نشریه علمی علوم و فنون نقشه برداری، دوره دوازدهم، شماره ۱، شهریور ماه ۱۴۰۱ - مقاله پژوهشی

تهیه‌ی یک بستر خودکار مبتنی بر وب برای جمع‌آوری داده‌های ترافیک

زینب قاسم پور[۱]، سعید بهزادی[*۲]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی عمران، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - گروه آموزشی نقشه برداری - دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
zeynabghasempoor8@gmail.com

[۲] استادیار گروه مهندسی نقشه برداری - دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
behzadi.saeed@gmail.com

(تاریخ دریافت بهمن ۱۴۰۰،تاریخ تصویب مرداد ۱۴۰۱)

چکیده

واقعیت این است که مردم اغلب به دنبال مسیری هستند که پارامترهای کوتاه بودن، کم هزینه بودن و صرف کمترین انرژی را توامان داشته باشد. اما ترافیک یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار در انتخاب مسیر برای رسیدن به مقصد است. می‌توان گفت مردم یک مسیر طولانی اما با ترافیک کم را به یک مسیر کوتاه اما با ترافیک سنگین ترجیح می‌دهند. بنابراین ترافیک، بسیاری از معادله‌های مسیر بهینه را برهم می‌زند. از این رو واضح است که اصلی‌ترین معیار برای انتخاب مسیر در میان جوامع مختلف، وضعیت ترافیک در مسیر مربوطه است. همین امر، خود ضرورت انجام این تحقیق و تلاش برای جمع‌آوری داده‌های ترافیکی را روشن می‌سازد. اگر هدف تحقیق محقق شود، کمترین اثر آن، صرفه‌جویی در زمان و هزینه و انرژی است. بدین منظور در این پژوهش، به جمع‌آوری داده‌های ترافیکی استان تهران به کمک بسترهای نوین پرداخته شده است. داده‌های ترافیکی به صورت لحظه‌ای وجود دارند، اما مشکلی که وجود دارد، این است که بستری برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آن وجود ندارد. عدم وجود یک بستر مناسب برای ذخیره‌سازی داده‌های ترافیکی، همواره معضلی بوده است که محققین این حوزه را به چالش کشیده و با مشکل مواجه کرده است. از این رو در این پژوهش، به روشی برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی اطلاعات ترافیکی در بستر وب پرداخته شده است. طی این پژوهش، مشخص شد که نقطه‌ای که دارای ترافیک سنگین است، در بیشتر ساعات روز، ترافیک سنگین دارد. بویژه در ساعاتی در شبانه‌روز که ساعات رفت و برگشت افراد به محل کار است. طی این پژوهش همچنین مشخص گردید که نقاطی که دارای ترافیک سنگین هستند، رفتاری یکنواخت در طول روزهای مختلف هفته دارند. به عبارتی دیگر، کمتر دیده می‌شود که نقاط دارای بارهای ترافیکی متفاوت، تفاوت چشمگیری در وضعیت ترافیکی داشته باشند. از نظر دقت، می‌توان بیان کرد که برداشت نقاط داده‌های ترافیکی از نظر موقعیت مکانی با دقت قابل قبولی انجام گرفته است و نقاط برداشت شده داری بیشترین تطابق با داده‌های دیگر موجود در پایگاه‌داده می باشند.

واژگان کلیدی: ترافیک، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS)، مدل تحت وب، رفتارشناسی ترافیک، ذخیره‌سازی خودکار ترافیک

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

ترافیک و معضلات ناشی از آن، امروزه به یک مسئله‌ی بزرگ اجتماعی در همه‌ی جوامع تبدیل شده است. شناخت عوامل ایجاد ترافیک و پارامترهای تشدید آن، می‌تواند در کاهش آن و به تبع کاهش مشکلات ناشی از ترافیک بینجامد. در این میان، امروزه در میان ملل مختلف، مسئله‌ی پیش‌بینی ترافیک به یک هدف مبدل شده است. چرا که اگر بتوان ترافیک را پیش‌بینی کرد، می‌توان از هدررفت انرژی و زمان که امروزه به یک بحران در کلانشهرها تبدیل شده است، جلوگیری به عمل‌آورد. اما پیش‌بینی اوضاع ترافیک و رفتار آن بویژه در شهرهای بزرگ، نیازمند مدیریت، برنامه‌ریزی، صرف زمان و استفاده از تکنولوژی‌ها و علم سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۱] است [۱]. موضوع پیچیدگی حمل‌ونقل و تأثیر مستقیم آن بر روی مسئله‌ی ترافیک، همواره به صورت یک معضل بزرگ، دامنگیر جوامع مختلف بوده است. دلیل آن هم متغیر بودن پارامترهای تأثیرگذار بر وضعیت ترافیکی است. از این رو ابتدا باید این پارامترها را شناسایی کرد و میزان نقش هر یک بر اوضاع ترافیکی را سنجید، سپس به کمک این پارامترها می‌توان برای بهبود اوضاع ترافیکی و از آن مهمتر جمع‌آوری داده‌های ترافیکی به صورت اتوماتیک که هدف این تحقیق را شامل می‌شود، دست پیدا کرد. برای رسیدن به این مهم، نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی و توانایی آن در حل مسائلی که به صورت ویژه بعد مکانی و زمانی دارند (مانند ترافیک) را نباید نادیده گرفت.

این تحقیق، به چگونگی گردآوری داده‌های ترافیکی به صورت برخط، متوالی و با دقت زیاد، با در نظر گرفتن پارامترهای تأثیرگذار بر روی ترافیک می‌پردازد. به گونه‌ای که با تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده و مقایسه‌ی این داده‌ها در زمان‌های مختلف، بتوان به یک استنباط علمی در رابطه با رفتار ترافیک تحت تأثیر عوامل مختلف رسید.

با توجه به مشکلات ترافیکی که زندگی بشر را با رکود و کندی مواجه کرده است، تلاشی در جهت مطالعه‌ی پژوهش‌های انجام گرفته از زمان‌های پیشین تا عصر حاضر انجام گرفته است تا بدین وسیله بتوان ترافیک و معضلات آن را شناخت و به نحوی آن را دسته‌بندی کرد تا از این دسته‌بندی بتوان به نتایج قابل قبول و قابل اجرا برای کاهش حجم ترافیک رسید.

در تحقیق حاضر، ابتدا به مطالعه‌ی پژوهش‌های متداول در حوزه ترافیک پرداخته شد که بر اساس آن ترافیک را به شش دسته می‌توان تقسیم‌بندی کرد:

دسته‌ی اول تحقیقاتی می باشد که در آن ترافیک را به عنوان یک عامل ناهنجار در نظر گرفته است و تأثیرات آن را بر روی رفتار بشر بررسی می‌نماید. دسته‌ی دوم تحقیقاتی می‌باشد که به شناخت عوامل تشدیدکننده‌ی ترافیک و ارائه‌ی راه‌حل‌هایی برای کاهش حجم ترافیک از طریق سیستم‌ها و شبکه‌های عصبی پرداخته است. دسته-ی سوم پژوهش‌هایی است که برای بهینه‌سازی جریان ترافیک در مناطق شلوغ و پرترافیک انجام شده است. دسته‌ی چهارم، تحقیقاتی می‌باشد که برای ابداع راه‌حل-هایی برای پیش‌بینی رفتار ترافیک در محیط نرم‌افزارها انجام شده است. در این تحقیق‌ها بیشتر با به کار بستن شبکه‌های عصبی و مدل های عامل مبنا این مهم انجام گرفته است. دسته‌ی پنجم تحقیق‌هایی می‌باشد که به واکاوی ترافیک به عنوان الگویی برای مسیریابی بهتر خودروها و ایمنی راه اشاره کرده است. دسته‌ی ششم نیز تحقیقاتی می‌باشد که به ارزیابی محدوده‌ی ترافیک و تأثیر آن بر آلودگی هوا، آلودگی محیط زیست و آلودگی‌های صوتی پرداخته است.

با توجه به این تقسیم‌بندی، مطالعات انجام گرفته هر کدام در این شش دسته به شرح زیر قرار می‌گیرند: در رابطه با دسته‌ی اول، تحقیقات بسیاری از زمان‌های گذشته تا کنون انجام گرفته است. به عنوان نمونه: بهروان و همکاران در سال ۲۰۱۵ میلادی، در پژوهشی با عنوان "تحلیل جامعه شناختی رفتار ناهنجار ترافیکی عابرین پیاده"، به بررسی چگونگی عملکرد عابرین پیاده به مسئله‌ی ترافیک و میزان تأثیر آن‌ها و بررسی عوامل موٌثر بر رفتار ناهنجار ترافیکی عابرین پیاده پرداخت. تحقیقات نشان می‌دهد که عواملی از قبیل تحصیلات و سن، تفاوت-های معناداری را از لحاظ میزان بروز رفتارهای ناهنجار ترافیکی ایجاد می‌کنند [۲]. خان[۲] و همکاران در سال ۲۰۱۴ میلادی، پژوهشی را با هدف بررسی رفتارهای رانندگی، خطر ترافیک و امنیت جاده، مطالعه‌ی مقایسه‌ای

