

داده‌کاوی تصادفات جاده‌ای شمال غرب تهران

(مقاله پژوهشی) (صفحه ۱۲۷-۱۴۸)

حسن بهتونی^۱، مهشید التماسی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۳۰

چکیده

هدف این تحقیق، تحلیل داده‌های تصادفات جاده‌ای برای بررسی علل موثر بر تصادفات جاده‌ای است تا عوامل اصلی تاثیرگذار در بروز آنها تعیین و هم‌بستگی برخی از عوامل اصلی بررسی شود. این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ زمان، سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۸ است. روش تحقیق استفاده شده، پیمایشی-توصیفی است. گردآوری داده‌ها از بانک داده‌های پلیس راهور در جاده‌های شمالی اطراف پایتخت (تهران) و مطالعات کتابخانه‌ای است؛ داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار داده‌کاوی تبلیو، اکسل و SPSS تحلیل شده‌اند. مهم‌ترین و پرتعدادترین علت تامه تصادفات جاده‌ای طی سال‌های مورد بررسی عدم توجه به جلو بوده است و با فاصله زیاد از آن، عواملی چون انحراف به چپ، سرعت غیرمجاز، عدم رعایت حق تقدم و تغییر مسیر ناگهانی به ترتیب مطرح هستند. دومین حجم عمده عوامل تاثیرگذار استخراج شده از گزارش پلیس راهور در تصادفات جاده‌ای، نوع معابر بودند و کمترین حجم موثر مربوط به عواملی چون جنسیت، تاریخ و زمان تصادفات است. در سطح معناداری ۹۵ درصد، آزمون تی، بین نوع معبر و نوع تصادفات رابطه معناداری وجود دارد، میانگین و درصد تصادفات در هر یک از معابر نشان می‌دهد که نوع معبر در افزایش و شدت تصادفات موثر است. در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که بین نوع معبر و شرایط جوی ارتباط معنادار وجود دارد، اما بین شرایط جوی و وقوع تصادفات ارتباط معناداری وجود ندارد. آزمون تی‌نان پارامتریک برای دو متغیر اصلی نوع تصادفات و شرایط جوی، در سطح معناداری ۹۵ درصد معنادار بود. اصلی‌ترین علت تصادفات جاده‌ای عامل انسانی و عدم توجه به جلو است، ولی شرایط جوی به‌عنوان عامل اصلی وقوع تصادفات مطرح نیستند ولی تشدید تصادفات را در پی خواهند داشت و معابر راه‌ها در وقوع تصادفات و شدت آنها موثر هستند.

کلیدواژه‌ها: داده‌کاوی، تصادفات جاده‌ای، ایمنی و سلامت، شرایط جوی، معابر.

۱. دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، رییس دانشگاه علمی-کاربردی ناجا، قزوین،

Leila.safae@gmail.com

۲. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، نویسنده مسئول: eltemasi@ut.ac.ir

راه نخستین و طبیعی‌ترین وسیله ارتباطی میان انسان‌ها است که بدون وجود آن، چرخش اقتصادی و اجتماعی ممکن و میسر نمی‌باشد. انسان‌های اولیه که در عصر حجر در کوه‌ها و غارها زندگی می‌کردند از نخستین پایه‌گذاران و اقدام‌کنندگان واقعی راه‌سازی در تاریخ بشریت محسوب می‌شوند؛ اما از زمان ظهور راه‌ها و جاده‌ها، تصادفات جاده‌ای یکی از عوامل بسیار مهم مرگ‌ومیر و صدمات شدید جانی و مالی بوده‌اند (صراف؛ ولی‌زاده و مجیدی، ۱۳۸۸: ۲۲). دیدگاه مردم دنیا اغلب نسبت به تصادفات جاده‌ای و عوارض آن طی سال‌های اخیر تغییر کرده است. در کشورهای صنعتی حساسیت و نگرانی در مورد آثار سوء حمل‌ونقل جاده‌ای و عوارض ناشی از آن مانند آلودگی محیط و هوا، از بین رفتن زیبایی‌های طبیعی، سروصدا، سوانح رانندگی و نظایر آنها افزایش یافته است. خصوصیات مهم راه را می‌توان دوام و آثار پایداری وابسته به آنها دانست. در عمل، جاده‌ها به‌صورت جزئی دائمی از سیمای طبیعت هستند (باقدم، فرج‌زاده و شایان، ۱۳۸۴: ۱-۱۶).

حوادث جاده‌ای و تلفات ناشی از آن یکی از چالش‌های کنونی جوامع بشری است که هزینه‌های اقتصادی زیادی را بر اقتصاد کشورها تحمیل کرده است. در مقایسه بین کشورها از جنبه توسعه‌یافتگی، بیشتر قربانیان این بحران را کشورهای در حال توسعه تشکیل می‌دهند، به‌گونه‌ای که در این کشورها، تصادفات جاده‌ای به‌عنوان یکی از علل اساسی مرگ‌ومیر شناخته شده است. متأسفانه ایران نیز از جمله کشورهایی است که در آن نرخ تصادفات ناشی از عدم توجه به اصول ایمنی و عوامل موثر بر آن همواره سیر صعودی داشته که آمارهای موجود به‌خوبی وخامت این مسئله را نشان می‌دهند (محمدی، ۱۳۹۰: ۱۲۹-۱۵۴). ازسویی دیگر، جاده‌ها جزئی از توسعه تمدن و زیربنای حامی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی است، اما متأسفانه در سال‌های اخیر، وقوع حوادث متعدد در جاده‌های شهری و برون‌شهری و افزایش آمار تلفات و تصادفات جاده‌ای در مقیاس کشوری شرایط نگران‌کننده‌ای را ایجاد کرده است. به‌طوری‌که ایران

با داشتن یک صدم جمعیت جهان، یک‌چهارم تصادفات دنیا را دارا است و در حدود ۲۰ هزار کشته ناشی از تصادفات جاده‌ای در سال در میان کشورهای جهان آمار بالایی از کشته‌شدگان و مصدومان حوادث رانندگی را به‌خود اختصاص داده است. همواره چهار عامل انسان، وسیله‌نقلیه، جاده و محیط در امر تصادفات دخالت دارند؛ هر ساله هزاران نفر در اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند و یا معلول می‌شوند. متأسفانه ایران با حدود ۲۰۰۰۰ کشته در سال آمار بالایی را به‌خود اختصاص داده است که این امر فاجعه‌ای ملی محسوب می‌شود. طبق آخرین آمار پلیس راهور، سازمان پزشکی قانونی و اورژانس کشور، میزان تلفات تصادفات جاده‌ای در سال‌های اخیر نسبت به آمار ۲۷۰۰۰ نفری سال ۱۳۸۵ کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است و در سال ۱۳۹۲ به کمتر از ۱۸۰۰۰ نفر رسیده است (بهتوئی، ۱۳۹۳: ۷).

