

شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام - حمیل - کرمانشاه با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و روش AHP فازی

مقاله علمی - پژوهشی

محسن قبادزاده، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان، همدان، ایران

محمد ملکی، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

محمد عباسی، استادیار، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان، همدان، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mo.maleki158@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

صفحه ۲۹۱-۳۰۴

چکیده

بر اساس آمارهای موجود، هر ساله هزاران نفر در ایران بر اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست داده و یا معلول می‌شوند که این امر یک فاجعه‌ای ملی محسوب می‌شود. محورهای مواصلاتی استان کرمانشاه به ایلام به سمت مرز مهران و بالعکس یکی از شریان‌های اصلی ارتباط بین کشورهای ایران و عراق می‌باشد. هدف از این مقاله اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز محور ایلام-حمیل-کرمانشاه و ارائه راهکار در جهت بهبود آنها می‌باشد. ۱۲ نقطه حادثه‌خیز بر اساس ۸ معیار (وضعیت هوا، سطح جاده، نوع راه، مکانیسم وقوع، وضعیت هندسی، توپوگرافی، وجود شانه خاکی و ایمنی راه) مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد نیاز برای این مسیر از شورای ترافیک استان ایلام اخذ گردید. سپس با طراحی پرسشنامه از ۴۴ خبره خواسته شد که به ماتریس‌های تصمیم امتیاز دهند و در ادامه برای هر یک از معیارها بر اساس روش سلسله مراتبی فازی وزن‌ها و نقشه‌ها و نمودارها تهیه گردید. وزن نهایی گزینه‌ها محاسبه و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز با خطر خیلی زیاد، خطر زیاد، خطر متوسط و خطر کم انجام گردید. بر اساس اولویت‌بندی روش سلسله مراتبی فازی نقاط حادثه‌خیز با خطر خیلی زیاد پارکینگ قلندر، تنگ قیر، تونل آزادی و پیچ محیط‌زیست می‌باشند و همچنین نقطه حادثه‌خیز با خطر زیاد تقاطع امامزاده حسن می‌باشد. نقاط حادثه‌خیز با خطر متوسط تقاطع یک‌طرفه سرابله، بانکول، تقاطع روستای سیاه‌خور و کریم‌حاصله بوده و تقاطع روستای چشمه خزانه، تقاطع لعل‌آباد و تقاطع کارزان نقاط حادثه‌خیز با خطر کم می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقاط حادثه‌خیز، ایلام - حمیل - کرمانشاه، AHP فازی

۱-مقدمه

می‌کند. بخش حمل‌ونقل به‌عنوان پیش‌نیاز و زیربنای توسعه، دارای نقش اساسی و کارآمد در باروری امکانات و استعداد‌های بالقوه جوامع بوده که از طریق جابجایی بار و مسافر، پیوند ناگسستنی بین عوامل مختلف رشد و توسعه را فراهم می‌آورد و موجب برقراری تقویت هرچه سریع‌تر و گسترده‌تر بخش‌های

حمل‌ونقل از دیدگاه علوم مختلف دارای مفاهیم متنوعی است و از جنبه‌های مختلفی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد در برنامه‌ریزی شهری یکی از مهم‌ترین مسائلی که در حوزه حمل‌ونقل برون‌شهری مورد توجه قرار می‌گیرد موضوع مهم تصادفات جاده‌ای و عواملی است که در بروز آن نقش ایفا

ایمنی ترافیک، GIS می‌تواند مکان‌های تصادف را تجسم کرده و ویژگی‌های تصادفات مانند زمان تصادف، تعداد جراحات، تعداد کشته‌ها، مشخصه جاده‌هایی که تصادفات رخ می‌دهد، ویژگی استفاده از زمین و غیره را ذخیره کند. به منظور یافتن دلیل وقوع تصادفات می‌تواند توضیح دهد زیرا مکان‌ها را با ویژگی‌های زیادی مرتبط می‌کند (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۲). اخیراً، بسیاری از مطالعات مرتبط با تجزیه و تحلیل ایمنی ترافیک با کمک GIS انجام شده است. نوع تجزیه و تحلیل، قابل استفاده برای تجزیه و تحلیل حوادث، شامل تجزیه و تحلیل تقاطع، تجزیه و تحلیل بخش، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه و تحلیل چگالی، تجزیه و تحلیل الگو، تجزیه و تحلیل مجاورت، تجزیه و تحلیل پرس‌وجو فضایی و فن‌های مدل‌سازی تجزیه و تحلیل حوادث است. انواع مختلفی از روش‌های تجزیه و تحلیل فضایی بر اساس تجزیه و تحلیل نقطه، قطعات و مناطق ایجاد شده است. به منظور شناسایی نقطه داغ (تصادف یا جرم مربوط به جاده‌ها، به عنوان مثال، سرقت وسایل نقلیه) در جاده‌ها، می‌توان از تجزیه و تحلیل فضایی مبتنی بر شبکه استفاده کرد (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات قابل توجهی در زمینه‌ی تشخیص نقاط حادثه‌خیز ترافیکی در دسترس است که به‌طور گسترده در ادبیات مورد بحث قرار گرفته است. شفاف‌بخش و همکاران در پژوهشی به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر در اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز با استفاده از فن دیمیتل پرداختند (شفابخش و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج نشان دادند که معیار هزینه، تأثیرگذارترین عامل روی دیگر معیارها بوده و مشخص شد که معیار تعداد تصادفات نیز تأثیرپذیرترین عامل از سوی دیگر معیارها است. حاجی حسینلو و قیاسی در پژوهشی به بررسی مکان‌یابی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز تصادفات عابرین پیاده در شبکه‌های درون‌شهری با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی در شهر تهران پرداختند (حاجی حسینلو و قیاسی، ۱۳۹۱). در این پژوهش روش نزدیک‌ترین همسایگی جهت تحلیل ۲۷۶ تصادف عابرین پیاده ناحیه مورد مطالعه طی سال ۱۳۸۹، استفاده گردیده است که نتیجه آن به دست آمدن ۶۳ منطقه مجزای تراکم تصادفات می‌باشد. در گام بعدی مناطق به‌دست‌آمده از مرحله پیشین بر اساس ۵ معیار مختلف اولویت‌بندی شده‌اند که این معیارها عبارتند از: فراوانی تصادف، چگالی تصادف، مجموع رتبه‌ها، امتیاز تصادف و رتبه نهایی. خلیلی و همکاران در پژوهشی به بررسی و تحلیل نقاط حادثه‌خیز در راه‌های برون‌شهری به محورهای منتهی به شهر

مختلف اقتصادی و فرهنگی کشور می‌گردد (شفابخش و همکاران، ۱۳۹۰). در این بین حمل‌ونقل جاده‌ای به‌خودی‌خود از اهمیت بسزایی برخوردار است. تصادفات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائلی که حمل‌ونقل جاده‌ای را با چالش مواجه می‌نماید؛ علل گوناگون و خسارت‌های مادی و معنوی فراوان و گاهی جبران‌ناپذیری را در پی دارد. امروزه برنامه‌ریزان می‌کوشند تا به‌نوعی از تعداد و شدت این سوانح را کاهش دهند. لذا، شناسایی علل وقوع تصادفات و پیشگیری از این‌گونه حوادث امری بسیار مهم در کاهش اثرات زیان‌بار و غم‌بار آن می‌باشد. حجم وسیعی از مطالعات بر روی عوامل مختلف وقوع حوادث انجام شده است. از جمله مهم‌ترین این مطالعات در حوزه مکان (Maduako et al., 2022)، شرایط آب و هوایی (Sun et al., 2022)، شدت وقوع حادثه (Adeliyi et al., 2023)، مناطقی که دارای مشکل زیر ساخت ترافیکی می‌باشند (Gutierrez-Osorio & Pedraza, 2020)، و ... می‌باشند. عوامل متعددی بر ایمنی تردد در بزرگراه‌ها مانند رفتار راننده، شرایط ترافیکی و عوامل محیطی مانند آب‌وهوا، زمان روز، روشنایی جاده‌ها و غیره تأثیر می‌گذارد. بزرگراه‌ها از روش کنترل کیفیت و نرخ در ارزیابی ایمنی تردد بزرگراه‌ها استفاده می‌کند. این روش آماری بزرگراه‌ها را با تقسیم آن به بخش‌های کوچک‌تر (یک کیلومتر) تجزیه و تحلیل می‌کند. برای هر بخش، سه پارامتر محاسبه می‌شود. میزان تصادف، فراوانی تصادف، شاخص شدت و هر یک از این پارامترها با مقادیر بحرانی مختلف مقایسه می‌شوند. وقتی همه این سه مقدار یک بخش از مقادیر بحرانی فراتر رود، آن بخش به‌عنوان یک نقطه سیاه در نظر گرفته می‌شود. استفاده از داده‌های جغرافیایی یا مکانی نقش مهمی در بسیاری از زمینه‌های زندگی روزمره دارد. بسیاری از داده‌هایی که در زندگی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم استفاده می‌شوند دارای اطلاعات مکانی هستند. موقعیت جغرافیایی اطلاعات مربوط به حوادث را بیشتر از مختصات آن‌ها می‌دهد. وقوع تصادفات در یک مکان یا مکان‌های نزدیک می‌تواند نشانگر علل تصادفات باشد. به همین دلیل، حوادث رانندگی باید با مختصات آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. با کمک ابزارهای تجزیه و تحلیل فضایی، مناطق تصادف زیاد می‌تواند به‌وضوح مشخص شود. به‌منظور درک علل تصادفات و بهبود ایمنی تردد، تجزیه و تحلیل نقاط داغ نقش مهمی دارد. در ساده‌ترین عبارت، نقاط داغ را می‌توان به‌عنوان مناطق وقوع حادثه بسیار توضیح داد. در تجزیه و تحلیل

