مجله علوم جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره ۲۰، شماره ۴۶، بهار ۱۴۰۳، صص ۲۰-۱

بهینه‌سازی مسیریابی مبتنی بر GIS در مطالعات کمربندی شیراز و بررسی خطرات احتمالی عبور ترافیک توأم سبک و سنگین از داخل شهر شیراز و ارائه راهکار

محمدعلی علیمردانی

دانشجوی دکترای تخصصی عمران سازه، گروه عمران، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران

عبدالمجید اسدی

استاد یارگروه زمین‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران(نویسنده مسئول)

Asadi.abdolmajid1402@gmail.com

لیلا شهریاری

استادیار گروه عمران، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

دریافت: ۱۴۰۲/۷/۱۲ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۶

چکیده

برای صنعت حمل و نقل، سرعت و قابلیت اطمینان جنبه‌های اصلی هستند که امروز و در آینده باید روی آنها تمرکز کرد. خواه حمل و نقل عمومی یا حمل و نقل محصول باشد. رسیدن از محل ارسال به مقصد نهایی بدون هیچ‌گونه مانعی در مسیر ضروری است. همان‌طور که می‌بینید، راه‌حل‌های GIS سفارشی برای حمل و نقل می‌تواند، تغییرات انقلابی در این صنعت ایجاد کند. از مدل‌سازی مسیر و ترافیک گرفته تا نظارت بر مصرف سوخت و بار سیستم‌های GIS فناوری کلیدی در این صنعت هستند. انتقال میعانات نفت و گاز از اولویت‌های اصلی و اساسی کشور است. اما تأمین ایمنی شهروندان مهم‌ترین موضوع می‌باشد. Gis یک رویکرد جدید برای تشخیص وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهری و سنجش از دور است، که می‌تواند در حوزه زیرساخت راه‌ها، شریان‌های حیاتی و خیابان‌ها ضمن بررسی وضعیت موجود با ملاحظات زیست محیطی در مسیریابی بهینه بهترین مسیر را انتخاب، استفاده و جریان ترافیک را نیز لحظه‌ای کنترل نمود. در این مقاله مطالعه ترافیک عبوری شیراز بررسی و مشخص شد، که در صورت آتش‌سوزی یک دستگاه خودرو سبک در کنار یک تانکر سوخت‌رسان در یکی از خیابان‌ها به دلیل اینکه به‌خاطر ترافیک امکان رسیدن خودروهای آتش‌نشانی زمینی از خیابان‌های مملو از ترافیک میسر نبوده و متأسفانه امداد هوایی آتش‌نشانی هم نداریم. فاجعه‌ای در شهر شیراز روی خواهد داد که قابل جبران نخواهد بود؛ لذا نوآوری این مقاله کشف همین موضوع مهم است. ضمن بررسی و ارائه موارد حادثه مشابه در جهان ضمن تأکید به بهینه‌سازی ترافیک فعلی برای حل این بحران با استفاده از GIS و نقشه هوایی منطقه مسیریابی حومه شیراز بررسی و مسیر کمربندی مناسب انتخاب و راهکار پیشنهادی ارائه گردید.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، شیراز، ترافیک، شریان حیاتی

مقدمه

راه‌ها و شریان‌های حیاتی یکی از مهم‌ترین رکن‌های اقتصادی امنیتی و ایمنی هر کشورند که نقش مهمی هم در احیاء یا انهدام محیط زیست دارد. داشتن مزایای اقتصادی فراوان، مخاطرات زمین‌شناسی، زمین‌لغزش‌ها، تغییر کاربری اراضی، کاهش گونه‌های جانوری و گیاهی را به‌خوبی می‌توان به کمک سنجش از راه دور تشخیص و در هر پروژه عمرانی کنترل نمود. عوامل مختلف همانند شیب، گسل‌ها، چینه‌شناسی، فاصله از آبراهه، پوشش گیاهی، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش جنگلی، مناطق حفاظت شده، دیواره‌های سنگی، دره‌ها را می‌توان در مطالعات شریان‌های حیاتی به کمک سنجش از راه دور مطالعه و بهترین مسیر را انتخاب کرد. به کمک وزن نسبی و تأثیرات این عوامل در محیط و با مساعدت GIS می‌توان مسیری را برای خیابان یا راه انتخاب نمود که کمترین خسارت یا مشکلات زیست محیطی را داشته باشد؛ لذا با بررسی زمینی و به کمک GISمشکلات خیابان‌های شهر شیراز بررسی و مشخص شد که کاملاً عبور ترافیک سنگین از درون شهر شیراز صورت می‌پذیرد؛ لذا به کمک سنجش از راه دو موضوع مطرح و کشف مشکل و مخاطرات به عمل آمد. در پهنه‌بندی نسبی خطرات مختلفی شهری همانند شیراز یکی از شهرهای مهم ایران است، که در لیست پهنه‌بندی با خطر نسبی بسیار بالا قرار دارد . لذا با مطالعات علمی می‌بایست نسبت به تقلیل خطر اقدام نمود.

روش تحقیق، اهداف مطالعه و موقعیت شهر شیراز

برای مطالعه، روش‌های زیر استفاده شده ایجاد نقشه پایه، شناسایی منطقه پر ترافیک، جمع‌آوری داده‌ها در مورد حجم ترافیک، تجزیه و تحلیل به کمک GIS شناسایی مسیرهای جدید، از تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا برای ایجاد استفاده شده نقشه اصلی. در منطقه تحقیقاتی، شناسایی، ارزیابی برای تعیین مکان‌یابی، مسیریابی استفاده، مشکلات ترافیکی و بررسی حجم ترافیک مشخص انجام شد. شهر شیراز مرکز استان فارس، پنجمین شهر بزرگ و پر جمعیت ایران بوده و جمعیت آن با حومه در سال ۱۳۹۸ معادل ۱۶۰۹۶۱۵ نفر است. با قرار داشتن در مسیر تجاری داخل کشور به سمت بنادر جنوبی مخصوصاً بندر بوشهر و بندرعباس در واقع چهارراه بزرگ تجاری اقتصادی در جنوب کشور می‌باشد. حمل و نقل زمینی محصولات نفتی بزرگ‌ترین حوزه و پالایشگاه‌های متعدد جم و عسلویه از درون این شهر ضمن ایجاد رونق اقتصادی خطرات زیادی نیز برای این شهر دارد. به دلیل ازدحام قابل توجه ترافیک، تأخیر در زمان سفر حتی در فواصل کوتاه، آلودگی هوا و عوامل دیگر، سناریوی ترافیک فعلی در منطقه شهر شیراز مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. دانستن و تحقیق در حجم ترافیک ضروری است. با بررسی وضعیت موجود می‌توان اقدامات لازم برای رفع آن انجام داد. اتخاذ تکنیک‌های تحلیلی GIS می‌تواند کمک بزرگی برای تجزیه و تحلیل مشکلات ترافیکی باشد. مدیریت ترافیک مؤثر است و همچنین می‌تواند نیازها را برطرف کند. این تحقیق دارای اهداف زیر است:

شناسایی حجم ترافیک در مکان‌های شلوغ در منطقه مورد مطالعه، ایجاد یک پایگاه داده GIS برای حجم ترافیک، تعیین مسیرهای جایگزین برای ترافیک مؤثر مدیریت. آشکارسازی مخاطرات ترافیک توأم سبک و سنگین درون شهری، بررسی و پیشنهادات لازم و اتخاذ مسیرهای جدید در منطقه مطالعه برای افزایش خدمات حمل و نقل مفید و شناسایی مشکلات موجود و از اهداف اصلی تجزیه و تحلیل شبکه حمل و نقل در سطحی از مطالعه انجام شده یافتن کمترین فاصله بین هر دو نقطه هدف است. سیستم حمل و نقل برای سفر روزانه آسان، ایمن و مقرون به صرفه از یک منطقه به منطقه دیگر با استفاده از

زمان واقعی داده‌ها از طریق ماهواره بر روی نقشه‌های دیجیتال امکان‌پذیر است. انگیزه اصلی مطالعه تعیین و بهینه‌سازی خدمات حمل و نقل با استفاده از تکنیک‌های GIS برای منطقه مورد مطالعه است و نتیجه نهایی مطالعه این بود که شهر شیراز از خطرات احتمالی آتش‌سوزی و انفجار ایمن گردد. مسافت کلی سفر و مصرف سوخت نیز کاهش می‌یابد و با کاهش موارد مصرفی و تقلیل طول سفر سالانه مقدار قابل توجهی صرفه‌جویی ریالی و باعث تقلیل آلودگی می‌شود. به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری بالقوه برای استفاده در برنامه‌ریزی حمل و نقل تحقیق به این نتیجه رسیدیم که پتانسیل GIS برای جمع‌آوری حجم عظیمی از داده‌ها و ریشه‌های مختلف GIS را به ابزاری قدرتمند تبدیل می‌کند. با استفاده از حجم داده‌ها، تراکم جمعیت، سطح خدمات و دسترسی‌ها را می‌توان تصمیم گرفت. از آنجا بهینه‌سازی مسیر و سایر برنامه‌ریزی‌های حمل و نقل ممکن است.