[۱] Geographic Information System

[۱] SUR Khan

بین مالزی و سنگاپور انجام دادند. این پژوهش، با هدف بررسی تفاوت‌های رفتاری ایمنی جاده، رفتار رانندگان و درک ریسک ترافیک صورت گرفت. نتایج این مدل‌ها نشان می‌دهد که ریسک ترافیک درک شده از پاسخ‌دهندگان مالزی بالاتر از همتایان سنگاپور است. علاوه بر این، مدل-ها نشان داد که خطر ترافیک درک شده، نقشی مهم را در هر دو کشور ایفا می‌کند، این در حالی است که مهارت‌های ترافیکی درک شده، نقشی جزئی را ایفا می کنند [۳]. بابائی ابراهیم آبادی در سال ۱۳۹۵، تحقیقی را بر روی بررسی نقش آموزش‌های ترافیکی تلویزیونی راهور بر تغییر رفتار ترافیکی رانندگان تاکسی شهر تهران انجام داده است. این پژوهش به منظور بررسی میزان نقش آموزش-های رسانه‌ای و گسترش فرهنگ ترافیک بر روی شهروندان و رانندگان انجام شده است. طی این تحقیق مشخص گردید که پلیس راهور ناجا، اهداف خود را در جهت اصلاح رفتار ترافیکی در چند روش پیگیری می‌کند ۱. روش انتقال اطلاعات از طریق رسانه‌های جمعی مانند تلویزیون و رادیو. ۲. روش بروشور و کاتالوگ. ۳. روش انتقال پیام‌ها از طریق رسانه‌های جدید مانند وبگاه‌ها، شبکه‌های اجتماعی، پست الکترونیک و... ۴. روش نصب تابلوها با موضوع قوانین ترافیکی در سطح شهر و روستا. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که رانندگان شهر تهران، به پخش برنامه‌های آموزشی در زمینه‌ی ترافیک که موجب رشد و افزایش آگاهی آن‌ها می‌شود، علاقه‌ی بیشتری دارند [۴, ۵].

در ارتباط با دسته‌ی دوم می‌توان به نمونه‌های ذیل اشاره نمود. کاسم[۱] و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، پژوهشی را به منظور تجزیه‌وتحلیل Transcad و تکنیک-های GIS برای ارزیابی شبکه‌ی حمل‌ونقل در شهرستان ناصریه در استان دیرکرد انجام داده‌اند. این تحقیق برای ارزیابی جریان الگوهای شبکه‌ی ترافیکی از طریق چندین بستر مانند GIS، GPS [۲]، Transcad، به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مختلف از قبیل (حجم ترافیک و سرعت جریان آزاد) با استفاده از یک دستگاه (msss) انجام گرفته است. نتیجه‌ی این پژوهش بیان‌گر این مطلب است که احداث جاده‌های جدید برای تغییر مسیر سفرهای خارجی در حین اضافه کردن پل‌های جدید برای خلاص شدن از حمل‌ونقل که در مرکز شهر ظاهر می‌شوند، پیشنهاد می-گردد [۶]. احدی و همکاران در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی، آرام‌سازی ترافیک محله را با رویکرد تجدید حیات با استفاده از مدل SWOT [۳]، مورد بررسی قرار دادند. هدف از این پژوهش، بررسی راه‌حل‌هایی برای آرام‌سازی ترافیک در محله‌ی یورد شاهی ارومیه با استفاده از روش مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و شناخت و ارزیابی وضعیت موجود می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، با استفاده از جدول SWOT و اولویت‌بندی‌های عوامل، مورد تجزیه-وتحلیل و بررسی قرار گرفت. این نتایج نشان می‌دهد که در صورت پیاده نشدن درست طرح آرام‌سازی ترافیک، تاثیرات زیر را به دنبال دارد: افزایش احتمال وقوع تصادف بر اثر کاهش المانی سرعت وسایل حمل‌ونقل، افزایش آلودگی صوتی ناشی از تغییر نوع حرکت خودرو و افزایش نرخ استهلاک. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که محله‌ی یورد شاهی ارومیه، توان لازم برای برنامه‌های سامان‌دهی و آرام‌سازی ترافیک را دارد [۲].

در رابطه با دسته‌ی سوم تحقیقات مختلف و متنوعی با اهداف و انگیزه‌های گوناگون صورت گرفته است. متشکر آرانی در سال ۱۳۹۵، تحقیقی را به منظور *ارائه‌ی* راهکار بهینه، برای بررسی روش‌ها و چالش‌های طرح ترافیک در منطقه‌ی ۱۲ کلانشهر تهران انجام داد. از طرح ترافیک در واقع به عنوان راهکاری بهینه برای کنترل و کاهش جریان‌های ترافیکی بویژه در کلانشهرهای بزرگ استفاده می‌شود. مطالعات نشان داده است که اجرای طرح‌های ترافیکی تابعی از آب‌وهوای منطقه‌ی مورد مطالعه است و *مسئله‌ی* رضایت و خشنودی شهروندان از طرح ترافیک اجرا شده با توجه به عواملی نظیر دما در فصول مختلف سال، از اهمیت بالایی برخودار است [۷]. نادی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در پژوهشی با عنوان "بررسی تأثیر سیستم پرداخت جاده‌ای بر ترافیک در بزرگراه‌های درون‌شهری به روش مقایسه‌ی زوجی و آنالیز انتخاب گسسته (مطالعه موردی: شهر اصفهان)"، به بررسی نحوه‌ی تأثیر استفاده از سیستم‌های پرداخت جاده‌ای برای کنترل میزان حجم ترافیک و هدایت رفتارهای انتخاب مسیر رانندگان در یکی

[۱] Zaynab.Qasim
[۲] Global Positioning System
[۳] Strength weakness opportunity threat

از بزرگراه‌های اصفهان پرداخته‌اند. مدل استفاده شده در این تحقیق، مدل لاجیت می‌باشد که این مدل از شش پارامتر: طول مسیر، تعداد تقاطع‌های غیرهم‌سطح، حجم ترافیک، زمان سفر، سطح سرویس و سطح دسترسی و هزینه‌ی عوارض عبور برای هر مسیر محاسبه می‌شود و در نهایت با مدلسازی این متغیرها و استفاده از روش مقایسه-ی زوجی، میزان پخش ترافیک را بر روی هر مسیر می-توان پیش‌بینی کرد [۸].

در ارتباط با دسته‌ی چهارم ، پژوهش‌ها و تحقیقات انجام گرفته به سمتی رفته که بتواند ترافیک و عوامل ایجاد آن را با به کار گرفتن شبکه‌های عصبی و عامل‌ها به عنوان یک سیستم هوشمند، پیش‌بینی کند تا بتواند کمی متفاوت‌تر از پژوهش‌های انجام گرفته، این بار به پیش‌بینی جریان بار ترافیکی بپردازد. آلفانسو [۱] و همکاران در سال ۲۰۱۵ میلادی، تحقیقی را بر روی "پیش‌بینی جریان ترافیک شهری" انجام دادند. در این پژوهش، برای ارائه‌ی یک مدل پیش‌بینی ترافیک کوتاه‌مدت از ماشین بردار پشتیبان و مدل رگرسیون برداری با الگوریتم‌های بهینه-سازی استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برای پیش‌بینی جریان ترافیک مدل SVRCACO نسبت به مدل‌های سری زمانی دقیق‌تراست و جایگزین خوبی برای این مدل می‌باشد [۹]. سیلوا [۲] و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، در مقاله‌ای به برآورد جریان ترافیک برای جاده‌های شهری بر اساس اصول آموزش ماشین پرداخته‌اند. دراین مقاله به پیش‌بینی جریان ترافیک بر اساس google distance و داده‌های api[۳]، داده‌های جریان ترافیکی و داده‌های هندسی پرداخته‌اند. در مرحله‌ی بعدی، برای تجزیه‌وتحلیل از روش رگرسیون استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که پیش‌بینی جریان ترافیک برای اکثر کشورها با استفاده از مدل برآورد ترافیکی بر مبنای k، نزدیک‌ترین رگرسیون همسایه و زمان سفر، داده‌های سرعت به دست آمده است. از google distance و داده‌های هندسی جاده برای به دست آوردن این اطلاعات استفاده شده است [۱۰]. آلفار[۴]و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، بر روی موضوعی با عنوان روش یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ترافیک کوتاه‌مدت در یک محیط متصل، به بررسی اختلاف ناشی از وسایل نقلیه و رابطه‌ی بین این اختلافات و شکل‌گیری شوک پرداختند. از سه تکنیک یادگیری ماشین، رگرسیون لجستیک و شبکه‌های عصبی برای تراکم ترافیکی کوتاه‌مدت برای این پیش‌بینی استفاده شده است. نتایج نشان دادند که مدل-های مختلف ایمنی و ترافیک می‌توانند با الگوریتم‌های کنترل ترافیک یکپارچه شوند و عملکرد آن‌ها را بهبود دهند [۱۱].

در رابطه با دسته‌ی پنجم، پژوهش‌ها و تحقیقاتی برای استفاده و به کارگیری ویژگی‌های ترافیکی مسیر، جهت یافتن بهترین مسیر برای خودروها در آزادراه‌ها و اتوبان‌ها انجام شده است. قلی پور در سال ۱۳۹۶، تحقیقی را تحت عنوان مدیریت ترافیک شهری در محیط GIS با تاکید بر انتخاب مسیر بهینه برای پارکینگ عمومی انجام داده است. این پژوهش بر اساس هفت پارامتر تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، دسترسی به معابر اصلی، ارزش زمین، فاصله‌ی مراکز تجاری و اداری، سرانه‌ی سفر و فاصله از معابر اصلی به ایجاد پارکینگ‌های عمومی با استفاده از مدل AHP [۵] و تجزیه‌وتحلیل در نرم‌افزار ArcGIS انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که الگوریتم دایجسترا برای انتخاب مسیر بهینه بهترین جواب را می-دهد [۱۲].

