

Identification and Spatial Analysis of Crashes Points in Qom City

Shahabedin Isalou¹ , Zohreh Fanni^{2*} 

1. Ph.d student in Department of Human Geography and Spatial Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Department of Human Geography and Spatial Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

* **Corresponding Author:** z-fanni@sbu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Traffic accidents are always a threat to the lives of all citizens. Most of these accidents occur in certain locations across cities. Identifying such points is the first and most important step in the process of inter-city road safety management. Qom city is one of the cities that are known as the most accident-prone cities in the country due to numerous accidents. More than 5,000 accidents are recorded annually in the city.

Materials and Methods: A library and a field method used to collect the required data. Library resources were used for the basics and theoretical framework of the research and in determining the routes and accident hotspots of the Qom city inquiring field information such as information provided by accidents by Rahvar Police and Forensic Medicine of Qom Province for the years 1395 to 1397. To analyze the data, the method of accident data coefficient method and crash density estimation coefficient in Geographic Information System (GIS) was applied to identify accident hotspots in Qom city thoroughfares.

Results: The findings of the first section show; Most accidents occur in the warm seasons of the year (29.5%), on Saturdays and Tuesdays (32.2%), as well as in the last hours of the day and the beginning of the night (25.5%). Among the accidents studied, motorcycles (46.3%) have the highest number of accidents. In terms of the location of accidents, the main thoroughfares of Qom's District 4 include Al-Ghadir Boulevards (with a coefficient of 3.127), the Islamic Republic (coefficient 2.82), Mohammad Amin (coefficient 1.009) and Shahid Sadoughi Street (1.432). As the most accident-prone boulevards in Qom. Also, not paying attention to the front view was the most important cause of accidents (24.8%).

Conclusion: All roundabouts and intersections having a higher coefficient of accidents, special routes for high-speed buses, and squares were identified as the hotspots. Further technical studies and appropriate measures are recommended for alleviating the magnitude of these hotspots.

Keywords: Safety; Hot Spot Crash; Traffic Accidents; Spatial Analysis; Qom city

شناسایی و تحلیل فضایی نقاط حادثه خیز ترافیکی در سطح شهر قم

شهاب الدین عیسی لو^۱، زهره فنی^{۲*}۱. دانشجوی دکتری گروه جغرافیای انسانی و آمایش، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. گروه جغرافیای انسانی و آمایش، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

سابقه و هدف: سوانح رانندگی همواره تهدیدی برای زندگی عموم شهروندان محسوب می‌شود. اغلب این سوانح، در موقعیت‌های مشخصی در سطح شهرها به وقوع می‌پیوندد. شناسایی چنین نقاطی به‌عنوان نخستین و مهم‌ترین اقدام در فرایند مدیریت ایمنی راه‌های درون‌شهری به شمار می‌آید. شهر قم از جمله شهرهایی است که به سبب وقوع تصادفات متعدد در ردیف سانحه خیزترین شهرهای کشور شناخته می‌شود. به‌طوری‌که سالانه بیش از پنج هزار فقره تصادف در سطح این شهر به ثبت می‌رسد. مطالعه با هدف شناسایی و تحلیل فضایی نقاط حادثه‌خیز ترافیکی شهر قم انجام شد.

روش بررسی: مطالعه با استفاده از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی برای گردآوری داده‌های موردنیاز اجرا شد. از منابع کتابخانه‌ای برای مبانی و چارچوب نظری تحقیق بهره گرفته شد و در بخش تعیین مسیرها و نقاط حادثه‌خیز شهر قم از اطلاعات میدانی (شامل اطلاعات ارائه‌شده تصادفات توسط پلیس راهور و پزشکی قانونی استان قم برای سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ و همچنین پیمایش میدانی جهت تدقیق محل تصادفات) استفاده شد. به‌منظور تحلیل داده‌ها از روش ضریب شدت تصادفات و از آزمون تخمین تراکم کرنل در سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS برای شناسایی نقاط حادثه‌خیز در سطح معابر شهر قم استفاده شد.

نتایج: یافته‌های بخش اول نشان داد؛ اغلب تصادفات در فصول گرم سال (۲۹/۵ درصد)، در روزهای شنبه و سه‌شنبه (۳۲/۲ درصد) و همچنین ساعات پایانی روز و آغازین شب (۲۵/۵ درصد) رخ می‌داد. در میان وضعیت تصادفات بررسی‌شده موتورسیکلت‌ها (۴۶/۳ درصد) بیشترین آمار تصادفات را به خود اختصاص دادند. به لحاظ موقعیت مکانی تصادفات، معابر اصلی منطقه ۴ شهر قم شامل بلوارهای الغدير (با ضریب ۳/۱۲۷)، جمهوری اسلامی (ضریب ۲/۰۸۲)، محمدامین (ضریب ۱/۰۰۹) و خیابان شهید صدوقی (ضریب ۱/۴۳۲) به‌عنوان سانحه خیزترین بلوارهای شهر قم بود. همچنین عدم توجه به جلو (۲۴/۸ درصد) نیز مهم‌ترین عامل بروز تصادفات به شمار می‌آید.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی تمامی دوربرگردان‌ها و تقاطع‌های موجود در سطح مسیرهای حادثه‌خیز، مسیرهای ویژه اتوبوس‌های تندرو، میدان‌ها نیازمند مطالعات فنی و اصلاح وضعیت است.

واژه‌های کلیدی: ایمنی؛ نقاط حادثه‌خیز؛ سوانح ترافیکی؛ تحلیل‌های فضایی؛ شهر قم

مقدمه

سطح شهرها یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری است (۱۲).

باوجود اقدامات متعدد در زمینه ایمن‌سازی جریان‌های تردد در سطح شهرها، باین‌حال سوانح رانندگی سالانه موجب مرگ و ناتوانی جسمی - حرکتی میلیون‌ها نفر و تحمیل هزاران میلیون دلار خسارت بر اقتصاد جوامع شهری در سراسر جهان می‌شود. بر اساس آخرین برآوردهای صورت گرفته توسط سازمان بهداشت جهانی، سالانه بیش از یک‌میلیون و سیصد و پنجاه‌هزار نفر از جمعیت جهان بر اثر سوانح رانندگی جان خود را از دست می‌دهند (۲۱).

روزانه هزاران نفر از شهروندان یک شهر با اهداف مختلف و شیوه‌های متنوعی از سفر در محدوده زندگی‌شان جابجا می‌شوند. میلیون‌ها تن یا میلیارد‌ها دلار (ریال) بار میان مقاصد مختلف در سطح شهرها حمل می‌شود. بروز هر نوع سانحه رانندگی، علاوه تحمیل هزینه‌های مالی، زمانی و روحی-روانی برای شهروندان حادثه‌دیده، جریان‌های تردد سواره و حتی پیاده در سطح شهر را برای ساعاتی با مشکل مواجه می‌نماید. بدین ترتیب، ایمن‌سازی جریان‌های عبور و مرور در