GIS و ترافیک شهری

با توجه به گسترش روزافزون استفاده از سیستم‌های حمل و نقل شهری و ازدیاد تقاضای سفرها، حجم بالای ترددهای صورت پذیرفته، نیاز به تأمین امکانات اولیه زیر بنایی این سیستم حمل‌ونقل، نیاز مبرم به ارائه یک مدیریت توانمند جهت عدم مواجه یا کاهش معضلات حمل و نقلی استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت تلفیق اطلاعات لازم در حوزه حمل و نقل و GIS بیش از پیش ضروری می‌باشد. از این رو در این بخش عمده‌ترین پروژه‌ها و نیز معضلات حمل و نقلی که می‌تواند با یاری از سیستم GIS به نحو مطلوبی مدیریت گردد به شرح زیر ارائه می‌گردد.

- اطلاعات حجم ترافیک، علائم راهنمایی، تصادفات، ایمنی معابر و سامانه‌های هوشمند کنترل ترافیک
- مدیریت بر عمران و معابر شهری، مدیریت بر چراغ‌ها و سیستم مانیتورینگ تقاضای شهری
- مدیریت بر ایستگاه‌ها و مسیر اتوبوسرانی شهری، مدیریت تاکسیرانی شهری و شرکت‌هایی مانند تاکسی اینترنتی
- مدیریت و ساماندهی سیستم تاکسی تلفنی‌های شهرها، مدیریت راه‌ها و پیاده‌روها
- نشان دادن موقعیت نصب علایم کنترل ترافیک و پیشنهاد موارد لازم جهت نصب علایم جدید
- بررسی علامت‌گذاری، خط‌کشی راه‌ها و سامانه روشنایی راه‌ها، مسیر راه‌آهن شهری و ابنیه مربوط به آن، سامانه نگهداری روکش راه‌ها
- بررسی موقعیت و وضعیت تأسیسات شهری از قبیل دریچه‌های واقع در راه‌ها و پایگاه اطلاعات مربوط به پارکومترها

برنامه‌های توسعه شبکه ترافیکی و شبکه حمل و نقل به سیستم سنجش از راه دور وابسته‌اند. اطلاعات معتبر در مورد زیر ساخت حمل و نقل شرط اصلی برای بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها می‌باشد. از این رو لازم است، اطلاعات معتبر و به‌روز به راحتی در دسترس باشد. چرا که نبود اطلاعات مناسب می‌تواند، مانع از تصمیم‌گیری برتر گردد؛ بنابراین اطلاعات مربوط به شبکه‌های حمل و نقل و برنامه‌ریزی‌های مربوطه که از طریق نرم‌افزارهایی همچون EM2 و GETRAM و...صورت می‌پذیرد می‌بایستی برای ذخیره، بازیابی، مدیریت و بررسی مرتبط جهت تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی به نرم‌افزارهای این سیستم معرفی گردد. اغلب این داده‌های مربوط به حمل و نقل شامل ترددها، فهرست علائم، بررسی تصادفات و مسائل ایمنی راه‌ها و شرایط مسیرها، فهرست طرح‌های هندسی و موارد مشابه خواهد بود. حال سیستم اطلاعات جغرافیایی الگوی جدیدی را برای ساماندهی اطلاعات و طراحی سیستم‌های اطلاعاتی ایجاد می‌کند که جنبه اصلی استفاده از مفهوم مکان به‌صورت

پایه‌ای برای ایجاد سیستم‌های اطلاعاتی جدید می‌باشد. از فواید استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

کاهش زمان و تسهیل جمع‌آوری اطلاعات مربوط به حمل و نقل ترافیک

ایجاد روشی ساده جهت گردآوری اطلاعات برای پایگاه‌داده‌ها

ایجاد روشی ساده جهت بهنگام نمودن اطلاعات برای پایگاه‌داده‌ها

از آنجایی که استفاده‌کنندگان سامانه تنها باید اطلاعات مورد نظر را وارد کنند و نیاز به صرف وقت برای انجام محاسبات ندارد، لذا دقت داده‌ها نیز بالا می‌رود، از آنجایی که کاربر نیازی به داشتن اطلاعات اضافی از منابع مختلف را ندارد، لذا زمان بیشتری برای بالا بردن بهره‌وری خواهند داشت. ارتقاء سطح روند تصمیم‌گیری، با وجود اطلاعات خام و پردازش شده در زمینه‌های مختلف، تصمیم‌گیران و طراحان به سادگی و با علم کافی قادر به تصمیم‌گیری در مورد طرح‌های مختلف خواهند بود. از معایب این سامانه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :هزینه بالای نصب، راه‌اندازی سخت‌افزار و تهیه نرم‌افزارهای مرتبط، آموزش تخصصی کاربران .

نظری بر پیچیدگی حمل و نقل شهری

شبکه‌های حمل و نقل شهری بسیار پیچیده هستند. زیرا چندین روش حمل و نقل ترکیب شده‌اند. فضای محدود در مناطق با تراکم بالا با افزایش تقاضای حمل و نقل، تعداد زیاد خودروها، عوارض محدودکننده، تقاطع‌های متعدد مواردی هستند، که این پیچیدگی را بیشتر می‌کنند. اطلاعات جغرافیایی سیستم‌ها (GIS) به‌عنوان یک ابزار مفید برای نمایش، تجزیه و تحلیل سیستم‌های حمل و نقل به دلیل انواع اطلاعات موردنیاز ابزار ارزشمندی برای مطالعه فراهم نموده است. رسیدگی به نیازهای سیستم حمل و نقل در لایه‌های مختلف سیستم سنجش از راه دور قابل رصد است. وسیله‌ای مؤثر برای سازماندهی داده‌های ضروری مرتبط با حمل و نقل به‌منظور تسهیل ورودی، تجزیه و تحلیل و نمایش یافته‌ها، به لطف سنجش از دور به خوبی تثبیت شده است. استفاده از اطلاعات جغرافیایی سیستم‌ها (GIS) در حل و فصل مدیریت ترافیک بسیار مهم است. مسائل مکان فضایی تراکم ترافیک و غیره اطلاعات مکانی مبتنی بر مکان با استفاده از آن‌ها توسط (GIS) تعیین شد. جدول شماره (۱) مقایسه میانگین ترافیک عبوری به صورت نمونه‌گیری چهار روزه و چهار ساله از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ در شیراز به‌عنوان نمونه از منبع مطالعات مرکز راهداری و حمل و نقل جاده‌ای اخذ و در مقاله لحاظ شده است و در این جدول در ستون روزانه میانگین چهار روز بر اساس روال معمول در راهداری در جدول درج و در سطر پنجم مجموع چهار روز و در سطر ششم میانگین چهار روز درج شده است که نشانگر این موضوع است که در یک روز به طور متوسط چه تعداد خودرو از درون شهر شیراز عبور می‌کنند. در ستون دوم تردد خودروها در چهارسال آورده شده و مجموع چهار ساله در سطر پنجم و در سطر ششم میانگین چهارساله لحاظ شده است. (این محاسبه بر اساس روال معمول آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای است.)

جدول شماره (۱) مقایسه میانگین ترافیک عبوری نمونه چهار روزه وچهار ساله از سال ۱۳۹۷تا۱۴۰۱در شیراز

سواری و وانت		کامیون دو محور سبک ومینی‌بوس		اتوبوس		کامیون دو و سه محور		چهار محور و بیشتر		مجموعه وسایل عبوری		معادل سواری عبوری	
روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه
۵۷۹ ۲	۲۱۱۴۲ ۵۹	۴۹۷۲	۱۸۱۴۷ ۸۸	۳۳	۱۱۹۷۹	۲۲۹۷	۸۳۸۵۱ ۶	۳۳۱۵	۱۲۰۹۸ ۵۹	۱۶۴۰۹	۵۹۸۹۴ ۰۱	۴۱۸۱ ۹	۱۵۲۶۳ ۹۸۸
۴۶۴ ۹	۱۶۹۶۹ ۳۶	۲۴۰۱	۸۷۶۳۵ ۲	۲۲	۷۹۶۷	۱۵۵۰	۵۶۵۶۴ ۵	۲۲۹۲	۸۳۶۵۱ ۸	۱۰۹۱۳	۳۹۸۳۴ ۱۹	۲۶۸۴ ۷	۹۷۹۹۲ ۱۰
۲۸۹ ۶	۱۰۵۷۱ ۲۹	۲۴۸۶	۹۰۷۳۷ ۴	۱۶	۵۹۸۹	۱۱۴۹	۴۱۹۲۵ ۸	۱۶۵۷	۶۰۴۹۲ ۹	۸۲۰۵	۲۹۹۴۷ ۰۰	۲۰۹۱ ۰	۷۶۳۱۹ ۹۴
۲۳۲ ۹	۸۴۹۹۰ ۶	۱۲۰۲	۴۳۸۶۸ ۷	۱۳	۴۵۷۸	۷۷۵	۲۸۳۰۳ ۷	۱۱۳۳	۴۱۳۶۰ ۸	۵۴۵۲	۱۹۸۹۸ ۱۵	۱۳۳۷ ۶	۴۸۸۲۰ ۸۲
جمع ستون‌ها در سطر ذیل و میانگین در سطر بعدی آورده شده است.													
۱۵۶ ۶۶	۵۷۱۸۲ ۳۰	۱۱۰۶۱	۴۰۳۷۲ ۰۱	۸۴	۳۰۵۱۳	۵۷۷۱	۲۱۰۶۴ ۵۶	۸۳۹۷	۵۷۱۶۲ ۲۰	۴۰۹۷۹	۱۴۸۵۷ ۳۳۵	۱۰۲۹ ۵۲	۳۷۵۷۷ ۲۷۴
۳۹۱ ۶	۱۴۲۹۵ ۵۷	۲۷۶۵	۱۰۰۹۳ ۰۰	۲۱	۷۶۲۸	۱۴۴۳	۱۸۹۴۱ ۷۸	۲۰۹۹	۱۴۲۹۰ ۵۵	۱۰۲۴۵	۳۷۱۴۳ ۳۴	۲۵۷۳ ۸	۹۳۹۴۳ ۱۹

