



مقاله: پژوهشی

Spatial analysis of intra-city accidents (case study: Saveh)

Hadi Rafiekia¹, Mohammad Shojaei², Hamidreza Nomradi³, Seyed Mohammad Hosseini⁴

Received: 23 - 09 - 2023

PP. 33-72

Accepted: 24 - 11 - 2023

Abstract

Background and objective: During the last few decades, Saveh has witnessed physical development, increase in urban population, excessive migration and marginalization, but the construction of the infrastructure, especially in the urban transportation sector, has not been done consistent with these developments. Understanding the importance of the topic and taking into account the location of Saveh and the lack of consistent studies in this field, the present research was conducted aiming to spatial analysis of accidents in Saveh city and prioritization of accident-prone areas.

Method: In this research, while showing the accidents of two-years of 1400 and 1401 on the map, taking into account the type of accidents, spatial analysis of the accidents was carried out using kernel density function, nearest neighbor index, global Moran index, general G statistic (Gary coefficient). And at the end, using Enslin's local Moran's index, we will categorize the roads based the type of accident.

Findings: According to the findings of the research, four areas including Azadi Square, Shahrdari Square, Beheshti Boulevard and Sepah Boulevard have the highest number of urban accidents.

Conclusion: According to the results, it was found that more damage accidents occur in main roads and busy roads, including markets and commercial and medical centers, and the most fatal and injured accidents occur in the beltways of the city, where both the speed of vehicles is higher and the combination of heavy and light vehicle traffic exists. The best strategy to reduce casualties and damages in Saveh is to build a belt from north to east in order to separate the traffic of light and heavy vehicles and also to make the police supervision of city roads more intelligent.

Keywords: accidents, locating, GIS, spatial analysis, Saveh city.

Reference: Rafiekia, Hadi, Shojaei, Mohammad, Nomradi, Hamidreza, & Hosseini, Seyed Mohammad (2024). "Spatial analysis of intra-city accidents (case study: Saveh)". *Quarterly of Disciplinary Geography*, 11(44), pp. 33-72.

1- Assistant Professor, Crime Prevention Department, Faculty of Command and Staff, Amin University of Police Sciences. (Corresponding author's email: zas1401salar@yahoo.com).

2- Master's student in urban affairs management, Faculty of Urban Planning, University of Tehran.(Email: mohamadshojaei@ut.ac.ir).

3- Instructor, Ph.D of Laws, Applied Science University of MarkaziProvince. (Email: nomradireza@yahoo.com).

4- Faculty member, Department of Human Geography and Planning, University of Tehran. (Email: a.hosseini@ut.ac.i).

مقاله: پژوهشی

تحلیل فضایی تصادفات درون شهری (مورد مطالعه: شهر ساوه)

هادی رفیعی کیا^۱، محمد شجاعی^۲، حمیدرضا نومردی^۳، سید محمد حسینی^۴

پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۳

از صفحه ۳۳ تا ۷۲

دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: شهر ساوه طی چند دهه اخیر شاهد توسعه فیزیکی، افزایش جمعیت شهری، مهاجرت بی‌رویه و حاشیه‌نشینی شده است اما ایجاد زیرساخت‌ها به‌خصوص در بخش حمل‌ونقل شهری، متناسب با این تحولات صورت نپذیرفته است. پژوهش حاضر با درک اهمیت موضوع و با توجه به جایگاه شهر ساوه و عدم مطالعات منسجم در این خصوص به هدف تحلیل فضایی تصادفات شهر ساوه و اولویت‌بندی مناطق حادثه‌خیز انجام شد. **روش:** در این پژوهش ضمن نمایش تصادفات دو ساله ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ روی نقشه با در نظر گرفتن نوع تصادفات اقدام به تحلیل فضایی تصادفات با استفاده از تابع تراکم کرنل، شاخص نزدیک‌ترین همسایه، شاخص موران جهانی، آماره عمومی G (ضریب گری) شده است و در پایان با استفاده از شاخص موران محلی انسلین اقدام به دسته‌بندی معابر با توجه به نوع تصادف، می‌کنیم.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های پژوهش چهار ناحیه شامل میدان آزادی، میدان شهرداری، بلوار بهشتی و بلوار سپاه دارای بالاترین میزان تصادفات شهری هستند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مشخص شد تصادفات خسارتی بیش‌تر در معابر اصلی و معابر پُرتردد شامل بازار و مراکز تجاری و درمانی رخ می‌دهند و بیش‌ترین تصادفات فوتی و جرحی شهرستان در کمربندی‌های شهر که هم سرعت وسایل نقلیه بیش‌تر است و هم ترکیب تردد وسایل نقلیه سنگین و سبک وجود دارد رخ می‌دهد. بهترین راه‌کار برای کاهش تلفات و خسارات در شهر ساوه احداث کمربندی شمال به شرق به جهت جداسازی ترافیک خودروهای سبک و سنگین و هم‌چنین هوشمندسازی نظارت پلیس بر معابر شهری است.

کلیدواژه‌ها: تصادفات، مکان‌یابی، جی‌آی‌اس، تحلیل فضایی، شهر ساوه.

استناددهی (APA): هادی، شجاعی، محمد، نومردی، حمیدرضا، و حسینی، سید محمد (۱۴۰۲). «تحلیل فضایی تصادفات درون‌شهری (مورد مطالعه: شهر ساوه)». *پژوهشنامه جغرافیای انتظامی*، ۱۱ (۴۴)، صص ۳۳-۷۲.

۱- استادیار، گروه پیشگیری از جرائم، دانشکده فرماندهی و ستاد، دانشگاه علوم انتظامی امین. (رایانامه نویسنده مسئول: zas1401salar@yahoo.com)

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته مدیریت امور شهری، دانشکده شهرسازی، دانشگاه تهران. (رایانامه: mohamadshojaei@ut.ac.ir)

۳- مربی، دکتری حقوق، دانشگاه علمی کاربردی استان مرکزی. (رایانامه: nomoradireza@yahoo.com)

۴- عضو هیئت علمی، گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشگاه تهران. (رایانامه: a.hosseini@ut.ac.ir)



بیان مسئله: شهرهای بزرگ، شهرهای کوچک و روستاها به میزان زیادی به سیستم‌های حمل‌ونقل وابسته‌اند (جعفری، ۱۳۹۴: ۲). خیلی از متغیرهای اقتصادی و سیاسی یک جامعه یا کشور به سیستم‌های حمل‌ونقل آن وابسته است که ریشه در ارتباط پیچیده بین سیستم حمل‌ونقل و مدیریت شهری و خدمات شهری دارد (کرمی و رستمی، ۱۳۹۸: ۱۶۴). شهرها و روستاهای با سیستم حمل‌ونقل سالم و بدون مشکل می‌توانند امکان جابه‌جایی کالا و مسافر را برای همگان فراهم آورند، در عین حال در طی زمان‌های طولانی الگوی رشد شهری و سطح فعالیت‌های اقتصادی را به‌واسطه فراهم آوردن دسترسی‌های مختلف شهری به‌نوبه خود بر شیوه عملکرد سیستم حمل‌ونقل مؤثر می‌افتد. برای پاسخ‌گویی مناسب به حجم بالای درخواست‌های حمل‌ونقل شهری فراهم ساختن زیرساخت‌های مناسب از قبیل خودروی مناسب و معابر اصولی و مهندسی‌ساز و مانند آن از ملزومات است (غفاری گیلان‌ده و همکاران، ۱۳۹۹: ۵).

اهمیت موضوع: با توجه به عدم توسعه معابر شهری شهرستان ساوه همگام با افزایش جمعیت در این شهرستان و غیراصولی بودن غالب معابر مخصوصاً معابر منتهی به مرکز شهر و عدم وجود برنامه جامع در راستای حل معضلات و مشکلات ترافیکی، در این شهرستان غالباً شاهد آمار بالای تصادفات و حوادث ترافیکی درون‌شهری هستیم، در بررسی آمارهای اخذشده از پلیس راهنمایی‌وراندگی و مرکز کنترل و فرماندهی انتظامی شهرستان ساوه و همچنین آمارهای ارائه‌شده از سوی مرکز آمار ایران می‌توان دریافت که آمار تصادفات در معابر شهری این شهرستان نشان‌دهنده خسارات بالای مالی و جانی وارده به شهروندان ساوه‌ای است. با شناسایی و تحلیل نقاط حادثه‌خیز (پرحادثه) شهرستان می‌توانیم بینشی درست و روشن از علل بروز تصادفات و برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی مکان‌ها و معابر حادثه‌خیز با توجه به محدودیت منابع خود داشته باشیم. در این پژوهش با بهره‌گیری از نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی که ابزاری برای تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات به‌منظور

کشف الگوهای معتبر و ناشناخته در بین انبوهی از داده‌ها است، اقدام به تحلیل اطلاعات تصادفات درون‌شهری ساوه کرده و ضمن ارائه الگوی دقیق از محل و نوع تصادفات شهر ساوه امکان تصمیم‌گیری را برای متولیان امر از جمله شهرداری و پلیس راهور در راستای برنامه‌ریزی دقیق‌تر در جهت حل معضلات ترافیکی فراهم می‌آوریم.

اهداف پژوهش: مهم‌ترین اهدافی که در این مقاله به آن‌ها می‌پردازیم، عبارت‌اند از:

- شناخت الگوی فضایی توزیع تصادفات در سطح شهر ساوه.
- شناسایی و اولویت‌بندی معابر و مکان‌های حادثه‌خیز به‌منظور بینش و درک درست از علت بروز تصادفات و تخصیص بهینه منابع جهت بهبود وضعیت ایمنی در سیستم حمل‌ونقل.
- ارائه راه‌کارهای مناسب در جهت کاهش حوادث و تصادفات در شهر ساوه.

پرسش اصلی پژوهش: پرسش اصلی این پژوهش این است که محل‌های حادثه‌خیز تصادفات در ساوه کدام‌اند و الگوی این تصادفات از چه نوع است؟

پیشینه و مبانی نظری

مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی: در خصوص موضوع تصادفات و حوادث ترافیکی و تحلیل پراکنش فضایی تصادفات پژوهش‌های متعددی انجام‌شده که در زیر به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: طی چند دهه گذشته مطالعات متعددی در زمینه سنجش دیدگاه‌ها و ادراکات متخصصان در زمینه عوامل تأثیرگذار بر تصادفات جاده‌ای در سطح جهان صورت گرفته است.

عفتی و همکاران (۱۴۰۰) مقاله‌ای با عنوان «تحلیل شدت تصادفات برون‌شهری با استفاده از داده‌کاوی مکان‌مند مطالعه موردی: محور قدیم قزوین-لوشان» با هدف ارائه مدلی مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات مکانی^۱ و



داده‌کاوی به روش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، به‌منظور تحلیل شدت تصادفات و عوامل مؤثر بر آن در راه‌های اصلی دوخطه برون‌شهری را نگاشتند. در این راستا، به‌منظور بررسی توزیع مکانی تصادفات در محور مورد مطالعه طی بازه زمانی شش‌ساله از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ شمسی، از توابع خودهم‌بستگی مکانی گتیس-ارد جی استار^۱ و تراکم کرنل استفاده شد. بررسی اهمیت متغیرهای مدل پیشنهادی نشان داد که نوع راه و توپوگرافی منطقه از جمله عوامل مؤثر بر افزایش تصادفات با شدت خسارتی در محور قدیم قزوین-لوشان هستند. افزون‌بر این، نتایج مدل‌سازی بر روی تصادفات رخ داده در قوس‌های افقی نیز حاکی از این است که مقاطع دارای خط‌کشی ممتد بیش از سایر مقاطع مستعد وقوع تصادفات جرحی و فوتی‌اند.