نشان داد که با استفاده از نرم‌افزار موبایل، فاصله زمانی متوسط بین وقوع یک حادثه و تماس با خدمات اضطراری ۱۵ ثانیه بود. علاوه بر این، در طول دوره مطالعه مشخص شد بیشترین تعداد حوادث ناشی از وسایل نقلیه در تاریخ ۰۱ مه ۲۰۱۴ رخ داده است. بیشترین زمان برای یک حادثه در این روز، ساعت ۱۰ صبح بود و شایع‌ترین محل حادثه را نیز مشخص نمودند (Alfarraj et al., 2015). کانج و همکاران در پژوهشی به چارچوبی برای تصمیم‌گیری در مورد خطر مبتنی بر TOPSIS برای حمل‌ونقل بهتر پرداختند. نمونه‌ای از برنامه ارائه شده است تا اثربخشی مدل پیشنهادی را نشان دهد و از این پوسته برای انجام شبیه‌سازی استفاده شده است (Abi-Char, 2019). شهزاد بررسی تجزیه و تحلیل تصادفات جاده‌ای با استفاده از فن GIS را مطالعه کرده است. هدف از این بررسی پیشنهاد روش فوق‌العاده GIS قابل استفاده در تجزیه و تحلیل تصادفات در شرایط مختلف است. نتایج آماری بررسی شده حوادث توسط GIS انجام می‌شود. اما مطالعه عددی توسط GIS کامل نیست (Shahzad, 2020). الاماری و همکاران، نقشه‌برداری از نقاط تصادفات جاده‌ای با استفاده از روش‌های مبتنی بر GIS مطالعه موردی استان مسقط عمان را بررسی کرده‌اند. این تجزیه و تحلیل شواهدی از خوشه‌بندی فضایی و نقاط حادثه‌خیز در جاده‌های طولانی را که توسط تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها در مسقط مشخص شده‌اند برجسته می‌کند. این یافته‌ها تأیید می‌کند که تقاطع‌های جاده‌ای خطر تصادف را نسبت به سایر اثرات متناسب به ویژگی‌های هندسه جاده افزایش می‌دهد (Al-Aamri et al., 2021).

بر اساس آمارهای موجود، هرساله هزاران نفر در اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست داده و یا معلوم می‌شوند. تعداد متوفیان حوادث رانندگی در ایران در سال ۱۳۹۸، ۱۶۹۴۶ نفر و در سال ۱۳۹۹، ۱۵۳۹۶ نفر و تعداد مصدومان حوادث رانندگی در سال ۱۳۹۸، ۳۴۷۳۰۷ نفر و در سال ۱۳۹۹، ۲۷۱۷۷۱ نفر بوده است با مقایسه آمار متوفیان در سال‌های ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۹۸ تعداد تلفات ۹/۱- درصد کاهش و مصدومان نیز ۲۰/۳- درصد کاهش یافته است که این امر ناشی از پاندمی ویروس کووید ۱۹ و منع تردد در تعطیلات رسمی تقویم از جمله عید نوروز و سفرهای تابستانی و غیره بوده است در تصادفات رانندگی در ۳ ماهه نخست سال ۱۴۰۰، ۴۱۳۰ نفر فوت و رشد ۱۸/۶ درصدی نسبت به زمان مشابه در سال ۱۳۹۹ و ۷۴۹۵۴ مصدوم و رشد ۲۲/۶ درصدی نسبت به سال ۱۳۹۹ بود که این

مشهد با استفاده از نرم‌افزارهای GIS ExpertChoice پرداختند. نتایج نشان می‌دهد هر دو محور مشهد - نیشابور و مشهد - تربت‌حیدریه تا انتهای محور مشهد - باغچه در وضعیت مناسب از لحاظ ایمنی قرار داشته و پس از آن، محور مشهد - تربت‌حیدریه به دلیل وضعیت نامناسب مدیریتی و فیزیکی - کالبدی، در شرایط نامطلوبی نسبت به مسیر مشهد - نیشابور قرار دارد (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۲). حجازی و شاه ولی در پژوهشی به شناسایی نقاط حادثه‌خیز جهت مکان‌یابی استقرار امداد و نجات جاده‌ای محورهای اصفهان پرداختند. نتایج بر اساس تاپسیس فازی اولویت‌بندی شده و تأثیر عدم قطعیت در عوامل مؤثر بسیار مورد تأکید بوده است که به صورت کلی مسئله را عوض می‌نماید. حجازی و شاه ولی در پژوهشی دیگر به بررسی نقاط حادثه‌خیز جهت مکان‌یابی استقرار امداد و نجات جاده‌ای محورهای اصلی استان خوزستان پرداختند. نتایج نشان می‌دهند محورهای آن استان از نظر استقرار اورژانس وضعیت نسبتاً مناسبی دارد اما وضعیت بسیار نامناسبی از نظر راه‌دارخانه دارد (حجازی و شاه ولی، ۱۳۹۴). چانگ و همکاران در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیر عملکرد رانندگان بر شناسایی خطر در جلوگیری از اثرات محل وقوع تصادف پرداختند و تصادفات را در بخش‌هایی از جاده و تقاطع‌های جاده‌ای مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان می‌دهد که زمان درک و واکنش بیشترین تأثیر را در وقوع تصادف داشته است (Chang et al., 2008). وانگ و همکاران در پژوهشی به بررسی تجزیه و تحلیل نقاط حادثه‌خیز و مطالعات پیرامون ارزیابی ریسک فرودگاه پرداختند (Wong et al., 2009). برای ارزیابی خطرات مربوط به باندهای خاص و تعیین ابعاد ایمنی فرودگاه یک هدف کمی ایمنی تعیین شده است. این رویکرد نه تنها عوامل خطر ساز را که پیش از این با ارزیابی‌های خطرناک استاندارد نادیده گرفته شده، در نظر گرفته است، بلکه ویژگی‌های عملیاتی و ترافیکی باند مربوط را نیز در نظر می‌گیرد. جوسف در پژوهشی به شناسایی مکان حادثه با استفاده از GPS و امکان استفاده از آن پرداختند. سیستم قادر به دسترسی به هر حادثه‌ای است که توسط پارامترهای بررسی شده توسط پلیس (به استثنای اطلاعات شخصی) مشخص شده است و همچنین انتخاب‌های فردی خود و خلاصه با توجه به این پارامترها لحاظ شده است (Josef, 2009). آلفاراج و همکاران در پژوهشی به بررسی طراحی و توسعه یک کیت حسگر هوشمند برای تشخیص موقعیت محل حادثه با استفاده از تلفن هوشمند پرداختند. نتایج

و رویای پرسشنامه از روش سلسله مراتبی فازی برای اولویت‌بندی استفاده شد. ۸ معیار (وضعیت هوا، وضعیت سطح جاده، نوع راه، مکانیسم وقوع، وضعیت هندسی، توپوگرافی منطقه، وجود شانه خاکی، ایمنی راه) و ۱۲ نقطه حادثه‌خیز از سمت استان ایلام به سمت استان کرمانشاه (پیچ محیط‌زیست، تونل آزادی، پارکینگ قلندر، تقاطع کارزان، تقاطع روستای چشمه خزان، بانکول، تقاطع یک‌طرفه سرابله، تنگ قیر، تقاطع امامزاده حسن، تقاطع سیاه خور، کریم حاصله، تقاطع لعل آباد بر اساس نظر خبرگان و پیشینه تحقیق استخراج شده است (گزارش اداره راهداری). از جمله مهم‌ترین کارهایی که در این مرحله انجام می‌گیرد، مرتب کردن و تنظیم داده‌ها، کدگذاری داده‌ها، سازمان‌دهی داده‌ها و سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه حجم اطلاعات کمی جمع‌آوری شده در این تحقیق بسیار زیاد است لازم است تا با استفاده از روش‌های آماری آن‌ها را خلاصه و سازمان‌دهی نماییم.