در ارتباط با دسته‌ی ششم، تحقیقات کمتری صورت گرفته است. به عنوان نمونه‌ای از این تحقیقات: عبودی و همکاران در سال ۱۳۹۴، تحقیقی را با مدلسازی خطی و غیرخطی آلاینده‌های هوای شهر تهران با استفاده از خصیصه‌های محیطی و ترافیک انجام دادند. در این پژوهش، یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی به عنوان یک مدل غیرخطی طراحی شد. از مقایسه‌ی عملکرد این مدل غیرخطی با مدل رگرسیون خطی چند متغیره‌ی خطی به منظور پیش‌بینی مقادیر منواکسید کربن و دی اکسید نیتروژن استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که دقت مدل پیش‌بینی کننده‌ی دی اکسید نیتروژون نسبت به مدل پیش‌بینی کننده‌ی منواکسید کربن بیشتر است. همچنین برای پیش‌بینی غلطت منواکسید کربن، شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه نسبت به مدل

۱ Alfonso
۲ Silva
۳ Application Programming Interface
۴ Amr Elfar
۵ Analytical Hierarchy Process

رگرسیون خطی چندمتغیره، دقت بالاتری را از لحاظ آماری نشان داد [۱۳]. جوهنسن[۱] و همکاران در سال ۲۰۱۷ میلادی، پژوهشی را برای بررسی میزان تغییر آلودگی هوا با تغییر وسایل حمل‌ونقل و تاثیر آن بر میزان سلامتی انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که با تبدیل ماشین به دوچرخه برای رفت‌وآمد، تعداد سفرها کاهش پیدا کرد و این امر باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شد. علاوه براین، میزان آلاینده‌های هوای ناشی از اتومبیل‌ها کاهش محسوسی پیدا کرد و سلامت عمومی را در معرض کمتر بیماری قرار داد و تخمین زده شد که میزان مرگ‌ومیر در معرض کاهش چنددرصدی قرار بگیرد [۱۴].

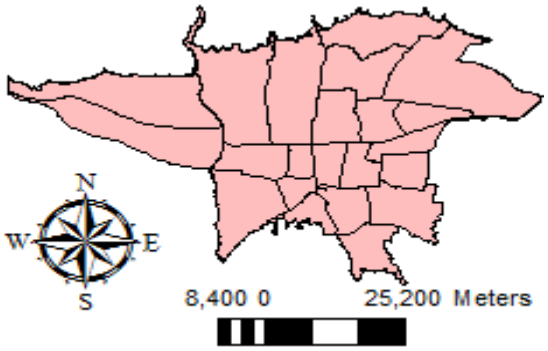
در تحقیقات انجام گرفته، طبق داده‌های ترافیک موجود، به حوزه‌های گوناگونی مانند تأثیر ترافیک بر آلودگی، جمعیت و ارزیابی محدوده‌های طرح ترافیک پرداخته شده است. اما همانطور که ملاحظه شد، تحقیقی در رابطه با نحوه‌ی دستیابی به این داده‌های ترافیکی انجام نگرفته است. بنابراین در پژوهش حاضر، به چگونگی گردآوری داده‌های ترافیکی به صورت لحظه‌ای و برخط و در قالب یک بستر تحت وب پرداخته شده است. در ابتدا محدوده‌ی مورد مطالعه، شناسایی و معرفی شد. در مرحله‌ی بعدی، به پیشنهاد یک راه‌حل برای برداشت اطلاعات ترافیکی به صورت شبانه‌روزی و کاملا اتوماتیک اشاره شده است. سپس به پارامترهایی که برای تولید داده‌های ترافیک نیاز است، مانند موقعیت جغرافیایی نقاط و زمان برداشت این داده‌ها پرداخته شده و در نهایت دقت اطلاعات جمع‌آوری شده مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲- داده‌ها و روش تحقیق

۲-۱- محدوده‌ی مورد مطالعه

در این تحقیق، استان تهران به عنوان محدوده‌ی مطالعاتی در نظر گرفته می‌شود. شهر تهران در ۵۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد بین ۱۸۰۰ متر در شمال تا ۱۲۰۰ متر در مرکز و ۱۰۵۰ متر در جنوب متغیّر است. تهران بین دو کوه و کویر و در دامنه‌های جنوبی رشته کوه البرز گسترده شده است. از جنوب به کوه‌های ری و بی‌بی‌شهربانو و دشت‌های هموار شهریار و ورامین و از شمال توسط کوهستان محصور شده است. ویژگی مهم زمین‌شناسی تهران، قرارگرفتن آن بین توده‌ی عظیم رشته‌کوه البرز (متعلق به دوران سوم زمین‌شناسی) و فلات ایران (متعلق به دوران چهارم زمین‌شناسی) است. مهمترین نمود این مسئله وجود گسل‌های فعالی مانند گسل مشاء، گسل شمال تهران و گسل ری است که موجب شده همواره زمین‌لرزه‌های خفیف و نامحسوسی در محل این گسل‌ها به وقوع بپیوندد.

تهران در حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. شهرداری تهران از دیدگاه تأمین نیازمندی‌ها و اداره‌ی بهتر، همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، سطح شهر را به ۲۲ منطقه‌ی شهرداری و ۱۱۲ ناحیه بخش کرده که شهر ری و تجریش را نیز شامل شده است [۱۵, ۱۶].

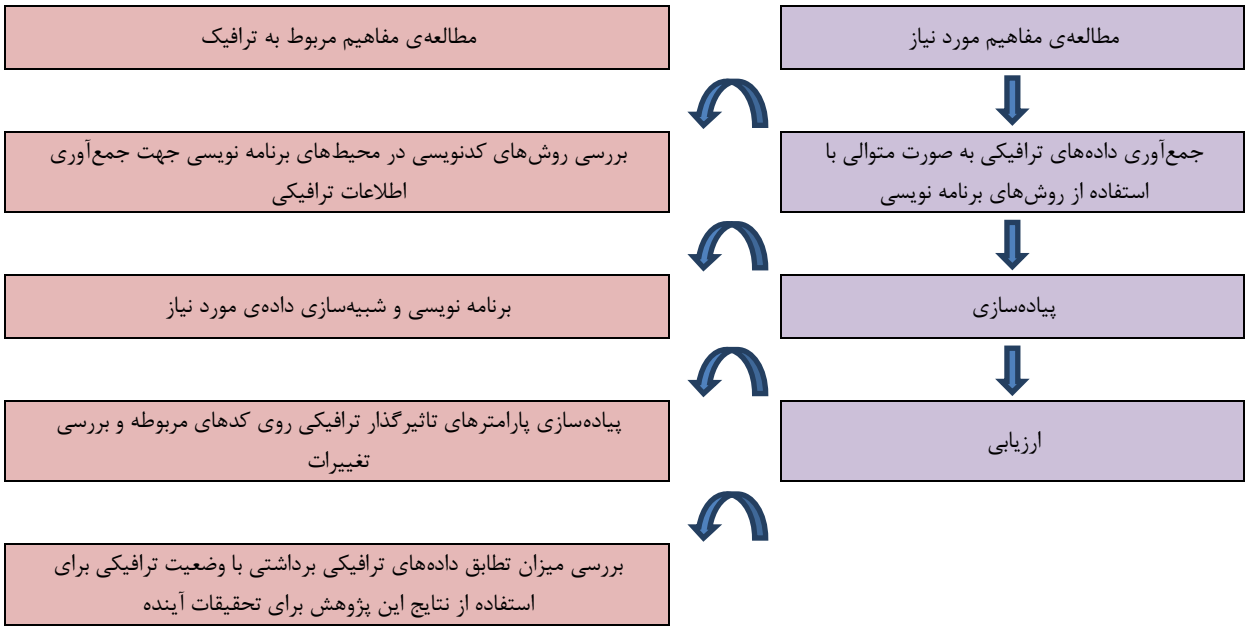


شکل ۱- مناطق ۲۲ گانه‌ی استان تهران مورد مطالعه در پژوهش با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰

۲-۲- نمودار تحقیق

الگوریتم مربوط به مراحل انجام گرفته در این پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.