پیشینه تحقیق، موضوعات و حوادث ترافیکی مشابه

در دهه های اخیر موضوع جدید مهندسی ترافیک به وجود آمد که بر مطالعه و اصلاح عملکرد ترافیک در شبکه جاده ها، سال تقاطع‌ها، پایانه‌ها و شریان‌های حیاتی ترافیکی شهرها تأکید دارد. دکتر محمود حسابی دانشمند فقیه ایرانی در فرهنگ‌سازان قرار مسئولان و ۱۳۴۸توصیه‌هایی برای عبور و مرور خودروها ارائه کرده که تا به امروز مورد کم‌اعتنایی گرفته است. وی در مقاله خود تحت عنوان«مشکلی به نام مشکل رانندگی در تهران به عدم رعایت قوانین آیین‌نامه توسط رانندگان اشاره کرد. اجرای قوانین و مقررات و نظارت بر آن امری اجتناب‌ناپذیر و لازمه آسودگی و اطمینان خاطر برای سفرهای درون و برون شهری است. اما امروز پس از گذشت ۴۵ سال از انتشار آن توصیه‌ها شاهد صدور روزانه ۹۰ هزار قبض جریمه برای رانندگان متخلف هستیم. هم اکنون بیش از ۲۴ میلیون خودرو در کشور تردد می‌کنند، که بیش از سه میلیون ودویست هزار دستگاه از آن در تهران تردد دارند. شکل ۱: ترافیک یکی از زیرگذرهای شیراز در ساعت یازده شب را نشان میدهد.

شکل ۱: ترافیک یکی از زیرگذرهای شیراز در ساعت یازده شب

نمونه‌هایی از حوادث ترافیکی پیش‌آمده در شهرهای مختلف به دلیل عدم جداسازی ترافیک سبک و سنگین در ادامه آورده شده عوامل متعددی مانند انفجار(Hadianfard et al,2016) ، اما با توجه به تمرکز این تحقیق بر روی تصادفات خطرناک و مهیب هست. نمونه‌هایی از این حوادث در ذیل ارائه شده است. در روز ۲۵ ژوئن ۲۰۱۷ در پنجاب پاکستان تانکر سوختی منفجر و بیش از ۲۱۹ نفر کشته شدند. این حادثه خانواده‌های بسیاری در اندوه و ماتم فرو برد و تعداد زیادی نیز زخمی شدند. سوختن اکثر قربانیان به حدی بود که از طریق آزمایش دی ان ای شناسایی شدند. علت حادثه ترکیدگی لاستیک اعلام شد. عکس‌هایی از این رخداد در شکل (۲) ارائه شده است (جعفری ۱۳۹۰).

شکل ۲: تصاویری از تلفات انسانی انفجار تانکر سوخت در پاکستان

انفجار و آتش‌سوزی تانکر سوخت در قم: در بلوار امام رضای قم تانکر سوخت منفجر شد که سرنشینان آن در دم کشته شدند. بنا بر اخبار اعلامی ده دستگاه خودرو آتش گرفتن که تلفات جانی به دلیل اقدام بموقع و فضای باز و امکان حضور سریع آتش‌نشانی آتش مهار شد. انفجار تانکر گاز در بندر ماهشهر: انفجار تانکر گاز در بندر ماهشهر به دلیل واژگونی که با درایت آتش‌نشانان و مردم خسارت کمی وارد شد. خوشبختانه این حادثه تنها منجر به سوختگی دو جوان شد. شکل (۳) به کمک GIS می‌توان خودروهای حامل میعانات خطرناک را راهبری و به‌دور از مراکز تجمع جمعیتی و ترافیک سنگین خودرویی هدایت کرد تا از وقوع سوانح احتمالی جلوگیری کرد.

شکل ۳: انفجار تانکر گاز در بندر ماهشهر

سامانه حمل و نقل هوشمند ترافیک

یکی از سامانه‌هایی که می‌تواند در زمینه مدیریت ترافیک به کمک سامانه حمل و نقل هوشمند بیاید، سامانه اطلاعات مکانی است. سامانه اطلاعات مکانی یا سامانه اطلاعات جغرافیایی مجموعه‌ای از ابزارها برای ترسیم، ویرایش، آماده‌سازی و آنالیز داده‌های مکانی، ذخیره، بازیابی و آنالیز داده‌های غیر مکانی و آنالیز توأم داده‌های مکانی و توصیفی می‌باشد. تلفیق و ارتباط میان سامانه اطلاعات مکانی با سامانه اطلاعات حمل و نقلی موجب تسهیل دسترسی به اطلاعات ترافیکی می‌شود. در واقع هدف از ایجاد سامانه اطلاعات مکانی برای سامانه حمل و نقل، تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی مرتبط میان اطلاعات حمل و نقل و سامانه اطلاعات مکانی می‌باشد. اطلاعات مربوط به منابع مختلف ترافیکی در یک پایگاه اطلاعاتی برای دسترسی و تجزیه و تحلیل سامانه گردآوری می‌شوند. اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، محدودیت سرعت در معابر، محل وقوع تصادفات، ویژگی‌های هندسی راه، موقعیت تقاطع‌های چراغ‌دار و نیز مراکز جذب سفر نظیر ادارات، مؤسسات آموزشی، مراکز تجاری و... از جمله موارد مهم پایگاه اطلاعات حمل و نقل است. سامانه‌های اطلاعات مکانی حمل و نقل در واقع ابزاری برای بهبود نحوه برنامه‌ریزی و طراحی پروژه‌های حمل و نقلی و ترافیک است. معمولاً هزینه اجرای پروژه‌های حمل و نقلی مانند ساخت تقاطع‌های غیرهمسطح، راه‌اندازی خطوط مترو، توسعه شبکه معابر و... بسیار بالا است. بدین منظور قبل از اجرای چنین پروژه‌هایی، نصب و راه‌اندازی سامانه‌های اطلاعات مکانی، در تصمیم‌سازی‌های مدیریتی و کارشناسی بسیار مؤثر خواهد بود. در صورت مثبت بودن توجیه اقتصادی، طرح مورد نظر اجرا می‌شود. در طراحی سامانه‌های اطلاعات مکانی برای سامانه حمل و نقل شهری اهداف زیر تعقیب می‌شوند :

- ❖ طراحی و آزمایش روش‌های تبدیل اطلاعات از منابع مختلف به پایگاه اطلاعاتی سامانه اطلاعات مکانی
- ❖ طراحی سامانه حفظ، نگهداری و به‌هنگام‌سازی اطلاعات و پارامترهای متناظر با شاخص‌های ترافیکی و تبدیل اطلاعات GIS به شکلی که قابل استفاده برای کاربران مختلف باشد.

تشکیل پایگاه آمار و اطلاعات ترافیک و حمل نقل به کمک GIS جهت بررسی موضوع

این پایگاه اطلاعاتی شامل اطلاعات زیر می‌گردد : محدوده منطقه شهری، کاربری‌های دولتی، کاربری‌های خدماتی، قطعات و بلوک‌های شهری، خط محوری خیابان‌ها، اطلاعات مربوط به هدایت آب‌های سطحی و زیرزمینی، موقعیت مراکز آموزشی، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، ایستگاه‌های پلیس و بسیاری موارد دیگر. اکثر اطلاعات مورداستفاده در GIS حمل و نقل مربوط به

خیابان‌ها می‌شود؛ لذا، فایل مربوط به خط محوری به‌عنوان اساس طراحی حمل و نقل می‌باشد. به همین سبب، باید این خطوط به طور دایم بهنگام شوند و خیابان‌های جدیدالاحداث و تغییرات معابر موجود به پایگاه اطلاعات اضافه گردند .به عنوان مثال فایل پوشش مربوط به معابر شامل اطلاعات مربوط به نام معبر، طبقه معبر به لحاظ عملکردی، ظرفیت معبر و..... است .البته برای کاهش مدت زمان تجزیه و تحلیل اطلاعات و محدودیت ظرفیت نگهداری اطلاعات مربوط به کوچه‌ها و معابر دسترسی محلی ذخیره نمی‌گردد. فایل پوشش معابر ساخته شده همان نقشه مبنای حمل و نقل است. اطلاعات مربوط به معابر که دائماً در حال تغییر است، مثل حجم تردد در طول معابر، حجم گردش در تقاطع‌ها و بسیاری موارد دیگر به فایل پوشش کمان‌ها و گره‌های مربوطه متصل می‌شوند .

