بسم اللّه الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

استخراج الگوهای جامع از وقوع تصادفات جاده‌ای کشور مبتنی بر نظریه راف

نگارنده: هما خدادادی

استاد راهنما:

دکتر رضا شیخ

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر حسنی

بهمن ۱۳۹۸

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

شماره:
تاریخ:
ویرایش:

باسمه تعالی

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم هما خدادادی به شماره دانشجویی۹۶۰۵۹۶۴ رشته مدیریت صنعتی گرایش تولید و عملیات تحت عنوان استخراج الگوهای جامع از وقوع سوانح جاده‌ای کشور مبتنی بر نظریه مجموعه راف که در تاریخ ..... با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : ..... امتیاز .....) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹) ۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)

۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ۱۶) ۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر رضا شیخ	دانشیار	
۲ـ استاد مشاور	دکتر علی اکبر حسنی	دانشیار	
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی			
۴ـ استاد ممتحن			
۵ ـ استاد ممتحن			

رئیس دانشکده : امضا

«تقدیم به علی عزیز و مادر مهربانمان»

تشکر و قدردانی

«به دانش فزای و به یزدان گرای که او باد جان ترا

رهنمای»

از اساتید ارجمند آقایان دکتر رضا شیخ و دکتر علی اکبر حسنی، که راهنمای

بنده در این پژوهش بودند، کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

تعهد نامه

اینجانب **هما خدادادی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مدیریت صنعتی** دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه **استخراج الگوهای جامع از وقوع تصادفات جاده‌ای کشور مبتنی بر نظریه راف** تحت راهنمائی **دکتر رضا شیخ** متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

در کشـور ایران سـوانح جاده‌ای یکی از اصلی‌ترین عوامل مرگ و میر در سال‌های اخیر است. به دلیل نقش آفرینی عوامـل متعـدد در بروز یک ســـانحه جاده‌ای، مدیریت پیشـــگیری 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 روشـی مبتنی بر نظریه مجموعه‌های راف جهت شـناسـایی الگوی بروز سـوانح جاده‌ای مورد اسـتفاده قرار گرفت. با بهره‌گیری از مدل پیشـنهادی، این امکان فراهم خواهد شد تا بروز سوانح در ابعاد چندگانه آنالیز شـــود و در نهایت، وقوع یک ســـانحه با ترکیب عوامل دخیل در آن قاعده‌مند گردد. برای این منظور، طیف جـامعی از عوامل مبتنی بر ادبیات موضـــوع و نظرات خبرگان مرتبط با خودرو، راننده و محیط مدنظر قرار گرفته شـد. در ادامه داده‌های جمع آوری شـده از کیفیت سـوانح برون شـهری اسـتان سـمنان بررسی شدند. یافته‌های کلیدی تحقیق به منظور مدیریت بروز سوانح بر این مســـئله دلالت دارد که وجود الگوهای علمی از عوامل حادثه ســـاز می تواند موجب کاهش تعداد سوانح جاده‌ای شود. علل حادثه که بیش‌ترین تعداد تکرار را داشته‌اند در قالب قوانین استخراج شده‌اند. نتـایج نشـــان می‌دهد که در حادثه خیزترین محور اســـتان ســـمنان، هر دو نوع حادثه (واژگونی و برخورد)خودروی سـواری در شرایط جوی عادی باعث جرح و فوت افراد می‌شود. همچنین عدم توجه رانندگان خودروی سـواری به مقررات و هنجارهای رانندگی در شرایط جوی عادی نیز منجر به فوت افراد می‌شـود. بدین ترتیب نظریه مجموعه‌های راف عملکرد قابل قبولی در شـفاف‌سـازی نقش عوامل سانحه و در نهایت زمینه‌سازی جهت پاسخگویی موثر بعد از وقوع حادثه و همچنین پیشگیری از وقوع حادثه ایفا می‌کند.

کلمات کلیدی: شـــناســـایی الگو، نظریه مجموعه‌های راف، ســـوانح جاده‌ای، ســـیســـتم پشـــتیبان تصمیم‌گیری، کلاسه بندی.

پیش گفتار

پژوهش حاضـر با هدف دسـتیابی به الگو و چهارچوبی علمی برای مدیریت حوادث خودروهای سواری در محورهای مواصلاتی استان سمنان تهیه شده است. در این الگو با تعریف عوامل موثر در یک تصادف برون شهری متناسب با راه‌های استان شناسایی می‌شوند تا تصمیم گیران بتوانند با صرف حداقل زمان عملکرد مناسبی در جهت مدیریت این نوع بحران داشته باشند.

لیست مقالات مستخرج از پایان‌نامه

۱- تحلیل الگوی سـوانح برون شـهری با تاکید بر سـطح خدمت‌دهی مبتنی بر نظریه راف، مورد مطالعه: محورهای برون‌شهری استان سمنان (در دست داوری).

فهرست مطالب

فصل اول:..... ۱

کلیات پژوهش..... ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲-بیان مسئله ۳

۱-۳- ضرورت تحقیق ۵

۱-۴- نوآوری..... ۶

۱-۵-استفاده کننده‌گان از نتایج تحقیق..... ۷

۱-۶- هدف تحقیق..... ۷

۱-۷- سوال تحقیق..... ۸

۱-۸-قلمرو تحقیق..... ۸

۱-۸-۱-قلمرو موضوعی ۸

۱-۸-۲-قلمرو مکانی و زمانی ۸

۱-۹-تعریف واژه‌ها و اصطلاحات ۸

۱-۹-۱-سوانح جاده ای ۹

۱-۹-۲- عامل طبیعی..... ۹

۱-۹-۳- عامل فنی ۹

۱-۹-۴- عامل انسانی..... ۱۰

۱-۹-۵- نظریه مجموعه راف..... ۱۰

۱-۹-۶- استخراج الگو..... ۱۰

۱-۹-۷- الگوریتم ژنتیک..... ۱۱

۱-۹-۸- متغیر زبانی..... ۱۱

فصل دوم:..... ۱۳

ادبیات پژوهش..... ۱۳

۲-۱-مقدمه ۱۴

۲-۲- سوانح جاده‌ای..... ۱۵

۲-۲-۱- طبقه بندی سوانح..... ۱۷

۲-۲-۲- فرآیند مدیریت سوانح ۱۹

۲-۲-۳- عملیات بهبود مدیریت سوانح ۲۰
۲-۲-۴- چارت مدیریت سوانح در جاده ها: ۲۵
۲-۲-۵- مدل‌های پیش بینی سوانح ۲۶
۲-۲-۵-۱- مدل پواسون ۲۶
۲-۲-۵-۲- مدل دو جمله ای منفی ۲۷
۲-۲-۵-۳- مدل لاجستیک ۲۷
۲-۲-۶- نقاط حادثه خیز ۲۷
۲-۳- تکنیک دلفی ۲۸
۲-۳-۱- چارچوب نظری تکنیک دلفی ۳۰
۲-۳-۲- مراحل تکنیک دلفی ۳۰
۲-۴- منطق فازی ۳۱
۲-۴- ۱- مجموعه‌های فازی ۳۱
۲-۴- ۲- تبدیل اعداد قطعی به اعداد فازی ۳۵
۲-۴- ۳- تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی ۳۵
۲-۴-۴- عملیات اصلی اعداد فازی ۳۶

فصل سوم: ۳۷

روش شناسی پژوهش ۳۷
۳-۱- مقدمه ۳۸
۳-۲- نظریه مجموعه راف ۳۸
۳-۲-۱ سیستم‌های اطلاعاتی ۴۰
۳-۲-۲- سیستم تصمیم ۴۲
۳-۲-۳ رابطه عدم تمایز در نظریه راف ۴۲
۳-۲-۴- تقریب در نظریه راف ۴۳
۳-۲-۴-۱- تقریب پایین و تقریب بالا ۴۴
۳-۲-۴-۲- ناحیه مرزی X ۴۶
۳-۲-۵- وابستگی مشخصه‌ها و دقت تقریب در نظریه راف ۴۶
۳-۲-۷- محاسبات لازم جهت تعیین هسته و تقلیل‌ها در نظریه راف ۴۹
۳-۲-۸- تولید قوانین در نظریه راف ۵۰
۳-۲-۹- اعتبار سنجی قوانین ۵۱
۳-۲-۱۰- نکات مربوط به الگوریتم‌های یافت بی زائده‌ها ۵۳
۳-۲-۱۱- تبدیل داده‌ها به بازه‌های گسسته ۵۳
۳-۲-۱۲-۱- حذف داده‌های ناقص ۵۴
۳-۲-۱۲-۲- پر کردن با میانگین و مد ۵۴
۳-۲-۱۲-۳- پر کردن با میانگین و مد شرطی ۵۵
۳-۲-۱۲-۴- پر کردن ترکیبی ۵۵

۳-۲-۱۲-۵- پر کردن ترکیبی شرطی ۵۵
۳-۳- نرم‌افزارهای نظریه راف ۵۵
۳-۳-نوع پژوهش ۵۷
۳-۴- متغیرهای پژوهش ۵۸
۳-۵- روش جمع آوری داده ۵۸
۳-۶- بانک اطلاعاتی ۵۹
۳-۷- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵۹

فصل چهارم: ۶۱

نتایج پژوهش ۶۱
۴-۱- مقدمه ۶۲
۴-۲-مطالعه موردی ۶۳
۴-۳- جمع آوری اطلاعات ۶۳
۴-۵- تحلیل نتایج و یافته‌های تحقیق ۶۷
۴-۵-۱- شناسایی عوامل ۶۷
۴-۵-۱-۲- تعریف داده ها در قالب سیستم اطلاعاتی ۶۸
۴-۵-۲-۲- تبدیل داده های گسسته به بازه های پیوسته ۷۰
۴-۵-۲-۳- تعیین کلاس های هم ارزی ۷۰
۴-۵-۲-۴- محاسبه هسته و تقلیل‌ها ۷۱
۴-۵-۲-۵- تولید قوانین ۷۲
۴-۵-۲-۶- اعتبار سنجی قوانین ۷۶
۴-۶- پاسخ به سوالات تحقیق ۷۹
۴-۶-۱- عوامل موثر (ورودی مدل راف) و مشخصات سوانح رانندگی (خروجی مدل راف) ۷۹
۴-۶-۲- الگوهای قاعده‌من‌د نشان‌دهنده دسته‌بندی علل تصادفات جاده‌ای ۷۹
۴-۶-۳-محورهای حادثه خیز ۸۰

فصل پنجم: ۸۱

نتیجه گیری و پیشنهاد ۸۱
۵-۱- مقدمه ۸۲
۵-۲- خلاصه نتایج ۸۳
۵-۳- محدودیت‌های تحقیق ۸۴
۵-۴-۱- پیشنهادات کاربردی- مدیریتی ۸۶
۵-۴-۲- پیشنهادات برای تحقیقات آتی ۸۷
مراجع ۸۸

فهرست جداول

جدول (۳-۱) نمونه‌ای از این کاربردهای نظریه مجموعه راف ۴۰
جدول (۲-۲)سیستم اطلاعاتی شامل اشیا و متغیرها در نظریه مجموعه راف..... ۴۱
جدول (۴-۱) تبدیل اعداد فازی سطح تاثیر میزان خطای انسانی به عبارات زبانی ۶۴
جدول (۴-۲) تبدیل عبارات زبانی میزان خسارت جانی به اعداد فازی.....۶۴
جدول (۴-۴) نمونه‌هایی از داده‌ها، متغیرهای شرطی و تصمیم مرحله دوم.....۶۹
جدول (۴-۴) قوانین استخراج شده.....۷۶
جدول (۴-۵)دقت قوانین برای اعتبار سنجی میزان خسارت جانی..... ۷۸

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) چارت مدیریت سوانح در جاده ها ۲۵
شکل (۲-۲) ساز و کار تکنیک دلفی ۲۹
شکل (۲-۳) اجزای سازنده یک سیستم فازی ۳۳
شکل (۲-۴) عدد فازی مثلثی مثبت ۳۴
شکل (۲-۵) عدد فازی ذوزنقه‌ای ۳۵
شکل (۳-۱) مراحل استخراج قوانین به وسیله نظریه راف ۴۰
۴۵
شکل (۳-۲) تقریب بالا و پایین در نظریه راف ۴۵
شکل(۳-۳) مراحل انجام پژوهش ۶۰
شکل (۴-۱) نمودار فراوانی سوانح برون شهری استان سمنان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸ ۶۵
شکل (۴-۲) سنجش وضعیت فوت و جراحت ۶۶
شکل (۴-۳)سنجش فراوانی سانحه در محورهای مواصلاتی ۶۶
شکل (۴-۴) نمایی ازعناصر موجود در کلاس‌های هم ارزی در محیط نرم‌افزار ROSETTA ۷۲
شکل (۴-۵- الف) قوانین مرحله اول شئ A_1 در محیط نرم‌افزار *ROSSETA* ۷۶
شکل (۴-۵- ب) قوانین مرحله دوم شئ A_1 در محیط نرم‌افزار ROSSETA ۷۶

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱-مقدمه

حوادث ترافیکی جاده‌ای مشکلات عمده ای در سراسر جهان ایجاد می‌کنند. به طور خاص، سوانح جاده ای در رده یازدهم مرگ و میر در سطح جهانی قرار دارند (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۱۳) و دلیل اصلی ناتوانی جسمی برای رانندگان و مسافران در کشورهای در حال توسعه هستند. گزارش وضعیت جهان در رابطه با ایمنی جاده‌ای در سال ۲۰۱۸ ، که توسط *WHO*[۱] در دسامبر سال ۲۰۱۸ آغاز شد ، نشان می‌دهد که تعداد سالانه تلفات رانندگی در جاده‌ها به ۱,۳۵ میلیون نفر رسیده است. در واقع حوادث ترافیکی جاده‌ای در حال حاضر یکی از علل اصلی فوت افراد ۵ تا ۲۹ ساله است. این گزارش حاکی از آن است که هزینه‌های ناشی از این مسئله هنگفت است(سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۱۸).

از آن‌جا که اقتصادهای در حال توسعه با افزایش امکان استفاده از وسایل حمل و نقل به رشد میزان خسارات جانی و مالی سوانح جاده‌ای کمک می‌کنند، برای کاهش این خسارات نیاز به کنترل، پیشگیری و برنامه های آگاه سازی ترافیکی وجود دارد.به طور کلی، عوامل اصلی در بروز سوانح جاده‌ای را می توان در سه دسته کلی تقسیم بندی نمود که عبارتند از : خطای انسانی، وضعیت جوی و عامل فنی (جین تی سای[۲] و همکاران، ۲۰۰۷) .

در کشور ما بیش از ۹۰ درصد مسافران داخلی، حالت حمل و نقل جاده ای را با توجه به سهولت و قیمت تمام شده، برای سفرهای خود انتخاب می‌کنند. طبق امار منتشر شده توسط پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری آمار تلفات جاده ای در ایران ۲۰ برابر کشورهای صنعتی و ۵ برابر کشورهای هم تراز با ایران است (کاشانی و بشارتی، ۲۰۱۷).

---

[۱] *World Health Organization*

[۲] Jinn-Tsai

از این رو در پژوهش حاضر عوامل موثر در سوانح بین شهری کشور و نتایج این سوانح شناسایی می‌شود سپس با بهره‌گیری از نظریه مجموعه راف[1] الگوهای حادثه‌ساز از این عوامل و نتایج استخراج می‌شود.

۱-۲-بیان مسئله

موارد اضطراری و غیرمعمول مانند زمین لرزه، حملات تروریستی بزرگ، تصادفات مرگبار و غیره با تأثیرات و پیامدهای جدی در جهان رخ می دهد، که معمولا باعث تلفات زیادی می‌شوند. به همین علت عملکرد مدیریت بحران در این موارد حساسیت و دقت بالای تصمیم گیران را می طلبد، زیرا مسئله حیات انسان است. در این میان حوادث رانندگی و ترافیکی یکی از شایعترین حوادث بوده که سالانه جان بسیاری از مردم را در جهان به خطر می اندازد.

امروزه تعداد تصادفات جاده ای در کشور ما رو به افزایش است، از آنجا که خسارت های جانی در مواردی غیر قابل جبران می باشد، ضرورت دارد به منظور جلو گیری از خسارت تصادفات رانندگی، راه کار های موثری به اجرا گذارده شود. عوامل موثری در بروز این حوادث دخیل هستند که در سه عنوان کلی به راه، وسیله نقلیه و عامل انسانی تقسیم می شوند. هر کدام از این عوامل هم زیر بخش های گوناگونی را در بر می گیرد. بررسی های اخیر در مورد سوانح مبین این مطلب است که در غالب موارد آمادگی لازم برای مقابله با آن ها وجود نداشته و اقدامات صورت پذیرفته نیز به طور غیر مؤثر و غیر علمی انجام گرفته است. این کاستی ها ضعف در ساختار مدیریت را بیش از پیش آشکار می نماید(حسینی، مدیریت بحران، ۱۳۸۷).

تصمیم گیری در مدیریت یک اصل اساسی است. در تصمیم گیری با معیارهای چندگانه گروهی تلاش می شود تا از تکنیک هایی استفاده شود که یک جواب جمعی اشتراکی ارائه شود، در موقعیتی که گروهی از کارشناسان عقاید خود را در مورد اولویت ها یشان بیان می کنند، (فو۲ و یانگ ، ۲۰۱۰؛ فو

[1] *Rough Set Theory (RST)*

[2] Fu & Yang

و یانگ، ۲۰۱۱). به منظور یافتن یک جواب جمعی از ترکیب دیدگاه های کارشناسان الگوهایی مبتنی بر نظریه ی راف استخراج می شود.

به طور کلی، عوامل اصلی که در بروز سوانح جاده ای را می توان در سه دسته کلی تقسیم بندی نمود که عبارتند از: خطای انسانی، وضعیت جوی و نقص وسایل نقلیه.

در کشـور ما اسـتان سمنان، به عنوان پل ارتباطی دو کلان شهر تهران و مشهد مقدس، از حجم تردد بین شهری بالایی برخوردار است، بنابر این مدیریت و کنترل عوامل موثر اهمیت ویژه‌ای پیدا می کند. به منظور تحلیل کارای علل بروز سـوانح و پیشـگیری از تکرار آن، تحلیل اطلاعات مرتبط با سـوابق سوانح می‌تواند نتایج بسیار ارزشمندی را در اختیار تصمیم‌سازان قرار دهد.

بنابراین لازم اسـت برای کاهش سـوانح، علاوه بر توسـعه سیستم های ثبت داده به شناسایی و تحلیل علل سوانح نیز توجه شود تا راهکار های مناسب را در پیشگیری از وقوع سانحه ارائه دهد.

اگرچه شـناسـایی عوامل بروز سـوانح به عنوان گام آغازین ارزشمند است، اما تحلیل روابط مابین این عوامل به منظور استخراج کیفیت ارتباط و اثرگذاری تعاملی عوامل بر یکدیگر حایز اهمیت است.

به‌طور معمول، دلایل وقوع یک سـانحه با نزدیک ترین عوامل به تصادف توصیف می‌شوند. این رویکرد اگرچه فرایند تحلیل را تسهیل می‌نمایند، اما می‌تواند زمینه‌ساز از دست رفتن سهم مهمی از اطلاعات و نقش آفرینی عوامل موثر اما پنهان در بروز یک سـانحه باشد که در نهایت پیش‌بینی سوانح مشابه را با خطای چشـمگیری همراه می‌سازد. به همین دلیل اخیرا محققان تمایل نشان داده‌اند که فاکتورها و فعالیت های پیش از وقوع حادثه را مورد مطالعه قرار دهند(جین تی سای [۱] و همکاران، ۲۰۰۷).

۱ Jinn-Tsai

در این راستا با بهره گیری از سامانه اطلاعات سوانح و حوادث حمل و نقل کشور اطلاعات سوانح استان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته‌است. جهت تحلیل داده‌ها نظریه مجموعه‌های راف به کار برده شده است.

نظریه مجموعه‌های راف تعمیم و بسطی از نظریه مجموعه‌ها و دارای ویژگی فشرده سازی داده‌هاست. این فشرده سازی به علت ایجاد و تعریف کلاس‌های هم ارزی مبتنی بر ارتباطات غیر قابل تشخیص و همچنین حذف موارد بی معنی و زائد است.

مروری بر مطالعات پیشین و عدم وجود مقالات و پایان نامه‌های داخلی کاربردی مرتبط نشان می‌دهد که عدم وجود الگوی جامعی که راهنمای مدیران مراجع ذیربط در هنگام وقوع سانحه باشد باعث شده تا امداد رسانی آن گونه که خسارات به حداقل برساند صورت نگرفته است.

از آنجایی که در این پژوهش از اطلاعات ثبت شده‌ی سوانحی که قبلا به وقوع پیوسته استفاده می‌شود، الگویی مستند از مواردی که مسببان اصلی حادثه هستند، به دست می آید.

۱-۳- ضرورت تحقیق

با توجه به آمار بالای تصادفات جاده ای در ایران، عملیات امداد و نجات جاده ای از اهمیت بالایی در نظام سلامت برخوردار است. به کارگیری تکنیک هایی برای کاهش خطا در این فرایندها منجر به افزایش کیفیت این خدمات می گردد که این موضوع کاهش هزینه ها و افزایش سلامت را در برخواهد داشت. (فراهانی دلجو و همکاران، ۱۳۹۰).

تعداد تلفات ناشی از تصادفات جاده ای عمدتا تحت تاثیر سه عامل جاده، انسان و وسیله نقلیه قرار می گیرد. امروزه، مواجهه با مکان هایی که در معرض حادثه هستند از جمله تعریف، شناسایی و اولویت بندی، به عنوان رویکردی برای افزایش و بهبود سطح ایمنی شبکه راه ها مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین برنامه ریزی و مدیریت موثر آن بسیار مهم است (آقاجانی و همکاران، ۲۰۱۹).

لزوم اقـدامات پیشـــگیری و حذف یا کاهش اثرات، انکار نا پذیر اســـت. از جمله به کارگیری و ارتقاء امکانات و تجهیزات موجود جهت آمادگی و مقابله با حوادث، پیش بینی و تامین نیازهای اســـاســـی آسیب دیدگان، امداد رسانی فوری و از قبل سامان یافته برای حفظ سلامت و بازگرداندن مسدومان به حالت زندگی. این اقدامات باید در برنامه کاری سـازمان های متولی قرار گیرد. کشور باید با استفاده از ابتکارات مدیریتی جمعی نخبگان و متخصـصـان به حذف یا کاهش اثرات بپردازد(حسـینی، مدیریت بحران، ۱۳۸۷).

بررسـی عملکرد درون هر سازمان به دلایل نظارت بر کار سازمان های مختلف، ایجاد مسئولیت پذیری مدیران، بدسـت آوردن معیار مناسـبی برای تخصـیص بودجه به سـازمان ها صـورت می گیرد.یکی از مهمترین این سازمان ها، بخش امداد می باشد که به لحاظ اهمیت نوع خدمات و سر و کار داشتن با سـلامت و جان انسـان ها، افزایش کیفیت و تضـمین آن برای نظام بهداشـت و درمان و مردم به طور فزاینده مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به محدودیت منابع بخش امداد، ضـرورت توجه به افزایش کارایی سازمان های امدادی الزامی اســـت. مدیران باید کیفیت خدمات ارائه شـــده در مراکز امدادی را بهبود دهند. یکی از را ه های این بهبود بررسی سوانح جاده ای و استخراج قاعده به کمک نظریه مجموعه های راف انجام می گیرد.

۱-۴- نوآوری

مروری بر مطالعات پیشین و عدم وجود مقالات و پایان نامه‌ها داخلی کاربردی مرتبط نشان می‌دهد که عدم وجود الگوی جامعی که راهنمای مدیران مراجع ذیربط در هنگام وقوع سـانحه باشد باعث شده تا امداد رسـانی آن‌گونه که خسـارات به حداقل برساند صورت نگرفته است. پیاده کردن سیستمی علمی برای مسـتند سـازی نواقص و خطاهای بالقوه در بروز سوانح جاده ای، اطلاعات اساسی مورد نیاز برای ارزیابی ایمنی و سـلامت عملیات امداد و نجات جاده را به شـکل مطلوب فراهم می سازد. این سیستم

علمی تئوری کابردی مجموعه های راف اســت که تا کنون برای الگو ســازی مقوله حوادث جاده ای به کار گرفته نشده است.

