تحلیل فضایی جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس راهنمایی و رانندگی

(مقاله پژوهشی) (صفحه ۱۰۶-۶۷)

فرامرز زراعت‌پیما[۱]، محمدرضا پورغلامی[۲]، محمد قبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶

چکیده

زمینه و هدف: پلیس راهنمایی و رانندگی در حال حاضر برای اجرای ماموریت‌های ذاتی خود از روش‌های مختلفی از جمله افزایش تیم‌های گشتی و به‌کارگیری تجهیزات مختلف استفاده می‌کند. این در حالی است که کماکان در اجرای وظایف با مشکلات مختلفی روبه‌رو است. از این‌رو برای هرچه بهتر اجراکردن مقررات و رضایت‌مندی شهروندان از عملکرد پلیس، نیاز به بازنگری در روش کار و عملکرد خود دارد. هدف از این تحقیق، تحلیل فضایی جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس راهنمایی و رانندگی به‌منظوراستقرار گشت‌های خودرویی پلیس در مکان‌های مناسب و مدیریت ترافیک شهر است.

روش: روش پژوهش، توصیفی- تحلیلی است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل آمار فضایی و روش‌های آماری-گرافیکی در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته شده است. برای اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارهای مکان‌یابی گشت‌های خودرویی از روش AHP و نرم‌افزار اکسپرت چویز استفاده شده است.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت ایمنی ترافیک، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران، نویسنده مسئول: fara7080@yahoo.com

۲. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران، rezamrps@yahoo.com

۳. دانشجوی دکتری حمل‌ونقل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران، m2065gh@gmail.com

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که معیار تصادف دارای بیشترین اهمیت و معیار توپوگرافی دارای کمترین اهمیت در بین سایر معیارها است. هم‌چنین، زیرمعیار تصادف فوتی با وزن ۰/۳۸۶ دارای بیشترین وزن و زیرمعیار فاصله از مناطق مسکونی کمترین وزن را نسبت به سایر زیر معیارها داشته است.

نتیجه‌گیری: با تشریح وضعیت فعلی گشت‌های خودرویی پلیس و شناساندن نقایص آن، متغیرهای موثر در جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس مشخص و اولویت‌بندی شد. هم‌چنین چگونگی جانمایی صحیح براساس اولویت‌ها به‌دست آمد.

کلیدواژه‌ها: دست‌افزارهای موبایلی، بازدارندگی رانندگان از ارتکاب تخلف، اثربخشی پلیس راهنمایی و رانندگی.

مقدمه

آسیب‌های ترافیکی جاده‌ای به هشتمین علت جهانی مرگ در سال ۲۰۱۶ تبدیل شده است، واقعیتی که بر ضرورت بهبود ایمنی ترافیک تاکید دارد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۸). به‌طور سنتی، اقدامات متقابل ارتقای ایمنی ترافیک شامل سه جنبه است که عبارت‌انداز: مهندسی، آموزش و اجرا. تعداد زیادی از تحقیقات مهندسی بر تأثیر ویژگی‌های هندسی جاده‌ها، استراتژی‌های کنترل ترافیک و ترافیک بر ایمنی ترافیک متمرکز شده است. اجرای طرح‌های ترافیک توسط سازمان‌های دولتی مربوطه اجرا و با هدف حفظ رفتار ترافیکی مطلوب از طریق فرآیند نظارت، تعقیب و مجازات برای کاربران جاده اعمال می‌شود (فنگ، فانگ و کودودس[1]، ۲۰۲۰: ۱).

1. Feng, Wang & Quddusc

با افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه در جامعه، راه‌بندان، تصادفات و تخلفات رانندگان در معابر شهری به معضلی بزرگ برای شهرها تبدیل شده است که هزینه‌های مادی و غیرمادی زیادی به‌همراه دارد. علت راه‌بندان در بیشتر مواقع علاوه بر حجم بالای ترافیک، به‌علت وقوع تصادف، خرابی وسایل‌نقلیه، تخلفات رانندگان و سایر مشکلات ترافیکی است که در اثر عدم حضور به‌موقع گشت‌های خودرویی پلیس راهور در صحنه و رفع دیرهنگام مشکلات است، درصورتی‌که با حضور به‌موقع پلیس و رسیدگی سریع به مشکلات و تصادفات و ایمن‌سازی صحنه حوادث می‌توان از وقوع تصادفات بعدی و ایجاد راه‌بندان سنگین جلوگیری کرد. از طرفی با توجه به استقرار گشت‌های خودرویی پلیس راهور در ساعات اوج ترافیک و حتی شب‌ها در بزرگراه‌ها و معابر شریانی باز هم شاهد تاخیر در بازدید تصادفات، افزایش تصادفات و تخلفات رانندگی، هم‌چنین حضور دیرهنگام پلیس در موقع خرابی وسایل نقلیه در سطح معابر هستیم. بنابراین حلقه مفقوده‌ای وجود دارد که باوجود اجرای طرح‌های بهبود حمل‌ونقل شهری، استفاده از تجهیزات پیشرفته کنترل ترافیک، احداث بزرگراه‌ها و غیره باز هم شاهد تغییرات محسوسی در خدمات‌رسانی پلیس نیستیم. به‌نظر می‌رسد این حلقه مفقوده، همان استقرار نامناسب گشت‌های پلیس راهور است که با جانمایی مناسب گشت‌های خودرویی می‌توان شاهد رشد چشم‌گیر خدمات پلیس راهور، کاهش هزینه‌های خورویی پلیس، استفاده حداکثری از نیروی انسانی موجود، ترافیک روان و پرحجم در ساعات اوج ترافیک، کاهش تصادفات، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و افزایش رضایت‌مندی شهروندان خواهیم بود. با توجه به آمار سال ۱۳۹۷ سازمان پزشکی قانونی کشور، در کل کشور بر اثر تصادفات رانندگی تعداد ۱۶۴۰۰نفر کشته و تعداد ۳۶۷۴۵۱ نفر مصدوم شده‌اند که نسبت به سال قبل از آن تعداد کشته‌ها ۱/۴درصد و تعداد مجروحان ۹/۴درصد رشد داشته است.

این آمار بیان دارد که در استان تهران از مجموع تعداد ۱۲۵۲نفر کشته‌شدگان تصادفات رانندگی، تعداد ۹۱۷ نفر در درون شهر و ۳۲۳ نفر در برون شهر کشته شده‌اند و از مجموع تعداد ۳۹۴۳۹ نفر مجروح نیز، تعداد ۲۹۱۳۶ نفر در درون شهر و تعداد ۱۰۳۰۳نفر در برون شهر مجروح شده‌اند (سایت پزشکی قانونی[1]). بنابراین با توجه به تعداد بالای متوفیان و مجروحان تصادفات رانندگی در شهر تهران نیز توجه به این موضوع اهمیت بالایی دارد.

در شهر تهران با توجه به این‌که بیشتر مراکز تجاری، آموزشی و اداری در مناطق مرکزی شهر تهران متمرکز است، این امر موجب تردد زیاد خودروها در این مناطق نسبت به سایر مناطق شده است و براساس آمار شهرداری تهران بیشترین سفرهای جذب‌شده مربوط به این مناطق است. بنابراین با توجه به اهمیت مناطق مرکزی شهر تهران به مطالعه بر روی توزیع فضایی استقرار گشت‌های پلیس در این محدوده از شهر پرداخته شده و عواملی را که باید در چیدمان گشت‌های پلیس راهور در نظر گرفت، بیان می‌شود. این مطالعه به‌دنبال پاسخ به این سوال اساسی است تحلیل فضایی جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس راهنمایی و رانندگی درمناطق مرکزی شهر تهران چگونه است؟

پیشینه و مبانی نظری

پلیس به گروهی از افراد گفته می‌شود که وظیفه گشت‌زنی را برعهده دارند. پلیس برای گشت‌زنی بهتر، شهر را به مناطقی کوچک‌تر تقسیم می‌کند. دو هزار سال پیش، سلسله هخامنشیان اولین سیستم حکومتی گسترده امپراطوری را در جهان تاسیس کرد و برای تامین امنیت شهرها از نیرهای نظامی استفاده کرد. در دوران مختلف تاریخ، سیستم‌های متفاوت ایجاد نظم و امنیت در شهرهای ایران به‌کارگرفته شد و در هر دورانی نیز به اسامی مختلفی نامیده می‌شد، در سال ۱۳۱۵ ه.ش شعبه‌ای به نام راهنمایی و رانندگی در نظمیه

1. www.lmo.ir

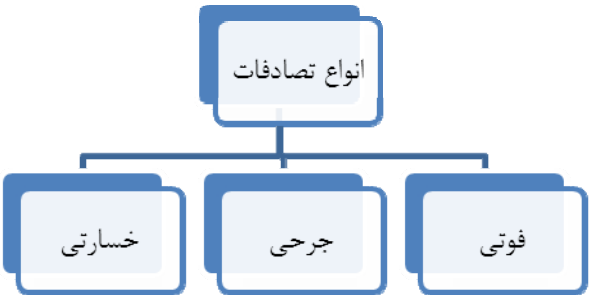
تهران ایجاد شد و در سال ۱۳۴۶ه.ش راهنمایی و رانندگی تهران به یکی از معاونت‌های پلیس تهران تبدیل شد. پس از پیروزی شکوهمند انقلاب، در سال ۱۳۸۴ه.ش نیز این معاونت به پلیس راهور ناجا تغییر نام داد. (روشنی، ۱۳۹۴: ۲۳)

گشت خودرویی پلیس: نیروهای گشتی پلیس شامل: پاس پیاده، گشت هوایی و گشت خودرویی که محسوس و یا نامحسوس هستند. منظور از گشت خودرویی در این تحقیق گشت موتوری و گشت با اتومبیل است. راهنمایی و رانندگی برای انجام ماموریت‌های خود در داخل شهرها از گشت‌های خودرویی بهره می‌برد. از این گشت‌ها برای رفع مشکلات ترافیکی، روان‌سازی جریان ترافیک و رسیدگی به تصادفات رانندگی استفاده می‌شود. ماموریت این گشت‌ها از طریق تماس شهروندان با سامانه ۱۱۰ و یا از طریق نظارت تصویری مرکز کنترل ترافیک اعلام می‌شود. این نیروها باید در زمان تعیین‌شده در محل حادثه حضور یافته و پس از انجام ماموریت و روان‌سازی ترافیک محل را ترک کنند. در شهر تهران برای کنترل گشت‌های خودرویی از GPS استفاده می‌شود تا در هر لحظه موقعیت آنها مشخص باشد.

تصادف: بانک توسعه آسیایی[1]، تصادف را سانحه‌ای تعریف می‌کند که منجر به جرح، فوت و خسارت و یا ترکیبی از آنها که به‌علت واژگونی یک وسیله نقلیه و یا برخورد یک یا چند وسیله‌نقلیه با یکدیگر یا با انسان، حیوان و شیئی به‌وجود آید. بانک توسعه آسیایی (۱۳۸۵) در کتاب مدیریت ایمنی راه، تصادف را "حادثه‌ای نادر، اتفاقی و به‌صورت چند عاملی که همواره در موقعیتی رخ می‌دهد که یک یا چند نفر از کاربران راه بر محیط‌شان تسلط ندارند و منجر به برخورد دو یا چند وسیله‌نقلیه می‌شود" می‌داند.