به‌طور کلی، وقوع سانحه منجر به فوت، جرح، خسارت یا ترکیبی از این سه حالت که در نتیجه یک ماشین با یک یا چند ماشین دیگر یا انسان یا حیوان یا شیء به‌وجود می‌آید و باعث تلفات جانی یا خسارت می‌شود (مخبر، ۱۳۷۷: ۲۰) را تصادف می‌نامند؛ دسته‌بندی‌های متفاوتی برای تصادفات وجود دارد که عبارت‌اند از:

الف) هرگاه وسیله نقلیه‌ای با یک یا چند جسم دیگر برخورد کند یا به‌نحوی از حالت عادی حرکت خود به ناگاه خارج شود تصادف رخ داده است.

ب) هر تصادف معلول زنجیره‌ای از عوامل است که در زمان و مکان‌های مختلف شکل گرفته و به‌صورت حلقه‌های زنجیر به‌هم می‌پیوندند تا تصادف رانندگی پس از تکمیل شدن این سلسله مراتب به‌هم پیوسته شکل بگیرد یا به‌تعبیری علت تصادفات عبارت است از: ترکیب اوضاع و احوال و عواملی که بدون وجود یکی از آنها تصادف رخ ندهد (آیتی، ۱۳۷۶: ۴۲).

تصادفات عموماً به سه دلیل عمده عوامل انسانی شامل نحوه کلی رانندگی، رفتار غیرمسئولانه، خطاهای حسی و ادراکی، عدم مهارت در رانندگی (فرضی‌پور، ۱۳۷۰: ۲۲)؛ عوامل محیطی شامل عوامل مربوط به راه و ایمنی جاده‌ها، شرایط جوی، علائم و نگهداری

راهها و ...؛ عوامل مربوط به وسایل نقلیه شامل نقص فنی خودرو، ایمنی خودرو، نگهداری و تعمیر خودرو و ...؛ اتفاق می‌افتند (محمدی و محمودی، ۱۳۸۵: ۱۴).

با توجه به اهمیت تصادفات جاده‌ای در افزایش مرگ‌ومیر و کاهش سلامت عمومی جامعه؛ هدف این تحقیق، بررسی علل موثر بر تصادفات جاده‌ای در یکی از محورهای حادثه‌خیز کشور است تا عوامل اصلی تاثیرگذار در بروز تصادفات جاده‌ای تعیین و هم‌بستگی برخی از عوامل اصلی بررسی شود. بنابراین این تحقیق به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال اساسی است که چه عواملی در تصادفات جاده‌ای شمال غرب تهران موثر است؟ شرایط جوی و نوع معابر و جاده‌ها و راه‌ها تا چه حد در تصادفات جاده‌ای شمال غرب تهران موثر است؟

پیشینه و مبانی نظری

عباسی نوآبادی (۱۳۹۰) در پایان‌نامه خود به تحلیل و بررسی عوامل انسانی موثر در تصادفات جاده‌ای و راه‌کارهای کاهش آن در بخش جنوبی ایران پرداخت، که نتایج تحقیق وی نشان داد که بی‌توجهی به مقررات و عجله و شتاب بی‌مورد با ۴۳ و ۴۰ درصد بیشترین سهم در بروز تصادفات جاده‌ای را به خود اختصاص داده‌اند که به ترتیب جزو دسته اشتباهات و لغزش دسته‌بندی می‌شوند؛ لذا افزایش مهارت‌ها و اصلاح رفتارهای رانندگان می‌تواند در کاهش تصادفات این محور موثر باشد. محمدی (۱۳۹۰) نیز در پایان‌نامه خود با عنوان "بررسی عوامل اقتصادی موثر بر تصادفات جاده‌ای در ایران" نشان داد که رشد اقتصادی و تلفات ترافیکی با هم در ارتباط بوده و این رابطه به‌گونه‌ای است که همراه با رشد اقتصادی تلفات ترافیکی افزایش یافته است و پس از رسیدن به یک نقطه عطف، شاهد کاهش میزان تلفات ترافیکی خواهیم بود. به عبارت دیگر این همان رابطه U و U وارون کوزنتس است که در ارتباط با تلفات ترافیکی و تولید ناخالص داخلی سرانه برای ایران مصداق پیدا کرده است. از دیگر نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، ارتباط منفی متغیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل، بهبود

مراقبت‌های پزشکی و شاخص فرهنگی با تلفات ترافیکی است. اما تعداد وسایل نقلیه سرانه دارای یک ارتباط مستقیم با میزان تلفات جاده‌ای است. تاجیک، روح‌الامینی و شیران (۱۳۹۴) در مقاله خود به تحلیل تصادفات جاده استان هرمزگان پرداختند و نشان دادند که خطای انسانی ناشی از بی‌توجهی به مقررات راهنمایی بوده است و آن را ناشی از فقر فرهنگی دانسته‌اند. وکیل‌الرعايا و زرگر (۱۳۹۷) در تحقیق خود به تعیین و تحلیل ارجحیت عوامل موثر بر وقوع تصادفات جاده‌ای در جاده‌های استان سمنان پرداختند که نتایج تحقیق آنها مبین این مسئله بود که نتایج حاصل از رتبه‌بندی نشان داد، عامل انسان بیشترین تاثیر را در تصادفات جاده‌ای داشت و پس از آن وسایل نقلیه، جاده و محیط در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. وطن‌پرست، افشاری، رضایی، عارفی و نورمحمدی (۱۳۹۶) در تحقیق خود با عنوان "ارزیابی تأثیر عناصر اقلیمی و عوامل انسانی در بروز تصادفات جاده‌ای با استفاده از منطق فازی (نمونه موردی محور مشهد- قوچان)" نشان دادند که نقش عوامل انسانی در بروز تصادفات جاده‌ای بسیار زیاد است. به طوری که در بروز بیش از ۹۰ درصد تصادفات، عامل انسانی نقش اصلی را داشته است. هم‌چنین در بررسی خطر خیز بودن مسیر با مدل فازی زبانی، مشخص شد ۵ تا ۳۵ کیلومتر اولیه ورودی و خروجی شهرها پرخطرترین مناطق در بروز تصادفات جاده‌ای هستند. تئو فیلاتوس و یانیس^۱ (۲۰۱۴) در تحقیق خود نشان دادند که سرعت، عامل اصلی افزایش تصادفات است و ازسوی دیگر شرایط آب‌وهوایی به‌ویژه بارندگی نیز بر افزایش تصادفات موثر است؛ اما به‌نظر نمی‌رسد که تأثیر مداومی بر شدت آن داشته باشد. اوجن و استندفورد^۲ (۲۰۱۹) نشان می‌دهند که شرایط ترافیکی روی تصادفات و افزایش آنها موثر هستند و شرایط جانبی مثل آب‌وهوا را نیز مورد توجه قرار می‌دهند. هاماد و همکاران^۳ (۲۰۱۹) به بررسی شرایط و علل تصادفات در پنجاب پاکستان پرداختند و نشان داده‌اند که شرایط جوی از جمله بارندگی، دما و طوفان و ... بیشترین