[۱] Johansson



شکل ۲-نمودار مراحل انجام گرفته در پژوهش

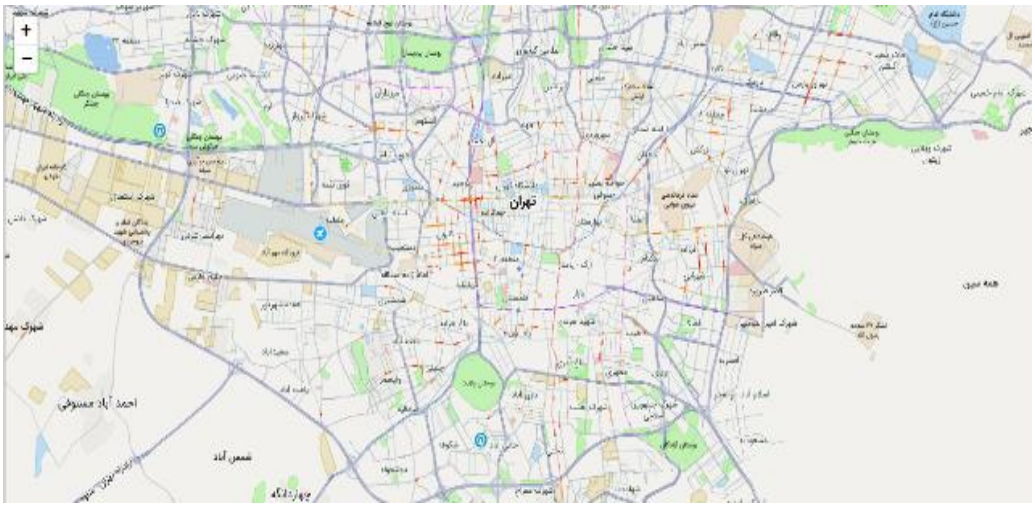
۲-۳- جمع‌آوری داده‌های ترافیکی مورد نیاز

برای جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی مورد نیاز، از یک بستر نقشه که شامل داده‌های ترافیکی به‌روز و برخط می‌باشد، استفاده شده است. در این تحقیق از پلتفرم نقشه نشان استفاده شده است. زیرساخت توسعه نقشه نشان (Neshan Maps Platform) به عنوان یک سرویس نقشه‌ی فارسی در حال حاضر تنها ارائه‌دهنده‌ی سرویس‌های مبتنی بر نقشه، بر اساس ترافیک آنلاین خیابان‌ها در ایران می‌باشد. تایل‌ها و API[۱] نقشه نشان با بهره‌مندی از داده‌های ترافیک و مشارکت بالای کاربران اپلیکیشن مسیریاب نشان از دقیق‌ترین و به‌روزترین داده‌های نقشه‌ی ایران بهره برده و داده‌های مورد استفاده در این زیرساخت به طور متوسط هر سه روز یک بار به‌روزرسانی می‌گردند [۱۷].

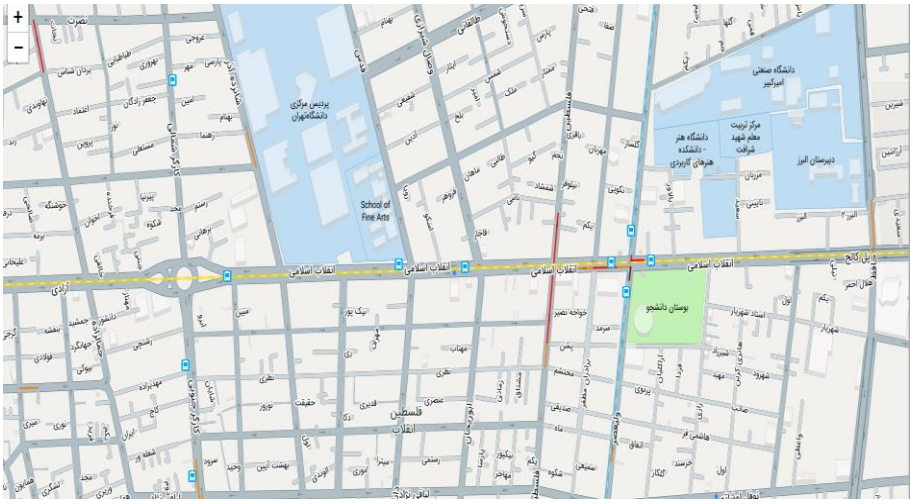
در ابتدا نقشه‌ی ترافیک را فراخوانی کرده و تغییراتی در آن اعمال شد. مختصات آن متناسب با مختصات منطقه‌ی مورد مطالعه تنظیم و ویرایش شد. از آنجایی که محدوده‌ی مطالعاتی استان تهران است، مختصات مرکزی [۵۱,۳۹۹۶۹۷ ,۳۵,۶۷۹۷۳۹] و زوم مورد نیاز، ۱۲ قرار داده شد (شکل۳).

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، مطالعه کل شهر تهران با بزرگنمایی پایین به گونه‌ای که شهر تهران در یک صفحه قرار داشته باشد دقت مورد نیاز پژوهش را تأمین نمی‌کند. به همین منظور نیاز است که منطقه مطالعاتی در بخش‌های کوچکتر و بزرگنمایی بالاتر مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین شهر تهران به قطعات کوچکتری تقسیم‌بندی می‌شود. بر همین اساس کل استان تهران به ۲۳۷ قطعه با بزرگنمایی و مختصات مرکزی مشخص و منحصر به فرد تقسیم‌بندی شد. این تقسیم‌بندی به گونه‌ای است که کلیه‌ی مناطق و معابر منطقه‌ی مطالعاتی را با دقت بسیار بالا پوشش می‌دهد. به عنوان مثال، یکی از این ۲۳۷ قطعه با زوم ۱۶ و مختصات مرکزی [۳۵,۷۰۱۰۳۵،۵۱,۳۹۹۶۵۴] در شکل ۴ مشاهده می شود. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، رنگ‌های محدوده‌ی ترافیکی که شامل ۴ نوع رنگ قرمز، نارنجی، زرد و قرمز پررنگ می‌باشد و به ترتیب بیانگر ترافیک سنگین، ترافیک نیمه‌سنگین، ترافیک سبک و ترافیک خیلی سنگین است، کاملا مشهود است.

[۱] Application Programming Interface



شکل۳- نقشه‌ی ترافیک کل استان تهران در زوم ۱۲



شکل۴- محدوده‌ی ترافیکی یک منطقه از استان تهران با زوم ۱۶

طبق محاسبات انجام شده، شهر تهران به ۲۳۷ قطعه تقسیم‌بندی گردید. هر قطعه دارای یک مرکز مختصات منحصر و ۴ مختصات گوشه‌ی منحصر به فرد می‌باشد. این اطلاعات محاسبه و در داخل پایگاه داده ذخیره می‌گردد. جدول ۱ نمونه‌ای از این پایگاه داده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نمونه‌ای از مختصات ۴ گوشه‌ی تصویر و مختصات مرکز تصویر برای ۵ قطعه از ۲۳۷ قطعه

id	۱	۲	۳	۴	۵
xnw	۵۱,۱۰۶۳۸۱	۵۱,۱۲۸۳۷۶	۵۱,۱۵۴۳۸۲	۵۱,۳۸۵۳۷۴	۵۱,۳۵۸۳۸
ynw	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۴۸۰۱	۳۵,۷۰۶۰۱۲
xne	۵۱,۱۳۴۹۲	۵۱,۱۵۶۹۱۴	۵۱,۱۸۲۹۲۱	۵۱,۴۱۳۹۱۳	۵۱,۳۸۶۹۱۹
yne	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۱۹۰۲۶	۳۵,۷۴۸۰۱	۳۵,۷۰۶۰۱۲
xse	۵۱,۱۳۴۹۲	۵۱,۱۵۶۹۱۴	۵۱,۱۸۲۹۲۱	۵۱,۴۱۳۹۱۳	۵۱,۳۸۶۹۱۹
yse	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۳۸۰۴۸	۳۵,۶۹۶۰۴۴
xsw	۵۱,۱۰۶۳۸۱	۵۱,۱۲۸۳۷۶	۵۱,۱۵۴۳۸۲	۵۱,۳۸۵۳۷۴	۵۱,۳۵۸۳۸
ysw	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۰۹۰۶۱	۳۵,۷۳۸۰۴۸	۳۵,۶۹۶۰۴۴
xcenter	۵۱,۱۲۰۶۵۴	۵۱,۱۴۲۶۵۴	۵۱,۱۶۸۶۵۴	۵۱,۳۹۹۶۵۴	۵۱,۳۷۲۶۵۴
ycenter	۳۵,۷۱۴۰۳۵	۳۵,۷۱۴۰۳۵	۳۵,۷۱۴۰۳۵	۳۵,۷۴۳۰۳۵	۳۵,۷۰۱۰۳۵

۲-۴- جمع‌آوری مکان‌های دارای ۴ رنگ ترافیکی و ذخیره در پایگاه داده

تصویری که اسکرین‌شات گرفته می‌شود، دارای مختصات ۴ گوشه‌ی عکسی مشخص و یکسانی می‌باشد. برای دسترسی به این مختصات عکسی، یکی از تصاویری که اسکرین گرفته می‌شود، مختصات ۴ گوشه‌ی آن استخراج می‌شود. این مختصات عکسی بر حسب واحد پیکسل می‌باشد. مختصات ۴ گوشه‌ی تصاویری که در این محیط اسکرین‌شات گرفته می‌شود به صورت جدول ۲ است.

جدول ۲- مختصات چهار گوشه‌ی تصویر بر حسب واحد پیکسل

مختصات چهار گوشه	مختصات (پیکسل)
مختصات X گوشه‌ی پایین سمت چپ	۱۱
مختصات Y گوشه‌ی پایین سمت چپ	۵۸۲
مختصات X گوشه‌ی بالای سمت راست	۱۳۴۰
مختصات Y گوشه‌ی بالای سمت راست	۱۱
مختصات X گوشه‌ی بالای سمت چپ	۱۱
مختصات Y گوشه‌ی بالای سمت چپ	۱۱
مختصات X گوشه‌ی پایین سمت راست	۱۳۴۰
مختصات Y گوشه‌ی پایین سمت راست	۵۸۲

برای برداشت اطلاعات ترافیکی، در کدهای نوشته شده، حلقه‌ای نوشته شد. به طوریکه محدوده‌ی پیکسلی با ابعاد y=۵۸۲ و x=۱۳۴۰ را شامل شود. در این حالت، فقط مختصات پیکسلی نقاط در همین محدوده برداشت خواهد شد.

