

فصلنامه دانش انتظامی سمنان ، دوره چهاردهم ، شماره پنجاه و دوم ، تابستان ۱۴۰۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸

صفحات: ۷۲-۱۱۷

شناسایی عوامل تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی با کمک تکنیک‌های GIS

همراه با ارائه راهکار به منظور کاهش حادثه (مطالعه موردی: سمنان - شاهرود)

نویسندگان:

حجت کرمی^۱، حمیدرضا قزوینیان^۲

چکیده

شیوه زندگی امروزی شامل نامنظم بودن خواب ساعات کار طولانی و پیمایش مسیرهای طولانی از طریق حمل و نقل جاده ای تعداد تصادفات با علت اصلی یا مشارکتی خستگی راننده را افزایش داده است. در بسیاری از مطالعات حوزه ایمنی ترافیک از تکنیک‌های مختلف داده‌کاوی برای شناسایی عوامل مؤثر بر وقوع و شدت مصدومیت‌های ناشی از تصادفات خستگی و خواب‌آلودگی را پیش‌روی تحلیل‌گران حوزه ایمنی ترافیک قرار داده است. در این تحقیق، ابتدا با بررسی داده‌ها از نظر آماری، به تاثیر عوامل مختلف محیطی و انسانی بر تصادفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی پرداخته شد. در ادامه با کمک تکنیک GIS، پهنه‌بندی تصادفات در محور سمنان - شاهرود نیز انجام شد. در نهایت با بازدید میدانی از محور مورد مطالعه به ارائه راهکارهای نوین در کاهش تصادفات خستگی و خواب‌آلودگی پرداخته شد. با توجه با نتایج حاصل از نقشه‌های GIS، محور سمنان - دامغان و دامغان - شاهرود در تمامی سال‌های مورد مطالعه دارای نقاط بحرانی از نظر خطر تصادفات ناشی از خواب‌آلودگی و خستگی می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

کلید واژه ها : خستگی و خواب‌آلودگی، GIS، تصادفات، استان سمنان

۱ : دانشیار گروه آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان - hkarami@semnan.ac.ir

۲ : دکتری مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان - hamidrezaghazvinian@semnan.ac.ir

۱- مقدمه

یکی از عوامل ایجاد تصادفات جاده‌ای خطای انسانی (رانندگان) است. خطای انسانی به شکل قصور در درک موقعیت، تفسیر اطلاعات داده شده، تصمیم‌گیری بازخوانی اطلاعات دریافت شده و انجام واکنش مناسب بیان شود. بدیهی است وضعیت فیزیکی و روانی فرد، همچون خستگی و بی‌توجهی ناشی از آن، بر انجام فرآیندها تأثیر می‌گذارد و از توانایی فرد برای انجام هر یک از این فرآیندها در زمان و مکان مناسب می‌کاهد. شیوه زندگی امروزی شامل نامنظم بودن خواب ساعات کار طولانی و پیمایش مسیرهای طولانی از طریق حمل و نقل جاده‌ای تعداد تصادفات با علت اصلی یا مشارکتی خستگی راننده را افزایش داده است. خطای انسانی به دلیل بی‌توجهی، تخلفات و خواب آلودگی عامل اصلی مسئول بیش از ۹۰ درصد صدمات رانندگی در سراسر جهان است (Chen et al. 2016:56). تخمین زده شده است که بین ۱۰ تا ۲۰ درصد کل تصادفات کامیون و اتوبوس شامل رانندگانی می‌شود که هنگام تصادف دچار خستگی شده‌اند (Chen et al. 2016:57). شرایط فیزیولوژیکی راننده مانند اختلالات پزشکی تشخیص داده شده که بر خواب تأثیر می‌گذارند، باعث خستگی می‌شوند یا الگوهای خواب را تغییر می‌دهند (Chen et al. 2016:57). شرایط محیط کار به عنوان مثال، ساعات نامنظم به دلیل نیازهای تحویل فقط به موقع و ساعات کار شرایط محیطی به عنوان مثال هوای بارانی و رانندگی در شب (Rolison et al. 2018:12). عوامل جمعیت شناختی مانند سن و تجربه رانندگی (Miller et al. 2020:417) ممکن است الگوهای و رفتارهای راننده و وسایل نقلیه تجاری را تحت تأثیر قرار داده و باعث خواب آلودگی راننده و خستگی شود که می‌تواند خطر تصادف در جاده‌ها را افزایش دهد. به همین دلیل ارائه راهکارهایی عملیاتی جهت کاهش تصادفات می‌تواند چاره‌ای بر میزان تصادفات وسایل نقلیه سبک و سواری شود که با مشخص شدن پارامترهای اصلی این عوامل رتبه‌بندی شده و اهمیت هر یک مشخص می‌گردد.

Powell et al. 2008 ریسک رانندگی را بررسی کرد و فهمید که بیمارانی که از اختلال خواب رنج می‌برند، تصادفات مرتبط با خواب بیشتر دارند. اختلالات خواب در بزرگسالان شایع است. تحقیقات نشان داد که در هر ۵ نفر بالغ، یک نفر در جمعیت آمریکا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، اسپانیا، انگلیس و ژاپن، مبتلا به بیماری بی‌خوابی است. مطالعه Radun and Summala, 2004 در فنلاند نیز مؤید نسبت شانس بالاتر رویه‌ی خشک در مقایسه با رویه‌ی تر و یا یخ‌زده دارد. در این مطالعه با مرجع قرار دادن گروه یخ‌زده، مشاهده گردید سطح تر، ۲۵٫۹ برابر سطح یخ‌زده و سطح خشک ۳٫۱۵ برابر مرجع نسبت شانس بالاتری در تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی دارند. بررسی ۱۰ ساله تصادفات ناشی از خواب آلودگی در آمریکا نشان از بیشتر بودن احتمال تصادفات در شرایط سطح خشک در مقایسه با سطح تر و سطح یخ‌زده دارد (Tefft, 2012:184). مطالعه‌ی Filtneiss et al.

۲۰۱۷ نشان می‌دهد که خواب‌آلودگی راننده محدود به سرعت بالا و رانندگی در بزرگراه نیست و تصادفات خواب‌آلودگی با سرعت کم، فراوان هستند و ۴۱٪ از تصادفات خواب‌آلودگی را در بر گرفته‌اند. همچنین این مطالعه نشان داده است که تصادفات خواب‌آلودگی با سرعت کم دارای ویژگی‌های عمده مشترک با تصادفات خواب‌آلودگی با سرعت بالا است اما تحقیقات خاصی را می‌خواهند چون در مناطق پرجمعیت رخ می‌دهند و تعداد بیشتری از افراد را در معرض خطر قرار می‌دهند. نتیجه‌ی مطالعه Zhang et al. 2016 حاکی از آن است که جاده‌هایی که دارای چراغ‌آهنمایی و تابلو هستند، دقت رانندگان افزایش پیدا می‌کند. طبق گزارشات ۱۰ ساله پلیس کشور استرالیا، تصادفات خواب‌آلودگی به طور قابل توجهی کمتر در تقاطع‌ها و جاده‌های با کنترل ترافیک رخ می‌دهد.

شناسایی و بررسی مکانی نقاط حادثه‌خیز برون شهری و عوامل موثر در وقوع آن‌ها جهت تخصیص منابع مناسب و ارائه راهکارهای عملی در راستای بهبود سطح ایمنی شبکه‌های حمل و نقل بین شهری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک تکنولوژی مفید جهت ذخیره‌سازی، پردازش و مدیریت اطلاعات مکانی است (Malczewski 1999:2; Effati and Saheli 2022:145). GIS با بهره‌گیری از تکنیک‌های نوین داده‌کاوی و هوش محاسباتی امکان تجزیه و تحلیل مکانی و زمانی و بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای به ویژه دو عامل محیط و جاده و همچنین مدیریت و برنامه‌ریزی برای کاهش تصادفات و ارتقای ایمنی راه‌ها را فراهم می‌سازد (Miller and Han 2009:4; Mehdizadeh et al. 2020:1170). پیاده‌سازی و تحلیل مناسب بر توزیع زمانی و مکانی تصادفات جاده‌ای می‌تواند باعث کاهش تصادفات گردد (Achu et al. 2019:255; Zhou et al. 2022:2).

کیخانی در سال ۱۴۰۱ از الگوریتم‌های داده‌کاوی مانند درخت تصمیم به همراه تحلیل‌های GIS عوامل مکانی تاثیرگذار، به منظور فاکتورهای موثر بر شدت تصادفات جاده‌ای در آزادراه قزوین به زنجان استفاده کردند. در این مطالعه تعداد ۹۸۶ داده تصادف ثبت شده توسط پلیس راهور در دوره زمانی ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۴ بکار گرفته شد. نتایج نشان داد که الگوریتم CHAID Decision Tree با کمک GIS از دقت بالایی در مداسازی برخوردار است. کلانتری و علیان (۱۴۰۱) ه تحلیل توزیع مکانی و احتمال وقوع تصادفات جاده‌ای و عوامل مؤثر بر آن‌ها به ویژه دو عامل محیط و جاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است. منطقه مورد مطالعه محور کرج- کندوان از محورهای کوهستانی ارتباطی تهران- شمال بود. با استفاده از روش سلسله مراتبی درخت تصمیم گیری این پژوهش در چند مرحله انجام گرفت. نتایج مطالعات نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر در وقوع تصادف با توجه به تحلیل انجام شده متغیر انحناس و متغیرهای تقاطع، اقلیم، تراکم، و شیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

سمیعا و همکاران (۱۴۰۲) به مطالعه توزیع و پراکنش تراکم تصادفات جاده ای و شناسایی خوشه های مکانی تصادفات در جاده هراز پرداختند. اطلاعات مرتبط با تصادفات جاده ای در محور هراز توسط سازمان امداد و نجات جمعیت هلال احمر ایران جمع آوری کردند آن تراکم تصادفات و خوشه های مکانی تصادفات با استفاده از تابع تخمین کرنل و شاخص آمار مکانی *Getis-Ord Gi در روش تحلیل نقاط حاد حادثه خیز در بازه زمانی ۵ ساله ۱۳۹۵-۱۳۹۹ مورد ارزیابی و شناسایی قرار دادند. تابع تخمین تراکم کرنل و روش تحلیل نقاط حاد حادثه خیز در بررسی و تحلیل مکانی-زمانی توزیع پراکنش و تراکم تصادفات و همچنین شناسایی خوشه های مکانی تصادفات در محور هراز موثر بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق می تواند در جهت انجام اقدامات اصلاحی فنی و ساختاری، امداد رسانی و همچنین آگاهی بخشی مسافران از وجود قسمتهای خطرناک مورد استفاده قرار گیرد.

(Satria and Castro 2016) مزایای ابزار GIS برای تجزیه و تحلیل تصادفات جاده ای و توزیع فضایی آنها را مورد بحث قرار داد. امکان ایجاد نمایش بصری با تجزیه و تحلیل آماری با دقت بیشتری با GIS وجود دارد. (Li et al. 2007) در سال ۲۰۰۷ یک رویکرد Bayesian مبتنی بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای بررسی الگوهای مکانی و زمانی تصادفات وسایل نقلیه موتوری روستایی ارائه کرد. مشابه این پژوهش در تحقیقات (Wang and Abdel-Aty 2006:138; Erdogan et al. 2008:175; Dong et al. 2016:260; Hsu et al. 2022: 2) مشاهده می شود.

سوالات زیر می توانند به عنوان سوالات اصلی تحقیق حاضر مطرح شوند:

- عوامل مؤثر بر تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی در محور سمنان - شاهرود کدامند؟
- چگونه می توان با استفاده از تکنیک های GIS، نقاط بحرانی تصادفات خواب آلودگی و خستگی را شناسایی و تحلیل کرد؟
- راهکارهای عملی برای کاهش تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی کدامند؟
- همچنین سوالات فرعی زیر به شرح زیر می باشند.
- چه نقش و تأثیری عوامل محیطی و انسانی بر وقوع تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی دارد؟

- آیا بین زمان و مکان وقوع تصادفات خواب آلودگی الگوهای خاصی وجود دارد؟
- تکنیک های داده کاوی چه اطلاعاتی را درباره شدت و نوع تصادفات ارائه می دهند؟
- آیا تغییرات فصلی یا زمانی تأثیری بر میزان تصادفات ناشی از خواب آلودگی دارد؟
- نقش شرایط جوی و وضعیت جاده ها در بروز تصادفات ناشی از خستگی چگونه است؟
- تحقیق با ترکیب داده های آماری تصادفات و بازدیدهای میدانی، بینش عمیق تری درباره عوامل مؤثر بر تصادفات به دست می آورد. این روش به تحلیل دقیق تر وضعیت و شرایط جاده ها و تأثیرات

محیطی کمک می‌کند. پژوهش حاضر، به بررسی جامع و تحلیلی عوامل انسانی (مانند خستگی راننده) و عوامل محیطی (مانند شرایط جوی و وضعیت جاده) می‌پردازد. این تحلیل چندجانبه به شناسایی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر بروز تصادفات کمک می‌کند. بر خلاف بسیاری از تحقیقات که صرفاً به شناسایی عوامل می‌پردازند، این پژوهش راهکارهای عملی و نوینی برای کاهش تصادفات ناشی از خواب‌آلودگی و خستگی ارائه می‌دهد. این راهکارها می‌توانند به بهبود ایمنی جاده‌ها و کاهش آسیب‌ها کمک کنند. تحقیق به تحلیل الگوهای زمانی و مکانی وقوع تصادفات می‌پردازد، که می‌تواند منجر به شناسایی زمان‌ها و مکان‌های بحرانی برای بروز تصادفات شود. این اطلاعات می‌تواند به برنامه‌ریزی بهتر برای مدیریت ترافیک و ایمنی جاده‌ها کمک کند. به کارگیری الگوریتم‌های پیشرفته داده‌کاوی برای تحلیل داده‌های تصادفات و شناسایی الگوهای پنهان در این داده‌ها، جنبه نوآورانه دیگری در این تحقیق است.

روش پژوهش

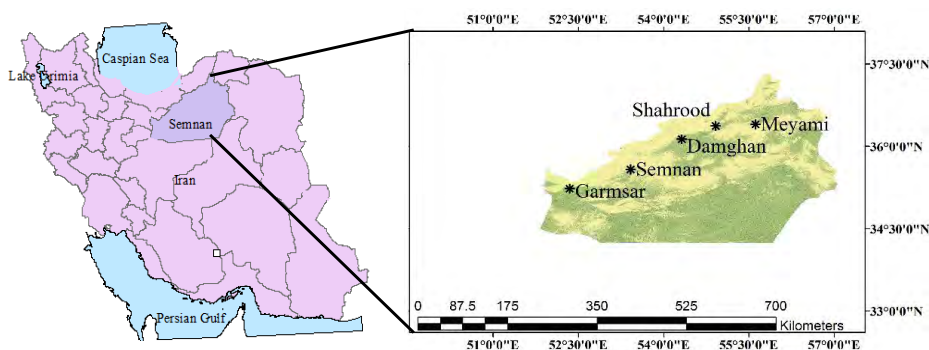
در ادامه به مراحل و روند پژوهش (مواد و روش‌ها) پرداخته می‌شود.

مشخصات کلی محور مورد مطالعه

محور سمنان-شاهرود به طول ۱۸۴ کیلومتر، در حوزه استحفاظی استان سمنان واقع گردیده است. جاده ذکر شده از سه شهر سمنان، دامغان و شاهرود عبور می‌کند. طول دوره مطالعه از سال ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۱ انجام شد.

