

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف

(مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

هما خدادادی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران

رضا شیخ (مسئول مکاتبات)، دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران

E-mail: resheikh@Shahroodut.ac.ir

علی اکبر حسینی، دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۶

چکیده

در کشور ایران سوانح جاده‌ای یکی از اصلی‌ترین عوامل مرگ‌ومیر در سال‌های اخیر است. به دلیل نقش‌آفرینی عوامل متعدد در بروز یک سانحه جاده‌ای، مدیریت پیشگیری از وقوع این پدیده با چالش‌های متعددی همراه است. با توجه به حضور عوامل متعدد کمی و کیفی در فرایند تحلیل سوانح، در این تحقیق روشی مبتنی بر نظریه مجموعه‌های راف جهت شناسایی الگوی بروز سوانح جاده‌ای مورد استفاده قرار گرفت. با بهره‌گیری از مدل پیشنهادی، این امکان فراهم خواهد شد تا بروز سوانح در ابعاد چندگانه تحلیل شود و در نهایت، نتیجه وقوع یک سانحه با در نظر گرفتن عوامل دخیل در آن به صورت قاعده بیان گردد. برای این منظور، طیف جامعی از عوامل مبتنی بر ادبیات موضوع و نظرات خبرگان مرتبط با خودرو، راننده و محیط مدنظر قرار گرفته شد. در ادامه داده‌های جمع‌آوری شده از کیفیت سوانح مربوط به خودروهای سواری در محورهای برون شهری استان سمنان بررسی شدند تا مدیریت بروز سوانح با استفاده از الگوهای علمی موجب کاهش تعداد حوادث جاده‌ای شود. علل حادثه که بیش‌ترین تعداد تکرار را داشته‌اند در قالب قوانین استخراج شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که واژگونی خودروی سواری در شرایط جوی بارانی باعث جرح و فوت می‌شود. همچنین عدم توجه رانندگان خودروی سواری به مقابل حتی در شرایط جوی عادی نیز منجر به فوت افراد می‌شود. بدین ترتیب نظریه مجموعه‌های راف عملکرد قابل‌قبولی در شفاف‌سازی نقش عوامل سانحه و در نهایت زمینه‌سازی جهت پاسخگویی مؤثر بعد از وقوع حادثه و همچنین پیشگیری از وقوع حادثه ایفا می‌کند.

کلمات کلیدی: شناسایی الگو، نظریه مجموعه‌های راف، سوانح جاده‌ای، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، کلاسه‌بندی

۱. مقدمه

گام آغازین ارزشمند است، اما تحلیل روابط مابین این عوامل به منظور استخراج کیفیت ارتباط و اثرگذاری تعاملی عوامل بر یکدیگر حائز اهمیت است.

به طور معمول، دلایل وقوع یک سانحه با نزدیکترین عوامل به تصادف توصیف می‌شوند. این رویکرد اگرچه فرایند تحلیل را تسهیل می‌نمایند، اما می‌تواند زمینه‌ساز از دست رفتن سهم مهمی از اطلاعات و نقش‌آفرینی عوامل مؤثر اما پنهان در بروز یک سانحه باشد که در نهایت پیش‌بینی سوانح مشابه را با خطای چشمگیری همراه می‌سازد. به همین دلیل اخیراً محققان تمایل نشان داده‌اند که فاکتورها و فعالیت‌های پیش از وقوع حادثه را مورد مطالعه قرار دهند [Jin Tsai et al., 2007].

با این حال، برخی از الگوهای حادثه‌ساز با تنظیم مواردی قبل از سانحه، قابل پیش‌گیری هستند. اصلاح رفتارهای رانندگی، رفع نقص وسایل نقلیه پیش از سفر و استانداردسازی زیرساخت‌های جاده‌ای از جمله عوامل قابل پیشگیری هستند.

استان سمنان، به‌عنوان پل ارتباطی دو کلان‌شهر تهران و مشهد مقدس، از حجم تردد جاده‌ای بالایی برخوردار است، بنابراین مدیریت و کنترل عوامل مؤثر اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. در این راستا با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات سوانح و حوادث حمل‌ونقل کشور اطلاعات سوانح مربوط به خودروی سواری در استان سمنان در سال ۱۳۹۸، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته‌شده است. جهت تحلیل داده‌ها مجموعه‌های راف به کار برده شده است. نظریه مجموعه‌های راف تعمیم و بسطی از نظریه مجموعه‌ها و دارای ویژگی فشرده‌سازی داده‌هاست. این فشرده‌سازی به علت ایجاد و تعریف کلاس‌های هم‌ارزی مبتنی بر ارتباطات غیرقابل تشخیص و همچنین حذف موارد بی‌معنی و زائد است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره اول (۵۰) / پاییز ۱۴۰۰

حمل‌ونقل به معنی جابه‌جایی مسافر یا بار از مبدأ به مقصد است. دسترسی انسان به کالا و خدمات از طریق مسیرهای حمل‌ونقل و وسایل حمل‌ونقل ایجاد می‌گردد. به‌طور کلی حمل‌ونقل در سراسر جهان به سه سطح درون شهری، بین‌شهری و بین‌المللی تقسیم می‌شود و با یکی از شیوه‌های جاده‌ای، هوایی، ریلی، دریایی و یا مجموعه‌ای از آن‌ها انجام می‌گیرد.

بیش از ۹۰ درصد مسافران ایرانی، حالت حمل‌ونقل جاده‌ای را با توجه به سهولت و قیمت تمام‌شده، برای سفرهای خود انتخاب می‌کنند. طبق آمار منتشرشده توسط پژوهشکده حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری آمار تلفات جاده‌ای در ایران ۲۰ برابر کشورهای صنعتی و ۵ برابر کشورهای هم‌تراز با ایران است [Besharsti and kashani, 2017].

مطالعه پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد یکی از انواع دسته‌بندی برای عوامل اصلی مؤثر در بروز سوانح جاده‌ای، تقسیم‌بندی این عوامل در سه دسته خطای انسانی، وضعیت جوی و عامل فنی است [Jinn-Tsai et al, 2007].

این در حالی است که دستگاه‌های مرتبط تلاش نموده‌اند تا با اقدامات متناسب در راستای پیشگیری از بروز سوانح، سهم هر یک از این عوامل را دستخوش تغییر قرار دهند. به‌منظور تحلیل کارایی علل بروز سوانح و پیشگیری از تکرار آن، تحلیل اطلاعات مرتبط با سوابق سوانح می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را در اختیار تصمیم‌سازان قرار دهد. بنابراین لازم است برای کاهش معنادار سوانح، علاوه بر توسعه سیستم‌های ثبت داده به شناسایی و تحلیل علل سوانح نیز توجه شود تا راهکارهای مناسب را در پیشگیری از وقوع سانحه ارائه دهد. اگرچه شناسایی عوامل بروز سوانح به‌عنوان

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف (مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

نتیجه حادثه رابطه علی و معلولی دارند، به همین دلیل ممکن است مواردی مانند نقص اطلاعات موجب گسستن زنجیره‌های علی و معلولی شوند.