سنجش از دور در سامانه‌های تعیین موقعیت وضعیت ترافیکی

مدیریت ترافیک: در بسیاری از کشورهای توسعه یافته برای کمک به امر ترافیک، خودروها به سامانه GPS مجهز می‌باشند. این سامانه به‌وسیله یک صفحه نمایشگر نه تنها موقعیت خیابان‌ها و بزرگراه‌ها را نمایش می‌دهد، بلکه برخی از آنها به‌وسیله صوت، راننده را از وضعیت موجود با خبر می‌سازد. به همین منظور شهرداری‌های کشور درصدد مجهز کردن ناوگان سازمان اتوبوسرانی خود به گیرنده‌های GPS است، تا بتوانند با استفاده از این سامانه، نظارت و کنترل بر ناوگان اتوبوسرانی را محقق سازند. مدیریت خودروها و شاید یکی از مهم‌ترین کاربردهای این سامانه، راهبری خودروها، تیم‌ها و تجهیزات امداد و نجات باشد. از آنجایی که سرعت انتقال وسایل نقلیه امدادرسان از اهمیت خاصی برخوردار است، مدیریت و هدایت آنها امری بسیار حیاتی می‌باشد. می‌توان با تجهیز این خودروها به سامانه GPS و ردیابی و کنترل آنها از طریق مرکز کنترل، به این امر پرداخت. به‌عنوان مثال شهرداری کلان‌شهرها پروژه‌ای به‌منظور نظارت بر ماشین‌های امداد سازمان اتوبوسرانی خود تعریف و با استفاده از همین سامانه آن را پیاده‌سازی نموده است. یکی از مهم‌ترین امکانات سامانه‌های اطلاعات مکانی برخورداری از ارتباط با سامانه GPS می‌باشد. ترکیب این دو با سامانه به‌منظور اندازه‌گیری و ثبت دقیق نقاط و همچنین تجزیه و تحلیل اطلاعات، شرایطی را برای انتخاب راه‌حلی درست برای برنامه‌ریزی و مدیریت در بسیاری از موارد و به طور خاص در عملیات امداد و نجات فراهم می‌آورد.

کنترل ترافیک به کمک ماهواره‌ها و سنجش از دور

ماهواره‌ها می‌توانند تصاویر بلادرنگ بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را نشان دهند و در مورد مناطق بحرانی که با چالش مواجه هستند هشدار دهند. این فناوری به طور قابل توجهی جنبه‌های مختلف تصمیم‌گیری را برای دولت و مقامات مربوطه ساده می‌کند. در نهایت، داده‌های حمل و نقل GIS در مورد خیابان‌ها و بزرگراه در دسترس و همه‌کاره هستند که برای برنامه‌ریزی و هدایت ترافیک ضروری است. با تجزیه و تحلیل تصادفات و حوادث حمل و نقل یکی از رایج‌ترین مسائلی است که صنعت حمل و نقل روزانه با آن مواجه است. با استفاده از دوربین‌های مدار بسته تلویزیونی (CCTV) و ماهواره‌ها، آدرس‌دهی به مکان و دریافت کمک به‌موقع اضطراری بسیار آسان می‌شود. در این جنبه، GIS می‌تواند به‌عنوان منبع گزارش در صورت بروز حادثه عمل کند و به شناسایی علل، مشارکت‌کنندگان و عواملی که منجر به آن می‌شود کمک کند و با مدل‌سازی ترافیک در مواقع ترافیک سنگین، مسئولان مربوطه بررسی راه‌حل‌های کارآمد برای همگام شدن با مشکل راشروع کردند. به همین دلیل، اکثر

کشورها از GIS در حمل و نقل برای بهبود مدیریت ترافیک و طراحی ساختار استفاده کرده‌اند. پلتفرم‌های GIS تغییرات مدیریت ترافیک را برای شبکه‌های مختلف جاده‌ای وسیع موجود در شهرها و شهرک‌ها امکان‌پذیر می‌سازد. در نتیجه، راه‌حل‌های GIS برای مدیریت بزرگراه‌ها و جاده‌ها نه تنها تأثیر مثبتی بر تراکم ترافیک و ازدحام سنگین دارد، بلکه ساخت خطوط هوایی و ریلی را نیز بهبود می‌بخشد. وقتی نوبت به فرایند برنامه‌ریزی مسیر می‌رسد، GIS و حمل و نقل همیشه در کنار هم هستند. برنامه‌ریزی جدید و بهبود راه‌های موجود یکی از راه‌های کلیدی برای بهبود مدیریت ترافیک و کاهش هزینه‌های آن است. ابزارهای GIS می‌توانند به تعیین کیفیت سطح جاده کمک کنند و تفاوت قابل توجهی در مصرف سوخت، نگهداری حمل و نقل و همچنین مدیریت زمان ایجاد کنند.

ارزیابی اثرات زیست محیطی، مدیریت ایمنی حمل و نقل، نظارت بر مصرف و توزیع سوخت

داده‌های GIS حمل و نقل به طور گسترده برای برنامه‌ریزی و ساخت جاده‌ها، راه‌آهن‌ها یا فرودگاه‌های سازگار با محیط زیست استفاده می‌شود. با کمک آن، کارشناسان می‌توانند آسیب‌های احتمالی به اکوسیستم‌های محلی و حیات حیوانات را ارزیابی کنند و اجازه می‌دهد تا قبل از شروع ساخت و ساز، ایده بهتری از اکوسیستم‌های موجود داشته باشید. علاوه بر این، راه‌حل‌های پردازش GIS قدرتمند می‌تواند تأثیر بالقوه ساخت و ساز را پیش‌بینی کند. این برای مقامات حمل و نقل و حفاظت از محیط زیست بسیار مهم است. یکی دیگر از جنبه‌های کلیدی GIS در برنامه‌ریزی حمل و نقل، ظرفیت تدوین مقررات و اطلاع‌رسانی به مردم در مورد نحوه استفاده از برخی امکانات حمل و نقل است. به‌عنوان مثال، رانندگان می‌توانند اطلاعاتی در مورد چهارراه‌های مختلف و حتی نقاط عبور راه‌آهن دریافت کنند. این در واقع می‌تواند به طور قابل توجهی احتمال تصادفات را کاهش دهد و برای هر کشوری ضروری است GIS.در برنامه‌ریزی حمل و نقل همچنین می‌تواند در جمع‌آوری اطلاعات در مورد هر نقطه از جاده، روی یک قطعه از مسیر راه‌آهن، یا نزدیک یک مرکز حمل و نقل ارزشمند باشد. این به برنامه‌ریزی مسیر پیش رو و جلوگیری از بروز آسیب کمک زیادی می‌کند. مصرف سوخت یک کاربرد ضروری GIS در حمل و نقل است که بر کارایی هزینه هر کسب و کاری تأثیر می‌گذارد. اساساً، استفاده از GIS در حمل و نقل می‌تواند صرفه‌جویی زیادی برای هر شرکتی که ناوگان قابل توجهی را اداره می‌کند، باشد. در کنار مسافت پیموده شده و صرفه‌جویی در مصرف سوخت، عمر مفید بیشتری را برای خودروها فراهم می‌کند. هر چه یک وسیله نقلیه برای انجام یک سرویس مایل کمتری طی کند، نیروی موتور هر روز کمتر خواهد بود. به‌عنوان یک امتیاز، صاحبان مشاغل می‌توانند هزینه‌های تعمیرات و خدماتی را که به دفعات کمتر مورد نیاز است تا حد زیادی کاهش دهند؛ بنابراین، داده‌های مکانی می‌تواند با صرفه‌جویی در هزینه‌های شما در مصرف سوخت و خدمات خودرو، راهی کاملاً سودآور برای کاهش مسافت پیموده شده باشد.

مدیریت ناوگان و نظارت بر بار

راه‌حل‌های GIS تنها در نقشه‌برداری جاده‌ای و ریلی پیاده‌سازی نمی‌شوند: به طور گسترده برای مدیریت ناوگان نیز استفاده می‌شود. امروزه برای بسیاری از اپراتورهای ناوگان و صاحبان شرکت، داشتن یک سیستم ردیابی خودرو دیگر یک "گزینه خوب برای داشتن" نیست، بلکه یک مسئله "باید" است. این ابزارها امکان نظارت بر ناوگان را از هر مکان و دریافت اطلاعات دقیق در مورد آنها فراهم می‌کند. علاوه بر این، برنامه‌های مدیریت دارایی که با تأمین مالی و نگهداری کشتی، مدیریت سوخت و غیره سروکار دارند را پوشش می‌دهد. نقشه‌های GIS برای حمل و نقل می‌تواند توسط مشاغلی که ممکن است از آنها برای

جلوگیری از سرقت و مکان‌یابی کالا استفاده کنند، استفاده شود. به طور معمول، برای استفاده داخلی طراحی شده است، جایی که هر محموله یا کانتینری که در آن حمل می‌شود مختصات XY، مبدأ، مقصد، محتویات، نحوه حمل و نقل (کشتی، کامیون یا قطار) و سایر داده‌های مرتبط خود را دارد. چه محموله از طریق جاده، راه آهن یا دریا حمل شود، این فناوری اجازه می دهد تا فرآیند تحویل را تا رسیدن به مقصد نهایی ردیابی کنید.