در نظر داشتن تعداد ۷۰۰ معبر اصلی در سطح شهر قم به تعیین مسیرها و نقاط حادثه‌خیز ترافیکی این شهر پرداخته است. تاکنون تعاریف مختلف با مفاهیم نسبتاً مشابهی در خصوص واژگان «تصادف» و «سوانح رانندگی» ارائه شده است. لوسن، تصادف را حادثه‌ای ناخواسته و بدون برنامه توصیف می‌نماید که منجر به از دست دادن زندگی، صدمه انسان، آسیب به اموال و تخریب محیط می‌شود (۱۱). هارمس- رندال، تصادف را حادثه یا علتی ناخواسته عنوان می‌نماید که منجر به آسیب یا صدمه می‌شود (۸). آیین‌نامه مدیریت ایمنی و حمل‌ونقل و سوانح رانندگی مصوب ۱۳۸۸ در تعاریفی متفاوت از تصادفات و سوانح رانندگی؛ تصادف را حادثه‌ای تعریف می‌نماید که برای یک وسیله نقلیه موتوری متحرک و یا بین یک وسیله نقلیه موتوری متحرک با یک عامل دیگر همچون یک یا چند وسیله نقلیه، عابر، حیوان، اشیا ثابت به وقوع می‌پیوندد و منجر به خسارات مالی یا جانی می‌گردد؛ در مقابل سوانح رانندگی را با مفهومی گسترده‌تر این‌گونه توصیف می‌نماید: وقایعی که علاوه بر تصادفات رانندگی که در آن یک وسیله نقلیه یا سرنشینان آن به دلایلی غیر از تعریف ذکر شده برای تصادف، متحمل خسارت‌های جانی و مالی شوند (نظیر سقوط، واژگونی، ریزش بهمن یا ریزش کوه، رانش زمین و وقوع سیل) را سوانح رانندگی می‌گویند. برای تصادفات ترافیکی در سامانه حمل‌ونقل درون‌شهری طبقه‌بندی‌های مختلفی ارائه شده که بر اساس نوع، شدت و میزان صدمه وارده می‌توان این وقایع را به چهار دسته کلی تقسیم‌بندی نمود (۱۵):

الف) تصادفات خسارتی

در این نوع تصادفات صدمه‌ای به سرنشین‌های وسیله نقلیه یا عابر پیاده وارد نمی‌شود و تنها وسایل نقلیه در اثر برخورد با یکدیگر یا برخورد با شیء ثابت و غیرو دچار صدمات می‌شوند.

ب) تصادفات جرحی

در این نوع تصادفات، برخورد منجر به جرح فرد یا افرادی می‌شود، که این افراد می‌توانند سرنشینان وسیله نقلیه یا عابر پیاده باشند.

ج) تصادفات فوتی

در این نوع تصادفات، برخورد منجر به فوت فرد یا افرادی می‌شود که این افراد می‌توانند سرنشینان وسیله نقلیه باشند یا عابر پیاده باشند.

سیستم‌های حمل‌ونقل طراحی شده‌اند تا انسان، بار و خدمات را به‌طور مؤثر، ایمن و اقتصادی از مکانی به مکانی دیگر جابجا نمایند. با این وجود، خطر سوانح ترافیکی همواره در مقیاس‌های متنوع فضایی و زمانی با شدت‌های متفاوت وجود دارد. به‌طور کلی تأثیر متقابل مؤلفه‌های انسان، راه و وضعیت فنی خودروها می‌تواند در

در میان جوامع در حال توسعه‌ای نظیر ایران نیز مشکلاتی از قبیل گسترش بدون برنامه‌ریزی صحیح شهرها، چیدمان اتفاقی مراکز تولید و جذب سفر و تسلط الگوی سفرهای درون‌شهری بر مبنای خودرو شخصی موجب افزایش تعداد سفرها و در نتیجه کاهش ضریب ایمنی جریان‌های تردد سواره و پیاده شده است. به‌طوری که مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی همچنان در کشور یک معضل به حساب می‌آید و دومین علت مرگ و میر است (۱۸). به استناد آخرین آمارهای ارائه شده توسط نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران، از ابتدای سال ۱۳۹۰ تا پایان سال ۱۳۹۵ بیش از ۹۰۰ هزار فقره تصادف در سطح شهرهای کشور ثبت شده است که بیش از ۱۲ هزار نفر در جریان این تصادفات جان خود را از دست داده و حدود ۵۶۳ هزار نفر نیز مجروح شده‌اند. این آمارها حکایت از آن دارد که وضعیت ایمنی حمل‌ونقل کشور از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و نیازمند برنامه‌ریزی منسجم‌تری به منظور کاهش میزان تصادفات است.

در میان کلان‌شهرهای کشور، شهر قم به دلیل موقعیت جغرافیایی و وضعیت کارکردی خود سالانه پذیرای بیش از ۲۰ میلیون مسافر است. حجم بالای جریان‌های تردد در سطح شهر، در کنار رفتارهای غیرقانونی برخی رانندگان هنگام رانندگی، کمبود تجهیزات مورد نیاز ترافیکی و ضریب ایمنی جریان‌های عبور و مرور در برخی معابر سطح شهر را کاهش داده است. ورود سالانه بیش از ۲۰ میلیون مسافر به شهر قم از یک سو و ظرفیت پایین شبکه‌های ارتباطی درون‌شهری قم از سوی دیگر موجب گریده تا سطح ایمنی جریان‌های سواره در سطح شهر کاهش یابد. گرچه نظام مدیریت شهری جهت ساماندهی اقداماتی همچون سرویس دهی ۵۷۳۰ تاکسی، ۲۳۰ تاکسی ون و ۲۱۴۲ اتوبوس جهت جابجایی به نقاط مختلف سطح شهر و تامین ۱۵ محل پارکینگ عمومی با ظرفیتی بالغ بر ۴۷۲۱ خودرو جهت بهبود وضعیت عبور و مرور و... در سطح شهر انجام داده است.

هرچند نظام مدیریت شهری قم به منظور ارتقاء ایمنی حمل‌ونقل درون‌شهری اقداماتی را تاکنون انجام داده است، بررسی کلی آمار سه سال اخیر (۹۷-۱۳۹۵) سوانح رانندگی در محدوده قانونی شهر قم نشان از ثبت بیش از ۱۷ هزار مورد تصادف دارد که بیش از ۹۵ درصد به صورت جرحی و مابقی به صورت فوتی و خسارتی اتفاق افتاده است. با توجه تأثیر سه رکن اصلی انسان، خودرو و راه در وقوع تصادفات شهری در مطالعه پیشنهادی، به عامل راه توجه بیشتری شده و فراوانی تصادفات در محورهای مختلف شهر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کاربرد مدلهای، و استفاده از تمام عوامل دخیل در تصادفات در پیشگیری و کاهش تصادفات، محرز است (۳). بنابراین سعی شده در این مقاله با استفاده از مدلهای مناسب و بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی داده‌ها تحلیل شود. با این حال، این مقاله، با

(د) روش نرخ - شدت تصادفات

با در نظر گرفتن حجم تردد، به جای تعداد تصادف از نرخ تصادف به همراه شدت آن‌ها که با استفاده از سه پارامتر تردد، تصادف و ضریب شدت آن‌ها محاسبه می‌گردد استفاده می‌نماید. در این روش تعداد تصادفات، شدت و موقعیت مکانی آن‌ها برداشت شده و سپس نرخ‌های موردنظر محاسبه می‌گردد.

