

فصلنامه دانش انتظامی سمنان ، دوره سیزدهم ، شماره چهل و هفتم ، بهار ۱۴۰۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۰۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۱/۱۴

صفحات: ۱۳۱ - ۱۰۶

بررسی عوامل موثر بر ایمنی محور مواصلاتی شاهرود - آزادشهر

نویسنده:

حسین بهرامی^۱*

چکیده

ایمنی حمل و نقل جاده ای یکی از اصول مهندسی ترافیک می باشد که در کشورهای توسعه یافته همگام با توسعه سایر بخش های مهندسی ترافیک نیز مورد توجه قرار گرفته است. با انجام مطالعات و تمهیدات لازم سعی می شود که تصادفات و پیامدهای ناشی از آن را تا حد ممکن به حداقل برسانند. در این پژوهش به بررسی عوامل مختلف تأثیرگذار بر ایمنی محور مواصلاتی شاهرود - آزادشهر واقع در استان سمنان برای سال های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته شد. با کمک نرم افزار آماری Minitab به بررسی عوامل پارامترهای هندسی تصادفات، سن افراد، تحصیلات افراد حادثه دیده و فصل های حادثه رخ داده پرداخته شد. همچنین با کمک نرم افزار Easyfit به بررسی بهترین توزیع آماری داده های تصادفات در سال های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته شد. در ادامه با کمک مدل MLP، تصادفات این محور مدل سازی شد. نتایج نشان داد از بین عوامل پارامترهای هندسی، روسازی ضعیف عامل اصلی تصادف در این محور است. همچنین بیشترین تصادفات برای رانندگانی که در سنین ۳۱ تا ۴۰ سال بوده اند، رخ داده است. همچنین رانندگانی که مدرک تحصیلی دیپلم داشته، بیشترین تصادفات را تجربه کرده اند. مدل MLP در مدل سازی، کارایی نسبتاً مناسبی داشت و در مرحله تست مقادیر MAE ، $RMSE$ و R^2 به ترتیب ۰/۸۴، ۱/۹۱ و ۲/۶۵ شد. نتایج آزمون نکویی برازش نشان داد، توزیع Generalized Pareto Exponential distribution برای محور در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ و توزیع Exponential distribution برای محور شاهرود - آزادشهر در سال ۱۳۹۸ دارای بهترین نتایج بودند. در نهایت، بازدید میدانی از این محور نشان داد که مشکلات و کاستی های متعددی وجود دارد که بایستی رفع گردند.

کلید واژه ها: ایمنی جاده، عوامل تصادفات، تلفات جاده ای، محور شاهرود - آزاد شهر

۱ - دانشجوی دکتری مهندسی راه و ترابری، دانشگاه سمنان، ایران.

hosseinbahrami90hb@gmail.com

۱- مقدمه

حوادث ترافیکی به یکی از معضلات مهم و اساسی کشور در بخش حمل و نقل تبدیل شده است. برای رفع این معضل بزرگ، شناسایی عوامل مؤثر بر تصادفات و تعیین میزان تأثیر هرکدام از این عوامل بر حوادث ترافیکی باید از اولویت های اصلی نهاد های مربوطه همچون پلیس راهور قرار گیرد. عوامل موثری در بروز این حوادث دخیل هستند که به صورت کلی می توان به سه قسمت راه، وسیله نقلیه و عامل انسانی طبقه بندی کرد. اصلاح راه های ارتباطی می تواند بهبود عملکرد و افزایش ایمنی جاده ای را در پی داشته باشد. امروزه، موضوع تامین تردد ایمن در سطح شبکه راه های درون شهری و برون شهری یکی از اصول اساسی حاکم بر مهندسی راه، ترافیک و برنامه ریزی حمل و نقل می باشد.

در زمینه مطالعات تصادفات ترافیکی صرف نظر از مجروحان و کشته شدگان تصادفات ترافیکی با مواردی همچون هزینه های درمانی، خسارات مالی، هزینه های تعمیر وسایل نقلیه، اثرات سوء روانی بر خانواده های مصدومان و متوفیان و از دست دادن یا کاهش بازده و بهره وری افراد درگیر در تصادف مواجه هستیم. حوادث ترافیکی به یکی از معضلات مهم و اساسی کشور در بخش حمل و نقل تبدیل شده است. برای رفع این معضل بزرگ، شناسایی عوامل مؤثر بر تصادفات و تعیین میزان تأثیر هرکدام از این عوامل بر حوادث ترافیکی باید از اولویت های اصلی نهاد های مربوطه همچون پلیس راهور قرار گیرد.

نجیب و همکاران در سال ۲۰۱۲، به بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده ای با کمک روش AHP پرداختند. این بررسی در جاده های کشور مالزی انجام گرفت و عوامل مورد بررسی در وقوع تصادفات مانند رانندگی با سرعت بیش از حد مجاز، شرایط مختلف آب و هوایی و غیره از مقدار ۱ تا ۹ رتبه بندی شد. نتایج بررسی های آنها نشان داد که رانندگی در شرایطی که سرعت وسیله نقلیه، بیش از سرعت مجاز در محور مورد نظر می باشد بالاترین وزن را داشته (۰/۳۲۴۲) و شرایط آب و هوایی یا عاملی مانند مشاهده حیوانات در مسیر، دارای کمترین وزن در میان پنج عامل مورد بررسی می باشد. تاسکا و همکاران (۲۰۱۶) بر مسائل مربوط به تطبیق عناصری خاص مرتبط با مفهوم ترافیک جاده ای در رومانی نسبت به قوانین موجود اروپایی/جهانی تمرکز دارد. نویسندگان جنبه های خاص عواملی را در نظر گرفته اند که این مفهوم را تعریف می کند، شامل قوانین ترافیکی، شرایط زیست محیطی، مشخصات تجهیزات مخصوص به ترافیک جاده ای و جنبه های آموزشی رانندگان. نویسندگان همچنین مفاد مربوط به دیدگاه مصوب و ایمنی پایدار جاده ها را نیز در نظر می گیرند. در نهایت، در ایجاد مفهوم ایمنی ترافیک جاده ای، نویسندگان آمارهای ترافیک جاده ای را در رومانی برای دوره ی ۲۰۱۳-۲۰۱۵ در نظر گرفتند. نویسندگان معتقدند که مفهوم ایمنی یک

موضوع وابسته با کیفیت جاده در رومانی است، با توجه به شدت ترافیک و آلودگی محیطی آن، داده‌های آماری پوشش‌دهنده‌ی یک دوره‌ی ۱۰ ساله از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ هستند؛ ناوگان حمل‌ونقل در این دوره رشد شدیدی مخصوصاً در سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۸ را در رومانی تجربه کرده است.