تجزیه و تحلیل تقاطع و برنامه‌ریزی توسعه شبکه حمل و نقل

تجزیه و تحلیل تقاطع یکی دیگر از جنبه‌های نقشه‌برداری است که بیشتر در راه‌حل‌های ابری GIS برای پردازش مقادیر زیادی از داده‌ها پیاده‌سازی می‌شود. این برای ترافیک شهری بسیار ارزشمند است، زیرا به رفع چالش‌های حجم ترافیک از زوایای مختلف کمک می‌کند. با آزمایش هر یک از درجات تقاطع، صاحبان مشاغل می‌توانند کارایی رویکردها و استراتژی‌های پیشنهادی برای حمل و نقل را تأیید کنند GIS همچنین می‌تواند شبیه‌سازی ساختار را قبل از فرایند ساخت و ساز واقعی انجام دهد. کارشناسان می‌توانند، یک طرح سه‌بعدی از طرح پروژه دریافت کنند. و همچنین آنها را با عکس‌های پهپاد از ساخت و ساز در حال انجام تحسین کنند. علاوه بر این، فناوری‌های GIS امکان ایجاد الگوهای طراحی را فراهم می‌کنند که می‌توانند بعداً برای ساخت بزرگراه‌ها، فرودگاه‌ها یا بنادر آینده اعمال شوند. این می‌تواند به شدت برای پیگیری فرایند و ارزیابی پیشرفت توسعه شبکه حمل و نقل مفید باشد.

بررسی حجم ترافیک عبوری سنگین از داخل شهر شیراز و معرفی مسیرها

مطالعه حجم ترافیک در نقاط منتخب انجام شد. موقعیت مکانی در شهر شیراز از طریق داده‌های پایگاه‌های میدانی و وسایل نقلیه در نظر گرفته شده برای مطالعه حاضر شامل دو محور، سه محور، وسیله نقلیه موتوری سبک وسیله نقلیه موتوری سنگین با استفاده از تردد شمارهای موجود برای جمع‌آوری داده‌های حجم ترافیک در نقاط مدنظر استفاده شد. مشاهده گردید که ساعت اوج ترافیک در هنگام صبح و عصر بود. با توجه به موارد شرح داده شده در بندهای قبلی و وجود ترمینال‌های مسافری مانند ترمینال کار اندیش، جنوب، غرب و شرق در داخل شهر و وجود قطب تعمیراتی ماشین‌آلات سنگین مانند امیرکبیر در داخل شهر و عبور ترافیک جنوب شرقی و شرق شیراز از سمت شهرستان‌های جنوبی فارس استان‌های جنوبی از محل پل فسا شامل خودروهای سبک و سنگین، تانکرهای حمل مواد شیمیایی و سوخت، تریلر و کامیون‌ها همراه با خودروهای سبک به دلیل عدم امکان تردد از سمت پل فسا به شمال شرقی شهر و ورودی محور اصلی سمت محور شیراز اصفهان از مسیر خیابان‌های اصلی شمال شرقی شیراز به بلوار هفت‌تنان ترافیک وسائط نقلیه سبک و سنگین در این شهر حاکم است. در شکل (۴) بخشی از مسیر پرترافیک نشان داده شده است.

شکل ۴: مسیر عبور ترافیک سنگین از داخل خیابانهای اصلی شیراز

بخشی از ترافیک نیز در مسیر کمربندی جنوبی شهر شیراز از پل فسا به سمت غرب شیراز در جریان است و روزانه تصادفات متعددی در حاشیه کمربندی که عملاً از داخل شهر عبور می‌کند، روی می‌دهد خسارت قابل توجه جانی و مالی به دلیل تداخل ترافیک خودروهای سبک و سنگین به مردم وارد می‌شود. بسیار جالب است که مطالعات جامعی در شهرداری شیراز صورت پذیرفته؛ ولی ردی از این معضل ترافیکی قابل دسترسی محققین نبود؛ لذا این امر نشانگر این است که موضوع اهمیتی برای مسئولین نداشته یا در جریان موضوع نیستند .

آمار تصادفات

آمار تصادفات رانندگی در شهر شیراز از منابع معتبر و قانونی اخذ شده و در جدول شماره (۲) آورده شده است. حال اگر یکی از تانکرهای سوخت عبوری در بلوار هفت‌تنان آتش بگیرد، همانند حادثه پاکستان با توجه به سطح مترمربعی بلوار هفت‌تنان و انشعابات آن هزاران خودرو و محدوده وسیعی از شهر شیراز و افراد بیشماری در آتش خواهند سوخت، اما راهکار احداث کمربندی شمال شرق شیراز و هدایت ترافیک خودروهای سنگین به بیرون شهر است. با هدایت ترافیک به بیرون شهر قطعاً آمار تصادفات جدول شماره (۲) کاهش خواهد یافت. افزایش آمار تصادفات خسارتی در سال ۱۳۹۸ نسبت به سنوات گذشته، مربوط به تجمیع و متمرکز شدن خطوط ۱۱۰ و ثبت تمام تصادفات به ویژه تصادفاتی که منجر به مصالحه طرفین می‌گردد، می‌باشد. (نیروی انتظامی فارس ۱۳۹۴-۱۳۹۸).

جدول ۲: آمار تصادفات رانندگی در شهر شیراز به تفکیک نوع (فقره) سال ۹۸-۱۳۹۱

سال	فوتی	جرحی	خسارتی	اعداد کل
۱۳۹۱	۲۷	۴۴۸۳	۱۱۲۴۴	۱۵۷۶۴
۱۳۹۲	۵۷	۴۶۴۲	۶۷۵۴	۱۱۴۵۳
۱۳۹۳	۸۸	۶۴۷۲	۴۹۶۲	۱۱۵۲۲
۱۳۹۴	۶۵	۴۹۴۱	۳۰۸۰	۸۰۸۶
۱۳۹۵	۷۵	۴۸۸۷	۲۷۶۰	۷۷۲۲
۱۳۹۶	۲۰۴	۱۰۲۷۱	۸۱۵	۱۱۳۹۰
۱۳۹۷	۱۶۲	۹۰۵۸	۱۳۱	۹۳۵۱
۱۳۹۸	۱۵۱	۷۶۶۰	۲۶۵۳۱	۴۴۳۴۲

برخی از حوادث طبیعی نیز قابل‌پیشگیری و تقلیل خسارت بوده است. با کمی دقت و تعهدپذیری مسئولین شهری قابل پیشگیری است. در حال حاضر کمربندی جنوبی شهر شیراز که از داخل شهر عبور می‌کند، آبستن حوادث فاجعه‌بار بزرگی است که مسئولین از جمله شهردار، شورای شهر شیراز و مسئولین مرتبط لحظه‌ای شاید به این موضوع فکر نمی‌کنند. در جدول شماره (۳) آمار تصادفات کمربندی جنوبی شیراز آورده شده است. (اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان فارس،۱۴۰۰).

جدول ۳: آمار تصادفات کمربندی جنوبی شیراز که از داخل شهر عبور می کند .

ماه‌های ۱۴۰۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	جمع کل
تعداد تصادفات	۱۰	۶	۱۲	۶	۲۴	۲۵	۱۸	۱۴	۲۷	۱۴	۱۳	۳۸	۲۰۷
فوتی	۱	۰	۳	۱	۲	۱	۳	۲	۱	۰	۲	۴	۲۱
جرحی	۱۳	۷	۱۲	۸	۱۹	۳۰	۱۹	۱۶	۳۶	۲۰	۲۸	۵۶	۲۶۴

رینگ ترافیکی مورد استفاده فعلی شهر شیراز

کمربندی موجود از محور شیراز – اصفهان در حدود کیلومتر ۵۰+ در شمال شیراز منشعب شده و بعد از گذر از شمال غربی، غرب و جنوب شیراز به محور شیراز – پل فسا متصل می‌گردد. لازم به ذکر است که کمربندیهای موجود شیراز در طول خود ارتباط بین محورهای شیراز – سپیدان و شیراز – بوشهر و محورهای فرعی جنوبی شیراز را پوشش می دهند. ترافیک ورودی از سمت بوشهر و یاسوج نیز وارد این کمربندی درون شهری می‌شود. شکل (۵)با استفاده از کمربندی موجود می‌تواند با سایر محورهای ورودی به‌جز محور شیراز – خرامه ارتباط برقرار کند. که عملاً به خیابان اصلی شهر شیراز تبدیل شده و از داخل شهر عبور می‌کند؛ لذا تمامی ترافیک ورودی و خروجی شهر به این شریان حیاتی واریز می‌شود.

شکل ۵: مسیر کنارگذر شمالی و غربی شیراز که در حال حاضر کمربندی درون شهری است. تصویر ماهواره‌ای

بررسی تردد شمارها

تردد شمارهای مختلفی در حوزه نفوذ طرح وجود دارد که از میان این تردد شمارها، قسمتی از آمار تردد شماری مربوط به محورهای شیراز – مرودشت و یا شیراز – پل فسا خواهد بود و لذا این تردد شمارها بررسی‌شده اند (شکل ۶) (سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان فارس).

شکل ۶: موقعیت تردد شمارهای موجود در محدوده حوزه نفوذ طرح

از میان تردد شمارهای شکل فوق، تردد شمار شیراز – پل فسا انتخاب گردیده و بررسی‌شده است. دلیل این انتخاب وجود ایستگاه آماربرداری مبدأ – مقصد در محل تردد شمار مذکور است. جزئیات این بررسی در ادامه آورده شده است. جدول (۴) آمار خروجی تردد شمار شیراز – کمربندی پل فسا را نشان می‌دهد و در جدول ۵: برآورد شاخص‌های جمعیت شهر شیراز بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۸ به تفکیک مناطق شهرداری آورده شده است.