1. www.adb.org

سازمان بهداشت جهانی در تعریفی، تصادف را حادثه‌ای می‌داند که از اختیار انسان بیرون بوده و در اثر نیرویی خارجی که به سرعت عمل می‌کند، اتفاق می‌افتد و خسارت مالی، جانی و روانی را در پی دارد. پلیس راهنمایی و رانندگی ایران تصادفات رانندگی را به سه نوع، خسارتی، جرحی و فوتی تقسیم می‌کند.



نمودار شماره ۱- انواع تصادفات رانندگی

تخلفات رانندگی: تخلفات رانندگی یکی علل اصلی تصادفات و نابه‌سامانی ترافیک در معابر است. این تخلفات می‌تواند ناشی از عدم آگاهی و یا قصور و سستی مردم در اجرای مقررات راهنمایی و رانندگی باشد. تخلف از مقررات راهنمایی و رانندگی در واقع عمل نکردن به مقرراتی است که در آئین‌نامه راهنمایی و رانندگی یا سایر قوانین مربوط به رانندگی آمده است و می‌تواند منجر به تصادف یا بی‌انضباطی ترافیک شود. مثل تجاوز از سرعت مجاز، تجاوز به چپ از محور وسط جاده، نقص فنی مستمر وسیله نقلیه و ... . نمرات منفی از مجازات غیرنقدی برای رانندگان متخلف محسوب می‌شود که می‌تواند تاثیر بسیاری در کاهش تخلفات رانندگی نسبت به جرایم نقدی داشته باشد.

ترافیک[1]: واژه ترافیک از زبان‌های بیگانه وارد زبان فارسی شده است، در فرهنگ لغت عمید به معنی آمدورفت، آمدوشد، عبورومرور وسائل‌نقلیه آمده است (علیزاده، ۱۳۸۹:

1. Traffic

۱۰۶). ترافیک به عبور و مرور وسائط نقلیه، اشخاص و حیوانات در راه‌ها اطلاق می‌شود. ترافیک از سه عامل: انسان، وسیله‌نقلیه و راه تشکیل می‌شود، که درصورت عدم وجود هر یک، مسئله‌ای به نام ترافیک وجود نخواهد داشت. ترافیک روان اجزای کیفی متعددی، ازجمله راحتی سفر با اتومبیل و یکنواختی سرعت را به‌همراه دارد. ایجاد ترافیک روان در معابر یکی از اهداف مهندسی ترافیک است که با مدیریت ترافیک، استفاده حداکثری از زیرساخت‌ها، ایجاد دسترسی راه و پویایی، ایمنی ترافیک، حمل‌ونقل پایدار و ارزیابی عملکرد سیستم حمل‌ونقل سعی در ایجاد ترافیک روان دارد. ترافیک را می‌توان با مفهوم سطح سرویس که معیاری کیفی است بیان کرد. سطح سرویس عملکرد ترافیک را برحسب عواملی نظیر زمان سفر، آزادی مانور، اختلالات ترافیکی و راحتی و ایمنی در شش سطح از A تا F تشریح می‌کند. در سطح سرویس A جریان آزاد ترافیک است و سطح راحتی و آسایش رانندگان و عابران عالی و آزادی در انتخاب سرعت و مانور بالا است، اما در سطوح سرویس E و D چگالی ترافیک بالا بوده و با افزایش جزئی میزان تردد ترافیک مشکلات عملکردی به‌وجود آمده یا باعث فلج‌شدن جریان ترافیک می‌شود و دیگر ترافیک روان نخواهیم داشت. در سطح سرویس F آزادی حرکت وجود ندارد و عملکرد ترافیک به‌صورت امواج توقف- حرکت درآمده و شاهد تشکیل راه‌بندان خواهیم بود (بهبهانی، ۱۳۷۴: ۶۳).

حجم ترافیک: به تعداد وسیله نقلیه که در یک مدت زمان از یک نقطه عبور می‌کنند یا تعداد مشخص از وسایل نقلیه که از یک قسمت از یک جاده یا خط جاده در زمان مشخص عبور می‌کنند، حجم ترافیک گفته می‌شود. با افزایش حجم ترافیک در معابر تعداد تصادفات رانندگی افزایش می‌یابد (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۰۱). حجم ترافیک از متغیرهای مهم و پرکاربرد در مهندسی ترافیک است. برخی از کاربردهای آن عبارت‌است‌از:

- تعیین ظرفیت جاده‌ها، خیابان‌ها و تقاطع‌ها؛
- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های ترافیکی؛
- مطالعات تصادفات؛
- اولویت‌بندی در مرمت و نگهداری و تعریض جاده‌ها؛
- تعیین اهمیت معابر نسبت به یکدیگر؛
- بررسی تردد خودروها در ساعات و روزهای مختلف؛
- بررسی چگونگی توزیع ترافیک در شبکه معابر؛
- مطالعات ترافیک؛
- احداث جاده‌ای جدید و مورد نیاز؛
- مطالعات نیازسنجی در نصب تجهیزات کنترل ترافیک.

حجم ترافیک در ساعات مختلف روز، روزهای مختلف هفته و ماه‌های مختلف سال تغییر می‌کند ولی این تغییرات روند مشخصی دارند و حجم ترافیک شهرها در صبح و عصر دارای بیشترین مقدار است که به آن اوج صبح‌گاهی و اوج عصرگاهی گفته می‌شود. اندازه‌گیری حجم ترافیک عبوری در ساعات اوج اهمیت زیادی در طراحی معابر و مدیریت ترافیک شهرها دارد ولی برای بررسی جریان ترافیک در جاده‌های برون‌شهری از متوسط حجم ترافیک روزانه استفاده می‌شود.

تردد: به تعداد وسایل نقلیه‌ای که در زمان واحدی (معمولاً یک ساعت) در جهت یا جهات مشخصی از یک یا چند خط از مقطع جاده‌ای می‌گذرند، تردد گفته می‌شود. لذا اگر حجم ترافیک در مدت زمان واحد اندازه‌گیری شود، برابر با تردد خواهد شد (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۰۵).

نحوه کنترل تقاطع: کنترل ترافیک در تقاطع‌ها با استفاده از چراغ‌های راهنمایی و رانندگی هوشمند، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی چشمک‌زن و یا تابلوهای ایست و رعایت حق‌تقدم انجام می‌شود.

مکان‌یابی: مکان‌یابی سلسله عملیات و اقدامات و تمهیداتی است که در زمینه حصول از وجود شرایط و فراهم‌آمدن امکان اجرای یک فعالیت بوده و براساس آن دستگاه اجرایی با دید باز برنامه اجرایی فعالیت‌ها را از جهات مختلف مورد ارزیابی قرار داده و در صورت دست‌یابی به هدف نسبت به اجرای عملیات در مکان انتخاب‌شده اقدام می‌کند (یغفوری و همکاران، ۱۳۹۲: ۷).

سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS): این سیستم جهت ذخیره‌سازی، نگهداری، مدیریت و آنالیز داده‌های جغرافیایی و استفاده از اطلاعاتی که وابستگی مکانی و توصیفی دارند، به‌کار می‌رود. در دنیای امروزی، داشتن داده‌های برخط و استخراج اطلاعات مورد نیاز از این داده‌ها دارای اهمیت زیادی است. سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزاری مهم در مدیریت داده‌های جغرافیایی است که با یک‌پارچه‌سازی داده‌های حاصل از منابع مختلف، امکان استخراج اطلاعات مورد نیاز و کشف ارتباط پیچیده و ناپیدا بین پدیده‌های مختلف را فراهم می‌سازد (پریزادی، ۱۳۹۱). GIS نرم‌افزاری است که به‌کمک آن می‌توان تمامی داده‌های جمع‌آوری‌شده را به‌صورت لایه‌لایه درآورد و پس از جداسازی و بررسی داده‌ها کلیه اطلاعات توصیفی و مکانی موردنیاز را وارد سیستم کرد. با این‌کار علاوه بر دسترسی صحیح و سریع به داده‌های مورد نیاز در یک حجم وسیع، امکان ارائه و به تصویرکشیدن اطلاعات مکانی و موضوعی در قالب نقشه، جدول و نمودار، ویرایش و به‌روزرسانی داده‌ها و نیز امکان استفاده از داده‌های موجود در جهت اهداف مختلف و براساس نیازهای گوناگون کاربران فراهم می‌شود.

اجزای اصلی این نرم‌افزار عبارت‌است‌از:

سخت‌افزار: در سه بخش ورود اطلاعات، مدیریت اطلاعات و خروج نتایج به‌کار می‌رود.

نرم‌افزار: در تجزیه و تحلیل مسائل و محاسبات آماری استفاده می‌شود.

اطلاعات: اطلاعات قلب GIS را تشکیل می‌دهد. کیفیت اطلاعات ارتباط مستقیمی با دقت، صراحت، مبانی علمی، ترکیب اطلاعات و تحلیل و مدل‌سازی دارد. زمانی‌که حجم داده‌ها و تعداد کاربران افزایش می‌یابد نیاز به یک سیستم مدیریتی برای پایگاه داده‌ها وجود دارد تا ذخیره‌سازی، سازماندهی و مدیریت اطلاعات را انجام دهد و سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام گیرد. تجزیه و تحلیل داده‌ها روش‌های مختلفی دارد که در ایران از روش انطباق نقشه‌ها و روش شبکه‌ها استفاده می‌شود. خروجی نتایج نیز به دو صورت در اختیار کاربران قرار می‌گیرد، خروجی کاغذی شامل نقشه‌های موضوعی، نمودارها، جدول‌ها و گزارش آماری و خروجی غیرکاغذی شامل نمایش نتایج بر روی نمایش‌گر است (روشنی، ۱۳۸۹: ۳۲).

تحلیل فضایی: مفهوم تحلیل به معنای فرایند توصیف و استدلال پراکندگی‌ها است. ساختار فضایی نیز همان نظم مکانی است که دانشمندان در مطالعه پراکندگی‌ها به‌دست می‌آورند. مفهوم تحلیل فضایی نخست توصیف پراکندگی‌ها از نظر ساختار فضایی است. براساس رابطه فضایی آنها با پراکندگی‌های دیگر استدلال برای دلیل وجودی آنها صورت می‌گیرد. منشا تحلیل فضایی پیشینه‌ای طولانی دارد و به زمان بطلمیوس برمی‌گردد که می‌گفت برای درک پدیده‌های زمین باید آنها را تجزیه کرد. زیرا از طریق تجزیه الگوها به روابط و عناصر ساده و اولیه می‌توان ساختار و عوامل آنها را به دقت فهمید (علیخانی، ۱۳۹۴). تاکید فراوان به مسئله فضا و پراکندگی متغیرها بر روی آن، سبب برتری یافتن و رجحان دادن نگرش تحلیل فضایی از سایر نگرش‌ها شده است. رابطه انسان و محیط مانند

رابطه فضایی پراکندگی منابع طبیعی یا محیطی تعریف می‌شود. در نگرش ناحیه‌ای نیز ناحیه‌ها براساس پراکندگی متغیرهای فضایی و میزان تجانس و شباهت آنها تعریف می‌شود. پس اساس همه نگرش‌های دیگر هم پراکندگی‌ها و چگونگی عملکرد آنها بر روی زمین است. تحلیل فضایی در تعریفی ساده و جامع، کاربرد روش‌های کمی در مطالعه دقیق الگوهای نقطه‌ای، خطی و مساحتی بر روی نقشه بیان کرد. تحلیل فضایی داده‌ها به‌دنبال کشف قوانین، نظام و الگوهای فضایی در پراکندگی داده‌های جغرافیایی است. در تعریفی دیگر، تحلیل فضایی را مجموعه مهارت‌های کارتوگرافی و روش‌های ریاضی و آماری می‌دانند که برای پردازش و تحلیل داده‌های فضایی به‌کار می‌روند. به‌عبارتی ساده‌تر تحلیل فضایی با استفاده از مهارت‌ها و روش‌های گوناگون کمی می‌کوشد تا الگوهای فضایی پراکندها را شرح داده و استدلال کند. مهم‌ترین ویژگی تحلیل فضایی تاکید بر بعد فضایی داده‌ها است. تحلیل فضایی در پی ناکارآمدی دیدگاه ناحیه‌ای در حل مسائل شکل گرفت تا بتواند با تعریف قوانین و نظریه‌های جهانی در حل مسائل انسان موثر باشد. تحلیل فضایی دارای چهار ویژگی زیر است:

۱- در رویکرد فضایی داده‌ها تمام منابع با همدیگر یک‌پارچه می‌شوند، زیرا فضا تنها ظرفی است که می‌توان تمام داده‌ها را در آن قرار داد.