بررسی تصادفات جاده‌ای در کشور، با تهیه الگوهای دمایی مؤثر بر وقوع سانحه به کمک نرم‌افزار سیستم اطلاعات مکانی صورت گرفته است. در این پژوهش برای شناسایی و مطالعه الگوهای فضایی و زمانی تصادفات در محیط سیستم اطلاعات مکانی، تعداد تصادفات، تلفات و جراحات در جاده‌های اصلی استان ایلام مورد استفاده قرار گرفته است. استان ایلام یک منطقه کوهستانی بلند در غرب ایران است. در این پژوهش نقشه‌های نشان‌دهنده حجم سوانح جاده‌ای ترسیم و با نقشه آب و هوایی استان مقایسه شده است. بررسی نقشه‌ها نشان می‌دهد که جاده‌های شمال استان ایلام به دلیل بیشتر بودن حجم بارندگی دارای بیشترین تعداد سوانح هستند [Aghajani et al., 20017].

در مطالعه‌ای دیگر، محققان اقدام به ارائه مدلی ترکیبی جهت شناسایی عوامل مؤثر در مخاطرات حمل‌ونقل زمینی نموده‌اند. ایشان نیز با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی نوین به اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در محور مهم نیشابور-سبزوار نموده‌اند [Beheshtiniya and Brge Bid, 2018].

همچنین مطالعه از طریق مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی برای برجسته کردن عوامل مهم در تصادفات رانندگی انجام شده است [T.Z.U et al., 2019]. نتیجه حاصل نشان‌دهنده کاهش تعداد تصادفات با افزایش استفاده از وسایل نقلیه عمومی است. از میان روش‌های داده‌کاوی که پیش‌تر بیان شد، روش‌های دسته‌بندی به سبب داشتن توانایی پیش‌بینی، کاربردهای گسترده‌ای دارند. نظریه مجموعه راف یکی از روش‌های پیشرفته دسته‌بندی گزینه‌های مورد مطالعه است.

داده‌های به‌دست‌آمده از سوانح ترافیکی برون شهری، یکی از منابع اصلی جهت تجزیه و تحلیل حوادث و عوامل مؤثر بر آن‌ها هستند. محققان پارامترهای موجود در این داده‌ها را با رویکردها و تکنیک‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌دهند. در این بخش به بررسی ادبیات موضوعی تحلیل عوامل مؤثر در سوانح جاده‌ای پرداخته می‌شود.

مدل‌های آماری مانند رگرسیون خطی، رگرسیون لجستیک، مدل‌های ضریب پواسون دوجمله‌ای، منفی یا صفر به‌طور گسترده در تجزیه و تحلیل روابط بین فاکتورها و سانحه جاده‌ای استفاده شده‌اند

[AL-ghamdi, 2002; Chandraranta, 2006; Kim, 2003; Lie, 2003; Lord, 2005].

در این مدل‌ها عوامل مؤثر با موفقیت شناسایی شده‌اند اما به دلایلی نظیر روابط بسیار پیچیده بین عوامل، محدودیت‌های داده‌ها و ناقص بودن اطلاعات ثبت شده محققان در پی روش‌هایی هستند که ارتباط دقیق‌تری بین عوامل مؤثر و نتایج سانحه برقرار سازند. در این میان، روش‌های داده‌کاوی به‌عنوان یک ابزار تحلیل کارا جهت شناسایی و تحلیل الگوهای پنهان در طی سال‌های اخیر مورد استقبال محققان واقع شده است [Rzaie nik and Kianiyan, 2018]. بررسی سوانح جاده‌ای با استفاده از نظریه راف در تایوان [Jin Tsai et al., 2007]. انجام گرفته است تا وقوع حادثه جاده‌ای را به‌عنوان زنجیره‌هایی از عوامل مدل کنند. زنجیره فاکتورها متشکل از، ویژگی‌های راننده، ویژگی‌های جاده، رفتار راننده و عوامل محیطی هستند که دلالت بر وقوع حادثه دارند. در این زنجیره‌ها ترتیب توالی اهمیتی ندارد و عملکرد مشخصه‌ها، با دو شاخص دقت تقریبی و کیفیت تقریبی محاسبه شده است. قوانین توسط تئوری راف با استفاده از پایگاه داده تصادفات ایجاد شده است. اما فاکتورها در قالب زنجیره علت حوادث هستند و با

۳. روش‌شناسی تحقیق

به‌عنوان یک روش محاسباتی، تفاوت قابل‌توجهی بین نظریه مجموعه راف و دیگر نظریه‌ها در مواجهه با شرایط عدم قطعیت و عدم اطمینان وجود دارد و آن اینکه مجموعه راف به اطلاعات اولیه نیاز نداد و تنها با داشتن داده‌های مربوط می‌تواند قوانین را استخراج کند. در ادامه به معرفی نظریه مجموعه راف پرداخته می‌شود.

از میان ابزارهای داده‌کاوی، روش‌های دسته‌بندی به سبب داشتن توانایی پیش‌بینی، کاربردهای گسترده‌ای دارند. پاولاک^۲ در اوایل دهه ۸۰ قرن نوزدهم برای اولین بار نظریه راف را ارائه داد. هدف پاولاک مطالعه سیستم‌های اطلاعاتی هوشمند با اطلاعات ناقص، نامشخص و مبهم بود [Zhang at el, 2017]. این روش اشیاء را در طبقات و خوشه‌هایی دسته‌بندی می‌کند که به آن‌ها مجموعه‌های ابتدایی گفته می‌شود و شامل، اشیا و ارتباطات غیرقابل تشخیص آن‌ها می‌شود. اشیا در خوشه‌ها و طبقات ممکن است با متغیر مربوط ارتباط داشته باشند. این خوشه‌ها برای تعیین الگوهای مخفی و نامحسوس به کار گرفته می‌شوند. به‌طور کلی جهت حل یک مسئله با رویکرد نظریه مجموعه راف می‌توان از شکل ۱ بهره برد که هر یک از موارد در ادامه توضیح داده می‌شوند.