نی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط بین حواس پرتی پشت چرخ و خطر داشتن مسئولیت سقوط ترافیک جاده در یک مطالعه موردی کنترل مسئولیت پرداختند. در این تحقیق، ۱۹۱۲ راننده مجروح در یک تصادف جاده ای که در دو دوره استخدام (از آوریل ۲۰۱۰ تا اوت ۲۰۱۱ و از مارس ۲۰۱۳ تا ژانویه ۲۰۱۵) در بخش اورژانس بزرگسال بیمارستان دانشگاه بوردو (فرانسه) بستری شده بودند، بررسی شد. سطوح مسئولیت با استفاده از یک روش استاندارد برآورد شد. فعالیت های خود گزارش شده در میان یک لیست از پیش تعریف شده از حواس پرتی بالقوه به چهار متغیر حواس‌پرتی خارجی تقسیم شده است: انحراف بصری، منحرف کردن دستی، اختلال شنوایی و تعامل کلامی. یک خطر قابل توجه افزایش مسئولیت تصادف در جاده‌ها با قرار گرفتن در معرض فعالیت‌هایی است که چشم‌های راننده را از جاده (نسبت شانس ۲.۹۹، ۹۵٪ اطمینان ۱.۴۲-۶.۲۸) و فعالیت‌هایی که رانندگان را از دست می‌دهند چرخ (نسبت شانس ۲.۱۲، فاصله اطمینان ۱.۲۰-۳.۷۵٪). ارتباطات معنادار برای تعامل کلامی و گوش دادن به رادیو و یا آواز یافت نشد. این مطالعه نشان می‌دهد که فراتر از استفاده از تلفن همراه، باید توجه ویژه‌ای به فعالیت‌هایی که شامل اختلال بصری و یا دستی باشد، داشت.

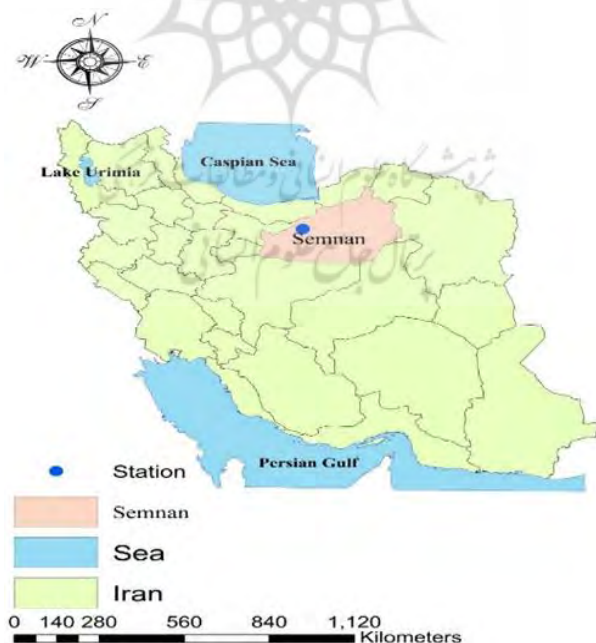
در این پژوهش به بررسی عوامل پارامترهای هندسی تصادفات، سن افراد، تحصیلات افراد حادثه دیده و فصل‌های حادثه رخ داده محور مواصلاتی شاهرود - آزاد شهر واقع در استان سمنان برای سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ پرداخته خواهد شد. همچنین بهترین توزیع آماری داده‌های تصادفات محاسبه می‌گردد. در ادامه با کمک مدل MLP، تصادفات این محور مدل‌سازی خواهد شد. همچنین در نهایت به بررسی میدانی از مشکلات و کمبودهای محور مورد مطالعه پرداخته خواهد شد.

۲- روش‌شناسی

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان سمنان دارای آب و هوای متنوع می‌باشد که اقلیم غالب آن، به جز مناطق مرزی کوهستانی در شمال آن، خشک است (قزوینیان و همکاران، ۲۰۲۱). دلیل انتخاب این منطقه از کشور ایران، وقوع خشکسالی و سیلاب‌های متعدد و در نتیجه تأثیرات منفی اقتصادی و اجتماعی است. استان

سمنان در محدوده ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۷ درجه ۲۰ دقیقه عرض شمالی و از ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی گسترده شده است. این استان دارای مساحت ۹۷۴۹۱ کیلومتر مربع که حدود ۹ درصد از مساحت کل کشور ایران را شامل می‌شود (دهقانی‌پور و همکاران، ۲۰۲۱ ب). در این استان با کاهش ارتفاع از شمال به جنوب، دما افزایش و بارش کاهش می‌یابد. با توجه به موقعیت عمومی این استان، می‌توان بیان نمود شدیدترین تضاد آب و هوایی در محور شمالی- جنوبی یعنی اقلیم مدیترانه‌ای و مرطوب در شمال و در مقابل اقلیم خشک در جنوب دیده می‌شود (قزوینیان و همکاران، ۲۰۲۰ الف). اکثر مناطق استان سمنان، بخصوص مناطق جنوبی و میانی آن به علت عوامل مختلف نظیر، سیطره پرفشار جنب حاره‌ای در فصل تابستان، دوری از دریا، عدم دسترسی به منابع مرطوب و باد پناه بودن از بارش اندک برخوردار است. بخش مرکزی و قسمت‌های وسیع کویر مرکزی دارای بارش سالانه کمتر از ۵۰ میلی‌متر و بارش سالانه مناطق وسیعی از استان به کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. رژیم بارش استان سمنان مانند اغلب استان‌های کشور ایران، مدیترانه‌ای است. این موضوع بدین معناست که فصل خشک و تقریباً فاقد بارش قابل توجه استان سمنان منطبق بر تابستان و ماه‌های گرم سال و فصل بارش منطبق بر زمستان و ایام سرد سال می‌باشد (قزوینیان و همکاران ۲۰۲۰ ب و ۲۰۲۰ د). شکل ۱ موقعیت استان سمنان در کشور ایران و موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در استان سمنان را نشان می‌دهد.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

۲-۲- محور شاهرود - آزادشهر

جاده شاهرود به آزادشهر استان گلستان حدود ۱۲۰ کیلومتر می‌باشد و از گردنه خوش ییلاق می‌گذرد که طول مجموع این محور در استان سمنان ۵۳ کیلومتر است. در شکل ۲ ابتدای جاده شاهرود - آزاد شهر نمایش داده شده است. این جاده از شهر بسطام عبور می‌کند.



شکل ۲: ابتدا محور شاهرود - آزادشهر

شکل ۳ محور شاهرود - آزادشهر را بعد از عبور از شهر بسطام نمایش می‌دهد که جاده هموار می‌باشد. در شکل ۴ جاده همچنان هموار است اما شروع شرایط کوهستانی مشاهده شد. در مسیر چندین جاده‌های فرعی و جاده‌های روستایی دیده شده است. در شکل ۵ قوس‌های مختلف در جاده دیده می‌شود.