مسیر مورد مطالعه

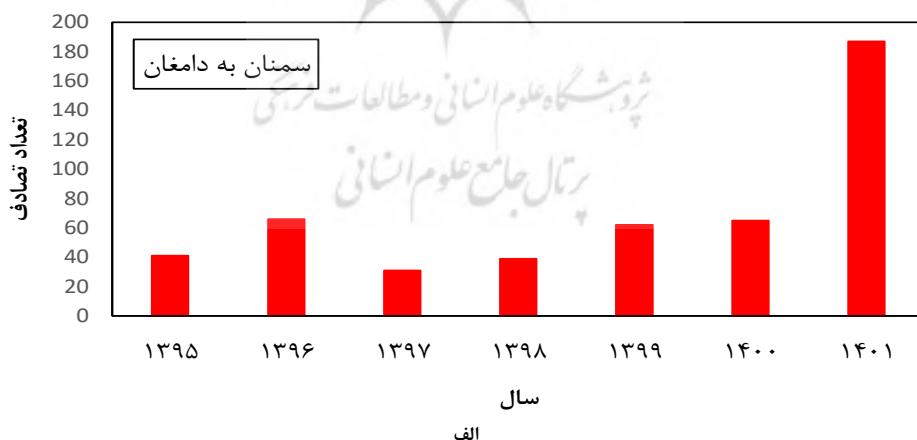
با توجه به شکل ۱، استان سمنان با قرار گرفتن در مسیر کریدور شرق به غرب علاوه بر افتخار میزبانی به زائران حرم مطهر رضوی، محور مواصلاتی اصلی در پیوند شرق و غرب کشور را بر عهده داشته و از جنبه مسافربری و اقتصادی نقش مهمی را دارد. محور سمنان - شاهرود یکی از پر ترددترین محورهای کشور محسوب می‌شود که بخش عمده آن در استان سمنان واقع شده است. سمنان تا شاهرود با طول ۱۸۴ کیلومتر تشکیل شده است. دو بخش اولیه این محور به دلیل واقع شدن بر مسیر دو کلان شهر تهران و مشهد و به تبع آن ترانزیت کالا، در واقع یکی از با اولویت‌ترین محورهای حمل و نقلی در کشور برای توسعه به شمار می‌رود.

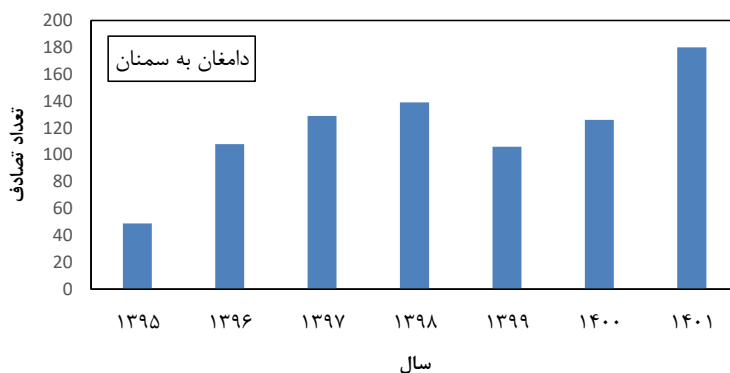


شکل ۱: نقشه استان سمنان

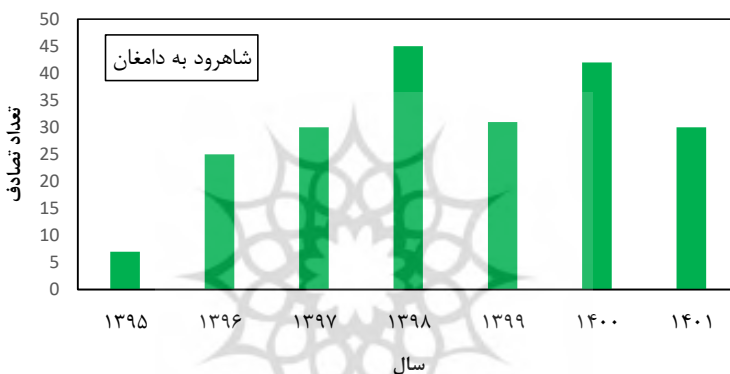
داده‌های مورد مطالعه

داده‌های تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی برای محور سمنان - شاهرود و برعکس از پلیس راهور استان سمنان دریافت شد. در شکل ۲ نیز نمودار تصادفات ناشی از خواب آلودگی و خستگی از محور سمنان - دامغان، دامغان - سمنان، شاهرود - دامغان و دامغان - شاهرود به تفکیک سال‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. براساس این نمودارهای ارائه شده، در سال ۱۴۰۱ در محورهای سمنان - دامغان، دامغان - سمنان و سمنان و دامغان - شاهرود بیشترین تصادفات گزارش شده است. محور شاهرود - دامغان بیشترین تصادف در سال ۱۳۹۸ می‌باشد.

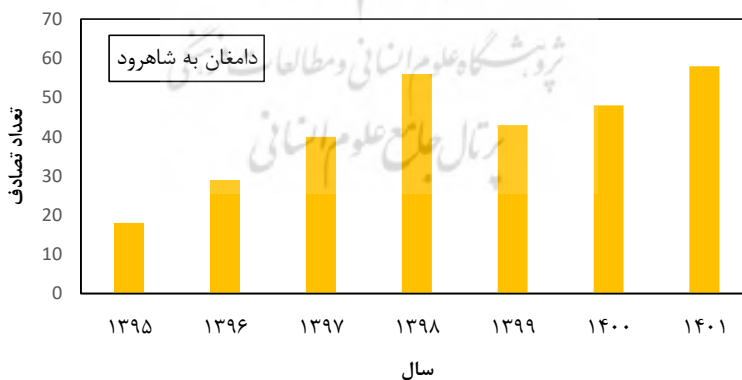




ب



ج



د

شکل ۲: تعداد تصادفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی محور، الف) سمنان - دامغان، ب) دامغان - سمنان، ج) شاهرود به دامغان و د) دامغان به شاهرود

روش کار با نرم افزار ArcGIS

در ابتدا از فایل کلی محورهای مواصلاتی کشور، محور مورد مطالعه استخراج شده است. تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی؛ در کل منطقه درونیایی شد. روش های درونیایی داده های ایستگاه سینوپتیک دو روش IDW و KRIGING بود.

IDW

روش IDW از جمله روش های درونیایی است که در آن برآورد براساس مقادیر نقاط نزدیک به نقطه برآورد که بنابر عکس فاصله وزن دهی می شوند، انجام می گیرد. به عبارت دیگر، به نقاط نزدیک تر نسبت به نقاط دورتر به نقطه برآورد وزن بیشتری داده می شود. این روش برخلاف روش کریجینگ از فرضیات مربوط به ارتباط مکانی بین داده ها پیروی نمی کند (واریوگرام ندارد) و تنها بر این فرض متکی است که نقاط نزدیک تر به نقطه برآورد، شباهت بیشتری به آن دارند. در این روش اغلب توانی برای عکس فاصله در نظر گرفته می شود که به طور معمول بین ۱ تا ۵ است، اما غالباً از توان ۲ استفاده می شود. مشخصه این روش این است که وزن به کار رفته با افزایش فاصله به سرعت کاهش می یابد. در نتیجه درونیایی در این روش کاملاً محلی است و چون وزن های به کار رفته هیچ گاه صفر نمی شوند، بنابراین هیچ گونه انقطاع و عدم پیوستگی در برآوردها رخ نمی دهد. اما نقص این روش این است که برخلاف روش کریجینگ، نقشه خطای برآورد تولید نمی کند. از عیوب دیگر این روش این است که شکل قرارگیری نمونه ها را در نظر نمی گیرند، در نتیجه وزنی که به دو یا چند نمونه که به صورت خوشه در کنار هم و با جهت و فاصله تقریباً برابر از نقطه برآورد قرار گرفته اند، داده می شود، برآیر با وزنی خواهد بود که به یک نمونه تنها داده می شود که با همان فاصله ولی در جهتی دیگر نسبت به نقطه برآورد قرار گرفته است. در حالی که این مشکل در روش کریجینگ به علت خاصیت خوشه زدایی آن اتفاق نمی افتد. از آنجا که در این حالت کریجینگ وزن را براساس عکس تعداد نمونه ها ($\frac{1}{n}$) محاسبه می کند، در نقشه های برآورد شده به این روش خلاف روش کریجینگ، حداقل و حداکثر متغیر برآورد شده در محل نمونه های اولیه قابل مشاهده است. رابطه کلی درونیایی دوبعدی به روش IDW به صورت رابطه ۱ است (Blöschl, 2002:2).

(۱)

$$W(x, y) = \sum_{i=1}^N \lambda_i w_i$$

$$\lambda_i = \frac{\left(\frac{1}{d_i}\right)^p}{\sum_{k=1}^N \left(\frac{1}{d_k}\right)^p}$$

$W(x, y)$ مقادیر برآورد شده در موقعیت (x, y) ، N تعداد نقاط معلوم مجاور (x, y) ، λ_i وزن اختصاص داده شده به هر یک از مقادیر معلوم w_i در موقعیت (x_i, y_i) ، d_i فاصله اقلیدسی بین هر یک از نقاط واقع در موقعیت‌ها (x, y) و (x_i, y_i) و p مقدار توان است که متأثر از وزن w_i بر W است.

کریجینگ

روش درون‌یابی و برآورد زمین‌آماري است که قادر است بر اساس مدل برازش شده بر واریوگرام تجربی و نمونه‌های اندازه‌گیری شده در جامعه، نقاط نمونه‌برداری نشده را بدون اریب و با حداقل واریانس برآورد کند. عمومی‌ترین روش آن که در علوم محیط زیستی نیز کاربرد فراوانی دارد، کریجینگ معمولی است. تابع کریجینگ به صورت رابطه ۲ تعریف می‌شود (Blöschl, 2002:4).

(۲)

$$\hat{z}(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)$$

λ_i وزن مرتبط با ارزش متغیر ناحیه‌ای x در نقطه i است در شرایطی که $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ است.

روش کریجینگ معمولی اغلب سبب هموارسازی نقشه‌ها می‌شود، یعنی مقادیر بسیار بزرگ، کوچک‌تر و مقادیر بسیار کوچک، بزرگ‌تر برآورد می‌شوند. بنابراین استفاده از این روش در مواردی که حفظ حداقل و حداکثر داده‌های اولیه در نقشه‌های تولید شده اهمیت زیادی داشته باشد، توصیه نمی‌شود.

معیارهای ارزیابی

برای ارزیابی روش های کریجینگ و IDW، در درجه اول، داده های برآورد شده برای هر یک از داده های مشاهده شده با استفاده از روش ارزیابی متقابل محاسبه شد (Karami et al. 2023:1701). سپس با استفاده از معیارهای ارزیابی که معادلات ۳ تا ۵ است، مقدار خطای هر روش محاسبه شد. جهت ارزیابی نتایج، شاخص های آماری ضریب تبیین (R^2)، ریشه ی میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین خطای مطلق (MAE) محاسبه شدند (Ghazvinian and Karami, 2023:326; Dehghanipour et al. 2021:326). برای ارزیابی نتایج استفاده شد. شاخص R^2 هرچه به یک نزدیکتر باشد، دقت بالای روش را نشان می دهد (Karami and Ghazvinian, 2022:1307; Ghazvinian et al. 2024:46). شاخص های MAE و RMSE نیز میزان خطای آزمایش را نشان می دهد و بنابراین هرچه به صفر نزدیک شوند، مطابقت داده ها دقیق تر است (Dadrasajirlou et al. 2022:110; Samii et al. 2023:163).

(۳)

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

(۴)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{N}}$$

(۵)

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i|$$

در روابط ۳ الی ۵، x_i مقدار اندازه گیری شده، y_i مقدار برآورد شده همان روز، $\bar{x}$ میانگین مقادیر اندازه گیری شده و $\bar{y}$ میانگین نظیر برای مقادیر برآورد شده می باشد.

نتایج و بحث

ویژگی های هر جاده خود به تنهایی در بروز تصادفات نقش زیادی را بر عهده ندارد. اما نقش عوامل محیطی و اقلیمی را در بروز تصادفات نباید نادیده گرفت. با مطالعات گسترده و جدید در مورد عوامل موثر بر میزان تصادفات جدید می توان برنامه ریزی دقیق و جامعی را برای هر محور انجام داد

و متناسب با ویژگی هندسی و محیطی و اقلیمی جاده امکان بهره‌برداری بهتر از جاده را فراهم آورد.

نتایج پهنه‌بندی تصادفات با کمک GIS

در این فصل از تحقیق سعی شده است که داده‌های تصادفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی محورهای سمنان - دامغان و دامغان - شاهرود و برعکس برای دوره ۷ ساله (۱۳۹۵ الی ۱۴۰۱) با کمک نرم افزار ArcGIS10.3 پهنه‌بندی شد. در ادامه نقشه‌های مختلف با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردیده است و همچنین نقشه‌هایی ارایه شده است که نقاط مخاطره‌آمیز در محور را به نمایش می‌گذارند. در جدول ۱ میزان پایین بودن تا بالا بودن هر یک از پارامترها که براساس ۵ نوع تقسیم بندی بوده است، ارائه شده است. همچنین نتایج حاصل از نقشه‌های ارایه شده با روش درون‌یابی Kriging ارایه شده است. علت استفاده از این روش درون‌یابی، بالاتر بودن دقت آن نسبت به روش IDW بود که در جدول ۲ میزان معیارهای ارزیابی R^2 ، RMSE و MAE برای دو روش درون‌یابی IDW و Kriging نمایش داده شده است. براساس این جدول روش Kriging برای همه پارامترها از عملکرد بهتری نسبت به روش IDW داشت.