از جمله مواردی که در روش آماری توصیفی بکار می‌رود، استفاده از جداول توزیع فراوانی، درصد فراوانی و میانگین با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس می‌باشد. در این پژوهش روش F-AHP توسعه داده شد.

۲-۱- تحلیل سلسله مراتبی فازی

تصمیم‌گیری چندمعیاره مجموعه وسیعی از تحقیقات عملیاتی است که به مدیران در تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای متعدد و متناقض کمک می‌کند. در این مدل‌ها، چندین هدف هم‌زمان برای بهینه‌سازی در نظر گرفته شده است. مقیاس هر هدف ممکن است با مقیاس سایر اهداف متفاوت باشد. به‌عنوان مثال، یک هدف حداکثر سازی سود است که بر اساس پول اندازه‌گیری می‌شود و هدف دیگر به حداقل رساندن استفاده از ساعات کار است که برحسب ساعت اندازه‌گیری می‌شود. گاهی اوقات این اهداف در یک‌جهت نیستند و در جهت مخالف عمل می‌کنند. به‌عنوان مثال، تصمیم‌گیرنده از یک سو می‌خواهد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از سوی دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را به حداقل برساند. بهترین فن تصمیم‌گیری چندهدفه، برنامه‌ریزی ایده آل است. فرایند سلسله مراتب تحلیلی فازی روشی از روش سلسله مراتبی است که با نظریه منطق فازی توسعه یافته است. روش سلسله مراتبی فازی مشابه روش سلسله مراتبی استفاده می‌شود. فقط روش سلسله مراتبی فازی مقیاس روش سلسله مراتبی را در مقیاس مثلث فازی قرار می‌دهد تا در اولویت دسترسی قرار گیرد (Zheng et al., 2018).

امر یک فاجعه‌ای ملی محسوب می‌شود. بنا بر آمار ارائه شده توسط پزشکی قانونی استان ایلام تعداد متوفیان حوادث رانندگی در استان ایلام در سال ۱۳۹۸ تعداد ۱۶۳ نفر و در سال ۱۳۹۹ تعداد ۱۱۰ نفر و تعداد مصدومان حوادث رانندگی در سال ۱۳۹۸ تعداد ۳۰۸۳ نفر و در سال ۱۳۹۹ تعداد ۲۲۴۴ نفر بوده است و در سه‌ماهه نخست سال ۱۴۰۰ نیز تعداد متوفیان ۲۶ نفر و تعداد مصدومان ۶۰۹ نفر بوده است که متأسفانه بخش عمده‌ای از این حوادث در محور مورد مطالعه رخ داده است (پزشکی قانونی، ۱۴۰۰). استان ایلام دارای طول تقریبی ۴۲۰ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق بوده و محورهای مواصلاتی استان کرمانشاه به ایلام به سمت مرز مهران یکی از اصلی‌ترین شریان‌های ارتباطی بین کشورهای ایران و عراق می‌باشد که سالانه علاوه بر حجم عمده واردات و صادرات کالا میزبان میلیون‌ها تن از زائران عتبات عالیات و اربعین حسینی (ع) بوده است.

تحقیق پیش رو با هدف استفاده از سیستم اطلاعات مکانی به‌منظور شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام-حمیل-کرمانشاه با روش سلسله مراتبی فازی انجام شده است. سوال‌هایی که مبتنی بر این هدف است به شرح ذیل هستند.

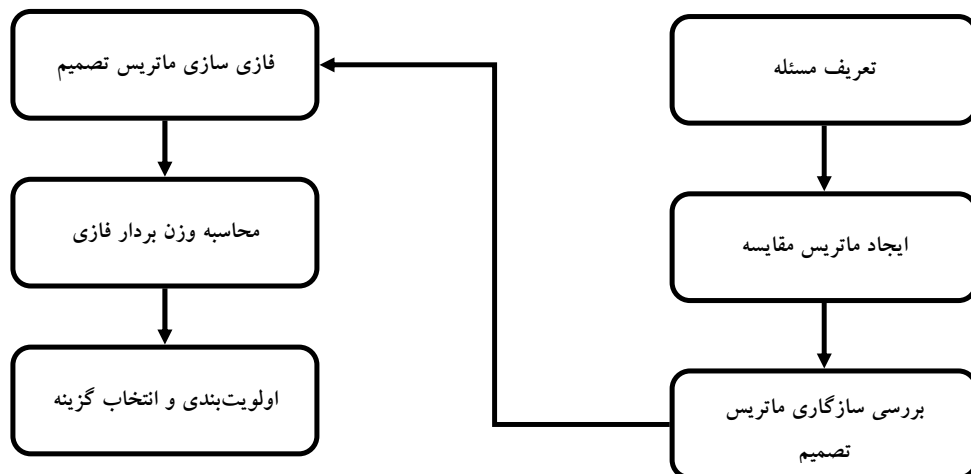
- معیارهای مؤثر در نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام-حمیل-کرمانشاه چیست؟

- اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام-حمیل-کرمانشاه با روش سلسله مراتبی فازی به ترتیب پرخطر به کم‌خطر و ارائه راهکارها؟

- آیا استفاده از سیستم اطلاعات مکانی به‌منظور شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام-کرمانشاه با روش سلسله مراتبی فازی امکان‌پذیر است؟

۲- روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی - تحلیلی است. داده‌های پژوهش به روش کتابخانه‌ای با مطالعه مقالات در ژورنال‌های چاپ‌شده و استفاده از پرسشنامه گردآوری شدند. شیپ فایل‌های مورد استفاده در این تحقیق از نقشه ۱:۵۰۰۰۰ راه‌های استان ایلام و از اداره کل راه و شهرسازی استان ایلام اخذ گردیده است. اولین قدم بعد از جمع‌آوری اطلاعات، پردازش آن‌ها می‌باشد تا بتوان در نهایت آن‌ها را تحلیل نمود. در این تحقیق ابتدا معیارهای مؤثر در نقاط حادثه‌خیز بر اساس پیشینه تحقیق و نظر خبرگان استخراج و پس از پایایی

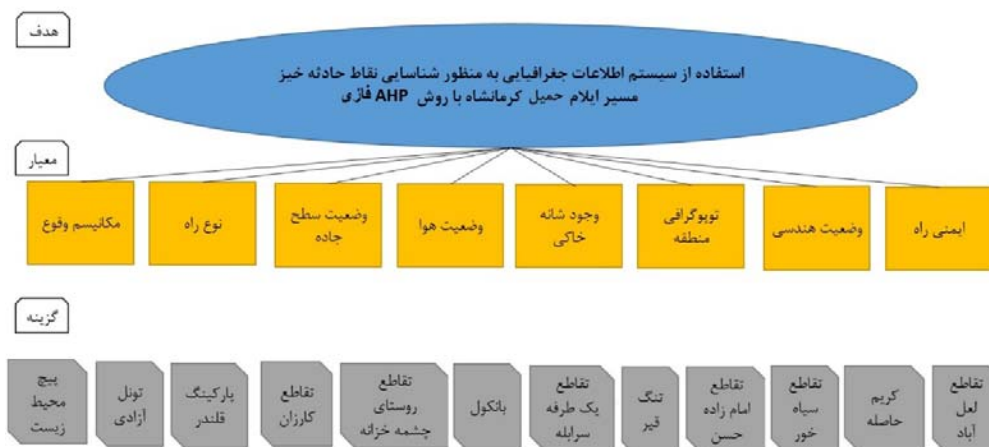


شکل ۱. مراحل روش سلسله مراتبی فازی (۱۵)

۳- یافته‌های پژوهش

هدف این پژوهش شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام - حمیل - کرمانشاه می‌باشد. با توجه به ماهیت کمی و کیفی و همچنین گسستگی و پیوستگی متنوع شاخص‌ها، هر معیار در دسته‌های مختلف دسته‌بندی کرده و براساس مقیاس تعیین ارجحیت ساعتی، برای هر یک امتیاز داده می‌شود.