جدول ۴: آمار تردد شمار شیراز - کمربندی پل فسا

مسیر	AADT	سواری و وانت	کامیونت و کامیون کوچک و مینی‌بوس	کامیون معمولی کمتر از ۱۰ متر و سه محوره‌ها	اتوبوس	تریلرها و باربرهای بالای سه محور
شیراز - کمربندی پل فسا	۱۹۴۶۳	۱۶۱۳۶	۱۴۹۲	۵۷۳	۳۳۰	۹۳۳
کمربندی پل فسا - شیراز	۱۹۸۷۳	۱۶۰۷۸	۱۳۳۵	۵۷۴	۲۸۹	۷۰۰
مجموع	۳۹۳۳۶	۳۲۲۱۳	۲۸۲۷	۱۱۴۷	۶۱۹	۱۶۳۴

جدول ۵: برآورد شاخص‌های جمعیت شهر شیراز بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۸ به تفکیک مناطق شهرداری

منطقه	مساحت (هکتار)	بعد خانوار (نفر)	تعداد خانوار	جمعیت کل (نفر)	جمعیت مرد (نفر)	جمعیت زن (نفر)	نسبت جنسی (درصد)	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
۱	۲۵۶۵	۲/۳	۴۷۵۴۴	۱۶۶۲۹۱	۸۰۳۴۵	۸۵۹۴۶	۹۳	۶۵
۲	۱۷۸۰	۲/۳	۴۹۴۲۷	۱۸۵۶۸۵	۹۴۲۳۴	۹۱۴۵۰	۱۰۳	۱۰۴
۳	۱۴۴۷	۲/۳	۴۲۴۸۸	۱۴۶۳۸۳	۷۳۷۱۰	۷۲۶۷۴	۱۰۱	۱۰۱
۴	۲۳۵۴	۱/۳	۸۸۷۰۰	۲۶۵۳۱۸	۱۳۰۰۷۹	۱۳۵۲۳۸	۹۶	۱۱۳
۵	۱۶۸۰	۴/۳	۴۵۴۳۹	۱۶۲۷۳۹	۸۵۵۹۲	۷۷۱۴۷	۱۱۱	۹۷
۶	۲۴۲۶	۹/۲	۴۱۲۱۸	۱۲۴۷۱۹	۶۰۹۳۳	۶۳۷۸۵	۹۶	۵۱
۷	۱۷۱۶	۳/۳	۴۱۰۷۵	۱۳۵۸۱۷	۶۸۸۲۳	۶۶۹۹۴	۱۰۳	۷۹
۸	۳۸۶	۴/۳	۸۳۵۱	۳۷۲۴۵	۱۹۳۴۰	۱۷۹۰۵	۱۰۸	۱۰۱
۹	۲۹۴۳	۳/۳	۵۰۱۲۷	۱۴۶۶۹۸	۷۴۳۲۲	۷۲۳۷۶	۱۰۱	۵۰
۱۰	۳۲۸۷	۲/۳	۵۴۴۳۷	۱۴۳۱۳۱	۷۲۰۱۹	۷۱۱۱۳	۱۰۱	۴۵
۱۱	۱۲۱۴	۳/۳	۳۲۸۰۸	۱۱۸۰۷۳	۵۹۴۲۹	۵۸۶۴۴	۱۰۱	۹۷
شیراز	۲۱۶۷۰	۲/۳	۴۹۸۵۷	۱۶۳۲۰۹۹	۸۱۸۸۲۷	۸۱۳۲۷۲	۱۰۱	۷۵

تجزیه و تحلیل ترافیک نشان می‌دهد که GISبه‌عنوان ابزاری برای مکان‌یابی مسیر و تراز بزرگراه انتخاب بهترین مکان مسیر و فرایند یک بزرگراه است. به دلیل متغیرهای زیادی که باید در نظر گرفته شوند، کمی پیچیده است. توجه برای دستیابی به بهترین نتایج اطلاعات جغرافیایی سیستم‌ها (GIS) می‌توانند به راحتی چنین متغیرهایی از جمله توپوگرافی را مدل‌سازی کنند. محیط زیست، مناطق ساخته شده، و متغیرهای زمین‌شناسی. این مطالعه و مزایای قابلیت‌های GIS که توانایی هم‌پوشانی همانند نقشه‌ها، ادغام و در لایه‌های مختلف ارائه می‌دهد و تجزیه و تحلیل فضایی را بر روی لایه‌های مختلف اطلاعات انجام و به‌صورت دو و سه بعدی در این تحقیق، مدل GIS برای مکان‌یابی مسیر و تراز بزرگراه مورد استفاده قرار گرفت. از مدلی برای تجزیه و تحلیل، ارزیابی و سپس انتخاب مسیر استفاده شد. مسیر جایگزینی با کمترین تأثیرات زیست محیطی، اقتصادی و سیاسی در این مطالعه، مدل GIS بر روی اپلیکیشنی که هدف آن انتخاب است، مورد بررسی قرار گرفت. بهترین جایگزین از سه خط پیشنهادی بزرگراه. انتخاب شد. نتایج این مطالعه به‌وضوح قابلیت کاربرد و پتانسیل GIS را نشان داد. مهندسی حمل و نقل می‌تواند از GIS به نحو مطلوب بهره‌مند شود.

مبانی نظری شریان‌های حیاتی شهر و کمک‌گرفتن از GIS و الزامات مدیریت مؤثر ترافیک در شهرها

با نظر به نقشه هر شهری اولین عنصر مدنظر شریان‌های حیاتی و معابر شهری است. به‌واسطه این عنصر می‌توان شهر را شناخت. این شبکه همانند ستون فقراتی است، که مهم‌ترین عناصر و مجموعه شهری در راستای آن به هم می‌پیوندد و هویت می‌یابد. اما کلمه حمل و نقل و ترافیک به انتقال چیزی از مکانی به مکان دیگر یا به همان عمل حمل کردن اطلاق می‌گردد . (امینی نژاد و افتخاری ۱۳۸۹). به کمک GIS می‌توان به‌صورت آنی ترافیک را رصد و هدایت نمود. جا دارد که مسئولین شهری به‌صورت ویژه در راستای هوشمندسازی ترافیک هزینه و اقدام نمایند. یکی از ضروری‌ترین الزامات برای مدیریت مؤثر ترافیک در شهرها بهینه‌سازی مسیر است. تجزیه و تحلیل فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی توسط تکنیک (GIS) که برای بهینه‌سازی مسیر مهم است. صورت می‌پذیرد. مسیر بهینه‌سازی نه تنها شامل یافتن کوتاه‌ترین مسیر بلکه بازده کامل مسیر را نیز به درستی افزایش می‌دهد. برای استفاده از تکنیک‌های پیشرفته مدیریت ترافیک ضروری است. در ابتدا، بررسی شناسایی محور جایگزین کمربندی که از درون شهر شیراز می‌گذرد، در این مطالعه انجام شد. برای مکان‌یابی مکان‌های شلوغ و در طول نظرسنجی ۳ مکان برای مطالعات حجم ترافیک انتخاب شد. حجم ترافیک نظرسنجی در این مطالعه در محل انتخاب شده انجام شد. جایی که سیستم حمل و نقل نتواند الزامات خود را برآورده کند. اطلاعات مکانی با استفاده از یک آمارگیری جمع‌آوری شد. سیستم موقعیت‌یابی .(GPS) نقشه پایه و مختلف نقشه‌های موضوعی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای توسط مشاور مطالعه امکان‌سنجی ایجاد شد. با استفاده از تجزیه و تحلیلGIS ، علل مشکلات حمل و نقل آشکار شد، و مسیرهای جایگزین کمربندی درون شهری بررسی شد. این مطالعه نشان می‌دهد. تعداد کلی خودروهای عبوری از شیراز و مناطق اطراف آن به طور چشمگیری گسترش یافته است. این موضوع منجر به افزایش حجم ترافیک و در نتیجه افزایش تراکم ترافیک و کاهش بهره‌وری حمل و نقل و از بین رفتن یکپارچگی سیستم کنترل ترافیک در شهر شیراز گردیده است. نقشه پایه منطقه مورد مطالعه تهیه و جمع‌آوری داده‌ها و بررسی و شناسایی در ساعات اوج ترافیک، و نهایتاً ارزیابی انجام شد.در منطقه تحقیقاتی ترافیک و تأخیر در زمان سفر در چند نقطه مشاهده شد. مختصات و گره‌های ترافیکی به کمک GPS برای دسترسی به حمل و نقل عمومی، تجزیه و تحلیل GIS نقطه UTM آنها تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل بیشتر، داده‌هایGPS به یک پلت فرم GIS وارد شد.