ولی همه‌ی نقاط پیکسلی در این محدوده، در بردارنده‌ی نقاط رنگی ترافیکی نیستند. پس شرطی لازم است تا ۴ رنگ ترافیکی را در عکس اسکرین‌شات گرفته شده، تشخیص دهد و مختصات همین رنگ‌ها را از روی عکس استخراج نماید. بدین منظور، باندهای رنگی این ۴ نوع رنگ که دربردارنده‌ی سه کد رنگی است، مشخص و در شرط قرار داده شد. بدین ترتیب، تنها مختصات پیکسلی مکان‌هایی از عکس برداشت می‌شود که در بردارنده‌ی این ۴ نوع باند ترافیکی هستند. لازم به ذکر است که برای هر یک از این ۴ رنگ ترافیکی کدی تعریف شد که نشان دهنده‌ی آن رنگ است. رنگ قرمز با کد ۴، رنگ زرد با کد ۲، رنگ نارنجی با کد ۳ و رنگ قرمز پر-رنگ با کد ۵ در پایگاه داده ذخیره می‌شود (جدول ۳).

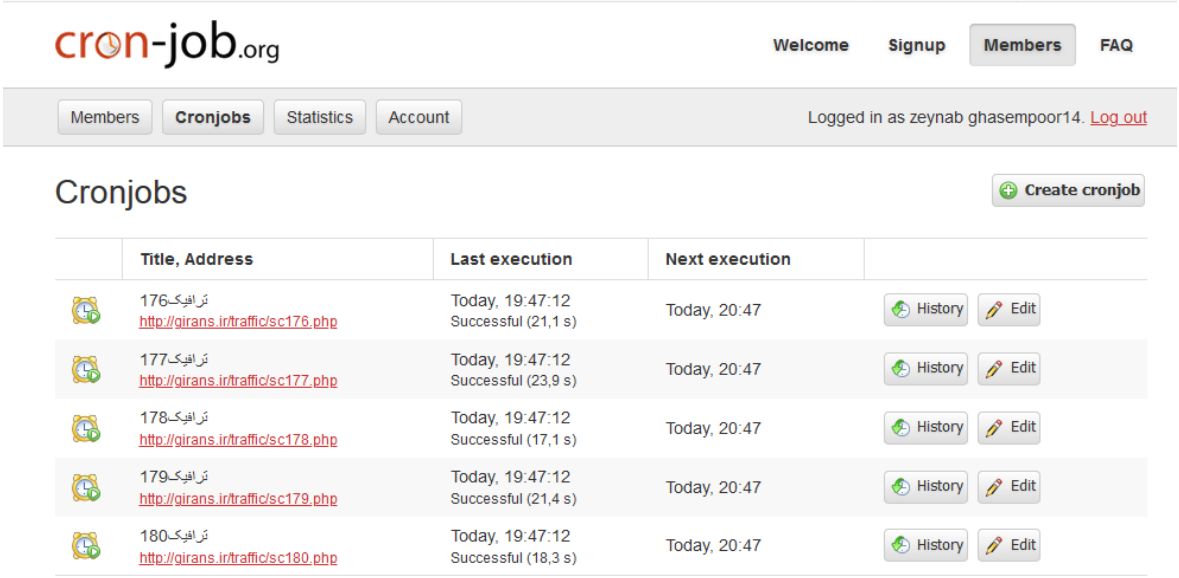
جدول ۳- جدول کدهای رنگی ترافیکی

کد	کدهای رنگی	رنگ
۴	(۲۵۵,۱۲,۰)	قرمز
۲	(۲۲۵,۲۰۸,۶۲)	زرد
۳	(۲۴۸,۱۳۱,۱۱)	نارنجی
۵	(۱۴۶,۴,۳)	قرمز پررنگ

۲-۵- اسکرین‌شات از نقشه

برای برداشت و جمع‌آوری داده‌های ترافیکی مورد نیاز، کدی نوشته شد. در این برنامه، آدرس url این ۲۳۷ محدوده‌ی مورد نظر، قرار داده می‌شود. در این مرحله به کمک اطلاعات ذخیره شده در پایگاه داده، می‌توان هر بخش از مناطق را در مرورگر مشاهده نمود. در ابتدا هر یک از سطرهای موجود در پایگاه داده خوانده می‌شود، بر اساس اطلاعات موجود در هر سطر به صورت اتوماتیک، منطقه‌ی مورد مطالعه در مرورگر نمایش داده می‌شود. در مرحله‌ی بعد، از محیط مرورگر عکس گرفته می‌شود. برای گرفتن اسکرین‌شات از سایت http://screeenly.com استفاده شده است. این سایت، یک منبع باز و رایگان است. برای اسکرین‌شات گرفتن تنها کافی است فیلدهای

توکن که از این سایت گرفته شده است و آدرس url قطعات به آدرس http://screenly.com/api/v1/fullsize فرستاده شود. تصویر اخذ شده در پایگاه داده‌ی این سایت ذخیره می‌شود. در مرحله‌ی بعد این اطلاعات، به صورت کاملا اتوماتیک به سرور اصلی منتقل می‌شود. تمام مراحل گفته شده سبب می‌شود که اطلاعات ترافیک در محیط پایگاه داده ذخیره گردد. این مراحل در داخل یک فایل نوشته شده است و با اجرای آن فایل در سمت سرور، تمام کارها به صورت اتوماتیک قابل اجرا می‌باشد. به عبارت دیگر هر موقع کاربر، فایل اصلی را اجرا نماید، به صورت اتوماتیک تمام ۲۲ منطقه‌ی تهران اسکن می‌شود و اطلاعات ترافیک آن ذخیره می‌شود. در مرحله بعدی نیاز است که برنامه یا دستوری وجود داشته باشد که هر چند دقیقه یک بار این دستورات اجرا شود. برای انجام اتوماتیک دستورات، محدودیت‌های برنامه‌نویسی وجود دارد. طبق بررسی‌های انجام شده دستوری برای اجرای اتوماتیک یک دستور دیگر وجود ندارد. از طرفی هم انجام اینکار توسط کاربر در طول شبانه‌روز بی‌معنا می باشد. با بررسی‌های انجام شده، شرکت‌های خدماتی متنوعی در سراسر جهان وجود دارند که اینکار را انجام می‌دهند، شرکت cronjob یکی از شناخته‌شده‌ترین شرکت‌ها در این حوزه می‌باشد. کرون جاب یا Cron Jobs قابلیتی در سیستم‌های لینوکسی است که وظیفه‌ی اجرای عملیاتی خاص در زمانبندی خاصی را به صورت کاملا اتوماتیک بر عهده دارد. این عملیات می تواند اجرای یک دستور یا command یا برنامه ی خاصی و یا اجرای یک اسکریپت باشد. در واقع با استفاده از کرون جاب به صورت کلی می توان کارهای روتین و تکراری را به سادگی، بدون دخالت و کاملا اتوماتیک زمانبندی و اجرا کرد (شکل ۵).



شکل ۵-نحوه‌ی قرارگیری آدرس صفحات در سایت cronjob

۲-۶- برداشت اطلاعات عکس و ذخیره در پایگاه داده:

در این مرحله، سعی بر آن است که با هر بار اسکرین-شات گرفتن، علاوه بر جمع‌آوری داده‌های ترافیکی، اطلاعات تصاویر از جمله حجم عکس، نوع عکس (png,jpg,tif)، طول عکس، ارتفاع عکس، مسیر ذخیره‌ی عکس و زمان اسکرین‌شات گرفته شده (سال، ماه، روز، ساعت، دقیقه و ثانیه) در پایگاه داده ذخیره شود. بدین منظور، جدولی در پایگاه داده تنظیم شد که این اطلاعات را با هر بار اسکرین‌شات گرفتن برداشت کرده و در پایگاه داده ذخیره می‌کند (شکل ۶).

	sid	width	height	type	zoom	paths	date	screenshot
Edit Copy Delete	1	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb025b9b14_k68jy3...	2020-03-28 06:32:28	69
Edit Copy Delete	2	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb024e332a_rcqdaX...	2020-03-28 06:32:29	66
Edit Copy Delete	3	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb024e414a_bSwnDE...	2020-03-28 06:32:29	70
Edit Copy Delete	4	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb026bd0fa_ThrWqP...	2020-03-28 06:32:29	67
Edit Copy Delete	5	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb024e3cf9_B7byU3...	2020-03-28 06:32:30	68
Edit Copy Delete	6	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb0325b29f_Ax9lZr...	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	7	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb05fb11e2_vp6Huq...	2020-03-28 06:33:25	90
Edit Copy Delete	8	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb05fc6d4a_NW6CLe...	2020-03-28 06:33:26	89
Edit Copy Delete	9	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb05faf5c1_9E6VhC...	2020-03-28 06:33:26	87
Edit Copy Delete	10	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb060cebdb_XrJeho...	2020-03-28 06:33:27	88
Edit Copy Delete	11	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb05fb0213_7WKRe4...	2020-03-28 06:33:28	86
Edit Copy Delete	12	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb0da196a2_7AiL0K...	2020-03-28 06:35:25	223
Edit Copy Delete	13	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb0d9c0db5_5yKKuw...	2020-03-28 06:35:26	228
Edit Copy Delete	14	1342	768	resource	16	http://screeenly.com//storage/5e7eb0dae3197_dQx8fK...	2020-03-28 06:35:28	227

شکل ۶- جدول مربوط به ذخیره‌ی اطلاعات عکسی

۲-۷- تبدیل اطلاعات عکسی به اطلاعات‌زمینی

برای انتقال مختصات پیکسلی نقاط رنگی برداشت شده از روی عکس به زمین، از تبدیل افاین استفاده شده است. بدین منظور، ابتدا رابطه‌ی بین ابعاد پیکسل و سانتی‌متر و سپس تبدیل سانتی‌متر به متر طبق رابطه‌ی: ۱ پیکسل=۰,۰۰۰۲۶۳۶ سانتی‌متر به دست آمد.