جدول ۱: دسته‌بندی میزان بالا یا پایین بودن پارامترهای اقلیمی در نقشه‌های ارایه شده

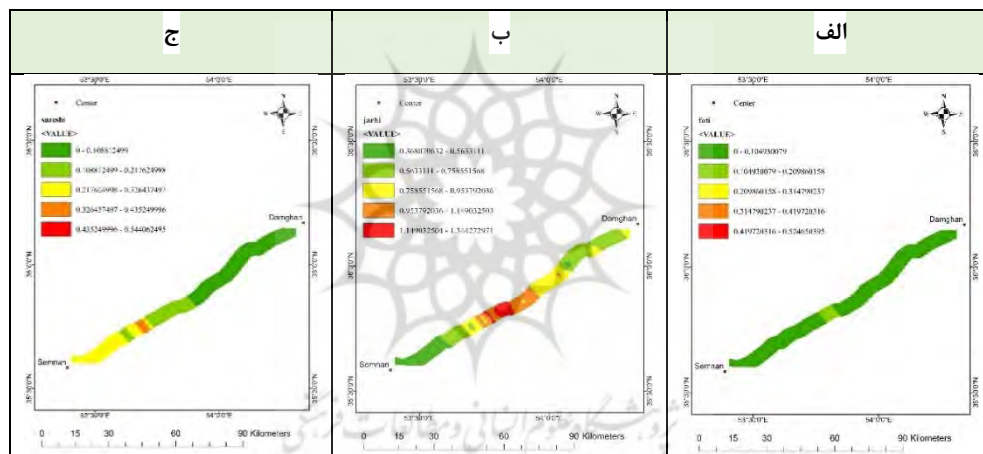
شماره	میزان رخداد
۱ (سبز پررنگ)	بسیار کم
۲ (سبز کم رنگ)	کم
۳ (زرد)	متوسط
۴ (نارنجی)	زیاد
۵ (قرمز)	بسیار زیاد

جدول ۲: نتایج معیارهای ارزیابی برای روش‌های درون‌یابی استفاده شده در نقشه‌های پارامترهای اقلیمی

	تشریحی			سازشی			جرحی			فوتی		
	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE	R^2
درون‌یابی												
Kriging	۳۰/۳۲۵	۲۲/۴۳۱	۰/۸۱۳	۴۰/۳۸۲	۳۲/۸۷۲	۰/۷۶۳	۳۸/۹۸۲	۲۷/۳۱۹	۰/۷۹۲	۴۴/۹۲۹	۳۵/۳۴۲	۰/۷۷۲

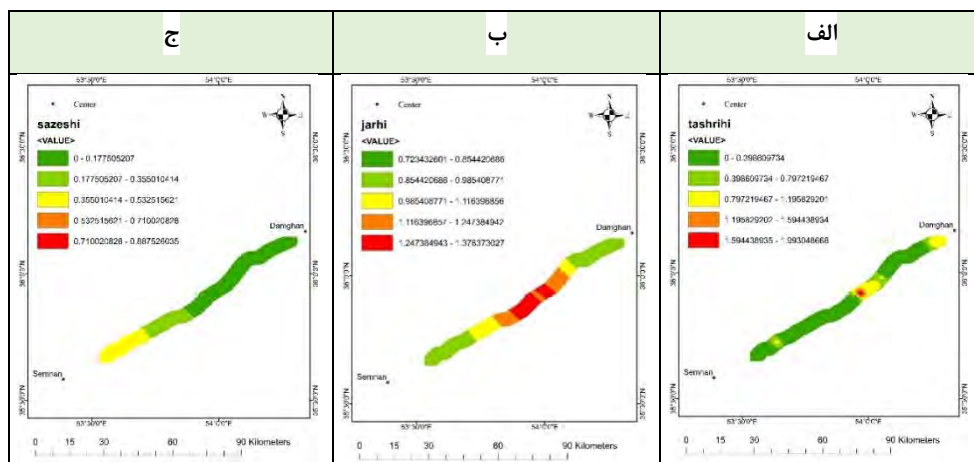
IDW	۰/۶۷۳	۴/۳۳۲	۴۹/۴۹۲	۰/۷۰۲	۳۴/۳۹۲	۴۴/۳۲۴	۰/۶۸۲	۳۸/۷۲۱	۴۶/۸۷۳	۰/۷۶۲	۳۰/۲۱۳	۳۹/۳۲۱
-----	-------	-------	--------	-------	--------	--------	-------	--------	--------	-------	--------	--------

در شکل ۳، نقشه تصادفات ناشی از خستگی برای محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. شدت تصادفات منجر به فوتی در طول مسیر بطور کلی بسیار کم و کم گزارش می‌گردد. تصادفات منجر به جرحی نیز از یک کیلومتر الی ۳۰ بسیار کم و کم می‌باشد. از یک کیلومتر الی ۸۰ ابتدا متوسط سپس بسیار زیاد و زیاد گزارش می‌شود. از یک کیلومتر الی ۹۰ متوسط و و در ادامه تصادفات ناشی از جرحی کم و بسیار کم است. تصادفات منجر به خسارتی در ابتدا مسیر تا یک کیلومتر ۴۰ متوسط است. در ادامه میسر، فقط از یک کیلومتر ۴۰ الی ۵۰ وضعیت تصادف زیاد است و در ادامه کم و بسیار کم می‌باشد.



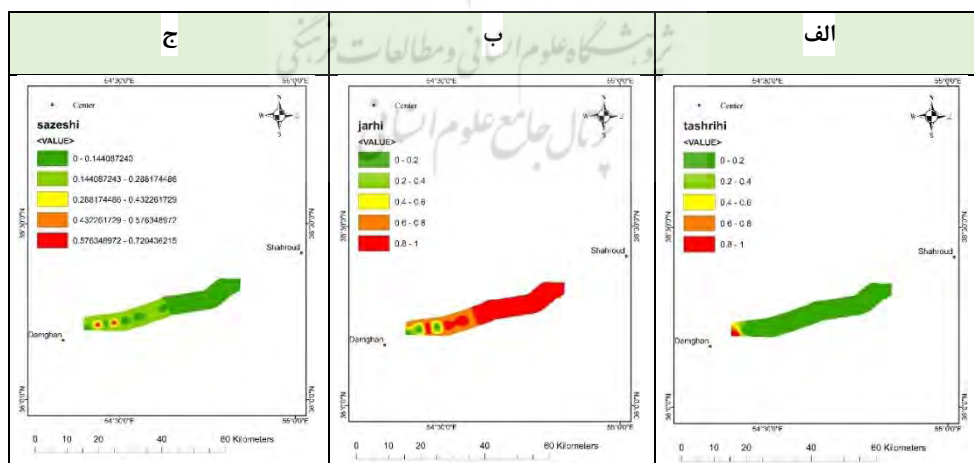
شکل ۳: پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۳۹۵، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

در شکل ۴، پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. در شکل ۴- الف، تصادفات منجر به فوتی در اکثر نقاط مسیر بسیار کم و کم است. فقط از یک کیلومتر الی ۵۵ الی ۶۵ و ۱۰۰ الی ۱۱۰ نیز وضعیت متوسط است. تصادفات منجر به جرحی نیز، از یک کیلومتر الی ۳۰ کم، از یک کیلومتر ۳۰ الی ۴۰ متوسط، از یک کیلومتر ۴۰ الی ۸۰ زیاد و بسیار زیاد و از یک کیلومتر ۸۰ الی ۱۱۰، ابتدا متوسط و سپس کم می‌باشد. تصادفات منجر به خسارت نیز، از ابتدا مسیر تا یک کیلومتر ۳۰ متوسط و سپس کم و بسیار کم می‌باشد.



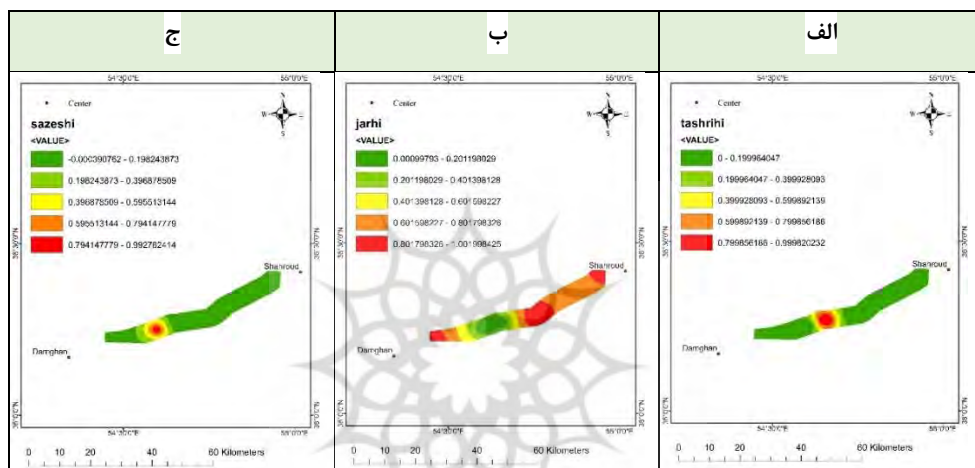
شکل ۴: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۵، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی سازهی

شکل ۵، نقشه پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. ابتدا مسیر، وضعیت تصادف منجر به فوتی بسیار زیاد و سپس متوسط و در کل مسیر بسیار کم است. تصادفات منجر به جرحی در ابتدا مسیر کم و متوسط است و از کیلومتر ۲۰ الی ۸۰ نیز وضعیت بصورت زیاد و بسیار زیاد است. تصادفات منجر به خسارت در این مسیر در سال ۱۳۹۵، در طول مسیر بصورت کم و بسیار کم گزارش می‌گردد و فقط در کیلومترهای ۱۰ الی ۱۳ و ۱۸ الی ۲۱ نیز وضعیت متوسط و زیاد است.



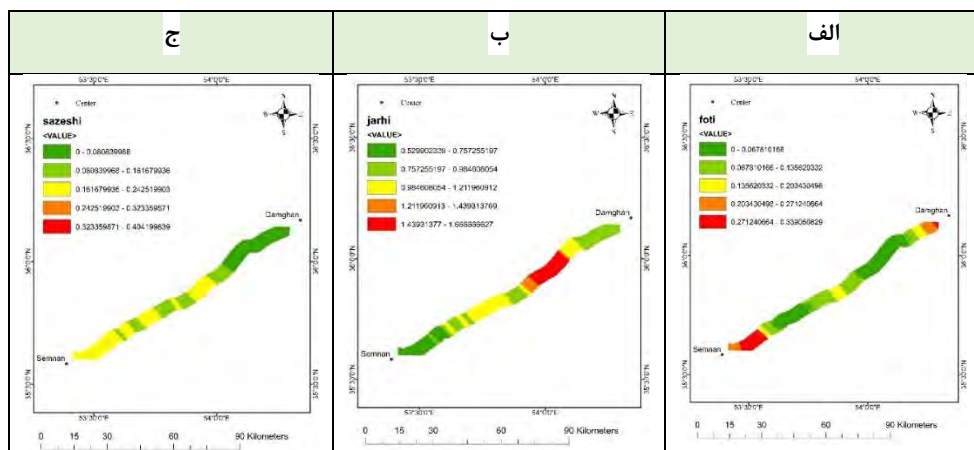
شکل ۵: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۵، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور شاهرود - دامغان در سال ۱۳۹۵ در شکل ۶ نمایش داده شده است. تصادفات منجر به فوتی در این مسیر به این گونه است که، از کیلومتر ۱ الی ۴۰ بسیار کم، از کیلومتر ۴۰ الی ۴۵ متوسط، ۴۵ الی ۵۵ بسیار زیاد و در ادامه مسیر بسیار کم است. تصادفات منجر به جرحی، ابتدا مسیر تا کیلومتر ۴۰ بسیار زیاد و زیاد است. سپس از کیلومتر ۴۰ الی ۷۰ وضعیت متوسط و کم و بسیار کم می‌شود. سپس در ادامه مسیر زیاد و بسیار زیاد می‌شود. تصادفات منجر به خسارت در محور شاهرود دامغان بطور کلی بسیار کم و کم است. فقط کیلومتر ۷۰ الی ۸۰ نیز متوسط و زیاد است.



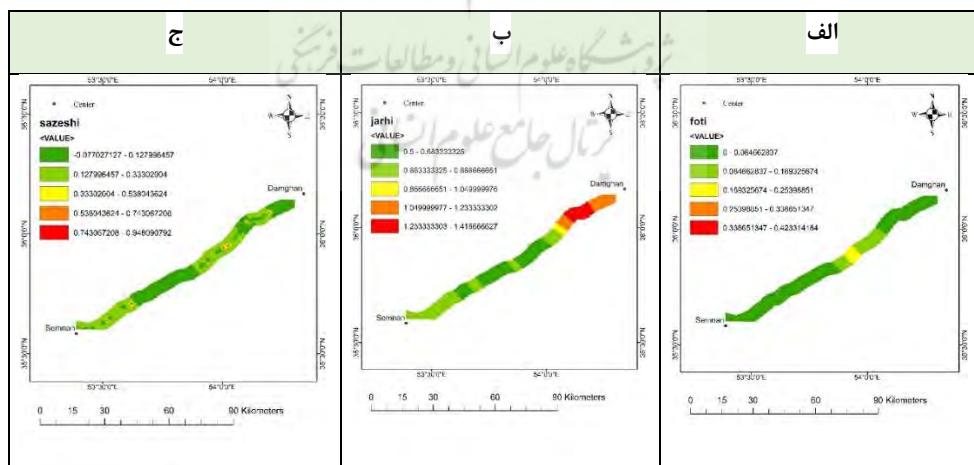
شکل ۶: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۳۹۵، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

در شکل ۷، نقشه تصادفات ناشی از خستگی برای مجور دامغان - سمنان در سال ۱۳۹۶ ترسیم شده است. شکل ۷- الف، نشان می‌دهد که تصادفات منجر به فوتی در ابتدا شهر دامغان تا ۱۵ کیلومتر وضعیت قرمز و نارنجی یعنی آمار بسیار زیاد و زیاد دارد. سپس از کیلومتر ۱۵ الی ۸۰ وضعیت تصادفات کم و بسیار کم می‌شود. فقط در کیلومتر ۵۰ الی ۶۰ نیز وضعیت متوسط است. اما از کیلومتر ۸۰ الی تا نزدیک شهر سمنان وضعیت مجدداً بسیار زیاد است. تصادفات منجر به جرحی از دامغان تا کیلومتر ۲۰ وضعیت کم است. اما بعد از آن تا کیلومتر ۵۰ نیز وضعیت متوسط و سپس بسیار زیاد است. سپس وضعیت تا کیلومتر ۷۵ متوسط شده و در ادامه تا شهر سمنان وضعیت بسیار کم است. تصادفات منجر به خسارت در شکل ۷- ج نشان می‌دهد که از ابتدا شهر دامغان تا کیلومتر ۳۵ وضعیت بسیار کم و کم است و سپس تا انتها وضعیت در اکثر نقاط متوسط و کم می‌شود.



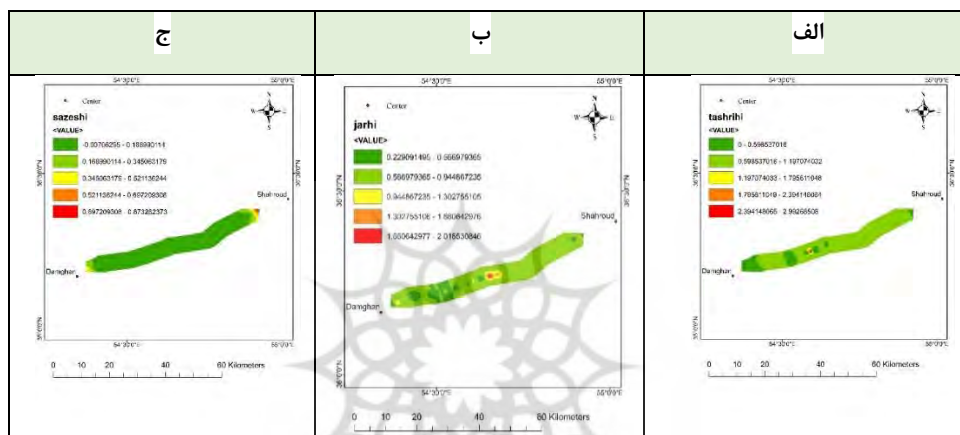
شکل ۷: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۶، الف: فوتی ، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۶ در شکل ۸ نمایش داده شده است. تصادفات منجر به فوتی از سمنان تا شهر دامغان در این سال بسیار کم و کم بوده و فقط از کیلومتر ۵۰ الی ۶۰ متوسط می باشد. تصادفات منجر به جرحی نیز از سمنان تا کیلومتر ۸۰ بصورت بسیار کم و کم می باشد. اما بعد از کیلومتر ۸۰ تا شهر دامغان وضعیت از حالت متوسط به حالت بسیار زیاد و زیاد تغییر می کند. تصادفات منجر به خسارت نیز در مسیر سمنان - دامغان بطور کلی بسیار کم و کم است و فقط در برخی از نقاط مطابق شکل ۸- ج وضعیت متوسط و زیاد می گردد.