۲- الگوهای فضایی ما را به عوامل و فرآیندهای کنترل‌کننده آنها هدایت می‌کند.

۳- نظریه‌های فضایی براساس عناصر اولیه‌ای مانند فاصله، مکان و جهت ساخته می‌شوند.

۴- پیش‌بینی، طراحی، سیاست‌گذاری و سرانجام برنامه‌ریزی فضایی در رویکرد فضایی عملی‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود (علیجانی، ۱۳۹۴: ۳).

رویکردهای مدیریت کیفیت خدمات: ذات فعالیت پلیس راهور تولید خدمات و انجام عملیات ترافیکی برای شهروندان است. بنابراین می‌توان گفت که راهور یک سازمان

دولتی خدمات عمومی است. سازمان‌های خدماتی در برخورد با مقوله کیفیت خدمات ممکن است یکی از دو شیوه اصلی کیفیت خدمات را اتخاذ کنند:

شیوه واکنشی یا انفعالی: در حالت انفعالی به کیفیت به عنوان یک منبع عمده تمایز یا مزیت رقابتی نگریسته نمی‌شود. در کنترل و برنامه‌ریزی واکنشی کیفیت، تأکید اصلی بر حداقل‌سازی ناراحتی مشتریان تا جلب رضایت مشتریان است. در این رویکرد فعالیت‌های برنامه‌ریزی و کنترل بر عوامل بهداشتی تأکید دارند. عوامل بهداشتی، عواملی هستند که توسط مشتریان، بدیهی و مسلم فرض می‌شوند. برای جلب رضایت مشتریان این عوامل کافی نیستند، چرا که برآورده‌کردن این نیازها مشتری را راضی نمی‌کند، درحالی‌که فقدان آن به‌صورت طبیعی نارضایتی مشتریان را در پی خواهد داشت.

شیوه راهبردی یا فعالانه: در نگرش راهبردی یا فعالانه، از کیفیت به‌عنوان عامل تمایز استفاده می‌شود. کیفیت در قلب راهبرد سازمان برای رسیدن به مزیت رقابتی جای دارد. در اینجا معمولاً کیفیت به‌عنوان یکی از محرک‌های جلوبرنده اولیه کسب و کار به‌شمار می‌رود و تصویر ذهنی شرکت در حول‌وحوش کیفیت ایجاد می‌شود. در این نگرش، تأکید بر رضایت مداوم مشتری است و به پدیده کیفیت به‌عنوان منبعی برای برتری و تمایز خدمات سازمان رقبا نگریسته می‌شود (آقاگل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۵).

مکان‌یابی: مکان‌یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری معماری و تسهیلات شهری به‌منظور انتخاب مکانی مناسب برای کاربری خاص تجزیه و تحلیل می‌کند. معیارهای مکانی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی، به‌طورکلی استانداردهایی هستند که با آنها مکان بهینه یک کاربری در شهر مورد سنجش قرار می‌گیرد. مشخصات محلی و احتیاج ساکنان شهر، اساس تخمین معیارهای مکانی کاربری زمین شهری به‌شمار می‌روند. ۱- سازگاری:

قرارگیری کاربری‌های سازگار در کنار یکدیگر و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است؛ ۲- دسترسی به‌عنوان معیاری درباره این‌که رسیدن به یک مکان چقدر آسان است، استفاده می‌شود. نوع دسترسی با فاصله و زمان رسیدن از یک مکان به مکان دیگر سنجیده می‌شود. دسترسی فیزیکی محدود به مراقبت‌های بهداشتی اولیه، عامل عدهٔ مرتبط با فقر سلامت در جمعیت کشورهای در حال توسعه است؛ ۳- مطلوبیت: منظور از مطلوبیت، حفظ عوامل مطیعی، چشم اندازها، فضاهای باز و غیره است؛ ۴- کارآیی: یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده مکان کاربری‌ها در شهر، الگوی قیمت زمین شهری است، به لحاظ این‌که هر کاربری از لحاظ اقتصادی وسرمایه‌گذاری تابعی از قیمت زمین و هزینه‌های متصور بر آن است که براساس تحلیل سود و هزینه معین می‌شود؛ ۵- ایمنی: هدف از این‌کار حفاظت جان انسان‌ها و متعلقات آنها و تأسیسات و تجهیزات شهری در برابر حوادث طبیعی و انسانی است (صحرائیان و زنگی‌آبادی، ۱۳۹۲: ۱۷).

شیوعی و همکارانش (۱۳۹۷) در پژوهشی درباره مکان‌یابی ایستگاه‌های پلیس در شهر رشت با هدف کمترین زمان دسترسی با استفاده از ویژگی‌های اماکن و مسیرهای شهری و شناسایی و اولویت‌بندی نقاط جرم‌خیز، از روش AHP فازی برای تعیین وزن و روش خوشه‌بندی فازی برای یافتن مکان استقرار استفاده کردند. نوری و محمدی (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان "تعیین عرصه‌های مکان‌گزینی کلانتری‌ها برای بهبود امنیت فضا در شهر اردبیل" دریافتند که با توجه به گسترش شهر کلانتری‌های موجود به‌طورکامل در فضای آن پراکنده نشده‌اند و عرصه‌های چشم‌گیری از شهر به خدمات دسترسی ندارند؛ آنان ۱۵ معیار مختلف را در نظر گرفتند و از فنون آمار فضا استفاده کردند و پهنه‌های مناسب برای کلانتری‌ها ارائه کردند. بازرگان و همکارانش (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان "مسیریابی بهینه خودروهای امدادی در زمان وقوع حوادث با استفاده از الگوریتم مسیریابی

در GIS" برای مسیریابی تسهیلات امدادی، شش مکان مهم از لحاظ جمعیتی و استراتژیکی انتخاب کردند و دریافتند که درصورت سالم‌بودن مسیرهای ارتباطی به‌طور میانگین اورژانس در فاصله زمانی ۵/۹ دقیقه و آتش‌نشانی در فاصله زمانی ۴ دقیقه به محل حوادث خواهند رسید و با درنظر گرفتن احتمال خرابی این زمان‌ها به ۹/۹ برای اورژانس و ۷/۶ دقیقه برای آتش‌نشانی افزایش خواهد یافت. فنی و روشن (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان "مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد پدافند غیرعامل" با استفاده از مدل AHP به تجزیه و تحلیل ایستگاه‌های موجود و وضعیت خدمات‌رسانی آنها در هنگام بروز سوانح پرداختند و با تأکید بر اصول پدافند غیرعامل، مکان‌های بهینه برای احداث ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی برای پوشش کل منطقه انتخاب شدند. سجادیان و علیپور (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی نظام توزیع فضایی و تحلیل مکان‌گزینی کلانتری‌های شهر اهواز با استفاده از تحلیل سلسله مراتب فازی (FAHP) پرداختند. آنها با تلفیق و روی هم‌گذاری لایه‌ها نقشه پهنه‌بندی اراضی مناسب برای استقرار کلانتری‌ها در شهر اهواز را تهیه کردند و روش آنها توصیفی- تحلیلی، با استفاده از سلسله مراتب فازی بود. هم‌چنین متغیرهایی مثل فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از بانک، فاصله از مراکز تجاری و اداری و ... را در نظر گرفتند. خداکرمی و امیری (۱۳۹۴) در تحقیقی با عنوان "مکان‌یابی تسهیلات اضطراری در شرایط عدم قطعیت با رویکرد چندهدفه" با در نظرگرفتن تقاضای نواحی، متوسط زمان سفر و میزان هزینه آماده‌سازی ایستگاه‌ها در حالت عدم قطعیت و با استفاده از رویکرد سناریو حالت واقعی‌تری به مدل دادند. هم‌چنین در مدل برای پوشش نواحی تقاضا، ابتدا مکان بهینه ایستگاه‌ها تعیین شد و سپس تسهیلات هر ایستگاه از نواحی تقاضا تخصیص داده شد. مدل آنها رویکرد جایابی- تخصیص داشت و برای تعداد داده‌های زیاد یک الگوریتم فراابتکاری ارائه دادند. داداش‌پور و تدین (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان

"تحلیل نقش الگوهای سفر در ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران" دریافتند که الگوی غالب جریان‌های سفر در منطقه کلان‌شهر تهران به‌صورت متمرکز بوده و عدم توزیع متناسب جمعیت و خدمات در سطح آن، نظام شبکه‌ای نامتعادلی را ایجاد کرده و نوعی واگرایی و عدم یک‌پارچگی در منطقه را به‌وجود آورده است. اما با توجه به تحلیل‌های مرتبط با شبکه از جمله آنتروپی، می‌توان شواهدی از شکل‌گیری الگوی چندمرکزی در منطقه را به‌دست آورد. بنابراین، لازم است از نظر ویژگی‌های توپوگرافی، توپولوژیکی و عملکرد شبکه و هم‌چنین از نظر توزیع متناسب جمعیت و خدمات در سطح منطقه هماهنگی و یک‌پارچگی فضایی و عملکردی لازم ایجاد شود. یغفوری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در تجزیه و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی داروخانه‌های شهر جهرم پرداختند. آنها با بهره‌گیری از امکانات سامانه اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تعیین شعاع استاندارد عملکردی هر داروخانه، استفاده از چندضلعی‌های تیسن و درنهایت با بهره‌گیری از شاخص هم‌پوشانی برای مکان‌یابی بهینه فضاهای شهری به‌منظور احداث داروخانه در این شهر اقدام کردند. دانت[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۹ جهت بهینه‌سازی روند اعزام گشت پلیس به ماموریت‌ها و رسیدگی سریع حوادث، از چارچوب انتخاب بهینه توسعه‌یافته بهره بردند که این مدل ترکیبی از الگوریتم‌های نقشه‌برداری و مسیریابی و فرایند تصمیم‌گیری بود که برای انتخاب بهینه افسر جهت بازدید تصادفات به‌کار بردند. در فرآیند تصمیم‌گیری متغیرهایی مانند زمان پاسخ، شرایط ترافیک، صلاحیت رانندگی، تعداد افسرانی‌که می‌توانند به ماموریت اعزام شوند (در دسترس‌بودن مامور)، هزینه مسیر، سرعت حرکت و محدوده پوشش در نظر گرفته شد. این چارچوب با شبیه‌سازی مورد آزمایش و تأیید قرار گرفت و