در مرحله‌ی بعدی، مختصات پیکسلی ۴ گوشه‌ی عکسی که برای قطعات استخراج و ذخیره شده بود، در این مرحله در رابطه‌ی بالا قرار داده شد و پیکسل به سانتی‌متر و سپس به متر طبق جدول ۴ تبدیل شد.

جدول ۴- مختصات ۴ گوشه‌ی تصاویر بر حسب واحد متر

مختصات چهار گوشه	مختصات (پیکسل)
مختصات X گوشه‌ی پایین سمت چپ	۰,۰۰۲۸۹۹۶
مختصات Y گوشه‌ی پایین سمت چپ	۰,۱۵۳۴۱۵۲
مختصات X گوشه‌ی بالای سمت راست	۰,۳۵۳۲۲۴
مختصات Y گوشه‌ی بالای سمت راست	۰,۰۰۲۸۹۹۶
مختصات X گوشه‌ی بالای سمت چپ	۰,۰۰۲۸۹۹۶
مختصات Y گوشه‌ی بالای سمت چپ	۰,۰۰۲۸۹۹۶
مختصات X گوشه‌ی پایین سمت راست	۰,۳۵۳۲۲۴
مختصات Y گوشه‌ی پایین سمت راست	۰,۱۵۳۴۱۵۲

مختصات زمینی و عکسی ۴ گوشه موجود است. هر مختصات دو معادله تولید می‌کند، بنابراین ۸ معادله ایجاد می‌شود. این ۸ معادله دارای ۶ مجهول افاین می‌باشد که ۸ معادله و ۶ مجهول قابل حل است. ۶ مولفه‌ی مجهول معادله‌ی افاین به نام‌های a,b,c,d,e,f برای هر یک از این ۲۳۷ قطعه به صورت مجزا به دست آمده و در یک جدول به نام جدول افاین در پایگاه داده ذخیره شده است (شکل ۷).

+ Options

	id	a	b	c	d	e	f
Edit Copy Delete	1	7368.205562130414	10.093420947729006	509600.3541469587	9.058175793635842	-7342.712192623223	3952811.4969331874
Edit Copy Delete	2	7367.427539103756	11.738812588196838	511589.90089274663	10.709053665688145	-7342.714500025247	3952813.8714927924
Edit Copy Delete	3	7368.210568661503	13.684427262024668	513941.8573849398	12.662014978117424	-7342.717676440183	3952817.254255696
Edit Copy Delete	4	7365.588363842199	30.978843920497276	534821.6242294444	30.015259856293195	-7340.967570803292	3956089.3171236215
Edit Copy Delete	5	7369.405329717257	28.945636532027244	532397.9943538182	27.973788865405893	-7345.042174365979	3951422.0700639905
Edit Copy Delete	6	7369.355040613786	26.8507047110067	529864.9135250408	25.87153021599409	-7345.034654879627	3951413.190179596
Edit Copy Delete	7	7369.390035664087	24.307889149031727	526790.2138303572	23.320140703873324	-7345.0262863118505	3951403.3824147396
Edit Copy Delete	8	7369.38403696688	22.212997656056913	524257.12261822843	21.218065598628016	-7345.020016529848	3951396.102079737
Edit Copy Delete	9	7369.378972774948	20.267370757582604	521904.5029377223	19.265766244086908	-7345.014698808628	3951389.987596605
Edit Copy Delete	10	7369.331029325962	18.17250849745807	519371.43034767173	17.16362491450781	-7345.009518614682	3951384.1009088536
Edit Copy Delete	11	7368.541866167472	16.67669450874195	517560.31162622146	15.664109322673498	-7343.652629362006	3952379.2777556125
Edit Copy Delete	12	7368.3238404176245	15.180543279234843	515751.479103639	14.16231327306919	-7343.649566556556	3952375.8841139395
Edit Copy Delete	13	7368.576251497184	28.946203184254657	532394.3496219104	27.976758969686383	-7343.688599055513	3952421.0133697516
Edit Copy Delete	14	7367.839959991368	28.948957051627872	532391.1127856461	27.97939395600192	-7342.932177129813	3953307.97200679

شکل ۷- شش مولفه‌ی مربوط به معادلات افاین

+ Options

	id	color	x	y	xasli	yasli	Xzamini	Yzamini	date	screenshot
Edit Copy Delete	1	3	357	224	0.0941052	0.0590464	540320.10295844	3942925.1902021	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	2	3	358	224	0.0943688	0.0590464	540322.04722975	3942925.1991407	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	3	3	359	224	0.0946324	0.0590464	540323.99150106	3942925.2080793	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	4	3	360	224	0.094896	0.0590464	540325.93577236	3942925.2170179	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	5	3	361	224	0.0951596	0.0590464	540327.88004367	3942925.2259565	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	6	3	362	224	0.0954232	0.0590464	540329.82431498	3942925.2348951	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	7	3	363	223	0.0956868	0.0587828	540331.75939769	3942927.181567	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	8	3	364	223	0.0959504	0.0587828	540333.703669	3942927.1905056	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	9	3	365	223	0.096214	0.0587828	540335.64794031	3942927.1994443	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	10	3	366	223	0.0964776	0.0587828	540337.59221162	3942927.2083829	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	11	3	367	223	0.0967412	0.0587828	540339.53648292	3942927.2173215	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	12	3	368	223	0.0970048	0.0587828	540341.48075423	3942927.2262601	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	13	3	369	223	0.0972684	0.0587828	540343.42502554	3942927.2351987	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	14	3	370	223	0.097532	0.0587828	540345.36929685	3942927.2441373	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	15	3	371	222	0.0977956	0.0585192	540347.30437956	3942929.1908092	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	16	3	372	222	0.0980592	0.0585192	540349.24865087	3942929.1997478	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	17	3	373	222	0.0983228	0.0585192	540351.19292218	3942929.2086864	2020-03-28 06:32:36	65
Edit Copy Delete	18	3	374	222	0.0985864	0.0585192	540353.13719348	3942929.2176251	2020-03-28 06:32:36	65

شکل ۸- نمونه‌ای از داده‌های ترافیکی جمع‌آوری شده در شبانه‌روز به همراه مختصات پیکسلی و مختصات زمینی

در برنامه‌ی نوشته شده، هر یک از این ۶ مولّفه را به ترتیب فراخوانی کرده و در معادله‌ی افاین قرار داده شد تا مختصات پیکسلی به مختصات UTM[۱] تبدیل شود.

$$X = xa + yb + c \quad (۱)$$

$$Y = xd + ye + f \quad (۲)$$

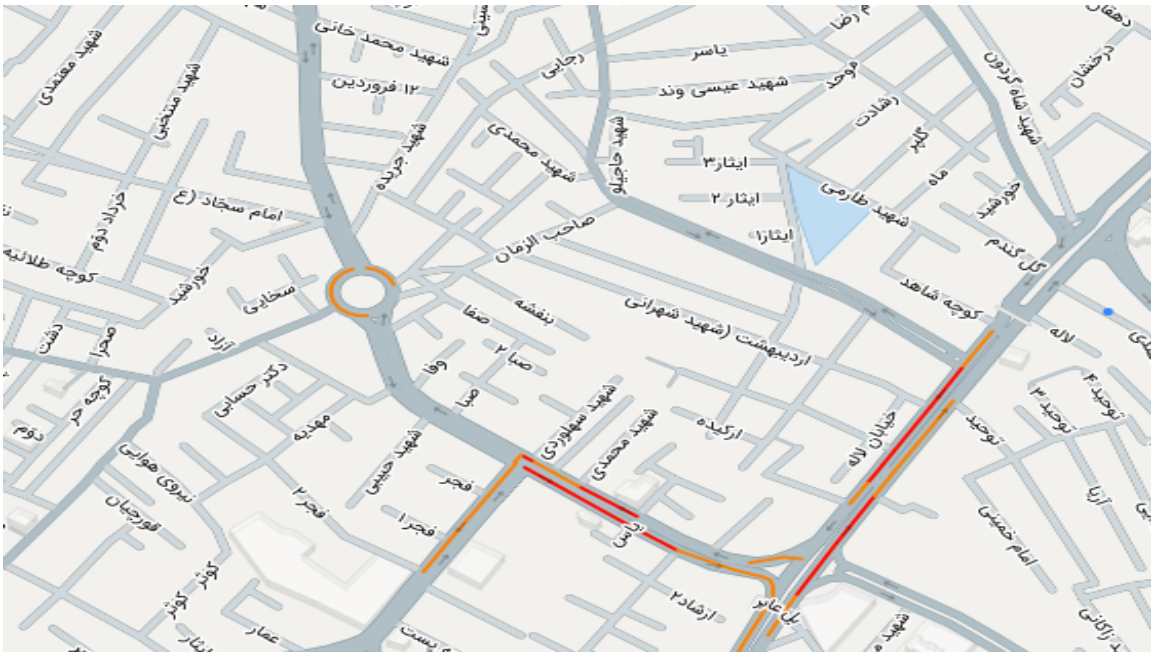
در رابطه‌های ۱ و ۲، x , y به ترتیب طول و عرض هر پیکسل عکسی بر حسب متر هستند و شش مولفه‌ی a,b,c,d,e,f شش مولفه‌ی معادلات افاین را تشکیل می‌دهند که به دست آمده و در جدولی به نام جدول افاین در پایگاه داده ذخیره شده است. مختصات Y,X به ترتیب مولفه‌های طول و عرض زمینی پیکسل عکسی بر حسب UTM می‌باشند که با قرار گیری مولفه‌ها در این معادله به دست می‌آیند.