از آنجایی که در این پژوهش از اطلاعات ثبت شــده ی ســوانحی که قبلا به وقوع پیوســته اســتفاده می‌شــود، الگویی مســتند از مواردی که پیاده کردن ســیســتمی علمی برای مســتند ســازی نواقص و خطاهای بالقوه در بروز ســوانح جاده ای، اطلاعات اســاســی مورد نیاز برای کنترل و پیشگیری از وقوع حادثه را به شکل مطلوب فراهم می سازد. این سیستم علمی نظریه کابردی مجموعه‌های راف است که تا کنون برای الگو سازی مقوله حوادث جاده ای به کار گرفته نشده است.

۱-۵-استفاده کننده‌گان از نتایج تحقیق

برخی از الگوهای حادثه ساز با تنظیم مواردی قبل از سانحه، قابل پیش گیری هستند. اصلاح رفتارهای رانندگی، رفع نقص وسایل نقلیه پیش از سفر از جمله عوامل قابل پیشگیری هستند.

به علت تأثیر حیطه‌های متعدد و متنوع مدیریتی در وقوع یک ســانحه جاده‌ای پیش‌گیری و کنترل این حوادث تا حدودی پیچیده است. سازمان‌ها و مراجع مرتبط با سوانح جاده‌ای می‌توانند از نتایج این پژوهش بهره گیرند.

۱-۶- هدف تحقیق

امروزه تعداد تصــادفات جاده‌ای در کشــور ما رو به افزایش اســت، از آنجا که خســارت های جانی در مواردی غیر قابل جبران می باشد، ضرورت دارد به منظور جلو گیری از خسارت تصادفات رانندگی، راه کار های موثری به اجرا گذارده شــود. بررســی های اخیر در مورد سوانح مبین این مطلب است که در غالب موارد آمادگی لازم برای مقابله با آن ها وجود نداشــته و اقدامات صــورت پذیرفته نیز به طور غیر مؤثر و غیر علمی انجام گرفته اســت. این کاســتی ها ضعف در ساختار مدیریت را بیش از پیش آشکار می نماید(حسینی، مدیریت بحران، ۱۳۸۷).

۱-۷- سوال تحقیق

این پژوهش به دنبال یافتن پاسخی برای سوالات زیر است:

۱. عوامل موثر در بروز سوانح رانندگی (ورودی مدل راف) و مشخصات سوانح رانندگی (خروجی مدل راف) چیست؟

۲. الگوهای قاعده‌مند نشان‌دهنده دسته‌بندی علل تصادفات جاده‌ای چگونه است؟

۳. کدام محورها حادثه خیز هستند؟

۱-۸-قلمرو تحقیق

در این قسمت انواع قلمروهای موضوعی، زمانی و مکانی استفاده شده در پژوهش معرفی می‌شوند.

۱-۸-۱-قلمرو موضوعی

پژوهش حاضر از حیث موضوعی درحیطه مدیریت بحران و به طور خاص در پیش‌گیری از وقوع سوانح جاده‌ای قرار می‌گیرد و از آنجا که در پایان الگوهای حادثه ساز در رانندگی ارئه می‌شود جز تحقیقات استراتژیک برای سازمان محسوب می‌شود و نتایج آن در زمینه تصمیم گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این این پژوهش از دیدگاه تحلیلی، از نوع کمی-کیفی می‌باشد.

۱-۸-۲-قلمرو مکانی و زمانی

اطلاعات پژوهش حاضر متعلق به سوانح جاده‌ای استان سمنان و از سامانه اطلاعات سوانح و حوادث حمل و نقل کشور به دست آمده است. از نظر زمانی، اطلاعات مرتبط با شش ماه نخست سال ۱۳۹۸ تحلیل می‌شود.

۱-۹-تعریف واژه‌ها و اصطلاحات

در این بخش واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شده در پژوهش معرفی می‌شوند.

۱-۹-۱-سوانح جاده ای

به حادثه ترافیکی جاده‌ای می‌گویندکه در آن دست کم یک وسیله نقیله با خودرو دیگر، یا یک کاربر دیگر، یا یک جسم ثابت در کنار جاده برخورد کرده باشد. این حادثه اغلب آسیب جانی یا مالی در پی دارد. این حوادث از عوامل اصلی مرگ در کشورهای جهان هستند.

۱-۹-۲- عامل طبیعی

عامل «طبیعی» بیانگر شرایط جوی هنگام وقوع حادثه است که می تواند یکی از موارد ابری، بارانی، عادی، برفی، مه گرفتگی،کولاک و طوفان باشد.

۱-۹-۳- عامل فنی

عامل «فنی» مجموعه ای از انواع وسیله نقیله و وجود یا عدم وجود نقص در آن‌ها است (جین تی سای[۱] و همکاران، ۲۰۰۷).

بر اساس "ماده ۲۰۰ آئین‌نامه راهنمائی 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 بیش از حد مجاز گازها یا آلاینده‌های هوا و یا آلودگی صوتی (آلودگی بیش از حد مجاز صدا) گردد، نقص فنی نامیده می‌شود.
عیب و نقص‌هایی که ممکن است باعث بروز حادثه شوند عبارتند از: نقص در سیستم ترمز، نقص در

[۱] Jinn-Tsai

سیستم چرخ‌ها، نقص در لاستیک‌ها، نقص در سیستم انتقال نیرو، نقص در سیستم سوخت‌رسانی اتومبیل و نقص سیستم ایمنی داخل خودرو.

۱-۹-۴- عامل انسانی

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، خواب آلودگی راننده، استفاده از تلفن همراه، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی و عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه هستند.

۱-۹-۵- نظریه مجموعه راف

نظریه مجموعه راف روشی است که به طبقه بندی و تحلیل اطلاعات قابل دسترس می‌پردازد که به صورت نا مطمئن و بدون قطعیت به دست می‌آیند (پاولاک، ۱۹۸۲). این نظریه با بررسی اطلاعات مربوط به یک سری مشخصه‌ی معین . نهایتا نتیجه حاصل شده در حالات گوناگون و با در نظر گرفتن تقریب بالا و پایین به ایجاد قوانین و الگوها می‌پردازد.

۱-۹-۶- استخراج الگو

یکی از تکنیک های داده کاوی استخراج الگوهای پرتکرار است (زمانی نو و همکاران، ۱۳۹۶). استخراج الگوهای مفید از مجموعه داده‌ها، یکی از موضوعات چالش برانگیز در داده کاوی است، زیرا در داده ها با تعداد بالا، استخراج مجموعه محدودی از الگوها مسئله‌ای مهم در ایجاد یک کلاس بندی بر پایه ویژگی‌ها است. ویژگی‌های سازنده الگوها در میان انبوه داده‌ها پنهان و با روش های مطلوب علمی قابل استخراج هستند.

۱-۹-۷- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روشی برای حل مسائل بهینه سازی قید دار و بدون قید است که بر مبنای نظریه انتخاب طبیعی (فرآیندی که تکامل زیست شناسی را پیش می‌برد) عمل می‌کند. الگوریتم ژنتیک به طور مداوم جمعیتی از جواب‌های منفرد را اصلاح می‌کند. در هر مرحله الگوریتم ژنتیک به صورت تصادفی افرادی را از نسل فعلی به عنوان والدین انتخاب می‌کند و از آن‌ها برای ایجاد نسل بعد استفاده می‌کند. در طول نسل‌های متوالی، جمعیت جواب‌ها به سمت یک جواب بهینه تکامل پیدا می‌کند (سهرابی جافجیری و همکاران، ۱۳۹۸).

۱-۹-۸- متغیر زبانی

متغیری که می‌تواند واژگان زبان طبیعی را به عنوان مقدار بپذیرد. این واژگان، مقادیر زبانی نامیده می‌شوند و با مجموعه‌های فازی در مجموعه مرجع متغیر مشخص می‌گردند.

فصل دوم:

ادبیات پژوهش

۲-۱-مقدمه

حمل ونقل یکی از اجزای حیاتی زندگی امروزی است که مهمترین چالش آن ایمنی است. در یک تعریف ساده ایمنی در حمل و نقل رسیدن به مقصد بدون هیچگونه خسارت مالی وجانی می باشد. آمار نشان می دهد که سالیانه بیش از ۱/۲ میلیون نفر در جهان براثر این حوادث جان خود را از دست می‌دهند و حدود ۵۰ میلیون نفر مجروح می شوند. حدود ۷۵ درصد سوانح ترافیکی برون شهری در ایالات متحده آمریکا در مسیرهای برون شهری رخ می دهند، بنابراین شناسایی پارامترهای موثر بر میزان شدت تصادف جاده‌ای از اهمیت زیادی برخوردار هستند (اسدی و همکاران، ۱۳۹۶).

سوانح جاده‌ای در ایران سالانه صدمات جبران ناپذیری به بدنه اجتماعی و اقتصادی کشور وارد می‌سازد. مطابق آمار رسمی منتشر شده توسط نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ تعداد ۱۳۴۵۷۲۸ فقره تصادف بین شهری منجر به فوت رخ داده است. به همین دلیل این حوادث بحران و یک تهدید جدی به شمار می‌روند و نیازمند توجه بیشتر در این راستا هستند. علاوه بر امداد رسانی به موقع، انتقال سریع مصدومان به مراکز درمانی و در اختیار داشتن امکانات و تجهیزات برای مداوای مصدومان در صحنه تصادف، از جمله عواملی که می‌تواند راهکاری برای رفع این مشکل باشد، شناخت کافی عوامل موثر در وقوع حادثه و به کار گیری روش‌های علمی در مدیریت سازمان‌های مربوط است. با توجه به اطلاعات ثبت شده از تصادفات، می توان در نتیجه استفاده از استراتژی مناسب و برطرف ساختن عوامل حادثه ساز، از میزان خسارات این سوانح کاست. بنابراین

مدیران اســـتراتژیک، در صـــنایع مرتبط با حمل و نقل بین شـــهری، بایســـتی توجه ویژه‌ای به آمار و اطلاعات حوادث ثبت شده داشته باشند و در جهت کاهش آن تدابیر لازم را به کار گیرند.

۲-۲- سوانح جاده‌ای

حمل و نقل به معنی جابه‌جایی مسـافر یا بار از مبدأ به مقصد است. دسترسی انسان به کالا و خدمات از طریق مســـیرهای حمل و نقل و وســـایل حمل و نقل ایجاد می‌گردد. به‌طور کلی حمل و نقل در سراسر جهان به سه سطح درون شهری، بین شهری و بین المللی تقسیم می‌شود و با یکی از شیوه‌های جاده‌ای، هوایی، ریلی، دریایی و یا مجموعه‌ای از آن‌ها انجام می‌گیرد.

هزینه آسیب‌های ناشی از سوانح ترافیکی جاده‌ای حدود ۲ ٪ از تولید ناخالص ملی کشورهای با درآمد بالا، ۱,۵ ٪ در کشـورهای با درآمد متوسـط و ۱ درصـد در کشـورهای با درآمد پایین برآورد می‌شـود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۳). از این رو کشورها باید اقدامات جدی‌تری به منظور کاهش خسارات و برقراری امنیت ترافیکی برای مسافران انجام دهند.

داده‌های به دست آمده از سوانح ترافیکی برون شهری یکی از منابع ا صلی جهت تجزیه و تحلیل و برر سی شدت حوادث رانندگی و علل موثر برآنها ا ست. این مجموعه داده‌ها می‌تواند شـــامل ده‌ها پارامتر مختلف باشـــــد که بر اســـاس رویکردها و تکنیک‌های گوناگون می‌توان آنها را مورد بررسی قرار داد. بنابراین برای کاهش تصـادفات نیاز است تا علل حادثه شناسایی، دسته بندی و تحلیل شوند. محققان پارامتر های موجود در در این داده ها را با رویکرها و تکنیک های مختلف مورد بررسی قرار می دهند. خطای انسـانی، نوع وسـایل نقلیه و وضـعیت جوی یکی از دسـته بندی‌های عوامل موثر در بروز یک سـانحه جاده‌ای اسـت (بهشتی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۴). در این بخش به بررسی ادبیات موضوعی تحلیل عوامل موثر در سوانح جاده ای پرداخته می‌شود.

مدل های آماری مانند رگرسـیون خطی، رگرسیون لجستیک، مدل های ضریب پواسون دو جمله ای، منفی یا صـفر به طور گسترده در تجزیه و تحلیل روابط بین فاکتورها و سانحه جاده ای استفاده شده

اند (ال-قمدی[1]، ۲۰۰۲؛ چاندرارانتا[2]، ۲۰۰۶؛ کیم[3]، ۲۰۰۳؛ لی[4]، ۲۰۰۳؛ لرد[5]، ۲۰۰۵). در این مدل ها عوامل موثر با موفقیت شناسایی شده اند اما به دلایلی نظیر روابط بسیار پیچیده بین عوامل، محدودیت های داده ها و ناقص بون اطلاعات ثبت شده محققان در پی روش هایی هستند که ارتباط دقیق تری بین عوامل موثر و نتایج سانحه برقرار سازند.

بررسی سوانح جاده ای با استفاده از تئوری راف در تایوان (جین تی سای[6] و همکاران، ۲۰۰۷) انجام گرفته است تا وقوع حادثه جاده ای را به عنوان زنجیره هایی از عوامل مدل کنند. زنجیره فاکتورها متشکل از ، ویژگی های راننده ، ویژگی های جاده، رفتار راننده و عوامل محیطی هستند که دلالت بر وقوع حادثه دارند. در این زنجیره ها ترتیب توالی اهمیتی ندارد و عملکرد مشخصه ها، 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 نتیجه حادثه رابطه علّی و معلولی دارند، به همین دلیل ممکن است مواردی مانند نقص اطلاعات موجب گسستن زنجیرهای علّی و معلولی شوند.

بررسی تصادفات جاده‌ای در کشور در سال ۲۰۱۷ توسط آقاجانی و همکاران، با تهیه الگوهای دمایی موثر بر وقوع سانحه به کمک نرم افزار 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 جاده های اصلی استان ایلام مورد استفاده قرار گرفته است. استان ایلام یک منطقه کوهستانی بلند در غرب ایران است. در این پژوهش نقشه های نشان دهنده حجم سوانح

---

[1] *AL-Ghamdi*
[2] *Chandraratna*
[3] *Kim*
[4] *Lee*
[5] *Lord*
[6] *Jin-Tsai*

جاده ای ترسـیم و با نقشـه آب و هوایی اسـتان مقایسه شده است. بررسی نقشه ها نشان می دهد که جاده های شمال استان ایلام به دلیل بیشتر بودن حجم بارندگی دارای بیشترین تعداد سوانح هستند.

آسـیب‌های ناشـی ازحوادث ترافیکی در لبنان هم به میزان چشـمگیری کیفیت زندگی افراد را تحت تـاثیر قرار می‌دهد. به دلیل عدم وجود اختیار قانونی در جمع آوری و گزارش داده‌های مربوط به تصـادفات، (قندور[۱] و همکاران، ۲۰۱۹) بسـتری انلاین [۲]*(LRAP)* برای جمع آوری حوادث پیشـنهاد کرده‌اند که امکان جمع آوری داده های مسـتقل، طبقه بندی وبدون مداخله انسانی را فراهم می کند و هدف آن کمک به مقامات در تعیین اقدامات مناسـب برای پیشگیری از حوادث رانندگی است. داده های اسـتخراج شـده از *LRAP* برای بررسی مقیاس پذیری[۳] حوادث با توجه به پارامترهای مختلف از جمله منطقه ، اندازه جمعیت در منطقه و طول شبکه راه استفاده می‌شود. چنین رویکردی چشم انداز جدیدی را در مورد مقیاس پذیری و رفتار سـوانح به عنوان یک ارگانیسم زنده با رشد شهرها ارائه می دهد.

همچنین مطالعه ازطریق مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی برای برجسته کردن عوامل مهم در تصادفات رانندگی انجام شـده اسـت (تی.زد.یو[۴] و همکاران، ۲۰۱۹). نتیجه حاصـل نشـان دهنده کاهش تعداد تصادفات با افزایش استفاده از وسایل نقلیه عمومی است.

۲-۲-۱- طبقه بندی سوانح

آنالیز دقیق حادثه می بایستی با استفاده از طبقه بندی سوانح انجام گیرد. استفاده از طبقه بندی این امکان را ایجاد می‌کند تا مرکز مدیریت سوانح بتواند طبق برنامه ریزی قبلی اقدام کرده و حادثه را از

---

[۱] *Ghandour*

[۲] *Lebanese Road Accident Platform*

[۳] در مهندسی نرم‌افزار مقیاس‌پذیری،ویژگی مطلوبی از یک سامانه، شبکه یا فرایند است که به توانایی آن برای پاسخگویی به افزایش میزان بار کاری به سهولت دلالت می‌کند یا میزان آمادگی سیستم را برای افزایش بار کاری نشان می‌دهد.

[۴] T.Z.U

سطح جاده پاک نماید.

برای برخورد مناسب با تصادفات باید درک درستی نسبت به حادثه در نظر گرفته شود چراکه تصادفات و سوانح از گوناگونی متعددی برخوردارند. بنابراین برای مدیریت قوی تر و مناسب تر و ایجاد فرامین و دستوالعمل دقیق و هماهنگی با سازمان ها و امکانات و واکنش دهنده ها، ابتدا باید نوع حادثه وسطح آن مشخص شود. برای تسهیل در این امر باید کلیه حوادث و سوانح جاده ای طبقه بندی شود تا دید مناسب تری از آنچه رخداده است پیدا شود و اقدامات مبذول انجام گیرد (بلوکیان و همکاران، ۱۳۸۸).

دسته بندی سوانح بر اساس شاخص های میزان تأخیر وارده بر جریان ترافیک، مشخصات سانحه و سازمان های مسئول امدادرسان به شرح زیر است:

- سطح ۱:

مسدود شدن کل سطح جاده دراثر سانحه و تاخیر بیش از ۲ ساعت از مشخصه های این سطح بوده و کلیه امکانات برای پاک سازی صحنه حادثه به کار می رود. استفاده از سیستم های اخبار رادیویی برای راهنمایی جریان ترافیک لازم و اکیپ های پشتیبانی برای رفع موانع به حالت آماده باش قرار دارند.

- سطح ۲

تاخیر ۲ ساعت از ویژگی های این سطح سانحه بوده و صدمات شدیدی بر مسافران به وجود آمده است. هماهنگی بین کلیه اکیپ‌های امدادی از جمله اورژانس، آتش نشانی و مهندسین ترافیک و لازم است. همچنین انسداد مسیر در این سطح برای مدتی وجود دارد.

- سطح ۳

تاخیر در این سطح بین ۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت است. گروه‌های امدادی جرثقیل و آتش نشانی از جمله اکیپ‌های ارسالی به منطقه سانحه می‌باشند. خرابی وسایل نقلیه و تعمیر و نگهداری راهها از سوانح موجود در این سطح می باشند.

- سطح ۴

حاصل برخورد ۲ یا چند اتومبیل با هم که حرکت جریان ترافیک از محل حادثه امکان پذیر نمی باشد. تاخیر کمتر از ۳۰ دقیقه در این سطح بوده و ارسال ۱ یا ۲ اکیپ کافی است.

۲-۲-۲- فرآیند مدیریت سوانح

رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده در رخدادها و سوانح جاده ای و کاهش خسارات ایجاد شده در یک سیستم یکپارچه در جهت تسهیل مدیریت سوانح، امری لازم قلمداد می شود. وقوع سوانح در راهها باعث کاهش ظرفیت جاده ها و یا بزرگراه ها گشته و به موازات آن کاهش تقاضا می‌گردد. همچنین در برخی از سطوح حوادث اولیه باعث ایجاد سوانح ثانویه می گردد که خود صدمات و خسارات گسترده‌ای را به شبکه حمل و نقل وارد کرده و مدیریت سوانح را با مشکل روبه رو می‌سازد. تأثیرات حوادث ثانویه بر اساس تجربیات موجود در مدیریت سوانح در جهت کمک رسانی، معضلات ذیل را در سطوح اقتصادی و اجتماعی ایجاد می‌کند (بلوکیان و همکاران، ۱۳۸۸).

- کاهش پاسخ زمانی جامعه برای انواع سرویس های امدادی مانند اورژانس
- افزایش مصرف سوخت
- افزایش هزینه کالا
- افزایش آلودگی هوا و مضرات محیطی
- افزایش تعمیر و نگهداری وسایل
- کاهش کیفیت زندگی

مدیریت تصادفات یک فرایند فوریتی است که برای پردازش سریع داده های در حال تغییر، به زمان نسبتا کمی نیاز دارد. همچنین بررسی ازدحام در سوانح نشان از کاهش استفاده حداکثری از ظرفیت

جاده، منابع و تجهیزات مورد استفاده در حمل و نقل جاده‌ای دارد. بنابراین برای از بین بردن این موانع نیاز به مدیریت مستمر و هماهنگی وجود دارد تا بتوان حداقل هزینه مالی، جانی و زمانی برای اینگونه حوادث در نظر گرفته شود. مدیریت سوانح با استفاده از امکانات، اکیپ‌ها، تجهیزات و هماهنگی های لازم بر اساس اهداف زیر سعی در رسیدگی فوری به سوانح را دارد.

- کاهش زمان تشخیص تصادفات
- کاهش زمان امدادرسانی
- کاهش زمان پاکسازی صحنه حادثه
- کاهش تاثیر تصادفات بر دوره اوج ترافیک
- کاهش تاثیر بازسازی صحنه بر ترافیک
- دادن اطلاعات دقیق به رانندگان

آنچه در رسیدگی به سوانح می تواند حائز اهمیت باشد کاهش زمان رسیدگی و پاک نمودن سانحه به وجود آمده و روان سازی جریان ترافیکی است.

۲-۲-۳- عملیات بهبود مدیریت سوانح

لازمه بهبود مدیریت سوانح استفاده مناسب و با برنامه از تجهیزات و امکانات با بررسی دقیق نیازهای هر نوع حادثه و ایجاد هماهنگی و مدیریت بین اکیپ ها و سازمان های اجرایی برای رفع مشکلات ناشی از حادثه است . در کشور ما فرماندهی صحنه تصادفات بر عهده پلیس راهنمایی و رانندگی ناجا می باشد و تمامی تیم‌ها می‌بایست اقدامات خود را با پلیس هماهنگ نمایند. در این راستا اگرچه پلیس نقش اساسی ایفا می کند، اما عدم وجود مهندسین ترافیک در مدیریت سانحه باعث ایجاد تاخیر در رسیدگی به سانحه می‌گردد. همچنین عدم استفاده از سیستم های هوشمند در شناسایی و اطلاع رسانی می تواند از علل دیگر تاخیر در رسیدگی به سانحه باشد. بررسی فاز به فاز عملیات با استفاده از تکنیک های جدید می تواند کمک شایانی در جهت بهبود مدیریت سوانح و رسیدن به اهداف مدیریت سوانح

به ما ارائه دهد. همچنین استفاده از طبقه بندی اقدامات مدیریت سوانح اجرای اهداف در کمترین زمان ممکن می کند. در ادامه بر اساس تفکیک اقداماتی که در برطرف کردن سانحه وجود دارد، در ادامه فازبندی رسیدگی به سانحه ارائه شده است.

۱) شناسایی سانحه فاز اول مدیریت سوانح شناسایی سانحه می باشد. شناساگرها با رؤیت سانحه شروع به مخابره اطلاعات به مرکز مدیریت سوانح، مرکز کنترل ترافیک و گروه های امداد اولیه می‌کنند. نکات مثبت در شناساگرها کاهش زمان تأخیر جریان ترافیک و کاهش اثرات منفی سانحه به جریان ترافیک می باشد. همچنین کمک رسانی سریع به مصدومین حادثه و تسریع حضور اکیپ‌های سازمان‌های مربوطه در محل حادثه از دیگر تاثیرات مثبت شناساگرها می‌باشد. تکنیک های استفاده شده جهت مخابره اطلاعات و وقوع سانحه در قالب شناساگرها به شرح زیر است :

- تلفن های بی سیم برای رانندگان
- تلویزیون های مدار بسته سیستم کنترل ترافیک
- وسایل اندازه گیری الکترونیکی ترافیک
- گشتهای امداد و پلیس
- دیدبانی هوایی
- خودروهای ناوگان حمل و نقل
- تلفن های سیار و همگانی

کلیه تکنیک‌ها بر حسب نوع اطلاعات جمع آوری شده و ارسال آنها و نوع استفاده از اطلاعات در سه گروه گزارشات شهری (تلفن های عمومی و بی سیم و ...)، الکترونیکی (دوربین ها و وسایل اندازه گیری الکترونیکی ترافیک و ...) و گزارشات حرفه ای (دیدبانی هوایی و گشت امداد و...) دسته بندی و طبقه بندی می‌شوند. مجهز کردن به تجهیزات و آموزش در این قسمت می‌تواند زمان رسیدگی به سانحه را به صورت کاملا ملموسی کاهش دهد.