اهمیت GIS و مطالعه معضلات ترافیکی شهر شیراز و بررسی علمی مسیر پیشنهادی

اهمیت این مطالعه ناشی از استفاده از یک مدل توسعه یافته GIS است. در بررسی مسیریابی بزرگراه انتخاب مقدماتی، تحلیل، ارزیابی و نهایی انتخاب. مدل توسعه یافته GIS و الحاقات مختلف آن به‌ویژه تحلیلگر سه بعدی، مزایای زیادی در زمینه انتخاب تراز بزرگراه دارد. نکات زیر این مزایا را نشان می‌دهد. در مرحله مقدماتی انتخاب مسیر، امکان اجتناب وجود دارد. تأثیر بر مناطق حساس محیطی مختلف مانند مناطق با ارزش کشاورزی و تنوع زیستی، جنگل‌ها و آب، منابعی مانند چاه و چشمه. چنین گزینه‌ای ممکن است؛ زیرا همه لایه‌ها را می‌توان به طور همزمان نشان داد. هنگامی که کاربر مسیر را شناسایی می‌کند، می‌توان به بسیاری از جزئیات متغیر دست یافت، مسیر پیشنهادی چون نمایه قابل توسعه و ترسیم است. بلافاصله. مستقیماً GIS .ارزیابی دینامیکی اولیه را فراهم می‌کند. وقتی یک طرح و مسیر سه بعدی وجود دارد، انتخاب خط پروژه و

مسیر اولیه آسان‌تر است. توپوگرافی برای منطقه مورد مطالعه، امکان اجتناب و انتخاب مسیرها را ممکن می‌سازد. با استفاده از مدل سه بعدی از منطقه مورد مطالعه، کاربر می‌تواند به‌اندازه کافی در انتخاب مسیر دقت نماید. GIS در مراحل پایانی تحلیل و ارزیابی از قابلیت‌های بالایی برخوردار است در تجزیه و تحلیل اثرات بزرگراه پیشنهادی، با استفاده از روابط فضایی ویژگی‌های مختلف و بزرگراه، و سپس ارزیابی محور پیشنهادی بسته به اثرات آن در نهایت، کاربر می‌تواند به‌صورت بصری تراز انتخابی را نیز مشخص کند و می‌تواند بزرگراه طراحی شده نهایی را به‌صورت سه بعدی و می‌تواند رانندگی در بزرگراه را شبیه‌سازی کند .داده‌های اجتماعی و اقتصادی که در ارزیابی اثرات بزرگراه مفید خواهد بود.

بهترین مسیر و جایگزین پیشنهادی کمربندی جنوبی شیراز

بهترین پارامترهای انتهای یک رینگ کمربندی جهت انتقال ترافیک عبارتند از:

-تقلیل زمان سیر

-امکان تردد با سرعت ماکزیمم مصوب

-تقلیل تصادفات در مقایسه با محورهای مشابه

-انتقال ترافیک سریع و آسان از حومه شهرها به شهرها و مکان‌های هدف دیگر

-کم بودن زمان و هزینه احداث نسبت به مسیرهای مشابه

به کمک نقشه‌برداری هوایی، پهپاد، استفاده از امکانات سنجش از دور تمامی مسیرهای ممکن جهت احداث یک مسیر مواصلاتی کمربندی مورد بررسی از نظر محیط زیست، تخریب میزان منابع طبیعی، پل‌ها و تونل‌های مورد نیاز، طول مسیر، معارضین محلی، زمین‌های کشاورزی و جنگل‌های مورد مسیر در کریدورهای مختلف قرار گرفت که سنجش از دور تردد در مسیرهای صعب العبور و طی طریق را آسان نموده و در فاز اول مطالعات امکان‌سنجی نه مسیر در فاز اول در مسیرهای حاشیه شهر شیراز مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در مرحله بعد سه مسیر و نهایتاً مسیر نهایی انتخاب و پیشنهاد گردید و طول مسیر جایگزین کمربندی جنوبی که در حال حاضر از درون شهر شیراز می‌گذرد و حدود صدکیلومتر از دوراهی اکبرآباد می‌باشد در مسیر جدید تقلیل قابل توجهی دارد. شکل (۷)اتصال از انتهای قطعه پایانی آزادراه شیراز – اصفهان و عبور به سمت جنوب از منطقه سیاخ دارنگون و اتصال به محور شیراز کوار در جنوب شرقی شیراز می‌باشد که به کمک GIS به روش ذکر شده مکان‌یابی و مسیریابی شده است.

شکل ۷: راهنمای نقشه پیشنهادی کمربندی جدید جنوبی شیراز

پس از پیگیری‌های متعدد در حال حاضر مطالعات امکان‌سنجی کمربندی جنوبی جدید شیراز در شرف انجام و در حال پیگیری برای اخذ مجوز ماده ۲۳ از سازمان برنامه و بودجه هستند در شکل (۸) واریانت ها مورد مطالعه امکان‌سنجی آورده شده است. که محور دره مارون – کوار به طول تقریبی ۸۰ کیلومتر مورد تأیید اولیه قرار گرفته است (کرد و شهامت، ۱۳۸۵).

شکل ۸: نقشه پیشنهادی کمربندی جدید جنوبی شیراز

نتایج حاصله تحقیق و بررسی پیشنهادات

با توجه به پیشرفت علم GIS بهترین گزینه برای بررسی، مطالعه و پایش لحظه‌ای ترافیک سرمایه‌گذاری و استفاده شهرداری‌ها از این علم در ترافیک شهری و هوشمندسازی ترافیک به کمک GIS است. اولین و مهم‌ترین نتیجه حاصله این است که طی یک دوره نه ساله تعداد نفر فوتی قابل توجه ثبت شده فقط مربوط به تصادفات در شریانهای حیاتی شهر شیراز می‌باشد و فقط در سال ۱۴۰۰ دویست هشتاد و چهار نفر بر اثر تصادفات در کمربندی جنوبی شیراز فوتی و جرحی ثبت شده است. (آمار شهرداری شیراز و اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان فارس)

ترافیک محاسبه شده در حال حاضر از داخل شهر عبور می‌کند که خسارت‌های ذیل را در بر دارد:

تصادف و احتمال انفجار و آتش‌سوزی که به تفضیل شرح داده شد. تخریب آسفالت خیابانهای شهر با توجه به اینکه نوع، استحکام، بافت و طراحی آسفالت شهری برای ترافیک درون شهری در نظر گرفته شده است؛ ولی بار ترافیک خودروهای سنگین روی این آسفالت است. آلایندگی هوای شهری، اثر روانی شدید بر روی شهروندان، تصادفات منجر به جرح، فوت و خسارت، هدر رفتن وقت و توان شهروندان به دلیل ایجاد ترافیک توسط خودروهای سنگین، مصرف سوخت بیشتر توسط خودرو ها به دلیل کندی ترافیک و... با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و رصد به کمک پایش زمینی و GIS با توجه به اینکه عملاً شیراز کمربندی یا رینگ انتقال ترافیک سنگین ندارد. تمام خودروهای عبوری از چهار جهت عملاً از داخل شهر شیراز عبور می کند مسیرهای تردد عبارتند از :حرکت ترافیک سنگین خودروهای باری از اکبرآباد به سمت جوادیه، عبور از نزدیکی صنایع الکترونیک گذر از کنار فرهنگ شهر و از محله گلشن، با حرکت از تمامی محلات جنوب و غرب شیراز و نهایتاً رسیدن به پل فسا حدود ۶۸ کیلومتر تردد از فضای درون شهری است. به نظر می‌رسد در احداث کمربندی در گذشته تعلل شده است، عکس این مسیر هم تردد جاری و عبور ترافیک خودروهای سنگین از سمت پل فسا و طی خیابان‌های شهری و نهایتاً عبور از بلوار هفت‌تنان و خروج از دروازه قرآن گویای این موضوع که این شهر اصلاً کنارگذر ندارد.اشاره به

حوادث خطرناک به دلیل عبور ترافیک خودروهای سنگین از داخل شهر همانند انفجار تانکر حمل سوخت در پاکستان می‌تواند هشداری باشد برای مسئولین از جمله استانداری، راه و شهرسازی، راهداری و حمل و نقل جاده‌ای می باشد.

تنها راهکار موجود احداث کمربندی و رینگ جدید شمال و شمال شرق شیراز و کمربندی جنوبی شیراز به شرح توضیحات و مسیر ذکر شده در متن مقاله جهت انتقال ترافیک عبوری شمال به جنوب شهر است. جدول (۶) ترافیک سناریوهای مختلف برای سال اول بهره‌برداری از کمربندی پیشنهادی می‌باشد که می‌تواند برای سرمایه‌گذاران هم جذاب باشد.

جدول ۶: سناریوهای مختلف برای سال دهم بهره‌برداری کمربندی پیشنهادی

سال دهم احداث کمربندی	سواری و وانت		کامیون دو محور سبک و مینی‌بوس		اتوبوس		کامیون دو و سه محور		چهار محور و بیشتر		مجموعه وسایل عبوری		معادل سواری عبوری	
	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه	روزانه	سالیانه
سناریوی ۱	۵۷۹۲	۲۱۱۴۲۵۹	۴۹۷۲	۱۸۱۴۷۸۸	۳۳	۱۱۹۷۹	۲۲۹۷	۸۳۸۵۱۶	۳۳۱۵	۱۲۰۹۸۵۹	۱۶۴۰۹	۵۹۸۹۴۰۱	۴۱۸۱۹	۱۵۲۶۳۹۸۸
سناریوی ۲	۴۶۴۹	۱۶۹۶۹۳۶	۲۴۰۱	۸۷۶۳۵۲	۲۲	۷۹۶۷	۱۵۵۰	۵۶۵۶۴۵	۲۲۹۲	۸۳۶۵۱۸	۱۰۹۱۳	۳۹۸۳۴۱۹	۲۶۸۴۷	۹۷۹۹۲۱۰
سناریوی ۳	۲۸۹۶	۱۰۵۷۱۲۹	۲۴۸۶	۹۰۷۳۷۴	۱۶	۵۹۸۹	۱۱۴۹	۴۱۹۲۵۸	۱۶۵۷	۶۰۴۹۲۹	۸۲۰۵	۲۹۹۴۷۰۰	۲۰۹۱۰	۷۶۳۱۹۹۴
سناریوی ۴	۲۳۲۹	۸۴۹۹۰۶	۱۲۰۲	۴۳۸۶۸۷	۱۳	۴۵۷۸	۷۷۵	۲۸۳۰۳۷	۱۱۳۳	۴۱۳۶۰۸	۵۴۵۲	۱۹۸۹۸۱۵	۱۳۳۷۶	۴۸۸۲۰۸۲

مطالعه اخذ مجوز و احداث کمربندی و اتصال از آزادراه شیراز_بوشهر در منطقه دره مارون به سمت جنوب و عبور از منطقه سیاخ دارنگون شکل (۹) و نهایتاً اتصال به محور کوار شیراز می‌باشد.