1. Dunnett

نشان دادند که با کاهش زمان پاسخ، افزایش در دسترس‌بودن و پوشش حداکثری محدوده، بازده افسران افزایش می‌یابد. چنگ‌کوانگ[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۹ از نظریه بازی برای به کارگیری گشت‌های پلیس در ماموریت‌های خود، استفاده کردند. آنها از نظریه بازی برای اختصاص مأموران پلیس به شیفت های گشتی با هدف کمینه‌کردن هزینه‌های استقرار کارکنان استفاده کردند و دریافتند که مدیران پلیس می‌توانند هنگام تصمیم‌گیری در مورد استقرار گشتی‌ها، با استفاده از مدل پیشنهادی، تهدیدات منطقه را ارزیابی و از نیروهای خود در سه شیفت کاری بهره‌مند شوند. چن[2] و همکارانش در سال ۲۰۱۹ به طراحی موثر و متوازن حوزه‌های گشت‌زنی پلیس و پلیس در شبکه معابر شهری پرداختند. آنها خیابان‌ها را به‌عنوان واحدهای تقسیم حوزه استحفاظی استفاده کردند و متغیرهای افزایش کارایی، تعداد ماموریت متعادل، تعداد تصادف، وسعت و شعاع حوزه را در نظر گرفتند و نمودارهایی با روش انتزاعی- اکتشافی RP-TS و نرم‌افزار GUROBI ترسیم کردند که نتایج مزایای GP-TS (نمودار حاصل از نرم‌افزار) نسبت به RP-TS اکتشافی موجود را با توجه به زمان محاسبه و کیفیت تأیید می‌کند. نتایج می‌توانند برنامه‌ریزی استراتژی پلیس را راهنمایی کنند. ساها[3] و حاجی‌بابایی در سال ۲۰۱۹ برای جلوگیری از تصادفات ثانویه ناشی از دیررسیدن گشت پلیس در تحقیقی به طراحی مسیر گشت‌زنی خودروهای رسیدگی‌کننده به تصادفات با سناریوهای اعزام از ایستگاه پرداختند، هدف آنها حداقل‌کردن هزینه گشت‌زنی و رسیدگی سریع تصادف، پاک‌سازی محل تصادف و روان‌سازی ترافیک بود. آنها مسئله را به‌عنوان قضیه ریاضی مطرح و برنامه‌ای غیرخطی با عدد مختلط پیشنهاد دادند که هزینه گشت‌زنی پلیس را براساس حداکثر زمان

1. Cheung
2. Chen
3. Saha

لازم برای رسیدگی از هر مکان را تا نقاط حادثه‌خیز با احتمال وقوع حادثه به حداقل می‌رساند. برای بررسی تأثیر طراحی ایستگاه اعزام بر هزینه مسیریابی، یک چارچوب توسعه‌یافته الگوریتم ژنتیکی یک‌پارچه با رویکرد تقریب مداوم برای کاهش پیچیدگی طراحی مکان و مشکل برنامه‌ریزی مسیر تهیه شد. آزمایش‌های فرضی کاربردی بودن این روش را برای مسیریابی و انتخاب موقعیت مکانی نشان داد. چنگ[1] و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مطالعه‌ای درخصوص بهینه‌سازی جانمایی تجهیزات پلیس در منطقه بزرگ لندن با هدف حداقل کردن مسافت و پوشش حداکثری نقاط جرم‌خیز با توجه به محدودیت بودجه و امکان‌سنجی دریافتند که با بهینه‌کردن جانمایی تجهیزات پلیس، میانگین فاصله ایستگاه‌های پلیس و نقاط جرم احتمالی، ۱۹ درصد کاهش و پوشش نقاط احتمالی جرم نیز ۸/۱۷درصد نسبت به قبل افزایش می‌یابد. کروز[2] در سال ۲۰۱۶ در تحقیقی با استفاده از شبیه‌سازی تصادفی به تعیین تعداد مطلوب گشت‌های پلیس برای انجام ماموریت با زمان عکس‌العمل مناسب پرداخت و با تعریف حداکثر زمانی برای انجام ماموریت، دو سناریو شامل استراتژی‌های عملی و پیشنهادی برای شبیه‌سازی در نظر گرفته و برای هر منطقه یک واحد گشت و تعدادی پشتیبان پیش‌بینی کرد. وی دریافت که پلیس باید در طرح‌های فعلی خود تجدیدنظر کرده و ضمن منطقه‌بندی حوزه استحفاظی، برای هر منطقه یک واحد گشت و دو تا چهار گشت پشتیبان در نظر بگیرد تا بتواند ضمن گشت‌زنی مناسب در مناطق تعیین‌شده، زمان انجام ماموریتش را به ۳ دقیقه برساند و به اجرای قوانین رانندگی ازجمله رعایت سرعت مجاز رانندگی کمک کند. الیوت[3] و همکارانش در سال ۲۰۱۸ در تحقیقی، الگوریتمی برای گشت و استقرار بهینه تهیه کردند تا از نیروهای کم پلیس در ماموریت‌ها

1. Cheung
2. Cruz
3. Elliott

ترافیکی و اجرای قانون به‌طور بهینه استفاده شود. آنها الگوریتم‌های جدید مسیریابی گشتی را با هدف بهینه‌سازی تخصیص منابع موجود توسعه دادند و دریافتند که ایجاد مسیرهای "هوشمند" برای افسران، به سازمان‌های اجرایی این امکان را می‌دهد تا از منابع خود را تا حد ممکن بهینه استفاده کنند.

بنابراین از نتایج پیشینه پژوهش‌های مذکور چنین بر می‌آید که از نظر روشی محققان علاوه بر بهره‌گیری از روش اسنادی و توصیفی داده‌های خود، تمایل زیادی به استفاده از رویکردهای تحلیل فضایی با استفاده از مدل‌های فازی و AHP در پژوهش‌های خود داشتند و از نرم‌افزارهایی مانند GIS برای ایجاد الگوریتم مسیریابی و مکان‌یابی انواع ماموریت‌های سازمانی مانند پلیس استفاده کردند.

روش

روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است. با توجه به بررسی‌های انجام شده، پیشینه تحقیقاتی، در دسترس‌بودن آمارهای مورد نیاز و مصاحبه با ۲۰ نفر از صاحب‌نظرانی که دارای تجربه مدیریتی در راهنمایی و رانندگی بودند، معیارها و زیرمعیارهای جانمایی گشت‌های پلیس تعیین شد و از نرم‌افزار GIS برای تحلیل فضایی و مکانی معیارها و نحوه توزیع فضایی آنها در محدوده مطالعاتی استفاده شد. برای این منظور نقشه رقومی ۱:۲۰۰۰ از مناطق مرکزی تهران شامل منطقه ۶، ۷، ۱۱ و ۱۲ تهیه شد و اطلاعات کاربری زمین و حجم تردد در نقاط مختلف این مناطق از شرکت کنترل ترافیک شهر تهران تهیه شد. با استفاده از نقشه رقومی معابر اصلی، بلوک‌های ساختمانی، مراکز تجاری، اداری، درمانی و آموزشی استخراج شد و عملیات مربوط به آماده‌سازی داده‌ها برای ورود به سیستم GIS انجام گرفت. هم‌چنین با توجه به نیازهای این تحقیق و اطلاعات توصیفی به‌دست‌آمده (از قبیل تصادفات، معابر شریانی، توپوگرافی، مراکز خدماتی و

کاربری های زمین)، برای هر لایه اطلاعاتی جدول توصیفی آن نیز طراحی و درنهایت این لایه‌های اطلاعاتی به‌عنوان کلاس‌های عارضه در نرم‌افزار ArcGIS ایجاد شد. آزمون‌های مورد استفاده در این پژوهش عبارت‌اند از:

مرکز متوسط[1]**:** مرکز متوسط یا میانگین مرکزی را می‌توان به‌عنوان معیاری تقریبی برای جانمایی گشت خودرویی به‌کار برد.

بیضی انحراف معیار[2]**:** توزیع بسیاری از پدیده‌های جغرافیایی در فضا به‌گونه‌ای هستند که ممکن است جهت‌دار بوده و نتوان آنها را با دایره نشان داد.

آزمون خوشه‌بندی[3]**:** آزمون خوشه‌بندی، اولین گام برای جانمایی گشت خودرویی است. چند روش برای آزمون خوشه‌بندی وجود دارد. این روش برای آزمون خوشه‌بندی در توزیع مکانی پدیده‌های خطی مثل راه‌ها و پدیده‌های نقطه‌ای مثل ایستگاه‌های پلیس، مراکز خدماتی و مکان تصادفات و ... قابل استفاده است. اگر نتیجه آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه برابر یک باشد، بنابراین داده‌ها دارای توزیع تصادفی هستند. اگر نتیجه کوچک‌تر از عدد۱ باشد، یعنی داده‌ها خوشه‌ای هستند و اگر شاخص نزدیک‌ترین همسایه بزرگ‌تر از عدد ۱ باشد، نشان‌دهنده یکنواخت‌بودن توزیع داده‌ها است (احمدی و کلانتری، ۱۳۹۲).

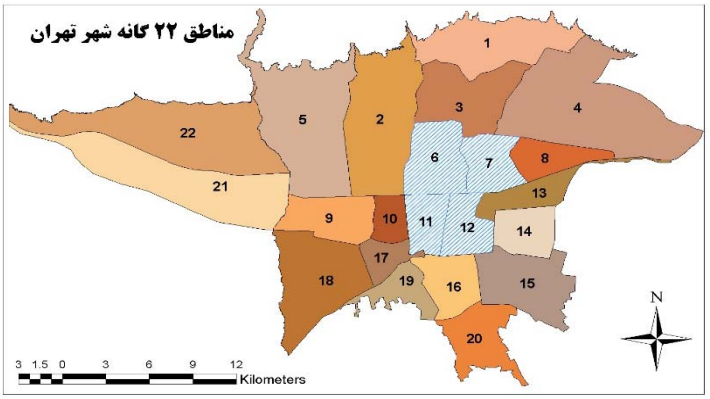
آزمون کرنل: آزمون تخمین تراکم کرنل سطح همواری از تغییرات در تراکم داده‌ها را بر روی محدوده ایجاد می‌کند. روش تحلیل آزمون کرنل، شیوه‌ای دیگر برای تحلیل فضایی ایستگاه‌های پلیس در محدوده مورد مطالعه شهر تهران است. در این روش نسبت میزان نقاط مورد مطالعه و به تراکم جمعیت و یا مساحت در واحدهای جغرافیایی با ابعاد

1. Mean Center
2. Standard Deviation Ellipse
3. Tests for clustering

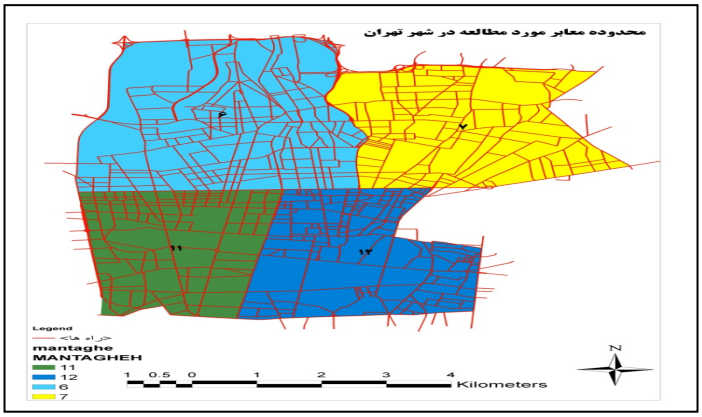
مشخص سنجیده می‌شود. واحدی که به‌صورت موضوعی روی نقشه آورده می‌شود، می‌تواند تعیین‌کننده میزان یک تراکم نقطه‌ای یا عوارض خطی مانند شبکه راه‌ها در مختصات جغرافیای مشخص با عنوان محاسبه شود.