۲) تایید ورسیدگی: احاطه بر وضیعت و این نکته که آیا سانحه به وجود آمده باید رسیدگی شود یا خیر و در چه سطحی به آن پرداخته شود فاز دوم در عملیات مدیریت سوانح قلمداد می‌شود. جمع آوری اطلاعات و ارزشـــیابی داده ها با جزییات زیاد برای ســـوانح، بررســـی نوع منابع و تجهیزات موجود امدادرســـانی در منطقه، تعیین نوع امداد و اطلاعات کمک کننده و تســـهیل کننده در راهنمایی اکیپ های ارســـالی و مخابره و ارتباط کارآمد برای رفع ســـانحه در این فاز انجام می‌گیرد. در این فاز نیز با اســـتفاده از تکنیک های ذیل می توان در جهت بهبود عملیات رسیدگی به سانحه، اقداماتی انجام نمود :

- استفاده از دوربین ها و سیستم های هوشمند برای گردآوری اطلاعات جهت ارزیابی و تایید
- مخابره و ارتباط بین مرکز مدیریت و واکنش دهنده با استفاده از سیستم های مخابراتی قوی
- ترکیـــب اطلاعات منابع مختلف و جمع بندی و آنالیز داده‌ها و ارســـال دســـتور به اکیپ های پاسخگو

۳) اطلاع رســـانی به رانندگان: در ســـوانح به منظور جلوگیری از شـــوک مواجه باســـوانح بایستی از ســـیســـتم های اطلاع رسانی برای راهنمایی، تعیین مسیر و اطلاع رسانی به رانندگانی که قصد تردد از مســـیر حادثه را دارند اســـتفاده شـــود. ســـیســـتم اطلاع رسانی باید در تمام مدت روز یا حداقل در مواقع ایجاد حادثه بتواند اطلاعات مرکز کنترل ترافیک یا مرکز مدیریت سوانح را به رانندگان انتقال دهد. متدهای اطلاع رسانی در سطح دنیا که می توانند در جهت بهبود این فاز موثر واقع گردند به شرح زیر می باشد:

- انتشار اطلاعات توسط رادیوها
- پیام رسانی ناپایدار سیگنالی
- سیستم اطلاعات تلفنی
- تلویزیون عمومی و یا ایجاد شبکه هایی که شامل اخبار ترافیکی باشند

• سرویس مهیا کننده اطلاعات رانندگان از طریق کامپیوتر وسیله نقلیه

استفاده از سیستم های هوشمند گامی موثر در این فاز می باشد. این فاز همزمان با فاز ۴ یعنی ارسال واکنش دهنده ها انجام می شود.

۴) پاسخگو ها و یا واکنش دهنده ها: مرکز مدیریت با آرایش اعضای واکنش دهنده و اختصاص گروه‌های امداد رسانی، پرسنل، تجهیزات و لینک های مخابراتی اقدام به تشکیل یک تیم برای از بین بردن اثرات سوانح در جاده ها می نماید. واکنش دهنده ها، فاز ۴ عملیاتی مدیریت سوانح هستند که شامل اکیپ و پرسنل تجهیزات بوده و از طرف مرکز به محل سانحه ارسال می‌شوند. اکیپ ها شامل تمامی ارگان هایی هستند که می‌توانند اهداف مدیریت سوانح را تحقق بخشند(پلیس، امدادگران، آتش نشانی، مهندسین ترافیک، اورژانس و تجهیزات راه سازی). تیم ارسالی باید درک درستی از صحنه سانحه داشته و با داشتن اطلاعات کافی از سانحه و همچنین تسلط بر تجهیزات و منابعی که در اختیار دارد، هر چه سریع تر به هدف تعیین شده یعنی امداد رسانی سانحه و همچنین روان سازی جریان ترافیک اقدام نماید. اکیپ های ارسال شده به محل سانحه با توجه به سطح سانحه، توسط مرکز کنترل ترافیک و یا مرکز کنترل سوانح تعیین می‌گردند. این فرایند باعث مدیریت بهتر سانحه و رسیدگی سریع‌تر به آن می‌شود.

۵) پیشتیانی لجستیکی برای واکنش : برای ایجاد سازماندهی ایمن در جهت ارتقاء به کیفیت مدیریت، سیستم‌های پشتیبانی جهت اعزام در مواقع ضروری برای ارگان های مختلف با توجه به شرایط متفاوت امری لازم و موثر در جهت بهبود مدیریت سوانح است. این مرحله فاز ۵ عملیات مدیریت سوانح قلمداد می‌شود که معمولا برای سوانح سطح ۱ در نظر گرفته می شود. لیست اکیپ های پیشتبانی در کشورهای مختلف متفاوت است؛ نمونه ای از لیست سرویس های پشتیبانی به شرح زیر است:

- اکیپ تعمیر و نگهداری راه و راهداری
- پیمانکار کنترل ترافیک
- کامیون و تریلرهای حمل بار
- ماشین آلات سنگین در دسترس
- پرسنل شناخته شده و با تجربه
- وجود انبار تجهیزات امدادی

یکی از مهمترین اقدامات در عملیات لجستیکی ایجاد انبار برای تسهیل در مدیریت سوانح است. این انبارها شامل تجهیزات و وسائل مورد نیاز برای عملیات امدادرسانی به سوانح جاده ای هستند. مهمترین نکته برای انبار مکان یابی آن است که بر اساس پارامترهای گوناگون باید تعیین گردد به طوری که قابلیت عملیاتی کردن تجهیزات ذخیره شده در آن وجود داشته باشد.

۶) سایت مدیریتی: در سوانح پس از ارسال واکنش هادهنده ها و اکیپ های امدادی در پاره ای از مواقع نیاز به ایجاد یک سایت مدیریتی در محل حادثه است. این سایت با توجه به دید بالایی که از حادثه پیدا کرده است، با استفاده از نمایندگان گروه های ارسال شده به محل حادثه و سازماندهی و ایجاد هماهنگی بین تیم های عملیاتی، کمک شایانی در بهبود مدیریت سانحه در محل می‌کند. این سایت با اهداف زیر تشکیل می‌گردد:

- افزایش ایمنی و کاهش قربانی
- جلوگیری از حوادث و سانحه‌های ثانویه
- کاهش ضربه سانحه بر پیکره حمل و نقل
- ایجاد مختصات مناسب برای سازماندهی اکیپ‌های ارسالی به منطقه سانحه
- کاهش زمان امداد رسانی و تعیین سیستم ارتباطی مناسب
- ماکزیمم استفاده از امکانات و پرسنل

سایت های مدیریتی مشخصا فقط در هنگام سانحه در همان محل تشکیل و در هماهنگی کامل با

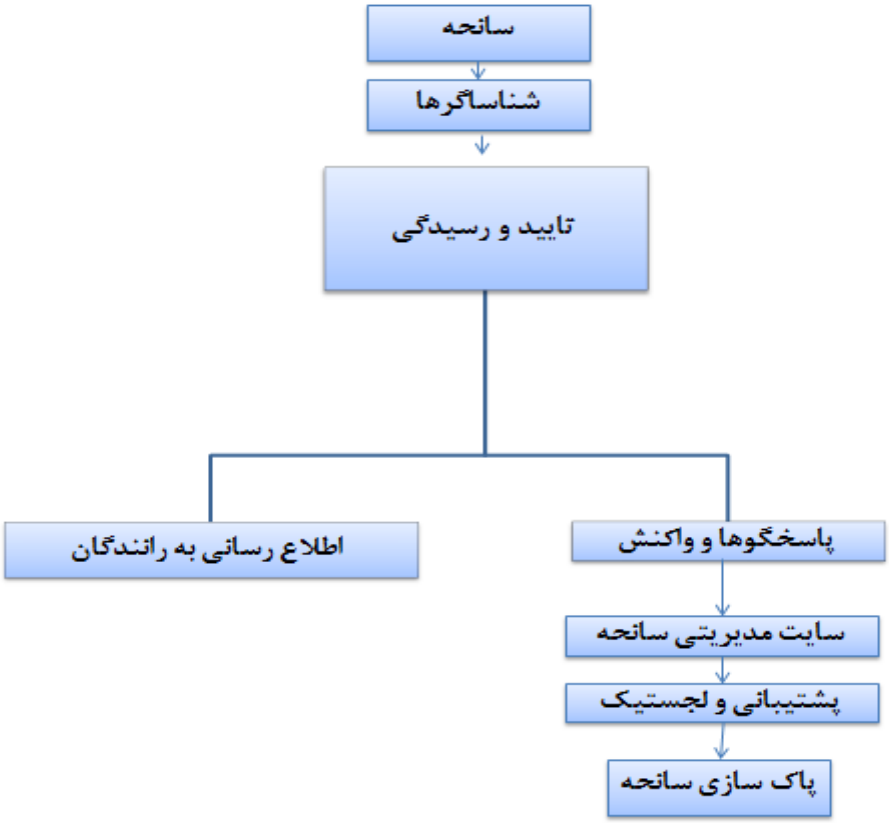
مرکز مدیریت سانحه و مرکز کنترل ترافیک می باشد. وظایف سایت مدیریت شامل موارد زیر است:

- جمع آوری اطلاعات محیطی و ارزیابی دقیق سانحه
- محاسبه دقیق اولویتها
- آگاهی از مختصات دقیق منطقه و اختصاص قسمت‌های مختلف به اکیپ‌ها
- تعیین گروهها و اکیپهای پشتیبانی

ایجاد سایت مدیریتی در محل به عنوان فاز آخر(فاز ۶) عملیات است که برای زدودن سانحه در نظر گرفته می‌شود.

۲-۲-۴- چارت مدیریت سوانح در جاده ها:

آنچه تا کنون در رابطه با مدیریت سانحه بیان شد در چارت زیر به صورت یک مدل ارائه شده است. در این مدل سعی شده حداقل زمان ممکن برای پاک سازی حادثه در نظر گرفته شود.



شکل (۲-۱) چارت مدیریت سوانح در

۲-۲-۵- مدل‌های پیش بینی سوانح

گام اول در جهت کاهش سوانح جادهای شناخت عوامل موثر در وقوع تصادفات است که با مدل‌سازی متغیرهای موثر در وقوع تصادفات امکان‌پذیر است. در سالهای اخیر با ا ستفاده از روشهای گوناگون ازجمله مدل‌های آماری سعی شده است تا رابطه بین تعداد تصادفات و عوامل مختلف بررسی شود. مدلهای پیشبینی تصادفات، معادلات ریاضی هستند که تعداد تصادفات مورد انتظار درراه‌ها را به‌صورت تابعی از جریان ترافیک، مشخصه‌های هندسی و دیگر خصوصیات آن تسهیلات بیان می‌کنند هدف از مدل آماری یافتن رابطه بین تعداد تصادفات یا تخلفات در محدوده مطالعه و پارامترهای وابسته است.

نصیری و شهرام نیا در پژوهشی با استفاده از اطلاعات مربوط به متغیرهای بانک‌های اطلاعاتی موجود در پایگاه داده ایالت اورگان آمریکا به مقایسه مدل‌های آماری مختلف شامل پوآسون، دوجمله‌ای منفی، پوآسون صفرآماسیده، دوجمله‌ای منفی صفر آماسیده و شبکه عصبی مصنوعی پرداخته‌اند. متغیرهای انتخابی در این پژوهش شامل تعداد تصادفات، طول مقطع، عرض باند و شانه، درجه قوس افقی وشیب طولی مطلق و متوسط ترافیک سالیانه می‌باشد که با مدلسازی تعداد تصادفات به این نتیجه رسیده‌اند که‌افزایش عرض باند، درجه قوس افقی و شیب طولی موجب افزایش تعداد تصادفات و افزایش عرض شانه سبب کاهش تعداد تصادفات می‌گردد

برای مدل های پیش بینی تصادفات می توان از مدل های گسسته شامل مدل پواسون،مدل دو جمله ای منفی و لاجستیک استفاده نمود. در ادامه به طور خلاصه به موارد استفاده از این مدل‌ها اشاره می‌شود.

۲-۲-۵-۱- مدل پواسون

مدل های رگرسیون به صورت تعمیم یافته، یک نوع از مدل های خطی است که متغیروابسته به

صورت پیوسته بوده و از توزیع نرمال پیروی می‌کند، با توجه به این مساله که تصادف به صورت اتفاقی وگسسته است این نوع مدل های برای تصادفات یا تخلفات مناسب نیست. . در مدل پواسون می توان برای پیش بینی متغییر های گسسته وکمیاب استفاده نمود. محدودیت این نوع مدل در این است که واریانس ومیانگین با هم برابر هستند.

۲-۲-۵-۲- مدل دو جمله ای منفی

اگر واریانس یا پراکندگی داده ها از میانگین تجاوز کند در این حالت گفته می شود داده ها دارای پراکندگی زیاد هستند و بایستی برای مدل های پیش بینی از مدل دو جمله ای منفی استفاده نمود. دو جمله ای منفی از توزیع پواسون-گاما پیرویت می کند.

۲-۲-۵-۳- مدل لاجستیک

در بعضی از مدل‌ها از متغیرهای مستقل توصیفی یا متغیرهای دوتایی استفاده می‌شود که با توجه به ماهیت، برای پیش بینی از مدل لاجستیک استفاده می‌شود که متغیر وابسته به صورت مدل احتمالی با بازه بین صفر و یک است. اصولا از مدل لاجستیک برای پیش بینی در مدل های که متغیرهای وابسته چند حالتی می باشند استفاده می‌شود، برای مثال در یک ، تحقیق که در مورد اثر نژاد وملیت رانندگان در شدت تصادفات کشته دار در مورد با تابلو ایست انجام شد با توجه به ماهیت متغییرهای مستقل و وابسته از مدل لاجستیک استفاده شده است.

۲-۲-۶- نقاط حادثه خیز

انسان همواره در پی شناخت پدیده‌های مخاطره آمیز محیط اطراف زندگی بوده است. نخستین وضروری ترین گام دربهبود ایمنی آمد و شد، تعیین نقاطی از راه است که نیاز فوری به به‌سازی دارند. مهندسین ترافیک و کارشناسان پلیس راه می‌دانند که معمولا تصادفات در نقاط خاصی به وقوع می‌پیوندند که تحت عنوان نقاط سیاه یا نقاط حادثه خیز نامیده می‌شوند. با توجه به کمبود بودجه برای ایمن سازی تمام محورهتی حادثه خیز، اولویت بنتدی نقاط پرحادثه به هدفمند سازی اقدامات و

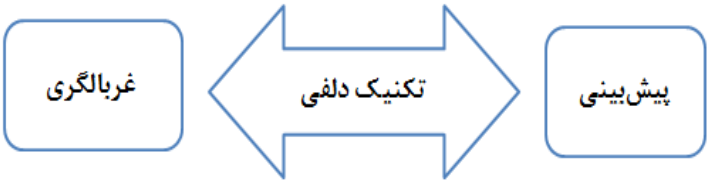
افزایش بازدهی سـرمایه گذاری کمک شـایانی خواهد کرد. به همین منظور، روشهای مختلف وفراوانی ارائه شـده اسـت که البته متدولوژیهای آن‌ها نیز مبتنی بر فرضـیات خاص خود هسـتند. با توجه به پژوهش های انجام شـده، روش‌های شـناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز به طورعمده بر اساس روشـتهای تک معیاره اسـتوار بوده اند. از جمله معیارهای مسـتقل اولویت بندی موجود می‌توان به مواردی چون نرخ تصـادف، شـدت تصـادف، فراوانی تصادف و شاخص‌های جمعیتی اشاره نمود. برخی دیگر از مطالعات، ملاحظات اقتصـادی نظیر نسـبت منفعت به هزینه و نرخ بازده داخلی را ملاک عمل قرار داده اند. در داخل کشـور نیز بهشـتی‌نیا و برگ‌بید (۱۳۹۵) برای اولویت بندی نقاط حادثه خیز محور سـبزوار-نیشابود و بالعکس انجام داده‌اند که اولویت بندی نقاط حادثه خیز با روش *TOPSIS* گروهی انجام گرفته است.

۲-۳- تکنیک دلفی

دلفی نام معبدی در یونان باسـتان اسـت که به الهه آپولون تعلق داشت. در این معبد زنی بود به پوتیا که مردم عقیده داشتند آپولون و دیگر ایزدان به واسطه او مستقیماً با انسان‌ها سخن می‌گویند. بزرگان از سرتاسر یونان برای نظرخواهی از پوتیا به آنجا سفر می‌کردند. در دهه نود میلادی موسسه‌ای نظامی به راند در آمریکا تصـمیم گرفت تا برای پیش بینی بعضـی از مسـائل از دیدگاه کارشناسان نظامی به صورت محرمانه استفاده کند. به همین خاطر این روش را با نام تکنیک دلفی معرفی کرد. یک دهه بعد تکنیـک دلفی از حوزه نظـامی بـه حوزه هـای علمی مـانند مدیریت راه پیدا کرد (حبیبی و همکاران، ۲۰۱۴).

تکنیک دلفی برای «شـناسایی» و «غربال» مهمترین شاخص‌های تصمیم‌گیری قابل استفاده است. بنابراین با وجود اینکه روش دلفی یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره نیست اما در بسیاری موارد قبل از بکارگیری تکنیک‌های تصـمیم‌گیری چندمعیاره از این تکنیک برای غربال شـاخص‌ها یا رسـیدن به یک توافق در زمینه اهمیت شـاخص‌های تصـمیم‌گیری اسـتفاده می‌شود. شکل (۲-۲) به طور خلاصه

ساز و کار این تکنیک را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۲) ساز و کار تکنیک دلفی

محققان زیادی تعریف ارائه شده توسط لینستون و توراف[۱] را بکار برده‌اند که تکنیک دلفی را بصورت «روشی برای ساختاردهی یک فرایند ارتباط گروهی تعریف می‌کنند بطوریکه این فرایند به گروهی از افراد، بعنوان یک کل، امکان حل یک مسئله پیچیده را می‌دهد». هدف اصلی روش دلفی دستیابی به قابل اطمینان‌ترین اجماع گروهی از نظرات خبرگان همراه با بازخورد کنترل شده می‌باشد. با کسب اجماع گروهی از خبرگان بوسیله این فرایند، محققان می‌توانند مسائل را شناسایی نموده و اولویت‌بندی کنند و چارچوبی را برای تشخیص آنها توسعه دهند.

اولین گام در تکنیک دلفی، تشکیل پنل خبرگان و نحوه انتخاب اعضای آن است. در این حالت، اعضا به منظور کاربرد دانش آنان در مسئله‌های خاص و بر مبنای معیارهایی برگزیده می‌شوند که این موضوع از ماهیت مسئله پژوهش نشأت می‌گیرد. هیچ توافقی برای اینکه تعداد خبرگان تکنیک دلفی چند نفر باشند وجود ندارد. با این وجود در بیشتر مطالعات ۵ تا ۱۰ نفر یا ۶ تا ۱۲ نفر توصیه شده است. برای نمونه گیری نیز می توان از روش گلوله برفی استفاده کرد.

طور خلاصه، تکنیک دلفی بصورت یک رویکرد تحقیقی جهت بدست آوردن اجماع با استفاده از یک سری از پرسشنامه‌ها و ارائه‌ی بازخورد به شرکت‌کنندگانی که در حوزه‌های کلیدی دارای تخصص هستند، تعریف می‌شود. این روش بطور ویژه زمانی سودمند است که محققان ملزم به جمع‌آوری

[۱] Turoff & Linstone

دیدگاه‌های کارشناسان منفرد درمورد موضوعی خاص و ایجاد توافق بر سر موضوع مورد نظر باشند تا اینکه فرض‌ها یا دیدگاه‌های اساسی خبرگان را شناسایی نمایند. با این وجود، عمده ترین ضعف دلفی فقدان چارچوب نظری است. دلفی بعنوان یک روش تحقیق به صور مختلفی بعنوان پیمایش، مطالعه، رویه، روش، رویکرد، رأی‌گیری و تکنیک مطرح گردیده است.

۲-۳-۱- چارچوب نظری تکنیک دلفی

عمده ترین ضعف دلفی فقدان چارچوب نظری است. این مساله باعث شده است تا دلفی بعنوان یک روش تحقیق به صور مختلفی بعنوان پیمایش، مطالعه، رویه، روش، رویکرد، رأی‌گیری و تکنیک مطرح گردد. با این وجود عموما پذیرفته شده است که روش دلفی از نظر کاربرد یکسان نیست. همچنین همواره ابهاماتی در زمینه شرایط استفاده، حجم پنل، چگونگی انتخاب پنل و تشخیص پایان مراحل دلفی وجود دارد.

۲-۳-۲- مراحل تکنیک دلفی

هیچ توافقی برای اینکه تعداد راندهای تکنیک دلفی چند راند باشد وجود ندارد. با این وجود در بیشتر مطالعات ۲ تا ۳ راند توصیه شده است. برای رسیدن به توافق یک راهکار این است که در دو راند متوالی شاخصی حذف یا اضافه نشود. در این پژوهش از دو راند برای به کار گیری این تکنیک استفاده شد.

- مرحله اول

پس از این که اعضای پنل خبرگان مشخص شدند لیستی از عوامل گوناگون موثر در سانحه ترافیکی برون شهری در اختیار اعضای پنل قرار می‌گیرد. عواملی مانند رانندگی پس از مصرف مشروبات الکلی که تکرار پایینی در علل بروز سوانح داشتند حذف شدند.

- مرحله دوم

پس از این که نتایج حاصل از راند اول جمع آوری شد، در مرحله بعد مجددا از اعضای پنل خواسته

می‌شـود که با اسـتفاده از اعداد فازی میزان شـدت عوامل در بروز سانحه را بیان کنند. بر این اساس، اعضای پنل میزان اهمیت عوامل را تعیین و به واسطه رتبه بندی، تعدادی از مهم‌ترین آن‌ها را انتخاب می‌کننـد. بر این اســـاس، تعداد عوامل به میزانی کاهش می‌یابد که کار با آنها قابل انجام باشـــد. در حقیقت این مرحله برای کاهش تعداد عوامل به تعداد قابل قبول برای ادامه کار انجام می‌شود.

۲-۴- منطق فازی

در سـال ۱۹۶۵ در دانشگاه کالیفرنیا، پروفسور لطفی زاده در تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی را مطرح کرد، وی برای اولین بار با معرفی نظریه های مجموعه فازی مقدمات مدل ســازی اطلاعات نادقیق و استدلال تقریبی با معادله‌های ریاضی را فراهم نمود که در نوع خود تحولی عظیم در ریاضیات و منطق کلاسـیک بوجود آورد. ایده نظریه مجموعه‌های فازی با این عبارت توسط پروفسور لطفی زاده مطرح شـد: "ما نیازمند یک نوع دیگری از ریاضـیات هسـتیم تا بتوانیم ابهامات و عدم دقت رویدادها رامدل سـازی نماییم، مدلی که متفاوت از نظریه احتمالات است." لذا نظریه فازی برای بیان و تشریح عدم قطعیت و عدم دقت در رویدادها به کار می رود که بر اساس منطق چند ارزشی بوجود آمده است (غلامی، ۱۳۹۶).

۲-۴- ۱- مجموعه‌های فازی

در منطق کلاسیک عضویت در یک مجموعه به صورت صفر و یک در نظر گرفته می‌شود؛ بدین صورت که اگر عضوی در یک مجموعه وجود داشته باشد با یک و در غیر این صورت با ۰ نمایش داده می‌شود. در حقیقت درجه عضویت تابعی است که برد آن عضو مجموعه $\{0,1\}$ باشد. اما در منطق فازی مفهوم درجه عضـویت در یک مجموعه به بازه $[0,1]$ گسـترش می‌یابد. مفهوم فازی از آن جهت مورد توجه قرار می‌گیرد که در جهان واقع نیز بسـیاری از اسـتدلال‌ها و دلایل بشـر جنبه عدم قطعیت و تقریبی دارند.