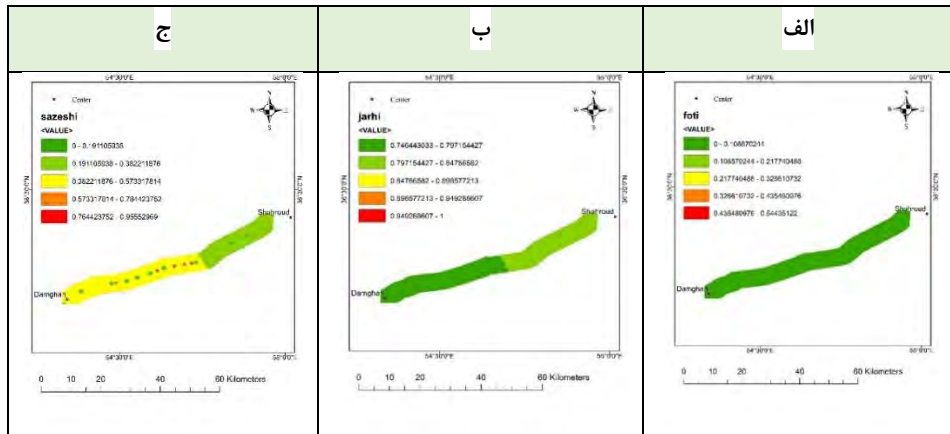
شکل ۸: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۳۹۶، الف: فوتی ، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی در محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۶ در شکل ۹ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت نیز به این گومه می‌باشد که در کل مسیر وضعیت بسیار کم و کم است و فقط در کیلومتر ۴۰ الی ۴۲ نیز وضعیت متوسط و زیاد است. پهنه‌بندی تصادفات منجر به جرحی نیز نشان می‌دهد که کل مسیر وضعیت کم و بسیار کم است. فقط کیلومتر ۵۰ الی ۵۵ نیز وضعیت متوسط و زیاد گزارش می‌گردد. تصادفات خسارتی در مسیر دامغان - شاهرود نیز به صورت کم و بسیار کم است و فقط در نزدیکی شهر شاهرود میزان آن متوسط و زیاد می‌گردد.



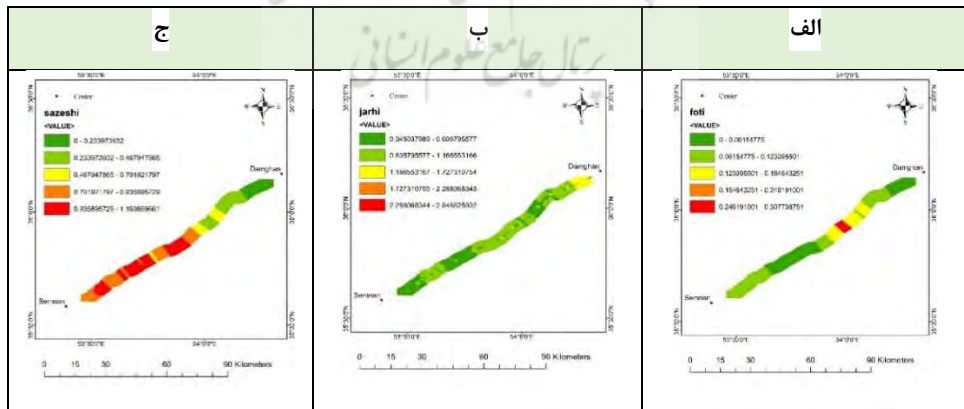
شکل ۹: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۶، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

در شکل ۱۰، تصادفات ناشی از خستگی در محور شاهرود - دامغان برای سال ۱۳۹۶ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت، نیز در کل محور وضعیت بسیار کم گزارش می‌گردد. تصادفات منجر به جرح نیز در این مسیر نیز به صورت بسیار کم و کم می‌باشد. تصادفات منجر به خسارت نیز از شاهرود تا کیلومتر ۳۰ وضعیت کم و سپس متوسط است. براساس شکل ۱۰- ج در برخی از نقاط وضعیت بصورت کم و زیاد گزارش می‌شود.



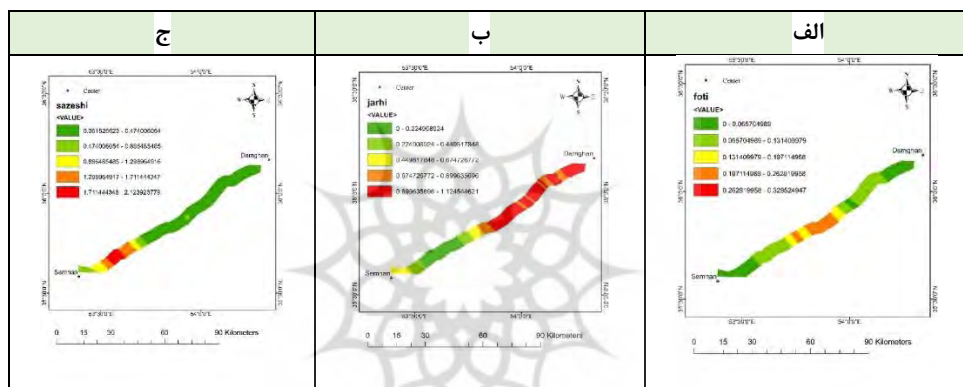
شکل ۱۰: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۳۹۶، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

در شکل ۱۱، تصادفات ناشی از خستگی برای محور دامغان - سمنان در سال ۱۳۹۷ نشان داده شده است. تصادفات فوتی از شهر دامغان تا کیلومتر ۲۰ وضعیت بسیار کم و کم است. اما از کیلومتر ۲۰ تا ۳۵ وضعیت متوسط و سپس تا کیلومتر ۴۵ بسیار زیاد و مجدداً وضعیت متوسط و در تا شهر سمنان بصورت کم و بسیار کم است. تصادفات منجر به جرح نیز در ابتدا شهر دامغان تا کیلومتر ۱۰، متوسط و سپس تا شهر سمنان وضعیت بسیار کم و کم می‌باشد. براساس شکل ۱۱- ب در برخی از نقاط وضعیت متوسط و یا زیاد می‌گردد. تصادفات منجر به خسارت، از ابتدا شهر دامغان تا کیلومتر ۲۵ وضعیت کم و بسیار کم است و سپس تا کیلومتر ۴۰ وضعیت متوسط و سپس تا شهر سمنان وضعیت قرمز و نارنجی است یعنی تصادفات منجر به خسارت بسیار زیاد و زیاد است.



شکل ۱۱: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۷، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

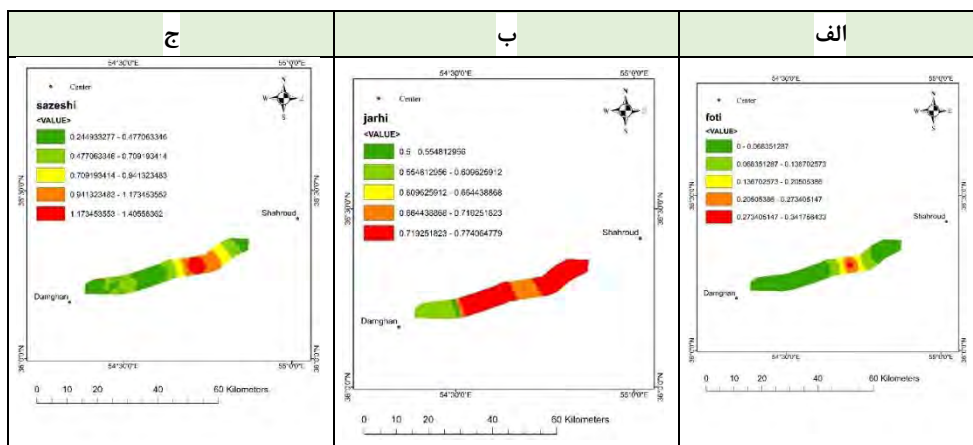
پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۷ در شکل ۱۲ آمده است. در شکل ۱۲- الف تصادفات منجر به فوت نشان داده شده است. از شهر سمنان تا کیلومتر ۳۵ وضعیت کم و بسیار کم است. از کیلومتر ۳۵ الی ۷۵ وضعیت ابتدا متوسط و سپس زیاد و مجدداً متوسط می‌گردد. از کیلومتر ۷۵ تا ۱۱۰ نیز وضعیت کم و بسیار کم می‌باشد. تصادفات منجر به جرح از محور سمنان به دامغان به اینگونه می‌باشد که از شهر سمنان تا کیلومتر ۱۰ وضعیت متوسط، سپس تا کیلومتر ۴۵ وضعیت بسیار کم و کم است و سپس تا شهر دامغان وضعیت ابتدا متوسط و سپس بسیار زیاد می‌باشد. در تصادفات منجر به خسارت از شهر سمنان تا ۱۵ کیلومتر وضعیت کم و متوسط است و اما از کیلومتر ۱۵ تا ۴۰ نیز وضعیت بسیار زیاد و زیاد است. سپس مجدداً وضعیت متوسط و در ادامه مسیر بسیار کم می‌شود.



شکل ۱۲: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۳۹۷، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

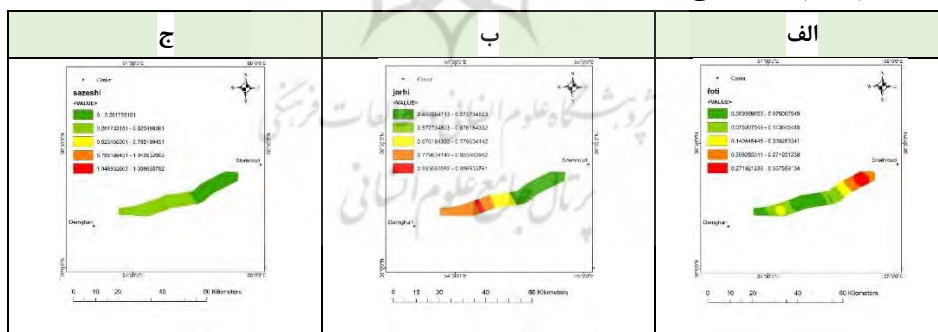
در شکل ۱۳، نقشه تصادفات ناشی از خستگی در محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۷ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت، از کیلومتر ۵ الی ۳۰ وضعیت بسیار کم و کم است. سپس از کیلومتر ۳۰ الی ۴۰ وضعیت متوسط و سپس زیاد است. در ادامه مسیر وضعیت بسیار کم می‌شود. تصادفات منجر به جرح، از کیلومتر ۵ الی ۲۰ وضعیت کم است و سپس در ادامه وضعیت قرمز یعنی بسیار زیاد و زیاد (نارنجی) است. تصادفات منجر به خسارت در محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۷ به شرح زیر است:

از کیلومتر ۵ الی ۳۵ وضعیت کم و بسیار کم است. سپس وضعیت متوسط و از کیلومتر ۴۰ الی ۵۰ وضعیت زیاد و بسیار زیاد می‌گردد. در انتها مسیر وضعیت کم و بسیار کم است.



شکل ۱۳: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۷، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

نقشه تصادفات ناشی از خستگی محور شاهرود - دامغان در سال ۱۳۹۷، براساس شکل ۱۴ ترسیم شده است. تصادفات منجر به فوت نشان می‌دهد از کلومتر ۵ الی ۱۵ بسیار زیاد و زیاد است. تصادفات منجر به جرح نیز از کلومتر ۵ الی ۲۵ بسیار کم و از ۲۵ الی ۳۵ متوسط و از ۳۵ الی ۵۰ کم است. تصادفات وضعیت بصورت زیاد گزارش می‌گردد. تصادفات منجر به خسارت از ابتدا تا انتهای مسیر بصورت بسیار کم و کم گزارش می‌گردد.



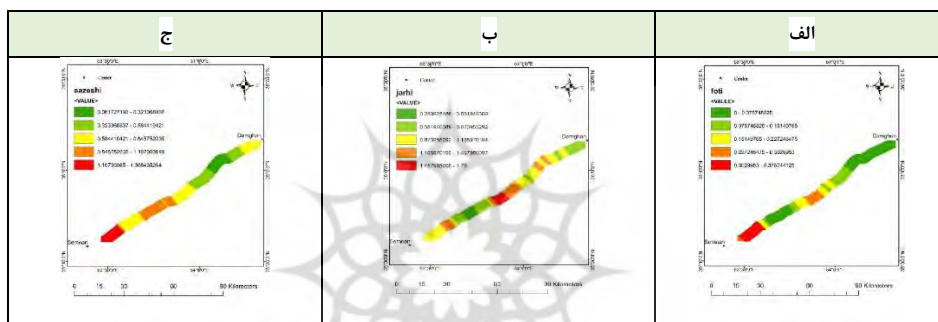
شکل ۱۴: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۳۹۷، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی سازی و د: خسارتی تشریحی

در شکل ۱۵، پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - سمنان در سال ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد. تصادفات منجر به فوت، از ابتدا شهر دامغان تا کلومتر ۴۰ وضعیت بسیار کم و کم است. اما از کلومتر ۴۰ الی ۶۰ وضعیت متوسط و زیاد می‌گردد. سپس از کلومتر ۶۰ الی ۸۰ وضعیت کم است اما از کلومتر ۸۰ تا شهر سمنان وضعیت بسیار زیاد است. وضعیت تصادفات منجر به

جرح، از شهر دامغان تا کیلومتر ۱۰ وضعیت تصادف کم و سپس تا کیلومتر ۲۰ متوسط و از ۲۰ تا کیلومتر ۳۰ زیاد و سپس از کیلومتر ۳۰ الی ۵۰ وضعیت متوسط می شود. در ادامه از کیلومتر ۵۰ الی ۶۵ وضعیت تصادفات زیاد و بسیار زیاد می شود. و مجدداً از کیلومتر ۶۵ تا ۸۰ نیز وضعیت کم و بسیار کم می گردد. از کیلومتر ۸۰ الی ۸۵ وضعیت زیاد و ادامه تا شهر سمنان وضعیت متوسط می شود.

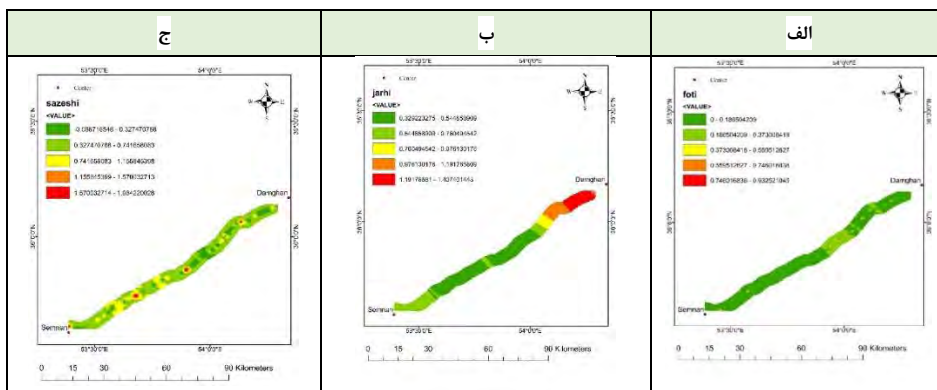
وضعیت تصادفات منجر به خسارت در محور دامغان - سمنان به شرح زیر می باشد:

از شهر دامغان تا کیلومتر ۱۰ وضعیت متوسط است. از کیلومتر ۱۰ الی ۴۰ وضعیت کم و بسیار کم است. سپس از کیلومتر ۴۰ الی ۵۰ وضعیت متوسط و از کیلومتر ۵۰ الی ۶۵ وضعیت زیاد است. در ادامه از کیلومتر ۶۵ الی ۷۵ وضعیت متوسط و در ادامه تا شهر سمنان وضعیت بسیار زیاد است.