حسینی و جهان‌بین (۱۳۹۸) مقاله با عنوان «تحلیل فضایی-مکانی تصادفات رانندگی درون‌شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فازی (مطالعه موردی: شهری کرمان)» را با هدف تحلیل فضایی-مکانی تصادفات درون‌شهری شهر کرمان تألیف کردند. بر اساس فاکتورهای مهم، پس از تلفیق و ترکیب داده‌ها در محیط جی‌آی‌اس، ایشان ابتدا نقشه پراکندگی تصادفات رانندگی شهر کرمان را تهیه کردند؛ سپس با وزن‌دهی به فاکتورها، مناطق حادثه‌خیز را مشخص کردند. یافته‌های حاصل از پژوهش ایشان نشان داد که به‌ترتیب، سه محدوده میدان آزادی، خیابان مطهری و جهاد مستعدترین مناطق تصادفات درون‌شهری بودند.

حیدری سورشجانی و احمدی فروشانی (۱۳۹۷) مقاله‌ای با عنوان «شناسایی و علت‌یابی تراکم خوشه‌ای تصادفات جرحی در خمینی‌شهر با استفاده از آمار فضایی» را با هدف شناسایی خوشه‌ها و تجمع تصادفات منجر به جراحت و شناخت عوامل محیطی و کالبدی مؤثر بر توزیع فضایی این‌گونه تصادفات در سطح شهر خمینی‌شهر نگاشتند. ایشان با روش تحلیل و توصیفی به بررسی توزیع فضایی تصادفات ترافیکی منجر به جراحت طی سال ۱۳۹۳ در خمینی‌شهر پرداختند و سپس تراکم و خوشه‌بندی تصادفات علت‌یابی شد و

راه‌کارهای لازم ارائه شد. یافته‌های پژوهش حاکی از توزیع الگوی خوشه‌ای بود (شاخص موران برابر 0.578 با $p \text{ value}=0.00$ که تجمع و تمرکز فوق‌العاده تصادفات در سطح شهر را بیان می‌کرد. نتایج نشان دادند که مهم‌ترین عوامل ایجاد این خوشه‌ها، شکل معابر، کثرت تقاطع‌ها و کاربری اراضی محلی بوده است.

نوگیرا^۱ و همکاران (۲۰۲۳) مقاله‌ای با عنوان «یادگیری از تصادفات: هوش فضایی به کارگرفته شده در تصادفات جاده‌ای با بینش‌هایی از مطالعه موردی در منطقه ستوبال^۲ پرتغال» را با هدف به کارگیری هوش فضایی به منظور کاوش و بررسی و در نتیجه کاهش تصادفات جاده‌ای نگاشتند. این رویکرد در یک مطالعه موردی در منطقه ستوبال، پرتغال، برای دوره ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ آزمایش شده است. با خروج از تجزیه و تحلیل نقشه حرارتی و استفاده از تخمین تراکم هسته، از رویکردهای فضایی جدید، یعنی دی‌بی‌اسکن^۳ و گتیس-آرد^۴ استفاده شد. نتایج به دست آمده امکان شناسایی مکان‌های معنادار جدید تصادفات جاده‌ای را فراهم کرد. در نتیجه، دانش ساخته شده از الگوهای زیربنایی، کلید توسعه راهبردهای جدید برای حل این نفرین اجتماعی مدرن در نظر گرفته می‌شود. روش پیشنهادی در این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب تخصص ایجاد شده از تحلیل‌های فضایی مختلف می‌تواند درک بهتری از عوامل تعیین‌کننده تصادفات جاده‌ای را فراهم کند. انتظار می‌رود این رویکرد برای تحلیل‌گران داده و تصمیم‌گیرندگان ارزشمند باشد و به کاهش تلفات انسانی ناشی از تصادفات جاده‌ای کمک کند.

هیبت^۵ و همکاران (۲۰۲۲) مقاله‌ای با عنوان «تحلیل زمانی و مکانی حوادث رانندگی: مطالعه موردی شهر بورسا^۶» را با هدف بررسی حوادث رانندگی رخ داده در پنج ناحیه مرکزی شهر بورسا از نظر زمانی، مکانی و

1- Nogueira

2- Setúbal

3- DBscan

4- Getis-Ord

5- Haybat

6- Bursa



زمانی- مکانی نگاشتند. دلیل انتخاب مناطق مرکزی این است که حوادث ترافیکی در این مناطق بیشتر از سایر مناطق رخ می‌دهد. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل داده‌های تصادفات رانندگی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ و داده‌های کاربری زمین برای سال ۲۰۱۸ است. برای شناسایی تحلیل‌ها و یافته‌ها از آرک‌جی‌آی‌اس^۱ و آرک‌جی‌آی‌اس پرو^۲ استفاده شده است. در آرک‌جی‌آی‌اس نسخه ۱۰/۸ تراکم نقطه، جمع‌آوری رویدادها، انسلین محلی موران^۳، تجزیه و تحلیل نقاط داغ در حال ظهور^۴ و دی‌ویژوال اسپیس تایم کیوب^۵ استفاده شد. در نتیجه این مطالعه، یافته‌ها در سه عنوان فرعی مشخص شد. این عناوین زمانی، مکانی و زمانی- مکانی بودند و وقتی از نظر زمانی مورد بررسی قرار گرفتند، تنها سال ۲۰۲۰ از پنج سال دیگر شمار تصادفات بسیار بیشتری داشت. این ناشی از بیماری‌های همه‌گیر بود. از نظر فصلی کم‌ترین تعداد تصادفات رانندگی در فصل زمستان و بیش‌ترین آن در تابستان به ثبت رسیده است. زمانی که توزیع تصادفات رانندگی بر اساس بزرگراه‌ها تحت عنوان فضایی مورد بررسی قرار گرفت، بیش‌ترین آن در خیابان آنکارا رخ داد. در نهایت مشخص شد که تصادفات رانندگی که تحت عنوان زمانی- مکانی مورد بررسی قرار گرفت، در مناطق مسکونی و صنعتی شدید بوده است.

مأ و همکاران (۲۰۲۱) مقاله‌ای با عنوان «تحلیل فضایی- زمانی تصادفات درون‌شهری به کمک نرم‌افزار جی‌آی‌اس» را با هدف به‌دست آوردن توزیع فضایی- زمانی تصادفات درون‌شهری و بر اساس داده‌های ترافیکی کشور ویز در سال ۲۰۱۷ نگاشتند. آن‌ها از روش تحلیل تراکم برای شناسایی نواحی با وقوع حادثه بالا و مناطق پُرخطر استفاده کردند. سپس دو نوع مدل خوشه‌بندی فضایی و تجزیه و تحلیل نقطه داغ را برای شناسایی بیش‌تر مناطق با میزان بالای شدت تصادفات بالا به کار بردند. بدین ترتیب ایشان مناطق پُرخطر تصادفات در این کشور را شناسایی کردند. هم‌چنین، بر اساس یافته‌های ایشان،

1- ArcGIS 10.8

2- ArcGIS Pro 2.5

3- Anselin Local Moran I

4- Emerging Hot Spot Analysis

5- 2D Visualize Space Time Cube

6- Ma

تصادفات در ماه‌های ژوئیه و آگوست، اغلب در ساعات شلوغی صبح و هنگام غروب بیش‌تر رخ می‌دهند و بیش‌تر این تصادفات در روز شنبه اتفاق می‌افتند. بر اساس این یافته‌ها، ایشان به این نتیجه رسیدند که تحلیل چگالی ساده و قابل درک است و به درک مستقیم ویژگی‌های توزیع فضایی تصادفات درون‌شهری کمک می‌کند و نیز تجزیه و تحلیل خوشه‌ای می‌تواند تا نقطه تصادف دقیق باشد.

بری-ردون^۱ و همکاران (۲۰۱۹) مقاله‌ای با عنوان «تحلیل فضایی تصادفات نزدیک و بین تقاطعات در یک شبکه خطی جهت‌دار» را نگاشتند. هدف اولیه این مطالعه نمایش یک تجزیه و تحلیل دقیق از مجموعه داده‌های تصادفات رانندگی ثبت شده در والنسیا (اسپانیا) بود که در یک شبکه خطی قرار داشتند که بیش از ۳۰ کیلومتر از ساختار جاده شهری مربوط به یک منطقه از شهر را نشان می‌داد. مجموعه‌ای از متغیرهای کمکی مرتبط با ترافیک در سطح بخش جاده برای انجام تجزیه و تحلیل ساخته شد. چندین موضوع و رویکردهای روش‌شناختی که ویژگی ذاتی شبکه‌های خطی هستند، نشان داده شده و مورد بحث قرار گرفته‌اند. به‌طور خاص، شبکه به‌گونه‌ای تعریف شد که امکان بررسی صریح تصادفات رانندگی در اطراف تقاطع‌های جاده‌ای و در نظر گرفتن جهت جریان ترافیک را فراهم کند. مدل‌های شمارش دوجمله‌ای منفی با تورم صفر که ناهمگونی فضایی را محاسبه می‌کنند، استفاده شد. ایمنی ترافیک در تقاطع‌های جاده‌ای با در نظر گرفتن تنوع بیش‌تر و تعداد صفرهایی که می‌توان در این واحدهای جاده‌ای مشاهده کرد و سهم متفاوت متغیرهای کمکی بسته به نزدیکی یک تقاطع جاده، به‌طور خاص در تحلیل در نظر گرفته شد. مدل‌ها تأیید کردند که ناهمگونی فضایی، پراکندگی بیش از حد و حضور نزدیک تقاطع‌های جاده‌ای، تعداد تصادف‌های مشاهده‌شده در شبکه راه‌های تحلیل‌شده را توضیح می‌دهند. تشخیص نقاط داغ نشان داد که چندین متغیر کمکی که سهم آن‌ها در رویکردهای مدل‌سازی نامشخص بود، ممکن است بر تعداد تصادفات در سطح بخش جاده نیز تأثیر بگذارند.



ادبیات نظری: با نگاهی به مطالعات گذشته چنین استنباط می‌شود که تحلیل فضایی حوادث از جمله حوادث رانندگی جهت فهم بهتر و تصمیم‌گیری سریع‌تر و منطقی‌تر در کلیه کشورها مخصوصاً کشورهای توسعه‌یافته به‌سرعت در حال گسترش است که تصادفات و حوادث رانندگی نیز به جد مد نظر تحلیل‌گران حوزه‌های انتظامی و مدیریت شهری قرار گرفته است.

همان‌طور که مشاهده شد، در پژوهش‌های داخلی تصادفات شهرهای کرمان، خمینی‌شهر، ارومیه و منطقه‌ای از تهران مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهش‌های خارجی نیز شهر ستوبال پرتغال، بورسای ترکیه، کشور ولز، والنسیای اسپانیا، حیدرآباد هند و مشهد ایران تحت تحلیل فضایی قرار گرفتند. در پژوهش پیش‌رو، تحلیل فضایی تصادفات درون‌شهری شهر ساوه مورد بررسی قرار گرفته است که از نظر شناخت نقاط حادثه‌خیز آن، نظر به این که ساوه شاه‌راه و گلوگاه تهران به استان‌های غربی و جنوبی کشور است، پژوهشی حیاتی و ضروری به‌شمار می‌رود.