شکل ۶ مرز بین استان سمنان و گلستان در جاده شاهرود - آزادشهر نمایش داده شده است.



شکل ۴: آغاز شرایط کوهستانی در مسیر



شکل ۵: نزدیک شدن به انتهای مسیر در استان سمنان و مشاهده چند قوس مختلف



شکل ۶: مرز استان سمنان و گلستان

۲-۳- نرم افزار Easy fit

نرم افزار EasyFit در سال ۲۰۰۲ توسط Schittkowski معرفی شد. این نرم افزار می‌تواند داده‌ها را تحلیل کرده و مناسب‌ترین توزیع احتمال را برای داده‌های مورد مطالعه انتخاب کند. در جدول ۱ برخی از توزیع‌های آماری نمایش داده شده است.

۲-۴- نرم افزار Minitab

یک نرم‌افزار کنترل کیفیت آماری و مناسب برای پروژه‌های شش سیگما و بهبود کیفیت می‌باشد. این نرم‌افزار به عنوان یکی از نرم‌افزارهای تخصصی آمار برای کنترل کیفیت، کار بر روی اعداد و تجزیه و تحلیل داده‌های خام شناخته شده‌است و در بسیاری از واحدهای صنعتی بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد و به وسیله آن می‌توان با تجزیه و تحلیل داده‌های آماری به طراحی آزمایش پرداخت. همچنین انجام برخی عملیات‌ها مانند تولید اعداد تصادفی که از توزیع‌های آماری خاصی مانند توزیع نرمال، کی دو(خی دو)، گاما، اف، برنولی، پواسن، بتا، وایبل و ... پیروی می‌کنند، پرداخت. در واقع نرم‌افزار Minitab (مینی‌تب) یکی از نرم‌افزارهای مطرح آماری می‌باشد که در برخی زمینه‌های علم آمار، از جمله کاربرد آمار در صنعت و اقتصاد از قابلیت‌های خاصی برخوردار می‌باشد. تحلیل‌های سری زمانی با گستردگی و دقت بیشتری در این نرم‌افزار ارائه شده‌است. در انجام روش‌های آماری، نرمال‌بودن داده‌ها و به خصوص متغیر وابسته از اهمیت خاصی برخوردار است. پس لازم است که با آزمون‌های آماری مناسب نسبت به این امر اقدام نموده و از این بابت مطمئن شد. جهت بررسی این موضوع از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) استفاده می‌شود تا از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل گردد. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها، ما فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است را در سطح خطای ۵ درصد تست می‌کنیم. بنابراین اگر آماره آزمون بزرگتر از ۰/۵ به دست آید، در این صورت دلیلی برای رد فرض صفر مبتنی بر اینکه داده نرمال است، وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود. برای آزمون نرمالیت فرض‌های آماری به صورت زیر تنظیم می‌شود:

H_0 : توزیع داده‌های مربوط به هریک از متغیرها نرمال است و H_1 : توزیع داده‌های مربوط به هریک از متغیرها نرمال نیست. جهت بررسی تأیید یا رد فرضیه‌ها از ضریب معنی‌داری استفاده شده است، به طوری که اگر ضریب معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ با اطمینان ۹۹٪ باشد، فرضیه صفر رد و فرضیه جایگزین مورد تأیید است و بالعکس اگر ضریب معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۱ باشد فرضیه جایگزین رد و فرضیه صفر مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۱: توزیع‌های آماری

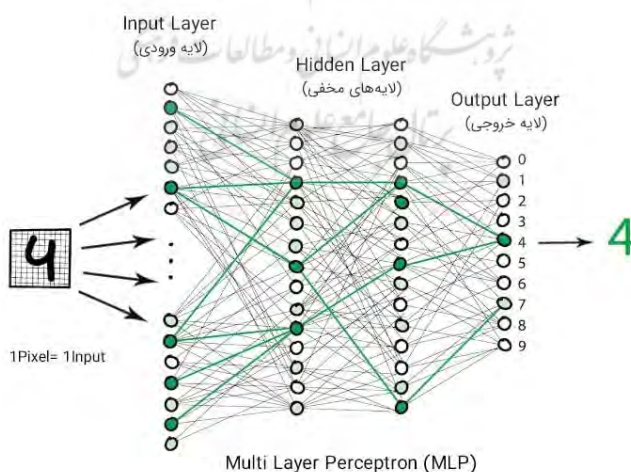
توزیع	فرمول	پارامترها
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Mean}$ $\sigma^2 \geq 0 = \text{Variance}$

Log normal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Mean}$ $\sigma^2 \geq 0 = \text{Variance}$
Generalized Extreme Value	$f(x) = \frac{1}{\sigma} t(x)^{\xi+1} e^{-t(x)}$ $t(x) = \begin{cases} (1 + \xi(\frac{x - \mu}{\sigma}))^{\frac{-1}{\xi}} & \text{if } \xi \neq 0 \\ e^{-\frac{(x - \mu)}{\sigma}} & \text{if } \xi = 0 \end{cases}$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Location}$ $\sigma \geq 0 = \text{Scale}$ $\xi \in \mathbb{R} = \text{Shape}$
Generalized Pareto distribution	$f(x) = \frac{1}{\sigma} (1 + \xi z)^{-\frac{1}{\xi} + 1}$ $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$	$\mu \in \mathbb{R} = \text{Location}$ $\sigma \geq 0 = \text{Scale}$ $\xi \in \mathbb{R} = \text{Shape}$
Exponential distribution	$f(x) = 1 - \lambda e^{-\lambda x}$	$\lambda \geq 0$
Triangular distribution	$\begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{(x-a)^2}{(b-c)(c-a)} & a < x \leq c \\ 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-c)} & c < x < b \\ 1 & b \leq x \end{cases}$	$a: a \in (-\infty, \infty)$ $b: a < b$ $c: a \leq c \leq b$
wakeby	$f(x) = \alpha(1-p)^{\beta-1} + \gamma(1-p)^{-\delta-1} > 0; \xi \leq x < \xi + \frac{\alpha}{\beta} + \frac{\gamma}{\sigma}$	$\xi \leq x < \infty$ if $\sigma \geq 0$ and if $\sigma < 0$ or $\gamma = 0$
Generalized Logistic	$f(x) = \alpha\lambda(1 + e^{-\lambda x})^{-\alpha-1} e^{-\lambda x}$	$\alpha > 0$ $\lambda > 0$

Dagum	$f(x) = \left(\left(1 + \frac{x-y}{\beta} \right)^{-\alpha} \right)^{-k}$	$k = \text{shape parameter}$ $\alpha = \text{shape parameter}$ $\beta = \text{scale parameter}$
Burr	$f(x) = \frac{\alpha k \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1}}{\beta \left(1 + \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^\alpha \right)^{k+1}}$	$k = \text{shape parameter}$ $\alpha = \text{shape parameter}$ $\beta = \text{scale parameter}$ $\gamma = \text{location parameter}$