یافته‌ها

شهر تهران یکی از بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهرهای جهان و ایران است، بیشترین سفرهای جذب‌شده مربوط به مناطق مرکزی شهر تهران شامل مناطق ۶ و ۷ و ۱۱ و ۱۲ است. بیشترین مراکز تجاری، آموزشی و اداری در این مناطق متمرکز هستند که موجب تردد زیاد وسایل نقلیه و سفر شهروندان به این مناطق نسبت به سایر مناطق می‌شود؛ لذا در این پژوهش، محدوده مرکزی شهر تهران برای مطالعه انتخاب شده است. افزایش روزافزون تعداد خودروها موجب افزایش حجم تردد خودروها، افزایش تعداد تصادفات، کاهش سطح سرویس معابر، راه‌بندان و افزایش ماموریت‌های پلیس راهنمایی و رانندگی شده است. برای این‌که پلیس راهنمایی و رانندگی بتواند خدمات بهتری به شهروندان ارائه کند و در اسرع وقت در محل ماموریت حاضر شود نیاز به جانمایی بهینه دارد.



شکل شماره ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در شهر تهران

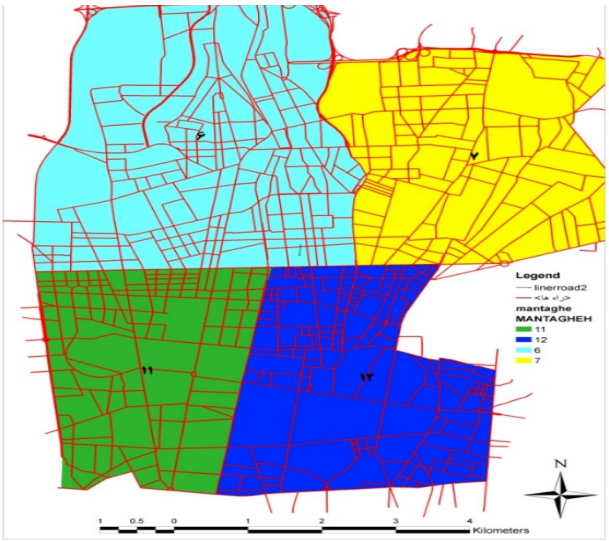


شکل شماره ۲- شبکه معابر محدوده مطالعاتی

بررسی معابر شهر تهران: مراکز تجاری، سیاسی، اقتصادی، مذهبی و تفریحی، بیشتر در مناطق مرکزی شهر تهران قرار گرفته است و این مناطق محدوده قدیمی شهر تهران است که تا حدودی بافت قدیمی خود را حفظ کرده است و بیشترین سفرهای جذب‌شده مربوط به این مناطق است. لایه نمایش داده‌شده در شکل ۳ با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی موجود تهیه شده است؛ همان‌طورکه در نقشه پراکندگی معابر شهر تهران مشاهده می‌شود، تراکم معابر در مناطق مرکزی تهران شامل منطقه ۶ و ۷ و ۱۱ و ۱۲ بیشتر از سایر مناطق شهر تهران است.

شکل شماره ۳- پراکندگی معابر در مناطق شهر تهران

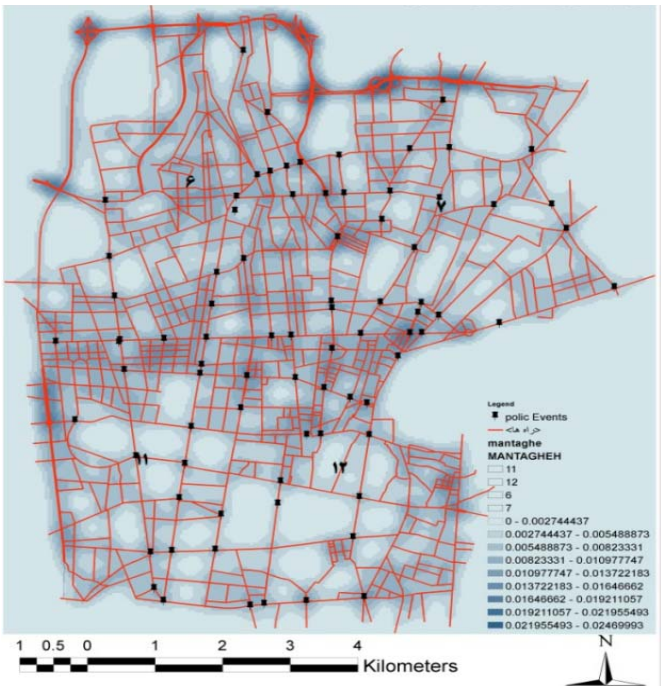
شاخص توصیفی میانگین جهت‌دار معابر محدوده مطالعاتی: در لایه شکل ۴، شاخص توصیفی میانگین جهت‌دار معابر منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. این لایه معابر محدوده مطالعاتی را به‌صورت میانگین و خلاصه‌شده نشان می‌دهد. که برای هر یک از مناطق ۶، ۷، ۱۱ و ۱۲ به‌صورت جداگانه آمده است.



شکل شماره ٤- شاخص توصیفی میانگین جهت‌دار معابر مورد مطالعه

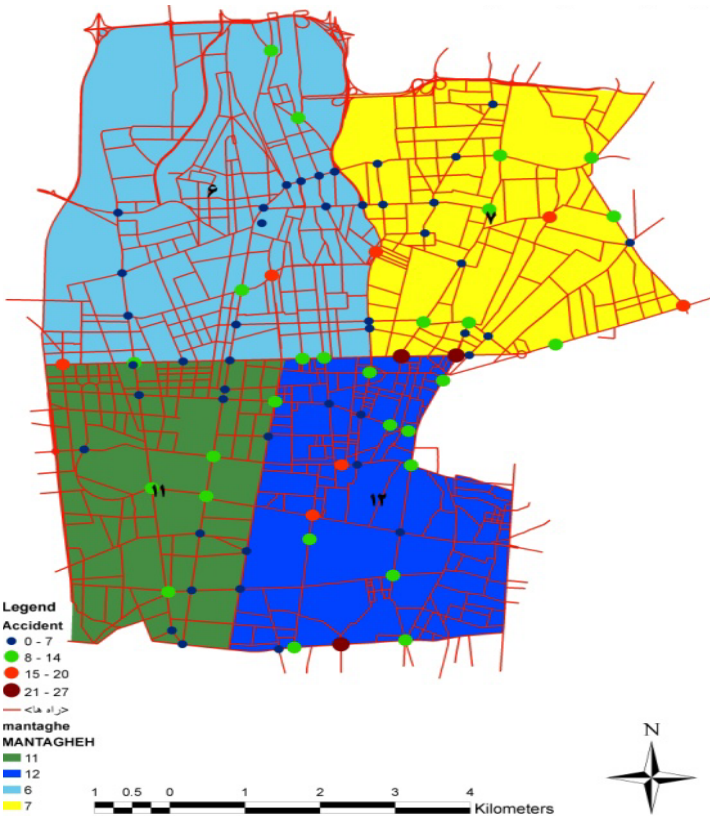
تراکم معابر برحسب کرنل در منطقه مطالعاتی: در لایه شکل ۵، تراکم خطی معابر محدوده مطالعاتی برحسب کرنل نشان داده شده است. این آزمون، تخمین تراکم کرنل سطح همواری از تغییرات در تراکم داده‌ها را بر روی محدوده ایجاد می‌کند. براساس روش فوق و به‌منظور تشخیص تراکم معابر، این محاسبات در محیط سامانهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی با نرم‌افزار ArcGIS انجام و نسبت میزان نقاط مورد مطالعه به تراکم معابر سنجیده می‌شود. تابع تراکم کرنل یکی از توابع تحلیل فضایی مهم در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی است. این تابع قادر است تراکم یک عارضه نقطه‌ای (مانند جمعیت، مناطق مسکونی) و یا خطی (شبکه معابر) را با توجه به مساحت منطقه و نوع متغیر در یک

پهنه جغرافیایی به‌صورت فضایی به تصویر بکشاند. بنابراین این تابع یکی از مناسب‌ترین روش‌هایی بود که برای به تصویرکشیدن داده‌های خطی و به‌خصوص نقطه‌ای به‌صورت پیوسته انتخاب شد.



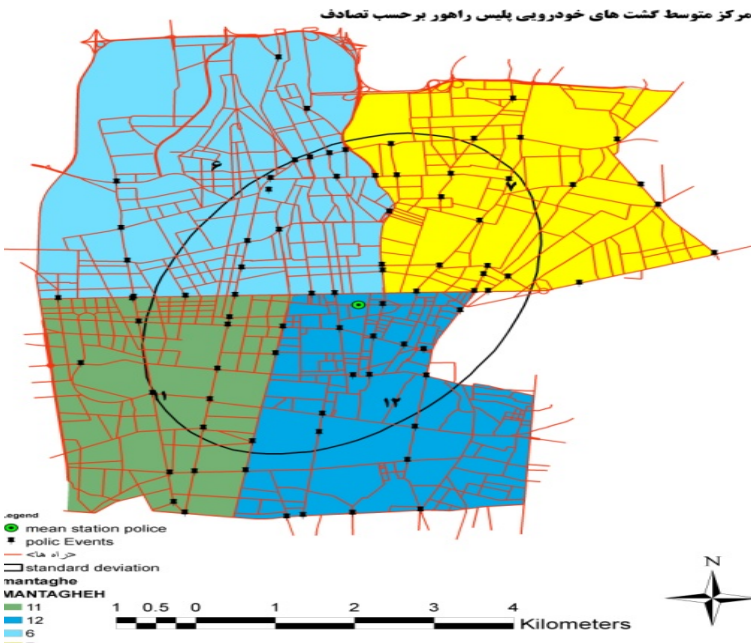
شکل شماره ۵- تراکم کرنل معابر در محدوده مورد مطالعه

پراکندگی تصادفات در محدوده مطالعاتی: لایه شکل ۶، پراکندگی تصادفات را براساس آمار تصادفات دریافتی از بانک اطلاعاتی پلیس راهنمایی و رانندگی تهران بزرگ را نشان می‌دهد. نقاط قرمز نشان‌گر تصادفات فوتی، نقاط سبز نشان‌گر تصادفات جرحی و نقاط آبی نشان‌گر تصادفات خسارتی است. پراکندگی تصادفات فوتی در منطقه در رتبه اول منطقه ۱۲ سپس در منطقه ۷ حوزه مطالعاتی بیشتر قابل مشاهده است.



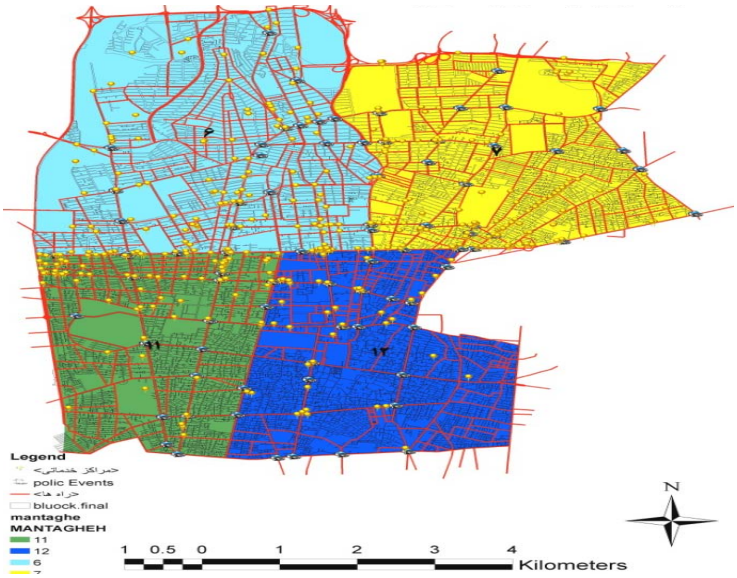
شکل شماره ٦- پراکندگی تصادفات در محدوده مورد مطالعه برحسب نوع تصادف

مرکز متوسط گشت‌های خودرویی پلیس برحسب تصادفات: در شکل ۷، پراکندگی محل استقرار گشت‌های پلیس راهنمایی و رانندگی برحسب تعداد تصادفات نمایش داده شده است. همان‌طور که در این لایه مشاهده می‌شود، کشیدگی بیضی انحراف استاندارد در جهت شمال شرق به جنوب غرب است و مرکز متوسط گشت‌های خودرویی پلیس برحسب تعداد تصادف در محدوده خیابان انقلاب است.