چارچوب نظری

بی‌شک مهم‌ترین هدف عمومی هر سیستم حمل‌ونقل و ترافیک سالم شهری کاهش تعداد تصادفات به‌ویژه تصادفات جرحی و فوتی است. تجزیه و تحلیل تصادفات یکی از ابزارهای غیرقابل چشم‌پوشی در تحقق این هدف است. عوامل متعددی بر وقوع تصادفات رانندگی تأثیرگذار هستند. تجمع چند عامل در یک مکان باعث بالا رفتن نرخ تصادفات می‌شود و به این ترتیب، نقاط بحرانی به‌وجود می‌آیند. شناسایی نقاط بحرانی برای کشف علت وقوع تصادف و جلوگیری از وقوع تصادف در آن نقطه مورد نیاز است. سیستم اطلاعات مکانی با استفاده از روش‌های مکان مبنای خود می‌تواند نقاط بحرانی و رابطه‌های هم‌بستگی مکانی میان وقوع تصادفات و عوامل مختلف را کشف کند. برای تحلیل نقاط بحرانی داده‌های نقطه‌ای روش‌های مختلفی وجود دارد. پژوهش‌های مختلفی با استفاده از روش‌های جی‌آی‌اس به تحلیل الگوی مکانی تصادفات رانندگی پرداخته‌اند (احمدی و علی‌محمدی، ۱۳۹۳). مطالعه توزیع

فضایی تصادفات ترافیکی در داخل شهرها و تلاش برای شناسایی نقاط حادثه‌خیز مورد توجه خیلی از پژوهش‌گران بوده است، خصوصیات محیط و جاده و کیفیت وسایل نقلیه حوادث ترافیکی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. تمرکز حوادث رانندگی اغلب با مکان‌هایی که نیاز به اصلاح در طراحی جاده، علائم و برنامه‌ریزی زمینی دارد در ارتباط است (عیسی‌لو و فنی، ۱۳۹۹: ۹۸).

مدل نظری: ما با استفاده از تحلیل فضایی تصادفات امکان توصیف و استدلال پراکندگی و پراکنش تصادفات به‌منظور تولید آزمون نظریه‌های پراکندگی چه درباره متغیرهای انسانی چه درباره متغیرهای محیطی و جغرافیایی را فراهم می‌آوریم، روش‌شناسی اصلی تحلیل فضایی روش کمی و ریاضی است. ما با کمک روش تحلیل فضایی امکان و روی‌کرد قیاسی - فرضیه‌ای یعنی همان روش علمی امکان شناسایی نقاط حادثه‌خیز را فراهم آورده و با بررسی میدانی و منطقه‌ای امکان شناسایی عوامل تأثیرگذارتر را فراهم می‌کنیم، در مجموع می‌توان چنین گفت که ما با استفاده از تحلیل فضایی امکان شناسایی ساختار پراکندگی‌ها و علت آن‌ها با استفاده از روابط فضایی پدیده‌ها هستیم، با استفاده از داده‌های کمی محدودی که داریم برای همه نقاط زمین از طریق فرایند درون‌یابی داده‌های مورد اطمینان و قابل استفاده‌های به‌دست می‌آید، با استفاده از این نوع تحلیل می‌توان رابطه منطقی بین پراکندگی تصادفات، بافت شهری پرحادثه، تراکم جمعیت و تراکم ترافیک و تأثیر اقدامات انسان‌ها بر رویه تصادفات پیدا کرد. با کمک تحلیل فضایی امکان برنامه‌ریزی درست برای انجام امورات و کارهای پیش رو جهت کاهش تصادفات را می‌توانیم انجام دهیم.

روش

این پژوهش از نظر روش، توصیفی-تحلیلی و از لحاظ ماهیت از نوع پژوهش‌های کاربردی است. قلمرو زمانی و مکانی انجام پژوهش تصادفات درون‌شهری شهرستان ساوه در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ بود. نحوه و روش گردآوری داده‌ها به این‌صورت بوده است که داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این آن



از طریق بررسی کروکی‌ها و تماس‌های مردمی با مرکز فوریت‌های پلیسی و آمار ارائه شده توسط پزشکی قانونی مربوط به تصادفات سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در شهر ساوه به دست آمده است. به منظور درک الگوی مکانی، توزیع فضایی و شناسایی نقاط حادثه‌خیز تصادفات پس از مکان‌یابی تصادفات رخ داده در سطح شهرستان ساوه به تفکیک نوع تصادف، تحلیل محل تصادفات با روش شاخص آمار فضایی میانگین مرکزی، مرکز ثقل تصادفات در سطح منطقه شناسایی، سپس از طریق بیضی انحراف معیار، جهت‌دار بودن الگوی تصادفات مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه برای بررسی فراوانی و نوع تصادفات و اولویت‌بندی آن‌ها از تابع تراکم کرنل و در انتها نیز برای واکاوی الگوی فضایی تصادفات به وقوع پیوسته، از شاخص نزدیک‌ترین همسایه، شاخص موران و ضریب گری (آماره عمومی G)، و برای دسته‌بندی تصادفات رخ داده از شاخص موران محلی انسلین استفاده شده است. جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش عبارت است از تعداد تصادفات (فقره تصادفات شهر ساوه) اعم از تصادفات عابر پیاده، موتورسیکلت و خودرو که نهایتاً منجر به خسارت، جرح یا فوت شده است.

با توجه به بافت صنعتی و تاریخی ساوه، این شهرستان همواره هم دارای گردش‌گر و هم تعداد مهاجر بالایی است و هم‌چنین موقعیت مرکزی بودن شهرستان در کشور باعث شده که ساوه شاهراه و گلوگاه تهران به استان‌های غربی و جنوبی کشور شده به همین رو تردد بالایی را در معابر این شهرستان شاهد هستیم، از نظر تقسیمات خدمات شهری به دو منطقه و بیست‌ودو محله تقسیم شده است.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل شماره ۱: موقعیت شهر ساوه



شکل شماره ۲: معابر شهر ساوه

یافته‌ها

تعداد تصادفات شهر ساوه^۱ به تفکیک نوع تصادف شامل خسارتی، جرحی و فوتی مربوط به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در جدول شماره یک نشان داده شده است. با مرور اطلاعات جدول شماره یک می‌توان دید که تعداد تصادفات در

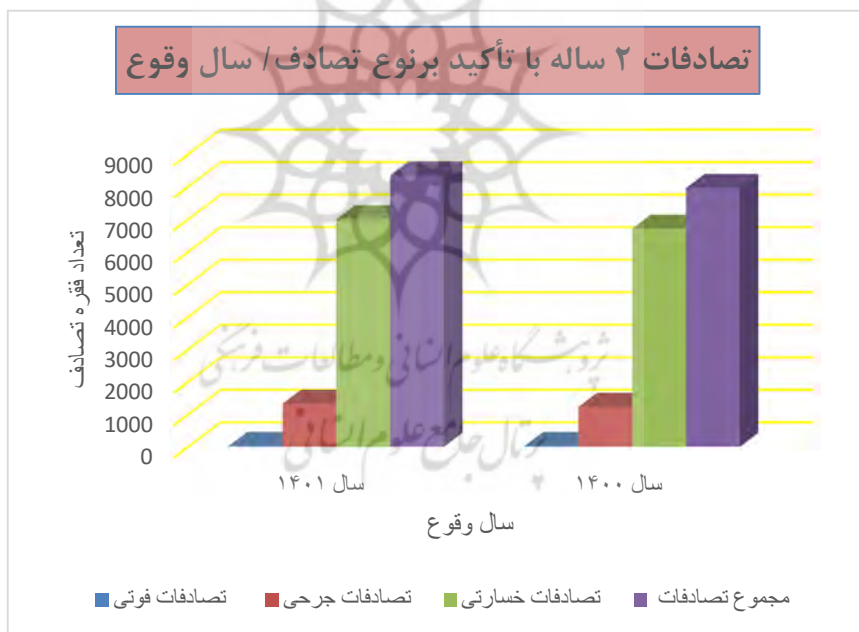
۱- استخراج‌شده از اطلاعات و بررسی آمارهای تصادفات شهری برگرفته از خبرهای واصل‌شده به مرکز پیام ۱۱۰ مبنی بر بروز تصادف در سطح شهر ساوه که نهایتاً منجر به ترسیم کروکی شده است.

سال ۱۴۰۱ نسبت به ۱۴۰۰ روند افزایشی داشته و در این پژوهش قصد داریم با تهیه شیپ فایل نقطه‌ای تصادفات شهر ساوه اقدام ضمن تحلیل نموداری اقدام به تحلیل فضایی تصادفات و مقایسه مکانی فضایی تصادفات دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ کنیم.

بررسی شاخص‌های تصادفات شهر ساوه سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ با استفاده از جدول و نمودار

جدول شماره ۱: دسته‌بندی تصادفات براساس نوع تصادف (سازمان برنامه و بودجه مرکز آمار ایران، ۱۴۰۱)

ردیف	سال	تصادفات فوتی	تصادفات جرحی	تصادفات خسارتی	مجموع
۱	سال ۱۴۰۱	۲۵	۱۳۲۵	۶۹۹۵	۸۳۴۵
۲	سال ۱۴۰۰	۲۶	۱۲۲۶	۶۷۰۸	۷۹۶۰
۷	مجموع	۵۱	۲۵۵۱	۱۳۷۰۳	۱۶۳۰۵



شکل شماره ۳: تصادفات دوساله با تأکید بر نوع تصادف/سال وقوع



در ادامه در جهت درک بهتر از میزان و تعداد فقره تصادفات رخ داده در شهر ساوه به تفکیک برابر جدول شماره دو و جدول شماره سه به تفکیک معابر میزان تصادفات معابر پر تصادف شهر ذکر شده است.