شکل ۱۵: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۸. الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

نقشه تصادفات ناشی از خستگی در محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۸ در شکل ۱۶ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت نیز از شهر سمنان تا دامغان وضعیت بصورت بسیار کم و کم است. فقط براساس شکل ۱۶- الف نیز برخی نقاط مسیر وضعیت تصادف بصورت متوسط و زیاد است. تصادف جرحی در مسیر سمنان - دامغان، از کیلومتر ۱ الی ۷۰ نیز وضعیت بصورت کم و بسیار کم است. اما از کیلومتر ۷۰ الی ۷۵ وضعیت متوسط و از کیلومتر ۷۵ الی شهر دامغان وضعیت تصادف زیاد و بسیار زیاد است. بطور کلی وضعیت تصادف منجر به خسارت در محور سمنان - دامغان، بصورت کم و بسیار کم است. براساس شکل ۱۶- ج فقط در برخی از نقاط وضعیت زرد یعنی متوسط و برخی نقاط قرمز یعنی بسیار زیاد است.

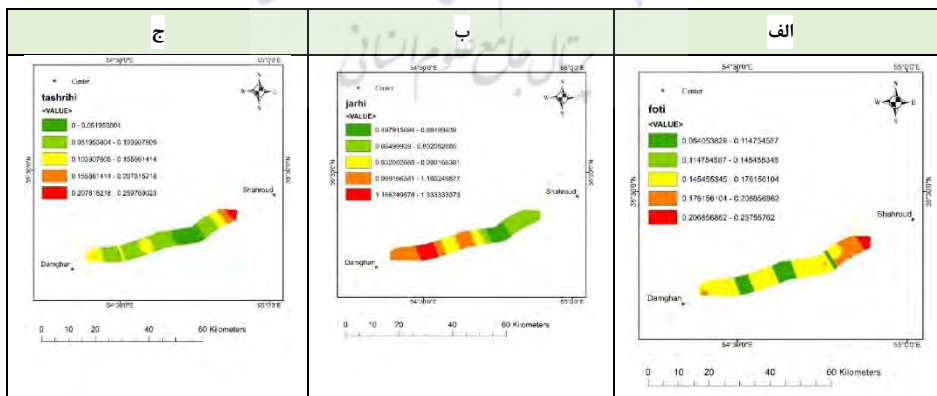


شکل ۱۶: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۳۹۸، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

شکل ۱۷، پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد. وضعیت تصادف منجر به فوت در حالت بسیار کم در کیلومترهای ۱۵ الی ۲۵، ۲۵ الی ۳۵ و ۴۵ الی ۶۰ دیده می‌شود. وضعیت متوسط در کیلومترهای ۱ الی ۲۵، ۲۵ الی ۳۵ و ۴۵ الی ۶۰ گزارش می‌گردد. از ۶۲ تا شهر شاهرود وضعیت زیاد و بسیار زیاد است.

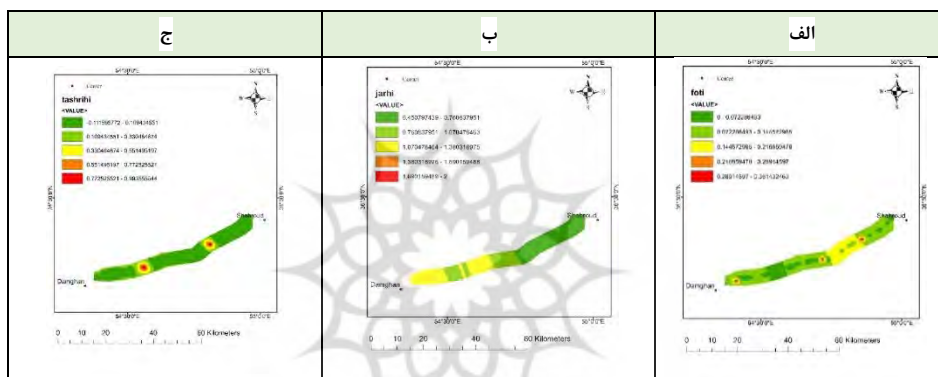
تصادف منجر به جرحی، از دامغان ۳۵ کیلومتر وضعیت‌ی زیاد و بسیار زیاد دارد. سپس به ادامه ۱۰ کیلومتر وضعیت تصادف متوسط می‌گردد. و مجدداً از کیلومتر ۴۵ الی ۵۵ وضعیت زیاد است. از کیلومتر ۵۶۵ الی شهر شاهرود وضعیت کم و بسیار است.

تصادف منجر به خسارت نیز از کیلومتر صفر دامغان تا ۱۰ متوسط ، سپس از کیلومتر ۱۰ الی ۶۰ در اکثر نقاط وضعیت تصادف کم و بسیار کم است. سپس از کیلومتر ۶۰ الی شهر شاهرود وضعیت تصادف متوسط و زیاد می گردد.



شکل ۱۷: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۸، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی.

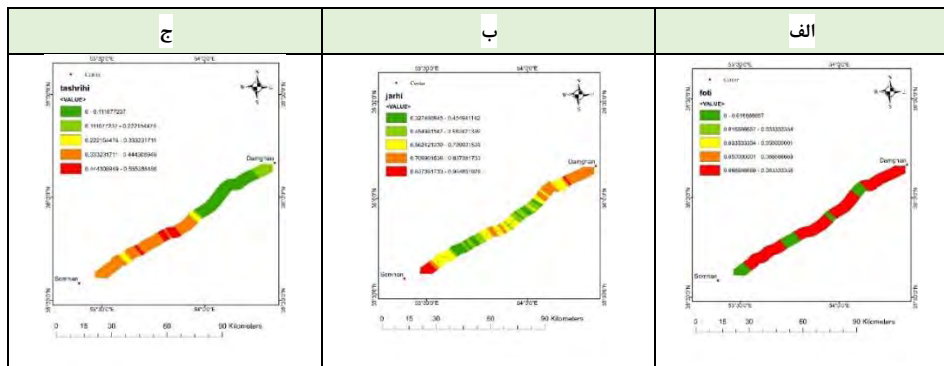
پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور شاهرود - دامغان در سال ۱۳۹۸، در شکل ۱۸ نشان داده شده است. تصادف منجر به فوت از شهر شاهرود تا کیلومتر ۱۵ وضعیت تصادفی کم دارد. از کیلومتر ۱۵ الی ۳۵ وضعیت متوسط و سپس تا شهر دامغان وضعیت بهبود یافته و بصورت کم و بسیار کم گزارش می‌گردد. براساس شکل ۱۸-الف فقط برخی نقاط وضعیت تصادف بصورت بسیار زیاد گزارش می‌شود. وضعیت تصادف منجر به جرح از شهر شاهرود تا کیلومتر ۳۵ در شرایط کم و بسیار کم است. از کیلومتر ۳۵ الی ۴۵ وضعیت متوسط شده و سپس به اندازه ۵ کیلومتر مجدداً وضعیت تصادف کم می‌شود. در ادامه مسیر تا شهر دامغان وضعیت تصادف متوسط است. وضعیت تصادف منجر به خسارت، از شهر شاهرود تا دامغان بطور کلی بسیار کم و کم است. فقط از کیلومتراژ ۲۰ الی ۲۵ و ۵۰ الی ۵۵ نیز وضعیت متوسط و زیاد می‌شود.



شکل ۱۸: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۳۹۸، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

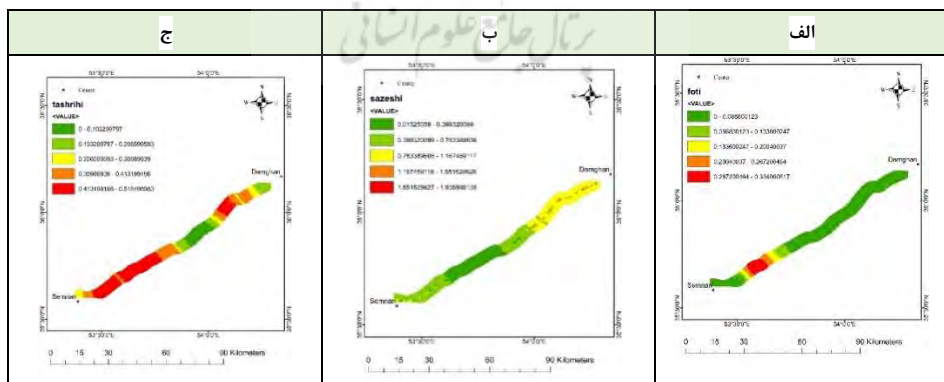
شکل ۱۹، پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۹، نشان داده شده است. شکل ۱۹-الف تصادفات منجر به فوت را نشان می‌دهد. از شهر دامغان تا کیلومتر ۲۵، وضعیت تصادف بسیار زیاد است. از کیلومتراژ ۲۵ الی ۳۰ وضعیت تصادف بسیار کم و مجدداً از کیلومتر ۳۰ الی ۴۵ وضعیت تصادف بسیار زیاد و از کیلومتر ۴۵ الی ۴۸ وضعیت تصادف بسیار کم و از کیلومتراژ ۴۸ الی ۶۵ وضعیت تصادف بسیار زیاد و از کیلومتراژ ۶۵ الی ۷۰ وضعیت تصادف بسیار کم است. در ادامه مسیر تا ۵ کیلومتر شهر سمنان وضعیت تصادف بسیار زیاد است و سپس تا شهر سمنان بسیار کم است. در تصادفات منجر به جرحی، از دامغان تا کیلومتراژ ۱۵، ۳۰ الی ۳۵، ۶۰ الی ۶۵ و از کیلومتراژ ۹۰ تا شهر سمنان وضعیت تصادف بصورت بسیار زیاد و زیاد است. در بقیه نقاط وضعیت متوسط رو به بسیار کم است. از شهر دامغان تا کیلومتراژ ۴۰ وضعیت تصادف از نظر خسارت بصورت بسیار کم و کم است. از کیلومتراژ ۴۰ تا کیلومتراژ ۷۵ وضعیت زیاد

و بسیار زیاد است. از کیلومتر ۷۵ تا ۸۰ وضعیت متوسط و سپس تا شهر سمنان وضعیت این گونه تصادف زیاد است.



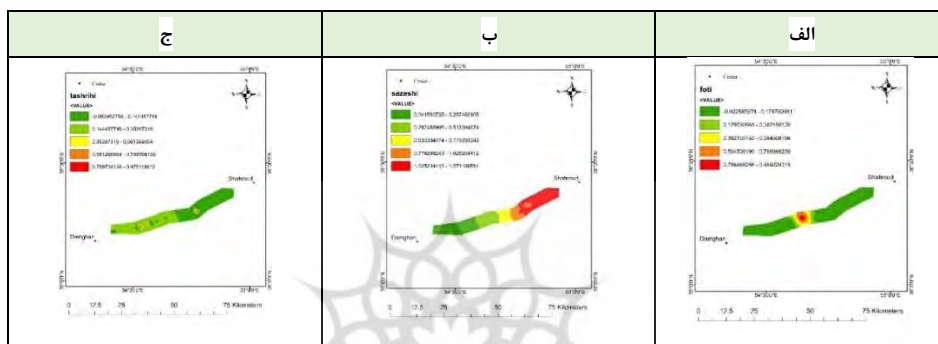
شکل ۱۹: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۹. الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

شکل ۲۰، پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد. از شهر سمنان تا کیلومتر ۱۵ وضعیت تصادفات منجر به فوت بسیار کم است. از کیلومتر ۱۵ تا ۴۰ وضعیت از متوسط به زیاد و بسیار زیاد تغییر می‌کند. از کیلومتر ۴۰ الی تا شهر دامغان وضعیت تصادف بسیار کم می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به جرح از کیلومتر ۱ الی ۲۵ کم، ۲۵ الی ۵۰ بسیار کم، از ۵۰ الی ۶۰ کم و در ادامه مسیر تا شهر دامغان متوسط است. براساس شکل ۲۰- ب برخی نقاط محدود تصادفات بسیار زیاد است. تصادفات منجر به خسارت، از شهر سمنان تا کیلومتر ۵ وضعیت متوسط، از کیلومتر ۵ الی ۵۰ وضعیت تصادف بسیار زیاد و زیاد است. سپس تا کیلومتر ۷۵ وضعیت کم و بسیار می‌گردد. از ۷۵ تا ۹۰ وضعیت مجدداً زیاد و بسیار زیاد می‌شود. و در ادامه وضعیت به حالت متوسط و کم تغییر می‌کند.



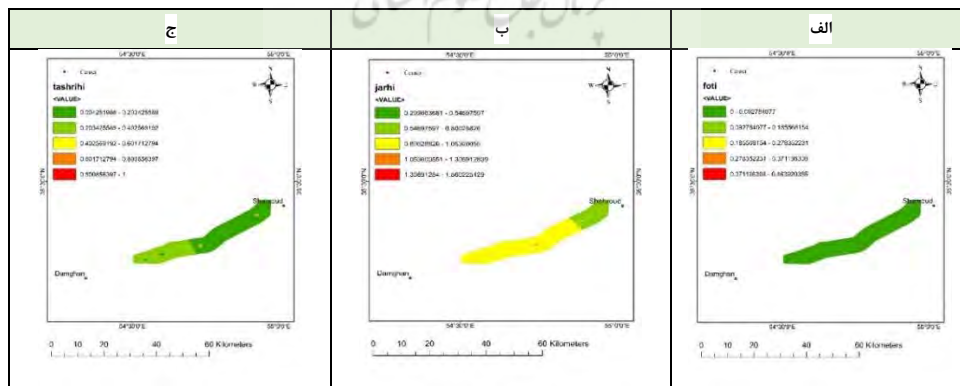
شکل ۲۰: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۳۹۹. الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

شکل ۲۱، پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۳۹۹ را نشان می دهد. در تمام طول مسیر وضعیت تصادفات منجر به فوت بسیار کم است. فقط از کیلومتر ۲۵ الی ۳۵ وضعیت زیاد و متوسط می شود. وضعیت تصادفات منجر به جرح بر این اساس است که از کیلومتر ۱ دامغان ۴۰ وضعیت تصادف کم و بسیار کم است. سپس از ۴۰ الی ۴۵ وضعیت متوسط و در ادامه وضعیت زیاد و بسیار زیاد می گردد. وضعیت تصادفات منجر به خسارت در محور دامغان - شاهرود به این صورت می باشد که در طول مسیر وضعیت تصادف بسیار کم و کم است. براساس شکل ۲۱- ج فقط در سه نقاط وضعیت متوسط و زیاد می گردد.