مواد و روش‌ها

تحلیل فضایی تصادفات یکی از کاربردی‌ترین شیوه‌های مدیریت ایمنی معابر درون‌شهری است به همین منظور در این بخش به ابزارها، داده‌ها و شیوه‌های تحلیل تصادفات درون‌شهری قم اشاره می‌گردد. همانطور که در نمودار ۱ به اختصار فرآیند تحقیق را بیان می‌دارد؛ در گام نخست مفاهیم نظری تبیین و محدوده مورد مطالعه مشخص گردید؛ در گام دوم داده نقشه معابر شهر، داده‌های تصادفات گردآوری شد. در مرحله بعد اطلاعات به دو شیوه تحلیل‌های غیر فضایی (در قالب تحلیل‌های زمانی، نوعیت تصادفات و علل آن) و تحلیل فضایی (شامل تحلیل‌های خطی و خوشه‌ای) مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در نهایت نتایج مورد انتظار تحقیق بدست آمد و مسیرها و کانون‌های حادثه‌خیز مشخص شد.

کاربست سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شبکه حمل‌ونقل طی سالیان اخیر توسعه فراوانی یافته است به نحوی که عنوان اختصاری GIS به‌صورتی کاملاً متداول در این زمینه مطرح است. شناسایی نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری به همراه اطلاعات جانبی به‌منظور درک بهتر روندهایی که در این نقاط اتفاق می‌افتد؛ تخصیص بهینه منابع با هدف ارتقای سطح ایمنی شبکه‌های ارتباطی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا GIS به‌عنوان یک سامانه جامع و مفید با ویژگی‌هایی نظیر ذخیره، پردازش و مدیریت اطلاعات مکانی، ابزار مناسبی جهت شناسایی مسیرها و نقاط حادثه‌خیز است که برای پیشبرد اهداف تحقیق بکار گرفته‌شد.

بروز تصادفات و شدت آن‌ها نقش مهمی بر عهده داشته باشند (۲۲). هریک از این عوامل خود به پارامترهای جزئی‌تری قابل تقسیم‌بندی است. به‌گونه‌ای که عوامل انسانی به‌عنوان پیچیده‌ترین عنصر سیستم حمل‌ونقل تحت تأثیر مؤلفه‌هایی نظیر خستگی، قدرت جسمانی، عوامل روانی، زمان عکس‌العمل، زمان مشاهده و مهارت است. عامل راه نیز شامل قوس‌های افقی و قائم، عرض، شیب، وضعیت روشنایی، میزان لغزندگی، موانع و دست اندازه‌ها، پارکینگ‌ها است. عامل وضعیت فنی خودروها نیز در امکان بروز تصادفات و شدت آن تأثیر بسزایی داشته باشد به‌گونه‌ای که عملکرد سیستم ترمز خودروها، وضعیت لاستیک‌ها، شتاب، وزن خودرو در کنار سایر عوامل در این بین اهمیت غیرقابل‌انکاری را دارند (۱۹ و ۱۰).

نقاط حادثه‌خیز که به‌عنوان موقعیت‌های با خطر نسبتاً بالا تعریف می‌شوند معمولاً بر اساس معیارهای خاصی شناسایی می‌شود. در یک تعریف کلی، به هر نقطه‌ای از راه که تعداد تصادفات ثبت‌شده در آن نقطه از سایر قسمت‌های دیگر بیشتر باشد؛ نقاط حادثه‌خیز می‌گویند. شناسایی این نقاط، اولین و کم‌هزینه‌ترین راهبرد در راستای مدیریت ایمنی راه‌ها است که بر اساس آن تنها بخش‌هایی از راه جهت ایمن‌سازی انتخاب می‌گردد که در آن تعداد تصادفات زیادی ثبت‌شده باشد (۲۰). روش‌ها و معیارهای متعددی در راستایی شناسایی نقاط حادثه‌خیز وجود دارد که مهم‌ترین و رایج‌ترین این روش به شرح زیر است (۶):

(الف) روش تعداد تصادف

این روش رایج‌ترین و صریح‌ترین روش برای شناسایی مسیرهای تصادف‌خیز است. در این روش معابری که دارای بیشترین تعداد تصادف باشد به‌عنوان مسیرهای تصادف‌خیز شناخته می‌شوند و مکان‌ها بر اساس تعداد کل تصادفات و یا تصادفات با شدت/نوع خاصی (تصادفات جرحی، فوتی یا خسارتی و...) در دوره زمانی معین، رتبه‌بندی می‌شوند.

(ب) روش شدت تصادف

در این روش با توجه به نوع تصادف (خسارتی، جرحی، فوتی) ضرایبی به هریک از تصادفات داده می‌شود. به‌عنوان مثال در ایالت تگزاس برای هر تصادف خسارتی ضریب ۱، تصادف جرحی ضریب ۳ و برای هر تصادف فوتی ضریب ۹ در نظر گرفته می‌شود.

(ج) روش نرخ تصادف

در این روش علاوه بر تعداد تصادفات، تغییر حجم ترافیک نیز در تعیین مسیرهای حادثه‌خیز لحاظ می‌گردد؛ بنابراین از دقت بیشتری برخوردار است چراکه میزان سانحه‌خیزی یک مسیر را بر اساس میزان حجم تردد مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

جدول ۱. انتخاب روش ها براساس جمع‌بندی تحقیقات پیشین

نگارنده/نگارندگان	سال	نتایج	روش/نظریه مورد استفاده	روش منتخب
پور معلم و سلیمی	۱۳۸۸	مسیرهای پرتدد از اولویت بیشتری برای طرح ها و پروژه های ایمن سازی جاده‌ها برخوردار هستند.	تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت اولویت بندی نقاط حادثه‌خیز	
متکان و همکاران	۱۳۹۰	ناپایداری معناداری در روابط بین تعداد تصادفات و متغیره‌ای مستقل انتخاب شده دارند.	رگرسیون وزنی مکانی	
شهرداری تهران	۱۳۹۱	معرفی روش های مناسب	ارائه ضوابط روش تعداد، شدت، نرخ و نرخ - شدت تصادفات	
زیاری و میرزا بابایی	۱۳۹۴	در تبادل شبدری سهم عمده ای از تصادفات مربوط به رمپ های ورودی و خروجی و نواحی ضربدری است و بیش از ۵۰ درصد تصادفات در تبادلات شبدری نیمه شبدری و تک نقطه ای در محل تقاطع دو جاده رخ می دهد.	تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت اولویت بندی نقاط حادثه‌خیز	• استفاده از روش ضریب شدت تصادف تعیین مسیرهای حادثه‌خیز
هوشیار و شریفی	۱۳۹۶	بیشترین تعداد تصادفات در مناطق ۱، ۳ و اطراف بخش مرکزی شهر ارومیه (منطقه ۴) رخ داده است.	آزمون تخمین تراکم کرنل و شاخص نزدیکترین همسایه	• استفاده روش تخمین تراکم کرنل جهت تدقیق نقاط حادثه‌خیز
شفابخش و همکاران	۲۰۱۷	کاربست سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدل تخمین تراکم کرنل قابلیت تحلیل بهینه توزیع فضایی تصادفات را دارد.	آزمون تخمین تراکم کرنل و شاخص نزدیکترین همسایه	
چنگ و همکاران	۲۰۱۹	توزیع فضایی تصادفات در تقاطعات مناطق شمالی ووجیانگ چین نسبت به مناطق جنوبی بیشتر است که این مسئله به دلیل اقدامات اندک در زمینه افزایش ضریب ایمنی در مناطق شمالی است.	همبستگی فضایی	
بایل و همکاران	۲۰۱۹	۵۰ درصد از نقاط حادثه‌خیز همواره در طول بازه زمانی ذکر شده ثابت بوده و ۵۰ درصد به‌صورت دوره ای شاهد سوانح ترافیکی است.	تخمین تراکم کرنل	

منبع: مطالعات کتابخانه ای نگارندگان، ۱۳۹۸

مطالعه با استفاده از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی برای گردآوری داده‌های موردنیاز اجرا شد. از منابع کتابخانه‌ای برای مبانی و چارچوب نظری تحقیق بهره گرفته‌شد و در بخش تعیین مسیرها و نقاط حادثه‌خیز شهر قم از اطلاعات میدانی (شامل اطلاعات ارائه‌شده تصادفات توسط پلیس راهور استان قم برای سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ و همچنین پیمایش میدانی جهت تدقیق محل تصادفات) استفاده گردید.