در این مرحله، با جمع‌آوری داده‌های ترافیکی و محاسبه‌ی تمام مختصات زمینی و ذخیره‌ی آن‌ها در پایگاه داده، هدف تحقیق محقق شد. در پژوهش حاضر، روزانه به صورت میانگین بین ۲۰۰۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰۰ داده‌های ترافیکی، بسته به میزان ترافیک معابر، خیابان‌ها، آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها برداشت می‌شود. در شکل ۸ نمونه‌ای از داده-های جمع‌آوری شده‌ی ترافیکی در پایگاه داده نشان داده شده‌است

[۱۳] Universal Transverse Mercator coordinate system

با ارزیابی بر روی داده‌های ترافیکی جمع‌آوری شده، می‌توان گفت که رنگ‌های ترافیکی حاصل که هدف این تحقیق را شامل می‌شود، با دقت بسیار بالایی با کدهای نوشته شده و مراحل توضیح داده شده از روی نقشه‌ی ترافیکی، تشخیص، برداشت و در نهایت در پایگاه داده ذخیره شده است.

به عنوان نمونه، نقطه‌ای را با مختصات طولی UTM ۵۱۰۷۰۲٫۶۹۷۸۶۶۸۱ و مختصات عرضی UTM ۳۹۵۲۰۲۵٫۰۸۶۴۳۲۹ که با تبدیل به مختصات جغرافیایی به ترتیب، مختصات طولی ۵۱٫۱۱۸۳۲۱۹۰۴۵۹۱ و مختصات عرضی ۳۵٫۷۱۲۱۱۵۶۳۰۸۴۱ به دست می‌آید، در نظر بگیرید. همانطور که در شکل ۹ مشخص است، این نقطه با این موقعیت، دارای رنگ ترافیکی نارنجی است.



شکل ۹- نمونه‌ای از ارزیابی رنگ‌های ترافیکی ذخیره شده به صورت اتوماتیک در پایگاه داده و مقایسه‌ی آن با ترافیک واقعی

همانطور که در جدول موجود در پایگاه داده که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، رنگ نقطه با این موقعیت جغرافیایی، با عدد ۳ که نشان دهنده‌ی رنگ نارنجی است، ذخیره شده است و این دو کاملا با هم هماهنگی دارند.

```
SELECT * FROM `nahaye`
```

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

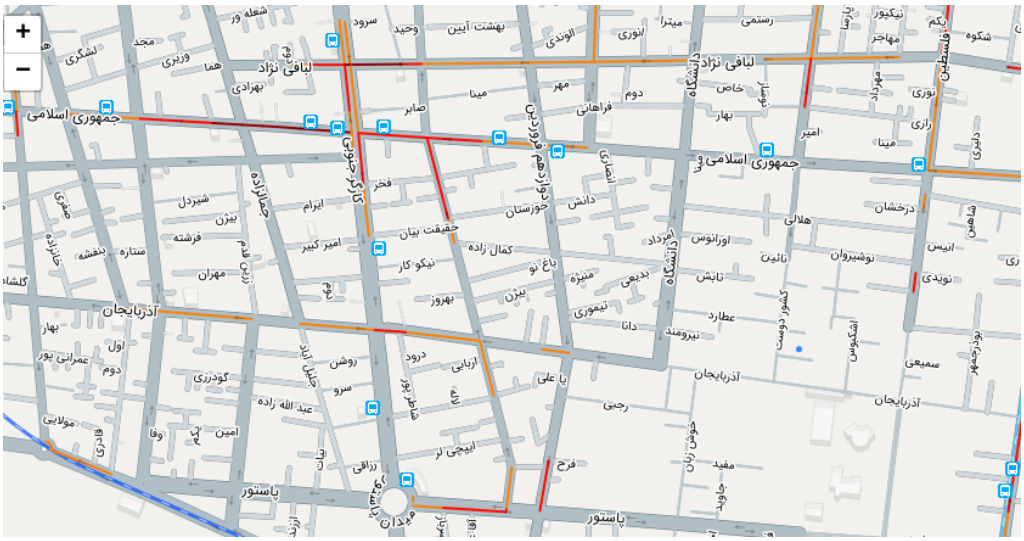
1 > >> | Show all | Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

+ Options

	id	color	x	y	xasli	yasli	Xzamini	Yzamini	date	screenshot
Edit Copy Delete	1	3	567	407	0.1494612	0.1072852	510702.69786681	3952025.0864329	2020-04-16 18:10:47	227

شکل ۱۰-رنگ ترافیکی ذخیره شده برای نقطه‌ای با مختصات معلوم در پایگاه داده

این رنگ ترافیکی در ساعت ۱۸:۱۰ در تاریخ ۱۶-۰۴-۲۰۲۰ برداشت شده است. حال برای نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی به طول ۵۱٫۳۸۵۸۴۶۹۳۰۹۳۳ و عرض ۳۵٫۶۹۶۱۱۰۱۴۹۹۶۴ در ساعت ۱۰:۵۴ صبح در تاریخ ۱۹-۰۴-۲۰۲۰، رنگ ترافیکی همانطور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، به رنگ قرمز است.



شکل ۱۱- نمونه‌ای از ارزیابی رنگ‌های ترافیکی ذخیره شده به صورت اتوماتیک در پایگاه داده و مقایسه‌ی آن با ترافیک واقعی

در شکل ۱۱ مشخص است که رنگ ترافیکی این محدوده به رنگ قرمز است. همانطور که در جدول موجود در پایگاه داده که در شکل ۱۲ نشان داده شده است، رنگ نقطه با این موقعیت جغرافیایی با عدد ۴ که نشان‌دهنده‌ی رنگ قرمز است، ذخیره شده است و این دو کاملا با هم هماهنگی دارند.

Edit Copy Delete	205453	3	254	304	0.0669544	0.0801344	535294.28155491	3961270.9432305	2020-04-1	16
Edit Copy Delete	205454	4	33	119	0.0086988	0.0313684	534908.47080851	3950314.0024965	2020-04-1	18
Edit Copy Delete	205455	4	33	120	0.0086988	0.031632	534908.47896933	3950312.0663439	2020-04-1	18
Edit Copy Delete	205456	3	255	305	0.067218	0.080398	535296.23003076	3961269.0174547	2020-04-1	16
Edit Copy Delete	205457	3	256	305	0.0674816	0.080398	535298.17033611	3961269.0253715	2020-04-1	16
Edit Copy Delete	205458	3	55	371	0.014498	0.0977956	534953.26855468	3949826.2660017	2020-04-1	18

شکل۱۲- رنگ ترافیکی ذخیره شده برای نقطه‌ای با مختصات معلوم در پایگاه داده

نقطه‌ای دیگر با مختصات جغرافیایی به طول ۵۱,۴۰۰۰۶۲۲۰۳۱۶۲ و عرض ۳۵,۷۵۶۸۲۱۷۳۳۵۳۹ همانطور که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، دارای رنگ ترافیکی قرمز پررنگ می‌باشد.

شکل ۱۳- نمونه‌ای از ارزیابی رنگ‌های ترافیکی ذخیره شده به صورت اتوماتیک در پایگاه داده و مقایسه‌ی آن با ترافیک واقعی

این نقطه با این رنگ ترافیکی در پایگاه داده، با رنگ ترافیکی ۵ در ساعت ۱۲:۴۳ و در تاریخ ۱۹-۰۴-۲۰۲۰ اخذ شده است که این عدد نماینده‌ی رنگ قرمز پررنگ است(شکل۱۴).

Edit Copy Delete	504371	3	1275	191	0.33609	0.0503476	537290.28315908	3957726.8303065	2020-04-19 12:43:24	12
Edit Copy Delete	504372	3	696	18	0.1834656	0.0047448	536169.02930663	3957058.5078228	2020-04-19 12:43:25	11
Edit Copy Delete	504373	4	1275	309	0.33609	0.0814524	537291.24696375	3957498.5471666	2020-04-19 12:43:24	12
Edit Copy Delete	504374	5	696	22	0.1834656	0.0057992	536169.06197463	3957050.7684802	2020-04-19 12:43:25	11
Edit Copy Delete	504375	3	1275	486	0.33609	0.1281096	537292.69267075	3957156.1224567	2020-04-19 12:43:24	12
Edit Copy Delete	504376	3	697	18	0.1837292	0.0047448	536170.97065705	3957058.5157357	2020-04-19 12:43:25	11
Edit Copy Delete	504377	5	697	22	0.1837292	0.0057992	536171.00332504	3957050.7763931	2020-04-19 12:43:25	11