شکل شماره ۷- بیضی انحراف استاندارد و مرکز متوسط گشت‌های خودرویی پلیس برحسب تعداد تصادف در محدوده مورد مطالعه

کاربری زمین در محدوده مطالعاتی: کاربری زمین، به استفاده انسان از زمین گفته می‌شود. کاربری زمین شامل: مدیریت و تبدیل محیط طبیعی به محیط ساخته شده است. با توجه به فشرده‌بودن بافت در شهرها، کاربری‌ها نیز به شکل تلفیقی با هم هستند. در این تحقیق کاربری زمین به دو گروه خدماتی و مسکونی تقسیم شده است. کاربری خدماتی شامل: اداری، درمانی، آموزشی، تفریحی، تجاری، ورزشی، مذهبی و غیره است. شکل ۸ پراکندگی مراکز خدماتی (نقاط زردرنگ) را در محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد. سفرهای شهروندان بیشتر به مراکز خدماتی موجب جذب بالای سفر به این محدوده می‌شود.



شکل شماره ۸- پراکندگی مراکز خدماتی در محدوده مورد مطالعه

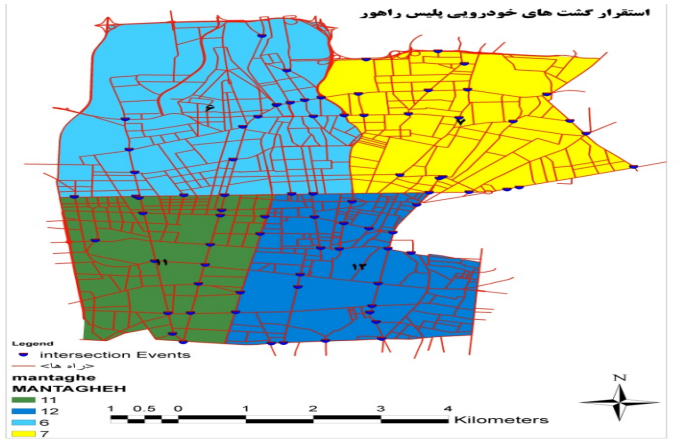
بیضی انحراف استاندارد مراکز خدماتی محدوده مطالعاتی: برای سنجش توزیع فضایی و مرکزثقل مراکز خدماتی محدوده مورد مطالعه، مدل‌های آماری گرافیک مبنا شامل آزمون مرکز میانگین و بیضی انحراف معیار مورد استفاده قرار گرفته است. مرکز میانگین، مکان مرکزی را به‌صورت میانگین مبنایی تمام مکان‌های خدماتی مشخص می‌کند. بیضی انحراف معیار، با استفاده از انحراف معیار فاصله مکان مراکز خدماتی تا مرکز میانگین، پراکندگی، جهت و موقعیت آن را مشخص می‌کند. لایه شکل ۹، بیضی انحراف استاندارد مراکز خدماتی را در محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد. این لایه نشان می‌دهد که بیشترین مراکز خدماتی در محدوده این بیضی قرار دارند. با توجه به این‌که جهت بیضی در جهت شمال شرقی به جنوب غربی است جهت پراکندگی مراکز خدماتی نیز در همان جهت شمال شرقی به جنوب غربی این محدوده است.

شکل شماره ۹- بیضی پراکندگی مراکز خدماتی در محدوده مطالعاتی

فاصله استاندارد ٦٥ درصد و مرکز میانگین مراکز خدماتی محدوده مطالعاتی: فاصله استاندارد مطلق معمولاً با استفاده از یک دایره به شعاع SD و با مرکزیت نقطه میانگین مکانی نشان داده می‌شود. مسلماً هرچه شعاع این دایره بیشتر باشد، پراکندگی نقاط نسبت به نقطه تعادل (میانگین مکانی) بیشتر است. لایه شکل ۱۰ نشان می‌دهد که ۶۵ درصد از مراکز خدماتی موجود نسبت به مرکز میانگین و خود داده‌ها در محدوده مطالعاتی در دایره سبز رنگ قرار دارد و مرکز دایره مرکز میانگین مراکز خدماتی است. همانطور که مشاهده می‌شود این دایره در مرکز محدوده مطالعاتی قرار دارد.

شکل شماره ۱۰- فاصله استاندارد ٦٥درصد و مرکز میانگین مراکز خدماتی در محدوده مطالعاتی

بررسی محل استقرار فعلی گشت‌های خودرویی پلیس: در لایه شکل ۱۱ نقاط استقرار گشت‌های خودرویی در محدوده مطالعاتی آمده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود پراکندگی استقرار واحدهای گشت در برخی نقاط زیاد و برخی نقاط نیز فاقد واحد گشتی هستند؛ عدم توزیع مناسب استقرار گشت‌های پلیس موجب ایجاد اختلال در ماموریت‌های پلیس می‌شود.

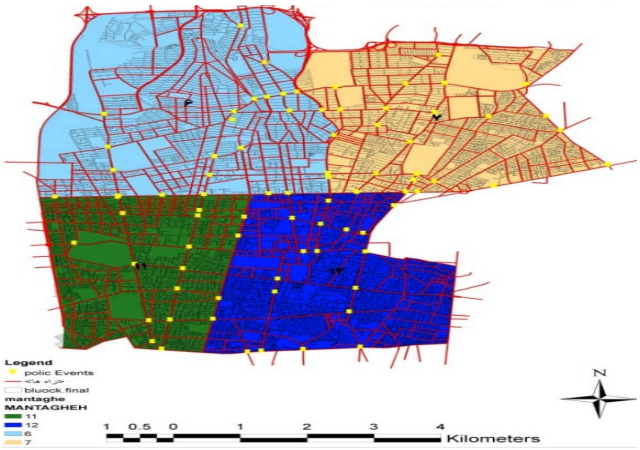


شکل شماره ۱۱- پراکندگی نقاط استقرار گشت‌های خودرویی در محدوده مطالعاتی

بیضی انحراف استاندارد گشت‌های خودرویی پلیس: در لایه شکل ۱۲ بیضی انحراف استاندارد گشت‌های خودرویی پلیس آمده است. انحراف و کشیدگی بیضی در جهت شمال شرق به جنوب‌غرب است. درواقع بیشترین استقرار گشت‌ها در جهت شمال‌شرقی به جنوب‌غربی است و مرکز میانگین این استقرارها محدوده خیابان انقلاب است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود محدوده شمال‌غرب و جنوب‌شرق فاقد گشت پلیس است.

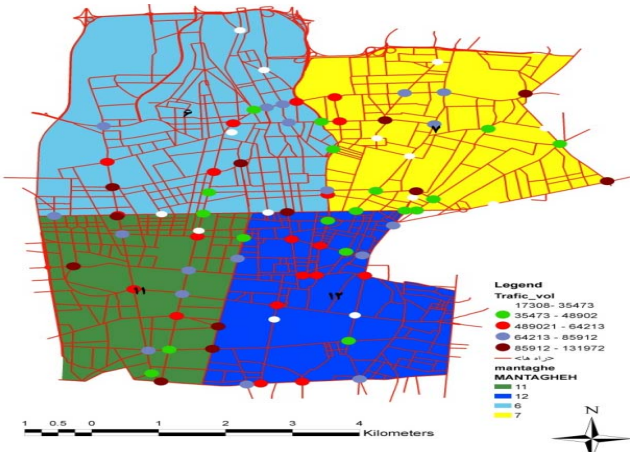
شکل شماره ۱۲- بیضی انحراف استاندارد گشت‌های خودرویی در محدوده مطالعاتی

استقرار گشت‌های خودرویی پلیس در بافت شهری محدوده مطالعاتی: در لایه شکل ۱۳ نقاط استقرار گشت‌های خودرویی در بافت شهری محدوده مطالعاتی آمده است. شکل تلفیق لایه استقرار فعلی گشت‌خودرویی پلیس با بافت شهری است که در بافت شهری مناطق مسکونی، تجاری و اداری مشاهده می‌شود که استقرار فعلی نتوانسته تمام نقاط را پوشش دهد.



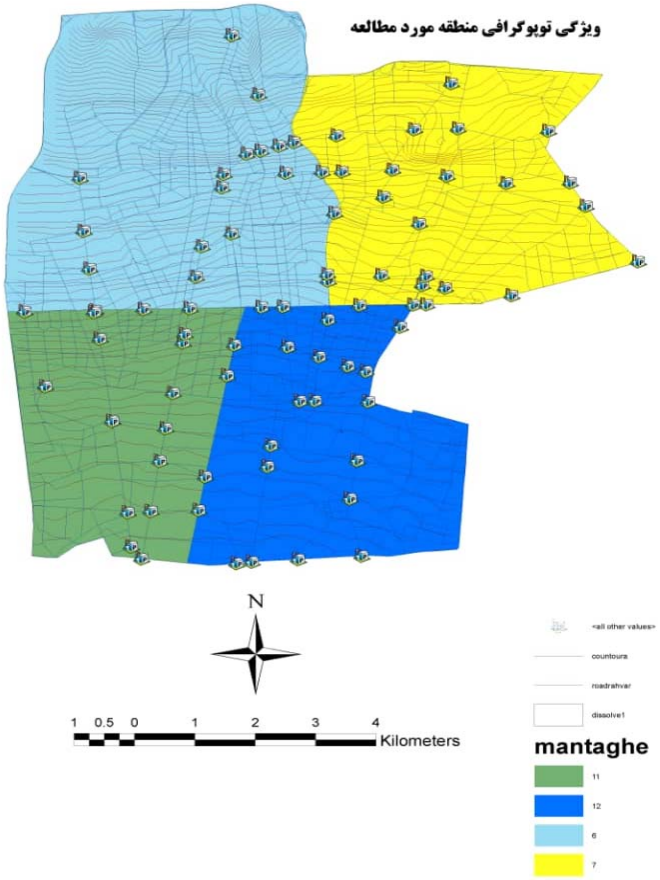
شکل شماره ۱۳- استقرار گشت‌های خودرویی در بافت شهری محدوده مطالعاتی

متوسط روزانه حجم تردد در محدوده مطالعاتی: در لایه شکل ۱۴ با توجه به حجم متوسط سالیانه که با استفاده از آمار حجم تردد دریافتی از بانک اطلاعاتی شرکت کنترل ترافیک شهرداری تهران ترسیم شده است. نقاط قهوه‌ای رنگ بیان‌گر بیشترین حجم تردد و نقاط سبز رنگ کمترین حجم تردد هستند. منطقه ۱۱ بیشترین و منطقه ۷ کمترین حجم تردد در نقاط استقرار فعلی گشت‌های خودرویی پلیس را دارد.