اساس شیوه تحلیل سلسله مراتبی بر انجام مقایسه زوجی و تعیین میزان ارجحیت عناصر بر یکدیگر نسبت به معیار موردنظر است و مدل همپوشانی وزنی که در نرم‌افزار GIS ارائه شده است، این توانایی را دارد تا در تصمیم‌گیری‌هایی که از چندین معیار با درجه اهمیت متفاوت هستند بکار گرفته شود (۱۶).



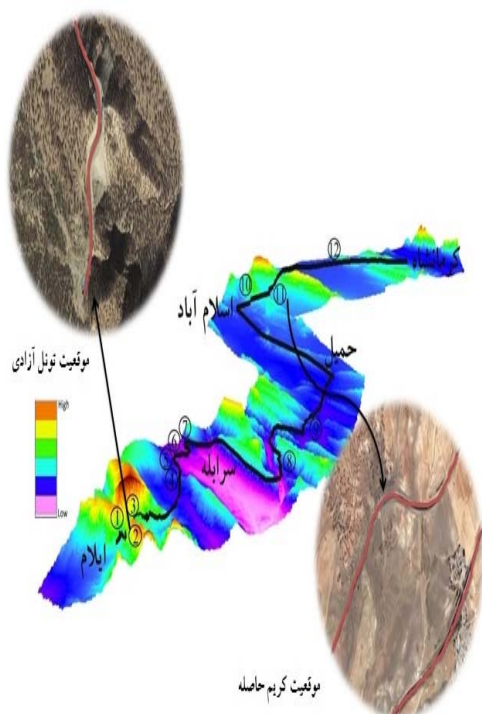
شکل ۲. طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌ها

معیارها در جدول ساعتی بین حداقل ۱ و حداکثر ۹ تعیین شده است. در وهله اول، ارجحیت شاخص به لحاظ وزنی نسبت به یکدیگر با تشکیل جدول ماتریسی محاسبه و سپس نرم‌افزار،

در مقایسه زوجی، عنصر ۱ام با عنصر ۱ام مقایسه شده است. یکی از حالت‌های زیر می‌تواند میزان اهمیت عنصر ۱ را به عنصر ۱ تعیین کند. بر این اساس امتیاز مقایسه‌ای زوجی

حاصله است. در فصل زمستان به دلیل اختلاف سطح زیاد ورودی و خروجی، تونل آزادی دارای شرایط آب‌وهوایی کاملاً متفاوتی می‌باشد. ارتفاع شهر ایلام از سطح دریا ۱۴۰۰ متر بوده و تونل آزادی به فاصله کمتر از ۵ کیلومتر از شهر ایلام دارای ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا می‌باشد که این اختلاف سطح در فصل سرما و در شرایط بارندگی رانندگان را با وضعیتی خطرناک از قبیل تشدید بارندگی و پوشیده شدن سطح جاده از برف و تگرگ روبرو می‌کند.

دوخطه بودن موقعیت تونل نسبت به ورودی و خروجی تونل که به صورت چهار خطه می‌باشد نیز رانندگان را سردرگم کرده و رانندگان ناآشنا به مسیر را در موقعیت‌های خطرناکی قرار می‌دهد. پیشنهاد می‌گردد که در کوتاه‌مدت سرعت تردد وسایل نقلیه را در موقعیت این تونل به وسیله سرعت گیر و تجهیزات الکترونیکی از قبیل دوربین کنترل سرعت کاهش داد و در بلندمدت تونلی دیگر در مجاورت تونل فعلی جهت تکمیل مسیر چهار خطه ایجاد گردد.



شکل ۳. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیارهای وضعیت هوا

به طور خودکار، ضرایب نهایی را محاسبه می‌کند که در فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه‌ی وزن نسبی و محاسبه‌ی وزن مطلق براساس وزن شاخص‌ها در مقایسه با وزن گزینه‌ها انجام می‌شود. در این پژوهش وزن نهایی شاخص‌ها بر اساس مقایسه زوجی نسبت به همدیگر مطابق جدول ۱ می‌باشد. اولویت‌بندی محور به ترتیب پرخطر به کم‌خطر به صورت زیر است.

پارکینگ قلندر، تنگ قیر، تونل آزادی، پیچ محیط‌زیست، تقاطع امامزاده حسن، تقاطع یک‌طرفه سرابله، بانکول، تقاطع سیاه خور، کریم حاصله، تقاطع روستای چشمه خزان، تقاطع لعل‌آباد، تقاطع کارزان پس از محاسبه وزن‌ها و ترسیم نمودارها و نقشه‌های نقاط حادثه خیز بر اساس هریک از معیارها و یافتن بیشترین و کمترین خطر بر اساس روش سلسله مراتبی فازی در ادامه به بررسی موقعیت بیشترین خطر بر اساس هر معیار پرداخته و در جهت بهبود آن در بلندمدت و کوتاه مدت پیشنهادهایی را با استفاده از نظرات صاحب نظران عنوان نمودیم. جهت درک بهتر از موقعیت نقاط نقشه مدل رقومی زمین به همراه موقعیت نقاط حادثه خیز و عکس وضعیت آن نشان داده شده است، جهت تولید نقشه مدل رقومی زمین از تصاویر ماهواره ASTER در نرم افزار ENVI استفاده شده است و تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تصاویر ذیل مربوط به تصاویر ماهواره‌های سال ۲۰۲۱ میلادی شرکت بینگ مپ می‌باشد و عکس موقعیت نقاط نیز توسط محقق تهیه گردیده است. در ادامه به بررسی نتایج تاثیر هر کدام از معیارها پرداخته می‌شود.

۳-۱- معیار وضعیت هوا

وضعیت هوا یکی از عوامل مهم در تصادفات جاده‌ای می‌باشد. شرایط مختلف آب و هوایی می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر رانندگی و ایمنی جاده‌ها داشته باشد. دره‌های بارانی لغزندگی جاده‌ها شود و کاهش دید رانندگان منجر به افزایش تصادفات شوند. در هوای برفی، برف و یخ‌زدگی جاده‌ها سبب کاهش اصطکاک و کنترل کمتر بر روی خودرو شود، هوای مه‌آلود دید رانندگان را به شدت کاهش داده و باعث افزایش احتمال تصادفات شود. در هوای آفتابی رانندگان ممکن است با سرعت بیشتری از حد مجاز رانندگی کنند که این می‌تواند خطر تصادفات را افزایش دهد. شکل (۳) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیارهای وضعیت هوا را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تونل آزادی و کمترین خطر مربوط به کریم

جدول ۱. جمع‌بندی وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها

ردیف	وضعیت هوا	وضعیت سطح جاده	نوع راه	مکانیسم وقوع	وضعیت هندسی	توپوگرافی منطقه	وجود شانه خاکی	ایمنی راه
۱	۱۱۷۸ .۰	۱۱۱۶ .۰	۰ .۰	۱۲۲۱ .۰	۰۵۴۹ .۰	۱۲۴۴ .۰	۰۷۵۷ .۰	۱۵۸۵ .۰
۲	۱۲۵۹ .۰	۰۹۶۲ .۰	۰ .۰	۱۲۱۱ .۰	۰۴۹۹ .۰	۱۳۴۲ .۰	۰۵۳۴ .۰	۱۵۶۳ .۰
۳	۱۱۸۲ .۰	۱۱۸۰ .۰	۰ .۰	۱۱۱۶ .۰	۰۴۶۳ .۰	۱۲۳۴ .۰	۰۳۳۴ .۰	۱۵۰۰ .۰
۴	۰۹۴۶ .۰	۰۷۹۴ .۰	۰ .۰	۰۰۹۲ .۰	۰۷۷۴ .۰	۰۴۰۴ .۰	۰۵۷۴ .۰	۰۶۰۱ .۰
۵	۰۸۲۳ .۰	۰۶۱۸ .۰	۰ .۰	۱۰۰۳ .۰	۰۶۶۰ .۰	۰۴۹۵ .۰	۰۴۸۸ .۰	۰۵۲۳ .۰
۶	۰۹۲۴ .۰	۰۸۲۵ .۰	۰ .۰	۰۷۸۹ .۰	۰۴۶۲ .۰	۰۹۲۳ .۰	۰۶۴۶ .۰	۰۶۰۲ .۰
۷	۰۸۵۶ .۰	۰۶۸۷ .۰	۰ .۰	۰۸۵۵ .۰	۱۴۲۹ .۰	۰۶۵۳ .۰	۰۴۲۸ .۰	۰۴۲۶ .۰
۸	۰۹۲۶ .۰	۱۲۲۶ .۰	۰ .۰	۱۰۳۱ .۰	۰۴۷۴ .۰	۱۱۴۴ .۰	۰۵۵۴ .۰	۱۵۷۵ .۰
۹	۰۷۲۳ .۰	۰۸۶۶ .۰	۰ .۰	۱۰۴۹ .۰	۱۳۰۲ .۰	۰۶۶۲ .۰	۱۵۶۴ .۰	۰۳۷۶ .۰
۱۰	۰۵۸۴ .۰	۰۴۸۳ .۰	۰ .۰	۰۴۳۹ .۰	۱۴۱۲ .۰	۰۶۵۵ .۰	۱۲۶۳ .۰	۰۴۳۲ .۰
۱۱	۰۰۹۱ .۰	۰۶۴۶ .۰	۰ .۰	۰۵۳۲ .۰	۱۴۰۶ .۰	۰۶۲۶ .۰	۱۳۸۴ .۰	۰۴۱۶ .۰
۱۲	۰۵۰۸ .۰	۰۵۹۷ .۰	۰ .۰	۰۶۳۲ .۰	۰۵۷۰ .۰	۰۶۱۹ .۰	۱۴۷۳ .۰	۰۴۰۱ .۰