شکل ۱۴- رنگ ترافیکی ذخیره شده برای نقطه‌ای با مختصات معلوم در پایگاه داده

۳- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، شامل چند نتیجه‌ی اصلی می‌باشد. اول اینکه بررسی پارامترهای تاثیرگذار بر مسئله‌ی ترافیک می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را جهت درک رفتار ترافیک و دلیل تغییر نوسانات ترافیک در موقعیت‌ها و شرایط مختلف فراهم کند که این مورد خود می‌تواند به عنوان یک روش پیشنهادی برای ده‌ها و حتی صدها پژوهش در آینده در حوزه‌ی ترافیک مورد توجه و ارزیابی قرار بگیرد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که جهت بررسی ترافیک، اولین قدم نحوه‌ی دسترسی به داده‌های ترافیکی است. داده‌های ترافیک به صورت لحظه‌ای وجود دارند، اما هیچگاه بستری جهت جمع‌آوری این داده‌های ترافیکی در دسترس نبوده است. این مورد، موضوعی بوده است که علاقه مندان حوزه‌ی ترافیک همواره با آن مواجه بوده اند و در موارد زیادی به دلیل عدم دسترسی به داده‌های ترافیک یا عدم دسترسی به مقادیر کافی داده‌های ترافیک، پژوهش‌های آن‌ها را با مشکل مواجه کرده است. از این رو در پژوهش حاضر، یک مدل تحت وب طراحی شد تا یک بستری برای تولید داده‌های ترافیکی فراهم شود. لازم به ذکر است که این مدل کاملا تحت وب و اتوماتیک داده‌ها و اطلاعات ترافیکی منطقه‌ی مورد مطالعاتی را به صورت روزانه و لحظه‌ای برداشت می‌کند. در مرحله‌ی بعدی، جهت بررسی میزان صحت و درستی داده‌های ترافیکی برداشتی از طریق این سامانه‌ی تحت وب، میزان ترافیک سامانه‌ی طراحی شده با ترافیک موجود مقایسه گردید. نتایج این مقایسه نشان داد که این سامانه‌ی تحت وب با دقت ۱۰۰ درصد داده‌های ترافیکی را برداشت و ذخیره می‌کند. از این داده‌های ترافیکی تولید شده، در زمینه‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. در این تحقیق، ابتدا نقشه‌ی ترافیک نشان فراخوانی شد و محدوده‌ی استان تهران بر روی آن مشخص شد. سپس مختصات عکسی و در ادامه مختصات زمینی ۴ گوشه تصاویر با استفاده از روش‌های کدنویسی به دست آمد و با استفاده از این مختصات‌ها، مختصات تمام نقاط ترافیکی محدوده‌ی مورد مطالعه با استفاده از معادله‌ی افاین به دست آمد. در مرحله‌ی بعدی، طبق فرآیندی که توضیح داده شد، با استفاده از کدنویسی‌های متعدد و با توجه به باند رنگی چهار رنگ ترافیکی بر روی نقشه‌ی نشان که شامل ۴ نوع رنگ ترافیکی قرمز، قرمز پررنگ، زرد و نارنجی است، رنگ‌های ترافیکی برداشت و در پایگاه داده ذخیره شد.

علاوه بر رنگ‌های ترافیکی، مختصات نقاط نیز برداشت و ذخیره شد. از این داده‌های به دست آمده، می‌توان برای مقایسه‌ی حجم ترافیک در ساعات مختلف شبانه‌روز و در طی روزهای مختلف استفاده کرد. اطلاعات موجود روی نقشه‌ی ترافیک نشان به عنوان اطلاعات اصلی ترافیک می‌باشد که سامانه‌ی تحت وب طراحی شده می‌تواند با دقت بسیار بالایی (با دقت صددرصد) رنگ‌های ترافیکی را از روی این نقشه تشخیص دهد. علاوه بر تشخیص رنگ، همانطور که طی پژوهش اشاره شد، با به کار بردن معادله‌ی افاین برای تبدیل مختصات پیکسل‌های عکسی به مختصات زمینی، مختصات زمینی نقاط ترافیکی برداشتی نیز بر حسب یوتی‌ام به دست آمده و در پایگاه داده ذخیره می‌شود.

۴- پیشنهادها

دستاوردهای حاصل در این پژوهش را در حوزه‌های مدیریتی، کنترل و پیش‌بینی ترافیک که نقش مهمی در اقتصاد کلانشهرها دارد و بسیاری از حوزه‌های دیگر که نیازمند داده‌های ترافیکی جهت پیش‌بینی هستند، می‌توان مورد استفاده قرار داد. به عنوان نمونه از سامانه‌ی تحت وب طراحی شده برای تولید داده‌های ترافیکی، می‌توان برای پژوهش‌های زیادی در حوزه‌ی ترافیک استفاده نمود. پژوهش حاضر، پیشنهادهای زیادی را برای تحقیقات آتی دارد:

- ✓ استفاده از این داده‌های ترافیکی تولیدی برای بررسی میزان نقش شرایط آب‌وهوایی به عنوان یک پارامتر تاثیرگذار بر روی مسئله‌ی ترافیک. این مسئله را هم از بعد زمانی و هم از بعد مکانی می‌توان مورد ارزیابی قرار داد و به نتایج قابل توجهی دست یافت.
- ✓ بررسی میزان تاثیر روزهای هفته در وضعیت و حجم ترافیک تولیدی
- ✓ بررسی میزان تاثیر تعطیلات رسمی و غیررسمی در حجم ترافیک تولیدی
- ✓ بررسی رابطه‌ی بین آلودگی و ترافیک
- ✓ بررسی میزان تاثیر ارتفاعات ساختمان بر تراکم آلودگی و متعاقبا تاثیر آلودگی بر روی ترافیک و بالعکس
- ✓ بررسی میزان تاثیر جهش وزش باد بر موضوع آلودگی و تاثیر آن بر روی ترافیک و بالعکس

به صورت کلی همانطور که اشاره شد، از آنجایی که موضوع دستیابی به داده‌های ترافیکی همواره مشکلی بوده است که طی دوره‌های مختلف لاینحل باقی مانده و بسیاری از پژوهش‌ها و تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌ی مسئله‌ی ترافیک را همواره با مشکل مواجه کرده است، از این رو با طراحی این سامانه‌ی تحت وب جهت تولید داده-های ترافیکی، به جرات می‌توان بیان کرد که مشکل دستیابی به داده‌های اولیه برای انجام تحقیقات مختلف در حوزه‌ی ترافیک مرتفع گردیده است.

مراجع

[1] Behzadi, S. and A.A. Alesheikh, Cellular Automata vs. Object-Automata in Traffic Simulation. International Journal of Remote Sensing Applications, 2014. 4(1): p. 61-69.

[2] Ahadi, M.R. and E. Ghanizadeh Hesar, Traffic Calming for Neighborhood Revitalization Using SWOT Models (Case Study: Yurdshahy Neighborhood, Urmia). Human Geography Research, 2017. 49(4): p. 755-767.

[3] Khan, S.U.R., et al., Driving behaviours, traffic risk and road safety: comparative study between Malaysia and Singapore. International journal of injury control and safety promotion, 2015. 22(4): p. 359-367.

[4] Hung, K.V., Education influence in traffic safety: A case study in Vietnam. IATSS research, 2011. 34(2): p. 87-93.

[5] Bakhtari Aghdam, F., et al., Developing a national road traffic safety education program in Iran. BMC public health, 2020. 20(1): p. 1-13.

[6] Qasim, Z., A.-R. Ziboon, and K. Falih. TransCad analysis and GIS techniques to evaluate transportation network in Nasiriyah city. in MATEC Web of Conferences. 2018. EDP Sciences.

[7] Alkaissi, Z.A., Effect of high temperature and traffic loading on rutting performance of flexible pavement. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 2020. 32(1): p. 1-4.

[8] Nadi, A., M.H. Hosseinlu, and S. Nadi, Investigating the impact of road tolling system on traffic in inner-city highways by pairwise comparison and discrete choice analysis (case study: Isfahan city), in The 12th conference of transportation and traffic engineering of Iran. 2012: Tehran.

[9] Iacovazzi, A. and A. Baiocchi, Protecting traffic privacy for massive aggregated traffic. Computer Networks, 2015. 77: p. 1-17.

[10] Kumarage, S.P., et al. Traffic flow estimation for urban roads based on crowdsourced data and machine learning principles. in First International Conference on Intelligent Transport Systems. 2017. Springer.

[11] Elfar, A., A. Talebpour, and H.S. Mahmassani, Machine learning approach to short-term traffic congestion prediction in a connected environment. Transportation Research Record, 2018. 2672(45): p. 185-195.

[12] Payman, G., K.V. Kamran, and H. Mahmudzadeh, Urban traffic crisis management in the GIS environment with an emphasis on choosing the optimal route for public parking lots (case study; District 8 of Tabriz Municipality), in Faculty of Planning and Environmental Sciences. 2017, Tabriz University: Tabriz.

[13] Jafarian, H. and S. Behzadi, Evaluation of PM2. 5 emissions in Tehran by means of remote sensing and regression models. Pollution, 2020. 6(3): p. 521-529.

[14] Johansson, C., et al., Impacts on air pollution and health by changing commuting from car to bicycle. Science of the total environment, 2017. 584: p. 55-63.

[15] Behzadi, S. and A.A. Alesheikh, A Pseudo Genetic Algorithm for solving best path problem. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2008. 3.

[16] Behzadi, S., A.A. Alesheikh, and E. Poorazizi, Developing a genetic algorithm to solve shortest path problem on a raster data model. Journal of Applied Sciences, 2008. 8(18): p. 3289-3293.

[17] Ghasempoor, Z. and S. Behzadi, Traffic Modeling and Prediction Using Basic Neural Network and Wavelet Neural Network Along with Traffic Optimization Using Genetic Algorithm, Particle Swarm, and Colonial Competition. Journal of Geomatics Science and Technology, 2021. 10(3): p. 147-163.