماتریس‌های همجواری در سیستم اطلاعات مکانی به منظور تعیین و یا تغییر کاربری‌های شهری». همایش ژئوماتیک ۱۳۸۷.
- رصافی، ا.ع.، لطیفی، ل. (۱۳۹۱)، «تحلیل تقاضای سفر شهری به روش فعالیت مینا: نمونه موردی منطقه ۳ شهرداری تهران»، مهندسی حمل و نقل، ۲، ۱۰۱-۱۱۵.
- سلطانی، ع.، فلاح منشادی، ا. (۱۳۹۲). «یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل راهکاری در جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار مطالعه موردی: کلانشهر شیراز»، فصلنامه مطالعات شهری، ۵، ۴۷-۶۰.
- سیمونز، . و کوم. (۱۳۸۳)، دسترسی در شهرهای سوئدی. در دستیابی به شکل پایدار شهری، نویسندگان کتی ویلیامز، الیزابت برتون، مایک جنکس، (مترجم و آراز مرادی مسیحی)، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- علی الحسابی، م.، مرادی، س. (۱۳۸۹)، «تبیین مفهوم توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی و معیارهای تعیین مراکز آن»، هنرهای زیبا، ۴۱، ۱۱۱-۱۲۳.
- Balsas, C.J.L. (2003), "Sustainable transportation planning on college campuses", *Transport Policy*, 10, 35-49.
- Boyd, D. (2010), "Privacy and Publicity in the Context of Big Data", *Proceeding World Wide Web 2010 conference*.
- Cervero, R. (2008), "Transit-Oriented Development in America: Strategies, Issues, Policy Directions", In *New Urbanism and Beyond: Designing Cities for the Future*, (Editor T. Haas) Rizzoli, 124-129.
- Clarke, P. (2008), "Migrating 4-step models to an activity based modelling framework in practice", *Proceedings of European Transport Conference 2008, Activity and Land Use Models*, 6-8 October, 2008, Leeuwenhorst Conference Centre, The Netherlands.
- Greenwald, M.J. (2006), "The relationship between land use and intra-zonal trip making behaviors: Evidence and implications", *Transportation Research Part D*, 11, 432-446.
- Giuliano, G. (1998), "What do societal changes mean



- Tal, G., Cohen-Blankshtain, G. (2011). "Understanding the role of the forecast-maker in overestimation forecasts of policy impacts: The case of Travel Demand Management policies". *Transportation Research Part A*, 45, 389-400.
- Tsai, Y. (2005). "Quantifying urban form: Compactness versus Sprawl", *Urban Studies*, Vol.42, No1, pp141-161
- Van Zljylen, H. J. , Willumsen, L.G. (1980). "The most likely trip matrix estimated traffic counts". *Transportation Research: B*, 14B, 281-293. Pergamon Press Ltd.
- Wade, T., Sommer, S. (2006). *A to Z GIS: An Illustrated Dictionary of Geographic Information Systems*. ESRI.
- Zhou, J. (2012). "Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students". *Transportation Research Part A*, 46, 1013-1029.
- Habibian, M., Kermanshah, M. (2011), "Exploring the role of transportation demand management policies' in-interactions", *Transactions A: Civil Engineering in Scientia Iranica A*, 18 (5), 1037-1044.
- Kullarni, A.A. (2002), *Modeling activity pattern generation and execution*, PhD Dissertation in University of California, Irvine.
- Limanond, T., Butsingorn, T., Chermkhunthod, Ch. (2011), "Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university in Asia", *Transport Policy* 18, 163-171.
- Malayath, M., Verma, A. (2013), "Activity based travel demand models as a tool for evaluating sustainable transportation policies", *Research in Transportation Economics*, 38, 45-66.
- Mazzulla, G. (2009), "An activity-based system of models for student mobility simulation", *European Transport Research Review*, 4, 163174-.
- Sivakumar, A. and Pinjari, A. (2012), "Recent advances in activity and travel pattern modelling", *Transportation*, 39, 4, 749-754.
- Snijders, C., Matzat, U., & Reips, U.-D. (2012), "Big Data: Big gaps of knowledge in the field of Internet", *International Journal of Internet Science*, 7, 1-5. [http://www.ijis.net/ijis7\\_1/ijis7\\_1\\_editorial.html](http://www.ijis.net/ijis7_1/ijis7_1_editorial.html)
- Smith, D. A. (2011), *Polycentricity and Sustainable Urban Form: An Intra-Urban Study of Accessibility, Employment and Travel Sustainability for the Strategic Planning of the London Region*, A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Centre for Advanced Spatial Analysis & Department of Geography, University College London.
- Suzuki, H., Cervero, R., Iuchi, K. (2013). *Transforming Cities with Transit. Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. THE WORLD BANK, Washington, DC