برای تحلیل داده‌ها و استخراج قوانین در این پژوهش از نرم‌افزار Rosetta استفاده شده است. Rosetta یکی از نرم‌افزارهایی است که به علت سهولت به‌کارگیری و همچنین قدرت تولید قوانین و اعتبار سنجی آن مورد توجه کاربران قرار گرفته است. این نرم‌افزار با هدف داده‌کاوی و کشف دانش طراحی شده است و شامل، تعداد زیادی از الگوریتم‌های متفاوت جهت محاسبه تقلیل‌ها و تولید قوانین و طبقه‌بندی است [Pant at el, 2015].

آسیب‌های ناشی از حوادث ترافیکی در لبنان هم به میزان چشمگیری کیفیت زندگی افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به دلیل عدم وجود اختیار قانونی در جمع‌آوری و گزارش داده‌های مربوط به تصادفات، [Ghandour at el, 2019] بستری آنلاین (LRAP) برای جمع‌آوری حوادث پیشنهاد کرده‌اند که امکان جمع‌آوری داده‌های مستقل، طبقه‌بندی و بدون مداخله انسانی را فراهم می‌کند و هدف آن کمک به مقامات در تعیین اقدامات مناسب برای پیشگیری از حوادث رانندگی است. داده‌های استخراج‌شده از LRAP برای بررسی مقیاس‌پذیری حوادث با توجه به پارامترهای مختلف از جمله منطقه، اندازه جمعیت در منطقه و طول شبکه راه استفاده می‌شود. چنین رویکردی چشم‌انداز جدیدی را در مورد مقیاس‌پذیری و رفتار سوانح به‌عنوان یک ارگانیزم زنده با رشد شهرها ارائه می‌دهد.

در مقوله سوانح جاده‌ای معمولاً با داده‌های خامی سر و کار داریم که به‌صورت کیفی هستند. نظریه راف علاوه بر توانایی تحلیل این نوع داده‌ها می‌تواند به دلیل وجود تناقضات در داده‌ها آن‌ها را به دو دسته قوانین قطعی و قوانین غیرقطعی تقسیم کند و از همه مهم‌تر، سادگی و قابل‌فهم بودن نتایج استخراجی از آن است.

مروری بر مطالعات پیشین و عدم وجود مقالات داخلی کاربردی مرتبط نشان می‌دهد که عدم وجود الگوی جامعی که راهنمای مدیران مراجع ذی‌ربط در هنگام وقوع سانحه باشد باعث شده است به حداقل رساندن خسارات به‌طور جدی و عملی صورت نگرفته باشد. پیاده کردن سیستمی علمی برای مستندسازی نواقص و خطاهای بالقوه در بروز سوانح جاده‌ای، اطلاعات اساسی موردنیاز برای ارزیابی ایمنی و سلامت عملیات امداد و نجات جاده را به شکل مطلوب فراهم می‌سازد. این سیستم علمی نظریه کاربردی مجموعه‌های راف است که تا کنون برای الگوسازی مقوله حوادث جاده‌ای به کار گرفته نشده است.

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف (مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

۲. آسمان صاف در روز LUX ۱۱۱۰۰۰-۲۰۰۰
۳. روز ابری LUX ۲۰۰۰-۱۰۰۰
۴. بعد از غروب / پیش از طلوع LUX > ۲۰۰

شرایط جوی نیز می‌تواند یکی از موارد ابری، بارانی، عادی، برفی، مه‌گرفتگی، لغزنده، کولاک، طوفان و موارد مشابه دیگر باشد. عوامل «فنی» شامل؛ وجود یا عدم وجود مجموعه‌ای از انواع نقص در وسیله نقلیه، نوع راه، فاصله دید و کیفیت جاده است. بر اساس "ماده ۲۰۰ آیین‌نامه راهنمایی و رانندگی مصوب ۱۳۸۴" و "تبصره ۳ ماده ۱۴ قانون نحوه رسیدگی به تخلفات رانندگی مصوب ۱۳۸۹" هر نوع نقص یا تغییر در وضعیت ظاهری و فنی وسیله نقلیه که موجب کاهش ضریب ایمنی در رانندگی و یا افزایش بیش‌ازحد مجاز گازها یا آلاینده‌های هوا و یا آلودگی صوتی (آلودگی بیش از حد مجاز صدا) گردد، نقص فنی نامیده می‌شود.

انواع راه‌های برون‌شهری شامل؛ آزادراه، بزرگراه، راه اصلی، راه فرعی، راه روستایی آسفالت و راه روستایی شویه هستند. فاصله دید؛ خوب، ضعیف (بر اساس سرعت مجاز جاده). کیفیت جاده؛ عادی، سایر (به عنوان مثال دارای حفره، نرم و غیره) [Jin Tsai et al., 2007].

عامل «انسانی» شامل خطاهای رانندگان وسیله نقلیه حین رانندگی است. این خطاها شامل رانندگی با بیش از سرعت مجاز، تخطی از سرعت مطمئنه، انحراف از مسیر، عدم رعایت حق تقدم، عدم توجه به جلو، خواب‌آلودگی راننده، استفاده از تلفن همراه، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی و عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه هستند.

جهت پیاده‌سازی تئوری راف و استخراج قوانین به صورت "اگر ... آنگاه"، تعریف متغیرهای تصمیم و متغیرهای شرطی ضرورت

۱. شناسایی عوامل

۲. تعریف داده‌ها در قالب سیستم اطلاعاتی

۳. تبدیل داده‌های گسسته به بازه‌های پیوسته

۴. تعیین کلاس‌های هم‌ارزی

۵. محاسبه هسته و تقلیل‌ها

۶. تولید قوانین

شکل ۱. مراحل حل مسئله با رویکرد نظریه راف

۱-۳ شناسایی عوامل

با بهره‌گیری از روش دلفی دو مرحله‌ای، اقدام به شناسایی و انتخاب نهایی عوامل اثرگذار بر وقوع سوانح جاده‌ای خودروهای سواری استان سمنان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸، مبتنی بر ادبیات موضوع و نظرات خبرگان شده است. اعضای پنل خبرگان با بررسی میزان اهمیت عوامل و اطلاعات در دسترس، تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها را انتخاب می‌کنند، در نتیجه تعداد عوامل کاهش می‌یابد. نتایج اجرای فرایند دلفی حاکی از آن است که سه عامل «انسانی»، «فنی» و «طبیعی» به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در حوادث جاده‌ای شناسایی شده‌اند.

عامل «طبیعی» بیانگر وضعیت دید (میزان شدت نور با یکای LUX) و شرایط جوی هنگام وقوع حادثه است.