۲-۵- پرسپترون چند لایه

پرسپترون چند لایه (Perceptron Multi-Layer) ساده‌ترین مدل شبکه عصبی موجود است، که اختصاراً آن را MLP می‌نامند (شکل ۷) (دادرس و همکاران، ۲۰۲۲). این شبکه عصبی عملکردی مانند نحوه انتقال اطلاعات در مغز انسان دارد. از آن جایی که در این نوع شبکه عصبی رفتار لایه‌های شبکه مغز انسان و روش انتشار سیگنال در آن الهام گرفته شده‌است به آن شبکه‌های عصبی پیش‌خور (Feed Forward Neural Networks) هم می‌گویند (دهقانی‌پور و همکاران، ۲۰۲۱ الف). در این روش، هر نورون یا همان سلول عصبی، پس از دریافت یک داده آن را پردازش و به سلول دیگر منتقل می‌کند. همان‌طور که پیشتر اشاره کردیم این روند تا گرفتن نتیجه مطلوب، که منجر به یک اقدام می‌شود ادامه دارد (قزوینیان و همکاران، ۲۰۲۰ ج).



شکل ۷: ساختار مدل MLP

۲-۶- معیارهای ارزیابی

برای ارزیابی و بررسی عملکرد مدل پیش‌بینی پیشنهادی، می‌بایست با چندین عملکرد شاخص‌ها محاسبه شوند. در این تحقیق ارزیابی دقت و قابلیت مدل با استفاده از نمایه‌های ضریب همبستگی (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای مطلق (MAE)، طبق روابط ۱ الی ۳ صورت می‌گیرد. بهترین مقدار برای این سه معیار به ترتیب یک، صفر و صفر است (کرمی و همکاران، ۲۰۲۱ و قزوینیان و همکاران ۲۰۱۹). در روابط (۱) الی (۳)، N تعداد داده‌ها، x_i تعداد تصادفات، y_i تعداد تصادفات پیش‌بینی شده، \bar{x} تصادفات رخ داده و \bar{y} میانگین نظیر برای مقادیر پیش‌بینی شده می‌باشد.

(۱)

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

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{N}} \quad (۲)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |(y_i - x_i)| \quad (۳)$$

۳- یافته‌های پژوهش

۳-۱- بررسی آماری از داده‌های تصادفات محور شاهرود - آزادشهر

در دوره سه ساله ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹، در محور شاهرود - آزادشهر ۱۲۷۱ تصادف در این محور رخ داده است که از این تعداد، ۳۵ تصادف منجر به فوت، ۱۹۳ تصادف منجر به جرح و ۱۰۴۳ تصادف خسارتی بوده است. در این دوره مطالعاتی، بیشترین تعداد تصادفات در ساعت ۶ عصر تا ۱۲ بامداد، در محدوده سنی ۴۰ تا ۴۵ سال رخ داده است. همچنین تجاوز به چپ بیشترین علت تصادف و عقب به جلو بیشترین نحوه برخورد را به خود اختصاص داده بودند. جدول ۲ توزیع فراوانی کیلومتر از تصادفات محور مورد نظر طی سال‌های مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به

داده‌ها، کیلومتر ۴۴ تا ۴۸ با ۱۲/۹۸ درصد بیشترین فراوانی تصادفات است. در جدول ۳ توزیع فراوانی علت تصادفات برای دو محور مورد مطالعه برای دوره سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹ نشان داده شده است.

جدول ۲: بررسی توزیع فراوانی کیلومترها تصادفات محور شاهرود - آزادشهر طی سال‌های ۱۳۹۷ - ۱۳۹۹

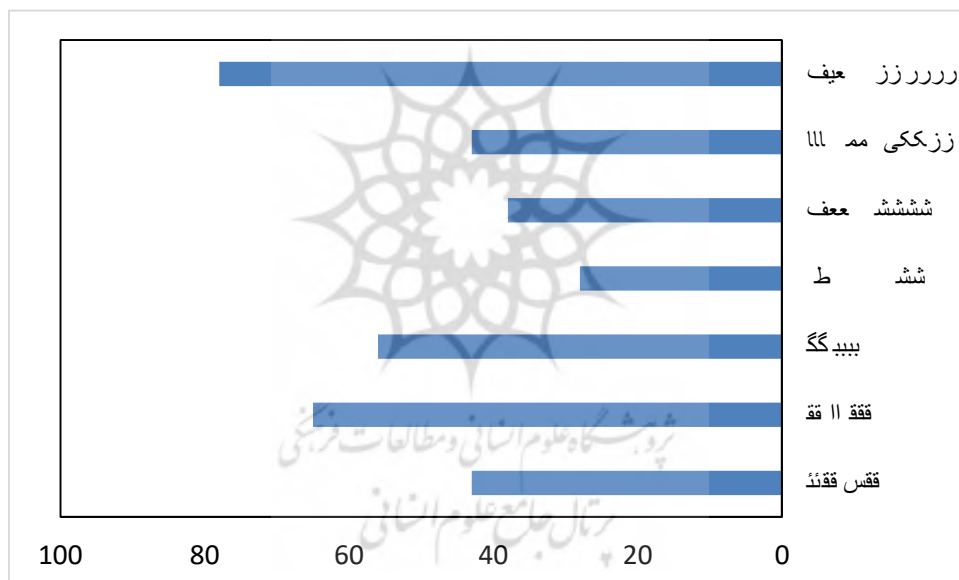
درصد	فراوانی	کیلومترها	دسته
۳/۳۸	۴۳	تا کیلومتر ۴	۰
۲/۵۱	۳۲	تا کیلومتر ۸	۵
۵/۹۷	۷۶	تا کیلومتر ۱۲	۱۰
۱۱/۰۹	۱۴۱	تا کیلومتر ۱۶	۱۵
۲/۸۳	۳۶	تا کیلومتر ۲۰	۲۰
۱/۹۶	۲۵	تا کیلومتر ۲۴	۲۵
۱۰	۱۲۸	تا کیلومتر ۲۸	۳۰
۸/۱	۱۰۳	تا کیلومتر ۳۲	۳۵
۴/۶۴	۵۹	تا کیلومتر ۳۶	۴۰
۱۰/۳۸	۱۳۲	تا کیلومتر ۴۰	۴۵
۵/۹۷	۷۶	تا کیلومتر ۴۴	۵۰
۱۲/۹۸	۱۶۵	تا کیلومتر ۴۸	۵۵
۶/۸۴	۸۷	تا کیلومتر ۵۲	۶۰
۸/۸۱	۱۱۲	تا کیلومتر ۵۶	۶۵
۴/۴	۵۶	تا کیلومتر ۶۰	۷۰