جدول شماره ۲: دسته‌بندی تصادفات بر اساس محل وقوع سال ۱۴۰۱ (سازمان برنامه و بودجه مرکز آمار ایران، ۱۴۰۱)

ردیف	محل (نام معبر)	تعداد	درصد
۱	بلوار آزادی	۲۵۲	۳
۲	بلوار سپاه	۲۳۱	۳
۳	بلوار سید جمال‌الدین اسدآبادی	۳۳۱	۴
۴	بلوار شهید پورزند	۹۱	۱
۵	بلوار شهید بهشتی	۴۵۰	۶
۶	بلوار شهید شجاعی	۷۵	۱
۷	بلوار شهید فهمیده	۱۳۰	۲
۸	بلوار شهید نظر فخر	۲۰۲	۳
۹	بلوار طالقانی	۴۰۱	۵
۱۰	بلوار قائم	۱۲۰	۲
۱۱	بلوار کارگر	۲۲۱	۳
۱۲	بلوار ولیعصر	۱۵۴	۲
۱۳	خیابان امیرکبیر	۱۲۱	۲
۱۴	بلوار بسیج دو	۸۵	۱
۱۵	خیابان بسیج یک	۱۰۱	۱
۱۶	خیابان شریعتی	۱۴۳	۲
۱۷	خیابان شهید رجایی	۱۱۴	۲
۱۸	خیابان فردوسی	۱۲۹	۲
۱۹	خیابان مطهری	۱۶۴	۲
۲۰	شهرک علوی	۲۴۶	۳
۲۱	شهرک فجر	۲۹۱	۴
۲۲	خیابان امام	۶۸	۱
۲۳	بلوار شهید آوینی	۱۰۷	۱
۲۴	میدان شهرداری	۱۸۵	۳
۲۵	میدان آزادی	۱۲۶	۲
۲۶	بلوار رسالت	۶۴	۱
۲۷	بلوار ۲۲ بهمن	۸۴	۱



جدول شماره ۳: دسته‌بندی تصادفات بر اساس محل وقوع سال ۱۴۰۰ (سازمان برنامه و بودجه مرکز آمار ایران، ۱۴۰۱)

ردیف	محل (نام معبر)	تعداد	درصد
۱	بلوار آزادی	۲۵۶	۳
۲	بلوار سپاه	۲۲۴	۳
۳	بلوار سید جمال‌الدین اسدآبادی	۳۵۱	۴
۴	بلوار شهید پورزند	۱۰۷	۱
۵	بلوار شهید بهشتی	۴۹۸	۶
۶	بلوار شهید شجاعی	۱۰۲	۱
۷	بلوار شهید فهمیده	۹۱	۲
۸	بلوار شهید نظر فخر	۲۸۲	۳
۹	بلوار طالقانی	۴۰۱	۵
۱۰	بلوار قائم	۱۵۴	۲
۱۱	بلوار کارگر	۲۶۴	۳
۱۲	بلوار ولیعصر	۱۴۳	۲
۱۳	خیابان امیر کبیر	۱۳۹	۲
۱۴	بلوار بسیج دو	۹۸	۱
۱۵	خیابان بسیج یک	۱۲۶	۲
۱۶	خیابان شریعتی	۱۷۲	۲
۱۷	خیابان شهید رجایی	۱۵۱	۲
۱۸	خیابان فردوسی	۱۴۲	۲
۱۹	خیابان مطهری	۱۴۵	۲
۲۰	شهرک علوی	۲۰۲	۳
۲۱	شهرک فجر	۲۶۸	۳
۲۲	خیابان امام	۴۱	۱
۲۳	بلوار شهید آوینی	۱۱۲	۱
۲۴	میدان شهرداری	۱۷۹	۲
۲۵	میدان آزادی	۱۳۷	۲
۲۶	بلوار رسالت	۵۳	۱
۲۷	بلوار ۲۲ بهمن	۷۲	۱

پژوهشنامه جغرافیای انتظامی
سال ۱۱، شماره ۴۴، زمستان ۱۴۰۲

هادی رفیعی کیا، محمد شجاعی، حمیدرضا نوزمادی، سید محمد حسینی
تحلیل فضایی تصادفات درون شهری (مورد مطالعه: شهر ساوه)



سال ۱۱، شماره ۴۴، زمستان ۱۴۰۲

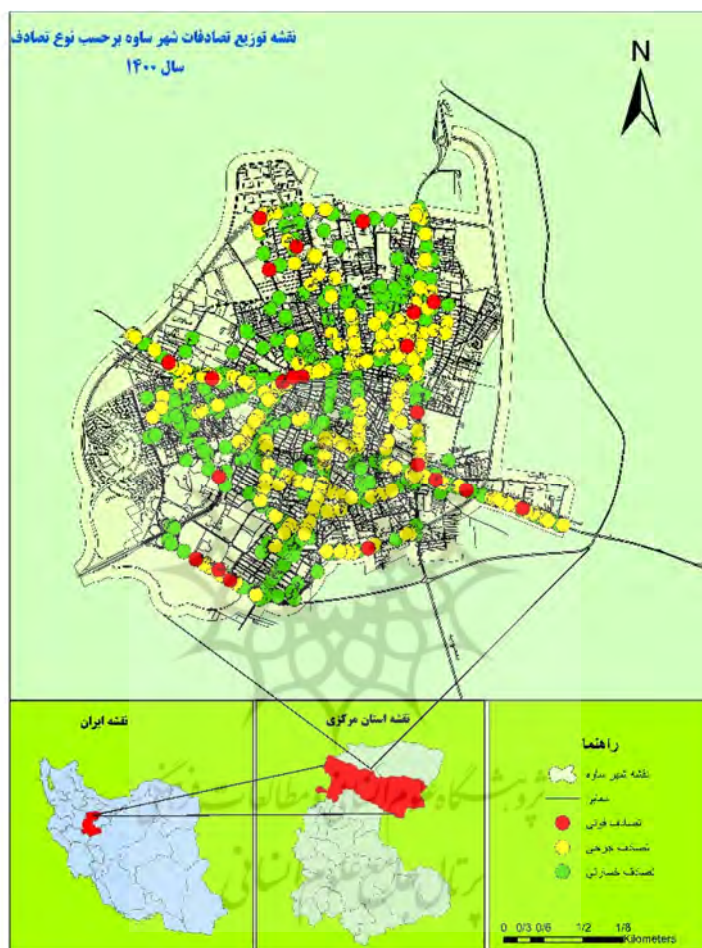
تحليل فضایی تصادفات درون شهری (مورد مطالعه: شهر ساوه)



الگوی توزیع فضایی حوادث ترافیکی درون شهری شهر ساوه

پس از مقایسه‌های اولیه حوادث ترافیکی شهر ساوه، حال به‌منظور بررسی نقش و تأثیر عوامل کالبدی در بروز و وقوع حوادث ترافیکی در سطح شهر ساوه

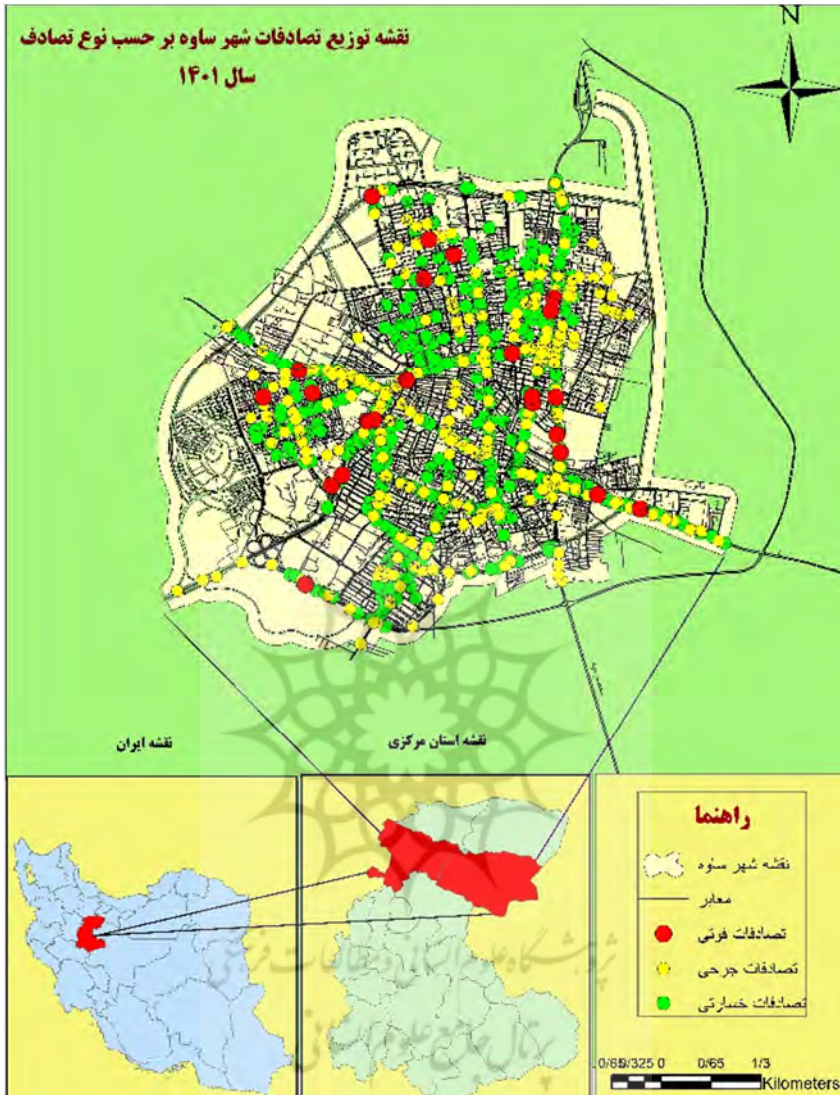
می‌پردازیم؛ در ابتدا نحوه توزیع فضایی حوادث ترافیکی در شهر را بر پایه آمار سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ (شکل شماره یک و دو) بررسی شد و در ادامه اقدام به تجزیه و تحلیل وضعیت موجود می‌شود.



شکل شماره ۶: توزیع فضایی تصادفات سال ۱۴۰۰

هادی رفیعی کیا، محمد شجاعی، حمیدرضا نومرادی، سید محمد حسینی
تحلیل فضایی تصادفات درون شهری (مورد مطالعه: شهر ساوه)

پژوهشنامه جغرافیای انسانی
سال ۱۱، شماره ۴۴، زمستان ۱۴۰۲



شکل شماره ۷: توزیع فضایی تصادفات سال ۱۴۰۱

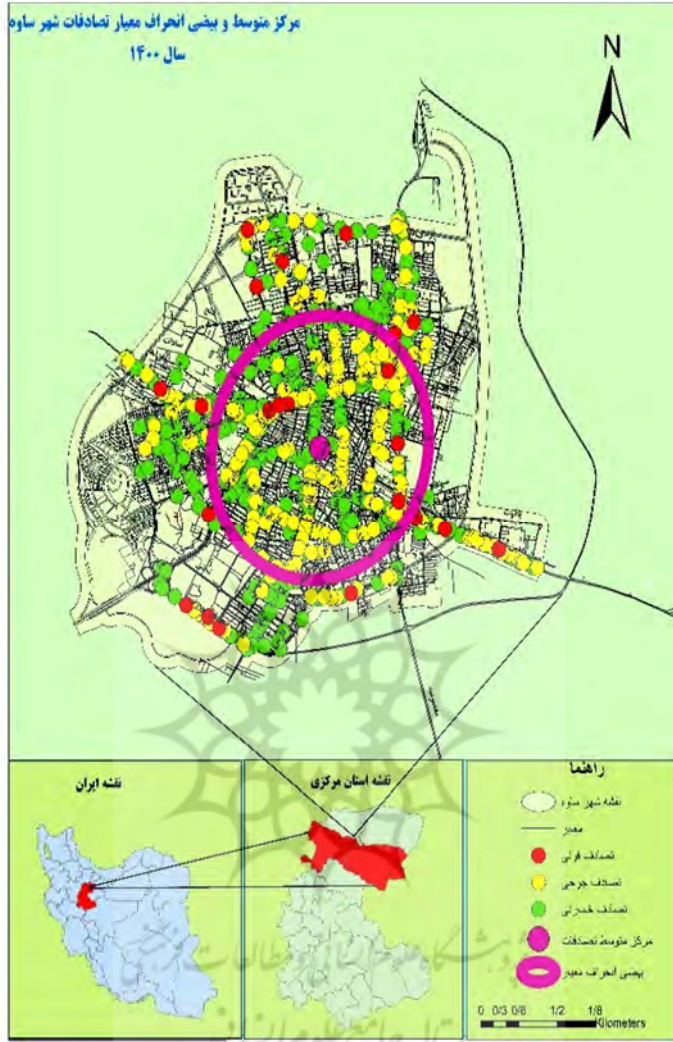
برابر بررسی‌های صورت‌گرفته، حوادث رانندگی عموماً دارای نوعی الگوی فضایی هستند و شناخت جغرافیایی آن‌ما را قادر می‌سازد تا نوع و خاصیت مشکل را بهتر درک کرده و راه‌حل مناسبی را برای کاهش تصادفات رانندگی شناسایی کنیم (عظیمی و فاروقی، ۱۳۸۷: ۳۴). به‌همین‌رو تلاش می‌شود تا با بهره‌گیری از این روش و الگو توزیع فضایی حوادث ترافیکی در شهر ساوه،

نسبت به شناسایی نقاط حادثه‌خیز و نقاطی که دارای تعداد بالای حوادث ترافیکی هستند، اقدام کرده تا قدمی هرچند کوچک در راستای برقراری امنیت ترافیکی در این شهر برداشته شود.