جدول ۲. وزن نهایی گزینه‌ها

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	
تقطعه داغ	میحطریست	تونل آزادی	پارکینگ قلندر	تقاطع کارزان	چشمه خزانه	تقاطع روستای چشمه خزانه	بانکول	تقاطع یک‌طرفه سرابله	تنگ قبر	تقاطع امامزاده حسن	تقاطع سیاه خور	کریم حاصله	تقاطع لعل آباد
وزن	۱۰۰۷ .۰	۱۰۱۸ .۰	۱۰۵۵ .۰	۰۶۰۱ .۰	۰۶۵۶ .۰	۰۷۳۳ .۰	۰۸۲۱ .۰	۱۰۴۱ .۰	۰۹۸۷ .۰	۰۷۲۹ .۰	۰۷۰۴ .۰	۰۶۴۸ .۰	

ماتریس وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها ضربدر وزن معیارها می‌شود تا وزن نهایی گزینه‌ها تعیین شود. جدول ۲ وزن نهایی گزینه‌ها را نشان می‌دهد.

۲-۳- معیار وضعیت سطح جاده

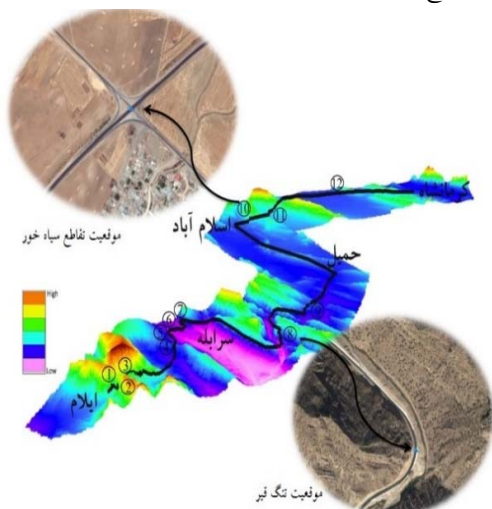
این معیار به مجموعه‌ای از استانداردها و ویژگی‌ها اشاره دارد که برای طراحی، ساخت و نگهداری جاده‌ها به کار می‌روند. این معیارها به منظور افزایش ایمنی، راحتی و کارایی جاده‌ها تعیین می‌شوند. طرح هندسی و مشخصات مناسب رویه راه شامل طراحی صحیح قوس‌های افقی و قائم، ورودی و خروجی دسترسی‌ها و تقاطع‌ها، و تأمین شیب‌های مجاز عرضی و طولی، برخی از مهم‌ترین معیارهای سطح جاده می‌باشند.

شکل (۴) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وضعیت سطح جاده را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تنگ قیر و کمترین خطر مربوط به تقاطع سیاه خور است. موقعیت تنگ قیر به دلیل قرارگیری در توپوگرافی خشن منطقه و وجود رودخانه‌ای در یک سمت راست که دارای اختلاف سطح زیادی با سطح جاده می‌باشد و همچنین وجود قوس‌های افقی و قائم و وجود پل‌های متعدد در آن موقعیت یکی از خطرناک‌ترین نقاط مسیر به شمار می‌رود که به دلیل اجرای عملیات خاکی توسط مواد ناریه و عدم اجرای صحیح برم در ترانشه‌ها بارها در فصول مختلف سال مخصوصاً ایام زمستان مسیر دارای خطر ریزش نیز می‌باشد و مضافاً اینکه عدم آنتن دهی در موقعیت حادثه‌خیز خطر را برای رانندگان دوچندان می‌سازد. پیشنهاد می‌گردد که در کوتاه‌مدت سرعت تردد وسایل نقلیه را در این موقعیت به وسیله علائم افقی و قائم نصب سرعت‌گیر و تجهیزات الکترونیکی از قبیل نصب دوربین کنترل سرعت کاهش داد و در بلند نسبت به تأمین روشنایی مسیر، تعریض مسیر و یا چهار خطه نمودن آن اقدام و با ایجاد دور مناسب در موقعیت قوس‌ها و گارد ریل‌گذاری دره‌های موجود جهت عدم سقوط در پرتگاه اقدام لازم به عمل آید و جهت ترمیم نواحی ریزشی می‌توان نسبت به شاتکریت کردن آن نواحی اقدام نمود.

۳-۳- معیار نوع راه

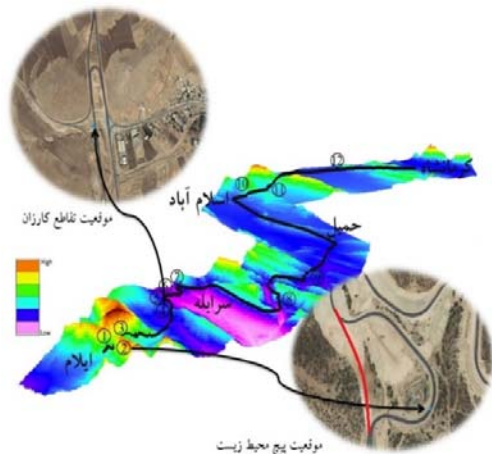
به مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و مشخصات فنی گفته می‌شود که برای طبقه‌بندی و ارزیابی انواع مختلف راه‌ها استفاده می‌شود. این معیارها می‌توانند شامل مواردی مانند عرض راه، نوع سطح، تعداد خطوط، ظرفیت ترافیکی، و سایر ویژگی‌های مرتبط با طراحی و ساخت راه‌ها باشند. نوع راه شامل آزاد راه، بزرگراه، راه‌های اصلی و فرعی و روستایی با توجه به حجم ترافیکی هر

کدام از آنها می‌توانند اثرات متفاوتی در وقوع حوادث جاده‌ای داشته باشند. همچنین تجهیزات ایمنی راه شامل سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک، دوربین‌های کنترل سرعت، تجهیزات ایمنی و روشنایی از جمله پارامترهایی بود که در دسته معیار نوع راه قرار گرفتند. شکل (۵) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار نوع راه را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به پارکینگ قلندر و کمترین خطر مربوط به تقاطع لعل آباد است.

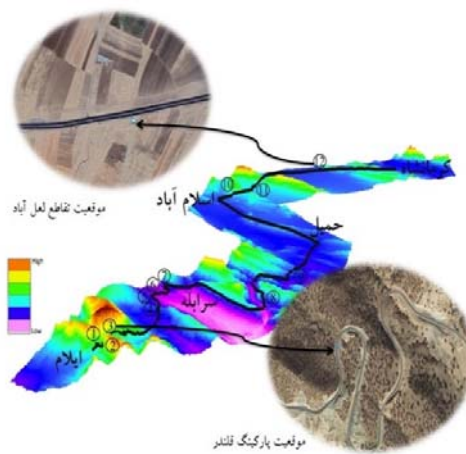


شکل ۴. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وضعیت سطح جاده

نظر به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های کشور محدوده مورد مطالعه و موقعیت پارکینگ قلندر جزء راه‌های اصلی تعریض شده می‌باشد که به صورت دوطرفه با بیش از دو خط عبوری تفکیک نشده و با شانه‌هایی در عرض طرفین به مقدار ۱/۸۵ متر می‌باشد. وجود قوس سرپانتین و حجم ترافیک عبوری بر موقعیت و همچنین خطر سقوط از پرتگاه سمت راست جاده و عرض کم آن رانندگان را در موقعیت خطرناکی قرار می‌دهد. نظر به سرعت کم خودروهای دیزلی در سرالایی و همچنین اختلاف سطح زیاد و عرض کم در موقعیت قوس سرپانتین رانندگان وسایل نقلیه را با چالش فراوانی روبرو می‌سازد. پیشنهاد می‌گردد در بلندمدت نسبت به ایجاد مسیر جایگزین در این موقعیت حادثه‌خیز بر اساس استانداردهای راه‌های اصلی اقدام لازم به عمل آید و در کوتاه‌مدت تعریض مسیر و ایجاد جداکننده در محدوده و نصب سرعت‌گیر و تجهیزات الکترونیکی از قبیل نصب دوربین کنترل سرعت جهت کاهش سرعت پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۶. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار مکانیسم وقوع