جدول ۳: بررسی توزیع فراوانی علت تصادفات محور شاهرود - آزادشهر

جمع	سال			علت تصادف	
	۱۳۹۹	۱۳۹۸	۱۳۹۷		
۲۴۶	۹۱	۵۱	۹۵	تعداد	عدم توانایی کنترل وسیله
۱۶/۲	۲۳/۵	۱۲/۱	۱۳/۶	درصد	
۲۵۲	۷۲	۱۶۰	۲۰	تعداد	تجاوز به چپ
۱۹/۹	۱۸	۲۱/۵	۱۸/۳	درصد	
۱۳۹	۲۵	۵۵	۵۰	تعداد	عدم رعایت فاصله طولی
۹	۶/۷	۱۲/۵	۸/۸	درصد	
۲۴۸	۴۱	۶۰	۱۲۰	تعداد	عدم توجه به جلو
۱۶/۱	۱۱/۶	۱۵/۹	۱۹/۳	درصد	
۴۳	۵	۵	۳۵	تعداد	تغییر مسیر ناگهانی
۲/۷	۱/۱	۱/۱	۵	درصد	
۱۷	۵	۴	۸	تعداد	حرکت خلاف جهت
۱/۱	۱/۱	۰/۹	۱/۲	درصد	
۶۸	۱۶	۲۲	۳۰	تعداد	انحراف به چپ
۴/۴	۳/۷	۵	۴/۵	درصد	
۳۰	۲	۱۰	۱۸	تعداد	حرکت دنده عقب
۱/۸	۰/۵	۲/۳	۲/۷	درصد	
۲۹	۲	۱۳	۱۴	تعداد	تخطی از سرعت مطمئن
۲۴	۱۰	۳	۲/۱	درصد	
۲۴	۱۰	۳	۱۱	تعداد	گردش به طرز غلط
۱/۵	۲/۳	۰/۷	۱/۷	درصد	
۷	۳	۱	۳	تعداد	گردش به چپ
۰/۴	۰/۷	۰/۲	۰/۵	درصد	
۳۰	۷	۹	۱۴	تعداد	عدم رعایت فاصله عرضی
۱/۹	۱/۶	۲/۱	۲/۱	درصد	
۱۱	۱۰	۰	۱	تعداد	حرکت غیر ضروری با دنده عقب
۰/۷	۲/۳	۰	۰/۲	درصد	
۱	۰	۰	۱	تعداد	انحراف به راست
۰/۰۶	۰	۰	۰/۲	درصد	
۱۴	۱۰	۳	۱	تعداد	ترکیب و تقارن

۰/۹	۲/۳	۰/۷	۰/۲	درصد	عدم رعایت مقررات گردش
۶	۱	۲	۳	تعداد	
۰/۱	۰	۰/۲	۰/۲	درصد	
۱۳	۴	۷	۲	تعداد	سایر علل
۰/۸	۰/۹	۱/۵	۰/۴	درصد	

شکل ۸ تاثیر پارامترهای هندسی را در تصادفات در طول مسیر مورد مطالعه برای محورهای دامغان - جندق و شاهرود - آزادشهر را نشان می‌دهد. روسازی ضعیف به عنوان مهمترین عامل در تصادفات در هردو محور می‌توان بیان کرد.

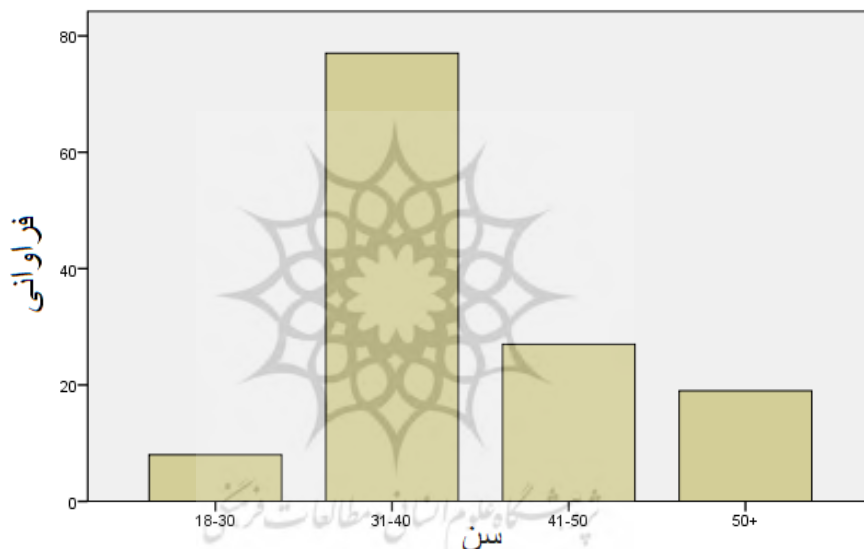


شکل ۸: تاثیر پارامترهای هندسی را در تصادفات در محور شاهرود - آزادشهر

طبق جدول ۴ و شکل ۹ برای محور شاهرود - آزادشهر توزیع فراوانی وضعیت سنی پاسخگویان به این صورت است که از ۱۳۱ نفر گروه نمونه ۸ نفر از رانندگان بین ۱۸-۳۰ سال و ۷۷ نفر از آنها بین ۳۱-۴۰ و ۲۷ نفر از آنها بین ۴۱-۵۰ سال و ۱۹ نفر از آنها بیشتر از ۵۰ سال هستند.

جدول ۴: آنالیز آماری سن افراد در محور شاهرود- آزادشهر

درصد تجمعی	درصد فراوانی	فراوانی	رده سنی (سال)
۶/۱	۶/۱	۸	۱۸-۳۰
۶۴/۹	۵۸/۸	۷۷	۳۱-۴۰
۸۵/۵	۲۰/۶	۲۷	۴۱-۵۰
۱۰۰	۱۴/۵	۱۹	بالای ۵۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۳۱	مجموع