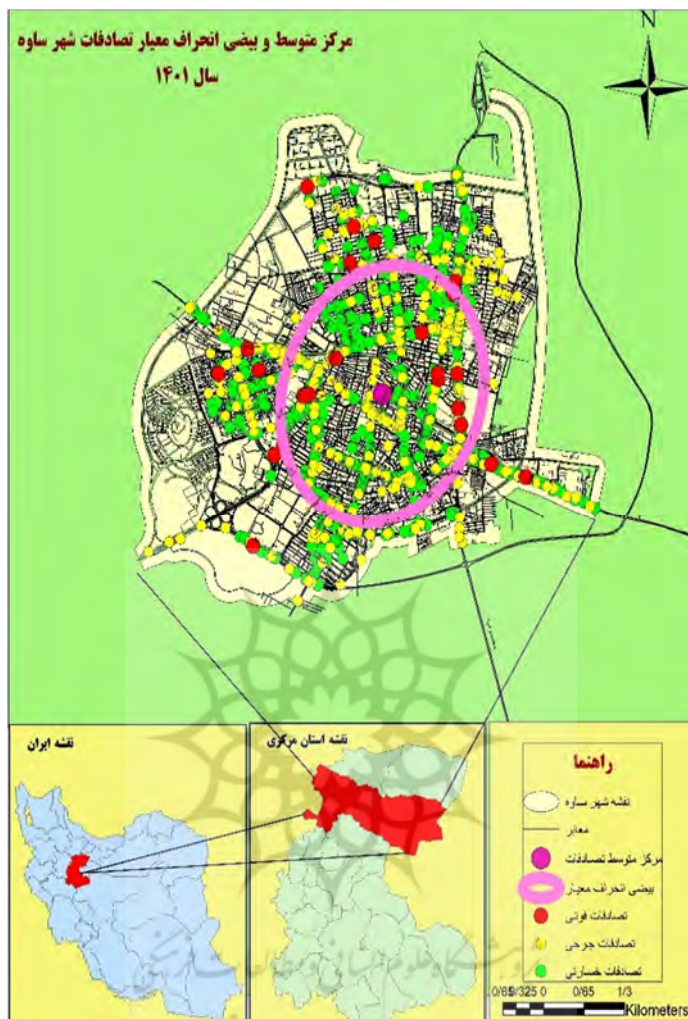
نقطه ثقل مرکزی^۱ و بیضی انحراف معیار^۲: در ابتدا به کمک مدل‌های گرافیکی و کمک گرفتن از نرم‌افزار آرک‌جی‌آی‌اس با استفاده از روش میانگین مرکزی، مرکز ثقل وقوع و میانگین مبنایی تمام تصادفات شناسایی می‌شود که در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در شهر ساوه این مرکز ثقل سه‌راهی پاسداران به خیابان شریعتی مرکز ثقل تصادفات بوده، که در شکل شماره شش و هفت قابل مشاهده هست و برای شناسایی الگوی جهت‌دار تصادفات از بیضی انحراف معیار استفاده می‌کنیم. این تکنیک معیار فاصله مکان هر تصادف تا مرکز میانگین، پراکندگی، جهت و موقعیت آن را مشخص می‌کند. اگر توزیع تصادفات در فضا از الگوی جهت‌داری برخوردار باشد، آن را به‌طور دقیق و با استفاده از محاسبات آماری شناسایی کنیم. شکل‌های شمارشش و هفت این موضوع به‌صورت واضح روشن است که بیش‌تر تصادفات شهر در هر دو سال تقریباً در یک محدوده یکسان در مرکز شهر و مکان‌های پرتردد شهر رخ داده است. کشیدگی بیضی انحراف معیار در مرکز و جنوب شهر به سمت انتهای خیابان طالقانی در جنوب به میدان‌های شهرداری و آزادی در شمال منتهی می‌شود. الگوی به‌دست‌آمده جهتی شمالی جنوبی با تمایل به سمت جنوب غربی و شمال غربی است.

1- Mean center

2- Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)



شکل شماره ۸: مرکز متوسط و بیضی انحراف معیار ۱۴۰۰

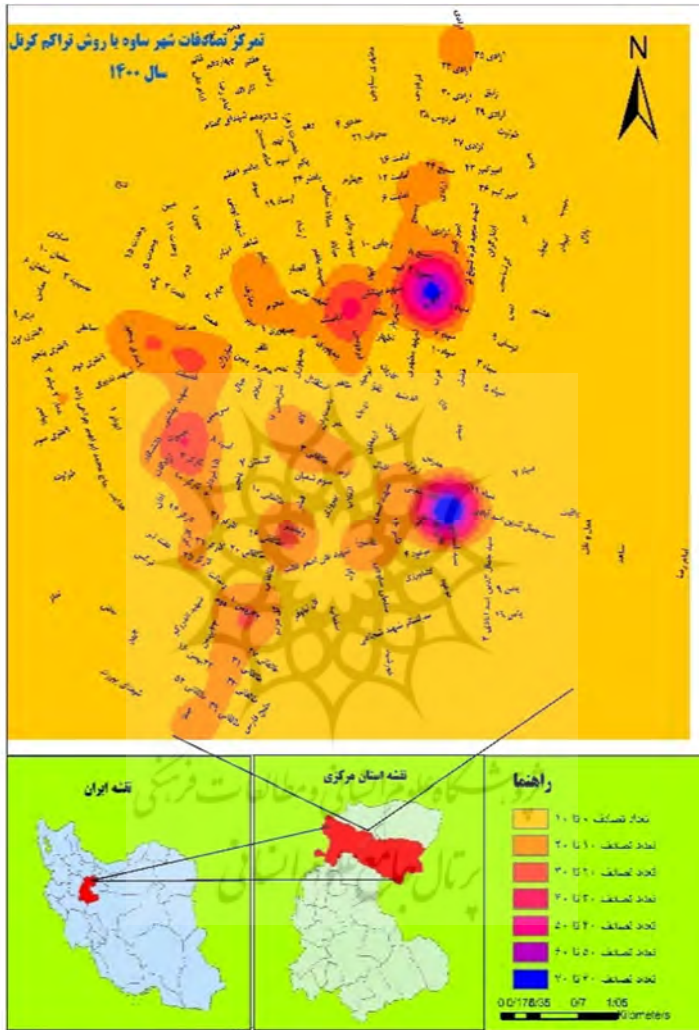


شکل شماره ۹: مرکز متوسط و بیضی انحراف معیار سال ۱۴۰۱

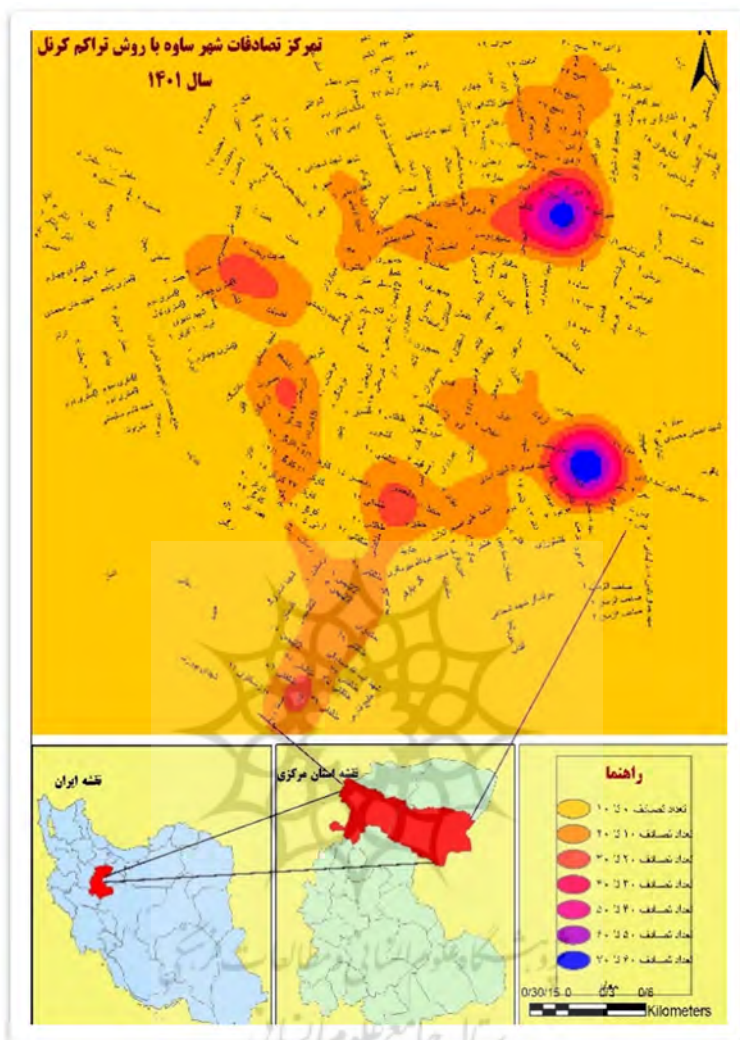
تابع تراکم کرنل^۱: این تابع یکی از مهم‌ترین و بهترین ابزار جهت برآورد و شناسایی نقاط تراکم است. با این تابع و به کمک آرکمپ جی‌آی‌اس^۲ می‌توان تحلیل فضایی مناسبی روی نقاط تصادف داشته و ضمن شناسایی نقاط حادثه‌خیز با توجه به شکل‌های شماره هشت و نه می‌توان برنامه‌ریزی مناسبی در جهت شناسایی عوامل تأثیرگذار و اقدامات پیش‌گیرانه داشته باشیم. در این

1- Kernel Density
2- ARCMAP GIS

نقشه‌ها به وضوح مشخص است. بیش‌ترین تصادفات و یا به اصطلاح، نقاط داغ^۱ و حادثه‌خیز شهر در چند قسمت شهر از جمله میدان‌های شهرداری و آزادی و هم‌چنین بلوار سپاه و بهشتی است.