معیار ضریب شدت تصادف در برگیرنده ضرایبی برای درجه‌بندی تعداد تصادف منجر به جرح و مرگ می‌باشد تا بدین وسیله اهمیت این‌گونه تصادفات نسبت به تصادفات صرفاً خسارتی مشخص شود. متأسفانه تاکنون تحقیقاتی در زمینه ضرایب تأثیر نوع تصادف در کشور انجام نشده است اما بر اساس مطالعات انجام شده در برخی از کشورها ضریب تصادفات منجر به جرح یا مرگ نسبت به تصادفات خسارتی می‌باشد. بدین ترتیب ضریب شدت تصادف از رابطه زیر محاسبه می‌شود (۲۲).

$$I_A = N_m + 6 \times (N_I + N_F)$$

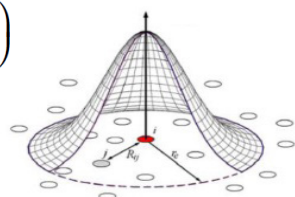
I_A : ضریب شدت تصادف

N_m : تعداد تصادف خسارتی

N_I, N_F : به ترتیب تعداد: تصادف جرحی و فوتی

طیف وسیعی از روش‌های تحلیلی جهت درک مناسب توزیع فضایی تصادفات درون‌شهری وجود دارد. یکی از کارآمدترین این روش‌ها، آزمون تخمین تراکم کرنل است. در این شیوه بر مبنای تعداد داده‌های نقطه‌ای و شعاع مشخص، تراکم تصادفات مشخص می‌گردد.

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right)$$



h = پهنای باند، d_i = فاصله از مرکز، n = تعداد مشاهدات، k = کارکرد تراکم مرکز

یافته‌ها

در سال ۱۳۹۵ تعداد ۴۸۰۳ مورد تصادف و در سال ۱۳۹۶ تعداد ۶۰۴۷ مورد تصادف و در سال ۱۳۹۷ تعداد ۶۶۰۲ مورد تصادف در داخل محدوده شهر قم بوقوع پیوسته است. بررسی‌ها نشان داد تصادفات خسارتی در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ حدود ۱۵ درصد و نسبت به سال ۱۳۹۵ حدود ۱۹ درصد افزایش داشت. در

خصوص تصادفات فوتی در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ حدود ۷ درصد کاهش داشت و نسبت به سال ۱۳۹۵ حدود ۱۹ درصد افزایش داشت. تعداد تصادفات جرحی نیز در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ حدود ۲ درصد افزایش و نسبت به سال ۱۳۹۵ بیش از ۱۰ درصد افزایش داشت. تعداد تصادفات رخ داده در شهر قم به تفکیک خسارتی، جرحی و فوتی در جدول (۱)، نشان داده شده است.

جدول ۱. تعداد و درصد نوع تصادفات درون‌شهری قم طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

سال	۱۳۹۵		۱۳۹۶		۱۳۹۷		جمع	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
خسارتی	۴۷۲	۹/۸	۵۵۱	۹/۱	۸۲۰	۱۲/۴	۱۸۴۳	۱۰/۶
فوتی	۱۱	۰/۲	۲۶	۰/۴	۲۲	۰/۳	۵۹	۰/۳
جرحی	۴۳۰۳	۸۹/۶	۵۴۷۰	۹۰/۵	۵۷۶۰	۸۷/۲	۱۵۵۳۳	۸۹
نامشخص	۱۷	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۱۷	۰/۱
جمع	۴۸۰۳	۱۰۰	۶۰۴۷	۱۰۰	۶۶۰۲	۱۰۰	۱۷۴۵۲	۰

منبع: داده‌های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

اطلاع از تعداد تصادفات اتفاق افتاده در ساعات مختلف شبانه روز از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا می‌تواند در طرح‌های اجرایی جهت بهبود وضعیت ایمنی مؤثر باشد. در جدول (۲) تعداد تصادفات در ساعات مختلف شبانه روز در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تعداد تصادفات در ساعات ۱۶-۱۲ ظهر و ۱۶ تا ۲۰ بعدازظهر بیشتر از ساعات دیگر شبانه روز اتفاق افتاده است.

اطلاع از تعداد تصادفات اتفاق افتاده در روزهای هفته نیز از لحاظ شناسایی روزهای پرخطر به لحاظ سوانحی ترافیکی حائز اهمیت است. در جدول (۳) تعداد تصادفات طی روزهای هفته در طول سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که تعداد تصادفات در روزهای شنبه و سه‌شنبه بیش از سایر روزهای هفته شاهد سوانح ترافیکی است.

جدول ۳. روزهای وقوع تصادفات درون‌شهری قم طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

روزهای هفته	تعداد	درصد
شنبه	۲۶۹۷	۱۵/۵
یکشنبه	۱۹۷۷	۱۱/۳
دوشنبه	۲۱۱۲	۱۲/۱
سه‌شنبه	۲۹۰۷	۱۶/۷
چهارشنبه	۲۱۲۳	۱۲/۲
پنجشنبه	۲۳۶۹	۱۳/۶
جمعه	۲۱۷۹	۱۲/۵
نامشخص	۱۰۸۸	۶/۲
جمع	۱۷۴۵۲	۱۰۰

منبع: داده‌های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

جدول ۲. ساعات وقوع تصادفات درون‌شهری قم طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

سال	۱۳۹۵		۱۳۹۶		۱۳۹۷	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
۰۰-۰۴	۳۲۵	۶/۸	۳۶۹	۶/۱	۳۷۵	۵/۷
۰۴-۰۸	۲۳۱	۴/۸	۲۷۴	۴/۵	۲۹۲	۴/۴
۰۸-۱۲	۷۵۸	۱۵/۸	۱۰۱۹	۱۶/۹	۱۰۵۵	۱۶
۱۲-۱۶	۱۱۵۲	۲۴	۱۶۰۲	۲۶/۵	۱۷۲۰	۲۶/۱
۱۶-۲۰	۱۲۱۶	۲۵/۳	۱۵۲۹	۲۵/۳	۱۸۰۴	۲۷/۳
۲۰-۲۴	۱۱۰۴	۲۳	۱۲۵۴	۲۰/۷	۱۳۵۶	۲۰/۵
نامشخص	۱۷	۰/۴	۰	۰	۰	۰
جمع	۴۷۸۶	۱۰۰	۶۰۴۷	۱۰۰	۶۶۰۲	۱۰۰

منبع: داده‌های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

یافته‌ها نشان داد که در ماه‌های اربیهشت و شهریور طی سه سال

ماه را توصیف می‌نماید. به‌طوری‌که در این سال ۶۹۶ مورد تصادف رخ داده است که معادل ۱۱/۵ درصد کل تصادفات سال ۱۳۹۶ را در بر می‌گیرد.