شکل ۵. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیارهای نوع راه

۳-۵- معیار وضعیت هندسی

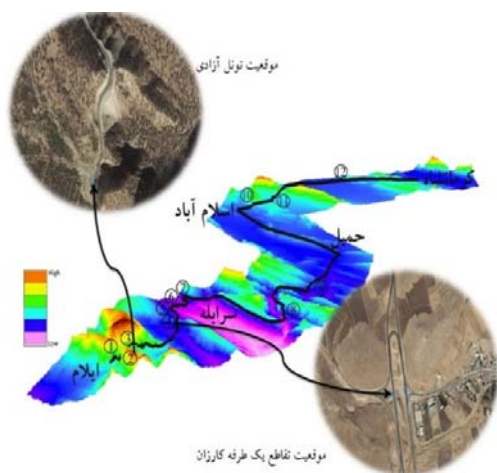
به مجموعه‌ای از ضوابط و استانداردها اشاره دارد که برای طراحی و ساخت جاده‌ها و راه‌ها استفاده می‌شود. این معیارها شامل مواردی مانند تعداد خطوط عبوری، عرض خطوط، شیب‌های طولی و عرضی، شعاع قوس‌ها، و مسافت‌های دید توقف و سبقت است. هدف اصلی این معیارها، ایجاد جاده‌هایی است که ایمنی، راحتی و کارایی را برای کاربران فراهم کنند. طراحی صحیح قوس‌های افقی و قائم، ورودی و خروجی دسترسی‌ها و تقاطع‌ها، و جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی از جمله این معیارها می‌باشند.

شکل (۷) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وضعیت هندسی را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تقاطع یک‌طرفه سرابله و کمترین خطر مربوط به بانکول است. وجود تقاطع به صورت هم‌سطح در موقعیت نقطه حادثه خیر تقاطع یک‌طرفه سرابله و همچنین وجود اختلاف سطح بین دو جاده و زاویه اتصال دو جاده و دید نامناسب رانندگان در آن موقعیت سبب حوادثی جبران‌ناپذیری گردیده است. یکی دیگر از عوامل حادثه‌خیز بودن محور اتصال آن موقعیت به یکی از بلوارهای اصلی شهر سرابله بوده که بعضاً رانندگان جهت خروج از سرابله به سمت ایلام از این محور استفاده نموده و خود را در موقعیت خطرناکی قرار می‌دهند. در بلندمدت پیشنهاد می‌گردد نسبت به ایجاد تقاطع غیر هم‌سطح در آن نقطه اقدام لازم به عمل آید و در کوتاه‌مدت نیز پیشنهاد می‌گردد که نسبت به اصلاح هندسی آن نقطه اقدام و یا در ایام

۳-۴- معیار مکانیسم وقوع

به فرآیند و عواملی اشاره دارد که منجر به وقوع یک تصادف رانندگی می‌شود. در بروز تصادف عوامل متعددی دخیل هستند که مهمترین آنها انسان، جاده، محیط و وسیله نقلیه می‌باشد. تعامل بین انسان و جاده، وسیله نقلیه با جاده، انسان با وسیله نقلیه و شرایط محیطی با جاده هرکدام می‌توانند سبب شرایطی گردند که در یک نقطه حادثه خیز بسیار موثر باشند. خطاهای رانندگی مانند سرعت غیرمجاز، عدم توجه به جاده، خستگی، حواس‌پرتی، مشکلات روانی و استرس و مصرف مواد مخدر یا الکل از مهمترین عوامل انسانی می‌باشند. تراکم ترافیکی جاده، وجود حیوانات و تردد آنها در مسیر، شرایط اقلیمی مانند گرد و خاک و حرارت بالا، نقص فنی در خودروها از جمله عوامل مهمی هستند که در وقوع حوادث جاده‌ای موثر می‌باشند.

شکل (۶) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار مکانیسم وقوع را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به پیچ محیط‌زیست و کمترین خطر مربوط به تقاطع کارزان است. موقعیت حادثه‌خیز پیچ محیط‌زیست با ایجاد جاده جایگزین اصلاح و در اربعین ۱۴۰۱ مورد بهره‌برداری قرار گرفته که جاده مورد احداث در تصویر بارنگ قرمز مشخص گردیده است.



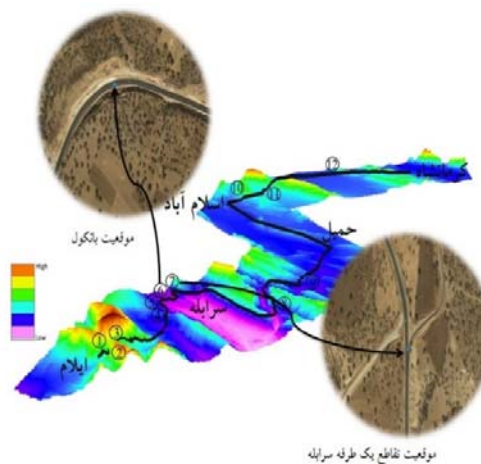
شکل ۸. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار توپوگرافی

۳-۷- معیار وجود شانه خاکی

شانه خاکی، بخشی از جاده است که در کنار هر یک از دو طرف راه قرار دارد و برای توقف اضطراری خودروها استفاده می‌شود. در مواقع توقف اضطراری، عبور وسایل نقلیه اضطراری مانند آمبولانس یا ماشین پلیس وجود شانه خاکی می‌تواند به هنگام ترافیک زیاد در مدیریت حوادث نقش مهمی داشته باشد. شکل (۹) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وجود شانه خاکی را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تقاطع امامزاده حسن و کمترین خطر مربوط به پارکینگ قلندر است. نظر به جدول و نکات آیین‌نامه هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) در خصوص عرض شانه طرفین راه بر اساس دو معیار نوع راه و همچنین تعداد خط عبور مقدار عرضی را جهت ایجاد شانه راه در نظر می‌گیرند که در جدول مذکور مقدار عرض در چپ و راست مسیر مشخص گردیده است. نکته قابل توجه در مسیر مورد مطالعه و نقطه حادثه خیز تقاطع امامزاده حسن این موضوع می‌باشد که نوع راه در کریدورهای مختلف مسیر متفاوت بوده که خود منجر به کم شدن شانه راه در مقاطع مختلف مسیر می‌باشد.

پیشنهاد می‌گردد عرض شانه‌های خاکی کل مسیر و از جمله نقطه حادثه‌خیز تقاطع امامزاده حسن مطابق با استانداردهای راه‌سازی اصلاح و اجرا گردد.

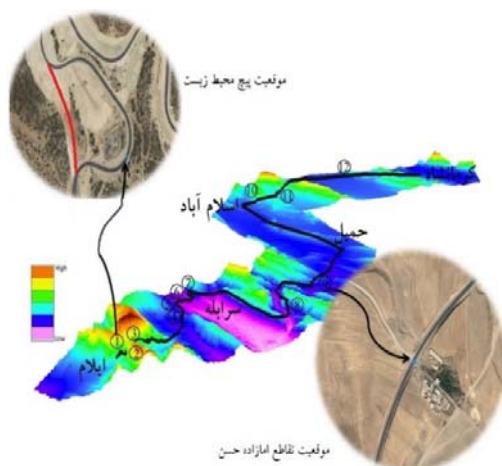
پرتدد سال همچون اربعین حسینی (ع) و عید نوروز نسبت به انسداد مسیر به وسیله نیوجرسی اقدام نمود، نسب جداکننده در مسیر (نیوجرسی) جهت عدم زدن در موقعیت و نسب علائم هشداردهنده از قبیل چراغ چشمک‌زن و نصب برج نوری در آن موقعیت می‌تواند حوادث را در شب به طرز چشمگیری کاهش دهد.