میزان شدت نور در بازه‌های عددی زیر دسته بندی می‌شود:

۱. روشنایی کامل نور $LUX < 111000$
خورشید

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره اول (۵۰) / پاییز ۱۴۰۰

دارد. متغیرهای شرطی مواردی هستند که بر وقوع سانحه اثرگذارند و متغیرهای تصمیم تابعی از متغیرهای شرطی و بیانگر نتیجه نهایی هستند. مجموع عوامل حادثه‌ساز، نتیجه سیستم اطلاعاتی را تعیین می‌کند. این نتیجه بیانگر نوع حادثه (واژگونی یا برخورد) و منجر به فوت و جراحت افراد است و تابعی از مشخصه‌های شرطی است.

در رابطه با سوانح جاده‌ای عواملی مانند وضعیت جوی، نقص وسیله نقلیه و خطای انسانی متغیرهای شرطی و نتایج سانحه مانند فوت و خسارت جانی/ مالی متغیرهای تصمیم هستند.

سیستم اطلاعاتی مورد مطالعه که شامل لیست تصادف به ترتیب وقوع، سیزده محور حادثه‌خیز استان و متغیرهای شرطی و تصمیم است گردآوری شده. جدول ۱ نمونه‌ای از داده‌ها و متغیرهای شرطی و تصمیم را نشان می‌دهد.

۲-۳ سیستم‌های اطلاعاتی در نظریه راف

۳-۳ تبدیل داده‌های گسسته به بازه‌های پیوسته

در نمونه مورد مطالعه، کلیه داده‌ها گسسته‌اند و نیازی به دسته‌بندی نیست.

۳-۴ تعیین کلاس‌های هم ارزی

رابطه عدم تمایز، مفهومی اساسی در تئوری مجموعه راف است و دلالت بر رابطه بین دو یا چند عضو دارد؛ به طوری که تمام ارزش‌های مرتبط با زیرمجموعه مشخصه‌های موردنظر یکسان است. در جایی که تمام اشیاء یکسان در یک مجموعه به‌عنوان داده‌های ابتدایی در نظر گرفته می‌شوند یک رابطه هم ارزی است. در این صورت برای هر متغیر مفروض P که $P \subseteq A$ یک رابطه هم ارزی به شکل رابطه زیر برقرار است.

جدولی شامل اشیاء (ردیف‌ها) و متغیرها (ستون‌ها) است که برای ارائه داده‌های موجود در تئوری راف به کار می‌رود و در آن هر شیء مقداری مشخص از متغیر موردنظر را داراست. این اشیاء با توجه به نوع داده‌ها، در جدول توصیف می‌شوند که هر ردیف، به‌عنوان یک شیء جهت تحلیل و هر ستون، به‌عنوان یک متغیر در نظر گرفته می‌شود.

$$IND^3 = \{ (x, y) \in U \times U : \forall \alpha \in P, f(x, \alpha) = f(y, \alpha) \} \quad (4)$$

سیستم اطلاعاتی با S و به شکل زیر نمایش داده می‌شود.

$$S = (U, A, V, F) \quad (1)$$

U نیز مجموعه‌ای غیر تهی و متناهی از اشیاء است.

$$U = \{ u_1, u_2, \dots, u_{|m|} \} \quad (2)$$

A مجموعه‌ای غیر تهی و متناهی از مشخصه‌ها است.

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_{|n|} \} \quad (3)$$

V مجموعه ارزش a است.

- C1: رانندگی با بیش از سرعت
- C2: تخطی از سرعت مطمئنه
- C3: انحراف از مسیر
- C4: عدم رعایت حق تقدم
- C5: عدم توجه به جلو
- C6: خواب‌آلودگی راننده
- C7: استفاده از تلفن همراه
- C8: عدم رعایت فاصله طولی و عرضی
- C9: عدم توانایی در کنترل وسیله
- C10: نقص فنی وسیله
- C11: وضعیت دید جاده
- C12: نوع راه
- C13: فاصله دید
- C14: کیفیت جاده
- C15: وضعیت جوی
- D1: نوع حادثه
- D2: شدت خسارت جانی

مجموعه ارزش عبارت است از: کلیه مقادیر کمی یا کیفی که هر شیء از سیستم اطلاعاتی برای هر یک از مشخصه‌ها داراست. به‌عبارت‌دیگر، اگر مجموعه ارزش‌هایی را که هر مشخصه دارد، V_a بنامیم، مجموعه اجتماع کلیه این V_a ها، تشکیل مجموعه ارزش را می‌دهند.

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف (مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

جدول ۱. نمونه‌ای از داده‌ها و متغیرهای شرطی و تصمیم

		متغیرهای شرطی							متغیر تصمیم					
ردیف	محور	C1	C2	C3	C4	C5	....	C11	C12	C13	C14	C15	D1	D2
۱	A7	خیر	خیر	خیر	بله	بله	....	۲	اصلی	خوب	عادی	عادی	برخورد	مجروح
۲	A3	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	....	۱	اصلی	ضعیف	عادی	مه	برخورد	مجروح
۳	A1	خیر	خیر	خیر	بله	بله	....	۴	اصلی	خوب	عادی	عادی	برخورد	مجروح
۴	A3	بله	خیر	خیر	خیر	بله	....	۲	اصلی	خوب	عادی	عادی	برخورد	فوت
۵	A2	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	....	۳	روستایی آسفالت	خوب	عادی	عادی	برخورد	مجروح و فوت
...
۹۹۶	A10	خیر	خیر	بله	خیر	خیر	....	۲	فرعی	ضعیف	حفره	عادی	واژگونی	مجروح
۹۹۷	A4	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	....	۲	فرعی	خوب	عادی	عادی	برخورد	مجروح
۹۹۸	A13	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	....	۳	اصلی	خوب	عادی	عادی	برخورد	مجروح
۹۹۹	A7	خیر	بله	خیر	خیر	بله	....	۴	اصلی	ضعیف	عادی	عادی	واژگونی	فوت
۱۰۰۰	A5	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	....	۳	اصلی	خوب	عادی	بارانی	واژگونی	مجروح و فوت

مشخصه موجود است و بقیه حذف می‌شوند. موارد مشترک که در کلیه جدول‌ها باقی‌مانده‌اند، برای سهولت در یک جدول تجمیع می‌شوند. به عبارت دیگر قوانین از کل سیستم اطلاعاتی کشف می‌شود.

برای تولید تقلیل‌ها الگوریتم‌های متنوعی در نرم‌افزار Rosetta تعریف شده است، در این پژوهش الگوریتم ژنتیک انتخاب شده است و نوع سانحه (واژگونی یا برخورد) در قالب شیء تعریف می‌شوند تا قوانین برای هر شیء استخراج شوند.