گذشته بیشترین مورد تصادف به ثبت رسیده است. به‌طوری‌که طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۴۵۵ و ۷۱۲ مورد تصادف به ثبت رسیده است. البته در سال ۱۳۹۶ آمارها نشان از تصادفات بالا در دی

جدول ۴. ماه‌های وقوع تصادفات درون‌شهری قم طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

سال	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ماه	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
فروردین	۳۴۲	۷/۵	۳۳۸	۵/۶	۵۷۶	۸/۷
اردیبهشت	۴۵۵	۹/۹	۴۴۶	۷/۴	۷۱۲	۱۰/۸
خرداد	۴۴۶	۹/۷	۳۷۰	۶/۱	۶۶۰	۱۰
تیر	۴۴۰	۹/۶	۴۵۱	۷/۵	۷۰۵	۱۰/۷
مرداد	۴۳۸	۹/۵	۴۸۰	۷/۹	۶۶۳	۱۰
شهریور	۴۶۳	۱۰/۱	۴۶۹	۷/۸	۷۱۲	۱۰/۸
مهر	۴۶۳	۱۰/۱	۵۱۱	۸/۵	۶۳۵	۹/۶
آبان	۳۸۰	۸/۳	۴۴۱	۷/۳	۵۳۹	۸/۲
آذر	۲۵۸	۵/۶	۵۰۷	۸/۴	۵۸۲	۸/۸
دی	۲۳۱	۵	۶۹۶	۱۱/۵	۴۵۴	۶/۹
بهمن	۳۳۶	۷/۳	۶۴۹	۱۰/۷	۲۵۶	۳/۹
اسفند	۳۳۶	۷/۳	۶۸۹	۱۱/۴	۱۰۸	۱/۶

منبع: داده‌های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

تصادفات سه سال اخیر) در این فصل به ثبت رسید. البته پس از فصل تابستان فصول بهار و پاییز هریک با ۲۵ درصد آمار تصادفات بیشترین سوانح ترافیکی را به خود دیده‌بودند.

بررسی وضعیت سوانح ترافیکی در سطح شهر قم در طول سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ نشان داد؛ بیشترین تعداد تصادف در فصل تابستان بود. به‌طوری‌که بیش از ۴۸۲۱ مورد تصادف (معادل ۲۸ درصد کل

جدول ۵. فصل‌های وقوع تصادفات درون‌شهری قم طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ (درصد)

سال	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	جمع
فصل	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	درصد
بهار	۱۲۴۳	۲۷/۱	۱۱۵۴	۱۹/۱	۱۹۸۴	۲۹/۵	۴۳۴۵
تابستان	۱۳۴۱	۲۹/۲	۱۴۰۰	۲۳/۲	۲۰۸۰	۳۱/۵	۴۸۲۱
پاییز	۱۱۰۱	۲۴	۱۴۵۹	۲۴/۱	۱۷۵۶	۲۶/۶	۴۳۱۶
زمستان	۹۰۳	۱۹/۷	۲۰۳۴	۳۳/۶	۸۱۸	۱۲/۴	۳۷۵۵

منبع: داده‌های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

هوای ابری، بارانی و برفی رخ داده بود. وضعیت حدود ۲۴ درصد از تصادفات نیز در سامانه مدیریت تصادفات پلیس راهور به ثبت نرسیده بود.

با توجه به شرایط اقلیمی شهر قم و ساعات آفتابی زیاد در طول سال؛ بررسی وضعیت سوانح ترافیکی بر اساس وضعیت در سطح شهر قم در طول سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ نشان داد؛ بیش از ۷۵ درصد سوانح ترافیکی در هوای صاف و بدون ابر اتفاق افتاده بود. شایان ذکر است کمتر از ۱ درصد تصادفات در شرایط جوی ناپایداری همچون

جدول ۶. وضعیت هوا در هنگام وقوع تصادفات درون شهری قم طی سال های ۹۵ تا ۹۷

وضعیت هوا	خسارتی	فوتی	جرحی	جمع	درصد
صاف	۲۰۷۸	۵۰	۱۴۱۹۵	۱۶۳۲۳	۷۵/۱۶
مه آلود	۲	۱	۶	۹	۰/۰۴
برفی	۰	۰	۱	۱	۰
بارانی	۱۲	۰	۵۵	۶۷	۰/۳۱
طوفانی	۰	۰	۴	۴	۰/۰۲
ابری	۷	۰	۳۰	۳۷	۰/۱۷
نامشخص	۱۷۱	۱۶	۵۰۹۰	۵۲۷۷	۲۴/۳۰
جمع	۲۲۷۰	۶۷	۱۹۳۸۱	۲۱۷۱۸	۱۰۰

منبع: داده های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

بودن این وسیله نقلیه جهت جابجایی است. از سوی دیگر کمترین نوع سوانح ترافیکی، تنها یک مورد، ایجاد حریق به ثبت رسیده بود.

همانطور که در جدول (۷) دیده می شود، بالاترین نوع برخورد وسایل نقلیه، برخورد وسیله نقلیه با موتور سیکلت (۴۶/۷ درصد) است که بیانگر نقض قوانین توسط موتور سیکلت سواران و همچنین غیر ایمن

جدول ۷. نوع برخورد وسایل نقلیه در تصادفات درون شهری قم طی سال های ۹۵ تا ۹۷

نوع برخورد وسایل نقلیه	خسارتی	فوتی	جرحی	جمع
وسيله نقلیه با موتور سیکلت	۶۸	۲۸	۱۰۰۰۲	۱۰۰۹۸
وسيله نقلیه با وسيله نقلیه	۱۵۰۷	۵	۱۳۶۸	۲۸۸۰
وسيله نقلیه با عابر	۰	۱۶	۳۶۸۴	۳۷۰۰
وسيله نقلیه با حیوان	۰	۰	۲	۲
وسيله نقلیه با شی ثابت	۳۱۷	۶	۳۴۳	۶۶۶
واژگونی و سقوط	۷۰	۱۰	۳۵۴	۴۳۴
ایجاد حریق	۱	۰	۰	۱
موتور سیکلت با موتور سیکلت	۳	۰	۹۲۴	۹۲۷
برخورد با وسیله پارک شده	۲	۰	۲۳	۲۵
خروج از جاده	۲	۰	۷	۹
وسيله نقلیه با دوچرخه	۲	۱	۲۶۷	۲۶۸
وسيله با چند وسیله نقلیه	۱۱۱	۲	۵۰۱	۶۱۴
موتور سیکلت با دوچرخه	۲	۰	۹۷	۹۷
موتور سیکلت با عابر	۱	۰	۱۶۱۳	۱۶۱۴
پرتاب سرنشین	۰	۰	۳۳	۳۳
چند برخوردی	۴۳	۰	۲۳۴	۲۷۷
سقوط عابر	۰	۰	۲	۲
دوچرخه با عابر	۰	۰	۳	۳
نامشخص	۱۶۵	۰	۱۱	۱۷۶

منبع: داده های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

همان گونه که در زیر دیده می شود؛ بیشترین علت تصادف تامه در شهر قم، عدم رعایت حق تقدم و عدم توجه به جلو بود. از سوی دیگر خطای عابر و ورود غیر مجاز به اتوبان کمترین علل وقوع تصادفات در شهر قم بود.