یک مجموعه فازی با مجموعه مرجع X به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A = \left\{\frac{\mu_A(x)}{x}: x\epsilon X, \mu_A(x)\epsilon[0,1]\epsilon R\right\} \quad (۱-۲)$$

$\mu_A(x)$ تابع درجه عضـویت عضـو x از مجموعه A اسـت که می‌تواند هر مقدار حقیقی بین ۰ تا ۱ را بپذیرد.

$\mu_A(x)=0$: بیانگر این است که x قطعا به مجموعه فازی A تعلق ندارد.

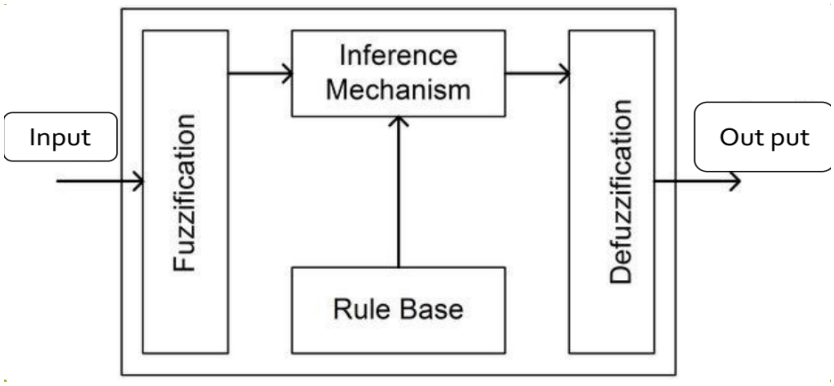
$\mu A(x)=1$: بیانگر این است که x قطعا به مجموعه فازی A تعلق دارد.

مهم‌ترین خصوصیات منطق فازی در ادامه آمده است:

- منطق فازی، استدلال دقیق یا منطق معمولی حالت خاصی از استدلال تقریبی است.
- هر سیستم منطقی ای قابل تبدیل به منطق فازی است.
- در منطق فازی قوانین به عنوان مجموعه‌ای از محدودیت‌های فازی یا انعطاف پذیر روی متغیرها در نظر گرفته می‌شود.
- استنتاج به عنوان فرآیند انتشار این قوانین اعمال می‌شود.

به طور کلی یک سیستم فازی از چهار بخش زیر تشکیل شده است؛ شکل (۲-۳) این بخش‌ها را نشان می‌دهد:

۱. فازی کننده: ورودی های حقیقی به مجموعه های فازی تبدیل می‌شوند.
۲. پایگاه قوانین: شامل قواعد و عبارات «اگر- آنگاه » فازی که این قواعد نباید یکدیگر را نقض کنند.
۳. موتور استنتاج: عملیات روی قواعد فازی را انجام می‌دهد و میزان تطابق ورودی با هرکدام از قواعد را تعیین می‌کند که این میزان عددی بین صفر و یک است.
۴. دفازی سازی: تبدیل اعداد فازی به حقیقی را انجام می‌دهد.



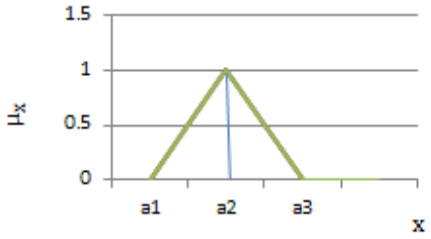
شکل (۲-۳) اجزای سازنده یک سیستم فازی

برای توابع عضـویت، انتخاب‌های متفاوتی وجود دارد که بسته به کاربرد مد نظر، می‌توان یکی از آن‌ها را انتخاب کرد. در یک تقسیم بندی کلی که توسط لطفی زاده ارائه شده، می‌توان توابع فازی را به دو دسـته خطی و غیر خطی تقسـیم کرد. توابع مثلثی، یکه، L، گاما، ذوزنقه، S، گاوسی و شبه نمایی از جملـه معروف‌ترین توابعی هسـتند که برای مدل کردن درجه عضـویت در مجموعه‌های فازی برای کاربردهای متفاوت، مورد استفاده قرار می‌گیرد (بئی[۱] و همکاران، ۲۰۱۵).

اعداد فازی مثلثی $A(TFN)$ نوعی از اعداد فازی هستند که با سه تایی $A=(a_1,a_2,a_3)$ مطابق شکل (۲-۴) نشان داده می‌شود و تابع عضویت آن به صورت زیر است:

$$\mu_A(x)=\begin{cases}0 & ,x<a1\\ \frac{x-a1}{a2-a1} & ,a1\le x\le a2\\ 1 & ,x=a2\\ \dfrac{x-a3}{a2-a3} & ,a2\le x\le a3\\ 0 & ,x>a3\end{cases} \qquad (۲-۲)$$

[۱] Bai

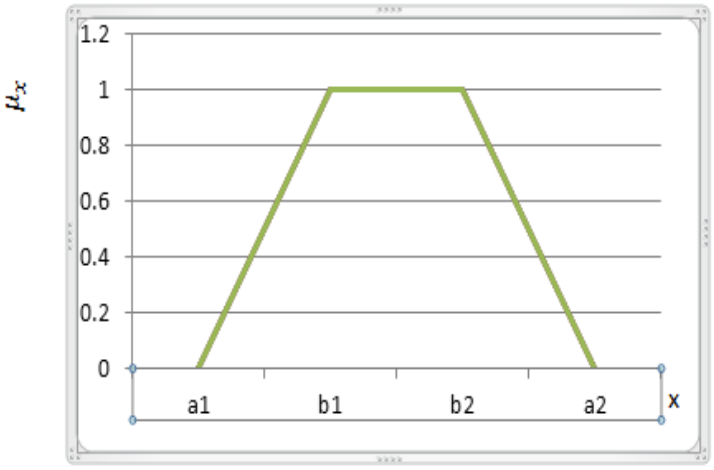


شکل (۲-۴) عدد فازی مثلثی مثبت

علـاوه بر اعـداد فـازی مثلثی اعـداد فـازی ذوزنقـه‌ای نیز از عمومی ترین اعداد فازی ذوزنقه‌ای نیز از عمومی‌ترین و پر کـاربردترین اعـداد فـازی می‌بـاشـــنـد. عـدد فازی ذوزنقه‌ای A به صـــورت $A=\{(a_1,b_1,b_2,a_2)\}$ نشـان داده می‌شـود. در این حالت بازه تکیه گاه برابر $[b_1,b_2]$ است ئ بخش هم سـطح در سـطح $\alpha = 1$ روی محور x دارای $[b_1,b_2]$/سـت. رابطه (۲-۳) تابع عضـویت اعداد فازی ذوزنقه‌ای و شکل (۲-۵) نمودار آن را نشان می‌دهد.

$$\mu_A(x) \qquad (۳-۲)$$

$$= \begin{cases} 0 & ,x < a1 \\ \frac{x-a1}{b1-a1} & ,a1 \le x \le b1 \\ 1 & ,b1 \le x \le b2 \\ \dfrac{x-a2}{b2-a2} & ,b2 \le x \le a2 \\ 0 & ,x > a2 \end{cases}$$



شکل (۲-۵) عدد فازی ذوزنقه‌ای

۲-۴- ۲- تبدیل اعداد قطعی به اعداد فازی

منطق فازی در واقع با اسـتفاده از مجموعه‌ای از معلومات نادقیق به دنبال اسـتخراج نتایج دقیق است که با الفاظ و جملات زبانی تعریف شـده‌اند. این منطق با اسـتفاده از مقادیر و شـرایط زبانی و یا به عبارتی، دانش فرد خبره با هدف ساده‌سازی و کارآمدتر شدن طراحی سیستم به مدل سازی سیستمی می‌پردازد که به ریاضیات پیشرفته نیاز دارد. علی رغم اینکه منطق فازی بر پایه ریاضیات پیشرفته قرار دارد؛ یادگیری آن بسـیار آسـان است. از نظر تئوری هر سیستمی که توسط منطق فازی طراحی شده باشـد، توسط سایر روش‌های پیاده سازی مرسوم؛ قابلیت اجرا دارد، اما ممکن است این شیوه‌ها نسبت به منطق فازی مشکل‌تر باشند (شیخ و محمدی، ۱۳۹۶).

۲-۴- ۳- تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی

یک مجموعه فازی $\tilde{A}$ و یک لاندا برش $A\lambda$ $(0 \leq \lambda \leq 1)$ تعریف می‌شـود. مجموعه A_λ، مجموعه قطعی اسـت کـه بـا توجـه به لاندا برش از مجموعه فازی $\tilde{A}$ تشـکیل شـده اسـت؛ به طوری که $A = \{(x|\mu_{\tilde{A}}(x) \geq \lambda\}$. هر مجموعـه فـازی می‌توانـد بـه تعـداد نامحدودی مجموعه قطعی A_λ تبدیل شود؛ زیرا این تبدیل از طریق لاندا برش صورت می‌گیرد.

هر عضو $x \in A_\lambda$، متعلق به مجموعه $\tilde{A}$، دارای درجه عضویتی برابر و یا بزگتر از مقدار لاندا است. از آن‌جا که ممکن است مجموعه لاندا برش‌های متفاوتی تعریف شود؛ لذا توابع عضویت بسیار زیادی به وجود می‌آید.

۲-۴-۴- عملیات اصلی اعداد فازی

اگر $A_1=(a_1, a_2, a_3)$ و $A_2=(b_1,b_2,b_3)$ دو عدد فازی باشند داریم (چترجی[۱] و همکاران، ۲۰۱۴):

$$A_1+A_2=(a_1+ b_1, a_2+b_2, a_3+ b_3) \quad (۴-۲)$$

$$-A_1=(-a_1, -a_2, -a_3) \quad (۵-۲)$$

$$A_1-A_2=(a_1- b_1, a_2-b_2, a_3-b_3) \quad (۶-۲)$$

$$A_1/r=(a_1/r, a_2/r, a_3/r) \quad , r\neq 0 \quad (۷-۲)$$

$$k.A_1=(ka_1, ka_2, ka_3) \quad , k>0 \quad (۸-۲)$$

[۱] Chatterjee

فصل سوم:

روش شناسی پژوهش

۳-۱- مقدمه

در پژوهش‌های علوم مدیریتی پس از تعریف مسئله و تنظیم فرضیه‌ها، به منظور آماده شدن برای جمع آوری اطلاعات و داده‌ها، باید تحقیق مطلوب را طراحی کرد.

نوع و روش پژوهش، جامعه آماری و منابع کسب اطلاعات به طور واضح و شفاف آورده شود؛ چرا که هر پژوهشی فرآیند ویژه خود را می‌طلبد. بنابراین پژوهشگران قبل از هر اقدامی می‌بایست با توجه به ماهیت و محتوای موضوع مورد مطالعه خود، روش پژوهشی مناسب و جامعه آماری خود را تعیین کنندتا تحقیق را به روش علمی انجام داده و نتایج ارزنده و قابل اتکایی را کسب نمایند.

این پژوهش پس از تعریف مسئله و سوالات تحقیق و بررسی جامع ادبیات موضوع پیرامون سوانح برون شهری، نظریه راف، متغیرهای زبانی، منطق فازی و الگوریتم ژنتیک انجام می‌شود. لذا در این فصل روش یافتن پاسخ سوالات پژوهش مطرح می‌شود. به همین منظور پرسش نامه‌هایی طراحی شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت تا میزان تاثیر برخی از عوامل را مورد سنجش قرار دهند. در ادامه نیز نظریه مجموعه راف، نوع پژوهش، روش جمع آوری داده‌ها، جامعه آماری و روش تحلیل داده‌ها به تفصیل مورد بررسی قرار خواهدگرفت.

۳-۲- نظریه مجموعه راف

هر روزه حجم عظیمی از داده‌ها تولید و در دسترس مدیران قرار می‌گیرد. طبیعتا توانایی تحلیل این داده‌هاخود چالشی اساسی در زمینه مدیریت محسوب می‌شود. کارشناسان نیازمند داده‌ها ی کافی به منظور به کارگیری در روش‌های داده کاوی و درنتیجه دریافت اطلاعات لازم می‌باشند. نظریه مجموعه راف در دهه ۸۰ به منظور رویارویی با عدم اطمینان، اطلاعات ناقص یا مبهم مطرح شده است. این نظریه دارای فرمولاسیون مناسب ریاضیاتی است و از آن جا که نیازی به دریافت اطلاعات زیادی ندارد، استفاده از آن اسان است. ابعادی این چنین از نظریه مجموعه راف کمک شایانی به گسترش این نظریه طی سال‌های اخیر کرده است (سجادیان، ۱۳۹۵).

نظریه راف برای اولین بار در دهه ۱۹۸۰، به منظور مطالعه سیستم‌های هوشمندی که با اطلاعات ناقص، نامشخص و مبهم توصیف می‌شدند، پیشنهاد شد. در حال حاضر با پیشرفت سریع نظریه راف، این نظریه می‌تواند در زمینه های مختلفی از جمله الگوشناسی، سیستم پشتیبانی تصمیم گیری، تحلیل پزشکی ، داده کاوی و غیره مفید واقع شود.

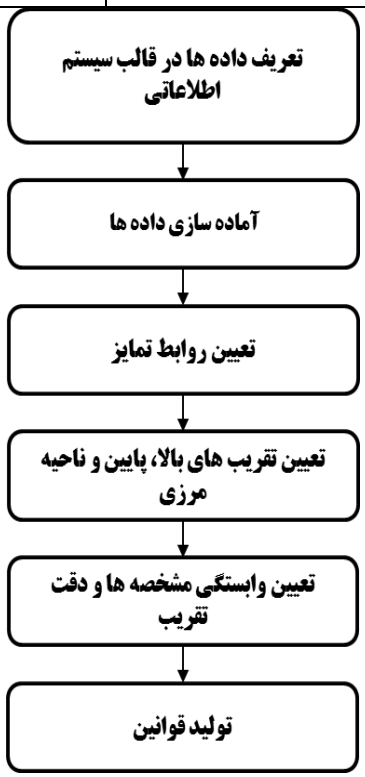
نظریه مجموعه راف تعمیم و بسطی از نظریه مجموعه‌ها و دارای ویژگی فشرده سازی داده‌ها می‌باشد. این فشرده سازی به علت ایجاد و تعریف کلاس‌های هم ارزی مبتنی بر ارتباطات غیر قابل تشخیص و همچنین حذف موارد بی معنی و زائد است. این روش اشیا را در طبقات و خوشه هایی دسته بندی می کند که به آن‌ها مجموعه‌های ابتدایی گفته می‌شود که شامل اشیا و ارتباطات غیرقابل تشخصی آنها می‌شود. اشیا در خوشه‌ها و طبقات ممکن است با متغیر مربوطه ارتباط داشته باشند. خوشه‌های این چنینی سپس برای تعیین الگوهای مخفی و نامحسوس همچنان که در داده کاوی به کار می‌روند به کار گرفته می‌شود.

نظریه مجموعه راف در زمینه‌های مختلفی نظیر تشخیص پزشکی، قابلیت اطمینان در مهندسی، سیستم‌های خبره، ارزیابی ریسک، پیش بینی شکست یا موفقیت کسب و کار، تحلیل تقاضای حمل و نقل، قیمت سهام و بازار بیمه و مورد استفاده قرار گرفته است. جدول (۲-۱) نمونه‌ای از این کاربردها را نشان می‌دهد.

در ادامه به مراحل استخراج قوانین به وسیله نظریه راف پرداخته می‌شود و شکل (۳-۱) به طور خلاصه این مراحل را نمایش می‌دهد.

جدول (۳-۱) نمونه‌ای از این کاربردهای نظریه مجموعه راف

کاربرد	محققان	شرح
پزشکی	نامبورا[۱] (۲۰۱۶)	تقسیم بندی بیماران بر اساس تصاویر مغزی
	کوبار و اینابارنی[۲]	تشخیص تومور مغزی
مهندسی	نشائی و پیروز[۳](۲۰۱۰)	تصمیم گیری جهت انتخاب مخزن آب
بازاریابی	محمدی و شیخ (۱۳۹۶)	طبقه بندی مشتریان
مدیریت منابع انسانی	لوپز[۴] و همکاران	ارزیابی نیروی توسعه سرمایه انسانی



شکل (۳-۱) مراحل استخراج قوانین به وسیله نظریه راف

۳-۲-۱ سیستم‌های اطلاعاتی

[۱] *Nambura*
[۲] *Inbarani*
[۳] *Neshaei & Pirouz*
[۴] *Lopez*

سیستم اطلاعاتی یا جدول اطلاعاتی جدولی شامل اشیا(ردیف‌ها) و متغیرها(ستون‌ها) است که برای ارایه داده‌هایی که درنظریه راف وجود دارد به کار می‌رود و هر شیء مقداری مشخص از متغیر مورد نظر را دار است. این اشیا با توجه به نوع داده‌ها در جدول توصیف می‌شوند که هر ردیف به عنوان شیئی جهت تحلیل و هر ستون به عنوان یک متغیر در نظر گرفته می‌شود. جدول(۲-۲) نمونه‌ای از یک سیستم اطلاعاتی است.

جدول (۲-۲)سیستم اطلاعاتی شامل اشیا و متغیرها در نظریه مجموعه راف

مشخصه اشیاء	مشخصه ۱	مشخصه ۲	مشخصه ۳	...	مشخصه n
شئ ۱	A_{11}	A_{12}	A_{13}	...	A_{1n}
شئ ۲	A_{21}	A_{22}	A_{23}	...	A_{2n}
شئ ۳	A_{31}	A_{32}	A_{33}	...	A_{3n}
...	...	...	...	...	...
شئ m	A_{m1}	A_{m2}	A_{m3}	...	A_{mn}

سیستم اطلاعاتی با S نمایش داده می‌شود:

$$S=(U,A,V,F) \qquad (۱-۳)$$

U نیز مجموعه ای غیر تهی و متناهی از اشیا است.

$$U=\{u1, u2, ...,u|m|\} \qquad (۲-۳)$$

A مجموعه ای غیر تهی و متناهی از مشخصه ها است.

$$A=\{a1, a2, \ldots,a|n|\} \qquad (۳-۳)$$

V مجموعه ارزش a است .

مجموعه ارزش عبارت است از: کلیه مقادیر کمی یا کیفی که هر شی از سیستم اطلاعاتی برای هر یک از مشـخصـه‌ها داراست. به عبارت دیگر، اگر مجموعه ارزش هایی را که هر مشخصه دارد، Vaبنامیم، مجموعه اجتماع کلیه اینVa ها، تشکیل تشکیل مجموعه ارزش را می دهند.

به این ترتیب هر مشـخصـه مقداری از دامنه خود را به هر یک از اشیا و یا اعضا نسبت می‌دهد. دامنه مشخصه‌ها، می تواند مجموعه مقادیر پیوسته در یک بازه یا مجموعه مقادیر کیفی باشد. در صورتی که مقادیر مشخصه ها پیوسته باشند، دامنه مشخصه به تعدادی زیر بازه تقسیم و مقادیر پیوسته به مقادیر کیفی تبدیل می‌شوند.

۳-۲-۲- سیستم تصمیم

اگر یک سـیتم اطلاعاتی به شـکل S=(U,A,V,F) داشـته باشـیم، آن‌گاه مشخصه‌های موجود در A را می‌توان به دو زیر مجموعه جدا از هم تقسیم نمود که یک گروه را مشخصه‌های موقعیتی یا C و گروه دیگر را مشـخصـه‌های تصـمیم یا D می‌نامیم و خواهیم داشـت $A = C \cup D$ و$C \cap D= \emptyset$؛ در این صورت s را جدول تصمیم می‌خوانیم.

۳-۲-۳ رابطه عدم تمایز در نظریه راف

یک سـیتم اطلاعاتی ممکن اسـت بی دلیل بزرگ شـده و به دو علت دچار تکرار شـود؛ اول به دلیل اعضای مشابه و غیر قابل تشخیص از یکدیگر و دوم به علت وجود برخی مشخصه‌های زائد در سیستم اطلاعاتی.

رابطه عدم تمایز مفهومی اساسی در نظریه مجموعه راف است و دلالت بر رابطه بین دو یا چند شی یا عضو دارد؛ به طوری که تمام ارزش های مرتبط با زیر مجموعه مشخصه‌های مورد نظر یکسان است. در جایی که تمام اشیا یکسان در مجموعه به عنوان داده های ابتدایی در نظر گرفته می‌شوند، رابطه غیر قابل تشخیصی، یک رابطه هم ارزی است.در این صورت برای هر متغیر مفروض p که $P \subset A$ یک رابطه هم ارزی به شکل رابطه ۲-۴ برقرار است.

$$IND^{I}=\{(x,y)\epsilon U\times U: \forall aP, f(x,a)=f(y,a)\} \quad (۴-۳)$$

رابطه فوق بیان می کند ارزش اشیای X,Y در مشخصه مورد نظر غیر قابل تشخیص است و به این ترتیب اشیایی که دارای ویژگی یکسان می باشند، در یک کلاس هم ارزی قرار می‌گیرند؛ یعنی اگر داشته باشیم $(X,Y)\in IND$، آنگاه اصطلاحا گفته می شود، اشیای X,Y نسبت به یک ویژگی غیر قابل تشخیص اند و دارای رابطه عدم تمایز می باشند. خانواده تمام کلاس های هم ارزی رابطه IND با $(U|IND)$ نمایش داده می شود (اورلوسکا[۲]، ۱۹۹۸).

۳-۲-۴- تقریب در نظریه راف

فرض اساسی نظریه راف این است که دانش را می‌توان طبقه بندی نمود. به بیان دیگر این نظریه به عنوان یک چارچوب استاندارد برای یافتن واقعیت از درون داده‌ها شناخته شده است و دانش به دست آمده و دسته بندی شده را به عنوان بخشی از مجموعه داده‌ها در نظر می‌گیرد. بر اساس دانش موجود در یک سیستم تعلق $x\in U$ به مجموعه $X\subset U$ سه حالت ممکن به شکل زیر دارد:

عضو x مطلقا به مجموعه X تعلق دارد.

---

[۱] *Indiscernibility relation*

[۲] *Orlowska*

عضو x مطلقا به مجموعه X تعلق ندارد.

عضو x ممکن است به مجموعه X تعلق داشته باشد و ممکن است تعلق نداشته باشد.

بر اســـاس تحلیـل بـالا دو مفهوم بســـیار مهم در ئتوری راف به نام تقریب پایین و تقریب بالا مطرح می‌شـود.تقریب بالا و پایین، یک مجموعه ی عملیات درونی و بیرونی تولید شـده توسـط رابطه عدم تمایز هستند. در ادامه انواعی از تقریب ها در نظریه مجموعه راف، مورد بررسی قرار می گیرند.

۳-۲-۴-۱- تقریب پایین و تقریب بالا

تقریب پایین توصـیفی از حیطه اشـیا اسـت که به طور یقین به زیر مجموعه مورد نظر تعلق دارند. در واقع تقریب پایین، پایین مجموعه X بزرگترین اجتماع از تمام اشیایی است که به طور قطع متعلق به مجموعه X است که به آن تقریب مثبت X نیز گفته می شود (سجادیان و همکاران، ۱۳۹۵).