احداث مسیر زرقان—تنگ خیاره و اتصال از طریق آزادراه اصفهان—شیراز به دوراهی قلات و اتصال به بزرگراه حسینی‌الهاشمی و نهایتاً حرکت به سمت دره مارون و اتصال به کمربندی جنوبی جدید شیراز بهترین گزینه انتخابی می‌باشد.

شکل ۹: طرح پیشنهادی کمربندی جدید شیراز

نتیجه نهایی اینکه:

۱-در کوتاه مدت به کمک GIS و رصد زمینی ترافیک خطرزا را به مسیر خاص هدایت و مسیر را ایمن‌سازی نمایند.

۲- اگر احداث کمربندی سریعاً توسط مسئولین مخصوصاً شهرداری شیراز و اداره کل راه و شهرسازی فارس اتخاذ تصمیم و به نتیجه نرسد قطعاً حادثه ای سنگین روی خواهد داد؛ لذا جا دارد، مسئولین مرتبط به فکر باشند و این مقاله در واقع یک بررسی علمی واقعی ، کشف معضل بزرگ و خطرآفرین شهر شیراز است و تأکید به متولیان امر می‌باشد.

منابع

[۱] آبشیرینی احسان، وطن‌خواه محسن، رنگزن کاظم، اعمی ازغدی علی، (۱۳۸۹)، نمونه موردی: AHP و روش GIS بهینه‌سازی مسیر خطوط حمل و نقل عمومی با استفاده از گلستان شهر اهواز، دوره ۱، شماره ۱، ص ۷-۱۴.

[۲] آخوندی محمد، سعدی مسگر محمد، ملک محمدرضا، عسگری سیچانی امید، (۱۳۹۶)، ارائه مدل عامل مبنا برای کنترل هوشمند چراغ‌های راهنمایی و مسیریابی پویا، نشریه سنجش از دور و GIS ایران، دوره ۹، شماره ۲، ص ۲۰-۱.

[۳] اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان فارس، (۱۴۰۰)، آمار تردد شمار راهداری حمل و نقل جاده‌ای حومه شیراز، ص ۴۵-۴۷.

[۴] اشفق احمد، باتیا ساکشی، (۲۰۲۲)، مدیریت: مطالعه موردی شهر سرینگر، دانشگاه RIMT، پنجاب، هند.

[۵] امینی نژاد سید رامین، افتخاری قدرت، (۱۳۸۹)، مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی و مهندسی حمل و نقل شهری تهران، دانشگاه پیام نور.

[۶] جانسون‌با ریچارد، (۱۳۸۰) ساختمان‌های گسسته،ترجمه حسین ابراهیم‌زاده قلزم، تهران،انتشارات سیمای دانش.

[۷] پیرمرادی علیرضا، (۱۳۸۵)، خودآموز Arcgis9.x و مفاهیم پایه GIS، ویرایش دوم، آمل، نشر موسسه فرهنگی هنری شمال پایدار (دانشگاه شمال)

[۸] چایچی مرتضی، برومند راد علی، (۱۳۹۰)، اثر سنجی به‌کارگیری سیستم شمارشگر معکوس زمانی در تقاطع‌های فرماندهی، اولین همایش ملی ترافیک، ایمنی و راهکارهای اجرایی ارتقا آن، ص ۱-۸.

[۹] حاج علی مجتبی، خاکی علی منصور، (۱۳۹۰)، ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی تعداد تصادفات در تقاطع¬های شهری در کشورهای مختلف جهان و پیشنهاد بهترین مدل برای نقاط‌های شهری ایران، اولین همایش ملی ترافیک، ایمنی و راهکارهای اجرایی ارتقا جاده‌ای صفحه ۱-۸.

[۱۰]حسینی تیمور، ملکی ابوالحسن، (۱۳۹۷)، ارائه الگوی ارتباطات بین سازمانی پلیس راهور در ایمنی ترافیک، علوم و فنون نظامی، شماره ۴۵، ص۱۴۵-۱۴۶.

[۱۱]درویشی سهیلناز، صابری عظیم، موسوی سیدساجدین، رنگزن کاظم، (۱۳۹۸) ملاحظات زیست محیطی و GIS و مسیریابی بهینه آزادراه پل زال-خرم آباد با استفاده از سنجش از دور، نشریه زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، دوره ۹، شماره ۳، ص ۲۸۴-۲۹۹.

[۱۲]ربیعی علیرضا، حسین زاده دلیر کریم، (۱۳۸۰)، GIS سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در ترافیک، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، شماره ۱۲.

[۱۳]رسولی افشین، خاکساری علی، بیگی علی¬اکبر، (۱۳۹۴)، ایمنی ترافیک در اجرای مسیرهای ویژه تابستان، شماره ۳۷، مطالعات مدیریت ترافیک، ص ۸۳-۹۶.

[۱۴]ستوده احد، درویش‌صفت علی‌اصغر، مخدوم مجید، (۱۳۸۶)، ۳- استفاده از اصول محیط زیستی در مسیریابی راه‌آهن با استفاده از GIS مطالعه موردی:راه‌آهن رشت—انزلی، نشریه محیط‌شناسی، دوره ۳۳، شماره ۴۴.

[۱۵]سجادیان ناهید، سجادیان مهیار، (۱۳۹۰)، افزایش ایمنی آزادراه‌ها در کلان¬شهرها با بهره‌گیری از سامانه کنترل رمپ RMSمبتنی برSDSS,GIS ، اولین همایش ملی ترافیک، ایمنی و راهکارهای اجرایی ارتقا آن، ص ۱-۶.

[۱۶]صالحی فتح‌آبادی، رفیعی حسن، رفیعی قاسم، (۱۳۸۵)، الگوریتمی برای پیدا کردن سریع‌ترین جریان¬ها در شبکه ترافیک شهری، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.

[۱۷]عباسی بنیاد آباد زهرا، آل شیخ علی‌اصغر، بهزادی سعید، آقا محمدی حسین، (۱۳۹۹)، توسعه راهکاری مکان مند برای مسیریابی بهینه خطوط BRT، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۲، شماره ۸، ص ۷۵-۸۷.

[۱۸]غضنفر پور حسین، قاسمی مسلم، (۱۳۹۹)، سنجش و ارزیابی سفرهای درون‌شهری با استفاده از مدل TOPSIS، GIS و جاذبه دوقیدی سفر (مطالعه موردی: شهر کرمان)،شماره ۲۰، دوره ۵۸، ص ۸۷-۱۰۴

[۱۹]کرد حسن، شهامت جعفر، (۱۳۸۵)، ارائه الگویی برای سیستم مدیریت ایمنی راه‌ها در ایران، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.

[۲۰]مطالعات آماری و برنامه‌ریزی شهرداری شیراز، (۱۳۹۸)

[21] Hadianfard MA., Nemati A., Johari A., Investigation of steel column behavior with different cross section under blast loading, Modares Civil Engineering journal, 16(4),pp 265-278

[22] Hatami M.A, Eghtesadi N,(2014). Providing Thermal Comfort in Tourist Walkways (Case Study : Bypass Located at the Contour between Vakil Bazaar (market), Karim Khan Zand Castle and Pars Museum).

[23] Johari A., Talebi A., (2019), Stochastic analysis of rainfall-induced slope instability and steady-state seepage flow using random finite-element method, International Journal of Geomechanics, 19 (8).

[24] Lu J.,Dissanayake S., Manual of American Association of State Highway and Tran.

[25] McShane, William R., Optimal Location of U-turn Traffic Engineering, 3rd, Pearson.

[26] Moghdam S, Nubani L. (2022), 1- The Impact of Spatial Changes of Shiraz's Historic District on Perceived Anti-Social Behavior,

[27] Pakfetrata M.M, et al. (2023), Improving the Location of Recycling Stations in Shiraz Metropolitan Areas Using Landscape Geographic Information Systems Software and Landsat Images, Journal Of Radar and Optical Remote Sensing and GIS

[28] JRORS, 2, 19–33.

[29] Rugged vs. Commercial, (2003), Considering the total cost of ownership of Worldwide, e-version3, January 7, standard.

[30] Salameh Dawwas E. B. (2005), An-Najah National University Faculty of Graduate Studies GIS as a Tool for Route Location and Highway Alignment, master Degree thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine.

[31] Zhou H., Hsu P., Operational Evaluation of Right Turns.