در فرم های گزارش دهی تصادفات، برای (علت تامه) صرفاً علت تامه (علت نهایی تصادف) ذکر می شود و ریشه اصلی تصادف شناسایی نمی شود. به عنوان مثال ممکن است علت تامه تصادف، انحراف به چپ ذکر شود ولی این عامل خود ناشی از خواب آلودگی راننده باشد.

جدول ۸. علت تامه تصادفات درون شهری قم

درصد	جمع	جرחי	فوتی	خسارتی	علت تامه
۱/۵	۳۲۷	۲۱۷	۱	۱۰۹	عدم رعایت فاصله طولی
۱/۱	۲۳۴	۱۸۷	۱	۴۶	عدم رعایت فاصله عرضی
۲۴/۸	۵۳۱۱	۴۸۸۹	۶	۴۱۶	عدم رعایت حق تقدم
۳۶	۷۷۰۳	۶۸۲۳	۱۶	۸۶۴	عدم توجه به جلو
۰/۱	۲۱	۱۸	۰	۳	عدم مهارت در رانندگی
۵	۱۰۶۷	۸۱۳	۱۷	۲۳۷	عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه
۰/۴	۷۵	۶۹	۱	۵	تخطی از سرعت مطمئنه
۰/۴	۹۱	۷۸	۲	۱۱	تجاوز از سرعت مقرر
۱	۲۱۱	۱۹۷	۲	۱۲	تجاوز به چپ ناشی از سبقت
۲/۸	۵۹۶	۵۵۶	۱	۳۹	انحراف به چپ
۰/۳	۵۴	۵۲	۰	۲	انحراف به راست
۱/۴	۲۹۵	۲۷۲	۱	۲۲	گردش به طرز غلط
۰/۸	۱۷۰	۱۶۲	۱	۸	عبور از محل ممنوع
۳/۱	۶۷۱	۵۲۴	۲	۱۴۵	حرکت با دنده عقب
۰/۲	۳۶	۲۴	۰	۱۲	نقص فنی حادث وسیله نقلیه
۰/۱	۱۶	۱۰	۰	۶	نقص فنی مستمر وسیله نقلیه
۸/۹	۱۹۱۴	۱۷۰۹	۳	۲۰۲	تغییر مسیر ناگهانی
۰	۷	۷	۰	۰	خطای عابر
۰	۴	۴	۰	۰	ورود غیر مجاز به آزاد راه
۰/۱	۳۱	۲۱	۰	۱۰	نقض مقررات حمل بار
۰/۱	۲۷	۲۵	۰	۲	یدک کشی به طرز غلط
۱	۲۱۴	۱۹۳	۰	۲۱	عبور از چراغ قرمز
۰/۹	۲۰۱	۱۹۱	۰	۱۰	دور زدن در محل ممنوع
۱/۵	۳۱۵	۲۷۴	۱	۴۰	سایر علل
۴/۶	۹۹۴	۹۶۳	۶	۲۵	حرکت در خلاف جهت
۲/۸	۶۰۸	۶۰۰	۰	۸	باز نمودن ناگهانی درب وسیله نقلیه
۱/۱	۲۳۳	۲۱۹	۱	۱۳	نامشخص
۱۰۰۰	۲۱۴۲۶	۱۹۰۹۷	۶۱	۲۲۶۸	جمع

منبع: داده های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

تصادف مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بلوار الغدير با ۱۵ تصادف منجر به فوت، ۴۹۱ تصادف جرحی و ۹۱ تصادف خسارتی و همچنین ضریب شدت تصادف ۳/۱۲۷، سانحه خیرترین بلوار/خیابان در سطح شهر قم بود. از نظر فراوانی نیز این بلوار در طول دوره سه

شاخص ضریب شدت تصادف معیاری برای درجه بندی تصادفات است؛ که بر اساس این معیار مسیرهایی که از شدت تصادف بیشتری برخوردار است مشخص گردد.

در مطالعه حاضر ۱۱ مسیر سانحه خیز بر اساس شاخص ضریب شدت

ساله تحقیق با ۵۹۷ مورد تصادف ثبتی بالاترین میزان تصادف به لحاظ کمی را به خود اختصاص داده بود. گرچه خیابان امام خمینی نسبت به بلوارهای جمهوری و ۱۵ خرداد به لحاظ تصادفات فوتی و خسارتی از فراوانی کمتری برخوردار بود، اما نرخ بالای تصادفات جرحی قابل محاسبه با ضریب ۶ موجب شد تا به لحاظ این شاخص در ردیف بالاتری قرار گیرد.

جدول ۹. تعداد و نوع تصادفات درون شهری قم طی سال های ۹۵ تا ۹۷

مسیرهای سانحه خیز	منطقه شهری	خسارتی	جرحی	فوتی	مجموع
بلوار الغدير	۴	۹۱	۴۹۱	۱۵	۵۹۷
خیابان امام خمینی	۳	۲۶	۴۱۲	۷	۴۴۵
بلوار جمهوری (بروجردی)	۴	۳۶	۳۳۲	۹	۳۷۷
بلوار ۱۵ خرداد	۱	۱۸	۳۲۷	۹	۳۵۴
خیابان آذر	۱	۳	۳۱۵	۷	۳۲۵
خیابان شهید صدوقی (زنبیل آباد)	۴	۳۴	۲۲۹	۴	۲۶۷
بلوار حاج خداکرم	۳	۷۳	۱۸۲	۷	۲۶۲
خیابان توحید (۲)	۲	۱۱	۲۴۳	۲	۲۵۶
بلوار یادگار امام	۲	۴	۲۱۶	۴	۲۲۴
بلوار محمدامین	۴	۲۵	۱۶۴	۰	۱۸۹
خیابان امامزاده ابراهیم (۲)	۶	۲	۱۳۷	۰	۱۳۹

منبع: داده های ثبت شده توسط پلیس راهور استان قم، (۹۷-۱۳۹۵)

جدول ۱۰. ضریب شدت مسیرهای سانحه خیز قم

ضریب شدت تصادف	رابطه ضریب شدت تصادف	مسیرهای سانحه خیز
۳,۱۲۷	$I_A = 6 + 91 \times (15 + 491)$	بلوار الغدير
۲,۵۴۰	$I_A = 6 + 26 \times (7 + 412)$	خیابان امام خمینی
۲,۰۸۲	$I_A = 6 + 36 \times (9 + 332)$	بلوار جمهوری (بروجردی)
۳,۰۳۴	$I_A = 6 + 18 \times (9 + 327)$	بلوار ۱۵ خرداد
۱,۹۳۵	$I_A = 6 + 3 \times (7 + 315)$	خیابان آذر
۱,۴۸۱	$I_A = 6 + 11 \times (2 + 243)$	خیابان توحید (۲)
۱,۴۳۲	$I_A = 6 + 34 \times (4 + 229)$	خیابان شهید صدوقی (زنبیل آباد)
۱,۳۲۴	$I_A = 6 + 4 \times (4 + 216)$	بلوار یادگار امام
۱,۲۰۷	$I_A = 6 + 73 \times (7 + 182)$	بلوار حاج خداکرم
۱,۰۰۹	$I_A = 6 + 25 \times (0 + 164)$	بلوار محمدامین
۸۲۴	$I_A = 6 + 2 \times (0 + 137)$	خیابان امامزاده ابراهیم (۲)