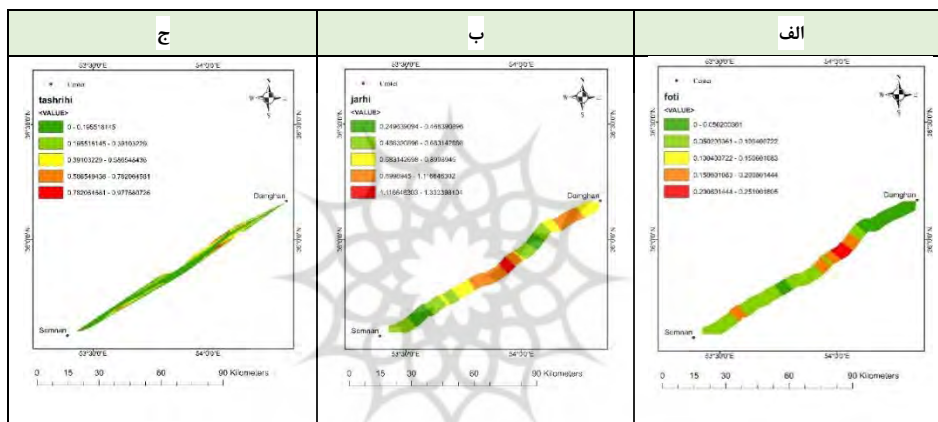
شکل ۲۱: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۹. الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

وضعیت تصادفات ناشی از خستگی منجر به فوت، جرح و خسارت محور شاهرود - دامغان در سال ۱۳۹۹ در شکل ۲۲ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت از شهر دامغان تا شاهرود وضعیت بسیار کم دارد. تصادفات منجر به جرح از محور شاهرود به دامغان، از شهر شاهرود تا کیلومتر ۲۰ وضعیت کم داشته و سپس تا شهر دامغان وضعیت متوسط است. وضعیت تصادف منجر به خسارت از شهر شاهرود تا دامغان در طول مسیر وضعیت بسیار کم و کم دارد.



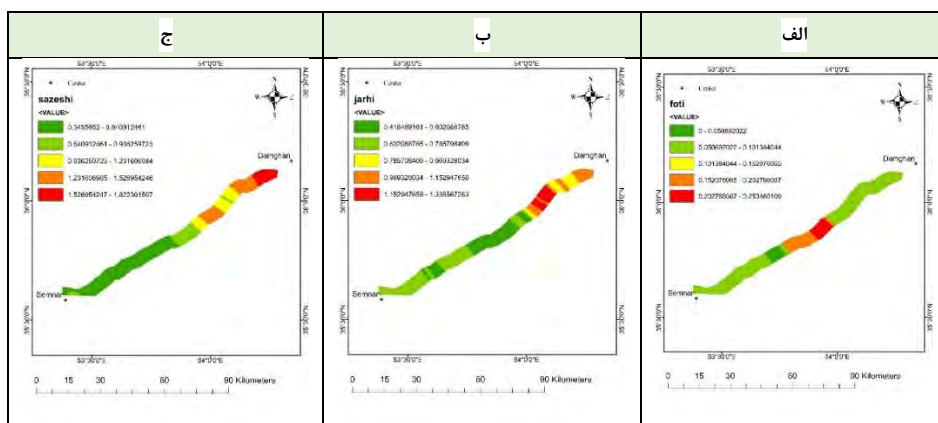
شکل ۲۲: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۳۹۹. الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - سمنان در سال ۱۴۰۰، در شکل ۲۳ نشان داده شده است. در تصادفات منجر به فوت، از شهر دامغان تا کیلومتر ۳۰ وضعیت بسیار کم و کم است. از کیلومتر ۳۰ الی ۴۰ وضعیت بصورت زیاد و بسیار زیاد است. سپس وضعیت تا شهر سمنان بصورت کم و بسیار کم می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به جرح، از دامغان به سمنان، به گونه است که از شهر دامغان تا کیلومتر ۵ متوسط و سپس تا کیلومتر ۱۰ وضعیت زیاد و سپس به حالت متوسط و بسیار کم تا کیلومتر ۴۰ تقلیل می‌یابد. سپس از کیلومتر ۴۰ الی ۶۰ مجدداً وضعیت تصادف زیاد و بسیار زیاد می‌شود. مجدداً به حالت متوسط و در ادامه تا شهر سمنان وضعیت بسیار کم و کم می‌شود. وضعیت تصادف منجر به خسارت، بصور کلی وضعیت در طول مسیر بسیار کم و کم است.



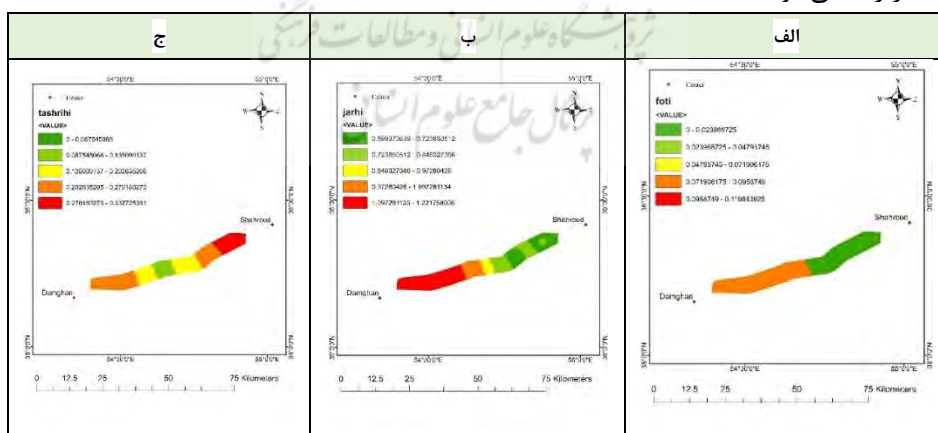
شکل ۲۳: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۴۰۰، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

در شکل ۲۴، نقشه تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. از شهر سمنان تا کیلومتر ۵۰ وضعیت تصادفات منجر به فوت بسیار کم و کم است. سپس از کیلومتر ۵۰ الی ۷۰ وضعیت تصادفات منجر به فوت زیاد و بسیار زیاد است. و سپس کم می‌شود. وضعیت تصادف منجر به جرح، از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ وضعیت بسیار کم و کم است. سپس از کیلومتر ۷۰ تا شهر دامغان وضعیت بصورت متوسط و زیاد می‌شود. تصادفات منجر به خسارت از شهر سمنان تا کیلومتر ۶۰ وضعیتی کم و بسیار کم دارد. سپس از این کیلومتر تا کیلومتر ۷۰ وضعیت متوسط شده و در ادامه نیز وضعیت تصادف به حالت زیاد تغییر می‌یابد. در ادامه مجدداً وضعیت متوسط شده و از کیلومتر ۹۰ تا انتهای مسیر وضعیت به حالت زیاد و بسیار زیاد تغییر می‌یابد.



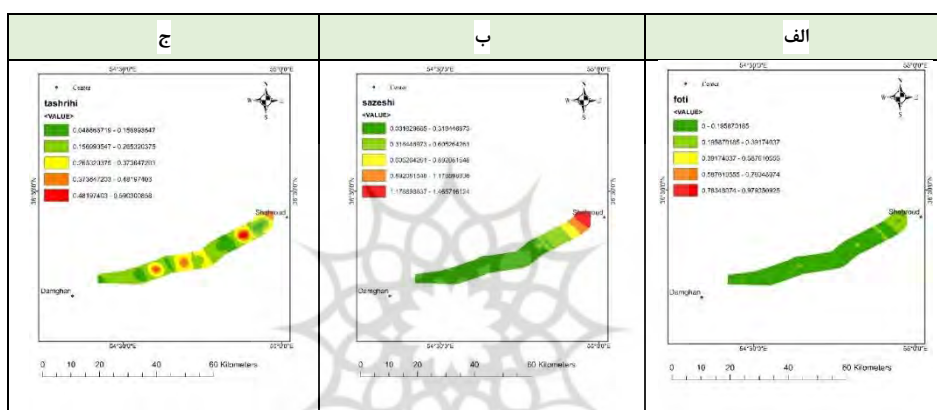
شکل ۲۴: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۴۰۰، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۴۰۰ در شکل ۲۵ نمایش داده شده است. تصادفات منجر به فوت از شهر دامغان تا کیلومتر ۴۰ وضعیت زیاد و سپس تا شاهرود وضعیت بسیار کم می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به جرح، از دامغان تا کیلومتر ۳۰ وضعیت بسیار زیاد و زیاد است. سپس وضعیت تا کیلومتر ۴۰ متوسط است. سپس تا انتهای مسیر وضعیت بسیار کم و کم می‌شود. تصادفات منجر به خسارت از شهر دامغان تا کیلومتر ۲۰ وضعیت زیاد است. سپس تا کیلومتر ۳۰ وضعیت متوسط است و سپس وضعیت به حالت کم کاهش می‌یابد. مجدداً از کیلومتر ۴۰ الی ۴۵ وضعیت متوسط شده و در ادامه مسیر تا شاهرود وضعیت زیاد و بسیار زیاد می‌شود.



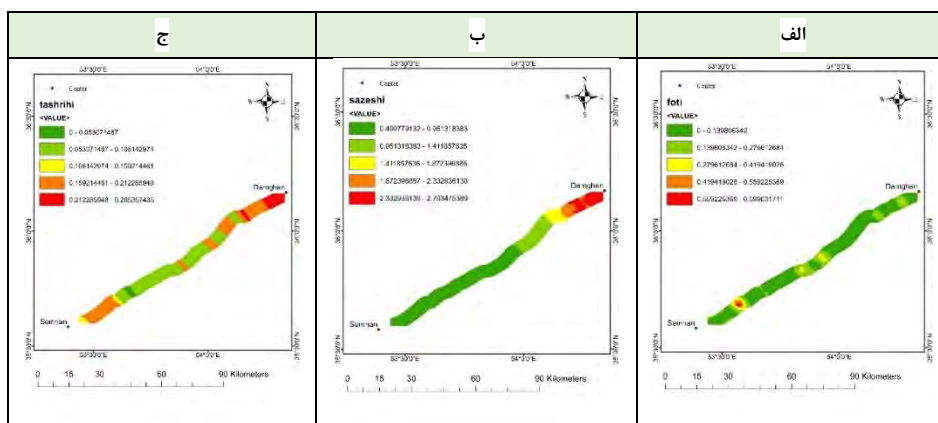
شکل ۲۵: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۴۰۰، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور شاهرود - دامغان در سال ۱۴۰۰ در شکل ۲۶ نشان داده شده است. تصادفات منجر به فوت نیز از شهر شاهرود تا دامغان وضعیتی بسیار کم و کم دارد. وضعیت تصادفات منجر به جرح، نشان می‌دهد که ابتدای شهر شاهرود وضعیت بسیار زیاد است. سپس به حال متوسط تغییر می‌یابد. از کیلومتر ۲۰ الی انتهای مسیر وضعیت کم و بسیار کم است. وضعیت تصادفات منجر به خسارت، ابتدای شهر شاهرود زیاد است، سپس تا کیلومتر ۱۰ وضعیت کم شده و مجدداً تا کیلومتر ۲۰ وضعیت تصادف زیاد شده و در ادامه مسیر وضعیت متوسط و کم می‌باشد. فقط در برخی از نقاط وضعیت تصادف زیاد می‌شود.



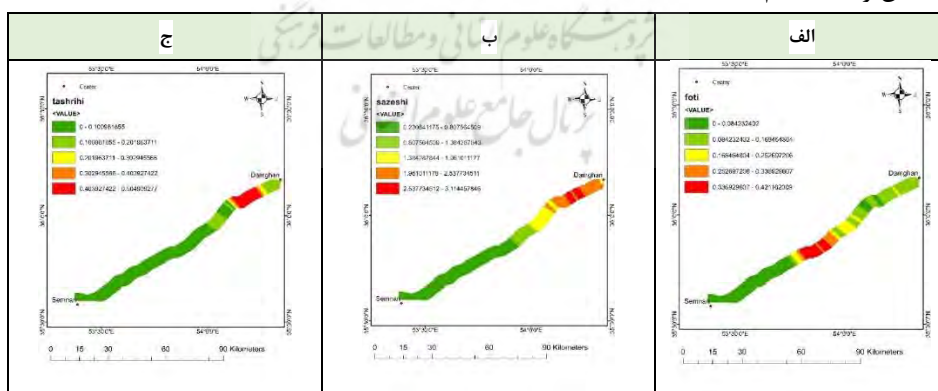
شکل ۲۶: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۴۰۰، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

شکل ۲۷، پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - سمنان را در سال ۱۴۰۱ نشان می‌دهد. از شهر دامغان تا سمنان وضعیت تصادفات منجر به فوت بطور کلی کم و بسیار کم است. فقط در برخی از نقاط مطابق شکل ۲۷- الف وضعیت متوسط و بسیار زیاد می‌شود. تصادفات منجر به جرح نیز از شهر دامغان تا کیلومتر ۱۰ وضعیت بسیار زیاد و زیاد است. سپس تا کیلومتر ۲۰ وضعیت متوسط شده و سپس تا شهر سمنان وضعیت کم و بسیار کم می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به خسارت از شهر دامغان تا کیلومتر ۲۰ وضعیتی زیاد و بسیار زیاد دارد. سپس تا کیلومتر ۸۰ وضعیت بسیار کم و کم می‌شود. سپس تا شهر سمنان حالت زیاد به خود می‌گیرد.



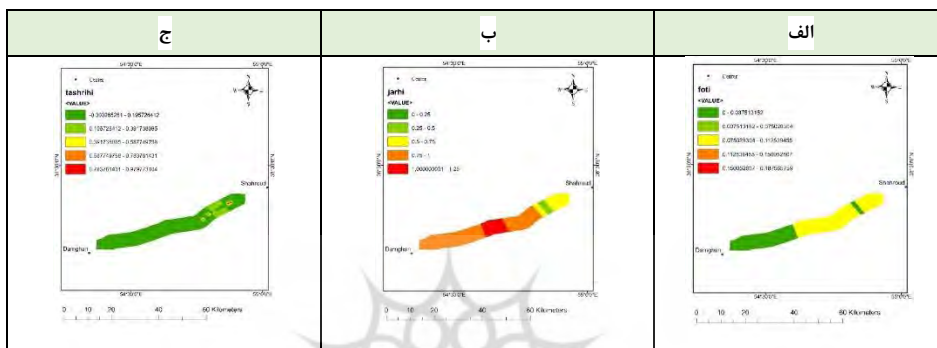
شکل ۲۷: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - سمنان سال ۱۴۰۱، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور سمنان - دامغان در سال ۱۴۰۱، در شکل ۲۸ نشان داده شده است. از شهر سمنان تا کیلومتر ۴۰ وضعیت بسیار کم، سپس تا کیلومتر ۴۵ وضعیت متوسط و از کیلومتر ۴۵ تا ۵۵ وضعیت زیاد و بسیار زیاد است. مجدداً تا دامغان وضعیت کم می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به جرح، به این گونه است که از شهر سمنان تا کیلومتر ۶۰ وضعیت تصادف بسیار کم و کم است. سپس تا کیلومتر ۷۰ وضعیت متوسط است و در ادامه مسیر تا شهر دامغان وضعیت زیاد می‌شود. وضعیت تصادفات منجر به خسارت از شهر سمنان تا کیلومتر ۸۰ وضعیتی بسیار کم و کم دارد. سپس تا کیلومتر ۹۰ وضعیت تصادف زیاد است و سپس تا شهر دامغان وضعیت کم است.