تقریب بالا شامل مجموعه اشیایی می شود که احتمالا به زیر مجموعه مورد نظر تعلق دارند؛ به عبارت دیگر کلاس‌های هم ارزی حد اقل یک شی از اشیا X را در خود دارند که به آن ناحیه منفی نیز گفته می‌شـود. مجموعه X، همواره بین این دو تقریب قرار می گیرد که ناحیه U را به بخش های زیر تقسیم می کند (ژانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۷):

تقریب پایین:

$$(apr)(X)=\cup\{x\in U:IND(x)\subseteq X\} \qquad (۵-۳)$$

تقریب بالا:

[1] *Zhang*

$$(\overline{apr})X)=\cup\{x\in U:IND(x)\cap X\neq 0\} \quad (۶-۳)$$

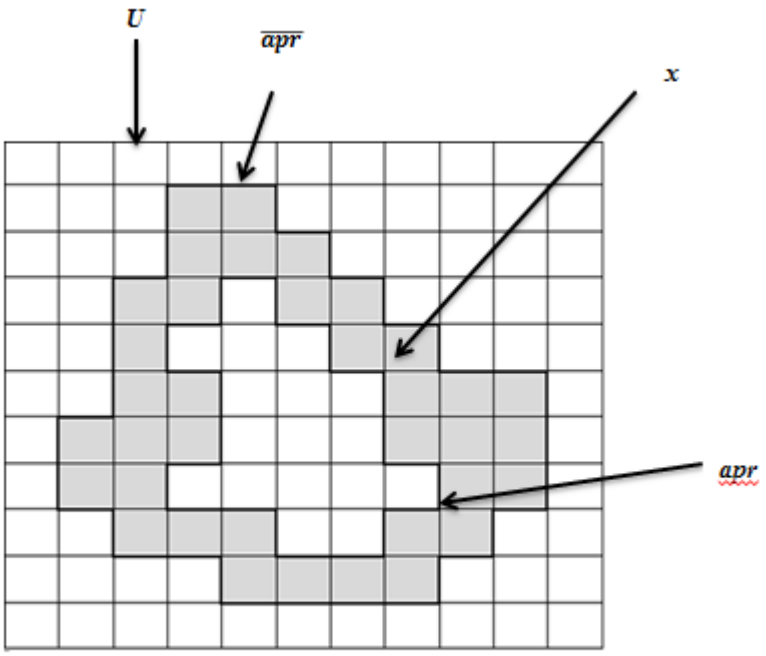
ناحیه مثبت X که معادل تقریب پایین است؛

$$POS(X)=apr\ (X) \quad (۷_۳)$$

ناحیه منفی X، مجموعه اشیایی است که با اطمینان می‌توان گفت که به مجموعه X تعلق ندارند.

$$NEG(X)=U-\ (\overline{apr})\ (X) \quad (۸_۳)$$

تقریب بالا و پایین در شکل (۳-۲) نشان داده شده‌اند.



شکل (۳-۲) تقریب بالا و پایین در نظریه راف

۳-۲-۴-۲- ناحیه مرزی X

این ناحیه دربرگیرنده اشیایی است که نمی‌توان آن هارا با اطمینان متعلق به X دانست. در واقع ناحیه مرزی، اختلاف بین تقریب بالا و پایین است. در صورتی که ناحیه مرزی X تهی باشد، مجموعه X نسبت به صفات P، یک مجموعه دقیق محسوب می شود و این بدین معنی است که می توان مجموعه X را به صورت اجتماع تعداد مشخصی از کلاس های هم ارزی در نظر گرفت و اگر ناحیه مرزی تهی نباشد، مجموعه X نسبت به صفات P یک مجموعه تقریبی است (پیترز[1] و همکاران، ۲۰۱۹، شیخ و محمدی، ۱۳۹۵).

$$BNDp(X)= (\overline{aprp}) (X)- aprp(X) \qquad (۹-۳)$$

۳-۲-۵- وابستگی مشخصه‌ها و دقت تقریب در نظریه راف

با توجه به رابطه عدم تمایز می بایست به برخی از ویژگی های مهم سیستم اطلاعاتی پرداخت که یکی از مهم ترین آن ها وابستگی مشخصه هاست. اگر تعدادی از اعضای همسان استخراج شده از مجموعه A با تعداد اعضای همسان استخراج شده از $A-\ a_i$ یکی باشد؛ آنگاه مشخصه a_i به عنوان مشخصه زائد شناخته می شود و در غیر این صورت آن را مشخصه ضروری می‌نامند. بنابر این اگر $S=(U,A,V,f)$ یک سیستم اطلاعاتی باشد، A می‌تواند به دو زیر مجموعه مجزا تقسیم شود که شامل، C به عنوان مشخصه‌های شرطی و D به عنوان مشخصه تصمیم است. اگر مجموعه D به طور کامل به C وابسته باشد، به صورت $C \rightarrow D$ نمایش داده می‌شود و درجه وابستگی این دو مجموعه (k) برابر ۱ است؛ ولی گاه ممکن است، این وابستگی کامل نبوده و به صورت بخشی وابسته باشند؛ به

[1] peters

عبارت دیگر درجه وابستگی بین C وD عددی بین صفر و یک باشد $(0<k<1)$ و مقدار k برابر است با (پاولکوسکی[1]، ۲۰۰۲):

$$k = \gamma(C,D) = \frac{|POSc(D)|}{|U|} \qquad (۱۰-۳)$$

$$POSc(D) = \bigcup_{x\epsilon\frac{U}{D}} C(X) \qquad (۱۱-۳)$$

که $POSc(D)$ بیانگر تعداد اعضــای تقریب پایین مجموعه C و $x\epsilon\ U/D$ و نشــان دهنده افراز مجموعه مشاهدات بر اساس مشخصه تصمیم است.

در یک سیستم اطلاعاتی به شکل $X \subseteq U$ ، $p \subseteq A$ و $S=(U,A,V,F)$ می‌توان دقت تخمین X را به شکل زیر تعریف نمود:

$$\alpha_p(X) = \frac{|\mathrm{apr}_p(X)|}{|\overline{\mathrm{apr}_p}(X)|} \qquad (۱۲-۳)$$

دقت تخمین نشان دهنده میزان فهم حاصل از X و بر اساس دانش حاصل از p است. روشن است که؛

$$0 \leq \alpha_p(X) \leq 1.$$

۳-۲-۶- تعیین هسته و بی زائده

مطابق با مباحث پیشــین در ارتباط با وابستگی مشخصه ها، معین شد که متغیرها می‌توانند به صورت کامل و بخشی به یکدیگر وابسته باشند یا رابطه غیر وابسته داشته باشند. بر این اساس می توان بخش تعیین کننده و اصلی جدول اطلاعاتی را تعیین کرد. به عبارت دیگر، زیر مجموعه ای از مشخصه ها را که غیر وابســته بود را حذف کرد. در این راستا دو مفهوم تقلیل و هسته پدید می آید. تقلیل به معنی

[1] *Powlkowski*

کوچکترین زیر مجموعه از مشـخصه هاست که غیر وابسته تلقی می شود و توان تصمیم گیری معادل کل مشـخصـه ها را دارد. هسـته نیز شـامل مشـخصـه موجود و مشترک در بین تمامی تقلیل هاست (رسینو و لامبرت-تورس۲۰۰۹،[۱۵]).

اگر $S=(U,A,V,f)$ یک سـیستم اطلاعاتی باشد و IND یک ارتباط عدم تمایز در U باشد، $P \subseteq A$ و $Q \subseteq A$ باشد، در نتیجه وابستگی بین مجموعه مشخصه ها به صورت زیر بیان می‌شود:

۱. اگر $IND(P) \subseteq IND(Q)$ باشد، در نتیجه مجموعه Q در صورتی که به مجموعه P وابسته باشد به صورت $P \rightarrow Q$ نمایش داده می شود.
۲. اگر $P \rightarrow Q$ و $Q \rightarrow P$ باشـد، در نتیجه مشـخصـه P با مجموعه مشخصه Q همسان است و به صورت $P \Leftrightarrow Q$ نمایش داده می‌شود.
۳. اگر هیچ یک از $P \rightarrow Q$ و $Q \rightarrow P$ قابل دفاع و پذیرفتن نباشند، در نتیجه مجموعه مشخصه P و مجموعه مشخصه Q مستقل از هم هستند.

بر این اساس وابستگی کامل یا وابستگی بخشی مشخصه ها با استفاده از فاکتور k یا $\gamma(C,D)$ تعیین می شـود. قدرت طبقه بندی و تمایز مشـخصـه های موجود در مجموعه تقلیل، برابر با قدرت تمایز و طبقه بندی کل مشخصه های مسئله است. اگر $P \subseteq C \subseteq A$ و $\gamma c(x) = \gamma p(x)$ باشد، در نتیجه مجموعه P را تقلیل مجموعه C می‌نامند و با $RED(P)$ نشـان داده می شـود. با توجه امکان وجود تعدادی تقلیل در جدول تصمیم، هسته مشترک کلیه تقلیل ها هسته جدول تصمیم می نامند (جیان[۱] و همکاران، ۲۰۱۱).

$$CORE(P) = \cup_{Ri \epsilon RED(P)} Ri \qquad i=\{1,2,\ldots,n\} \tag{۱۳-۳}$$

[۱] *Jian*

لازم به ذکر است که امکان آن وجود دارد که کلیه تقلیل ها تهی باشد و عملا هسته یک مجموعه تهی باشد.

۳-۲-۷- محاسبات لازم جهت تعیین هسته و تقلیل‌ها در نظریه راف

شوئرون[1] در سال ۱۹۹۱، ماتریسی را جهت کشف دانش و در نتیجه محاسبه تقلیل ها و هسته ارائه داده است.

فرض کنید $S=(U,A)$ یک سیستم اطلاعاتی باشد و $|U|=n$ باشد، در این صورت هر درایه از ماتریس تمایز S با ابعاد $n \times n$ به صورت رابطه۱۳ تعیین می شود:

$$d(x,y)=\{a\epsilon A|f(a,x)\neq f(y,a\})$$ (۱۴-۳)

که d(x,y) مجموعه مشخصه‌ای است که درایه x و y را از ماتریس معین می‌سازد.

برای هر مشخصه $a\epsilon A$، یک متغیر بولی a تعیین می شود، اگر $a(x,y)=\{a1,a2,\dots,ak\}\neq \emptyset$ آنگاه تابع بولی به صورت $a1 \vee a2 \vee \dots ak$ بیان می شود. در این صورت تابع تمایز به شکل رابطه زیر بیان می شود:

$$f(A)=\prod_{(x,y)\epsilon U}\sum_{U} a(x,u)$$ (۱۵-۳)

ماتریس مورد نظر ساخته شده بر اساس تابع فوق، ماتریسی $n \times n$ است که n بیانگر تعداد عناصر است و عناصر ان به عنوان مجموعه شامل همه مشخصه های عناصر متمایز مجموعه $[x]_i$ و $[x]_j$ تعیین شوند. واضح است که $dij= dji$، $dij\neq 0$ و ماتریس مورد نظر، متقارن و پایین مثلثی است (جیان و همکاران، ۲۰۱۱).

[1] *Showeron*

لازم به ذکر است که به طور تقریبی تعداد بی زائده‌ها لز فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\binom{m}{[\frac{m}{2}]} \qquad (۱۶-۳)$$

که m تعداد مشخصه‌های سیستم اطلاعاتی و نماد [] به معنای جزء صحیح است.

۳-۲-۸- تولید قوانین در نظریه راف

در صورتی که مجموعه مشخصه های شرطی را کلاس های شرطی s و به شکل $Xi(i=1,2,\ldots,n)$ و نیز مجموعه مشخصه های تصمیم کلاس های تصمیم s نامگذاری شود و به شکل $Yj(j=1,2,\ldots,)$ ارائه شوند؛ آن گاه قوانین تصمیم C و D را می‌توان به شکل $\{rij\}$ نشان داد.

$$IF \quad f(x,q_1)=r_{q1} \ \wedge \ f(x,q_2)= \ r_{q2} \ \wedge \ \ldots \ \wedge \qquad (۱۷-۳)$$
$$f(x,q_p)= \ r_{qp} \quad THEN \quad x \epsilon Y_{j1} \vee Y_{j2} \vee \ldots \vee Y_{jk}$$
$$WHERE \ \{q_1, q_2, \ldots, q_p\} \supseteq C:$$
$$\{r_{q1}, r_{q2}, \ldots, r_{qp}\} \epsilon V_{q1} \cdot V_{q2} \cdot \ldots \cdot V_{qp}$$

بخش IF از قانون به عنوان قسمت شرطی و بخش $THEN$، به عنوان قسمت تصمیم نامیده می‌شود. اگر یک شی نه تنها از نظر قسمت شرطی، بلکه از نظر تصمیم نیز تطابق داشته باشد، در نتیجه نتایج یکنوا خواهد بود$(k=1)$. تعدا اشیایی که با قانون تطابق دارند، به عنوان پشتیبان قانون نامیده می‌شوند.

تولید قوانین از یک سیستم اطلاعاتی کار ساده‌ای نیست و راه حل‌های پیشنهادی یکی از موارد زیر خواهند بود:

الف) تولید حداقل مجموعه قوانین که کلیه اشیاء یک جدول را مورد پوشش قرار دهد.

ب) تولید مجموعه‌ای جامع از قوانین که شامل کلیه قوانین احتمالی یک جدول باشد.

ج) تولید مجموعه مستحکمی از قوانین یا نمی‌شود.یک مجموعه نسبتا قابل تشخیص که هر قانون اشیاء نسبتا زیادی را مورد پوشش قرار می‌دهد ولی لزوما کلیه اعضا را شامل

۳-۲-۹- اعتبار سنجی قوانین

در سیستم پشتیبان تصمیم گیری یک سری فاکتور جهت سنجش قطعیت و اهمیت هر قاعده وجود دارد که در ذیل به صورت مختصر بیان می‌شود:

الف) فاکتور پشتیبان[۱]: عبارت است از تعداد دفعات تکرار یک قانون تصمیم و به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$Support_x(C,D)=|C(X)\cap D(X)| \qquad (۱۸-۳)$$

ب) فاکتور توان[۲]: قاعده تصمیم عبارت است از نسبت تعداد دفعات تکرار یک تصمیم به تعداد کل تصمیم‌ها.

$$Strength_x(C,D)=\sigma_x(C,D)=\frac{Supportx(C,D)}{|U|} \qquad (۱۹-۳)$$

ج) فاکتور قطعیت[۳]: قاعده تصمیم، به صورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$Cer_x(C,D)=\sigma_x(C,D)=\frac{Supportx(C,D)}{|[X]c|}=\frac{\sigma x(C,D)}{\pi([X]c)} \qquad (۲۰-۳)$$

$$\pi([X]c)=\frac{[X]c}{|U|} \qquad (۲۱-۳)$$

---

۱ Support factor

۲ Strenght factor

۳ Certanity factor

با توجه به تعریف فوقفاکتور قطعیت را می‌توان به منزله احتمال شرطی تعلق y به $[X]_D$ به شرط این که y به $[X]_c$ باشد، در نظر گرفت.

د) فاکتور پوشش[1] :قاعده تصمیم، به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$Cov_x(C,D)=\sigma_x \frac{Supportx(C,D)}{|[X]c|}=\frac{\sigma x(C,D)}{\pi([X]\square D)} \qquad (۲۲-۳)$$

$$\pi([X]D) =\frac{[X]D}{|U|} \qquad (۲۳-۳)$$

لازم به ذکر است که از این میان توجه به دو فاکتور پوشش و دقت حائز اهمیت است که به زبان ساده‌تر بیان می‌شوند:

پوشش: تعداد کلیه مشاهداتی که که هم شرایط "قسمت THEN" را دارند و هم شرایط "قسمت IF" تقسیم برکلیه مشاهدات دارای شرایط قسمت آن‌گاه.

دقت: تعداد کلیه مشاهداتی که که هم شرایط "قسمت THEN" را دارند و هم شرایط "قسمت IF" تقسیم برکلیه مشاهدات دارای شرایط قسمت اگر.

بر اساس این دو رابطه *RHS* و *LHS* به معنی سمت راست قانون و سمت چپ قانون تعریف می‌شوند:

RHS support: تعداد مشاهدات که با "قسمت اگر" تطابق دارند.

LHS support: تعداد مشاهدات که با "قسمت اگر" تطابق دارند و همچنین شرایط "قسمت آن‌گاه" را نیز دارا باشند.

LHS acuuracu: برابر است با کسر $\frac{RHS\ support}{LHS\ support}$

[1] Coverage factor

LHS coverage: $\frac{LHS\ support}{\text{کل مشاهدات موجود در مجموعه}}$

RHS coverage: $\frac{RHS\ support}{\text{کل مشاهدات موجود در "قسمت آن‌گاه"}}$

LHS length: برابر است با تعداد مشخصه‌های موجود در قسمت اگر هر قانون

RHS length: برابر است با تعداد مشخصه‌های موجود در قسمت آن‌گاه هر قانون

۳-۲-۱۰- نکات مربوط به الگوریتم‌های یافت بی زائده‌ها

در این تحقیق روشی جهت محاسبه بی زائده‌ها عنوان شد، ولی باید در نظر داشت از آن‌جا که هدف یافتن کلیه بی زائده‌ها می‌باشد، محاسبات لازم پیچیدگی زیادی دارد و نیازمند دقت و زمان کافی است. ولی اخیرا با پیشرفت روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توان این محاسبات را انجام داد و در واقع با توجه به زمان‌بر برودن و پیچیدگی روش‌های دقیق از روش‌های بهینه سازی هوشمند استفاده می‌شود.

۳-۲-۱۱- تبدیل داده‌ها به بازه‌های گسسته

گاه ممکن داده‌های جمع آوری شده در جدول به صورت پیوسته باشد، به طور مثال فرض کنید یکی از مشخصه‌های مورد بررسی قد افراد باشد، واضح است که ارزش این مشخصه می‌تواند هر مقداری را اتخاذ کند و لذا کشف قانون از آن به وسیله نظریه راف ممکن نیست. برای رفع این مشکل لازم است که یک دسته بندی از این داده‌ها انجام شود تا پتانسیل کشف قوانین از بین آن‌ها میسر شود.

نظریه مجموعه راف روش‌هایی را جهت ایجاد برش[۱] و دسته بندی به کار می‌گیرد که در ذیل به صورت اجمالی معرفی می‌شوند. روش‌های متفاوتی برای ایجاد بازه‌های گسسته وجود دارد که به طور

[۱] Cut

مختصر عنوان می‌شوند و لازم است جهت مطالعه بیش‌تر به منابع تخصصی رجوع شود.

الف) تولید دستی بازه‌ها: ساده‌ترین روش تقسیم بندی به صورت دستی و بدون نیاز به الگوریتم خاصی است.

ب) الگوریتم بولی: این الگوریتم از تابع بولی استفاده می‌کند بدین ترتیب که کوچک‌ترین مجموعه را که قادر به تمایز کل مجموعه است پیدا می‌کند و بر اساس آن برش‌ها را ایجاد می‌کند.

ج) الگوریتم آنتروپی: این الگوریتم با استفاده از معیار حداقل طول توصیف [۱] و به منظور بهینه کردن آنتروپی اقدام به دسته بندی می‌کند.

د) بازه‌های یکسان: این الگوریتم با توجه به مقدار ثابت n اقدام به دسته بندی می‌کند.

۳-۲-۱۲- تکمیل داده‌های ناقص(بی مقدار)

در دنیای واقع هنگام جمع اوری داده‌ها ممکن است تعدادی از داده‌ها نامعین باشند و در نتیجه روی نتایج به دست آمده در کشف قوانین تولید شده در راف تاثیر گذارد. برای حداقل کردن تاثیر عدم وجود برخی داده‌ها یک سری تکنیک وجود دارد که در ادامه در قالب یک مثال به آن‌ها اشاره می‌شود.

۳-۲-۱۲-۱- حذف داده‌های ناقص[۲]

در این روش به طور کلی تمام اطلاعات مربوط به شئ با داده‌های ناقص حذف می‌شود. مسلما با اعمال این روش ممکن است داده‌های ارزشمندی از دست بروند.

۳-۲-۱۲-۲- پر کردن با میانگین و مد[۳]

با استفاده از این روش داده‌هایی که از نوع اعداد هستند با استفاده از میانگین گیری از داده‌های باقی

---

[۱] MDL

[۲] Remove incompletes

[۳] *Mean/Mode fill*

مانده در آن مشخصه و داده‌هایی که از نوع رشته و متن هستند با محاسبه مد جایگزین می‌شوند.

۳-۲-۱۲-۳- پر کردن با میانگین و مد شرطی[۱]

باز آنجا که روش پیشین ممکن است نتایج چندان دقیقی منطبق بر واقعیت به دست ندهد با استفاده از این روش تمامی محاسبات فوق با توجه به نتیجه جدول انجام می‌شود.

۳-۲-۱۲-۴- پر کردن ترکیبی[۲]

در این روش داده‌های گم شده بر اساس ارزش مشخصه مورد نظر پر می‌شوند. مشخص است که تعداد شئ های جدید بیش‌تر می‌شود.

۳-۲-۱۲-۵- پر کردن ترکیبی شرطی[۳]

این روش نیز شبیه روش پیشین است با این تفاوت که نتیجه جدول نیز در نظر گرفته می‌شود.

۳-۳- نرم‌افزارهای نظریه راف

نظریه مجموعه راف نیازی به اطلاعات اضـــافی درباره داده‌ها ندارد و می‌تواند با ارزش‌های غیر دقیق و داده‌های غیر قطعی کار کند. علاوه بر این نظریه قادر اسـت واقعیت‌های پنهان در داده‌ها را کشف کند و آن‌هـا را بـه زبان طبیعی بیان کند. کشـــف این اطلاعات به کمک تکنیک‌های این نظریه نیازمند به کارگیری سـیستم‌های نرم‌افزاری است؛ به همین دلیل پس از توسعه این نظریه، نرم‌افزارهای مختلفی برای آن ایجاد شده که هر یک دارای قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی هستند. برخی از نرم‌افزارهای رایج در ادامه معرفی می‌شوند.

---

[۱] *Conditional Mean/Mode fill*

[۲] *Combinatorial Completion*

[۳] *Conditional Combinatorial Completion*

- ***PRIMEROSE*** [1]

این نرم‌افزار احتمالی را از درون داده‌های موجود استخراج کرده و توسط ابزارهای آماری نظیر توزیع کای و احتمالات شرطی، دقت قئانبن را مورد آزمون قرار می‌دهند و در صنعت داروسازی بسیار کاربرد داشته و در سال ۱۹۹۳ در دانشکده داروسازی طراحی شده است.

- ***Rough Fuzzy Lab***

این نرم‌افزار در سال ۱۹۹۵ طراحی شده است و از دو رویکرد برای استخراج قوانین استفاده می‌کند. رویکرد اول، استفاده از تکنیک‌های راف برای حداقل نمودن داده‌ها و رویکرد دوم، استفتده از نظریه فازی جهت استنتاج داده‌هاست. تصاویر می‌توانند به عنوان ورودی این نرم‌افزار به کار روند. از مزایای این نرم افزار تلفیق نظریه راف و فازی برای کلاسه بندی داده‌ها و نیز تعامل گرافیکی با کاربران است.

- ***RLS***[2]

این نرم‌افزار به زبان C نوشته شده است و کاربرد تجاری و آکادمیک دارد و در محیط یونیکس طراحی شده است و قابلیت تبدیل به محیط ویندوز را دارد. این نرم‌افزار تمامی محاسبات نظریه مجموعه راف را انجام می‌دهد.

- ***ROSETTEA***

[1] *Probabilistic Rule Induction Methods Based On Rough Set*
[2] *Rough Set Library*

این نرم‌افزار برای در اختیار قرار دادن الگوریتم‌های متنوع دارای محیطی راحت برای کاربران است. این نرم‌افزاربرای پشتیبانی از فرآیند استنتاج طراحی شده و از پیش پردازش داده‌ها و محاسبه بی زائده‌ها تا تولید قوانین و اعتبار سنجی قوانین را پوشش می‌دهد.

ورودی این نرم‌افزار جدول داده‌ها است و قابلیت‌ایی نظیر پیش پردازش داده‌ها با ارزش‌های ناقص، تولید بازه برای مشخصه‌های عددی، فیلتر قوانین بر اساس معیارهای مشخص و کلاسه بندی داده‌ها را دارد. این نرم‌افزار برای محاسبه تقلیل‌ها از الگوریتم‌هایی نظیر ژنتیک نیز استفاده می‌کند.

۳-۳-نوع پژوهش

پژوهش‌های علمی را از دو جهت می‌توان دسته بندی نمود:

- پژوهش بنیادی: پژوهش است که به کشف ماهیت اشیاء، پدیده‌ها، روابط بین متغیرها، اصول، قوانین، ساخت و یا آزمایش نظریه ها می‌پردازد و به توسعه مرزهای دانش کمک می‌کند. هدف اساسی این نوع پژوهش تبیین روابط بین پدیده‌ها، آزمون نظریه‌ها و افزودن به دانش موجود در یک زمینه خاص است. تحقیق بنیادی می‌تواند نظری یا تجربی باشد. تحقیق بنیادی نظری از روشش‌های استدلال عقلانی و قیاسی استفاده می‌کند و بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای انجام می‌شود. تحقیق بنیادی تجربی از روش‌های استدلال استقرایی استفاده می‌کند و بر پایه روش‌های میدانی انجام می‌شود.
- پژوهش کاربردی: پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود. هدف تحقیق کاربردی توسعه کاربردی در ییک زمینه خاص است.