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۸

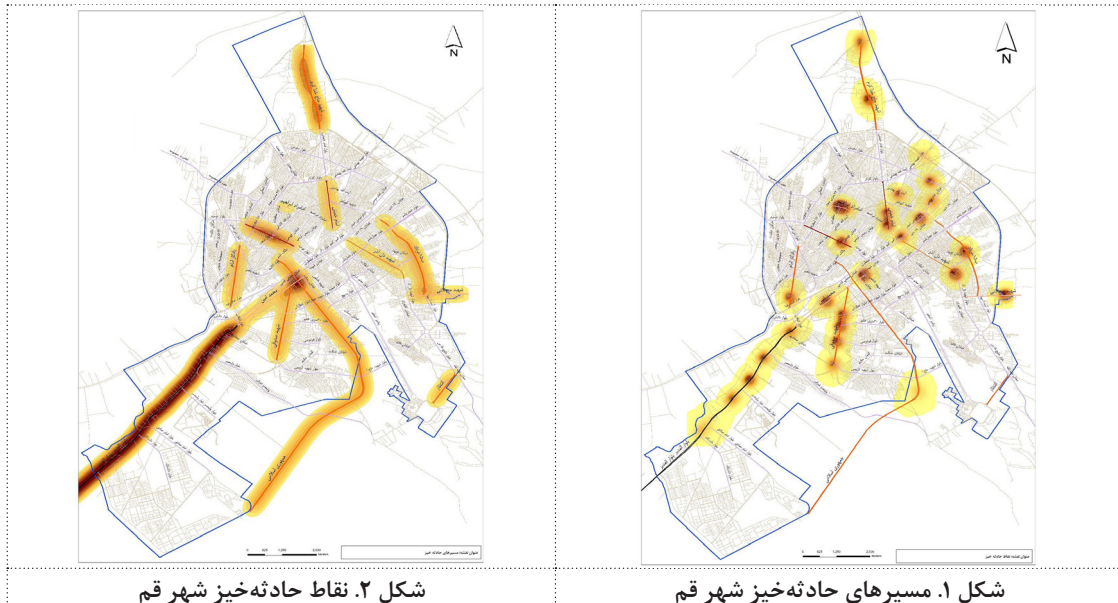
منطقه به صورت تخمینی میزان تصادفات در آستانه های ۱۰۰ الی ۲۰۰ متر نسبت به کانون تصادفات مشخص گردید. بدین ترتیب نقشه ای از خوشه های تصادفات درون شهری بدست آمد. سپس در ادامه، با استفاده از آزمون تراکم کرنل که قابلیت ارائه همواری از تغییرات در تراکم را در محدوده به نمایش می گذارد نسبت به

به منظور تدقیق نقاط حادثه خیز^۱ از آزمون تخمین تراکم کرنل استفاده گردید. در این روش، ابتدا مسیرهایی که بر اساس ضریب شدت تصادف دارای سانحه خیرترین معابر شهر شناسایی شده بودند، انتخاب شد و با استفاده از بررسی های میدانی و پاسگاه های راهور

۱. Hot spot Crashes

داد که اغلب تصادفات در محل دور برگردان‌ها، تقاطعات و همچنین میدانی با قطر بالا صورت گرفته که نیازمند مطالعات فنی و اصلاح هندسی است.

تعیین نقاط حادثه‌خیز شهر قم مبادرت گردید. بر اساس یافته‌های حاصل از این بخش بیشترین تمرکز نقاط حادثه‌خیز در منطقه ۴ و همچنین مناطق ۳ و ۱ دیده شد. همچنین یافته‌های این بخش نشان



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

بحث

این مطالعه بر اساس داده‌های ارائه‌شده توسط پلیس راهور قم و پزشکی قانونی برای سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ در محدوده شهر مورد مطالعه به نگارش درآمده است. اگرچه استفاده از داده‌های فوریت‌های پزشکی (اورژانس) می‌تواند موجب غنای این گونه مطالعات باشد؛ اما محدودیت دسترسی به اطلاعات مذکور موجب شد تا در این پژوهش به داده‌ها پلیس راهور قم و پزشکی قانونی بسنده شود.

در راستای تحلیل داده‌های گردآوری شده، مدل‌های مختلفی که توسط پژوهشگران داخلی و خارجی ارائه‌شده مورد بررسی قرار گرفت؛ با در نظر داشتن تحقیقات مذکور، ابتدا مسیرهای حادثه‌خیز شهر قم را با استفاده از ضریب شدت تصادف مشخص و سپس با استفاده از مدل رایج تخمین تراکم نسبت به تدقیق محل حادثه‌خیز اقدام گردید که از این حیث می‌توان به جنبه نوآوری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات پیشین اشاره نمود. چراکه اغلب مطالعات با استفاده از شاخص ترکیبی نزدیکترین همسایه و تخمین تراکم کرنل و یا مدل تحلیل سلسله مراتبی به تعیین نقاط حادثه‌خیز در مطالعات خود پرداخته بودند.

پس از انجام تحلیل‌های (ترکیبی ضریب شدت تصادف و تخمین تراکم) صورت گرفته بر روی نقشه مسیرهای حادثه‌خیز و همچنین

بررسی‌های میدانی بر روی آن‌ها مشخص گردید؛ تجهیزات جدا کننده ایجاد شده در مسیرهای ویژه اتوبوس‌های تندرو مهم‌ترین علل حادثه‌خیزی در امتداد برخی از معابر نظیر خیابان امام خمینی و آیت الله طالقانی (آذر) بود. عرض کم معبر و همچنین ورود تاکسی و موتور به این خطوط به دلیل بریدگی‌های متعدد سبب سانحه‌خیزی بالای این خطوط و خیابان‌ها شده بود.

با نگاهی به نقشه کانون‌های حادثه‌خیز ترافیکی در سطح شهر قم گویا آن است که اغلب این نقاط (کانون‌ها) مربوط به گره‌های ترافیکی نظیر دوربرگردان‌ها، تقاطع‌های همسطح و میدان‌های موجود در امتداد یا انتهای مسیرهای حادثه‌خیز است؛ به عبارت دیگر جانمایی نادرست، طراحی نامناسب، وجود دوربرگردان‌های اضافی (قابل تجمیع) از مهم‌ترین مسائل مشاهده شده در زمینه این نوع گره‌های ارتباطی است که در بخش پیشنهادات به تفصیل در خصوص هریک از آن‌ها راهکارهایی ارائه می‌گردد. ایمنی ترافیک یکی از پارامترهای بسیار مهم مورد بررسی در اکثر کشورهای دنیا، مجامع مهم بین‌المللی و سازمان ملل است. با مطالعه تصادفات ترافیکی می‌توان عوامل مؤثر در رخداد تصادفات ترافیکی را شناسایی کرد. تعریف و توصیف عوامل مؤثر در تصادفات گامی اساسی در جهت اقدامات عملی برای کاهش و به حداقل رساندن عوامل ایجاد تصادف است که باعث ایمنی بیشتر سیستم حمل‌ونقل و بهبود آن می‌شود.