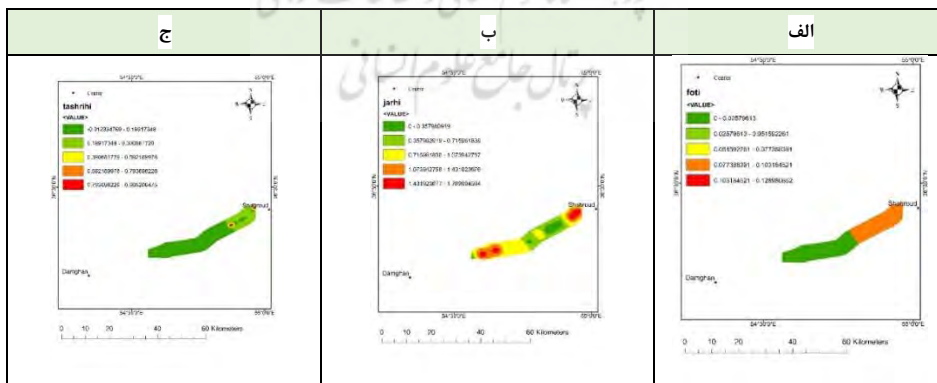
شکل ۲۸: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور سمنان - دامغان سال ۱۴۰۱، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی

پهنه‌بندی تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۴۰۱ در شکل ۲۹ نشان داده شده است. از شهر دامغان تا کیلومتر ۳۰ وضعیت تصادف منجر به فوت بسیار کم است. سپس تا شهر شاهرود وضعیت متوسط می‌گردد. وضعیت تصادفات منجر به جرح نیز از شهر دامغان تا کیلومتر ۴۰ وضعیت تصادف زیاد و بسیار زیاد است. سپس وضعیت تا شهر شاهرود وضعیت متوسط دارد. وضعیت تصادفات منجر به خسارت از شهر دامغان تا شاهرود بطور کلی بسیار کم و کم است. براساس شکل ۲۹-ج برخی از نقاط وضعیت قرمز یعنی بسیار زیاد است.



شکل ۲۹: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور دامغان - شاهرود سال ۱۴۰۱، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی سازشی و د: خسارتی تشریحی

براساس شکل ۳۰، تصادفات ناشی از خستگی محور دامغان - شاهرود در سال ۱۴۰۱ نمایش داده شده است. تصادف منجر به فوت از شهر شاهرود تا کیلومتر ۲۵ وضعیت زیاد و سپس تا دامغان وضعیت بسیار کم است. از شهر شاهرود تا کیلومتر ۱۰ وضعیت تصادفات منجر به جرح زیاد است. سپس از کیلومتر ۱۰ الی ۳۵ وضعیت تصادف کم و بسیار کم است. سپس از ۳۵ تا شهر دامغان وضعیت متوسط می‌گردد. وضعیت تصادفات منجر به خسارت در طول مسیر وضعیت بسیار کم و کم را دارد.



شکل ۳۰: پهنه بندی تصادفات ناشی از خستگی و خواب آلودگی محور شاهرود - دامغان سال ۱۴۰۱، الف: فوتی، ب: جرحی، ج: خسارتی سازشی و د: خسارتی تشریحی

نتیجه گیری

رانندگی نیاز به وظایف چندگانه همانند کنترل کردن، هدایت و ناوبری دارند. توجه و توانایی در پردازش اطلاعات محدود است و آنها می توانند تنها بر روی بخشی از اطلاعات تمرکز کنند. از آنجایی که ممکن است حوادث مختلف و یا نقاط بحرانی بیش از حد ظرفیت پردازش آنها باشد، زیاد بودن نقاط تصمیم گیری در مدت کوتاه منجر به ایجاد خطرات ایمنی می شود. علائم و تابلوها بایستی مطابق با انتظارات رانندگان باشد. در غیر این صورت ریسک گمراهی رانندگان وجود خواهد داشت که منجر به وقوع تصادف می شود. ارائه فاصله دید کافی در تمامی نقاط جاده ای که به راننده ۷ ثانیه قبل از رسیدن به موقعیت های جدید جاده را که قابل دستیابی نیستند، شرط اساسی طراحی می باشند. ایجاد یک ناحیه انتقال بین سرعت اصلی و ایمن رانندگی و سرعت مطلوب در شرایط جدید لازم می باشد. هنگامی که راننده برنامه رانندگی خود را با مسیر تطبیق می دهد نقاط بحرانی زیادی وجود دارد، از جمله:

- نزدیک شدن به مراکز جمعیتی
- نزدیک شدن به قوس های عمودی و افقی با شعاع های کوچک
- نزدیک شدن به یک اتصال
- نزدیک شدن به پیاده رو یا راه آهن
- نزدیک شدن به ورودی تونل، تغییر روشنایی، تغییر در دید
- مناطق صنعتی
- تغییر شرایط رویه آسفالت
- محدود کردن روسازی جاده
- موانع در جاده
- وسایل نقلیه با سرعت کم پیش رو
- حیوانات، سقوط سنگ

و دیگر موانع خطرناک مجود در امتداد جاده که لازم است سرعت کاهش پیدا کند. شاخص های در نظر گرفته شده در برداشت نقاط براساس معیارهای اشاره شده فوق مرود استفاده قرار گرفت. قوس ها، تقاطع ها، راه آهن، دسترسی های خصوصی، خطوط کاهش دهنده سرعت، خطوط ادغام کننده، تغییر تابع یا ورودی ها به مراکز جمعیتی و ... باید کاملاً واضح باشند. نقاط بحرانی که در بالا معرفی شد، نباید به وسیله گیاهان، ساختمان ها، پایه های پل و یا امکانات ترافیکی پنهان شوند. تمامی اطلاعات باید به راننده منتقل شوند. بطوری که به او زمان لازم را برای اینکه محل اطلاعات را مشخص کند، اطلاعات را شناسایی کند، آنها را بخواند، متوجه شود و به آنها پاسخ دهد. داده -

های برداشت طبق جداول ۳ الی ۶ برای مسیرهای سمنان - دامغان و دامغان - شاهرود و برعکس نشان داده شده است.

جدول ۳ شاخص‌های مسیر سمنان - دامغان

ردیف	کیلومتر	شاخص
۱	۱	مثلت بصری - مراکز جمعیتی
۲	۲	نقطه خیره کننده چشم - نقطه بحرانی
۳	۳	مثلت بصری
۴	۴	نقطه بحرانی
۵	۵	نقطه بحرانی
۶	۶	مثلت بصری
۷	۷	نقطه خیره کننده چشم
۸	۸	نقطه بحرانی
۹	۹	مثلت بصری
۱۰	۱۰	نقطه بحرانی
۱۱	۱۱	نقطه بحرانی
۱۲	۱۲	نقطه خیره کننده چشم
۱۳	۱۳	یکنواختی
۱۴	۱۴	یکنواختی
۱۵	۱۵	منظر همراه کننده
۱۶	۱۶	نقطه بحرانی
۱۷	۱۷	نقطه بحرانی
۱۸	۱۸	نقطه بحرانی
۱۹	۱۹	نقطه خیره کننده چشم
۲۰	۲۰	منظر همراه کننده
۲۱	۲۱	مثلت بصری
۲۲	۲۲	نقطه بحرانی
۲۳	۲۳	یکنواختی
۲۴	۲۴	یکنواختی

نقطه خیره کننده چشم	۲۵	۲۵
نقطه بحرانی	۲۶	۲۶
نقطه بحرانی	۲۷	۲۷
منظر همراه کننده	۲۸	۲۸
یکنواختی	۲۹	۲۹
نقطه بحرانی	۳۰	۳۰
نقطه بحرانی	۳۱	۳۱
مثلث بصری	۳۲	۳۲
نقطه بحرانی	۳۳	۳۳
نقطه خیره کننده چشم	۳۴	۳۴
مثلث بصری	۳۵	۳۵
یکنواختی	۳۶	۳۶
منظر همراه کننده	۳۷	۳۷
مثلث بصری	۳۸	۳۸
نقطه بحرانی	۳۹	۳۹
نقطه بحرانی	۴۰	۴۰
نقطه خیره کننده چشم	۴۱	۴۱
نقطه بحرانی	۴۲	۴۲
نقطه بحرانی	۴۳	۴۳
مثلث بصری	۴۴	۴۴
منظر همراه کننده	۴۵	۴۵
منظر همراه کننده	۴۶	۴۶
نقطه بحرانی	۴۷	۴۷
نقطه بحرانی	۴۸	۴۸
نقطه بحرانی	۴۹	۴۹
یکنواختی	۵۰	۵۰
یکنواختی	۵۱	۵۱

مثلث بصری	۵۲	۵۲
نقطه خیره کننده چشم	۵۳	۵۳
نقطه بحرانی	۵۴	۵۴
مثلث بصری	۵۵	۵۵
مثلث بصری	۵۶	۵۶
یکنواختی	۵۷	۵۷
منظر همراه کننده	۵۸	۵۸
نقطه بحرانی	۵۹	۵۹
نقطه بحرانی	۶۰	۶۰
نقطه خیره کننده چشم	۶۱	۶۱
نقطه بحرانی	۶۲	۶۲
نقطه خیره کننده چشم	۶۳	۶۳
یکنواختی	۶۴	۶۴
یکنواختی	۶۵	۶۵
نقطه بحرانی	۶۶	۶۶
نقطه بحرانی	۶۷	۶۷
مثلث بصری	۶۸	۶۸
نقطه خیره کننده چشم	۶۹	۶۹
مثلث بصری	۷۰	۷۰
نقطه بحرانی	۷۱	۷۱
نقطه بحرانی	۷۲	۷۲
نقطه بحرانی	۷۳	۷۳
نقطه بحرانی	۷۴	۷۴
یکنواختی	۷۵	۷۵
یکنواختی	۷۶	۷۶
منظر همراه کننده	۷۷	۷۷
نقطه خیره کننده چشم	۷۸	۷۸
مثلث بصری	۷۹	۷۹

یکنواختی	۸۰	۸۰
نقطه بحرانی	۸۱	۸۱
نقطه بحرانی	۸۲	۸۲
مثلث بصری	۸۳	۸۳
نقطه بحرانی	۸۴	۸۴
نقطه خیره کننده چشم	۸۵	۸۵
نقطه بحرانی	۸۶	۸۶
نقطه بحرانی	۸۷	۸۷
یکنواختی	۸۸	۸۸
یکنواختی	۸۹	۸۹
نقطه خیره کننده چشم	۹۰	۹۰
نقطه خیره کننده چشم	۹۱	۹۱
مثلث بصری	۹۲	۹۲
یکنواختی	۹۳	۹۳
نقطه بحرانی	۹۴	۹۴
نقطه بحرانی	۹۵	۹۵
نقطه بحرانی	۹۶	۹۶
نقطه خیره کننده چشم	۹۷	۹۷
منظر گمراه کننده	۹۸	۹۸
نقطه بحرانی	۹۹	۹۹
نقطه بحرانی	۱۰۰	۱۰۰
یکنواختی	۱۰۱	۱۰۱
یکنواختی	۱۰۲	۱۰۲
نقطه خیره کننده چشم	۱۰۳	۱۰۳
نقطه خیره کننده چشم	۱۰۴	۱۰۴
یکنواختی	۱۰۵	۱۰۵
نقطه بحرانی	۱۰۶	۱۰۶

نقطه بحرانی	۱۰۷	۱۰۷
مثلث بصری	۱۰۸	۱۰۸
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۱۰۹	۱۰۹
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۱۱۰	۱۱۰

جدول ۴: شاخص‌های مسیر دامغان - سمنان

شاخص	کیلومتر	ردیف
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۱	۱
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۲	۲
مثلث بصری	۳	۳
نقطه خیره کننده چشم	۴	۴
نقطه بحرانی	۵	۵
نقطه بحرانی	۶	۶
یکنواختی	۷	۷
منظر همراه کننده	۸	۸
مثلث بصری	۹	۹
مثلث بصری	۱۰	۱۰
نقطه بحرانی	۱۱	۱۱
نقطه خیره کننده چشم	۱۲	۱۲
نقطه بحرانی	۱۳	۱۳
نقطه خیره کننده چشم	۱۴	۱۴
نقطه بحرانی	۱۵	۱۵
منظر همراه کننده	۱۶	۱۶
منظر همراه کننده	۱۷	۱۷
نقطه بحرانی	۱۸	۱۸
نقطه بحرانی	۱۹	۱۹
نقطه بحرانی	۲۰	۲۰
یکنواختی	۲۱	۲۱
یکنواختی	۲۲	۲۲

مثلت بصری	۲۳	۲۳
یکنواختی	۲۴	۲۴
یکنواختی	۲۵	۲۵
مثلت بصری	۲۶	۲۶
مثلت بصری	۲۷	۲۷
نقطه خیره کننده چشم	۲۸	۲۸
منظر همراه کننده	۲۹	۲۹
نقطه بحرانی	۳۰	۳۰
نقطه بحرانی	۳۱	۳۱
نقطه بحرانی	۳۲	۳۲
نقطه بحرانی	۳۳	۳۳
نقطه خیره کننده چشم	۳۴	۳۴
یکنواختی	۳۵	۳۵
نقطه خیره کننده چشم	۳۶	۳۶
نقطه بحرانی	۳۷	۳۷
یکنواختی	۳۸	۳۸
مثلت بصری	۳۹	۳۹
نقطه خیره کننده چشم	۴۰	۴۰
یکنواختی	۴۱	۴۱
نقطه بحرانی	۴۲	۴۲
نقطه بحرانی	۴۳	۴۳
نقطه بحرانی	۴۴	۴۴
نقطه بحرانی	۴۵	۴۵
مثلت بصری	۴۶	۴۶
یکنواختی	۴۷	۴۷
منظر همراه کننده	۴۸	۴۸
نقطه خیره کننده چشم	۴۹	۴۹

مثلت بصری	۵۰	۵۰
یکنواختی	۵۱	۵۱
نقطه بحرانی	۵۲	۵۲
نقطه بحرانی	۵۳	۵۳
مثلت بصری	۵۴	۵۴
نقطه بحرانی	۵۵	۵۵
نقطه خیره کننده چشم	۵۶	۵۶
نقطه بحرانی	۵۷	۵۷
نقطه بحرانی	۵۸	۵۸
یکنواختی	۵۹	۵۹
یکنواختی	۶۰	۶۰
نقطه خیره کننده چشم	۶۱	۶۱
نقطه خیره کننده چشم	۶۲	۶۲
مثلت بصری	۶۳	۶۳
یکنواختی	۶۴	۶۴
نقطه بحرانی	۶۵	۶۵
نقطه بحرانی	۶۶	۶۶
نقطه بحرانی	۶۷	۶۷
نقطه خیره کننده چشم	۶۸	۶۸
منظر گمراه کننده	۶۹	۶۹
نقطه بحرانی	۷۰	۷۰
نقطه بحرانی	۷۱	۷۱
یکنواختی	۷۲	۷۲
یکنواختی	۷۳	۷۳
نقطه خیره کننده چشم	۷۴	۷۴
نقطه خیره کننده چشم	۷۵	۷۵
یکنواختی	۷۶	۷۶
یکنواختی	۷۷	۷۷