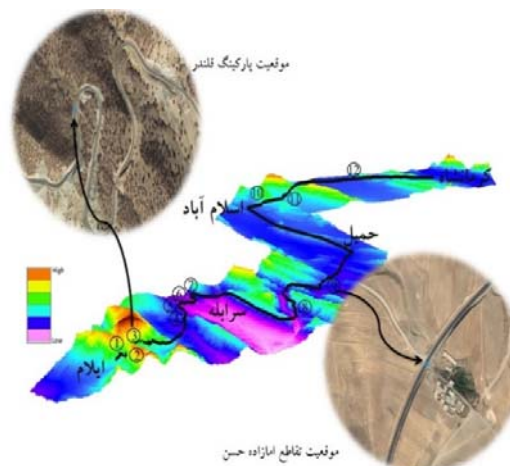
شکل ۷. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وضعیت هندسی

۳-۶- معیار توپوگرافی

معیار توپوگرافی شامل نوع منطقه ای است که مسیر در آن قرار دارد. نوع منطقه شامل دشت، تپه ماهور و کوهستان هر کدام ویژگی‌های خاص خود را دارند که می‌توانند بر ایمنی جاده تأثیر بگذارند. شکل (۸) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار توپوگرافی مسیر را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تونل آزادی و کمترین خطر مربوط به تقاطع کارزان است. به‌طور کلی راه‌ها بر اساس پستی و بلندی منطقه در آیین‌نامه به سه دسته تقسیم می‌گردند. الف) راه هموار، ب) راه تپه‌ماهور و ج) راه کوهستانی. نظر به اینکه عمده مسیر مورد مطالعه و مخصوصاً موقعیت نقطه حادثه‌خیز تونل آزادی در دسته راه‌های کوهستانی می‌باشد و این نوع راه از دامنه کوه، تپه‌های بلند و دره‌های گود می‌گذرد و دارای برش‌های عمیق و پل‌های بزرگ و خاک‌ریزی‌های بلند می‌باشد.



شکل ۱۰. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار ایمنی راه



شکل ۹. نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار وجود شانه خاکی

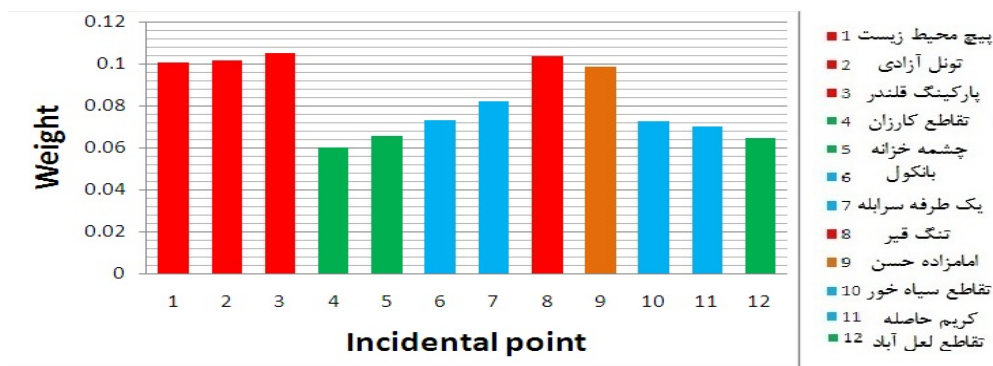
۳-۸- معیار ایمنی راه

از جمله معیارهایی که در این تحقیق برای ایمنی راه، از برگان پرسیده شده عوامل مانند اطلاعات و علائم راهنمایی و رانندگی مناسب، تجهیزات ایمنی و روشنایی، اطلاع رسانی‌های لازم به عابرین پیاده، موتور سواران و ... می‌باشند. شکل (۱۰) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار ایمنی راه را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تقاطع پیچ محیط‌زیست و کمترین خطر مربوط به تقاطع امامزاده حسن است. موقعیت حادثه‌خیز پیچ محیط‌زیست با ایجاد جاده جایگزین اصلاح و در اربعین ۱۴۰۱ مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

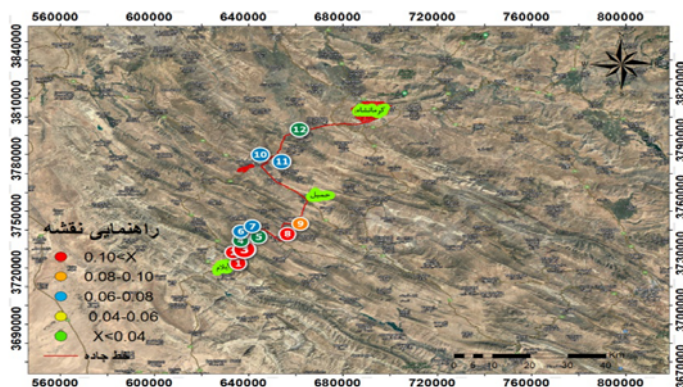
از جمله معیارهایی که در این تحقیق برای ایمنی راه، از برگان پرسیده شده عوامل مانند اطلاعات و علائم راهنمایی و رانندگی مناسب، تجهیزات ایمنی و روشنایی، اطلاع رسانی‌های لازم به عابرین پیاده، موتور سواران و ... می‌باشند. شکل (۱۰) نقشه مدل رقومی زمین و موقعیت بیشترین و کمترین خطر بر اساس معیار ایمنی راه را نشان می‌دهد، بیشترین خطر مربوط به تقاطع پیچ محیط‌زیست و کمترین خطر مربوط به تقاطع امامزاده حسن است. موقعیت حادثه‌خیز پیچ محیط‌زیست با ایجاد جاده جایگزین اصلاح و در اربعین ۱۴۰۱ مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

شکل ۱۲ نقشه نقاط داغ نهایی ۱۲ مسیر را نشان می‌دهد. مسیرهای با خطر خیلی زیاد به ترتیب پارکینگ قلندر، تنگ قیر، تونل آزادی و پیچ محیط‌زیست هستند.

شکل (۱۱) وزن نهایی گزینه‌ها را نشان می‌دهد. نقاط حادثه‌خیز با خطر خیلی زیاد بارنگ قرمز، نقاط حادثه‌خیز با خطر زیاد



شکل ۱۱. وزن نهایی گزینه‌ها



شکل ۱۲. نقشه نقاط داغ نهایی ۱۲ مسیر

۴- بحث

روستای سیاه خور و کریم حاصله بوده و تقاطع روستای چشمه خزانه، تقاطع لعل آباد و تقاطع کارزان نقاط حادثه‌خیز با خطر کم می‌باشند. صحت سنجی نتایج به دست آمده از این تحقیق بر اساس بازدیدهای محلی، گزارشات راهنمایی و رانندگی در تعداد حوادث در این مسیرها می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق با اولویت‌بندی صورت گرفته در شورای ترافیک استان ایلام به منظور رفع نقاط حادثه‌خیز همخوانی دارد. به‌طور کلی غیر از موارد مورد اشاره در یافته‌های این پژوهش جهت اصلاح هریک از نقاط حادثه‌خیز، راهکارهایی عمومی زیر برای کاهش تصادفات جاده‌ای نیز به شرح زیر پیشنهاد می‌شود.

آموزش و فرهنگ‌سازی: آموزش رانندگان و عموم مردم درباره قوانین راهنمایی و رانندگی و اهمیت رعایت آن‌ها می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش تصادفات داشته باشد. استفاده از تجربیات افرادی که در تصادفات آسیب دیده‌اند نیز می‌تواند مؤثر باشد. **استفاده از فناوری‌های نوین:** نصب تجهیزات هوشمند در خودروها مانند سیستم‌های هشدار دهنده، GPS و دوربین‌های نظارتی می‌تواند به کاهش تصادفات کمک کند.

بهبود زیرساخت‌های جاده‌ای: تعمیر و نگهداری منظم جاده‌ها، نصب علائم راهنمایی و رانندگی مناسب و ایجاد مسیرهای ایمن برای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از جمله اقدامات مؤثر است. **فزایش نظارت و اجرای قوانین:** افزایش تعداد پلیس‌های راهنمایی و رانندگی و استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت و تخلفات می‌تواند به کاهش تخلفات و در نتیجه تصادفات کمک کند.

توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی: بهبود و توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی می‌تواند تعداد خودروهای شخصی در جاده‌ها را کاهش دهد و در نتیجه احتمال وقوع تصادفات را کم کند.