1. Theofilatos & Yannis
2. Eugene & Ostendorf
3. Hammad & et al

تاثیر را بر افزایش تصادفات در این منطقه داشته‌اند. در تحقیقی دیگر و این‌بار درخصوص تصادفات در ایران، جلیلیان منصوری و همکاران^۱ (۲۰۱۹) عوامل اصلی تصادفات جاده‌ای را در ایران بررسی کرده‌اند و و آنها به این نکته رسیدند که عوامل آب‌وهوایی از مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار بر تصادفات جاده‌ای در ایران هستند. لنکرانی و همکاران^۲ (۲۰۱۴) نیز درخصوص عوامل موثر بر تصادفات در ایران، تحقیقی را انجام داده‌اند و نشان دادند که عواملی چون طلوع آفتاب، غروب آفتاب، هوای غبارآلود، سطوح روغنی جاده و مسیر پرپیچ و خم سربالایی / سرازیری از عوامل خطرناک محیطی در تصادفات جاده‌ای بودند. البته در این تحقیق، شرایط آب‌وهوایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علی، یاسین و اقبال‌خان^۳ (۲۰۲۰) نیز در تحقیقی، تاثیر عواملی چون دما، بارندگی و شاخص تعداد کارکنان بخش سلامت را در میزان تلفات جاده‌ای در پاکستان مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که همه این متغیرها تاثیر مستقیم بر افزایش تصادفات جاده‌ای داشته‌اند. لوبو، فریرا، اگلسیاس و کوئاتو^۴ (۲۰۱۹) نیز به بررسی بارندگی و دمای هوای روی تصادفات جاده‌ای در آرژانتین پرداخته‌اند و نشان دادند که کاهش دما و افزایش بارندگی تاثیر مثبت و مستقیم روی افزایش تصادفات دارند. برگل حیات و دبراه^۵ (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط متغیرهای تصادفات با نوع جاده‌ها و ارتباط آنها با شرایط آب‌وهوایی پرداختند و نشان دادند که تصادفات با افزایش بارندگی و یخبندان به‌ویژه در جاده‌های بین‌شهری و بزرگراه‌ها بیش از جاده‌های دوطرفه افزایش می‌یابند.

نظری اجمالی در تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که اغلب این تحقیقات از روش‌های آماری و پیمایشی برای دستیابی به نتایج خود استفاده کرده‌اند و همچنین جامعه مورد بررسی آنها نیز متفاوت بوده است. برخی از تحقیقات قبلی نیز تنها یک یا دو متغیر اصلی را در بر گرفته‌اند، درحالی‌که تحقیق حاضر از روش داده‌کاوی و ابزارهای

1. Mansoori Jalilian & et al
2. Lankarani & et al
3. Ali, Yaseen & Iqbal Khan
4. Lobo, Ferreira, Iglesias & Couto
5. Bergel-Hayat & Debbarh

تحلیلی داده برای دستیابی به اهداف خود استفاده کرده و جامعه پژوهش آن نیز متفاوت است و لذا نتایج حاصل از آن نوآوری و اصالت لازم را می‌تواند داشته باشد.

روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ زمان، مقطعی است. روش مورد استفاده در این تحقیق، پیمایشی- توصیفی است. جامعه این تحقیق، تصادفات جاده‌ای ایران است اما با توجه به کثرت داده‌ها و همچنین تحقیقات قبلی انجام شده در موضوع، جاده‌های شمال غربی اطراف پایتخت (تهران) به‌عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده‌اند و لذا تصادفات جاده‌ای رخ داده‌شده در جاده‌های اطراف تهران به سمت قزوین و قزوین به سمت رشت مورد بررسی قرار گرفته‌اند؛ لذا نمونه‌گیری در این تحقیق براساس نمونه در دسترس و البته از نوع نمونه‌گیری هدف‌مند براساس معیارهای وقوع تصادف طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۸ و در جاده‌های شمال غربی تهران بوده است. حجم نمونه مورد مطالعه بیش از ۱۲۰۰۰ تصادف رخ داده طی سال‌های مذکور و در محور مذکور است. گردآوری داده‌ها در این تحقیق از دو طریق انجام شده است: مطالعات کتابخانه‌ای و سندی، آمار و داده‌های مربوط به تصادفات جاده‌ای موجود در بانک تصادفات پلیس راهور ناجا در محور مورد مطالعه. برای هر تصادف رخ داده، اطلاعاتی نظیر موقعیت تصادف، زمان تصادف، تعداد فوتی، تعداد جرحی، نوع وسیله مقصر و ... از فرم‌ها و گزارش‌های پلیس راهور استخراج شده است.

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه: ناحیه مورد مطالعه در شمال غرب تهران و جنوب رشت در ارتفاعات جنوبی و شمالی البرز غربی به طول ۱۷۷ کیلومتر واقع شده است. گستره جاده در ۳۶ درجه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه تا ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. از شمال به پهنه دشتی رشت و از جنوب به نواحی قزوین و از غرب به ارتفاعات طالش و از شرق به ارتفاعات طالقان- لاهیجان محدود می‌شود. این منطقه دارای ۶ شهر بزرگ، بیش از ۲۵

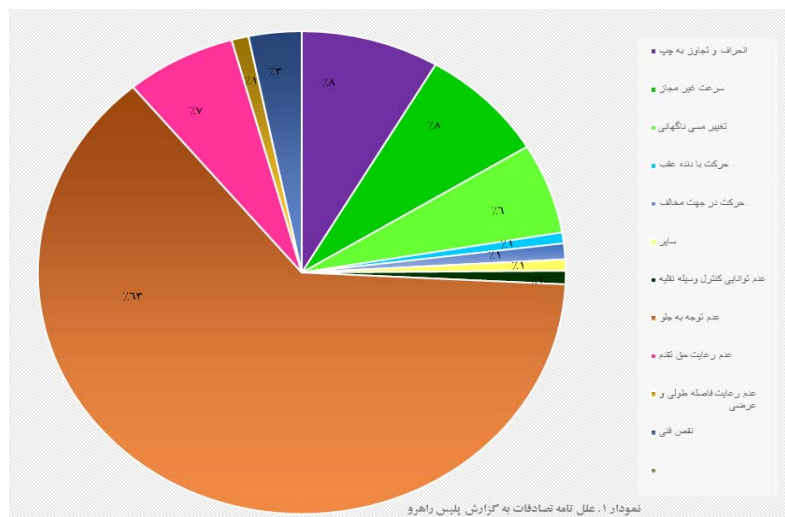
بخش و حدود ۲۰۰ پارچه آبدی و شهرهای مهم آن تهران، کرج، قزوین، منجیل، رودبار و رشت هستند. ۸۵ درصد منطقه، کوهستانی و ۱۵ درصد جلگه‌ای است. بلندترین نقطه منطقه، قله عمارلو (۲۷۵۰ متر) واقع در شمال شرق منجیل است و کم‌ترین ارتفاع منطقه برابر سطح آزاد دریا (ارتفاع صفر) در جنوب غرب رشت است. در منطقه عبور مسیر جاده قدیم رشت- قزوین، حداکثر ارتفاع مسیر از سطح دریا در گردنه کوهین برابر ۱۷۰۰ متر است (معاونت ساخت و توسعه راه‌آهن، ۱۳۷۸). مقطع زمانی مورد مطالعه در این تحقیق نیز مربوط به تصادفات صورت گرفته طی ۵ سال گذشته بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ است.