شکل شماره ۱۰: تمرکز تصادفات با تراکم کرنل ۱۴۰۰



شکل شماره ۱۱: تمرکز تصادفات با تراکم کرنل ۱۴۰۱

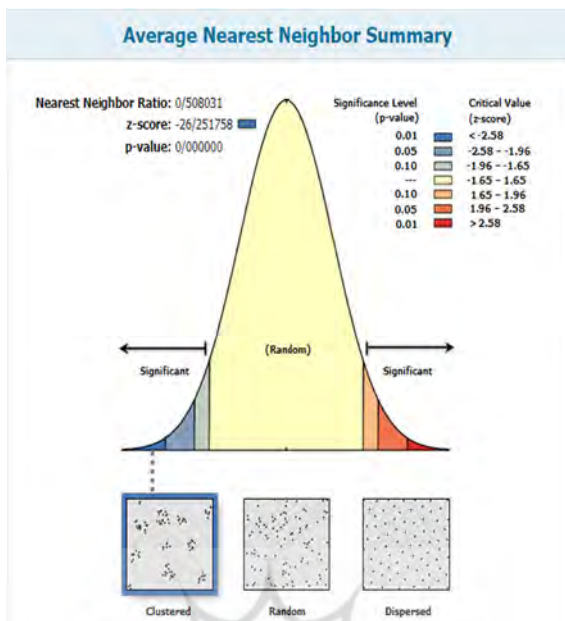
خوشه‌بندی و خودهم‌بستگی فضایی^۱: هم‌بستگی فضایی اقدام به شناسایی ساختار فضایی تصادفات و هم‌چنین ارتباطات و الگوهای توزیع در سطح مورد مطالعه با نمایش میزان تراکم کم یا زیاد پدیده مورد مطالعه که مد نظر ما تصادفات است، می‌پردازد. می‌توانیم به کمک این روش و تحلیل فضایی با



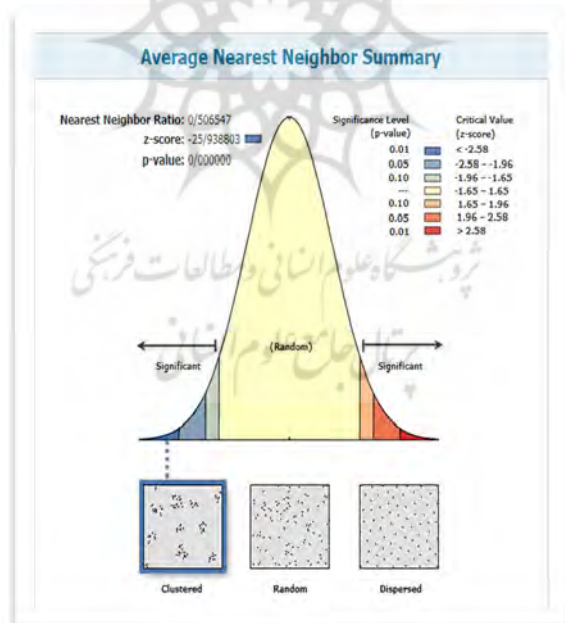
استفاده از آرکمپ می‌توانیم به رابطه بین متغیرها پی ببریم. برای اندازه‌گیری میزان هم‌بستگی و گسست فضایی تصادفات آماره‌ها و توابعی وجود دارد که امکان شناسایی و بررسی نقاط پُرخطر با ریسک بالا و نقاط کم‌خطر با ریسک پایین را در سطح منطقه مورد مطالعه هشناسایی کنیم.

ازجمله مهم‌ترین ابزار مورد استفاده در این پژوهش برای خوشه‌بندی و اندازه‌گیری هم‌بستگی فضایی می‌توان به شاخص نزدیک‌ترین همسایه، شاخص موران و ضریب گری اشاره کرد که در زیر ضمن بیان کاربرد هر تکنیک، تکنیک موردنظر در خصوص تصادفات شهر ساوه استفاده و نتیجه به همراه تحلیل در قالب شکل نمایش داده می‌شود.

شاخص نزدیک‌ترین همسایه^۱: آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه که این آزمون نحوه توزیع و پراکنش تصادفات در سطح شهر را مورد مطالعه قرار می‌دهد که آیا محل‌های تصادفات توزیع خوشه‌ای و منظم و قابل پیش‌بینی دارند یا به‌صورت رندمی توزیع شده‌اند، در صورتی که مشخص شود، توزیع خوشه‌ای وجود دارد پژوهش‌گر می‌تواند به کمک آزمون‌های دیگر نسبت به شناسایی کانون‌های تصادفات اقدام کند و در غیر این‌صورت یعنی در صورتی که توزیع به‌صورت خوشه‌ای نباشد، دیگر امکان شناسایی کانون‌های تصادفات برای ما مقدور نیست. در شاخص نزدیک‌ترین همسایه فاصله هر نقطه تصادف تا نزدیک‌ترین نقطه تصادف مجاور محاسبه و جمع فاصله نزدیک‌ترین نقاط حادثه‌خیز مجاور و تقسیم حاصل جمع بر تعداد کل نقاط تصادف است، این مقدار متوسط فاصله از نزدیک‌ترین همسایه واقعی است (لی و وانگ^۲، ۲۰۱۱: ۱۳۶).



شکل شماره ۱۲: شاخص نزدیک‌ترین همسایگی سال ۱۴۰۰



شکل شماره ۱۳: شاخص نزدیک‌ترین همسایگی سال ۱۴۰۱

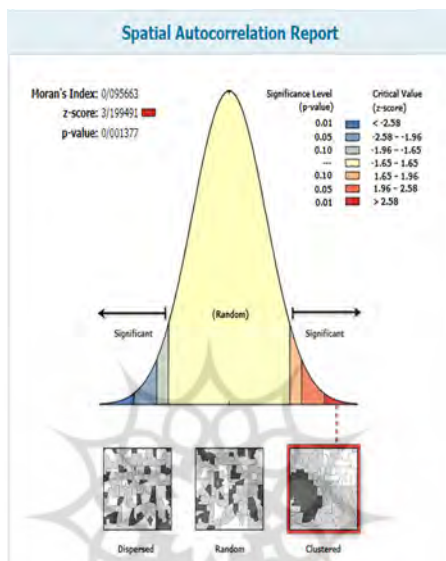


نتایج آزمون‌های شاخص نزدیک‌ترین همسایگی در شکل دوازده و سیزده که مربوط به تصادفات شهر ساوه در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ است، نشان می‌دهد شاخص در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مثبت و برابر (۰/۵۰) است، که بر اساس این عدد که مثبت هست می‌توان گفت نحوه توزیع تصادفات در شهر ساوه خوشه‌ای است با توجه به مقدار نمره استاندارد یا همان نمره Z که معادل (سال ۱۴۰۰ معادل ۲۶/۲۵ - و سال ۱۴۰۱ معادل ۲۶/۹۳ -) هست (عدد انتظار معادل ۲/۵۸- هست که اعداد کوچک‌تر در آزمون استاندارد نشان‌دهنده خوشه‌ای بودن هستند). عدد استاندارد عددی برای بررسی صحت داده‌های وارده و صحت‌سنجی نتیجه است که در هر دو شکل تأییدکننده نتیجه بررسی‌های صورت‌گرفته و نشان‌دهنده خوشه‌ای بودن تصادفات در هر دو سال مورد بررسی است (در شاخص همسایگی هرچه نمره استاندارد عدد بزرگ‌تری باشد می‌توان به صحت نتایج بیش‌تر اطمینان کرد). پس برای تصادفات دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ می‌توان چنین استنباط کرد چه دارای نظم فضایی و خودهم‌بستگی است و در یک یا چند ناحیه خاص متراکم هستند که این نقاط را می‌توان به‌عنوان نقاط حادثه‌خیز شهر از نظر تصادفات در نظر گرفت.

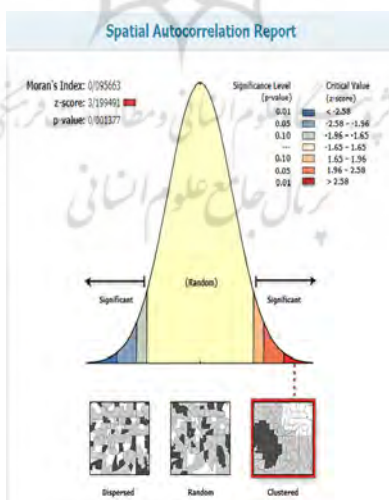
شاخص موران! هم‌بستگی فضایی موران بر اساس قانون اول جغرافیا مطرح می‌شود. هر پدیده وابسته به پدیده‌های دیگر است. از این‌رو، هرچه پدیده‌ها به هم نزدیک‌تر باشند، میزان هم‌بستگی بین آن‌ها قوی‌تر است. تحلیل خودهم‌بستگی موران نیز قادر است اختلاف فضایی بین تمام نمونه‌ها را اندازه‌گیری کند. لازمه تعیین لکه‌های داغ، بررسی وجود خودهم‌بستگی فضایی است که خودهم‌بستگی فضایی با شاخص موران شامل موران محلی و موران جهانی است. شاخص هم‌بستگی موران محلی برای کشف توزیع فضایی لکه‌های داغ و لکه‌های سرد و مقایسه آن‌ها با نمونه‌های مجاورشان استفاده می‌شود (صالحی میشانی، ۱۳۹۱: ۱۵).

شاخص موران برخلاف شاخص نزدیک‌ترین همسایه تنها بر اساس موقعیت قرارگیری تصادف عمل‌نکرده و غیر از مکان قرارگیری تصادف به وقوع پیوسته،

به اطلاعات پایگاه داده نقاط هم توجه دارد که در این جا تراکم تصادف در هر نقطه بر اساس نقشه تراکم از (کد یکتا پنج نشان دهنده تراکم خیلی کم تا خیلی زیاد) به پایگاه داده نقاط حادثه خیز وارد شد و توسط شاخص موران مورد واکاوی قرار گرفت (وانگ، ۲۰۰۹: ۱۳۸).



شکل شماره ۱۴: شاخص موران سال ۱۴۰۰



شکل شماره ۱۵: شاخص موران سال ۱۴۰۱

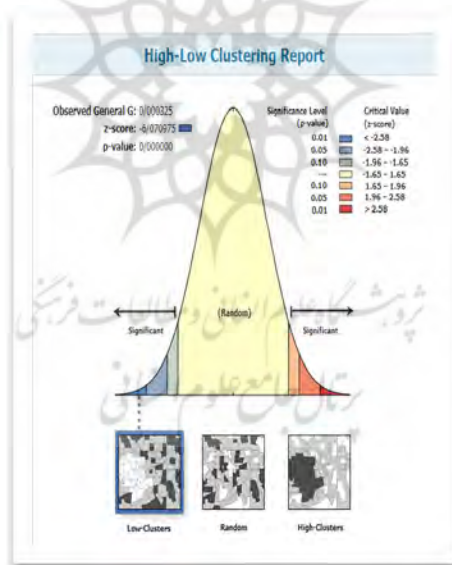


بر اساس شاخص موران جهانی، توزیع فضایی تصادفات و حوادث رانندگی در سطح شهرستان ساوه به صورت خوشه‌ای^۱ و دارای ضریب ۰/۰۹ است که هرچه به سمت عدد ۱ تمایل داشته باشد، نشان از تمرکز بالاتر دارد. این نتیجه مؤید تمرکز تصادفات در سطح نواحی شهری ساوه است. این وضعیت در شکل‌های شماره چهارده و پانزده مربوط به سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مشخص شده است، به این معنی که نواحی دارای تمرکز تصادفات در مجاورت یکدیگر قرار دارند و همسایه هستند و در نتیجه ضرایب هم‌بستگی فضایی تصادفات در شهر ساوه مثبت است. هم‌چنین چنان‌که ضریب موران $I = 1$ باشد، بر توزیع کاملاً یک‌نواخت مکانی فضایی دلالت دارد هر چه از عدد ۱ به سمت صفر پیش برود، از درجه یک‌نواختی آن کاسته می‌شود در عدد ۱- به صورت کاملاً نامنظم مکانی فضایی می‌رسد. با مقایسه این وضعیت با ضریب موران تصادفات شهر ساوه که ۰/۰۹ است. می‌توان گفت که تا حدی وضعیت توزیع یک‌نواخت تصادفات در سطح شهر ساوه قابل مشاهده است.