- پژوهش پیمایشی: روشی است که برای به دست آوردن اطلاعات درباره دیدگاه‌ها، باورها، نظرات، رفتارها، انگیزه‌ها یا مشخصات گروهی از اعضای یک جامعه. این روش آماری است که از راه انجام تحقیق و پژوهش علمی میسر می‌شود. همچنین پیمایش را می‌توان روش علمی در تحقیقات اجتماعی قلمداد کرد که شامل روش‌های منظم و استاندارد برای جمع آوری اطلاعات درباره افراد، خانواده‌ها، یا مجموعه های بزرگتری از گروه‌های مختلف جامعه است. در حقیقت پیمایش را می‌توان هم به ابزار اسفاده برای جمع آوری داده‌ها و هم به فرآیندهای به کار گرفته شده هنگام بهره گیری از آن ابزار تلقی کرد.

این پژوهش با توجه به هدف کاربردی و از نظر ماهیت جزء پژوهش‌های پیمایشی محسوب می‌شود.

۳-۴- متغیرهای پژوهش

در این پژوهش با توجه به نظریه مجموعه راف دو نوع متغیر تصمیم و شرطی در نظر گرفته شده‌است. متغیرهای شرطی شامل عوامل انسانی، فنی و طبیعی موثر بر سانحه جاده‌ای است که با استفاده از متغیرهای زبانی فازی میزان تاثیر عوامل انسانی و فنی مقدار گذاری می‌شود. متغیرهای تصمیم نیز نوع حادثه و خسارت جانی ناشی از آن است بدین ترتیب که « با توجه به عوامل سانحه نوع حادثه واژگونی است یا برخورد؟ شدت تلفات انسانی چقدر است؟ ».

۳-۵- روش جمع آوری داده

روش کتابخانه‌ای: این روش برای جمع آوری اطلاعات ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق از کتب و مقالات تخصصی زیادی استفاده می‌کند.

در این تحقیق با توجه به هدف و سوالات مطرح شده از روش مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده‌است. پس از شناسایی عوامل موثر در سوانح جاده‌ای به روش کتابخانه‌ای، داده‌ها از بانک اطلاعاتی سایت مدیریت سوانح و حوادث کشور استخراج شد و بر اساس نظرات خبرگان میزان تاثیر عوامل انسانی و فنی برای این داده‌ها تعیین شد. این نظر سنجی با اعداد فازی انجام شد سپس میانگین این اعداد در

بازه‌های از پیش تعریف شده قرار گرفت در نهایت هم این بازه ها با عبارات زبانی تعریف شده‌ای معادل شد.

۳-۶- بانک اطلاعاتی

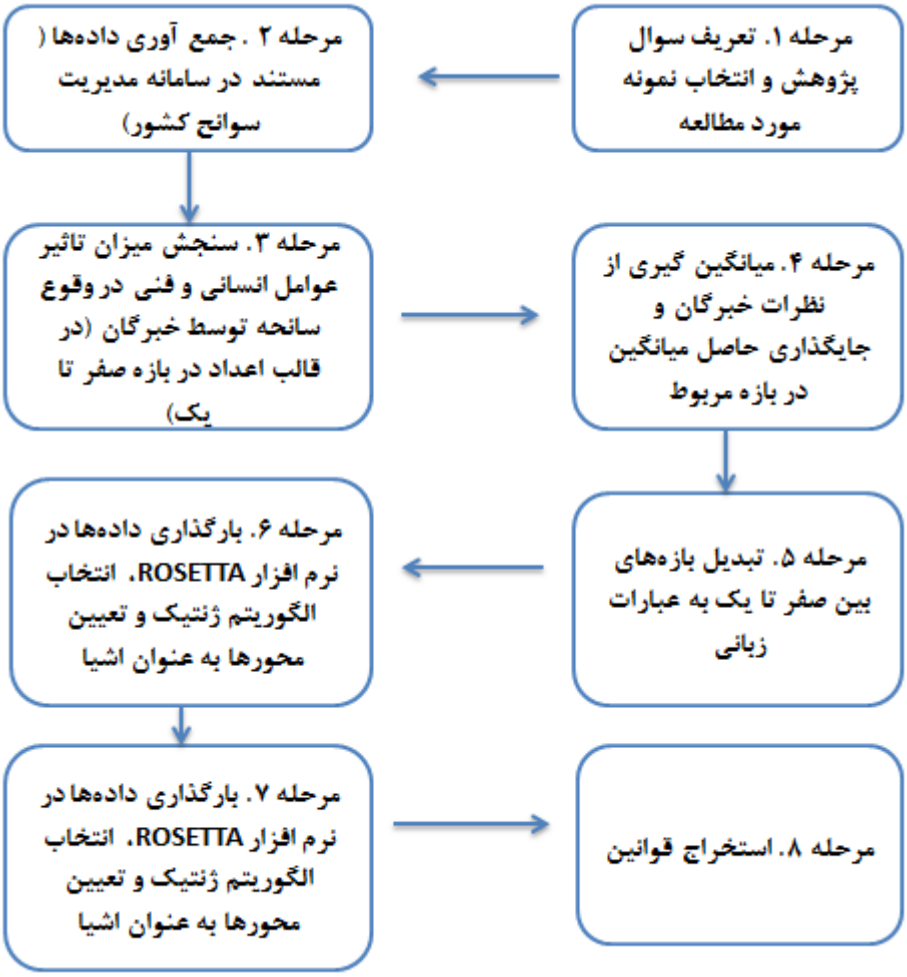
بانک اطلاعاتی این پژوهش سایت *havades.mrud.ir* ا است. کلیه سوانح بین شهری خودروهای سواری استان سمنان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸ که تعداد آن‌ها به بیش از ۵۰۰۰ مورد می‌رسد از این بانک اطلاعاتی ستخراج شد و مورد تحلیل خبرگان قرار گرفت و بررسی‌های لازم بر روی اطلاعات انجام شد.

۳-۷- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش ابتدا جهت کشف عوامل حادثه ساز در محورهای مختلف استان سمنان، خبرگان با بهره‌گیری از روش دلفی دو مرحله‌ای و اعداد فازی، برای سنجش میزان تاثیر خطای انسانی و فنی استفاده می‌کنند، سپس از این مقادیر میانگین گرفته می‌شود و حاصل میانگین با توجه به مقدار، با بازه تعریف شده‌ای که در آن قرار دارد جایگزین می‌شود سپس عبارات زبانی با این بازه‌های عددی بین صفر تا یک معادل می‌شوند. در مرحله بعد میزان خسارات جانی با همین ترتیب از اعداد بین صفر تا یک به بازه‌های عددی تبدیل می‌شود.

در ادامه با توجه به مطالب عنوان شده در ابتدای فصل، کشف قوانین بر اساس نظریه مجموعه راف انجام می‌شود. همچنین با توجه به تعداد زیاد اشیاء در این پژوهش استفاده از محاسبات دستی دشوار است، لذا پس از تبدیل بازه‌های عددی بین صفر تا یک به عبارات زبانی، از نرم‌افزار *ROSETTA* استفاده می‌شود. از میان الگوریتم های پیش فرض موجود در نرم افزار، الگوریتم ژنتیک انتخاب می‌شود و تنظیمات لازم برای انتخاب محورها به عنوان اشیاء صورت می‌گیرد. قوانین استخراج شده برای هر شئ به صورت

جداگانه اســتخراج می‌شــوند. شــکل(۳-۳) خلاصــه‌ای از روند انجام پژوهش را به تصــویر می‌کشد.



شکل(۳-۳) مراحل انجام پژوهش

فصل چهارم:

نتایج پژوهش

۴-۱- مقدمه

مخاطرات به آن دسته از خطرهای بالفعل و بالقوه اطلاق می‌شود که ارزش‌های حیاتی یک کشور یا یک جمعیت انسانی را به خطر می‌اندازد. این خطرها می‌توانند در ابعاد مختلفی مانند تمامیت ارضی، استقلال و حاکمیت ملی، ایدئولوژی و فرهنگ جلوه کنند. یکی از بزرگترین مشکلاتی که جهان امروز با آن مواجه است، تصادفات ترافیکی و تبعات ناشی از آن است. انسان همواره در پی شناخت پدیده‌های مخاطره آمیز محیط اطراف زندگی بوده است (بهشتی نیا و همکاران، ۱۳۹۵). به همین منظور، روش‌های مختلف وفراوانی ارائه شده است که البته متدولوژی‌های آنها نیز مبتنی برفرضیات خاص خود هستند، اما در داخل کشور در هیچ یک از پژوهش‌های مربوط به این حیطه،استخراج الگوهای قاعده‌مند از سوانح مبتنی بر نظریه مجموعه راف انجام نشده است. در این پژوهش پس از طرح مسئله، معرفی نظریه مجموعه راف و مرور بر ادبیات مرتبط با آن راه حل و نتایج حاصل از آن ارائه می‌شود. این نتایج با استفاده از مستندات موجود در سامانه جامع مدیریت حوادث و سوانح حمل و نقل کشور به دست آمده‌اند تا الگوهای جامعی از حوادث ترافیکی برون شهری ارائه دهند.

سامانه جامع مدیریت حوادث و سوانح حمل و نقل کشور، وب سایتی تحت نظارت وزارت راه و شهرسازی است که در آبان ماه سال ۱۳۹۳ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. این سامانه با هدف تجمیع، شفاف سازی و ارائه داده‌ها و اطلاعات صحیح قابل استفاده در تحلیل و تدوین اهداف و برنامه‌های ملی ایمنی ایجاد گردیده است. این سامانه در برگیرنده اطلاعات دریافتی از پلیس، فوریت‌های پزشکی، وزارت بهداشت و درمان، امداد و نجات جمعیت هلال احمر، پزشکی قانونی، سازمان هواپیمایی کشوری، سازمان بنادر و دریا نوردی و شرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران می‌باشد.

سـامانه جامع اطلاعات حوادث و سـوانح حمل و نقل کشـور مدیران را قادر می‌سـازد تا ضمن مطالعه سـوانح برای پیشـگیری از وقوع سـوانح حمل و نقل برنامه ریزی کنند. این سـایت انواع سـوانح جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی را با تفکیک اسـتان‌ها و بازه زمانی حداکثر یک هفته‌ای در اختیـار بـازدید کننده قرار می‌دهد. حوادث موجود با ذکر جزئیاتی از قبیل تاریخ وقوع، نوع وسـیله درگیر، نوع حادثه، نهاد گزارش دهنده حادثه، تعداد کشـته و مجروحان، شرایط جوی و دلایل وقوع آن حادثه به ثبت رسیده‌اند.

در این فصل جهت بهره برداری از این اطلاعات و استفاده از آنان در زمینه‌های امداد رسانی و پیشـــگیری با کمک نظرات خبرگان و مزایای نظریه مجموعه راف قوانینی اســـتخراج شـــد که الگوهای نهفته و پرتکرار این سـوانح هسـتند. در بخش‌های آتی، ضـمن معرفی مطالعه موردی، مراحل انجام تحقیق جهت استخراج این قوانین نیز ارائه می‌گردد.

۴-۲-مطالعه موردی

مطالعه موردی این تحقیق اسـتان سـمنان اسـت. اسـتان. **این** استان از جانب شمال به اســـتان‌های خراســـان شـــمالی، گلســـتان و مازندران، از جنوب به اســـتان‌های خراســـان جنوبی و اصفهان، از مشرق به استان خراسان رضوی و از مغرب به استان‌های تهران و قم محدود اسـت. آن‌چه از لحاظ ترددهای بین شـهری این استان را حائز اهمیت ساخته است قرار گرفتن آن بین دو کلان شهر تهران و مشهد مقدس است. موقعیتی که این استان را به یکی از مهم‌ترین پل‌های ارتباطی کشور مبدل کرده است.

۴-۳- جمع آوری اطلاعات

پس از شـناسایی عوامل موثر در سانحه ترافیکی برون شهری، جهت سنجش میزان تاثیر برخی از این عوامل در حوادث پرسشنامه‌هایی طراحی شد و به همراه اطلاعات جمع آوری شده

در اختیار خبرگان قرار گرفت. خبرگان با توجه به شـناخت کافی از مسیرها و تحلیل مستندات ثبت شـده، میزان تاثیر عامل‌های فنی و انسـانی را می‌سنجند و با اعداد فازی بیان می‌کنند. به این ترتیب که میزان تاثیر هر یک از عوامل انسـانی و فنی در وقوع سـانحه توسـط خبرگان با استفاده از تبدیلات زبانی سیستم فازی، اشاره شده در جدول ۴-۱، تعیین می‌گردد.

گام بعدی تعیین شـدت خسارت جانی سوانح با استفاده از عبارات زبانی فازی است. جدول ۴-۲ این تبدیل را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۱) تبدیل اعداد فازی سطح تاثیر میزان خطای انسانی به عبارات زبانی

میزان تاثیر خطالی انسانی و نقص فنی	**معادل فازی**
بدون تاثیر	[0,0.20]
تاثیر پایین	[0.20,0.5]
نسبتا موثر	[0.5,0.75]
بسیار موثر	[0.75,1]

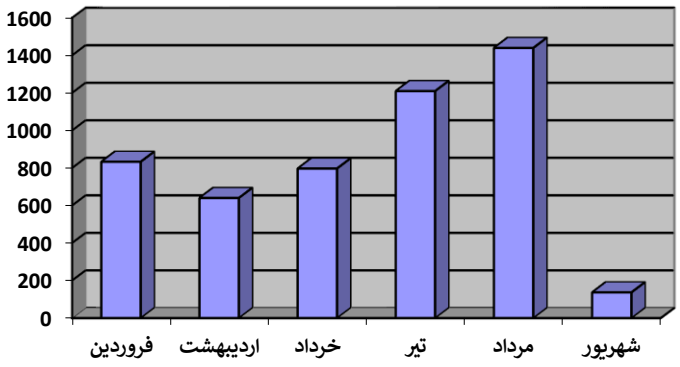
جدول (۴-۲) تبدیل عبارات زبانی میزان خسارت جانی به اعداد فازی

میزان خسارت جانی	**معادل فازی**
دو مجروح و کمتر	[0,0.2]
دو الی پنج مجروح	[0.2,0.4]
بیش از پنج مجروح	[0.4, 0.8]
فوت	[0.8,0.95]
جراحت و فوت	[0.95,1]

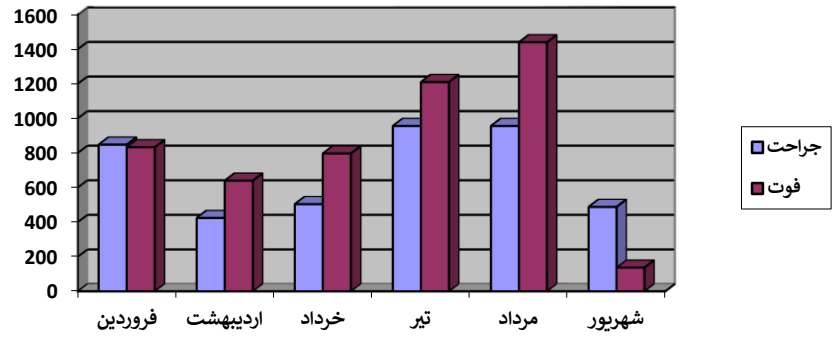
۴-۴- تجزیه و تحلیل توصیفی

در این بخش ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعداد ۵۰۵۷ سانحه برون شهری مربوط به اتومبیل‌های سواری در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸ استان سمنان در سامانه جامع مدیریت حوادث و سوانح حمل و نقل کشور به ثبت رسیده است. نمونه ها نشان می‌دهد بیش‌ترین تعداد سانحه در تیر ماه رخ داده‌است و کمترین تعداد سانحه متعلق به شهریور ماه این سال است. تعداد سوانح هر ماه در شکل (۴-۱) نشان داده شده‌است. این حوادث در مجموع منجر به مجروح شدن۴۱۷۶ نفر و فوت ۱۸۲ نفر شده است. شکل (۴-۲) تعداد کشته و مجروحان، در هر ماه را نشان می‌دهد.

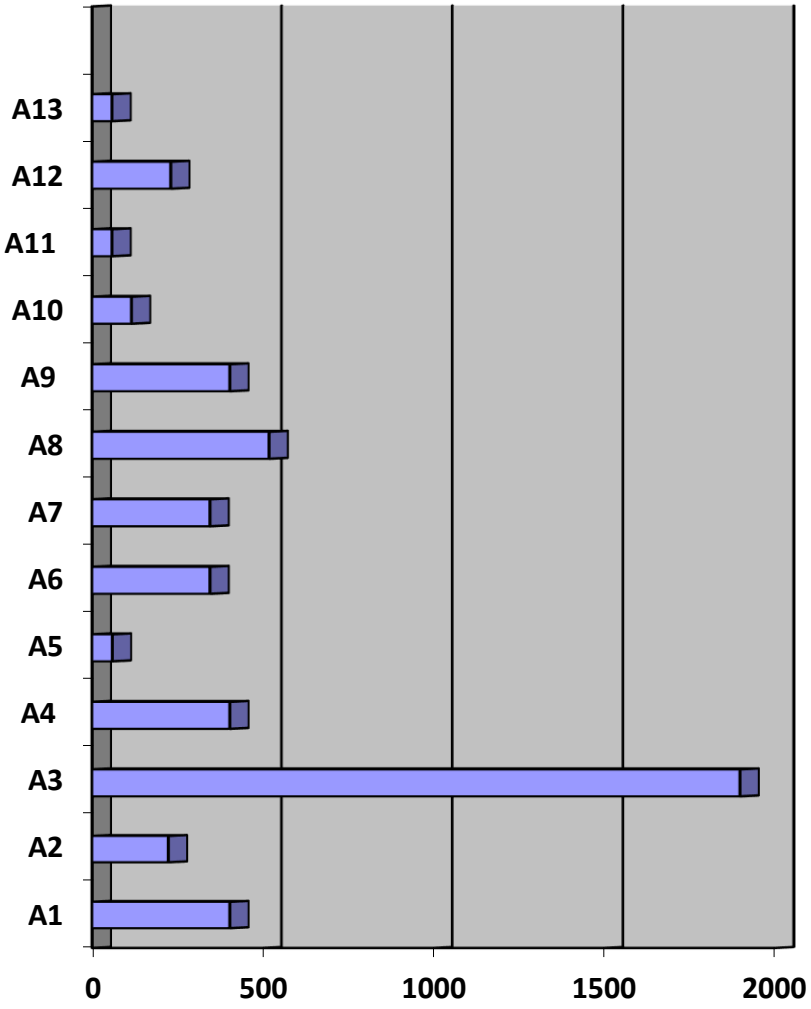
برای سنجش وضعیت جمعیت شناختی، محورهای مواصلاتی استان مورد مورد بررسی قرار می‌گیرند. نمودار فراوانی تعداد سوانح هر یک از این محورها در شکل (۴-۳) نشان داده ده است. محورهای $A_1, A_2,\ldots,A_7$ محورهای حادثه خیز منتهی به شهر شاهرود و $A_8,\ldots,A_{13}$ محورهای حادثه خیز منتهی به شهرستان سمنان هستند که ۷۲,۶۷ درصد سوانح متعلق به مسیرهای منتهی به شاهرود و ۲۷,۳۳ درصد آن‌ها متعلق به مسیرهای منتهی به سمنان هستند.



شکل (۴-۱) نمودار فراوانی سوانح برون شهری استان سمنان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸



شکل (۴-۲) سنجش وضعیت فوت و جراحت



شکل (۴-۳)سنجش فراوانی سانحه در محورهای مواصلاتی

۴-۵- تحلیل نتایج و یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در بخش‌های پیشین اشاره شد، در این پژوهش سوانح جاده‌ای استان سمنان با در نظر گرفتن مخاطرات طبیعی، عوامل انسانی و فنی موثر در سانحه مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور پیاده سازی گام های روش تحقیق، تعداد ۵۰۵۷ حادثه رخ داده در بازه زمانی نیم‌سال نخست سال ۱۳۹۸ انتخاب شد که در ادامه بررسی و تحلیل خواهد شد. جامعه خبرگان تحقیق شامل ۱۰ نفر از متخصصان دانشگاهی و مدیران ستادی و کارکنان اجرایی مرکز مدیریت حوادث و سوانح حمل‌ونقل کشور در استان سمنان انتخاب شده است.

۴-۵-۱- شناسایی عوامل

با بهره‌گیری از روش دلفی دو مرحله‌ای، اقدام به شناسایی و انتخاب نهایی عوامل اثرگذار مبتنی بر ادبیات موضوع و نظرات خبرگان شده است. نتایج اجرای فرایند دلفی حاکی از آن است که سه عامل «انسانی»، «فنی» و «طبیعی» به عنوان عوامل تأثر گذار در حوادث جاده ای شناسایی شده‌اند. عامل «انسانی» نیز شامل تخطی از سرعت مجاز، تخطی از سرعت مطمئنه، انحراف از مسیر، عدم رعایت حق تقدم، عدم توجه به جلو، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، خواب آلودگی راننده و استفاده از تلفن همراه حین رانندگی می‌باشد. عامل «فنی» مجموعه ای از انواع نقص وسایل نقیله است. عامل «طبیعی» بیانگر شرایط جوی هنگام وقوع حادثه و وضعیت دید است. جهت پیاده سازی تئوری راف و استخراج قوانین بصورت "اگر ... آنگاه"، تعریف متغیر های تصمیم و متغیرهای شرطی ضرورت دارد. متغیرهای شرطی مواردی هستند که بر وقوع سانحه اثر گذارند و متغیر های تصمیم تابعی از متغیرهای شرطی و بیانگر نتیجه نهایی هستند. در این پژوهش در مرحله اول علاوه بر محور مواصلاتی، ۱۲ عامل به عنوان متغیر شرطی مورد توجه قرار گرفت. این ۱۲ عامل مجموع عوامل انسانی، طبیعی و فنی هستند که با مجموعه $C=\{c_1, c_2,\ldots, c_{12}\}$[۱] نشان داده

[۱]

می‌شود و در مرحله دوم محور مواصلاتی در کنار نوع حادثه متغیرهای شرطی هستند که مجموع این عوامل حادثه‌ساز نتیجه سیستم اطلاعاتی را تعیین می‌کند. این نتیجه در وهله اول بیانگر نوع حادثه[1] و در مرحله دوم بیانگر میزان خسارت جانی[2] است که هر دو تابعی از مشخصه‌های شرطی هستند. جداول (۴-۳) و (۴-۴) نمونه‌هایی از متغیرهای شرطی و تصمیم متناسب با هر داده را به ترتیب در مرحله اول و دوم نمایش می‌دهند.

۴-۵-۲ ارائه الگو

در این بخش پیاده سازی گام‌های فصل ۳ به روی نمونه مورد مطالعه، سوانح جاده‌ای استان سمنان در شش ماه نخست سال ۱۳۹۸، انجام می‌گیرد و قوانین مربوطه استخراج می‌گردد. بعد از تشخیص تاثیر عوامل انسانی و فنی در وقوع سانحه تلاش شده است تا ارتباط منطقی بین اطلاعات جمع‌آوری شده بر اساس نظریه مجموعه راف مورد تحلیل قرار گیرد، با توجه به حجم زیاد داده ها از نرم‌افزار *ROSSETA* جهت تحلیل استفاده شده است. دادها با استفاده از نرم‌افزار *Excel* و با فرمت *.xls* در نرم‌افزار *ROSSETA* بارگذاری می‌شوند.

۴-۵-۲-۱- تعریف داده ها در قالب سیستم اطلاعاتی

سیستم اطلاعاتی مورد مطالعه که شامل لیست تصادف به ترتیب وقوع، متغیرهای شرطی و تصمیم است گردآوری شده و در جداول (۴-۳) و (۴-۴) ارائه شده است.