برای تحلیل داده از چند نرم‌افزار به صورت موردی استفاده شده است، ابتدا بانک داده‌ها در نرم‌افزار اکسل^۱ مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل‌های ابتدایی و تمیزسازی داده‌ها روی بانک داده‌های گردآوری شده انجام شد؛ سپس برای تحلیل و پاسخ‌گویی به برخی سئوالات تحقیق از نرم‌افزارهای داده‌کاوی از جمله نرم‌افزار تبلیو^۲ استفاده شد و هم‌چنین برای آزمون فرضیاتی که در طول پاسخ‌گویی به سئوالات ایجاد شد. (بنابراین اطلاعات و داده‌های گردآوری شده از گزارش‌های پلیس راهور) از نرم‌افزار اس. پی. اس. اس^۳ و آزمون‌های آماری تی‌نان پارامتریک^۴ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تحلیل داده‌های مرتبط با تصادفات جاده‌ای در منطقه مورد مطالعه برای پاسخ‌گویی به سؤال اول تحقیق، اصلی‌ترین علل تصادفات جاده‌ای در ایران چیست؟ است. نتایج حاصل از بررسی بیش از ۱۱۰۰۰ تصادف این منطقه براساس علل تامه‌ای که پلیس راهور برای تصادف ثبت کرده است در نمودار ۱ نشان داده شده است.

1. Excel
2. Tableau
3. SPSS
4. Non parametric T test



نمودار شماره ۱- علل تامه تصادفات به گزارش پلیس راهور

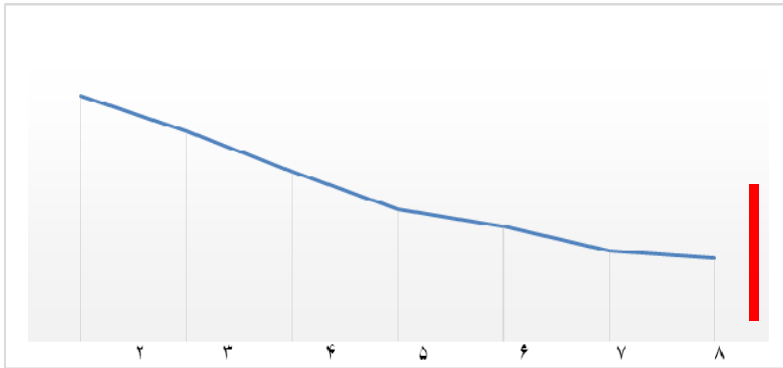
توجه به این نمودار نشان می‌دهد که مهم‌ترین و پرتعدادترین علت تامه تصادفات جاده‌ای طی سال‌های مورد بررسی عدم توجه به جلو بوده است و با فاصله زیاد از آن عواملی چون انحراف به چپ، سرعت غیرمجاز، عدم رعایت حق تقدم و تغییر مسیر ناگهانی به ترتیب مطرح هستند، که براساس تقسیم‌بندی‌های انجام‌شده در تحقیقات پیشین و همچنین آن‌چه در مقدمه به آن اشاره شد جز عوامل انسانی در بروز تصادفات به‌شمار می‌آیند. بنابراین می‌توان عوامل انسانی را به‌طور کلی از مهم‌ترین علل تصادفات جاده‌ای دانست.

برای اطمینان بیشتر در این مرحله از الگوریتم خوشه‌بندی کا- میانگین^۱ برای توصیف داده‌ها در نرم‌افزار داده‌کاوی تبلیو استفاده شد. بعد از ۸ بار اجرای نرم‌افزاری

1. K-means

روش K-Means یکی از روش‌های خوشه‌بندی داده‌ها در داده‌کاوی است. در الگوریتم Kmeans ابتدا k عضو (که k تعداد خوشه‌ها است) به‌صورت تصادفی از میان n عضو به‌عنوان مراکز خوشه‌ها انتخاب می‌شود. سپس $n-k$ عضو باقیمانده به نزدیک‌ترین خوشه تخصیص می‌یابند. بعد از تخصیص همه اعضا مراکز خوشه مجدداً محاسبه می‌شوند و با توجه به مراکز جدید به خوشه‌ها تخصیص می‌یابند و این کار تا زمانی که مراکز خوشه‌ها ثابت بماند ادامه می‌یابد.

الگوریتم کا- میانگین و محاسبه شاخص مجموع مربعات خطا^۱ تعداد خوشه‌های بهینه برای این مجموعه داده استخراج شد که در نمودار ۲ آمده است.



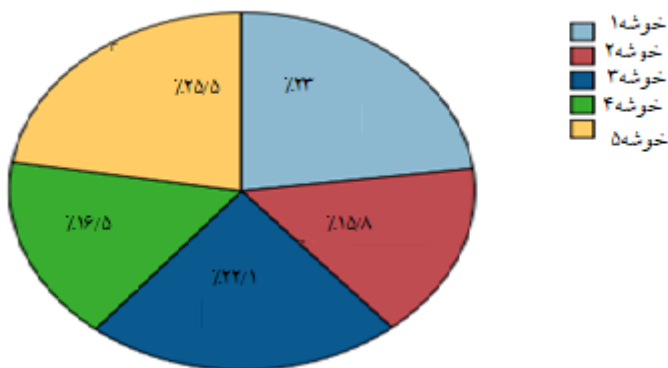
نمودار شماره ۲- تخمین خوشه‌های داده‌های ورودی به نرم‌افزار داده‌کاوی

در تجزیه و تحلیل خوشه‌ها یا خوشه‌بندی، گروه‌بندی مجموعه‌ای از اشیاء انجام می‌شود، این کار به این صورت است که اشیاء در یک گروه (به نام خوشه) در مقایسه با دیگر دسته‌ها (خوشه‌ها) مشابه‌تر هستند. این وظیفه اصلی داده‌کاوی اکتشافی است و یک روش معمول برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری است.

براساس خوشه‌بندی انجام‌شده داده‌های ما در پنج خوشه بهینه دسته‌بندی می‌شوند که هر خوشه با رنگ مشخصی در شکل زیر نمایش داده است.

حجم داده‌های هر خوشه براساس «شباهت رکوردهای شاخص‌ها در هر خوشه از مجموعه داده‌ها» تعیین شده است. بدین ترتیب که داده‌های ثبت در خوشه ۵ حجم بیشتری از مجموع داده‌های موجود را تشکیل می‌دهند. اهمیت و اندازه هر یک از خوشه‌ها در نمودار شماره ۳ آمده است که براساس آن، خوشه ۱ بیشترین و خوشه ۲ کمترین حجم را به خود اختصاص داده‌اند و همچنین اهمیت خوشه‌ها و ورود آنها به فرایند مدل‌سازی نیز به ترتیب رنگ در جدول ۱ آمده است.