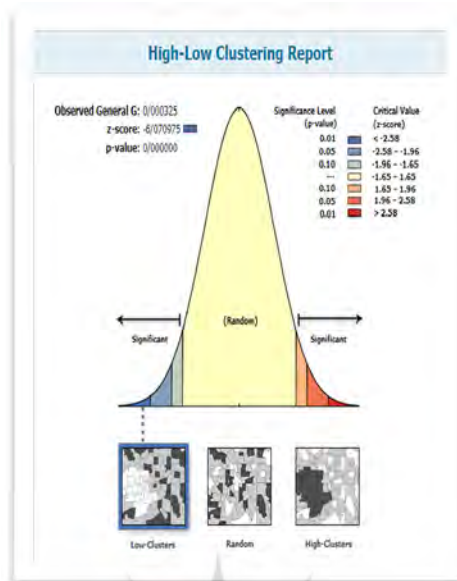
آماره عمومی G^۲: شاخص موران به‌خوبی برای خواص آماری و توصیف هم‌بستگی فضایی جهانی ساخته شده است. به‌هر حال شاخص موران، در شناسایی انواع گوناگونی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی کارآمد نیستند. این الگوها بعضی مواقع به‌عنوان نقاط داغ و نقاط سرد تمرکز نامیده می‌شوند. برای مثال اگر تراکم در یک موضوع مانند تصادفات، نزدیک یکدیگر باشند، شاخص موران و ضریب گری دلالت بر خودهم‌بستگی فضایی مثبت نسبتاً بالا دارند، این طبقه (خوشه) از ارزش‌های بالا ممکن است به‌عنوان نقطه تمرکز (داغ) یا پرتراکم نامیده شود. اما خودهم‌بستگی فضایی مثبت بالا نشان داده‌شده به‌وسیله شاخص موران و ضریب گری ممکن است به‌وسیله ارزش‌های پایین مجاور با یکدیگر به‌وجود آمده باشند. این نوع از خوشه می‌تواند به‌عنوان نقطه سرد نامیده شود. شاخص موران نمی‌تواند این دو نوع از خودهم‌بستگی فضایی را متمایز کند. آماره عمومی G بر شاخص

موران در تعیین نقاط مثبت (داغ) و منفی (سرد) در سطح ناحیه مورد مطالعه ترجیح دارد. این نقاط داغ و سرد می‌توانند به‌عنوان تمرکزهای فضایی در نظر گرفته شوند (توماس^۱ و هاگت^۲، ۱۹۸۰: ۲۳۸).

آماره عمومی G، برای توزیع و نحوه تصادفات در شکل‌های شماره چهارده و پانزده نمایش داده‌شده است. مقدار G برابر ۰/۰۰۳ است. که نشان‌دهنده این موضوع است که الگوی فضایی از نوع خوشه‌ای نقاط با تمرکز بالا است. این تمرکز بالا در اقدام تفکیکی تصادفات در هر سه نوع تصادف خسارتی و جرحی و فوتی است. شاخص آماره عمومی G در سطح ۰/۰۱ معنی‌داری است و بیان‌گر این است که نقاط و محل‌های تصادفات در نقاطی مجاور یکدیگر متمرکز شده‌اند. لازم به‌ذکر است ضریب موران قادر به بیان تفاوت‌های محلی نیست، بنابراین بایستی از سایر ضرایب خودهم‌بستگی محلی فضایی مانند شاخص موران محلی انسلین استفاده کرد.



شکل شماره ۱۶: نمودار توزیع تصادفات ساوه بر اساس آماره عمومی G سال ۱۴۰۰



شکل شماره ۱۷: نمودار توزیع تصادفات بر اساس آماره عمومی G سال ۱۴۰۱

شاخص موران محلی انسلین^۱: همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد خودهم‌بستگی فضایی موران جهانی فقط نوع الگو را مشخص می‌کند که در پژوهش حاضر فقط نوع الگوی تصادفات را نشان می‌دهد، به‌همین دلیل، برای نشان دادن الگوی حاکم بر نحوه توزیع تصادفات طی دو دوره یک‌ساله مربوط به سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در شهر ساوه از آزمون موران محلی استفاده می‌شود، به کمک این آزمون می‌توانیم بررسی کنیم که آیا تصادفات شهر ساوه به‌صورت تصادفی یا پراکنده یا خوشه‌ای در فضا توزیع شده‌اند، در توضیح شاخص موران محلی انسلین می‌توان گفت اگر در محاسبات انجام‌شده مقدار I مثبت باشد، بدین معنا است که عارضه موردنظر با عوارض مشابه و هم‌طراز خود احاطه شده است و این می‌رساند عارضه موردنظر ما بخشی از یک خوشه است. اما اگر I منفی باشد، به‌معنای آن است که عارضه موردنظرمان با عوارض نامشابه احاطه شده است که نشان از ناخوش‌های بودن عارضه مدنظر است. جهت تفسیر آماره شاخص موران محلی انسلین اقدام به معرفی شاخص‌های و معرف‌های این آماره می‌کنیم.



شکل شماره ۱۸: شاخص موران محلی تصادفات ساوه، سال ۱۴۰۰



شکل شماره ۱۹: شاخص موران محلی تصادفات ساوه، سال ۱۴۰۱



در این آماره شاخص HH بیان‌گر خوشه‌های مقادیر زیاد یا خودهم‌بستگی فضایی مثبت در سطح ۹۹ درصد اطمینان، LL نشان‌گر خوشه‌های مقادیر کم یا خودهم‌بستگی فضایی منفی در سطح ۹۹ درصد اطمینان، HL بیان‌گر ناخوش بودن است که در آن یک مقدار زیاد با مقادیر کم محاصره شده است و LH تک‌سلول‌ها یا واحدهای جداگانه که در آن عارضه‌ای با مقدار کم توسط عارضه‌هایی با مقادیر زیاد محاصره شده‌اند و از نظر آماری معنی دارند که (برآورد آن حدود ۵ درصد) از یک‌دیگر متمایز می‌کند (حاجی‌حسین‌لو و ابراهیمی‌سرشت، ۱۳۸۸: ۲۷۸).

با توجه به توضیحات یادشده و با در نظر گرفتن نحوه توزیع آماره موران محلی انسلین می‌توان استنباط کرد:

نقاط (HH): معابری که دارای بالاترین تصادفات بوده شامل بلوار بهشتی، سپاه، سید جمال‌الدین اسدآبادی، نظرفخاری و میدان‌های شهرداری و آزادی هستند که در بررسی آمارهای دوساله در سال ۱۴۰۰ تعداد ۱۹۲۷ فقره تصادف و در سال ۱۴۰۱ تعداد ۱۷۷۷ فقره تصادف در منطقه HH رخ داده است.

نقاط (LL): نقاطی که کم‌ترین میزان تصادفات در این نقاط رخ داده و تصادفات دارای خوشه‌های بسیار پراکنده است که شهرک‌های علوی و فجر و هدایت و هم‌چنین بلوار ولیعصر و قائم را شامل می‌شود که در بررسی آمار دوساله تعداد ۷۶۷ فقره تصادف در سال ۱۴۰۰ و تعداد ۸۱۱ فقره تصادف در سال ۱۴۰۱ رخ داده است.

نقاط (LH): مجموعه‌هایی که خود دارای تصادفات پایین هستند ولی توسط نقاط با تصادف بالا احاطه شده‌اند شامل بلوار شهید شجاعی است که در سال ۱۴۰۰ تصادفی نداشته و در سال ۱۴۰۱ تعداد ۱۲ فقره تصادف رخ داده است.

نقاط (HL): نقاطی که خود دارای تصادفات بالا هستند ولی توسط نقاط کم‌حادثه احاطه شده‌اند؛ شامل خیابان‌های امیرکبیر، امام خمینی (ره)، بسیج

یک و خیابان طالقانی و کارگر و بخش‌های گسترده‌ای از سطح شهر هستند که در سال ۱۴۰۰ تعداد ۱۱۰۰ فقره تصادف و در سال ۱۴۰۱ تعداد ۱۲۵۹ فقره تصادف رخ داده است.

هم‌چنین تعداد ۱۶۸۰ فقره تصادف در نقاط و محدوده‌هایی از شهر رخ داده که برابر دسته‌بندی صورت‌گرفته توسط نرم‌افزار آرکم‌پ در تشکیل خوشه‌ها ارتباط معناداری ندارند.

بحث و نتیجه‌گیری

عواقب و تبعات تصادفات رانندگی هم از نظر مالی و هم از نظر جانی خسارات بالایی برای کشورهای دنیا داشته و دارد؛ به‌نوعی که برابر بررسی برخی از منابع برای کشور ما خسارات مالی و اجتماعی برابر ۹۷ میلیون دلار برابر با ۸ درصد تولید ناخالص ملی است (روزنامه شهروند، ۱۴۰۲). در این پژوهش ما اقدام به تحلیل تصادفات شهر ساوه برحسب نوع تصادف، شامل فوتی و جرحی و خسارتی در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ کردیم. در سال ۱۴۰۰، تعداد ۷۹۶۰ و در سال ۱۴۰۱، تعداد ۸۳۴۵ فقره تصادف به‌وقوع پیوسته است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مجموع میزان تصادفات در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰ افزایش داشته است که این افزایش تصادفات در تصادفات جرحی و تصادفات خسارتی اتفاق افتاده است. در سال ۱۴۰۰، تعداد ۱۲۲۶ تصادف جرحی و در سال ۱۴۰۱ این تعداد به ۱۳۲۵ افزایش یافته است، هم‌چنین در سال ۱۴۰۰ تعداد ۶۷۰۸ تصادف خسارتی و در سال ۱۴۰۱ تعداد ۶۹۹۵ تصادف خسارتی رخ داده است. در بررسی‌های به‌عمل‌آمده برای مجموع دو سال، حدود ۸۴ درصد تصادفات مربوط به تصادفات خسارتی و حدود ۱۵ درصد تصادفات مربوط به تصادفات جرحی و حدود یک درصد تصادفات مربوط به تصادفات فوتی است. در مجموع دو سال بیش‌ترین تصادفات در سه دسته‌بندی به‌ترتیب در معابر، میدان‌ها و در شهرک‌های حاشیه شهری رخ داده است، در بررسی نوع تصادفات بیش‌ترین تصادفات خسارتی در مرکز شهر و در معابر منتهی به اماکن تجاری و درمانی رخ داده است و هم‌چنین بیش‌ترین تصادفات جرحی و فوتی در معابر و شریانی



درجه یک شهری که راه دسترسی معابر شهری به معابر برون‌شهری است که شامل کمربندی‌ها و بلوارهای اصلی شهر هستند، که علت اصلی آن را می‌توان ترکیب ترافیک خودروهای سبک و سنگین که حاصل عدم وجود کمربندی ایمن در شهر ساوه است، دانست. در تحلیل فضایی انحراف معیار و نقطه ثقل کل تصادفات بدون توجه به نوع تصادفات در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ نقطه ثقل در حفاصل سه‌راهی پاسداران به خیابان شریعتی است که نشان‌دهنده عدم تغییر در هر دو سال است، همچنین در بررسی منحنی انحراف معیار نشان می‌دهد که کشیدگی بیضی انحراف معیار در مرکز و جنوب شهر انتهای خیابان طالقانی در جنوب به میدان شهردای و آزادی در شمال منتهی می‌گردد. الگوی به‌دست‌آمده جهتی شمالی جنوبی با تمایل به سمت جنوب غربی و شمال غربی است، همچنین تحلیل فضایی تراکم کرنل با استفاده از آرک‌جی‌آی‌اس^۱ نشان می‌دهد که بیش‌ترین تراکم در میدان‌ها شهرداری و آزادی و معابر اصلی منتهی به این دو میدان قرار دارد. در تحلیل با استفاده از نزدیک‌ترین نقاط همسایگی، شاخص موران، آماره عمومی G و شاخص موران محلی انسلین مشخص شد که نقاط تصادفات به‌صورت خوشه‌ای‌اند که در غالب خوشه‌های موجود در سطح شهر ساوه تصادفات از نوع تصادفات هم‌نوع هستند، که خود نشان‌دهنده ارزش بالای تصادفات از نظر شاخص موران محلی انسلین در سطح شهر بوده است. در این پژوهش سعی شده با شناسایی نقاط حادثه‌خیز تصادفات با تفکیک نوع تصادف شناسایی و برای بهره‌برداری مناسب در اختیار عموم و مخصوصاً مسئولین مربوطه قرار گیرد.