۳-۶ تولید قوانین در نظریه راف

در صورتی که مجموعه مشخصه‌های شرطی را کلاس‌های شرطی S و به شکل $X_i (i=1,2,\dots,n)$ و نیز مجموعه مشخصه‌های تصمیم کلاس‌های تصمیم S نام‌گذاری شود و به شکل $Y_j (j=1,2,\dots)$ ارائه شوند؛ آنگاه قوانین تصمیم C و D را می‌توان به شکل $\{I_{ij}\}$ نشان داد.

رابطه فوق بیان می‌کند ارزش اشیای X, Y در مشخصه موردنظر غیرقابل تشخیص است و به این ترتیب اشیایی که دارای ویژگی یکسان می‌باشند، در یک کلاس هم ارزی قرار می‌گیرند؛ یعنی اگر داشته باشیم $(X, Y) \in IND$ ، آنگاه اصطلاحاً گفته می‌شود، اشیای X, Y نسبت به یک ویژگی غیرقابل تشخیص‌اند و دارای رابطه عدم تمایز می‌باشند. خانواده تمام کلاس‌های هم ارزی رابطه IND^3 با $(U|IND)$ نمایش داده می‌شود.

در این پژوهش در مجموع ۴۹ کلاس هم ارزی توسط نرم‌افزار Rosetta شناسایی شد.

۳-۵ محاسبه هسته و تقلیل‌ها

بر اساس کلاسه‌بندی‌های انجام‌شده، ماتریس محاسبه تقلیل‌ها تشکیل می‌شود، با کلاسه‌بندی‌های انجام‌شده، موارد مشابه حذف می‌شوند. حال مشخصه‌ها به صورت دو به دو با نتیجه در یک جدول قرار داده، ضمناً موارد مشابه حذف می‌شوند؛ یعنی جدول سیستم اطلاعات به چند جدول تبدیل می‌شود که در هر کدام دو

۴) اگر راه فرعی با کیفیت ضعیف، در روز ابری، شرایط جوی نرمال، دید خوب و عدم توانایی در کنترل وسیله و استفاده از تلفن همراه مؤثر باشند، واژگونی اتفاق می‌افتد و حادثه مجروح دارد.

۵) اگر در جاده اصلی با کیفیت خوب، روشنایی نور خورشید و هوای عادی، دید خوب و عدم توانایی در کنترل وسیله و نقص فنی در وقوع حادثه تأثیر داشته باشند آنگاه واژگونی رخ می‌دهد و حادثه منجر به مجروح شدن می‌شود.

• برخورد

۱) اگر راه روستایی آسفالت با کیفیت عادی، آسمان ابری، شرایط جوی عادی، دید خوب و عدم توجه به جلو و عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه در حادثه مؤثر باشد، برخورد صورت می‌گیرد و حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

۲) اگر راه اصلی، با کیفیت عادی، روشنایی کامل، شرایط جوی عادی، دید ضعیف و عدم توجه به جلو و استفاده از تلفن همراه در وقوع سانحه مؤثر باشد، برخورد صورت می‌گیرد، حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

۳) اگر آزادراه با کیفیت خوب، روز ابری، شرایط جوی بارانی، دید ضعیف و رانندگی با بیش از سرعت مجاز و عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه و رانندگی با بیش از سرعت مجاز در وقوع سانحه مؤثر باشد، برخورد رخ می‌دهد. حادثه منجر به مجروح شدن افراد می‌شود.

۴) اگر راه اصلی با کیفیت خوب، روشنایی نور خورشید، شرایط جوی عادی، دید خوب و توجه به جلو و نقص فنی وسیله مؤثر باشند برخورد صورت می‌گیرد و حادثه منجر به مجروح شدن افراد می‌شود.

$$\begin{aligned} & IF \ f(x,q_1)=r_{q1} \wedge f(x,q_2)= r_{q2} \wedge \dots \wedge \quad (5) \\ & f(x,q_p)= r_{qp} \ THEN \ x \in Y_{j1} \vee Y_{j2} \vee \dots \vee Y_{jk} \\ & \text{WHERE } \{q_1, q_2, \dots, q_p\} \supseteq C: \\ & \{r_{q1}, r_{q2}, \dots, r_{qp}\} \in V_{q1} \cdot V_{q2} \cdot \dots \cdot V_{qp} \end{aligned}$$

بخش IF از قانون به‌عنوان قسمت شرطی و بخش THEN، به‌عنوان قسمت تصمیم‌نامه می‌شود.

نتایج حاصل از پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک در قالب قوانین استخراج‌شده به تفکیک برای هر یک از محورهای حادثه‌خیز ارائه شده است. در این الگوریتم قوانین در قالب شی‌های موردنظر استخراج می‌شود.

لازم به ذکر است با توجه به الگوریتم انتخابی برای تقلیل ممکن است قوانین استخراج‌شده با آنچه بدون کاربرد نرم‌افزار حاصل می‌شود تفاوت‌های جزئی داشته باشند.

در در مجموع ۱۴ قانون به‌دست‌آمده است که در ادامه قوانین بر اساس نوع حادثه (واژگونی یا برخورد) تشریح می‌شوند.

• واژگونی

۱) اگر راه اصلی با کیفیت عادی، آسمان صاف، شرایط جوی عادی، دید ضعیف، رانندگی با بیش از سرعت مجاز و عدم توجه به جلو در وقوع سانحه مؤثر باشند، آنگاه واژگونی اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به فوت افراد می‌شود.

۲) اگر راه فرعی، دارای حفره، روز ابری، شرایط جوی بارانی، دید ضعیف و تخطی از سرعت مطمئنه در وقوع سانحه مؤثر با شدت واژگونی رخ می‌دهد. حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

۳) اگر راه روستایی آسفالت با کیفیت خوب، تاریکی پیش از طلوع/ پس از غروب، شرایط جوی بارانی، دید عادی و خواب‌آلودگی راننده و نقص فنی وسیله در وقوع سانحه مؤثر باشند، واژگونی صورت می‌گیرد و حادثه مجروح خواهد داشت.

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف (مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

و مدیران ستادی و کارکنان اجرایی مرکز مدیریت حوادث و سوانح حمل‌ونقل کشور در استان سمنان انتخاب شده است.

حادثه‌خیز بودن یک محور از دو جهت معنا پیدا می‌کند. ابتدا از لحاظ تعداد سانحه در آن محور سپس از جهت شدت خسارت جانی. همان‌طور که در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است راه‌های اصلی، آزادراه‌ها و راه‌های فرعی به ترتیب بیش‌ترین تعداد فراوانی تصادف را دارند. از لحاظ شدت خسارت جانی نیز راه‌های اصلی دارای شدیدترین نوع خسارت جانی، فوت و مجروحیت افراد، هستند. اما علیرغم اینکه محور، آزادراه‌ها از نظر تعداد فراوانی حادثه در رتبه دوم قرار دارد سوانحی که در این نوع راه رخ می‌دهند از لحاظ خسارت جانی خوشبختانه منجر به فوت نمی‌شوند.