جدول (۴-۳) نمونه‌هایی از داده‌ها، متغیرهای شرطی و تصمیم مرحله اول

C_1: رانندگی با بیش از سرعت مجاز	C_2: تخطی از سرعت مطمئنه
C_3: انحراف از مسیر	C_4: عدم رعایت حق تقدم
C_5: عدم توجه به جلو	C_6: خواب الودگی راننده
C_7: استفاده از تلفن همراه	C_8: عدم رعایت فاصله طولی و عرضی
C_9: عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه	C_{10}: نقص فنی وسیله
C_{11}: وضعیت دید جاده	C_{12} : وضعیت جوی

[1] D_1: نوع حادثه

[2] D_2: شدت خسارت جانی

جدول (۴-۴) نمونه‌هایی از داده‌ها، متغیرهای شرطی و تصمیم مرحله دوم

ردیف														متغیر تصمیم
						متغیرهای								
						محور	d_1							d2
						متغیرهای شرطی								
۱						A_7								[0.2,0.4]
۲						A_3	c							[0.4,0.8]
						A_1	c							[0.8,0.95]
						A_2	c							[0,0.2]
						A_{10}	o							[0,0.2]
						A_4	c							[0.2,0.4]
						A_{13}	c							[0,0.2]
						A_7	o							[0.95,1]
						A_5	o							[0.8,0.95]

ردیف													متغیر تصمیم
	محور	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	d_1
۱	A_7	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.5]	[0.2,0.5]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*day*	*n*	*C*
۲	A_3	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.5]	[0,0.2]	*[0.2,0.5]*	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*[0.2,0.5]*	*night*	*f*	*C*
۳	A_1	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*[0.2,0.5]*	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*day*	*n*	*C*
۴	A_3	*[0.2,0.5]*	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*day*	*n*	*C*
۵	A_2	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.2,0.5]	*day*	*n*	*C*
...	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
۵۰۵۳	A_{10}	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*day*	*n*	*O*
۵۰۵۴	A_4	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*day*	*n*	*C*
۵۰۵۵	A_{13}	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.2,0.5]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.2,0.5]	*day*	*n*	*C*

۵۰۵۶	A_7	[0, 0.2]	[0.75,1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75, 1]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	*night*	*n*	*O*
۵۰۵۷	A_5	[0, 0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0,0.2]	[0.75, 1]	[0,0.2]	[0.75,1]	*day*	*r*	*O*

۴-۵-۲-۲- تبدیل داده های گسسته به بازه های پیوسته

در نمونه مورد مطالعه، کلیه داده ها گسسته‌اند و نیازی به دسته بندی نیست.

۴-۵-۲-۳- تعیین کلاس های هم ارزی

رابطه عدم تمایز، مفهومی اساسی در تئوری مجموعه راف است ودلالت بر رابطه بین دو یا چند عضو دارد؛ به طوری که تمام ارزش های مرتبط با زیر مجموعه مشخصه های مورد نظر یکسان است. در جایی که تمام اشیاء یکسان در یک مجموعه به عنوان داده‌های ابتدایی در نظر گرفته می‌شوند یک رابطه هم ارزی است.

در این صورت برای هر متغیر مفروضP که $P \subseteq A$ یک رابطه هم ارزی به شکل رابطه زیر برقرار

است.

$$IND=\{ (x,y)\in U\times U:\forall\alpha\in P,f(x,\alpha)=f(y,\alpha)\} \quad (۱-۴)$$

رابطه فوق بیان می کند ارزش اشـیای X,Y در مشـخصه مورد نظر غیر قابل تشخیص است و به این ترتیب اشـیایی که دارای ویژگی یکسـان می‌باشـند، در یک کلاس هم ارزی قرار می‌گیرند؛ یعنی اگر داشته باشیم $(X,Y)\in IND$، آنگاه اصطلاحا گفته می‌شود، اشیای X,Y نسبت به یک ویژگی غیر قابل تشـخیص انـد و دارای رابطه عدم تمایز می‌باشـند. خانواده تمام کلاس‌های هم ارزی رابطه IND با $(U|IND)$ نمایش داده می‌شود.

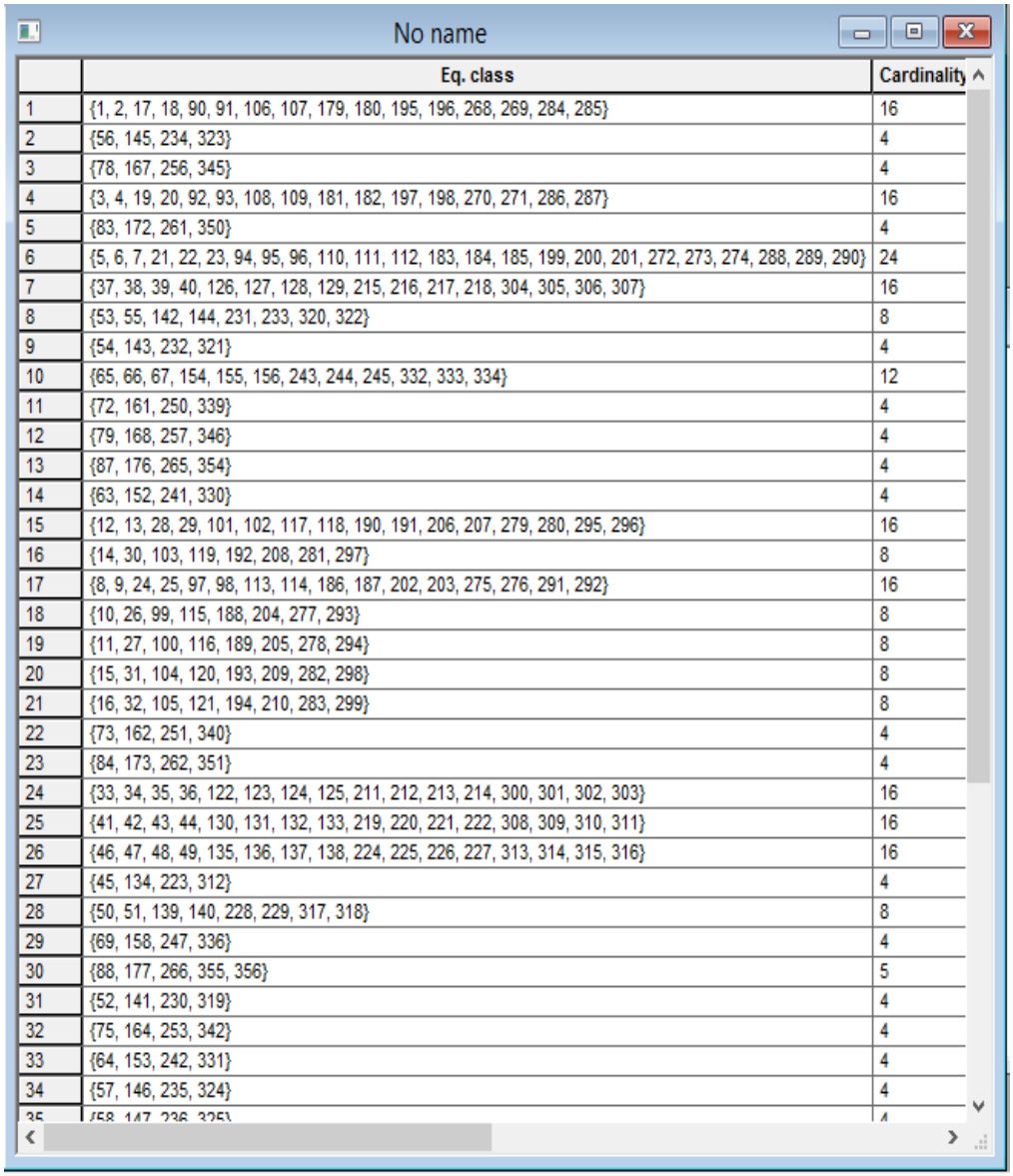
در این پژوهش با توجه به حجم بالای داده‌ها مجموع ۴۹ کلاس هم ارزی توسط نرم افزار شناسایی شد که بخشی از عناصر موجود در هر کلاس در شکل (۴-۴) نمایش داده شده است.

۴-۵-۲-۴- محاسبه هسته و تقلیل‌ها

برای تولید تقلیل‌ها از الگوریتم ژنتیک استفاده می‌شود. بدین منظور محورهای مواصلاتی در قالب شئ تعریف می‌شوند و طی دو مرحله قوانین هر شئ استخراج می‌شود. در مرحله اول عوامل موثر در سانحه به عنوان متغیر شـرطی و نوع حادثه به عنوان متغیر تصمیم لحاظ می‌شوند. در مرحله دوم نوع حادثه متغیر شرطی و خسارت جانی متغیر شرطی هستند.

بر اسـاس کلاسـه‌بندی‌های انجام شـده، ماتریس محاسـبه تقلیل‌ها تشـکیل می شـود، با کلاسه‌بندی‌های انجام شده، موارد مشابه حذف می‌شوند. حال مشخصه ها به صورت دو به دو با نتیجه در یک جدول قرار داده، ضـمنا موارد مشـابه حذف می شـوند؛ یعنی جدول سـیستم اطلاعات به چند جدول تبدیل می شود که در هر کدام دو مشخصه موجود است و بقیه حذف می شـوند. موارد مشـترک که در کلیه جدول‌ها باقی مانده اند، برای سهولت

در یک جدول تجمیع می‌شـوند. به عبارت دیگر قوانین از کل سـیسـتم اطلاعاتی کشـف می‌شود.


No name

	Eq. class	Cardinality
1	{1, 2, 17, 18, 90, 91, 106, 107, 179, 180, 195, 196, 268, 269, 284, 285}	16
2	{56, 145, 234, 323}	4
3	{78, 167, 256, 345}	4
4	{3, 4, 19, 20, 92, 93, 108, 109, 181, 182, 197, 198, 270, 271, 286, 287}	16
5	{83, 172, 261, 350}	4
6	{5, 6, 7, 21, 22, 23, 94, 95, 96, 110, 111, 112, 183, 184, 185, 199, 200, 201, 272, 273, 274, 288, 289, 290}	24
7	{37, 38, 39, 40, 126, 127, 128, 129, 215, 216, 217, 218, 304, 305, 306, 307}	16
8	{53, 55, 142, 144, 231, 233, 320, 322}	8
9	{54, 143, 232, 321}	4
10	{65, 66, 67, 154, 155, 156, 243, 244, 245, 332, 333, 334}	12
11	{72, 161, 250, 339}	4
12	{79, 168, 257, 346}	4
13	{87, 176, 265, 354}	4
14	{63, 152, 241, 330}	4
15	{12, 13, 28, 29, 101, 102, 117, 118, 190, 191, 206, 207, 279, 280, 295, 296}	16
16	{14, 30, 103, 119, 192, 208, 281, 297}	8
17	{8, 9, 24, 25, 97, 98, 113, 114, 186, 187, 202, 203, 275, 276, 291, 292}	16
18	{10, 26, 99, 115, 188, 204, 277, 293}	8
19	{11, 27, 100, 116, 189, 205, 278, 294}	8
20	{15, 31, 104, 120, 193, 209, 282, 298}	8
21	{16, 32, 105, 121, 194, 210, 283, 299}	8
22	{73, 162, 251, 340}	4
23	{84, 173, 262, 351}	4
24	{33, 34, 35, 36, 122, 123, 124, 125, 211, 212, 213, 214, 300, 301, 302, 303}	16
25	{41, 42, 43, 44, 130, 131, 132, 133, 219, 220, 221, 222, 308, 309, 310, 311}	16
26	{46, 47, 48, 49, 135, 136, 137, 138, 224, 225, 226, 227, 313, 314, 315, 316}	16
27	{45, 134, 223, 312}	4
28	{50, 51, 139, 140, 228, 229, 317, 318}	8
29	{69, 158, 247, 336}	4
30	{88, 177, 266, 355, 356}	5
31	{52, 141, 230, 319}	4
32	{75, 164, 253, 342}	4
33	{64, 153, 242, 331}	4
34	{57, 146, 235, 324}	4

شکل (۴-۴) نمایی ازعناصر موجود در کلاس‌های هم ارزی در محیط نرم‌افزار ROSETTA

۴-۵-۲-۵- تولید قوانین

نتایج حاصل از پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک در قالب قوانین استخراج‌شده به تفکیک برای هر یک از محورهای حادثه خیز ارائه شده است. در این الگوریتم قوانین در قالب شئ‌های مورد نظر استخراج می‌شود.

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

قوانین استخراج شده برای هر شئ، در جدول (۴-۴) نمایش داده می‌شود. در مجموع ۱۹ قانون به دست آمده است که در ادامه قوانین محورهای A_1 تا A_{13} برای نمونه تشریح می‌شود.

- محور A_1

۱) اگر در روز با شرایط جوی عادی رانندگی با بیش از سرعت مجاز و عدم توجه به جلو در وقوع سانحه نسبتا موثر باشد، واژگونی اتفاق می‌افتد. حادثه منجر به فوت افراد می‌شود.

۲) اگر در روز با شرایط جوی عادی عدم توجه به جلو و عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه تاثیر پایینی داشته باشد، برخورد صورت می‌گیرد.حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

- محور A_2

۳) اگر در روز با شرایط جوی عادی عدم توجه به جلو و استفاده از تلفن همراه در وقوع سانحه نسبتا موثر باشد، برخورد صورت می‌گیرد.، حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

۴) اگر در روز و هوای بارانی تخطی از سرعت مطمئنه در وقوع سانحه بسیار موثر باشدف واژگونی رخ میدهد.حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

- محور A_3

۵) اگر در شب و مه گرفتگی، خواب آلودگی راننده و نقص فنی وسیله در وقوع سانحه تاثیر پایین داشته باشند، واژگونی صورت می‌گیرد و حادثه بیش از ۵ مجروح خواهد داشت.

۶) اگر در روز و هوای بارانی رانندگی با بیش از ســـرعت مجاز و عدم توانایی در کنترل وســـیله نقلیه، در وقوع ســانحه بسیار موثر باشد و رانندگی با بیش از سرعت مجاز تاثیر پایینی داشته باشد، برخورد رخ می‌دهد. حادثه منجر به فوت و مجروح شدن افراد می‌شود.

- محور A_4

۷) اگر در روز و هوای عادی عدم توجه به جلو بســـیار موثر و و نقص فنی وســـیله تاثیر پایینی داشته باشند برخورد صورت می‌گیرد و حادثه منجر به مجروح شدن ۲تا۵ نفر می‌شود.

- محور A_5

۸) اگر در شــب و شــرایط جوی نرمال عدم توجه به جلو بسار موثر باشد، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحت و فوت افراد می‌شود.

- محور A_6

۹) اگر در روز و شــرایط جوی نرمال عدم توجه به جلو بســار موثر و رانندگی با بیش از ســرعت مجاز تاثیر پایینی داشــته باشند، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحت و فوت افراد می‌شود.

- محورA_7

۱۰)اگر در روز و شــرایط جوی نرمال عدم رعایت فاصله طولی و عرضی بسیار موثر باشد، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه منجر به جراحت و فوت افراد می‌شود.

- محور A_8

۱۱)اگر در روز و شــرایط جوی نرمال عدم توانایی در کنترل وسیله بسیار موثر باشد و استفاده از تلفن همراه تاثیر کمی داشته باشد، واژگونی اتفاق می‌افتد و حادثه ۲ الی ۵ مجروح دارد.

۱۲)اگر در روز و شـرایط جوی نرمال عدم رعایت حق تقدم تاثیر پایینی داشته باشد و استفاده از تلفن همراه نسبتا موثر باشد، برخورد اتفاق می‌افتد و حادثه کمتر از ۲ مجروح دارد.

- محور A_9

۱۳)اگر در روز و شـرایط جوی نرمال اسـتفاده از تلفن همراه تاثیر پایینی داشـته باشـد و عدم توانایی در کنترل وسـیله نقلیه نسبتا موثر باشد، واژگونی اتفاق می‌افتد و حادثه بین ۲ الی ۵ مجروح دارد.

۱۴)اگر در روز و هوای بارانی اسـتفاده از تلفن همراه تاثیر پایینی داشته باشد و تخطی از سرعت مطمئنه بسیار موثر باشد آن‌گاه برخورد رخ می‌دهد و حادثه بین ۲ الی ۵ مجروح دارد.

- محور A_{10}

۱۵)اگر در روز و هوای بارانی انحراف و تخطی از سرعت مطمئنه در وقوع حادثه بسیار موثر باشند و عدم توانایی در کنترل وسـیله نقلیه نسـبتا موثر باشـد آن‌گاه برخورد رخ می‌دهد و حادثه منجر به فوت افراد می‌شود.

- محور A_{11}

۱۶)اگر در روز و هوای بارانی عدم رعایت حق تقدم در وقوع حادثه تاثیر پایینی داشته باشد و عدم توجه راننده به جلو کنترل بسیار موثر باشد آن‌گاه برخورد رخ می‌دهد حادثه منجر به مجروح شدن ۲ الی ۵ می‌شود.

۱۷)اگر در شب و هوای عادی عدم توجه به جلو و تخطی از سرعت مطمئنه در وقوع حادثه بسیار موثر باشد و آن‌گاه برخورد رخ می‌دهد حادثه منجر به مجروح شدن و فوت افراد می‌شود.

- محورA_{12}

۱۸) اگر در روز و هوای عادی عدم توانایی در کنترل وسـیله در وقوع حادثه نسـبتا موثر باشـد و نقص فنی تاثیر پایینی داشـته باشـدآن‌گاه واژگونی رخ می‌دهد و حادثه منجر به مجروح شدن بیش از ۵ نفر می‌شود.

- محور A_{13}

۱۹)اگر در روز و هوای عادی عدم رعایت فاصله طولی و عرضی در وقوع حادثه بسیار موثر باشد و انحراف نسبتا موثر باشدآن‌گاه واژگونی رخ می‌دهد و حادثه منجر به مجروح شدن و فوت افراد می‌شود.

به طور خاص قوانین مرحله اول و دوم مربوط به شئ A_1 در محیط نرم افزار به ترتیب در شکل‌های (۴-۵- الف) و (۴-۵- ب) نشان داده شده است.

	Rule
1	mojaz+([0.5,0.75]) => vajgooni&barkhord(YES&NO)
2	jolo([0.5,0.75]) AND cellphone([0,0.2]) => vajgooni&barkhord(YES&NO)
3	mehvar(D-Sh) AND jolo([0.5,0.75]) => vajgooni&barkhord(YES&NO)
4	mehvar(D-Sh) AND control([0,0.2]) => vajgooni&barkhord(YES&NO)
5	mehvar(D-Sh) AND control([0.2,0.5]) => vajgooni&barkhord(NO&YES)
6	jolo([0.2,0.5]) => vajgooni&barkhord(NO&YES)
7	mehvar(D-Sh) AND mojaz+([0,0.2]) => vajgooni&barkhord(NO&YES)

شکل (۴-۵- الف) قوانین مرحله اول شئ A_1 در محیط نرم‌افزار

	Rule
1	mehvar(D-Sh) AND vajgooni&barkhord(YES&NO) => jani([0.8,0.95])
2	mehvar(D-Sh) AND vajgooni&barkhord(NO&YES) => jani([0.95,1])

شکل (۴-۵- ب) قوانین مرحله دوم شئ A_1 در محیط نرم‌افزار

جدول (۴-۴) قوانین استخراج شده

۴-۵-۲-۶- اعتبار سنجی قوانین

Objects	***Rules***
A_1	R_1: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_5 & c_1= [0.5,0.75] Then d_1=o, d_2=[0.8,0.95] R_2: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_5 & c_9= [0.2,0.5] Then d1=c, d2=[0.95,1]
A_2	R_3: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_7 & c_9= [0.5,0.75] Then d_1=c, d_2=[0.95,1] R_4: IF c_{11}= day, c_{12}=r, c_5 = [0.75,1] Then d_1=o, d_2=[0.95,1]
A_3	R_5: IF c_{11}= night, c_{12}=f, c_6=[0.2,0.5] , c_{10}= [0.2,0.5] Then d1=o, d2=[0.4,0.8] R_6: IF c_{11}= day, c_{12}=r, c_5=[0.75,1] , c_1= [0.2,0.5] ,c_9=[0.75,1] Then d_1=c, d_2=[0.95,1]
A_4	R_7: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_5=[0.75,1] , c_{10}= [0.2,0.5] Then d1=c, d_2=[0.2,0.4]
A_5	R_8: IF c_{11}= night , c_{12}=n, c_5=[0.75,1] Then d_1=c, d_2=[0.95,1]
A_6	R_9: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_5=[0.75,1] c_1=[0.2,0.5] Then d_1=c, d_2=[0.95,1]
A_7	R_{10}: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_8=[0.75,1] Then d_1=c, d_2=[0.95,1]
A_8	R_{11}: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_7=[0.2,0.5] c_9=[0.5,0.75] Then d1=o, d2=[0.2,0.4] R_{12}: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_4=[0.2,0.5] c_7=[0.5,0.75] Then d1=c, d2=[0,0.2]
A_9	R_{13}: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_7=[0.2,0.5] c_9=[0.5,0.75] Then d_1=o, d_2=[0.2,0.4] R_{14}: IF c_{11}= day , c_{12}=n, c_2=[0.75,1] c_7=[0.2,0. 5] Then d1=c, d2=[0.2,0.4]
A_{10}	R_{15}: IF c_{11}= day , c_{12}=r, c_2=[0.75,1], c_3=[0.75,1] c_9=[0.2,0. 5] Then d_1=c, d_2=[0.8,0.95]
A_{11}	R_{16}: IF c_{11}= day , c_{12}=r, c_4=[0.2,0.5], c_5=[0.75,1] Then d_1=c, d_2=[0.2,0.4] R_{17}: IF c_{11}= night, c_{12}=n, c_5=[0.75,1], c_2=[0.75,1] Then d_1=o, d_2=[0.95,1]
A_{12}	R_{18}: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_9=[0. 5,0.75], c_{10}=[0.2,0.5] Then d1=o, d_2=[0.4,0.8]

A_{13}	R_{19}: IF c_{11}= day, c_{12}=n, c_8=[0.75,1], c_3=[0. 5,0.75] Then d_1=c, d_2=[0.95,1]

برای بررسی میزان دقت و اعتبار نتایج حاصل شده از قوانین می‌توان قبل از شروع مدلسازی داده‌را به دو دسته یادگیری و کنترل تقسیم کرد. این امکان در نرم افزار *ROSETTA* وجود دارد. در این قسمت با توجه به اینکه خروجی نرم‌افزار در دو مرحله به دست آمده است دقت هر قانون با توجه به خروجی آن در هر مرحله بیان می‌شود.

۱۸)دقت خروجی‌های مرحله اول

در این مرحله نوع سانحه متغیر تصمیم است و دقت قوانین با خروجی "واژگونی" ۱ است ؛یعنی حداکثر دقت. و دقت قوانین که خروجی آن‌ها "برخورد" است ۰/۸۶ است.

۱۹)دقت خروجی‌های مرحله دوم

در این مرحله شدت خسارت جانی متغیر تصمیم است که جدول (۴-۴) دقت قوانین برای اعتبار سنجی میزان خسارت جانی را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۵)دقت قوانین برای اعتبار سنجی میزان خسارت جانی

دقت قوانین استخراج شده با این خروجی	**خروجی: شدت خسارت جانی**
۱	دو مجروح و کمتر
۱	دو الی پنج مجروح
۰,۸۵	بیش از پنج مجروح
۰,۵	فوت
۱	جراحت و فوت

۴-۶- پاسخ به سوالات تحقیق

در فصل اول سوالاتی مطرح شد که در این قسمت پاسخ آن‌ها ارائه می‌شود.

۴-۶-۱- عوامل موثر (ورودی مدل راف) و مشخصات سوانح رانندگی (خروجی مدل راف)

با استفاده از نتیجه تصمیم گیری گروهی خبرگان، از میان عوامل متعدد تاثیر گذار در بروز سانحه ترافیکی برون شهری سه عامل «انسانی»، «فنی» و «طبیعی» به عنوان عوامل تأثر گذار شناسایی شدند. عامل انسانی خود دارای ۹ زیر مجموعه شامل تخطی از سرعت مجاز، تخطی از سرعت مطمئنه، انحراف از مسیر، عدم رعایت حق تقدم، عدم توجه به جلو، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، خواب آلودگی راننده و استفاده از تلفن همراه حین رانندگی است. عامل «طبیعی» نیز شامل دو زیر مجموعه شرایط جوی و وضعیت دید جاده است. عامل «فنی» هر نوع نقص فنی وسایل نقیله و فاقد زیر مجموعه است. در مرحله اول مجموع این عوامل و محورها به عنوان ورودی مدل راف در قالب متغیرهای شرطی در نظر گرفته شدند. در این مرحله نوع حادثه (واژگونی یا برخورد) متغیر شرطی است.