حمل و نقل جاده‌ای به‌خودی‌خود از اهمیت بسزایی برخوردار است. تصادفات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائلی که حمل و نقل جاده‌ای را با چالش مواجه می‌نماید؛ علل گوناگون و خسارت‌های مادی و معنوی فراوان و گاهی جبران‌ناپذیری را در پی دارد. امروزه برنامه ریزان می‌کوشند تا به‌نوعی از تعداد و شدت این سوانح بکاهند. لذا شناسایی علل وقوع تصادفات و پیشگیری از این‌گونه حوادث امری بسیار مهم در کاهش اثرات زیان‌بار و غمبار آن می‌باشد. در تحقیق پیش رو استفاده از سیستم اطلاعات مکانی به‌منظور شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام - حمیل - کرمانشاه با روش سلسله مراتبی فازی پرداخته شد. ۸ معیار (وضعیت هوا، وضعیت سطح جاده، نوع راه، مکانیسم وقوع، وضعیت هندسی، توپوگرافی منطقه، وجود شانه خاکی، ایمنی راه) برای ۱۲ مسیر با توجه به نظر خبرگان و پیشینه تحقیق انتخاب شده است. پس از وزن دهی و اولویت‌بندی فازی بیشترین وزن مربوط به معیار وجود شانه خاکی و کمترین وزن مربوط به وضعیت هوا بوده است.

۵- نتیجه‌گیری

بر اساس نظر ۴۴ نفر از خبرگان و وزن‌های محاسبه‌شده از ماتریس‌های تصمیم توسط AHP فازی برای هشت معیار (وضعیت هوا، وضعیت سطح جاده، نوع راه، مکانیسم وقوع، وضعیت هندسی، توپوگرافی منطقه، وجود شانه خاکی و ایمنی راه) چهار معیار مؤثر در نقاط حادثه‌خیز مسیر ایلام - حمیل - کرمانشاه به ترتیب وجود شانه خاکی، ایمنی راه، وضعیت هندسی راه و نوع راه می‌باشند. بر اساس اولویت‌بندی روش سلسله مراتبی فازی نقاط حادثه‌خیز با خطر خیلی زیاد پارکینگ قلندر، تنگ قیر، تونل آزادی و پیچ محیط‌زیست می‌باشند. همچنین نقطه حادثه‌خیز با خطر زیاد تقاطع امامزاده حسن می‌باشد. نقاط حادثه‌خیز با خطر متوسط تقاطع یک‌طرفه سرابله، بانکول، تقاطع

به طور قابل توجهی در کاهش تصادفات جاده‌ای مؤثر باشند و ایمنی جاده‌ها را افزایش دهند.

آموزش کمک‌های اولیه: آموزش رانندگان و سرنشینان خودروها درباره کمک‌های اولیه می‌تواند در کاهش تلفات و آسیب‌های ناشی از تصادفات مؤثر باشد. این راهکارها می‌توانند

۶- مراجع

Using Smartphone. *Sensor Letters*, 13. doi.org/10.1166/sl.2015.3444

-Chang, S.-H., Lin, C.-Y., Fung, C. P., Hwang, J. R., & Doong, J.L. (2008). Driving performance assessment: Effects of traffic accident location and alarm content. *Accident Analysis & Prevention*, 40(5), 1637-1643.

doi.org/10.1016/j.aap.2008.05.003

-Gutierrez-Osorio, C., & Pedraza, C. (2020). Modern data sources and techniques for analysis and forecast of road accidents: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(4), 432-446.

doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.002

-Josef, M. (2009). Identification of Accident Location by Use of GPS and Possibilities of its Application 4th IRTAD Conference, Seoul.

-Maduako, I., Ebinne, E., Uzodinma, V., Okolie, C., & Chiemelu, E. (2022). Computing traffic accident high-risk locations using graph analytics. *Spatial Information Research*, 30(4), 497-511.

doi.org/10.1007/s41324-022-00448-3

-Shahzad, M. (2020). Review of road accident analysis using GIS technique. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 27(4), 472-481.

doi.org/10.1080/17457300.2020.1811732

-Sun, R., Zhang, C., Xiang, Y., Hou, L., & Wang, B. (2022). Identification Method for Crash-Prone Sections of Mountain Highway under Complex Weather Conditions. *Sustainability*, 14(22), 15181.

-Wong, D. K. Y., Pitfield, D. E., Caves, R. E., & Appleyard, A. J. (2009). The development of a more risk-sensitive and flexible airport safety area strategy: Part II. Accident location analysis and airport risk assessment case studies. *Safety Science*, 47(7), 913-924.

doi.org/10.1016/j.ssci.2008.09.011

-Zheng, H., Zhang, Y., Zhao, J., Liu, J., & Zeng, Q. (2018). Applications of Fuzzy Multicriteria Decision Making to Complex Engineering Problems. *Advances in Fuzzy Systems*, 1-3. doi.org/10.1155/2018/4536234

-حاجی حسینلو، منصور و قیاسی، ایمان اله (۱۳۹۱). مکانیابی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز تصادفات عابرین پیاده در شبکه‌های درون شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی شهر تهران)، یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران. -حجازی، سیدجعفر و شاه ولی، رضا (۱۳۹۴). شناسایی نقاط حادثه خیز جهت مکانیابی استقرار امداد و نجات جاده‌ای محورهای اصلی استان خوزستان، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

خلیلی، مرتضی، مستوفیان، بهاره، و قاسمی، طیبه (۱۳۹۲). شناسایی، بررسی و تحلیل نقاط حادثه‌خیز در راه‌های برون‌شهری با استفاده از نرم‌افزارهای GIS، ExpertChoice و ارائه راهکارهای پیشنهادی (مطالعه موردی محورهای منتهی به شهر مشهد). سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-شفایبخش، غلامعلی، علیزاده، حسنا و اکبری، مهدی (۱۳۹۰). شناسایی و اولویت بندی معیارهای مؤثر در اولویت بندی نقاط حادثه خیز با استفاده از تکنیک DEMATEL.

-Abi-Char, H. K. a. P. E. (2019). A New Fuzzy-TOPSIS Based Risk Decision Making Framework for Dangerous Good Transportation IEEE, 21st International Conference on High Performance Computing and Communications, Zhangjiajie, China.

-Adeliyi, T., Oluwadele, D., Igwe, K., & Aroba, O. (2023). Analysis of Road Traffic Accidents Severity Using a Pruned Tree-Based Model. *Int. J. Transp. Dev. Integr*, 7(2), 131-138.

doi.org/10.18280/ijtdi.070208

-Al-Aamri, A. K., Hornby, G., Zhang, L.-C., Al-Maniri, A. A., & Padmadas, S. S. (2021). Mapping road traffic crash hotspots using GIS-based methods: A case study of Muscat Governorate in the Sultanate of Oman. *Spatial Statistics*, 42, 100458.

doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100458

-Alfarraj, O., Baihan, A., & Baihan, M. (2015). Design and Development of a Smart Sensing Kit for the Detection of Accident Location

Identification of Accident-Prone Points on the Ilam-Homail-Kermanshah Route Using Spatial Information System and Fuzzy AHP Method

*Mohsen Ghobadizadeh, M.Sc., Grad., Technical and Engineering Faculty,
Institute of Civil and Development Higher Education, Hamedan, Iran.*

*Mohammad Maleki, Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Civil
Engineering, Faculty of Technology and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.*

*Mohammad Abbasi, Assistant Professor, Faculty member of Hamadan Higher
Education Institute of Civil Engineering and Development, Hamedan, Iran.*

E-mail: mo.maleki158@gmail.com

Received: January 2025- Accepted: April 2025

ABSTRACT

According to available statistics, every year thousands of people in Iran die or become disabled due to road accidents, which is considered a national disaster. The transportation axes of Kermanshah province to Ilam towards the border of Mehran and vice versa are one of the main arteries of communication between the countries of Iran and Iraq. The purpose of this article is to prioritize the accident-prone points of the Ilam-Hamil-Kermanshah axis and provide a solution to improve them. 12 accident-prone points have been investigated based on 8 criteria (air condition, road surface, road type, mechanism of occurrence, geometrical condition, topography, presence of dirt shoulders and road safety). . The required data for this route was obtained from the traffic council of Ilam province. Then, by designing a questionnaire, 44 experts were asked to rate the decision matrices, and then weights and maps and charts were prepared for each of the criteria based on fuzzy AHP. The final weight of the options was calculated and the priority of accident-prone points with very high risk, high risk, medium risk and low risk was done. According to the fuzzy AHP prioritization, the accident-prone points with a very high risk are Qalandar parking lot, Tang Qir, Azadi tunnel, and environmental bend, and the high-risk accident point is Imamzadeh Hasan intersection. The accident-prone points with medium risk are the one-way intersections of Sarablah, Bankul, the intersection of Siahkhor and Karim Hasteh villages, and the intersections of Cheshme Khazane village, Lalabad intersection, and Karzan intersection are low-risk accident-prone points.

Keywords: Keywords: Geographic Information System, Accident-Prone Points, Ilam-Homail-Kermanshah, Fuzzy AHP