با توجه به قوانین کشف‌شده سنگین‌ترین تلفات جانی در روز با شرایط جوی عادی متعلق به برخورد دو وسیله در راه‌های اصلی (با هر دو کیفیت خوب و ضعیف) است. هنگام بارندگی نیز راه‌های فرعی با کیفیت نامطلوب منجر به واژگونی وسیله و در نهایت فوت افراد می‌شوند. همچنین تصادف در محور A3 در هر دو شرایط جوی عادی و بارانی طی روز دارای تلفات جانی جبران‌ناپذیر است. اما وقوع سانحه در شب با شرایط جوی عادی، در راه‌های اصلی به همراه بی‌توجهی رانندگان به مقابل تأثیر بسزایی در فوت و جراحات افراد دارد. در میان خطاهای انسانی عدم توجه رانندگان به جلو در حین رانندگی بیشترین تکرار را در حوادث مرگبار دارد.

دو شرایط جوی عادی و بارانی طی روز دارای تلفات جانی جبران‌ناپذیر است. اما وقوع سانحه در شب با شرایط جوی عادی، در راه‌های اصلی به همراه بی‌توجهی رانندگان به مقابل تأثیر بسزایی در فوت و جراحات افراد دارد. در میان خطاهای انسانی

۵) اگر راه اصلی با کیفیت خوب، تاریکی پیش از طلوع/پس از غروب، شرایط جوی عادی، دید خوب و عدم توجه به جلو مؤثر باشد، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحات و فوت افراد می‌شود.

۶) اگر راه اصلی با کیفیت خوب، در روز با آسمان صاف، شرایط جوی نرمال، دید ضعیف، عدم توجه به جلو بسیار مؤثر و رانندگی با بیش از سرعت مجاز مؤثر باشند، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحات و فوت افراد می‌شود.

۷) اگر راه اصلی با کیفیت خوب، در روز با آسمان صاف، شرایط جوی نرمال، دید ضعیف و عدم رعایت فاصله طولی و عرضی بسیار مؤثر باشد، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحات و فوت افراد می‌شود.

۸) اگر آزادراه با کیفیت خوب، در روز ابری و هوای بارانی، دید ضعیف و استفاده از تلفن همراه و تخطی از سرعت مطمئنه مؤثر باشند آنگاه برخورد رخ می‌دهد و حادثه مجروح دارد.

۹) اگر در جاده اصلی با کیفیت ضعیف، پیش از طلوع/پس از غروب و هوای عادی، دید خوب عدم توجه به جلو و تخطی از سرعت مطمئنه در وقوع حادثه مؤثر باشد و آنگاه برخورد رخ می‌دهد حادثه منجر به مجروح شدن و فوت افراد می‌شود.

۴. تحلیل نتایج و یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در بخش ۱ اشاره شد، در این مقاله سوانح جاده‌ای استان سمنان با در نظر گرفتن مخاطرات طبیعی، عوامل انسانی و فنی مؤثر در سانحه مورد بررسی قرار گرفته است. به‌منظور پیاده‌سازی گام‌های روش تحقیق، تعداد ۱۰۰۰ مورد سانحه در بازه زمانی نیمسال نخست سال ۱۳۹۸ در ادامه بررسی و تحلیل خواهد شد. جامعه خبرگان تحقیق شامل ۱۰ نفر از متخصصان دانشگاهی فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل/ سال سیزدهم/ شماره اول (۵۰)/پاییز ۱۴۰۰

حوادث مرگبار دارد.

شدن این خطاها سبب می‌شود پلیس راهور در جهت شناسایی جرائم رانندگی خاص هر محور اقداماتی متناسب با کاهش این جرائم انجام دهد. همچنین لازم است تیم‌های امدادی در محورهایی که در آنها تعداد مجروح و فوت‌شدگان بیشتر است همواره آمادگی کافی برای رسیدگی به مجروحان را داشته باشند. از طرف دیگر متولیان بهسازی و توسعه راه‌ها موظف‌اند پس از شناسایی مسیرهای پرخطر، این مسیرها را در اولویت برنامه‌های بهسازی سازمان خود قرار دهند.

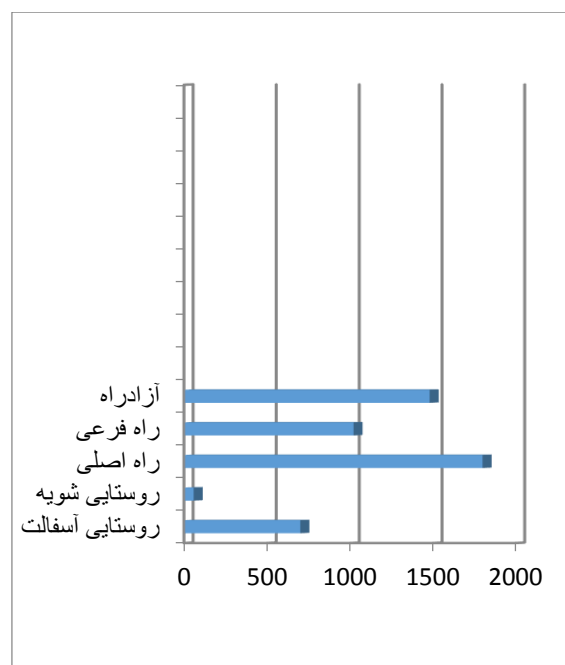
باوجود تلاش دستگاه‌های مرتبط در زمینه کاهش خسارات سوانح جاده‌ای نیاز است تا مدیران با اقدامات متناسب در راستای پیشگیری از بروز سوانح، سهم هر یک از عوامل حادثه‌ساز را دستخوش تغییر قرار دهند. به‌منظور تحلیل کارای علل بروز سوانح و پیشگیری از تکرار آن، تحلیل اطلاعات مرتبط با سوابق سوانح می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را در اختیار تصمیم‌سازان قرار دهد. بنابراین لازم است برای کاهش معنادار سوانح، علاوه بر توسعه سیستم‌های ثبت داده به شناسایی و تحلیل علل سوانح نیز توجه شود تا راهکارهای مناسب را در پیشگیری از وقوع سانحه ارائه دهد. اگرچه شناسایی عوامل بروز سوانح به‌عنوان گام آغازین ارزشمند است، اما تحلیل روابط مابین این عوامل به‌منظور استخراج کیفیت ارتباط و اثرگذاری تعاملی عوامل بر یکدیگر حائز اهمیت است.