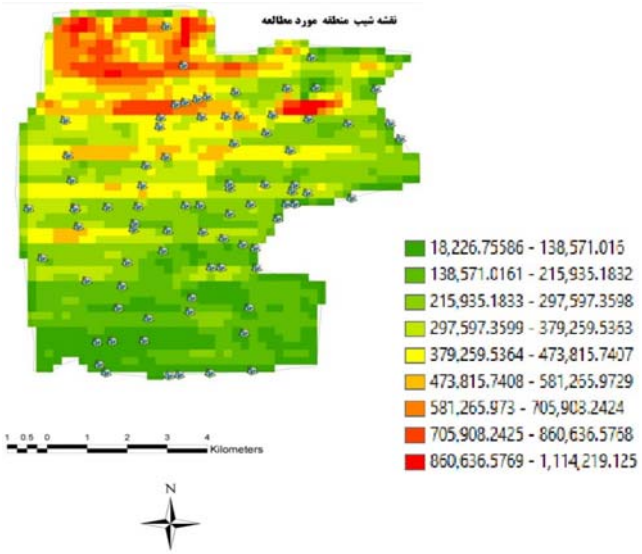
شکل شماره ۱٤- پراکندگی متوسط روزانه سالیانه حجم تردد خودروها در محدوده مطالعاتی

توپوگرافی محدوده مطالعاتی: با توجه به شکل ۱۵ ویژگی‌های توپوگرافی، بیشترین ناهمواری به‌ترتیب در مناطق۶ و ۷ است و سایر مناطق از وضعیت تقریباً هموار و یکنواختی برخوردار است. از جنوب به شمال و از شرق به غرب ارتفاع افزایش می‌یابد.



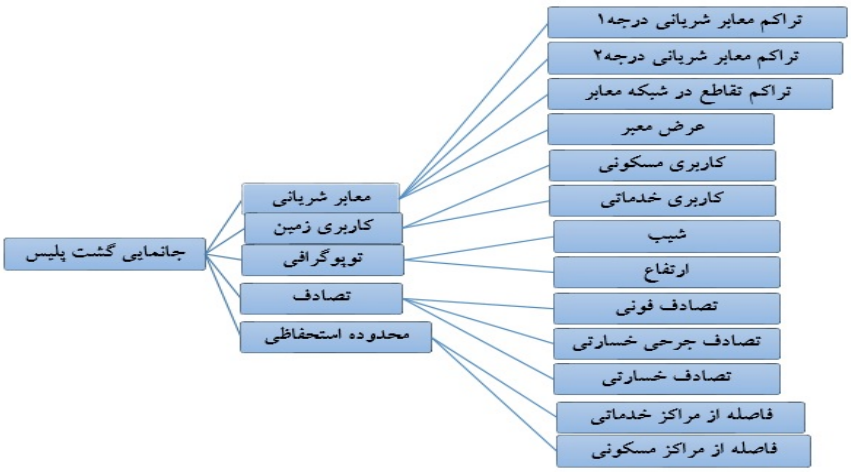
شکل شماره ۱۵- ویژگی توپوگرافی محدوده مطالعاتی

با توجه به لایه نمایش داده‌شده در شکل ۱۶، مشاهده می‌شود که بیشترین شیب با رنگ قرمز در محدوده شمالی منطقه (مناطق ۶ و ۷) وجود دارد و کمترین شیب (با رنگ سبز) در مناطق جنوبی در نقشه دیده می‌شود. قابل ذکر است که ایستگاه پلیس راهور در مناطق پرشیب وجود ندارد و در مناطق کم‌شیب بیشترین تمرکز را دارند.



شکل شماره ۱۶- نقشه شیب محدوده مطالعاتی

درخت تحلیل سلسله مراتب گشت‌های پلیس: هدف این پژوهش، جانمایی گشت‌های پلیس راهور است که با توجه به آن معیارها مشخص می‌شود. در این پژوهش از نرم‌افزار Export Choice استفاده شده است. در شکل ۱۷ نمودار درختی معیارها و زیرمعیارها نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۷- نمودار درختی معیارها و زیرمعیارها

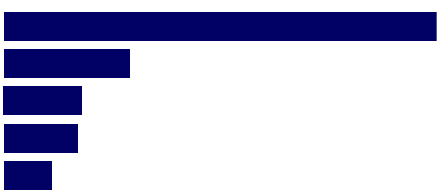
پرسش‌نامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice بررسی شدند و پس از واردکردن داده‌های هر سؤال، نرخ ناسازگاری آن مشخص می‌شود. اگر این نرخ کمتر از ۰/۱ باشد قابل چشم‌پوشی است در غیر این‌صورت نرم‌افزار در یافتن داده ناسازگاری کمک کرده و می‌توان آن ناسازگاری را برطرف کرد. در روش AHP محاسبات براساس قضاوت اولیه پرسش‌شوندگان است که به‌صورت ماتریس زوجی است. ناسازگاری و خطا در مقایسه‌ها و تعیین اهمیت معیارها و زیرمعیارها نتایج حاصل را دچار اشتباه می‌کند. نسبت ناسازگاری میزان سازگاری قضاوت‌ها را مشخص می‌کند و بیان‌گر میزان اعتماد به اولویت‌بندی حاصل از مقایسات است. اگر نسبت سازگاری کمتر از ۰/۱ باشد سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول است ولی در غیر این‌صورت مقایسه‌ها باید دوباره صورت بگیرد. در اینجا نسبت سازگاری ۰/۰۱ است که میزان قابل قبولی بوده و نشان می‌دهد که قضاوت‌ها قابل قبول هستند.

جدول شماره ۱- اوزان معیارها

	معابر شریانی	کاربری زمین	توپوگرافی	تصادف	محدوده استنحفاظی
معابر شریانی	۱	۲/۰۶۳۰۶	۲/۷۴۷۳	۴/۸۵۸۷۵	۱/۸۹۴۶۸
کاربری زمین		۱	۲/۱۹۹۲۳	۶/۲۶۰۳	۱/۵۲۳۷۱
توپوگرافی			۱	۶/۳۳۶۷۲	۲/۲۶۶۲۶
تصادف				۱	۵/۰۹۵۹۳
محدوده استنحفاظی					۱

با توجه به این‌که در جدول بالا نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۱ است و این مقدار کمتر از ۰/۱ است؛ بنابراین داده‌ها قابل قبول بوده و نیازی به رفع ناسازگاری نیست. اوزان معیارها و اولویت‌بندی آنها در شکل ۱۷ آمده است. با توجه اولویت‌بندی معیارها اهمیت معیار تصادف در جانمایی گشت پلیس بیشتر از سایر معیارها است و کمترین معیار را توپوگرافی به‌خود اختصاص داده است.

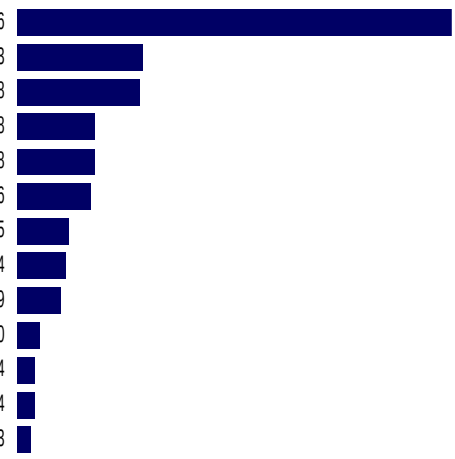
تصادف	۰٫۵۷۰
معابر شریانی	۰٫۱۶۷
کاربری زمین	۰٫۱۰۰
محدوده استنحفاظی	۰٫۰۹۸
توپوگرافی	۰٫۰۶۵



شکل شماره ۱۸- اولویت‌بندی و اوزان معیارها

در این نرم‌افزار، زیرمعیارها نیز اولویت‌بندی شده‌اند و همان‌طورکه در شکل ۱۹ مشاهده می‌شود، مهم‌ترین زیرمعیار در نمودار اولویت‌بندی زیرمعیارها، زیرمعیار تصادفات فوتی است که با وزن ۰/۳۸۶ دارای بیشترین وزن در بین سایر زیر معیارها است وکمترین اوزان زیرمعیار فاصله از مناطق مسکونی به‌دست آمده است.

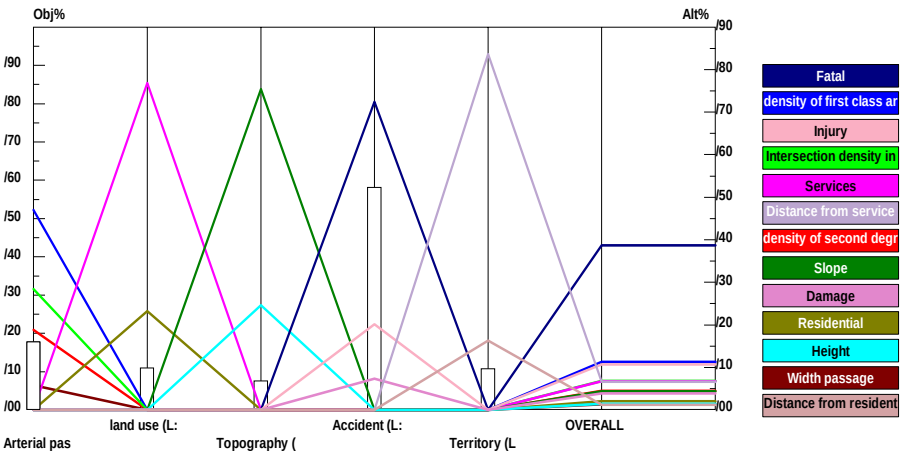
تصادف فوتی	۰٫۳۸۶
تراکم معابر شریانی درجه۱	۰٫۱۱۳
تصادف جرحی	۰٫۱۰۸
تراکم تقاطع در شبکه معابر	۰٫۰۶۸
کاربری خدماتی	۰٫۰۶۸
فاصله از مراکز خدماتی	۰٫۰۶۶
تراکم معابر شریانی درجه۲	۰٫۰۴۵
شیب	۰٫۰۴۴
تصادف خسارتی	۰٫۰۳۹
کاربری مسکونی	۰٫۰۲۰
ارتفاع	۰٫۰۱۴
عرض معبر	۰٫۰۱۴
فاصله از مراکز مسکونی	۰٫۰۱۳



شکل شماره ۱۹- اولویت‌بندی زیرمعیارها

تحلیل حساسیت نتایج: یکی از امکانات بسیار مهم و ارزشمند در نرم‌افزار choice expert، وجود امکانی جهت آنالیز حساسیت است. با انجام آنالیز حساسیت بر روی هر یک از معیارها و زیر معیارها و افزایش یا کاهش وزن آن می‌توان مهم‌ترین عوامل موثر در جانمایی را مشخص کرد. تحلیل حساسیت نتایج بیان‌گر تاثیر اولویت‌بندی معیارها بر زیرمعیارها و نحوه جانمایی گشت‌های پلیس است و تاثیر تغییرات بر اهمیت نسبی وزن‌های هر معیار یا زیرمعیارها بررسی می‌شود.

تحلیل حساسیت عملکردی: با توجه به آنالیز حساسیت عملکردی در نرم‌افزار Expert Choice11 در شکل ۲۰ اولویت‌بندی معیارها براساس زیرمعیارها بیان‌گر این است که در معیار معابر شریانی زیرمعیار چگالی معابر شریانی درجه یک، در معیار کاربری زمین زیرمعیار مراکز خدماتی، در معیار توپوگرافی زیرمعیار شیب، در معیار تصادف زیرمعیار تعداد تصادفات فوتی، در معیار محدوده حوزه استحفاظی زیرمعیار فاصله از مراکز خدماتی برتری دارند.