منظر گمراه کننده	۷۸	۷۸
نقطه خیره کننده چشم	۷۹	۷۹
مثلث بصری	۸۰	۸۰
یکنواختی	۸۱	۸۱
نقطه بحرانی	۸۲	۸۲
نقطه بحرانی	۸۳	۸۳
مثلث بصری	۸۴	۸۴
نقطه بحرانی	۸۵	۸۵
نقطه خیره کننده چشم	۸۶	۸۶
نقطه بحرانی	۸۷	۸۷
نقطه بحرانی	۸۸	۸۸
یکنواختی	۸۹	۸۹
یکنواختی	۹۰	۹۰
نقطه خیره کننده چشم	۹۱	۹۱
نقطه خیره کننده چشم	۹۲	۹۲
نقطه بحرانی	۹۳	۹۳
نقطه خیره کننده چشم	۹۴	۹۴
نقطه بحرانی	۹۵	۹۵
منظر گمراه کننده	۹۶	۹۶
نقطه خیره کننده چشم	۹۷	۹۷
یکنواختی	۹۸	۹۸
یکنواختی	۹۹	۹۹
مثلث بصری	۱۰۰	۱۰۰
یکنواختی	۱۰۱	۱۰۱
نقطه خیره کننده چشم	۱۰۲	۱۰۲
مثلث بصری	۱۰۳	۱۰۳
نقطه بحرانی	۱۰۴	۱۰۴

منظر گمراه کننده	۱۰۵	۱۰۵
منظر گمراه کننده	۱۰۶	۱۰۶
نقطه بحرانی	۱۰۷	۱۰۷
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۱۰۸	۱۰۸

جدول ۵: شاخص‌های مسیر شاهرود - دامغان

ردیف	کیلومتر از شاخص	شاخص
۱	۱	مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی
۲	۲	نقطه بحرانی
۳	۳	یکنواختی
۴	۴	مثلث بصری
۵	۵	نقطه بحرانی
۶	۶	نقطه بحرانی
۷	۷	نقطه بحرانی
۸	۸	منظر گمراه کننده
۹	۹	مثلث بصری
۱۰	۱۰	مثلث بصری
۱۱	۱۱	منظر گمراه کننده
۱۲	۱۲	نقطه بحرانی
۱۳	۱۳	نقطه بحرانی
۱۴	۱۴	نقطه خیره کننده چشم
۱۵	۱۵	نقطه بحرانی
۱۶	۱۶	نقطه بحرانی
۱۷	۱۷	منظر گمراه کننده
۱۸	۱۸	نقطه بحرانی
۱۹	۱۹	مثلث بصری
۲۰	۲۰	نقطه خیره کننده چشم
۲۱	۲۱	یکنواختی
۲۲	۲۲	یکنواختی

مثلت بصری	۲۳	۲۳
یکنواختی	۲۴	۲۴
یکنواختی	۲۵	۲۵
نقطه خیره کننده چشم	۲۶	۲۶
مثلت بصری	۲۷	۲۷
یکنواختی	۲۸	۲۸
منظر همراه کننده	۲۹	۲۹
نقطه بحرانی	۳۰	۳۰
نقطه بحرانی	۳۱	۳۱
نقطه بحرانی	۳۲	۳۲
نقطه بحرانی	۳۳	۳۳
نقطه خیره کننده چشم	۳۴	۳۴
نقطه خیره کننده چشم	۳۵	۳۵
نقطه خیره کننده چشم	۳۶	۳۶
نقطه بحرانی	۳۷	۳۷
مثلت بصری	۳۸	۳۸
نقطه بحرانی	۳۹	۳۹
نقطه خیره کننده چشم	۴۰	۴۰
یکنواختی	۴۱	۴۱
منظر همراه کننده	۴۲	۴۲
نقطه بحرانی	۴۳	۴۳
نقطه بحرانی	۴۴	۴۴
نقطه بحرانی	۴۵	۴۵
مثلت بصری	۴۶	۴۶
یکنواختی	۴۷	۴۷
مثلت بصری	۴۸	۴۸
نقطه خیره کننده چشم	۴۹	۴۹

یکنواختی	۵۰	۵۰
یکنواختی	۵۱	۵۱
نقطه بحرانی	۵۲	۵۲
نقطه بحرانی	۵۳	۵۳
مثلث بصری	۵۴	۵۴
نقطه بحرانی	۵۵	۵۵
نقطه خیره کننده چشم	۵۶	۵۶
نقطه بحرانی	۵۷	۵۷
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۵۸	۵۸
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۵۹	۵۹

جدول ۶: شاخص‌های مسیر دامغان - شاهرود

ردیف	کیلومتر از	شاخص
۱	۱	مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی
۲	۲	-
۳	۳	-
۴	۴	-
۵	۵	نقطه بحرانی
۶	۶	نقطه خیره کننده چشم
۷	۷	یکنواختی
۸	۸	منظر همراه کننده
۹	۹	نقطه بحرانی
۱۰	۱۰	نقطه بحرانی
۱۱	۱۱	نقطه بحرانی
۱۲	۱۲	مثلث بصری
۱۳	۱۳	یکنواختی
۱۴	۱۴	مثلث بصری

نقطه خیره کننده چشم	۱۵	۱۵
یکنواختی	۱۶	۱۶
یکنواختی	۱۷	۱۷
نقطه بحرانی	۱۸	۱۸
نقطه بحرانی	۱۹	۱۹
مثلث بصری	۲۰	۲۰
نقطه بحرانی	۲۱	۲۱
نقطه بحرانی	۲۲	۲۲
یکنواختی	۲۳	۲۳
مثلث بصری	۲۴	۲۴
نقطه خیره کننده چشم	۲۵	۲۵
منظر همراه کننده	۲۶	۲۶
یکنواختی	۲۷	۲۷
نقطه بحرانی	۲۸	۲۸
نقطه بحرانی	۲۹	۲۹
مثلث بصری	۳۰	۳۰
یکنواختی	۳۱	۳۱
نقطه بحرانی	۳۲	۳۲
نقطه بحرانی	۳۳	۳۳
یکنواختی	۳۴	۳۴
منظر همراه کننده	۳۵	۳۵
نقطه بحرانی	۳۶	۳۶
نقطه بحرانی	۳۷	۳۷
نقطه بحرانی	۳۸	۳۸
نقطه بحرانی	۳۹	۳۹
یکنواختی	۴۰	۴۰
مثلث بصری	۴۱	۴۱

نقطه بحرانی	۴۲	۴۲
نقطه بحرانی	۴۳	۴۳
نقطه بحرانی	۴۴	۴۴
منظر گمراه کننده	۴۵	۴۵
مثلث بصری	۴۶	۴۶
مثلث بصری	۴۷	۴۷
یکنواختی	۴۸	۴۸
نقطه بحرانی	۴۹	۴۹
نقطه بحرانی	۵۰	۵۰
یکنواختی	۵۱	۵۱
منظر گمراه کننده	۵۲	۵۲
نقطه خیره کننده چشم	۵۳	۵۳
مثلث بصری	۵۴	۵۴
یکنواختی	۵۵	۵۵
منظر گمراه کننده	۵۶	۵۶
نقطه بحرانی	۵۷	۵۷
نقطه بحرانی	۵۸	۵۸
مراکز جمعیتی - نقطه بحرانی	۵۹	۵۹

بر اساس تعاریف ارائه شده برای مشکلات موجود در محور مورد بررسی و بررسی ادبیات موضوع و آیین‌نامه‌های سایر کشورها در جدول ۷، کلیه راهکارهای قابل ارائه برای حل مشکلات موجود آورده شده است.

جدول ۷: خلاصه راهکارها در مورد جاده

راهکار	مشکل	ردیف
کاشت پوشش گیاهی با ارتفاع مناسب جداول سنگی با رنگ روشن در جزیره‌های میانی حذف و یا انتقال المان‌های عمودی در محدوده دید فراهم نمودن محدوده دید ۵ متر قبل از خط توقف در جاده‌های فرعی تغییر در مواد پوششی روسازی برای تشخیص حق تقدم	مثلث دید غیر استاندارد	۱

کاشت پوشش گیاهی موازی لبه جاده اصلی		
کاشت پوشش گیاهی مناسب قبل از ورودی به منظور آگاهی رانندگان محدود کردن تابلوهای اطلاع رسانی حذف تابلوهای تبلیغاتی	ورودی مراکز جمعیتی	۲
کاشت پوشش گیاهی مناسب در لبه خارجی قوس تعبیه دیواره های رنگی متضاد بر روی موانع ایمنی نصب شوروں با فاصله و ارتفاع مناسب	قوس، بدون تقویت بصری	۳
پایه های متقارن زاویه انحراف کمتر از ۱۵ درجه پایه های باریک با پوشش گیاهی تقویت شوند. تابلوهای پیام متغیر در بالای مرکز جاده قرار گیرند.	تابلوهای تبلیغاتی	۴
پوشش گیاهی مناسب اقلیم در نقاط بحرانی طراحی هنری المان های عمودی	یکنواختی	۵

مراجع

سمیعا، ج، رنجبر شوبی، م. و نیک پور، ع. (۱۴۰۲). تحلیل مکانی-زمانی تصادفات جاده ای در محور مواصلاتی هراز با استفاده از شاخص های آمار مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی. دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۳(۴): ۵۰۸-۵۲۷.

کلانتری، ع. و علیان، س. (۱۴۰۱). تحلیل تصادفات جاده ای با تأکید بر خصوصیات محیط و جاده در سیستم اطلاعات مکانی مطالعه موردی: محور کرج- کندوان. پژوهش های جغرافیای انسانی، ۵۴(۲): ۵۶۳-۵۸۲.

کیخانی، م. (۱۴۰۱). تحلیل مکانی فاکتورهای موثر بر تصادفات جاده ای با استفاده از تکنیک های داده کاوی (Data Mining) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی آزادراه قزوین - زنجان). پژوهشنامه علوم دفاعی، ۲(۱): ۴۹-۸۲.

Achu, A. L., Aju, C. D., Suresh, V., Manoharan, T. P., & Reghunath, R. (2019). Spatio-temporal analysis of road accident incidents and delineation of hotspots using geospatial tools in Thrissur District, Kerala, India. *KN-Journal of Cartography and Geographic Information*, 69(4), 255-265.

Blöschl, G. (2002). Geostatistics for Environmental Scientists., *Vadose Zone Journal*. Wiley press. <https://doi.org/10.2136/vzj2002.3210>

- Chen, G. X., Fang, Y., Guo, F., & Hanowski, R. J. (2016). The influence of daily sleep patterns of commercial truck drivers on driving performance. *Accident analysis & prevention*, 91, 55-63.
- Dadrasajirlou, Y., Ghazvinian, H., Heddam, S., & Ganji, M. (2022). Reference evapotranspiration estimation using ANN, LSSVM, and M5 tree models (case study: of Babolsar and Ramsar Regions, Iran). *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, 6(3), 101-118.
- Dehghanipour, M. H., Ghazvinian, H., & Dehghanipour, A. (2021). Evaluation of the Efficiency of Artificial Intelligence Models for Simulating Evaporation in Selected Stations in Dry, Semi-Dry and Very-Wet Climates in Iran. *Iran-Water Resources Research*, 17(1), 318-327.
- Dong, N., Huang, H., Lee, J., Gao, M., & Abdel-Aty, M. (2016). Macroscopic hotspots identification: A Bayesian spatio-temporal interaction approach. *Accident Analysis & Prevention*, 92, 256-264.
- Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T., & Gullu, M. (2008). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 174-181.
- Effati, M., & Saheli, M. V. (2022). Examining the influence of rural land uses and accessibility-related factors to estimate pedestrian safety: The use of GIS and machine learning techniques. *International journal of transportation science and technology*, 11(1), 144-157.
- Filtness, A. J., Armstrong, K. A., Watson, A., & Smith, S. S. (2017). Sleep-related vehicle crashes on low speed roads. *Accident Analysis & Prevention*, 99, 279-286.
- Ghazvinian, H. R., Karami, H., & Dadrasajirlou, Y. (2024). Field Comparison Studies of the Rate of Evaporation Between Colorado Sunken Evaporation Pan and Class A Evaporation Pans in the Arid Areas (Case Study: Semnan City). *JWSS-Isfahan University of Technology*, 28(2), 45-65.
- Ghazvinian, H., & Karami, H. (2023). Effect of Rainfall Intensity and Slope at the Beginning of Sandy Loam Soil Runoff using Rain Simulator (Case Study: Semnan City). *JWSS-Isfahan University of Technology*, 26(4), 319-334.
- Hsu, T. P., Wu, Y. W., & Chen, A. Y. (2022). Temporal stability of associations between crash characteristics: A multiple correspondence analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 168, 106590.
- Karami, H., & Ghazvinian, H. (2022). A practical and economic assessment regarding the effect of various physical covers on reducing evaporation from water reservoirs in Arid and Semi-Arid Regions (Experimental study). *Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN*, 53(6), 1297-1313.
- Karami, H., Ghazvinian, H., & Dadrasajirlou, Y. (2023). Application of statistical and geostatistical approaches in temporal and spatial estimations of rainfall. *Journal of Water and Climate Change*, 14(5), 1696-1722.
- Léger, D., Poursain, B., Neubauer, D., & Uchiyama, M. (2008). An international survey of sleeping problems in the general population. *Current medical research and opinion*, 24(1), 307-317.
- Li, L., Zhu, L., & Sui, D. Z. (2007). A GIS-based Bayesian approach for analyzing spatial-temporal patterns of intra-city motor vehicle crashes. *Journal of Transport Geography*, 15(4), 274-285.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John wiley & sons..

- Mehdizadeh, A., Cai, M., Hu, Q., Alamdar Yazdi, M. A., Mohabbati-Kalejahi, N., Vinel, A., ... & Megahed, F. M. (2020). A review of data analytic applications in road traffic safety. Part 1: Descriptive and predictive modeling. *Sensors*, 20(4), 1107.
- Miller, H. J., & Han, J. (2009). Geographic data mining and knowledge discovery. CRC press.
- Miller, K. A., Filtness, A. J., Anund, A., Maynard, S. E., & Pilkington-Cheney, F. (2020). Contributory factors to sleepiness amongst London bus drivers. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 73, 415-424.
- Powell, N. B., Schechtman, K. B., Riley, R. W., Guilleminault, C., Chiang, R. P. Y., & Weaver, E. M. (2007). Sleepy driver near-misses may predict accident risks. *Sleep*, 30(3), 331-342.
- Radun, I., & Radun, J. E. (2006). Seasonal variation of falling asleep while driving: an examination of fatal road accidents. *Chronobiology international*, 23(5), 1053-1064.
- Rolison, J. J., Regev, S., Moutari, S., & Feeney, A. (2018). What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records. *Accident Analysis & Prevention*, 115, 11-24.
- Samii, A., Karami, H., Ghazvinian, H., Safari, A., & Dadrasajirlou, Y. (2023). Comparison of DEEP-LSTM and MLP models in estimation of evaporation pan for arid regions. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, 7(2), 155-175.
- Satria, R., & Castro, M. (2016). GIS tools for analyzing accidents and road design: a review. *Transportation research procedia*, 18, 242-247.
- Tefft, B. C. (2012). Prevalence of motor vehicle crashes involving drowsy drivers, United States, 1999–2008. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 180-186.
- Wang, X., & Abdel-Aty, M. (2006). Temporal and spatial analyses of rear-end crashes at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 38(6), 1137-1150.
- Zhang, G., Yau, K. K., Zhang, X., & Li, Y. (2016). Traffic accidents involving fatigue driving and their extent of casualties. *Accident Analysis & Prevention*, 87, 34-42.
- Zhou, Y., Jiang, X., Fu, C., Liu, H., & Zhang, G. (2022). Bayesian spatial correlation, heterogeneity and spillover effect modeling for speed mean and variance on urban road networks. *Accident Analysis & Prevention*, 174, 106756.