1. Sum of Squared Errors



نمودار شماره ۳- حجم و اهمیت خوشه‌ها



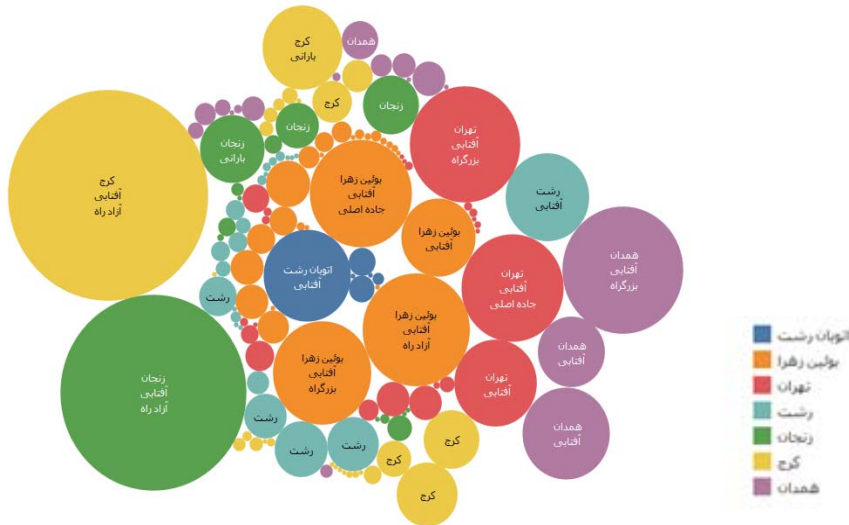
شکل شماره ۱- ترتیب و حجم خوشه‌ها در موضوع‌های استخراج‌شده از گزارش تصادف پلیس راهور ناجا

در شکل ۱، نتایج خوشه‌بندی براساس شاخص‌های اصلی معرفی‌شده، نمایش داده شده است. همان‌طور که ذکر شد خروجی این خوشه‌بندی براساس مشابه‌ترین «معیارها» در مجموعه داده مشخص شده است.

طبق آن چه در شکل ۱ نشان داده شده است، خوشه ۱ که متناظر با عوامل انسانی موثر در تصادفات رانندگی است در اغلب موضوع‌های استخراجی از گزارش تصادفات پلیس راهور ناجا تاثیر عمده‌ای داشته است و پس از آن، خوشه پنج که متناظر با عوامل محیطی، شامل جاده و معبر و محل تصادفات است، دومین حجم عمده عوامل تاثیرگذار را در تمام موضوع‌های استخراجی از گزارش تصادفات داشته است؛ کمترین حجم موثر مربوط به خوشه دو است که متناظر به عواملی چون جنسیت، تاریخ و زمان تصادفات است.

برای پاسخ‌گویی به سؤال دوم و سوم این تحقیق، شرایط جوی تا چه حد در بروز تصادفات جاده‌ای نقش دارد؟ نوع معابر و جاده‌ها و راه‌ها تا چه حد در بروز تصادفات جاده‌ای نقش دارند؟

ابتدا داده‌ها در نرم‌افزار داده‌کاوی تبلیو براساس سه شاخص اصلی محل تصادف که ۷ محل اصلی که اغلب تصادفات این منطقه در آن اتفاق افتاده است شامل: اتوبان رشت، رشت، رشت، تهران، بوئین‌زهرا، کرج، همدان، زنجان؛ شرایط جوی (آفتابی، ابری، بارانی، برف و کولاک، یخبندان و مه‌آلود) و نوع معبر به‌صورت نقشه تصویری تحلیل شد که نتایج آن در شکل شماره ۲ آمده است.

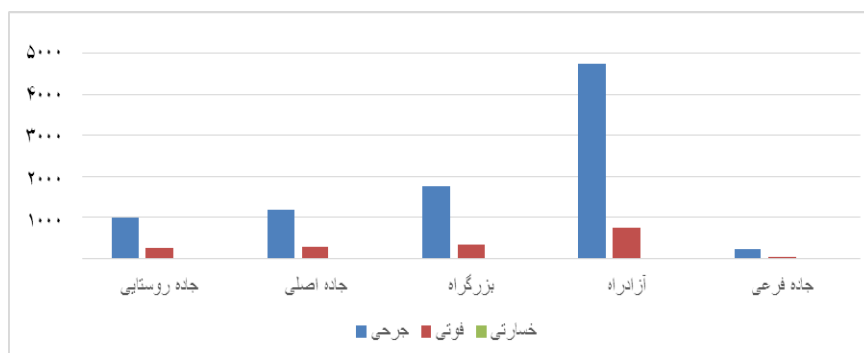


شکل شماره ۲- اهمیت شاخص‌ها براساس مکان وقوع حادثه، وضعیت جوی و نوع معبر

براساس آنچه در شکل ۲ آمده است فرضیاتی مطرح شد که براساس آزمون تی ناپارامتریک مورد آزمون قرار گرفت:

H_0 : بین نوع معبر و نوع تصادفات جاده‌ای ارتباط معناداری وجود دارد.

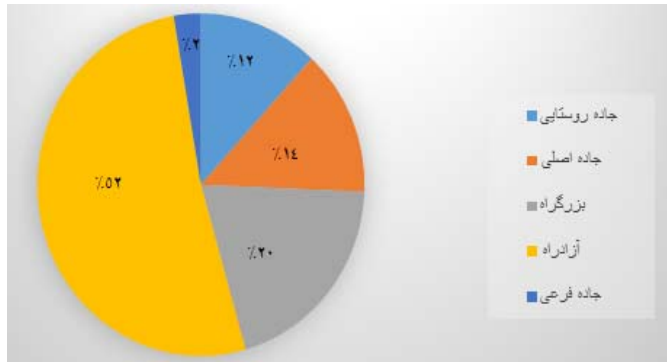
پنج نوع جاده در این منطقه قابل بررسی بود شامل: آزادراه، بزرگراه، جاده اصلی، جاده فرعی، جاده روستایی؛ سه نوع تصادف نیز مورد بررسی قرار گرفت، جرحی (دارای مجروح بدون کشته)، فوتی (دارای حداقل یک کشته)، خسارتی (بدون مجروح و کشته). در سطح معناداری ۹۵ درصد، آزمون تی نشان داد که بین نوع معبر و نوع تصادفات رابطه معناداری وجود دارد و فرض صفر تایید شد. چرا که نوع تصادفات در همه انواع معابر از یک روند نسبتاً ثابتی پیروی می‌کند؛ لذا نوع معابر بر نوع تصادفات می‌تواند موثر باشد. میانگین و درصد تصادفات در هر یک از معابر نشان می‌دهد که نوع معبر در افزایش شدت تصادفات موثر است؛ این مورد در نمودار ۴ به وضوح قابل لمس است. پراکندگی تصادفات براساس نوع معبر و نوع تصادفات هم در نمودار ۴ نشان داده شده است:



نمودار شماره ۴- میزان تصادفات براساس نوع تصادف و نوع معبر

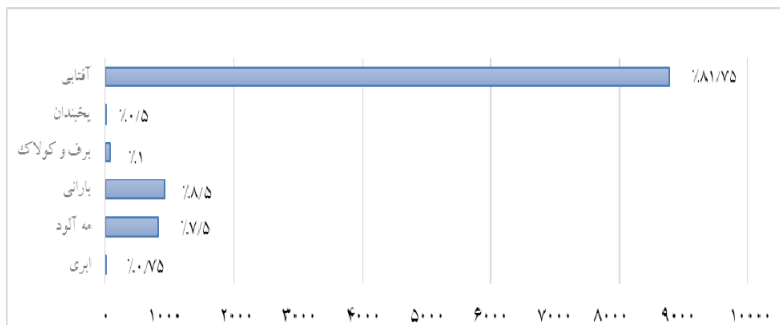
همان‌طور که در نمودار ۵ نشان داده شده است، حدود ۵۲ درصد تصادفات جاده‌ای در بزرگراه‌های منطقه اتفاق می‌افتد که از این میان، ۸۶ درصد تصادفات، جرحی و حدود ۱۴ درصد تصادف، فوتی بوده و کمتر از ۱ درصد را تصادفات خسارتی تشکیل می‌دهند و این مسئله در سایر معابر نیز تقریباً به همین منوال است؛ به‌طور کلی متأسفانه اغلب

تصادفات جاده‌ای علاوه بر خسارت مالی، خسارات جانی نیز به همراه دارد. حجم تصادفات براساس نوع معبر در نمودار ۵ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۵- درصد تصادفات در هر یک از انواع معابر

بین نوع معابر و شرایط جوی در بروز تصادفات جاده‌ای ارتباط معناداری وجود دارد. آزمون تی ناپارامتریک برای دو متغیر اصلی نوع معبر و شرایط جوی، در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که بین نوع معبر و شرایط جوی، ارتباط معنادار وجود دارد؛ بنابراین فرض صفر تایید می‌شود. بر این اساس در شرایط بد جوی میزان تصادفات بنا به نوع معابر متغیر است، اما بین شرایط جوی و وقوع تصادفات ارتباط معناداری وجود ندارد، بدین مفهوم که اغلب تصادفات در شرایط جوی پایدار و هوای آفتابی اتفاق افتاده است. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها براساس شرایط جوی در نمودار ۶ آمده است.



نمودار شماره ۶- حجم تصادفات در شرایط جوی مختلف

بین شرایط جوی و نوع تصادفات ارتباط معناداری وجود دارد.

آزمون تی نان پارامتریک برای دو متغیر اصلی نوع تصادفات (جرحی، فوتی و خسارتی) و شرایط جوی، در سطح معناداری ۹۵ درصد معنادار بود و لذا فرض صفر تایید شده است. بدین معنا که تغییر شرایط جوی در شدت تصادفات موثر بوده و شدت تصادفات نیز بر میزان خسارات وارده از تصادف می‌افزاید و لذا میزان تصادفات منجر به فوت در شرایط جوی ناپایدار بیشتر بوده است.

بنابراین براساس داده‌های به‌دست‌آمده می‌توان گفت که نوع معابر بر وقوع تصادفات در منطقه مورد مطالعه موثر بوده و تصادفات در بزرگراه‌ها بیشترین نرخ و در جاده‌های فرعی کمترین نرخ را داشته‌اند؛ اما روند نوع تصادفات از شیب مشخصی در معابر مختلف پیروی کرده است. بدین مفهوم که اغلب تصادفات، جرحی بوده و نسبت تصادفات جرحی و فوتی در معابر مختلف از نرخ روند مشخصی تبعیت می‌کند.

هم‌چنین درخصوص سؤال دوم نیز شرایط جوی به‌عنوان یکی از عوامل موثر بر تشدید تصادفات مطرح هستند اما با نوع معابر و وقوع تصادفات ارتباط معناداری ندارد. بنابراین شرایط جوی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی در وقوع تصادفات جاده‌ای مطرح نیست.

بحث و نتیجه‌گیری

تصادفات جاده‌ای از عوامل بسیار مهم مرگ‌ومیر و صدمات شدید جانی و مالی بوده و آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن، جوامع بشری کشورهای در حال توسعه و به‌ویژه ایران را به‌شدت مورد تهدید قرار داده است. هم‌چنین تصادفات جاده‌ای یکی از عوامل مهم مرگ غیرطبیعی در ایران است؛ بنابراین جلوگیری از بروز تصادفات برای کاهش آمار بالای کشته‌ها امری ضروری به‌نظر می‌رسد؛ ازسوی دیگر، بخش حمل‌ونقل جاده‌ای، یکی از بخش‌های پیش‌رو، با اهمیت و مزیت‌دار در کشور است. درصورت تغییر رویکرد آن به سمت ارتقای بهره‌وری، می‌توان از منابع این بخش استفاده کاراتری داشت و به تحقق اهداف برنامه‌های توسعه پنج ساله رسید. بنابراین توجه به علل ایجاد و بروز

تصادفات جاده‌ای و تلاش برای کاهش آمار این تصادفات می‌تواند تا حدود زیادی در بهبود سلامت جسمی و روانی، اقتصادی، اجتماعی و حتی فرهنگی موثر باشد.

هدف اصلی این تحقیق، بررسی عوامل موثر بر وقوع تصادفات جاده‌ای و تعیین هم‌بستگی‌های احتمالی بین برخی از عوامل تاثیرگذار بوده است که یافته‌های عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای در جامعه مورد مطالعه، نشان داد که علل اصلی تصادفات جاده‌ای براساس گزارش تصادفات ارائه‌شده توسط پلیس راهور شامل:

انحراف و تجاوز به چپ؛

سرعت غیرمجاز؛

تغییر مسیر ناگهانی؛

حرکت با دنده عقب؛

حرکت در جهت مخالف؛

عدم توانایی کنترل وسیله نقلیه؛

عدم توجه به جلو؛

عدم رعایت حق تقدم؛

عدم رعایت فاصله طولی و عرضی؛

نقص فنی وسایل نقلیه.

بوده است، که از میان موارد مذکور (که آنها را علل تامه تصادف می‌نامند)، عدم توجه به جلو بیشترین عامل ایجاد تصادفات جاده‌ای بوده و پس از آن به‌ترتیب: انحراف به چپ، سرعت غیرمجاز، عدم رعایت حق تقدم، تغییر مسیر ناگهانی، حرکت در جهت مخالف، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی، عدم توانایی کنترل وسیله نقلیه، نقص فنی و حرکت با دنده عقب؛ عوامل تامه اصلی بوده‌اند که اغلب این موارد براساس تحقیقات قبلی از جمله: نورآبادی (۱۳۹۰)، محمدی (۱۳۹۰)، سلمانی و دیگران (۱۳۸۷)؛ کوپر^۱ (۲۰۰۲)، وون و پلاکرم (۲۰۱۳)، وگل و بستر (۲۰۰۵)، خیرآبادی و بوالهروی (۱۳۹۱)

1. Cooper

و صمدیان و جعفری (۱۳۹۸) و یا پاک‌گوهر، خلیل و صفارزاده (۱۳۸۸) و بسیاری تحقیقات دیگر در زمره عوامل انسانی تصادفات به‌شمار می‌آیند و لذا می‌توان نتیجه گرفت که در منطقه مورد مطالعه نیز بیشترین عامل تصادفات مربوط به عوامل انسانی بوده است که با نتایج حاصل از بسیاری از تحقیقات پیشین هم‌خوانی دارد.