پیشنهاد‌های کاربردی در دو دسته مدیریتی و پژوهشی ارائه می‌شود.

۱-۵ پیشنهاد‌های کاربردی - مدیریتی

مدیریت یک سانحه ترافیکی شامل دو بخش پیش‌گیری از وقوع و مدیریت بحران پس از حادثه است. در بخش پیش‌گیری مدیران پلیس راهور می‌توانند مسیرها را بر اساس خطاهای حادثه‌ساز شناسایی کنند سپس با نصب علائم و هشدارها و حضور به‌موقع

عدم توجه رانندگان به جلو در حین رانندگی بیشترین تکرار را در



شکل ۲. نمودار فراوانی سوانح جاده‌ای انواع استان سمنان در شش ماه

نخست سال ۱۳۹۸

۵. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

در این پژوهش مجموعه قوانینی ایجاد شد که می‌تواند در زمینه‌های مدیریتی مؤثر واقع شوند. بر اساس این قوانین دو دسته پیشنهاد‌های مدیریتی ارائه می‌شود. پیشنهاد‌هایی جهت مدیریت تمام عوامل جهت پیشگیری از وقوع حادثه و پیشنهاد‌هایی جهت مدیریت بحران پس از حادثه. پیش از حادثه رانندگان، مسئولان راه و ترابری، راهداری و هواشناسی می‌توانند اقدامات پیشگیرانه جدی‌تری انجام دهند. پس از سانحه تیم‌های امدادی با افزایش امکانات و تجهیزات و برنامه‌ریزی جهت انتقال سریع‌تر مصدومان به مراکز درمانی در جهت کاهش تلفات جانی اقدام کنند.

آنچه از تحلیل این حوادث به دست می‌آید نشان می‌دهد در مسیرهای حادثه‌خیز در شرایط خاص و بحرانی جوی کدام خطاهای انسانی منجر به خسارت جبران‌ناپذیر خواهند شد. آشکار

تحلیل الگوی سوانح برون شهری با تأکید بر سطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف (مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان)

کاری قرار دهند. برای تسریع در برقراری ارتباط هنگام حادثه نیز لازم است اپراتورهای تلفن همراه در جهت توسعه زیرساخت‌های ارتباطی در مناطق و مسیرهای حادثه‌خیز اقدام کنند.

همچنین پیشنهاد می‌شود در سامانه سوانح و حوادث جاده‌ای کشور، اطلاعات جامع‌تری نظیر وضعیت راه، نوع راه و کاربری‌های محدوده اطراف راه ثبت شود تا کیفیت تحلیل نتایج و اثربخشی تصمیمات مرتبط با تحلیل سوانح ارتقا یابد.

در هر دو بخش مدیریت قبل و بعد از حادثه آنچه اهمیت دارد آگاه‌سازی مسافران برای ترتیب به رعایت قوانین و آموزش اقدامات اولیه پس از وقوع سانحه است. این آگاه‌سازی می‌تواند در ماه‌های تیر و مرداد که بیش‌ترین فراوانی تصادف را دارند در قالب اطلاعیه‌ها و فایل‌های آموزشی بین مسافران توزیع شود.

۲-۵- پیشنهادهای برای تحقیقات آتی

اطلاعات ثبت‌شده از سوانح نشان می‌دهد که اغلب در اقلیم نیمه بیابانی استان سمنان در نیمه نخست سال شرایط جوی عادی حاکم است. از طرفی به سبب افزایش سفرهای نوروزی و تابستانی در این بازه زمانی، خودروهای سواری دارای بیشترین حجم تردد هستند. در نتیجه دسترسی به اطلاعاتی نظیر برند و مدل این خودروها باعث می‌شود در قوانین استخراج‌شده تفکیک خودروهای سواری با دقت بالاتری صورت گیرد. برای نمونه، این تفکیک باعث می‌شود تا سهم خودروسازان داخلی در وقوع سوانح با یک شرایط جوی خاص آشکار شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی با تخصیص وزن‌های مورد تأیید خبرگان به هر یک از سه عامل انسان، محیط طبیعی و وسیله نقلیه و در نظر داشتن شرایط عدم قطعیت در محیط‌های فازی با بهره‌گیری از نظریه مجموعه‌های راف، قوانینی استخراج گردد که سهم هر عامل را در نتیجه وقوع سانحه اولویت‌بندی کند.

۶. پی‌نوشت‌ها

جهت اعمال قانون خطای انسانی را به حداقل میزان خود برسانند. از آنجا که نوع خطای انسانی مطابق نتایج این پژوهش برای هر محور مشخص شده است با نصب علائم هشدار در این مسیرها، رانندگان را از تکرار حادثه آگاه سازند. برای مثال در محور A11 متذکر شوند که تخطی از سرعت مطمئنه هنگام شب منجر به تصادف مرگبار می‌شود. مدیران و مسئولان حوزه راه‌سازی نیز باید تدابیر و راهکارهای متناسب برای بهبود کیفیت راه‌ها مطابق با استانداردهای روز را به‌کارگیرند، از جمله محورهایی که تعداد فراوانی حادثه در آن‌ها بالاست و احتیاج به بازبینی کیفیت راه دارند، همچنین اداره هواشناسی در مناطقی که هنگام بارندگی تعداد تصادفات بالایی دارند باید اطلاعات به‌روزرسانی شده با دقت قابل‌قبول را از مجاری مختلف ارتباطی در اختیار مسافران قرار دهد.

عمده مشکلاتی که افراد پس از تصادف با آن مواجه هستند انتقال مصدومان به مراکز درمانی، درمان جراحات سطحی در محل حادثه (جهت پیشگیری از شدت یافتن آن)، آنتن دهی تلفن همراه برای برقراری ارتباط با مراکز امداد و بروز رفتار و عملکرد مناسب نسبت به مجروحان و حادثه دیدگان است. بنابراین در بخش مدیریت بحران پس از حادثه لازم است مراکز امداد متناسب با شدت احتمالی حادثه در هر مسیر ملزومات رسیدگی به مجروحان را پیش‌بینی کنند تا در کمترین زمان ممکن امداد رسانی انجام شود. در مسیرهایی منتهی به راه‌های روستایی و فرعی که شدت خسارت جانی در آن‌ها کمتر است برای مداوای افراد با جراحات سطحی در محل حادثه باید تیم‌های امدادی به کادر درمانی و تجهیزات درمان فوری مجهز باشند. برای انتقال مصدومان در مسیرهای اصلی لازم است تیم‌های اورژانس و فوریت‌های پزشکی پیش‌بینی‌های زمان‌سنجی جهت انتقال مصدوم و آگاهی از ظرفیت پذیرش نزدیک‌ترین مراکز درمانی را در برنامه

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره اول (۵۰) / پاییز ۱۴۰۰

- محمدی، ع. و شیخ، ر (۱۳۹۳) "قاعده مند سازی و پیش‌بینی رفتار مشتریان بر اساس تئوری مجموعه راف و شاخص قابلیت پذیرش و رد (مطالعه موردی: تلفن همراه سونی اریکسون)" نشریه مدیریت بازرگانی، دوره شش، شماره ۱، صص ۱۴۵-۱۶۶.