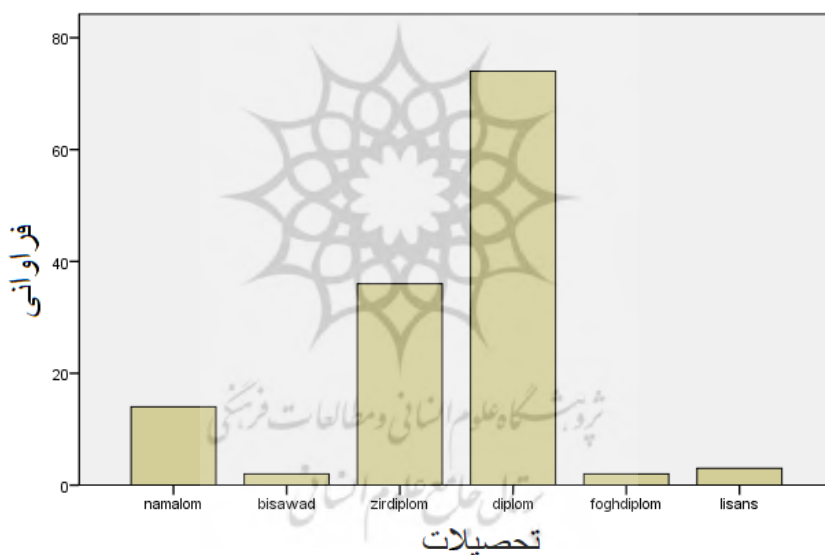


شکل ۹: نمودار فراوانی سن در محور شاهرود - آزادشهر

طبق جدول ۵ و شکل ۱۰ توزیع فراوانی وضعیت تحصیلی رانندگان به این صورت است که از ۱۳۱ نفر گروه نمونه ۲ نفر از رانندگان بیسواد، ۳۶ نفر از آنها زیر دبلم، ۷۴ نفر نیز در مقطع دبلم ۲ نفر از آنها در مقطع فوق دبلم، ۳ نفر از آنها در مقطع لیسانس و ۱۴ نفر از آنها نیز نامعلوم هستند.

جدول ۵: آنالیز آماری تحصیلات افراد

درصد تجمعی	درصد فراوانی	فراوانی	رده سنی (سال)
۱۰/۷	۱۰/۷	۱۴	نامعلوم
۱۲/۲	۱/۵	۲	بیسواد
۳۹/۷	۲۷/۵	۳۶	زیردیپلم
۹۶/۲	۵۶/۵	۷۴	دیپلم
۹۷/۷	۱/۵	۲	فوق دیپلم
۱۰۰	۲/۳	۳	لیسانس و بالاتر
۱۰۰	۱۰۰	۱۳۱	مجموع



شکل ۱۰: نمودار فراوانی تحصیلات در محور شاهرود - آزادشهر

۲-۳- نتایج مدل‌سازی تصادفات محور شاهرود - آزادشهر

به منظور مدل‌سازی تعداد تصادفات در محور شاهرود - آزاد شهر از داده‌های ورودی تاریخ حادثه وضعیت روشنایی، شرایط سطح معبر، شرایط جوی، سن راننده و تحصیلات راننده به عنوان ورودی به مدل پرسپترون چند لایه (MLP) داده شد. درصد داده‌های آموزش، آزمون، تعداد لایه‌های مورد استفاده و بیشترین تعداد نورون‌های مورد استفاده ۷۰ درصد، ۳۰ درصد، ۵ و ۳۰ در نظر

گرفته شد. دقت روش مورد مطالعه با استفاده از پارامتر آماری جذر میانگین مربعات خطا، میانگین خطای مطلق، ضریب همبستگی و دیاگرام تیلور مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز حساسیت پارامترهای ورودی با مدل ANN انجام شد. درصد داده‌های Train، درصد داده‌های Validation، تعداد لایه‌های مورد استفاده و بیشترین تعداد نورون‌های مورد استفاده در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶: مشخصات شبکه پرسپترون چند لایه تربیت شده جهت مدلسازی تصادفات محور مورد مطالعه

P_Train	P_Validation	Max number of nrouns	Max number of layars
۷۰٪	۳۰٪	۳۰	۵

در این پژوهش تعداد تصادفات از طریق مدل غیر خطی MLP محاسبه گردید. به منظور بررسی عملکرد این مدل از معیارهای ارزیابی R^2 ، RMSE و MAE استفاده شد. در جدول ۷ نتایج لایه‌های شبکه عصبی MLP در مدل‌سازی تعداد تصادفات محورهای مورد مطالعه ارائه شده است. در این جدول مقادیر تعداد نورون‌های استفاده شده در هر لایه از شبکه عصبی MLP تربیت شده و مقدار میانگین مربعات خطا داده‌های Validation بهترین نورون هر لایه در شبیه‌سازی تعداد تصادفات ارائه شده است. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که از لایه سوم به بعد مقدار بهترین میانگین مربعات خطای داده‌های Validation به عدد ۰/۰۶۲ همگرا شده است و استفاده از لایه بیشتر در مدل‌سازی، به صرفه نیست. مطابق جدول ۸، مدل ANN برای دو مرحله آموزش و آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان ضریب تبیین مدل در دو مرحله آموزش و آزمون به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۴ می‌باشد که نشان می‌دهد مدل از عملکرد مناسبی برخوردار است.

جدول ۷: مقادیر تعداد لایه، تعداد نورونهای مورد استفاده و بهترین مقدار میانگین مربعات خطا در شبکه عصبی MLP تربیت شده جهت مدلسازی

Layer number	Number of nrouns used	Best validation RMSE
۱	۱۰	۰.۰۶۵
۲	۲۵	۰.۰۶۳
۳	۳۰	۰.۰۶۲
۴	۳۰	۰.۰۶۲
۵	۱	۰.۰۶۲

جدول ۸: مقدار پارامترهای سنجش خطا و دقت مدل ارائه شده بر پایه ANN

	R ^۲	MAE	RMSE
Training	۰.۸۶	۱.۷۸	۲.۴۹
Testing	۰.۸۴	۱.۹۱	۲.۶۵

۳-۳ - نتایج آزمون نکویی برازش

نتایج آزمون نکویی برازش توزیع‌های آماری برای تعداد تصادفات محور شاهرود - آزادشهر در جدول ۹ ارائه شده است. با توجه به نتایج این جدول توزیع Generalized Pareto distribution برای محور سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ و توزیع Exponential distribution برای محور شاهرود - آزادشهر ۱۳۹۸ دارای بهترین نتایج بودند.