البته در بین عوامل تامه به نقص فنی خودرو نیز اشاره شده است که در زمره عوامل مرتبط با وسایل نقلیه بوده و از زمره عوامل انسانی نیست؛ بنابراین می‌توان گفت که پس از عوامل انسانی، نقص وسایل نقلیه شاید دومین عامل اساسی تصادفات در کشور باشد. البته این نقص فنی نیز گاهی می‌تواند بر اثر عامل انسانی و عدم توجه و رسیدگی به موقع رانندگان ایجاد شود؛ بنابراین باز هم به‌نظر می‌رسد که عامل انسانی در این زمینه نیز نقش تعیین‌کننده‌ای می‌تواند داشته باشد.

نقش شرایط جوی در بروز تصادفات جاده‌ای نشان داد که بیشترین میزان تصادفات جاده‌ای در منطقه مورد مطالعه در شرایط هوای آفتابی، یعنی در شرایط جوی ثابت و پایدار اتفاق افتاده است، بنابراین به‌نظر می‌رسد نمی‌توان عوامل جوی را در دسته عوامل اساسی تاثیرگذار بر وقوع تصادفات جاده‌ای دانست؛ اما ازسوی دیگر با توجه به داده‌های گردآوری و تحلیل‌شده این تحقیق، بین شرایط جوی و نوع تصادفات ارتباط معنادار وجود داشته است به این معنی که هرچه شرایط جوی ناپایدارتر باشد تصادفات از شدت بیشتری برخوردار بوده و لذا صدمات ناشی از آن نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین در شرایط جوی مختلف، میزان تصادفات منجر به جرح شدید و فوت متفاوت بوده و این امر تا حدود زیادی مبین این مسئله است که شرایط جوی به‌عنوان عاملی فرعی و موثر بر شدت تصادفات و نه موثر بر وقوع تصادفات مطرح هستند. میزان تصادفات به‌ترتیب شرایط جوی شامل هوای بارانی، ابری، برف و کولاک، مه‌آلودگی و یخبندان بوده است؛ این نتیجه‌گیری با نتایج حاصل از تحقیقات کای و سیموند (۲۰۰۶)؛ تئو فیلاتوس و یانیس (۲۰۱۴)؛ اوچن و استندفورد (۲۰۱۹)؛ لنکرانی و دیگران (۲۰۱۴)؛ هم‌خوانی دارد. هم‌چنین بین نوع معابر و میزان وقوع تصادفات جاده‌ای نیز

ارتباط برقرار است، به این معنا که در انواع معابر با تغییر شرایط جوی، نرخ وقوع تصادفات و البته شدت تصادفات تغییر می‌کند که می‌تواند نشان‌دهنده عدم استاندارد بودن راه‌ها و معابر باشد.

نقش نوع معابر و جاده‌ها و راه‌ها در بروز تصادفات جاده‌ای، نشان داد که بیشترین نرخ تصادفات جاده‌ای به ترتیب در بزرگراه‌ها، آزادراه‌ها، جاده‌های اصلی، جاده‌های روستایی و در نهایت جاده‌های فرعی است؛ بنابراین به نظر می‌رسد که نوع معبر و جاده از عوامل تاثیرگذار بر افزایش تصادفات به‌شمار می‌آید اما ارتباط معناداری بین نوع معابر و نوع تصادفات دیده شد، که می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر نوع معبر و استاندارد بودن آن بر افزایش و یا کاهش نرخ تصادفات جاده‌ای باشد. بنابراین به نظر می‌رسد نوع جاده و معبر می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای عنوان شود. نوع معبر و جاده‌ها براساس تقسیم‌بندی‌های انجام‌شده در تحقیقات پیشین به‌عنوان عوامل محیطی شناخته می‌شوند و بنابراین عوامل محیطی را می‌توان دومین علل اصلی در وقوع تصادفات به‌شمار آورد.

لذا برخی از اقدامات، می‌تواند در کاهش احتمال بروز تصادفات جاده‌ای در محور مذکور تا حدودی موثر باشند که اهم این اقدامات عبارت‌اند از:

- ۱- اعمال محدودیت سرعت با توجه به تأثیر یخ‌بندان بر تصادف؛
- ۲- نصب دوربین‌های کنترل سرعت در نقاط حادثه‌خیز محور و کنترل هوشمند این نقاط؛
- ۳- نصب تابلوهای هشداردهنده در طول مسیر؛
- ۴- اصلاح سطح رویه (آسفالت)؛
- ۵- هشدار در مورد لغزنده‌بودن سطح جاده؛
- ۶- هشدارهای هواشناسی؛
- ۷- اصلاح هندسی تقاطع‌ها و نیز نقاط حادثه‌خیز محور و نیز نصب علائم هشداردهنده در این نقاط؛
- ۸- اعمال محدودیت سرعت در مناطق شیب‌دار و نصب علائم هشداردهنده در این مناطق؛

- ۹- اعمال محدودیت سرعت و نظارت بیشتر پلیس در طول محور به خصوص در ایام تعطیل؛
- ۱۰- استفاده از رسانه‌های محلی برای اطلاع‌رسانی در مواقع شرایط نامساعد جوی؛
- ۱۱- استفاده از تابلوهای دیجیتال و ثابت برای هشدار به رانندگان در مورد نقاط حادثه‌خیز و مواقع با شرایط نامساعد جوی؛
- ۱۲- احداث ایستگاه اتوماتیک هواشناسی جاده‌ای در محل گردنه کوهین؛
- ۱۳- تجهیز افسران تصادفات به دستگاه جی‌پی‌اس و ملزم کردن آنها به تعیین دقیق مختصات محل وقوع تصادفات با این دستگاه جهت تعیین دقیق نقاط حادثه‌خیز؛
- ۱۴- استقرار تیم‌های گشتی پلیس در طرح زمستانی در نقاط حادثه‌خیز محور که مشخص شد.

قدردانی

از فرماندهی پلیس راهور ناجا استان قزوین و مرکز آب‌وهواشناسی مستقر در محورهای مورد مطالعه برای همراهی و مساعدت در راستای انجام این پژوهش، قدرانی و تشکر می‌کنیم.

منابع

آیتی، اسماعیل. (۱۳۷۶). گزارش محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای، اداره ایمنی و حریم راه‌ها، وزارت راه و ترابری.

باقدم، علی؛ فرج‌زاده، منوچهر؛ شایان، سعید. (۱۳۸۴). ارزیابی ایمنی جاده‌ای با رویکرد مخاطرات محیطی: مسیر سندیج مریوان با استفاده از GIS. مجله مدرس علوم انسانی، (۱) ۹: ۱-۱۶.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=25709>

بهتوئی، حسن. (۱۳۹۳). تحلیل تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی در محور قزوین- رشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، آب و هواشناسی دانشگاه تهران.