- مرادی، ع. رحمانی، خ (۱۳۹۵) "مروری بر حوادث رانندگی در ایران در مقایسه با سایر کشورها" مجله پزشکی قانونی ایران. دوره ۲۲، شماره ۱، صص ۴۵-۵۳.

- مسلم، ب. و موحدی، ف (۱۳۹۶) "شناسایی عوامل مؤثر و بررسی تصادف‌های ترافیکی با استفاده از رویکردهای داده‌کاوی (مطالعه موردی: آزادراه تهران-قم)"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۸۶۷-۸۸۵.

- Al-Ghamdi, A.S(2002) 'Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity' *Accid. Anal. Prev.* No 34, pp 729-741.

- Aghajani, M., Shahni, R (2017) "Applying GIS to Identify the Spatial and Temporal Patterns of Road Accidents Using Spatial Statistics (case study: Ilam Province, Iran)" *Journal of Emergency Medicine*.vol.25, Pp 2126_2138.

- Chndraranta. s, Stamatiadis, N., Stromberg, A(2006) "Crash involvement of drivers with multiple crashed" *Accid. Anal. Prev.* Vol.38, No 3, pp 532-541.

- Chung, Yi-Shih, Wong, Jinn-Tsai (2010) "Investigating driving styles and their connections to speeding and accident experience" *J. East. Asia Soc. Transport. Stud.* Vol.8, pp 7-10.

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره اول (۵۰) / پاییز ۱۴۰۰

1. Lebanese Road Accident
2. pawlak
3. Indiscernibility relation

۷. منابع

- بهشتی‌نیا، م. و برگ بید، ه (۱۳۹۴) " مدل ترکیبی جهت شناسایی عوامل مؤثر در مخاطرات حمل‌ونقل زمینی و اولویت بندی نقاط حادثه‌خیز (مطالعه موردی: محور نیشابور-سبزوار)"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. شماره سوم، ۴۴۵-۴۵۹.

- پایگاه خبری وزارت راه و شهرسازی؛ news.mrud.ir

- رمضان زاده، م. (۱۳۸۸) "تصادفات جاده‌ای: بررسی عوامل مؤثر و راهکارهای کاهش"، اولین کنفرانس تصادفات و سوانح جاده‌ای و ریلی، آذرماه ۱۳۸۸.

- رضایی نیک، ا. و کیانیان، ع. (۱۳۹۷) "ارزیابی کیفیت خدمات حمل‌ونقل عمومی و انتخاب اقدامات بهبود با استفاده از رویکرد تلفیقی داده‌کاوی و توسعه عملکرد کیفیت (مطالعه موردی: اتوبوسرانی مشهد)"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. شماره چهارم، ۶۴۷-۶۷۲.

- شیخ، ر (۱۳۹۶) "تئوری مجموعه راف (مفاهیم اولیه، کاربرد و نرم‌افزار)"، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

- قائدی، س (۱۳۹۱) "ارائه رویکرد چند سطحی در بررسی سوانح جاده‌ای"، سومین کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران. اردیبهشت ماه ۱۳۹۱.

Anal. Prev. NO 34, pp 515–521.

- Lord, D., Washington, S.P., Ivan, J.N. (2005) “Poisson, Poisson-gamma and zero inflated regression models of motor vehicle crashes: balancing statistical fit and theory” *Accid. Anal. Prev.* No 37, pp35–46.

- Pawlak, Z. Skowrn, A (2007) “Rough set and Boolean reasoning” *Information since.* No 177, pp 41-73.

- Podsiadlo, M., & Rybinski, H (2016) “Financial time series forecasting using rough sets with time-weighted rule voting” *Expert Systems with Application*, No 66, pp 219-233.

- TZU,Y. Rong,Ch (2019) “Using HLM to investigate the relationship between traffic accident risk of private vehicles and public transportation” *Transportation Research Part A.* No 119, pp 148-161.

- A.J. Ghandour, H. Hammoud, MDimassi et al(2019), “Allometric scaling of road accidents using social media crowd-sourced data”, *Physica A.* Vol454., pp 2–9.

- Jian, L., Liu, S. & Lin, Y(2011) “Hybrid Rough Sets and Applications in Uncertain Decision-Making. Boca Raton”, Auerbach Publications. Vol.24, p 43.

- Jinn-Tsai W. Yi-Shih Chung (2007) “Rough set approach for accident chains exploration” *Accident Analysis and Prevention.*NO 39, pp 629_637.

- Lee, J., Chae, J., Yoon, T., Yang, H (2018) “Trafic accident severity analysis with rain-related factors using structural equation modeling – a case study of Seoul City” *Accid Anal. Prev.* NO 112, pp 1–10.

- Lee, A.H., Stevenson, M.R., Wang, K., Yau, K.W (2002) ”Modeling young driver motor vehicle crashes: data with extra zeros” *Accid.*

رضا شیخ، درجه کارشناسی در رشته مدیریت صنعتی را در سال ۱۳۷۵ از دانشگاه شهیدبهشتی و درجه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت تولید و عملیات در سال ۱۳۷۷ را از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. در سال ۱۳۸۵ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مدیریت تولید و عملیات از دانشگاه تهران گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدیریت تولید و برنامه‌ریزی پیشرفته تولیدی، تحقیق در عملیات و مدل‌سازی، تجزیه و تحلیل و مباحث آماری و طراحی مبتنی بر بدیهیات بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه صنعتی شاهرود است.



علی اکبر حسنی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی صنایع- تحلیل سیستم‌ها را در سال ۱۳۸۷ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع- صنایع در سال ۱۳۸۹ را از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. در سال ۱۳۹۳ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه تربیت مدرس گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان تحلیل سیستم‌ها و مدل‌سازی و بهینه‌سازی ریاضی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه صنعتی شاهرود است.



هما خدادادی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی برق-کنترل را در سال ۱۳۹۶ از دانشگاه صنعتی سهند تبریز و درجه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت صنعتی-تولید و عملیات را در سال ۱۳۹۸ از دانشگاه صنعتی شاهرود اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان کاربرد نظریه مجموعه راف و مجموعه‌های فازی در تصمیم‌گیری است.