جدول ۹: آزمون نکویی برازش توزیع‌های آماری منتخب برای تعداد تصادفات محور هاج

Station	Distribution	k-s	χ^2	R ^۲	Distribution	k-s	χ^2	R ^۲	Distribution	k-s	χ^2	R ^۲
شاهرود- آزادشهر ۱۳۹۷	Generalized Pareto	۰.۰۹۵	۰.۱۵۷	۰.۹۶۶	Generalized Logistic	۰.۱۱۲	۰.۴۰۳	۰.۹۱۸	Ln-Normal	۰.۱۸۶	۰.۲۳۸۹	۰.۸۸۱
	Triangular	۰.۰۹۶	۰.۱۷۸	۰.۹۵۴	Normal	۰.۱۱۲	۰.۶۴۲	۰.۹۰۳	Log ^{۱۰۰} -Normal	۰.۱۸۶	۰.۸۱۰	۰.۸۶۹
	Generalized Extreme Value	۰.۰۹۹	۰.۲۹۴	۰.۹۲۸	Uniform	۰.۱۱۹	۰.۶۶۶	۰.۸۹۲	Exponential	۰.۳۱۵	۱.۳۱۶	۰.۸۵۰
شاهرود- آزادشهر ۱۳۹۸	Exponential	۰.۰۹۷	۰.۰۰۶	۰.۹۶۵	Generalized Extreme Value	۰.۱۴۲	۰.۰۱۱	۰.۹۲۸	Normal	۰.۱۶۷	۰.۱۰۴	۰.۸۹۴
	Triangular	۰.۱۲۶	۰.۰۰۹	۰.۹۵۱	Uniform	۰.۱۵۰	۰.۰۹۱	۰.۹۰۳	Generalized Pareto	۰.۲۵۴	۰.۱۱۱	۰.۸۷۹
شاهرود- آزادشهر ۱۳۹۹	Generalized Pareto	۰.۱۰۵	۰.۰۰۱	۰.۹۷۳	Normal	۰.۱۳۰	۰.۰۰۵	۰.۹۳۱	Log ^{۱۰۰} -Normal	۰.۲۱۰	۰.۰۱۷	۰.۸۹۷
	Generalized Extreme Value	۰.۱۱۸	۰.۰۰۲	۰.۹۵۳	Uniform	۰.۱۳۰	۰.۰۰۷	۰.۹۳۳	Exponential	۰.۲۱۰	۰.۰۹۸	۰.۸۸۵
	Generalized Logistic	۰.۱۲۶	۰.۰۰۴	۰.۹۴۲	Ln-Normal	۰.۱۴۷	۰.۰۱۳	۰.۹۰۶	Empirical	۰.۳۳۶	۰.۱۰۱	۰.۸۶۷

۳-۴ - نتایج بازدید میدانی از محور مورد مطالعه

محور مورد بررسی محور مواصلاتی شاهرود- آزادشهر می‌باشد که تنها محور کوهستانی و ترانزیتی بدون تونل کشور بوده و هر روز تعداد زیادی تریلی و کامیون از جنوب و غرب کشور برای رسیدن به مرز و گمرک اینچه برون گلستان و برعکس با هدف ترانزیت (مبدا یا مقصد) به کشورهای آسیای میانه عبور می‌کنند.

طول مسیر ارتباطی شاهرود-آزادشهر ۱۰۰ کیلومتر است که ۴۳ کیلومتر آن در حوزه استان سمنان و بقیه در محدوده استان گلستان قرار دارد. بررسی میدانی محور مورد نظر به شرح ذیل می‌باشد.

۳-۴-۱- وجود گاردریل های نایمن در برخی نقاط

تنها با اصلاح گاردریل‌ها و ایمن‌سازی شانه‌های جاده می‌توان سالانه از مرگ ده‌ها هزار نفر از هموطنان مان جلوگیری کرد. گاردریل استاندارد و ایمن نه تنها در برابر ضربات سهمگین از هم گسیخته نمی‌شود و اجازه عبور اتومبیل‌ها را نمی‌دهد، بلکه حتی در تصادفات کاملاً مماس نیز وارد بدنه خودرو نمی‌شود و جان سرنشینان را به خطر نمی‌اندازد. همچنین با استفاده از نیوجرسی استاندارد می‌توان ایمنی جاده را افزایش داد. به‌طور مثال در کیلومتر ۳۰ مسیر شاهرود-آزادشهر و همچنین کیلومتر ۴ مسیر آزادشهر-شاهرود مورد نظر گاردریل بصورت نایمن وجود دارد که مستلزم اصلاح می‌باشد.

۳-۴-۲- خرابی های روسازی

در محور شاهرود-آزادشهر می‌توان از لحاظ کیفیت روسازی امتیاز بالایی قائل شد. البته در برخی نقاط این مسیر نیاز به اصلاح دارد که در شکل ملاحظه می‌شود. همچنین در جداول ۱۰ و ۱۱ نیز خرابی‌ها در کیلومتر ۱۱ مختلف به همراه راهکارهای تعمیر و ترمیم ارائه شده است. در شکل ۱۱ برخی از خرابی‌های موجود که در جداول ۱۰ و ۱۱ بیان شده ، نشان داده شده است.

جدول ۱۰: خرابی روسازی محور شاهرود - آزادشهر و گزینه تعمیر پیشنهادی

کیلومتر ۳۶	نوع خرابی	علت خرابی	واحد اندازه گیری	سطح شدت	گزینه تعمیر پیشنهادی
۳۶	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت متوسط	وصله عمقی - اصلاح ترک
۳۷	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش
۳۹	ترک پوست سوسماری	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	مترمربع	شدت زیاد	وصله عمقی - اصلاح ترک - اجرای روکش

جدول ۱۱: خرابی روسازی محور آزادشهر-شاهرود و گزینه تعمیر پیشنهادی

گزینه تعمیر پیشنهادی	سطح شدت	واحد اندازه گیری	علت خرابی	نوع خرابی	کیلومتر از
وصله عمقی - اصلاح ترک- اجرای روکش	شدت زیاد	مترمربع	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	ترک پوست سوسماری	۵
پر کردن ترک وصله کاری	شدت زیاد	متر	اجرای نادرست، انقباض روسازی، انعکاس ترک از لایه زیر	ترک طولی	۶
وصله عمقی - اصلاح ترک- اجرای روکش	شدت زیاد	مترمربع	خستگی رویه آسفالتی در اثر بارگذاری	ترک پوست سوسماری	۱۴
پر کردن ترک های بالاتر از ۳ میلیمتر	شدت متوسط	متر	اساس یا بستر ضعیف	خرابی لبه	۱۶





شکل ۱۱: برخی از خرابی‌های روسازی محور شاهرود - آزادشهر

۳-۴-۳- بررسی علائم راهنمایی و رانندگی محور شاهرود - آزادشهر

در شکل ۱۲ در برخی از نقاط محور جهت بهبود کیفیت روسازی آسفالت تازه ریخته شده بود. در این محور تابلوهای علائم راهنمایی و رانندگی مطابق شکل ۱۳ به اندازه کافی و در مکان‌های مناسب دیده شده است. در شکل ۱۴ در محور شاهرود - آزادشهر خطر افتادن تیر چراغ برق دیده شده است که باید در اسرع وقت ترمیم شود.



شکل ۱۲: ترمیم روسازی محور شاهرود - آزادشهر



شکل ۱۳: علایم راهنمایی و رانندگی محور شاهرود - آزادشهر



شکل ۱۴: خطر سقوط تیر چراغ برق

۳-۴-۴- بررسی طرح هندسی محور

محور شاهرود - آزادشهر از کیلومتر ۳۰ وارد مسیری نسبتاً کوهستانی می‌شود که البته این امر با توجه به یک‌طرفه بودن مسیر و قوس‌های افقی موجود، نقاط حادثه خیز متوسطی منجر می‌سازد. همچنین در مسیر موج‌های نامنظمی اندکی دیده شد. اصلاح این مسیرها می‌تواند در جهت افزایش کیفیت رانندگی و کاهش تصادفات نقش به‌سزایی ایفا نماید.