در مرحله دوم ورودی مدل محورها و نوع حادثه (متغیرهای شرطی) خسارت جانی(متغیر تصمیم)در نظر گرفته شد. حاصل این دو مرحله (خروجی مدل) در قالب قوانین حادثه خیز خاص هر محور بیان شدن. جدول (۴-۴) این قوانین را نشان می‌دهد.

۴-۶-۲- الگوهای قاعده‌مند نشان‌دهنده دسته‌بندی علل تصادفات جاده‌ای

دسته بندی‌ها بر اساس محورهای حادثه خیز انجام گرفت. به طوریکه هر محور به عنوان یک شئ معرفی شد و برای هر شئ الگوهای حادثه تعریف شد. این الگوها شامل دو بخش "اگر" و "آن‌گاه" هستند. بخش "اگر" شامل شرایط جوی، وضعیت دید جاده، شدت تاثیر خطای انسانی و در صورت

وجود نقص فنی میزان تاثیر آن است. بخش "آن‌گاه" نتیجه حوادث آن محور را به صورت واژگونی یا برخورد بیان می‌کند و میزان خسارت جانی احتمالی را بیان می‌کند. الگوها نشان می‌دهد عدم توجه به جلو در حین رانندگی بیش‌ترین تکرار را در علل بروز انواع سانحه داشته است.

۴-۶-۳-محورهای حادثه خیز

حادثه خیز 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 (۴-۴) نشان داده شده است مسیرهای A_3، A_8 و A_1 به ترتیب بیش‌ترین تعداد فراوانی تصادف را دارند. از لحاظ شدت خسارت جانی نیز محورهایA_2، A_1 ، A_3، A_6، A_7، A_{11} و A_{13} به ترتیب دارای شدیدترین نوع خسارت جانی، فوت و مجروحیت افراد، هستند. اما علیرغم اینکه محور A_8 از نظر تعداد فراوانی حاداثه در رتبه دوم قرار دارد سوانحی که در این محور رخ می‌دهند از لحاظ خسارت جانی خوشبختانه خسارات سنگینی به بار نمی‌آورند.

فصل پنجم:

نتیجه گیری و پیشنهاد

۵-۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر به تبع افزایش استفاده ازخودروهای سواری درکنار مزایا و کاربردهای بی‌شمار آن، مخاطرات نیز در بخش حمل و نقل بین شهری افزایش یافته‌است. از این رو پیش‌گیری از وقوع و مدیریت بحران پس از وقوع سانحه ازین جهت که به طور مستقیم با جان افراد در ارتباط است، اهمیت می‌یابد. در نتیجه باتوجه به توسعه روش‌های علمی و افزایش سیستم‌های ثبت اطلاعات، ادغام اطلاعات مستند و دانش روز قادر است تا میزان قابل توجهی از وقوع این حوادث پیشگیری کند. دراین راستا یکی از راه حل‌های کاربردی، بهره‌گیری از اطلاعات مستند سوانح پیشین است. به این منظور با بررسی مبسوط سوانحی که خودروی سواری در آن‌ها دخیل بوده یه کمک نظریه مجموعه‌های راف سوانح تحلیل و قواعد حاکم بر وقوع سوانح استخراج گردیده است. در ادامه خلاصه نتایج و پیشنهادات این پژوهش مطرح می‌شوند.

در فصل اول سوالاتی مطرح شد که در این بخش به پاسخ آن‌ها اشاره خواهد شد. عوامل مسبب وقوع حادثه ترافیکی برون شهری شناسایی شدند که به سه دسته کلی انسانی، فنی و طبیعی تقسیم بندی می‌شوند. این عوامل شامل دو عامل طبیعی وضعیت دید و وضعیت جوی، نقص فنی به عنوان تنها عامل فنی و تعداد ۹ عامل انسانی با عناوین تخطی از سرعت مجاز، تخطی از سرعت مطمئنه، انحراف از مسیر، عدم رعایت حق تقدم، عدم توجه به جلو، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، خواب آلودگی راننده و استفاده از تلفن همراه حین رانندگی هستند. برای استخراج الگوی جامع از سوانح جاده‌ای به کمک نظریه مجموعه راف این عوامل به عنوان متغیر شرطی انتخاب شدند و نتایج حاصل از تصادف که نوع حادثه و خسارت جانی هستند به عنوان ورودی‌های متغیر تصمیم این نظریه لحاظ شدند. در مجموع ۱۹ قانون برای کلیه محورهای حادثه خیز استخراج شد. بر اساس این قوانین در بین نقاط حادثه خیز، محورهای A_1 و A_2 دارای شدیدترین خسارات جانی هستند.

بر اساس این قوانین دو دسته پیشنهادات مدیریتی ارائه می‌شود. پیشنهاداتی جهت مدیریت تمام

عوامل جهت پیشگیری از وقوع حادثه و پیشنهاداتی جهت مدیریت بحران پس از حادثه. پیش از حادثه رانندگان، مسئولان راه و ترابری، راهداری و هوا شناسی می توانند اقدامات پیشگیرانه جدی‌تری انجام دهند. پس از سانحه تیم‌های امدادی با افزایش امکانات و تجهیزات و برنامه ریزی جهت انتقال سریع‌تر مصدومان به مراکز درمانی در جهت کاهش تلفات جانی اقدام کنند.

۵-۲- خلاصه نتایج

این پژوهش به منظور استخراج قوانین و عوامل حادثه ساز سوانح جاده‌ای استان سمنان، ۵۰۵۷ سانحه خودروی سواری که در شش ماه نخست سال اتفاق افتاده بود را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. به طور کلی عوامل متعدد طبیعی، انسانی و فنی در وقوع این نوع سانحه دخیل هستند که زیر مجموعه هر یک شناسایی شده است. پس از آن جهت کشف قوانین حاکم بر این عوامل در پیشگیری وقوع سانحه در سفرهای آتی یا توصیه به مدیران، حوادث ثبت شده در سامانه مدیریت حوادث و سوانح کشور جمع آوری شد. در ادامه به منظور تحلیل نتایج و ایجاد قوانین از نظریه مجموعه راف استفاده شده‌است. با استفاده از نظریه مجموعه راف و تحلیل به کمک نرم‌افزار *ROSETTA*، ۱۹ قانون اصلی به منظور معرفی به مدیران امدادی، راه و شهر سازی، مراکز درمانی استان و محققان در زمینه برنامه ریزی کاهش سوانح جاده‌ای انتخاب شده است. با توجه به قوانین کشف شده محورهای سنگین ترین تلفات جانی در روز با شرایط جوی عادی متعلق به محور A_1 و هنگام بارندگی محور A_2 است. همچنین تصادف در محور A_3 در هر دو شرایط جوی عادی و بارانی طی روز دارای تلفات جانی جبران ناپذیر است. اما وقوع سانحه در شب با شرایط جوی عادی در محورهایA_5 و A_{11} نیز منجر به فوت و جراحت افراد می‌شود. در میان خطاهای انسانی عدم توجه رانندگان به جلو در حین رانندگی بیشترین تکرار را در حوادث مرگبار دارد.

سوانح جاده‌ای همواره صدمات جبران ناپذیر اقتصادی و اجتماعی را بر پیکره جوامع در حال توسعه وارد کرده‌است بنابر این لازم است بر مبنای عوامل حادثه ساز راهکارهای مورد نیاز جهت پیشگیری و مدیریت این بحران ارائه شود.

در این راستا عبدالهی و حق شناس (۱۳۹۶) نقش عوامل هندسی و توپوگرافی راه‌های برون شهری در وقوع تصادف را بررسی کرده‌اند. همچنین بهشتی‌نیا و برگ‌بید (۱۳۹۵) با شناسایی عوامل موثر در مخاطرات حمل و نقل نقاط حادثه خیز را اولویت بندی کرده‌اند. آقاجانی و دزفولیان (۲۰۱۷) با تهیه الگوهای دمایی موثر بر وقوع سانحه به کمک نرم افزار سیستم اطلاعات مکانی به بررسی تصادفات جاده‌ای در کشور پرداخته‌اند. در این پژوهش برای شناسایی و مطالعه الگوهای فضایی و زمانی تصادفات در محیط سیستم اطلاعات مکانی ، تعداد تصادفات، تلفات و جراحات در جاده های اصلی استان ایلام مورد استفاده قرار گرفته است. در خارج از کشور نیز جین تی سای[۱] (۲۰۰۷) بررسی سوانح جاده ای با استفاده از نظریه راف را انجام داده است تا وقوع حادثه جاده ای را به عنوان زنجیره هایی از عوامل مدل کنند. زنجیره فاکتورها متشکل از ، ویژگی‌های راننده ، ویژگی‌های جاده، رفتار راننده و عوامل محیطی هستند که دلالت بر وقوع حادثه دارند. همچنین تی.زد.یو[۲] (۲۰۱۹) مطالعه ازطریق مدل‌سازی خطی سلسله مراتبی برای برجسته کردن عوامل مهم در تصادفات رانندگی به انجام رسانده‌است. نتیجه حاصل نشان دهنده کاهش تعداد تصادفات با افزایش استفاده از وسایل نقلیه عمومی است.

۵-۳- محدودیت‌های تحقیق

محدودیت‌ها از جمله عواملی هستند که در فرآیند هر تحقیقی وجود دارند و حرکت به سوی هدف را دچار چالش می‌کنند. این پژوهش با دو دسته محدودیت مواجه بود؛ دسته اول در دسترس نبودن

[۱] *Jinn-Tsai*

[۲] *T.Z.U*

اطلاعات کتابخانه‌ای به دلیل بدیع بودن و دسته دوم انحصاری و محرمانه بودن اطلاعات مجروحان حادثه.

۵-۴- پیشنهادات

آنچه از تحلیل این حوادث به دست می‌آید نشان می‌دهد در مسیرهای حادثه خیز در شرایط خاص و بحرانی جوی کدام خطاهای انسانی منجر به خسارت جبران ناپذیر خواهند شد. آشکار 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 فوت شدگان بیشتر است همواره آمادگی کافی برای رسیدگی به مجروحان را داشته باشند. از طرف دیگر متولیان به‌سازی و توسعه راه‌ها موظفند پس از شناسایی مسیرهای پر خطر، این مسیرها را در اولویت برنامه‌های به‌سازی سازمان خود قرار دهند.

با وجود 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 حادثه ساز را دستخوش تغییر قرار دهند. به منظور 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 معنا دار سوانح، علاوه بر توسعه سیستم های ثبت داده به شناسایی و تحلیل علل سوانح نیز توجه شود تا راهکار های مناسب را در پیشگیری از وقوع سانحه ارائه دهد. اگرچه شناسایی عوامل بروز سوانح به عنوان گام آغازین ارزشمند است، اما تحلیل روابط مابین این عوامل به منظور استخراج کیفیت ارتباط و اثرگذاری تعاملی عوامل بر یکدیگر حایز اهمیت است.

پیشنهادات کاربردی در دو دسته مدیریتی و پژوهشی ارائه می‌شود.

۵-۴-۱- پیشنهادات 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 حادثه ساز شناسایی کنند سپس با نصب علائم و هشدارها و حضور به موقع 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 A_{11} متذکر شوند که تخطی از سرعت مطمئنه هنگام شب منجر به تصادف مرگبار می‌شود. مدیران و مسئولان حوزه راه سازی نیز باید تدابیر و راهکارهای متناسب برای بهبود کیفیت راه‌ها مطابق با استانداردهای روز را به کار گیرند، از جمله محورهایی که تعداد فراوانی حادثه در آن‌ها بالاست و احتیاج به بازبینی کیفیت راه دارند ، مانند مسیرهای A_3 ، A_8 و A_1 . همچنین اداره هواشناسی در مناطقی که محورهای A_3، A_2 و A_{11} قرار دارند باید اطلاعات به روز رسانی شده با دقت قابل قبول 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 عمکرد 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 مجروجان را پیش بینی کنند تا در کمترین زمان ممکن امداد رسانی انجام شود. در محورهایی مانند A_9 و A_8 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 مسیرهایی مانند A_{12} و A_3 که بیش از ۵ مجروح دارند لازم است تیم‌های اورژانس و فوریت‌های پزشکی پیش بینی‌های زمان‌سنجی جهت انتقال

مصدوم و آگاهی از ظرفیت پذیرش نزدیکترین مراکز درمانی را در برنامه کاری قرار دهند. برای تسریع در برقراری ارتباط هنگام حادثه نیز لازم است اپراتورهای تلفن همراه در جهت توسعه زیر ساخت‌های ارتباطی در مناطق و مسیرهای حادثه خیز اقدام کنند.

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

۵-۴-۲- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

اطلاعات ثبت شده از سوانح نشان می دهد 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 استخراج شده تفکیک خودروهای سواری با دقت بالاتری صورت گیرد. برای نمونه، این تفکیک باعث می‌شود تا سهم خودرو سازان داخلی در وقوع سوانح با یک شرایط جوی خاص آشکار شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی با تخصیص وزن‌های مورد تایید خبرگان به هر یک از سه عامل انسان، محیط طبیعی و وسیله نقیله 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.

مراجع

۱. آذری آلانی، ق. رضـایی نور، ج (۱۳۹۸) " نشریه علمی- پژوهشی فناوری آموزش، بهار ۱۳۹۸، شماره ۳، ص ص ۵۵۲- ۵۳.

۲. بلوکیان، الف. سرخی، ل (۱۳۸۸) ، اولین کنفرانس تصادفات و سوانح جاده‌ای و ریلی، آذر ماه ۱۳۸۸.

۳. بهشتی‌نیا، م. و برگ بید، ه (۱۳۹۴) " مدل ترکیبی جهت شناسایی عوامل موثر در مخاطرات حمل و نقل زمینی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز (مطالعه موردی: محور نیشـابور-سـبزوار)"، فصـلنامه مهندسـی حمل و نقل. شماره سوم.

۴. حسینی، م(۱۳۸۷) "مدیریت بحران"، انتشارات نشر شهر.

۵. درگاه آمار ایران، www.amar.org.ir.

۶. رمضان زاده، م. (۱۳۸۸) "تصادفات جاده ای: بررسی عوامل موثر و راهکارهای کاهش"، اولین کفنرانس تصادفات و سوانح جاده ای و ریلی، آذرماه ۱۳۸۸.

۷. زمانی، م. رسـتگاری، ح (۱۳۹۶) "مروری بر الگوریتمهای متمرکز و توزیع شـده در اسـتخراج الگوهای پرتکرار"، کنفرانس ملی فناوری‌های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر"، دی ماه ۱۳۹۶.

۸. سامانه اطلاعات سوانح وحوادث حمل و نقل کشور، www.havades.mrud.ir.

۹. سایت سازمان بهداشت جهانی، www.who.int.

۱۰. سـجادیان، ف (۱۳۹۵)، پایان نامه ارشد، "تحلیل سیگنال‌های ناقص رفتاری مشتریان با رویکرد تئوری مجموعه راف و نتوگرافی (مطالعه موردی: صنعت گردشگری)"، دانشکده مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۱. سـهرابی جافجیری، الف (۱۳۹۸)، " دیدگاهی جدید جهت تخمین پارامترهای فیزیولوژیکی قلب در حین آزمون CPXبا اسـتفاده از مدل وینر همرشـتاین و الگوریتم بهینه سـازی ژنتیک"، شـشـمین کنفرانس ملی علوم و مهندسی کامپوتر، فروردین ۱۳۹۸).

۱۲. شیخ، ر(۱۳۹۶) " تئوری مجموعه راف (مفاهیم اولیه، کاربرد و نرم افزار)"، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۳. فتاحی، ع. اسـدی، م، "ارائه مدل شـدت تصـادفات واژگونی بر پایه پارامترهای موثر طرح هندسـی، جریان ترافیک ومشـخصـات جمعیتی راننده در بررسـی موردی راههای شـریانی اسـتان ایلام"، سـومین کنفرانس ملی تصادفات جاده‌ای، سوانح ریلی و هوایی کشور.

۱۴. . فراهانی دلجو، ف، (۱۳۹۰) "شـــناســـایی و ارزیابی خطاهای بالقوه عملیات امداد و نجات تصـــادفات جاده ای"، فصلنامه علمی امداد و نجات سال چهارم، شماره ۱، ۱۳۹۱.

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

۱۶. قشـلاقی، م، (۱۳۹۸) " ارزیابی کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک با استفاده از ترکیب روشهای فرآیند سلسله مراتبی دلفی فازی و تاپسیس فازی "، فصلنامه مدیریت کسب و کار، شماره ۳۴، پائیز ۱۳۹۸.

۱۷. کریمی، ت. صادقی مقدم، م(۱۳۸۷) "مجموعه‌های راف و مجموعه‌ها خاکستری"، انتشارات کتاب مهربان.

۱۸. غلامی، آ (۱۳۹۶)، پایان نامه ارشد، "طبقه بندی ABC مشتریان با رویکرد تئوری راف و تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با اطلاعات فازی"، دانشکده مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۹. محمدی،ع. و شـیخ، ر (۱۳۹۳) "قاعده مند سـازی و پیش بینی رفتار مشتریان بر اساس تئوری مجموعه راف و شـاخص قابلیت پذیرش و رد (مطالعه موردی: تلفن همراه سـونی اریکسـون)" نشـریه مدیریت بازرگانی، ۶(۱)، صص ۱۴۵-۱۶۶.

۲۰. مرادی،ع. رحمانی،خ (۱۳۹۵) "مروری بر حوادث رانندگی در ایران در مقایسـه با سـایر کشـورها" مجله پزشکی قانونی ایران. بهار ۱۳۹۵.

۲۱. مسـلم، ب. موحدی، ف (۱۳۹۶) "شـناسایی عوامل موثر و بررسی تصادف‌های ترافیکی با استفاده از رویکردهای داده کاوی (مطالعه موردی: آزادراه تهران-قم)" فصلنامه مهندسی حمل و نقل. شماره چهارم.

۲۲. موید قائدی، س(۱۳۹۱) "ارائه ی رویکرد چند سطحی در بررسی سوانح جاده‌ای"، سومین کنفرانس بین المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای. پردیس دانشکده هاي فني، دانشگاه تهران.

۲۳. هاشـمی، م. میرزائی، ک (۱۳۹۱) " الگوریتم ژنتیک و کاربردهای آن"، همایش علوم کامپیوتر، مهندسـی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، خرداد ماه ۱۳۹۱.

24. Alperen, Y. *Sertac, C (2019)* "*Multi objective optimization of a micro-channel heat sink through genetic algorithm", Elsevier International Journal of Heat and Mass Transfer.*
25. A.J. Ghandour, H. Hammoud, M. Dimassi et al(2019), "Allometric scaling of
26. road accidents using social media crowd-sourced data", Physica A.

27. *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.*
28. *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. Pp1_11.*
29. *Chandraranta.s, Stamatiadis.N, Stromberg, A(2006) "Crash involvement of drivers with multiple crashed" Accid. Anal. Prev. Vol38, No 3, pp 532–541.*
30. *Chen. J, M. j (2019) " A graph approach for fuzzy-rough feature selection", Fuzzy Sets Syst.*
31. *Chung, Yi-Shih, Wong, Jinn-Tsai (2010) "Investigating driving styles and their connections to speeding and accident experience" , J. East. Asia Soc. Transport. Stud.*
32. *Habibi, A. Sarafrazi, A (2014) "Delphi Technique Theoretical Framework in Qualitative Research", The International Journal Of Engineering And Science (IJES), vol.3, pp. 8-13.*
33. *Heydari ,Y. Sarikhani,Ghasem (2013), "Time analysis of fatal traffic accidents in Fars Province of Iran", Chinese Journal of Traumatology, vol.16, pp. 84-88.*
34. *Jian, L., Liu, S. & Lin, Y(2011) "Hybrid Rough Sets and Aplications in Uncertain Decision-Making. Boca Raton" Auerbach Publications.*
35. *Jinn-Tsai W. Yi-Shih Chung (2007) "Rough set approach for accident chains exploration" Accident Analysis and Prevention.NO 39, pp 629_637.*
36. *Khademia, N. AhadChoupanib, A (2018), "Investigating the road safety management capacity: Toward a lead agency reform", IATSS Research.*
37. *Lee, J., Chae, J., Yoon, T., Yang, H (2018) "Trafc 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.*
38. *Lee, A.H., Stevenson, M.R., Wang, K., Yau, K.W (2002) "Modeling young driver motor vehicle crashes: data with extra zeros" Accid. Anal. Prev. NO 34, pp 515–521.*
39. *Liao, H. Xu, Z (2014), "Qualitative Decision Making with Correlation Coefficients of Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets", Knowledge-Based Systems.*

40. *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.*
41. *Matveev,A.Maksimov,A (2018), "Methods improving the availability of emergency-rescue servicesfor emergency response to transport accidents", Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (SPbOTSIC 2018).*
42. *Meng, F (2018), " Linguistic intuitionistic fuzzy preference relations and their application tomulti-criteria decision making", Knowledge-Based Systems.*
43. *Orlowska, E (1998), "incomplete information: Rough Set Analysis" Berlin: Springer.*
44. *Pawlak, Z (1984), "Rough set and decision tables", 5thSymposium on computation theory, pp.187-196.*
45. *Pawlak, Z (1994), "Rough set: present state and future prospects", the 3rd international workshopon Rough sets and soft computing, pp.3-5, California, USA.*
46. *Pawlak, Z (1996), "Rough sets and data analysis ", Asian Fuzzy sysrems symposium-soft computing in intelligent systems and information processing", Pp.1-6".*
47. *Pawlak, Z (1999), "Rough sets theory for intelligent industrial applications", the 2nd international conference on intelligent processing and manufacturing of materials, pp.37-44.*
48. *Pawlak, Z. Skowrn, A (2007) "Rough set and Boolean reasoning" Information since. No 177, pp 41-73.*
49. *Peters, G. Lingrs, P (2012), : Rough Sets: selected methods and applications in management and engineering", Londin: Springer.*
50. *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.*
51. *Powlkowski, L (2002, "Rogh Set Mathematical Foundations. Berlin: Springer.*
52. *S.L. Podvalny, M.I. Chizhov, P.Y. Gusev (2019)"The Crossover Operator of a Genetic Algorithm as Applied to the Task of a Production Planning". Procedia Computer Science, vol 150, p p. 603-608.*

53. *Shen, K.-Y., Hu, S.-K. & Tzeng, . G.-H (2017) Financial modeling and improvement planning for the life insurance industry by using a rough knowledge based hybrid MCDM model. Information Sciences, Volume 375, p. 296–313*
54. *RRissino, S. Lambert-Torres, "Rogh Set Theory-Fandamental Concepts, principals, Data Extraction and application", Data mining and the knowledge Discovery in Real life Aplications.*
55. *TZU,Y. Rong,Ch (2019)"Using HLM to investigate the relationship between traffic accident risk of private vehicles.*
56. *Zhang, X. Chen, D. Tsang, E (2017), " Generalized dominance rough set models for the dominance intuitionistic fuzzy information system". Information sinces, vol.13, p. 1-25.*

Abstract

In recent years, road accidents have become one of the leading causes of death in Iran. Due to the role of various factors in the occurrence of a road accident, the management of the occurrence of this phenomenon has been associated with many challenges.Due to the presence of several qualitative and quantitative factors in the accident analysis process, this research uses a developed approach based on the theory of Rough Sets to identify the pattern of road accident incidence. By using the proposed model, it will be possible to analyze the occurrence of accidents in multiple dimensions and finally rule out an accident by combining the factors involved. For this purpose, a comprehensive range of factors based on the literature of the subject and the opinions of experts related to the vehicle, driver and the intended environment are discussed. Key findings of the accident management research suggest that the existence of scientific models of accident factors can reduce the number of road accidents. The causes of the accident with the highest number of repetitions were extracted in the form of rules. The results show that the type of accident depending on the type of vehicle and the weather conditions can have different severity of the accident. In addition, the cause of an accident under various conditions, such as atmospheric conditions, can have a specific incident severity. Thus, the theory of Rough sets performs an acceptable function in analyzing the role of accident factors and its quality in order to respond appropriately after occurrence and prevention.

Keywords :
Pattern Recognition, Rough Set Theory, Road Accidents, Decision Support System, Classification.

Shahrood University of Technology

Faculty of Industrial Engineering

M.Sc Thesis in Industrial Management

Extracting Comprehensive Patterns Development of Road Accidents Based on Rough Theory

By: Homa Khodadadi

Supervisor: Dr. Reza Sheikh

Advisor: Dr. Ali akbar Hasani

January 2020