سطح شهر قم در طول سه سال اخیر بیش از ۱۸۰ مورد تصادف در آن‌ها رخ داده بود که از نظر آماری بیشترین تعداد تصادف در طول سال را بلوار غدیر به خود اختصاص داده بودند. بر اساس یافته‌های میدانی ۱۸ نقطه حادثه‌خیز در سطح مسیرهای حادثه‌خیز شناسایی شد که عمدتاً مربوط به گره‌های ترافیکی غیر استاندارد بود. یافته‌های موضعی با نتایج بدست آمده در مقاله هوشیار و شریفی بیانگر منطقه ای بودن و تمرکز تصادفات در نواحی پر تردد و حجم ترافیک بالا همسواست. از طرفی نتایج پژوهش شاینر و هلرزا؛ را که ارتباط مستقیمی میان توزیع فضایی تصادفات شدت وضعیت تراکم در مناطق مسکونی وجود دارد. به‌طوری‌که تعداد تصادفات فوتی و جرحی شدید در مناطق مسکونی با تراکم بالا بسیار بیشتر از مناطق مسکونی حومه ای با تراکم پایین دارد را تأیید نمی‌کند. نتایج پژوهش شفاابخش همکاران؛ را مبنی بر کاربرست سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدل تخمین تراکم کرنل قابلیت تحلیل بهینه توزیع فضایی تصادفات را تأیید می‌نماید. سایر پژوهش‌های بررسی شده نیز به نحوی ممتنع با نتایج پژوهش حاضر، بوده‌اند. زیرا دستاوردهای عملی پژوهش تأکید بر مورد مطالعه در سطح شهر قم دارد.

به همین منظور، در گام نخست مسیرهای حادثه‌خیز شناسایی و در مرحله بعد، ناامن‌ترین مسیرها با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته مشخص شدند. اطلاعات و آمار موجود مربوط به تصادفات از پایگاه اطلاعات تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی جمع‌آوری و سپس اقدامات اولیه در مورد پردازش داده‌های خام با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS انجام گرفت و با استفاده از نرم افزارهای یاد شده، داده‌ها تحلیل شدند.

بر اساس یافته‌های توصیفی تحقیق، بیش از ۱۷۴۵۲ تصادف که ۸۹ درصد این تصادفات به‌صورت جرحی به ثبت رسیده بود. بیش از ۵۳ درصد از کل تصادفات در ساعات ۱۲ ظهر الی ۲۰ شب اتفاق افتاده بود و در تحلیل روزانه تصادفات مشخص شد که بیش از ۳۲ درصد از تصادفات روزهای شنبه و سه‌شنبه به وقوع پیوسته بود. ۵۸ درصد از کل تصادفات سطح شهر قم مربوط به تصادفاتی بود که یک سوی آن را موتور سیکلت‌سواران تشکیل می‌دادند؛ ۳۶ درصد از کل تصادفات مربوط به عدم توجه به جلو و ۲۴ درصد مربوط به عدم رعایت حق تقدم بود. به‌طور میانگین نیز در طول سه سال اخیر بیش از ۸۸ فقره تصادف منجر به فوت در سطح شهر قم اتفاق افتاده بود. بر اساس یافته‌های تحلیلی تحقیق، ۱۱ خیابان/ بلوار موجود در

References

- Hassan Ziari PMB. Identification of accident hotspots and ranking the level of safety of non-level urban intersections. *Rahvar Quarterly*. 2015;30:50-64.
- Minale AS. Identifying the Hot Spot Areas of Road Traffic Accidents. *Jordan Journal of Civil Engineering*. 2015;9(3):359-70.
- WHO. Global status report on road safety 2018: Supporting a decade of action. 2018.
- Thakali L, Kwon TJ, Fu L. Identification of crash hotspots using kernel density estimation and kriging methods: a comparison. *Journal of Modern Transportation*. 2015 Jun 1;23(2):93-106.
- Iraj Teymouri RF, Leila Habibi, Maryam Jafari Mehrabadi. Safety Management in Urban Roads. Publications of the Organization of Municipalities and Villages of the country. Tehran 2008 ; .
- Tavakkoli L, Khanjani N. The pattern of road crashes emphasizing the factors involved in their occurrence in Kerman City 2012-2015. *Safety promotion and injury prevention (Tehran)*. 2016;4(2):101-8.
- Shafabakhsh GA, Famili A, Bahadori MS. GIS-based spatial analysis of urban traffic accidents: Case study in Mashhad, Iran. *Journal of traffic and transportation engineering (English edition)*. 2017;4(3):290-9.
- Scheiner J, Holz-Rau C. A residential location approach to traffic safety: Two case studies from Germany. *Accident Analysis & Prevention*. 2011;43(1):307-22.
- Regulations on Safety Management, Transportation and Traffic Accidents 2009.
- Nasser Poor Moallem, Mohammad Baqer Salimi. Analysis and evaluation of accident hotspots: from the point of view of knowing the location of the accident, the costs caused by damages and waste

and corrective measures. Quarterly Journal of Traffic Management Studies. 2009;25:25-48.

11. Moradi A, Soori H, Kavousi A, Eshghabadi F, Jamshidi E, Zeini S. Spatial analysis to identify high risk areas for traffic crashes resulting in death of pedestrians in Tehran. Medical journal of the Islamic Republic of Iran. 2016;30:450.

12. Mahmoud Reza Key Manesh KR, Ali Nasrallah Tabar. Traffic Engineering and Safety: Innovative Publications. Tehran; 2016.

13. Litman T. Pricing For Traffic Safety: How Efficient Transport Pricing Can Reduce Roadway Crash Risks. Victoria Transport Policy Institute. 2012.

14. Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. Safety science. 2004;42(4):237-70.

15. Hasan Hoshyar BS. Spatial analysis of intra-urban accidents: a case study of Urmia city Land Geographical Engineering Quarterly. 2017;1:90-101.

16. Harms-Ringdahl L. Guide to safety analysis for accident prevention. Stockholm: IRS Riskhantering; 2013.

17. Mansour Haji Hosseinlou YES. Application of GIS in determining the accident hotspots of intra-city networks (case study of Tehran's District 2). Environmental Science and Technology. 2009;1:275-85.

18. Municipality DaTaTOoT. criteria for determining accident hotspots in the city. 2012. p. 33-64.

19. Cheng Z, Zu Z, Lu J. Traffic crash evolution characteristic analysis and spatiotemporal hotspot identification of urban road intersections. Sustainability. 2018;11(1):1-7.

20. Bíl M, Andrášik R, Sedoník J. A detailed

spatiotemporal analysis of traffic crash hotspots. Applied geography. 2019;107:82-90.

21. Esfahani MA, Rahimi AM, Saeidi S. Identification and Prioritization of Effective Parameters in Injury-Causing Accidents at Four-Lane Intersections (Case study: Isfahan City). Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 2019;7(2):106-22.

22. Ali Akbar Matkan ASM, Babak Mirbagheri, Matin Shahri. Spatial analysis of urban accidents using spatial weight regression. Remote Sensing and GIS of Iran. 2011;3:33-48.

23. Esfahani MA, Haghshenas H, Salehan D. Strategies for Preventing or Reducing Accidents, and Assessing and Prioritizing them with Modeling. Safety Promotion and Injury Prevention. 2018;6(4):191-202.