شکل شماره ۲۰- حساسیت عملکردی

بحث و نتیجه‌گیری

این سوال اساسی وجود دارد که تحلیل فضایی جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس راهنمایی و رانندگی در مناطق مرکزی شهر تهران چگونه است؟

با توجه به توسعه و رشد روزافزون جوامع بشری نیاز به شبکه معابر ایمن برای حمل‌ونقل، ضروری به‌نظر می‌رسد. برای داشتن شبکه معابر ایمن با ترافیک روان باید سعی شود، مشکلاتی که در سطح راه برای تردد خودروها پیش می‌آید در اسرع وقت برطرف شوند، تا موجب کاهش سطح سرویس معابر نشوند. این امر مستلزم جانمایی صحیح گشت‌های پلیس است تا آنها بتوانند در صورت بروز مشکلاتی مثل خرابی خودرو، وقوع تصادف یا سایر موارد، خود را در کمترین زمان ممکن به محل حادثه برسانند. جانمایی گشت‌های پلیس در شهر تهران به‌صورت سنتی است و سالیان سال به همین منوال بوده و با افزایش تعداد خودروها و میزان سفرهای شهروندان تغییراتی در نحوه جانمایی گشت‌های خودرویی انجام نشده است و در برخی موارد نیز که تغییراتی داشته، بیشتر سلیقه‌ای و براساس مسیر حرکت رده فرماندهی است و در مسیر تردد روزانه آنها اقدام به جانمایی گشت‌های خودرویی می‌شود، که این امر موجب تاخیر در بازدید تصادفات و برطرف کردن مشکلات ایجاد شده در سایر نقاط حوزه استحفاظی می‌شود،که این موضوع با نتایج تحقیق چنگ‌کوانگ هم‌خوانی دارد. این پژوهش با تشریح وضعیت فعلی و شناساندن نقایص آن متغیرهای موثر در جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس را بیان کرده و با اولویت‌بندی آنها، جانمایی صحیح براساس اولویت‌ها انجام گیرد. معیار تصادف دارای بیشترین اهمیت و معیار توپوگرافی دارای کمترین اهمیت در بین سایر معیارها هستند و در بین زیرمعیارها، زیرمعیار تصادف فوتی با وزن ۰/۳۸۶ که در تحقیق البدوی نیز مورد تاکید قرار گرفته بود، دارای بیشترین وزن در بین سایر زیرمعیارها است. بنابراین با جانمایی مناسب می‌توان تصادفات و تخلفات رانندگی را کاهش داد که سوال اول و دوم یعنی

چگونگی مکان‌یابی گشت‌های خودرویی پلیس راهور در راستای کاهش تصادفات رانندگی و هم‌چنین چگونگی مکان‌یابی گشت‌های خودرویی پلیس راهور در راستای کاهش تخلفات رانندگی نیز پاسخ داده شد. ازطرفی کمترین وزن مربوط به زیرمعیار فاصله از مناطق مسکونی است بنابراین لازم است برای روان‌سازی ترافیک گشت‌های پلیس در مناطق خدماتی که دارای بیشترین حجم ترافیک است، جانمایی کرد که سوال سوم مبنی بر این‌که مکان‌یابی گشت های خودرویی پلیس راهور در راستای کاهش ترافیک آن چگونه است؟ نیز پاسخ داده شد. در شهر تهران با توجه به معیارها و زیرمعیارهای تعیین‌شده، پیشنهاد می‌شود، جانمایی مناسب برای هر منطقه راهنمایی و رانندگی با اولویت نقاط حادثه‌خیز در راستای حضور سریع در صحنه تصادف و کاهش تصادفات انجام گیرد. در راستای افزایش نظارت و مدیریت حوزه استحفاظی و پاسخ به سوال پنجم با توجه به این‌که چند منطقه راهنمایی و رانندگی در شهر تهران زیرمجموعه یک سرکلانتری انجام وظیفه می‌کنند، نتایج این تحقیق می‌تواند در جانمایی بهتر سرکلانتری‌های راهنمایی و رانندگی شهر تهران نیز موثر واقع شود. هم‌چنین با در نظرداشتن شرایط توپوگرافی و تنوع اقلیمی شهرهای مختلف ایران، این پژوهش می‌تواند مبنای خوبی برای جانمایی گشت‌های خودرویی پلیس در تمامی شهرها باشد.

پیشنهادها

به‌منظور روان‌سازی ترافیک، گشت‌های خودرویی در مناطق خدماتی که دارای بیشترین حجم ترافیک هستند، جانمایی شوند.

برای تسریع در رسیدگی به تصادف و کاهش سوانح ترافیکی به تناسب هر منطقه گشت‌های خودرویی در نقاط حادثه‌خیز جانمایی و مستقر شوند.

با توجه به این‌که چند منطقه راهور در حوزه یک سرکلانتری هستند، برای جانمایی سرکلانتری‌های راهور نیز از نتایج این تحقیق استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کارشناسان شهرداری تهران و پلیس راهور فاتب که در تهیه نقشه و مصاحبه و نظرات کارشناسی خود ما را یاری کردند، قدردانی می‌شود.

منابع

آقاگل‌زاده، غلام‌حسین؛ میکائیلی، فتاح؛ امیری، مقصود و تقوی‌فرد، محمدتقی. (۱۳۹۳). مدلی برای مدیریت کیفیت خدمات پلیس راهنمایی و رانندگی ایران. فصلنامه مدیریت منابع انتظامی، ۲(۱)، ص ۱-۴۸.

بازرگان، مهدی و امیرفخریان، مصطفی. (۱۳۹۶). مسیریابی بهینه خودروهای امدادی در زمان وقوع حوادث با استفاده از الگوریتم مسیریابی در GIS مطالعه موردی شهر مشهد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۲، شماره پیاپی ۱۲۶، ص ۵۱-۳۵.

بانک توسعه آسیایی. (۱۳۸۵). مدیریت ایمنی راه، تهران: انتشارات پژوهشکده حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی.

بهبهانی، حمید و احمدی‌نژاد، محمود. (۱۳۷۴). مهندسی ترافیک تئوری و کاربرد، تهران: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

پریزادی، طاهر و روشنگر، ثریا. (۱۳۹۱). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در برنامه‌ریزی شهری، فصلنامه علمی- پژوهش اطلاعات جغرافیایی سپهر، دوره ۲۱، شماره ۸۳، ص ۵۷-۵۱.

خداکرمی، محمدصابر و امیری، مقصود. (۱۳۹۴). مکان‌یابی تسهیلات اضطراری در شرایط عدم قطعیت با رویکرد چندهدفه، استانبول: پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، اقتصاد و علوم انسانی دانشگاه زعیم استانبول.

داداش‌پور، هاشم و تدین، سپیده. (۱۳۹۴). تحلیل نقش الگوهای سفر در ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران، فصلنامه علمی- پژوهشی آمایش جغرافیایی فضا، سال پنجم، شماره ۱۸، ص ۸۵-۶۵.

رستمی، عبدالرضا. (۱۳۸۵). بهره‌وری در نیروی پلیس سنگاپور، دو ماهنامه توسعه انسانی پلیس، سال سوم، شماره ۷، ص ۴۲-۲۵.

روشنی، حمید. (۱۳۸۹). تعیین بار خردکننده مناسب مدار خردایش با در نظرگرفتن پارامترهای عملیاتی برای مجتمع فسفات اسفوردی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

سجادیان، ناهید و علی‌پور، سیدخلیل. (۱۳۹۴). بررسی نظام توزیع فضایی و تحلیل مکان‌گزینی کلانتری‌های شهر اهواز با استفاده از تحلیل سلسله مراتب فازی (FAHP)، پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، شماره ۹، ص ۲۴-۱.

شیوعی، کامیار؛ رضایی، فردین و قلی‌زاده، محمدحسن. (۱۳۹۷). مکان‌یابی ایستگاه‌های پلیس با کمترین زمان دسترسی به محل‌های وقوع جرم در کلان‌شهر رشت، فصلنامه دانش انتظامی، سال هفتم، شماره ۲۵، ص ۲۳-۱.

صحرائیان، زهرا و زنگی‌آبادی، علی. (۱۳۹۳). کاربرد روش AHP در مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر جهرم). فصلنامه امداد و نجات. ۵(۲)، ص ۱۴-۲۹.

علیخانی، بهلول. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۳، ص ۱۴-۱.

علیزاده، عزیزاله. (۱۳۸۹). فرهنگ فارسی عمید، تهران: انتشارات راه رشد.

فنی، زهره و روشن، عبداله. (۱۳۹۵). مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۱، ص ۹۲-۸۱.

کریمی خوزانی، علی. (۱۳۹۳). تبیین و بررسی نقش و جایگاه مدیریتی نیروی انتظامی در راهبرد امنیت ملی، فصلنامه توسعه سازمانی پلیس، سال یازدهم، شماره ۵۱، ص ۶۶-۳۹.

نوری، سپیده و محمدی، علیرضا. (۱۳۹۶). تعیین عرصه‌های مکان‌گزینی کلانتری‌ها برای بهبود امنیت فضا در شهر اردبیل، پژوهش‌های راهبردی امنیت و نظم اجتماعی، سال ششم، شماره ۳، ص ۱۱۵-۹۷.

یغفوری، حسین؛ قتوحی، صمد و بهشتی‌فر، جاسم. (۱۳۹۲). کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیای در تجزیه و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی داروخانه‌های شهر جهرم، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۴، شماره ۱۴، ص ۲۰-۱.

سایت سازمان پزشکی قانونی. تاریخ بازدید: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰، http://www.lmo.ir

بانک توسعه آسیا. تاریخ بازدید: ۱۳۹۹/۱۰/۲۸، http:// www.adb.org

Cheung, C.Y., Yoon, H.T. & Chow, A.H. (2015). Optimization of police facility deployment with a case study in Greater London Area. Journal of Facilities Management 13(3), 229-243.

Dunnett, S.; Leigh, J. & Jackson, L. (2019). Optimising police dispatch for incident response in real time. Journal of the Operational Research Society, 70(2), 269-279.

Elliott, T.; Payne, A.; Atkison, T. & Smith, R. (2018). Algorithms in Law Enforcement: Toward Optimal Patrol and Deployment Algorithms. In Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Engineering (IKE) (pp. 93-99). The Steering Committee of the World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (World Comp).

Golledge, R.G. (2002). The Nature of Geographic Knowledge. Annals of the Association of American Geographers, 92(1): 1-140.

Hajibabai, L. & Saha, D. (2019). Patrol route planning for incident response vehicles under dispatching station scenarios. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, 34(1), 58-70.

Holguin-De La Cruz, J. (2016). Determining Ideal Number of Police Patrols to Meet Reference Response Time Using Stochastic Simulation. International Journal of Engineering Science Invention, 12(5), 22-26.

Feng, Mingjie; Wang, Xuesong; Quddus, Mohammed. (2020). Developing Multivariate Time Series Models to Examine the Interrelations, between Police Enforcement, Traffic Violations and Traffic Crashes. Analytic Methods in Accident Research. 28, pp. 1-29.

Wu, C.K.; Chen, Y.M.; Wu, D. & Chi, C.L. (2019). A Game Theory Approach for Assessment of Risk and Deployment of Police Patrols in Response to Criminal Activity in San Francisco. Risk Analysis.