پیشنهادهای

- ❖ توسعه فرهنگ عمومی و همکاری و هماهنگی همه نهادهای دولتی و خصوصی در راستای آموزش رانندگان و مسئول‌سازی همه مردم در مطالبه‌گری از رانندگان در خصوص رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی؛
- ❖ تلاش در جهت توسعه زیرساخت‌ها، مخصوصاً ساخت کمربندی جنوبی

جهت جلوگیری از ورود کامیون‌ها و خودروهای سنگین به بلوارهای درون شهری؛

❖ گسترش و تقویت و بهره‌گیری از سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل همانند نصب دوربین‌های کنترل ترافیک در مناطق پر ترافیک و حادثه‌خیز در راستای کنترل و برخورد با رانندگان متخلف؛

❖ جابه‌جایی مراکز خدماتی پُر تقاضا به بیرون از مرکز شهر و یا حداقل مناطق حاشیه‌ای که تردد کم‌تری نسبت به مرکز شهر دارند؛

❖ بررسی صلاحیت روانی متقاضیان صدور گواهینامه با ارائه فرم‌های روان‌شناسی و تأیید سلامت روانی قبل از هرگونه اقدامی؛

❖ برخورد قاطع پلیس با تخلفاتی که منجر می‌شوند به حواس‌پرتی و عدم توجه به جلو راننده؛

❖ مدیریت قوی و تلاش کلیه مسئولین در راستای بهبود کیفیت مسیرهای عبوری و افزایش کیفیت معابر شهری با توجه به افزایش قابل توجه تعداد خودروها؛

❖ ارائه آموزش‌های ترافیکی لازم به تمامی شهروندان، از جمله رانندگان و عابر پیاده در ارتباط با رعایت دستورالعمل‌های قانونی ترافیک؛

❖ ارائه آموزش‌های ترافیکی لازم به رانندگان حمل‌ونقل عمومی که نقش به‌سزایی دارند در ایجاد و یا عدم ایجاد ترافیک؛

❖ ایجاد امکان کنترل فنی وسایل حمل‌ونقل عمومی در زمان‌های مشخص جهت افزایش امنیت و جلوگیری از بروز تصادفات؛

❖ بهبود کیفیت خودروهای حمل‌ونقل عمومی و همچنین ارائه خدمات بهتر وسایل حمل‌ونقل عمومی در راستای جلوگیری استفاده بیش از حد از وسایل نقلیه شخصی و ایجاد ترافیک؛

❖ بیش‌ترین تصادفات جرحی و فوتی شهر ساوه در دو بلوار بهشتی و سپاه رخ می‌دهد که علت عمده آن ترکیب ترافیک خودروهای سبک و سنگین است



که بهترین راه حل آن را می توان در احداث کمربندی مناسب در حاشیه شهر به جهت جلوگیری از ورود خودروهای سنگین به داخل شهر دانست؛

❖ دونقطه شهری، از جمله میدان آزادی و میدان شهرداری، دارای بالاترین میزان تصادفات خسارتی هستند که علت عمده آن ترکیب ترافیک خودروهای سبک و سنگین و همچنین تخلفات عبور از چراغ قرمز است. به همین رو با احداث کمربندی و همچنین استفاده از دوربین های ثبت تخلف چراغ قرمز می توان بخش عمده ای از این تصادفات را کاهش داد.

سپاس گزاری

نویسندگان بر خود می دانند که از مرکز فوریت های پلیسی شهرستان ساوه و همچنین پزشکی قانونی این شهرستان که کمال همکاری را در اختیار گذاشتن داده های مورد نیاز به جای آوردند، سپاس گزاری کنند.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- آمار تصادفات شهر ساوه با همکاری راهنمایی رانندگی و پزشکی قانونی شهرستان ساوه (۱۴۰۲).
- پژوهشکده آمار. موجود در آدرس:
<https://srtc.ac.ir/analytical-reports>
- حاجی حسینلو، منصور، و ابراهیمی سرشت، یاسر (۱۳۸۸). کاربرد GIS در تعیین نقاط حادثه خیز شبکه های درون شهری، بررسی موردی منطقه ۲ تهران. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱(۱)، ۲۷۵-۲۸۵.
- حسنی، ویدا، و جهان بین، نیما (۱۳۹۸). تحلیل فضایی مکانی تصادفات رانندگی درون شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل فازی (مطالعه موردی: شهر کرمان). جغرافیای اجتماعی شهری، ۶(۱)، ۵۷-۷۰. موجود در آدرس:
doi:10.22103/JUSG.2018.1978
- حیدری سورشجانی، رسول، و احمدی فروشانی، زهراسادات (۱۳۹۷). شناسایی و علت یابی تراکم خوشه ای تصادفات جرحی در خمینی شهر با استفاده از آمار فضایی. فصلنامه علمی راهور، ۷(۲۵)، ۱۷۷-۲۱۶. موجود در آدرس:
http://talar.jrl.police.ir/article_18994.html
- روزنامه شهروند (۱۴۰۲). خسارت روزانه ۲۸۰ میلیارد تومانی سوانح جاده ای. موجود در آدرس:
shahrvand-newspaper.ir/News/Main/178546
- سازمان برنامه و بودجه مرکز آمار ایران (۱۴۰۱). بررسی آمار حوادث و تلفات جاده ای ۱۳۹۲-۱۴۰۰. ۱-۲۶.
- شاه قلی، محمدصادق، و ملکی، ابوالحسن (۱۳۹۷). تحلیل فضایی تصادفات موتورسیکلت سواران (مورد مطالعه: منطقه ۶ شهرداری تهران). پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، ۶(۲۴)، ۱۳۳-۱۶۰. موجود در آدرس:
dor: 20.1001.1.23833580.1397.1397.24.5.5



– صالحی میشانی، حیدر (۱۳۹۱). تحلیل توزیع فضایی عناصر گردش‌گری در محیط شهری با استفاده از مدل ANP. دانشگاه زنجان، دانشکده علوم انسانی، ۱۰۵-۹۴، (۱)۱.

– عظیمی، نورالدین، و فاروقی، محمدرضا (۱۳۸۷). الگوهای فضایی حوادث ترافیک درون‌شهری در رشت. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۰ (۶۵)، ۵۱-۳۳. موجود در آدرس:

https://jhgr.ut.ac.ir/article_27467.html

– عفتی، میثم، بهبهانی، حمید، مرتضایی، سمانه، و واحدی ساحلی، مهیار (۱۴۰۰). تحلیل شدت تصادفات برون‌شهری با استفاده از داده‌کاوی مکان‌مند مطالعه موردی: محور قدیم قزوین-لوشان. مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه تبریز، ۵۱ (۴)، ۹۵-۸۱. موجود در آدرس:

doi: 10.22034/JCEE.2020.31126.1746

– عیسی‌لو، شهاب‌الدین، و فنی، زهره (۱۳۹۹). شناسایی و تحلیل فضایی نقاط حادثه‌خیز ترافیکی در سطح شهر قم. ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، ۱۰۸-۸۶، (۲)۸.

– غفاری گیلان‌ده، عطا، فیروزی، ابراهیم، و شکرزاده، الهام (۱۳۹۹). سنجش ارتباط فضایی کاربری زمین شهری با ازدحام ترافیکی. مدیریت ترافیک، شماره ۵۸، صص ۳۶-۱. موجود در آدرس:

dor:20.1001.1.20084005.1399.15.58.1.6

– کرمی، رمضان، و رستمی، مسلم (۱۳۹۸). بررسی تأثیرات تراکم شهری بر سیستم حمل‌ونقل درون‌شهری (مطالعه موردی: بافت مرکزی شهر ایلام). فصلنامه آمایش محیط، ۱۲ (۴۷)، ۱۶۳-۱۸۲. موجود در آدرس:

dor:20.1001.1.2676783.1398.12.47.9.9

– هوشیار، حسن، و شریفی، بایزید (۱۳۹۶). تحلیل فضایی تصادفات درون‌شهری (مطالعه موردی: شهر ارومیه). مهندسی جغرافیای سرزمین، ۱۱ (۱)، ۹۰-۱۰۱. موجود در آدرس:

https://www.jget.ir/article_44686.html

– Anselin, L. (2004). GeoDa 0.95 i Release Notes. Urbana-Champaign, IL: Spatial Analysis Laboratory (SAL), Department of Agricultural and

Consumer Economics, University of Illinois, USA. Diyarbakir-Ergani. MikrobiyolBul, 41-7.

- Briz-Redón, Á., Martínez-Ruiz, F., & Montes, F. (2019). Spatial analysis of traffic accidents near and between road intersections in a directed linear network. *Accident Analysis & Prevention*, 132, 105252. Available at:
doi: 10.1016/j.aap.2019.07.028
- Haybat, H., Zerenoglu, H., & Özlü, T. (2022). Temporal and Spatial Analysis of Traffic Accidents: The Case of Bursa City. *International Journal of Geography and Geography Education*, (45), 404-423.
- Khan, M. A., Faheem, M. I., & Aquil, M. M. (2018). GIS-based Spatial Analysis of Urban Traffic Accidents. *Int. J. Tech. Innov. Mod. Eng. Sci*, 4(08), 1111-1115.
- Lee, J., Wong, D. W. S. (2001). *Statistical Analysis with ArcView GIS*. United Kingdom: Wiley.
- Ma, Q., Huang, G., & Tang, X. (2021). GIS-based analysis of spatial-temporal correlations of urban traffic accidents. *European transport research review*, 13(1), 1-11. Available at:
doi: 10.1186/s12544-021-00509-y
- Nogueira, P., Silva, M., Infante, P., Nogueira, V., Manuel, P., Afonso, A., & Gois, P. (2023). Learning from Accidents: Spatial Intelligence Applied to Road Accidents with Insights from a Case Study in Setúbal District, Portugal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(3), 93. Available at:
doi: 10.3390/ijgi12030093
- Shafabakhsh, G. A., Famili, A., & Bahadori, M. S. (2017). GIS-based spatial analysis of urban traffic accidents: Case study in Mashhad, Iran. *Journal of traffic and transportation engineering (English edition)*, 4(3), 290-299. Available at:
doi: 10.1016/j.jtte.2017.05.005
- Thomas, R. W., Huggett, R. J. (1980). *Modeling in Geography: A Mathematical Approach*. United States: Barnes & Noble Books.
- Wang, C., Quddus, M. A., & Ison, S. G. (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), 798-808. Available at:
doi: 10.1016/j.aap.2009.04.002