تاجیک، هادی؛ روح‌الامینی، حامد؛ شیران، غلامرضا. (۱۳۹۴). تحلیل تصادفات جاده‌ای و درون‌شهری استان هرمزگان. فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک. ۱۳۹۴ (۳۶): ۷۷-۹۴.

http://tms.jrl.police.ir/article_18567.html

پاک‌گوهر، علیرضا؛ خلیل، محدثه؛ صفارزاده، محمود. (۱۳۸۸). بررسی نقش عامل انسانی در بروز و شدت تصادفات جاده‌ای براساس مدل‌های رگرسیون LR و CART. مطالعات مدیریت ترافیک. (۱۳). <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=104222>

خیرآبادی، غلامرضا؛ بوالهروی، جعفر. (۱۳۹۱). نقش عوامل انسانی در تصادفات جاده‌ای. تحقیقات علوم رفتاری. ۱۰(۲۲): ۶۹-۷۸.

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=152737>

سلمانی، محمد؛ رمضان‌زاده لیسویی، مهدی؛ درکوند، مسلم؛ ثابتی، فرخ. (۱۳۸۷). بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راه‌کارهایی برای کاهش آن مورد مطالعه: منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک. پژوهش‌های جغرافیایی انسانی. ۴۰(۶۵): ۸۷-۱۰۴.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=86759>

صراف، بهروز؛ ولی‌زاده، کامران؛ مجیدی، خلیل. (۱۳۸۸). بررسی اثرات عناصر اقلیمی بر تصادفات جاده‌ای، مطالعه موردی: محور ساری-رامسر. اولین همایش ملی تصادفات و سوانح ریلی و جاده‌ای. دانشگاه آزاد اسلامی زنجان. <https://civilica.com/doc/74368>

صمدیان، منبرالسادات؛ جعفری، ادریس. (۱۳۹۸). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای. پژوهش‌نامه جغرافیای انتظامی. ۷(۲۷): ۱۲۳-۱۴۲.

http://journals.police.ir/article_93657.html

عباسی نورآبادی، مهسا. (۱۳۹۰). تحلیل و بررسی عوامل انسانی مؤثر در تصادفات جاده‌ای و راه‌کارهای کاهش تلفات آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.

فرضی‌پور، رحیم. (۱۳۷۰). نقش عوامل انسانی در ایمنی راه‌ها، مجموعه مقالات نخستین سمینار مهندسی ترافیک ایران. معاونت حمل‌ونقل شهرداری، تهران.

محمدی، حسین؛ محمودی، پیمان. (۱۳۸۵). تأثیر پدیده‌های اقلیمی بر تردد و تصادفات در جاده سنندج-همدان. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۳(۶): ۱۲۹-۱۵۴.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=86766>

محمدی، فریبرز. (۱۳۹۰). بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر تصادفات جاده‌ای در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مخبر، مهدی. (۱۳۷۷). مدل تحلیل تصادفات جاده‌ای براساس ضوابط طرح هندسی و شرایط محیطی جاده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر محمود صفارزاده. دانشگاه تربیت مدرس.

معاونت ساخت و توسعه راه‌آهن، مدیریت دفتر فنی و امور طرح‌ها. (۱۳۸۷). مطالعات پهنه خطر رانش زمین در مسیر قزوین- رشت- انزلی، گزارش مرحله اول. معاونت پژوهشی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

وطن‌پرست، مهدی؛ افشاری، علیرضا؛ رضایی عارفی، محسن؛ نورمحمدی، علی‌محمد. (۱۳۹۶). ارزیابی تاثیر عناصر اقلیمی و عوامل انسانی در بروز تصادفات جاده‌ای با استفاده از منطق فازی (نمونه موردی محور مشهد- قوچان). مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی. ۸ (۴): ۵۲-۶۶. http://gisrs.semnaniau.ac.ir/article_543470.html

وکیل‌الرعايا، یونس؛ زرگر، محمد. (۱۳۹۷). تعیین و تحلیل ارجحیت عوامل موثر بر وقوع تصادفات جاده‌ای (مورد مطالعه: راه‌های استان سمنان). مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی، ۹(۹۰۳): ۷۶-۵۸.

http://gisrs.semnaniau.ac.ir/article_665651.html

Qamar, Ali; Yaseen, Muhammad Rizwan; Iqbal Khan, Muhammad Tariq. (2020). The impact of temperature, rainfall, and health worker density index on road traffic fatalities in Pakistan. *Environ Sci Pollut Res Int.* 27(16):19510-19529. 10.1007/s11356-020-08233-1

Bergel Hayat, Ruth; Debbarh, Mohammed; Antoniou, Constantinos & Yannis, George. (2013). Explaining the road accident risk: Weather effects. *Accident Analysis and Prevention*, 60: 456-465. 0.1016/j.aap.2013.03.006.

Cooper, Dominic. (2002). *Human Factors in Accidents. Revitalising Health and Safety- Achieving the Hard Targe*, http://behavioral-safety.com/articles/Human_factors_in_accidents.pdf

Eugene Retallack, Angus; Ostendorf, Bertram. (2019). Current Understanding of the Effects of Congestion on Traffic Accidents. *Int J Environ Res Public Health.* 16(18): 340. 10.3390/ijerph16183400

Hammad, Hafiz Mohkum; Ashraf, Muhammad; Abbas, Farhat; Bakhat, Hafiz Faiq; Qaisrani, Saeed. A.; Mubeen, Muhammad; Fahad, Shah; Awais, Muhammad. (2019). Environmental factors affecting the frequency of road traffic accidents: a case study of sub-urban area of Pakistan. *Environ Sci Pollut Res Int.* 26(12):11674-11685. 10.1007/s11356-019-04752-8

- Lankarani, Kamran B.; Heydari, Seyed Taghi; Aghabeigi, Mohammad Reza; Moafian, Ghasem; Hoseinzadeh, Amin; Vossoughi, Mehrdad. (2014). The impact of environmental factors on traffic accidents in Iran. *J Inj Violence Res.* 6(2): 64-71. 10.5249/jivr.v6i2.318
- Lobo, Antonio; Ferreira, Sara; Iglesias, Isabel; Couto, Antonio. (2019). Urban Road Crashes and Weather Conditions. Untangling the Effects Sustainability .11(11): 3176.10.3390/su11113176.
- Mansoori Jalilan, Marzieh; Safarpour, Hamid; Bazayr, Jafar; Safi Keykaleh, Meysam; Malekyan, Leila; Khorshidi, Ali. (2019). Environmental Related Risk Factors to Road Traffic Accidents in Ilam, Iran. *Med Arch,* 73(3): 169-172. 10.5455/medarh.2019.73.169-172.
- Theofilatos, Athanasios; Yannis, George. (2014). A review of the effect of traffic and weather characteristics on road safety. *Accid Anal Prev.* 72:244-56. 10.1016/j.aap.2014.06.017.
- Vogel, L.; Bester, C.J. (2005). A relationship between accident types and causes. Proceedings of the 24th Southern African Transport Conference (SATC 2005), Pretoria, South Africa, 11 – 13 July 2005: 233-241. <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/6327/025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Von, Vorgelegt; Plankermann, Kai. (2013). Human Factors as Causes for Road Traffic Accidents in the Sultanate of Oman under Consideration of Road Construction Designs. Phd Theses, Universität Regensburg. <https://epub.uni-regensburg.de/29768/1/Dissertation%20Kai%20Plankermann.pdf>