نظر به اینکه قوس‌های افقی نقاط حادثه خیز مهمی هستند به راهکارهایی جهت کاهش تصادفات در این نقاط می‌پردازیم.

تامین روشنایی در شب

یکی از مشکلات محور مورد نظر نبود روشنایی مناسب در بیشتر قوس‌های افقی و کاهش قابلیت دید در شب می‌باشد. توصیه می‌شود در قوس‌های تند روشنای لازم تامین گردد.

تامین دید مناسب

برای تامین دید بهتر با استفاده از نصب تابلو شورن و یا استفاده از تابلوهای LED می‌توان دید بهتری در مماس‌های منتهی به قوس برای راننده ایجاد کرد.

نصب نوار لرزاننده در راستای تولید صدا در شانه راه در امتداد قوس

با توجه به وجود انحراف در وسایل نقلیه و خروج از مسیر استفاده از نوارهای لرزاننده در شانه راه در امتداد قوس می‌تواند نقش مهمی در کاهش انحراف از جاده و افزایش ایمنی در پی داشته باشد.

نصب نوار لرزاننده در میانه مسیر

با توجه به رفت و برگشتی بودن مسیر نصب لرزاننده در میانه مسیر می‌تواند در کاهش تصادفات از روبرو و کنار نقش مهمی را ایفا نماید.

ایجاد شیار طولی و عرضی در روسازی

ایجاد شیار باعث می‌شود روسازی دارای مقاومت لغزشی افزایش یافته و در آب و هوای بارانی با ایجاد سطحی زبرتر و شرایط زهکشی مناسب عملکرد بهتری در کاهش تصادفات ایجاد نماید.

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه، پس از بررسی داده‌ها، نتایج مدل‌سازی معادلات ساختاری، تأثیر عوامل موثر بر تصادفات و همچنین نقش عوامل مختلف بر این رابطه بررسی شده است. در این مطالعه با استفاده از روش‌های مختلف نظیر آماری، هوشمند، میدانی، فرضیه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که نتیجه آن به شرح زیر است:

عوامل طرح هندسی بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تأثیر داشت.

عوامل خرابی روسازی جاده‌ها بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تأثیر داشت.

عوامل مخاطرات اقلیمی منطقه بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تأثیر داشت.

عامل انسانی بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تأثیر داشت.

عوامل وسیله نقلیه بر وقوع تصادفات جاده‌ای در محورهای مورد مطالعه تأثیر داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عامل طرح هندسی و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تأثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل خرابی روسازی جاده و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تأثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل مخاطرات اقلیمی منطقه و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تأثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل انسانی و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تأثیر معنادار خواهد داشت.

فرایند تحلیل بهبود ایمنی جاده بر رابطه عوامل وسیله نقلیه و کاهش تصادفات در محورهای مورد مطالعه تأثیر معنادار خواهد داشت.

- Dadrasajirlou, Y., Ghazvinian, H., Heddami, S., & Ganji, M. (۲۰۲۲). Reference Evapotranspiration Estimation Using ANN, LSSVM, and M^o Tree Models (Case Study: of Babolsar and Ramsar Regions, Iran). *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, ۶(۳), ۱۰۱-۱۱۸. [doi:10.22115/SCCE.2022.342290.1434](https://doi.org/10.22115/SCCE.2022.342290.1434)
- Dehghanipour, M. H., Ghazvinian, H., & Dehghanipour, A. (۲۰۲۱a). 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*, ۱۷(۱), ۳۱۸-۳۲۷.
- Dehghanipour, M.H., Karami, H., Ghazvinian, H., Kalantari, Z., & Dehghanipour, A.H. (۲۰۲۱b). Two Comprehensive and Practical Methods for Simulating Pan Evaporation under Different Climatic Conditions in Iran. *Water*, ۱۳(۲۰), ۲۸۱۴. <https://doi.org/10.3390/w13202814>.
- Ghazvinian, H., Bahrami, H., Ghazvinian, H., & Heddami, S. (۲۰۲۰a). Simulation of Monthly Precipitation in Semnan City Using ANN Artificial Intelligence Model. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, ۴:۳۶-۴۶. doi:10.22115/scce.2020.242813.1251.
- Ghazvinian, H., Farzin, S., Karami, H., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۰b). Investigating the Effect of using Polystyrene sheets on Evaporation Reduction from Water-storage Reservoirs in Arid and Semiarid Regions (Case study: Semnan city). *Journal of Water and Sustainable Development*, ۷:۴۵-۵۲. doi:10.22067/jwsd.v7i2.81748.
- Ghazvinian, H., Mousavi, S.F, Karami, H., Farzin, S., Ehteram, M., Hossain, M.S, et al. (۲۰۱۹). Integrated support vector regression and an improved particle swarm optimization-based model for solar radiation prediction. *PLoS One*, ۱۴, e۰۲۱۷۶۳۴. doi:10.1371/journal.pone.0217634.
- Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۰c). Effect of MDF-Cover for Water Reservoir Evaporation Reduction, Experimental, and Soft Computing Approaches. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*; ۴, ۹۸-۱۱۰. doi:10.22115/scce.2020.213617.1156.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi S.F. (۲۰۲۰d). Experimental Study of Evaporation Reduction Using Polystyrene Coating, Wood and Wax and its Estimation by Intelligent Algorithms. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, ۱۱, ۱۴۷-۶۵. doi:۱۰,۲۲۱۲۵/iwe.۲۰۲۰,۱۲۰۷۲۷.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S.F. (۲۰۲۱). Introducing affordable and accessible physical covers to reduce evaporation from agricultural water reservoirs and pools (field study, statistics, and intelligent methods). *Arabian Journal of Geosciences*, ۱۴, ۲۵۴۳ (۲۰۲۱). <https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۲۵۱۷-۰۲۱-۰۸۷۳۵-۳>.

Karami, H., Ghazvinian, H., Dehghanipour, M., & Ferdosian, M. (۲۰۲۱). Investigating the performance of neural network based group method of data handling to pan's daily evaporation estimation (case study: Garmsar City). *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, ۵(۲), ۱-۱۸. <https://doi.org/۱۰,۲۲۱۱۵/scce.۲۰۲۱,۲۷۴۴۸۴,۱۲۸۲>.

Najib, L., Lazim, A., Ilyani, A., & Salleh, Z. (۲۰۱۲). Weights of Road Accident Causes using Analytic Hierarchy Process. *ARNP Journal of Science and Technology*, ۲(۲), ۳۹-۴۴.

Née, M., Contranda, B., Orriolsa, L., Gil-Jardinéa, C., Galérea, C., & Lagarde, E. (۲۰۱۹). Road safety and distraction, results from a responsibility case-control study among a sample of road users interviewed at the emergency room. *Accident Analysis and Prevention*, ۱۲۲, ۱۹-۲۴.

Tisca, I.A., Istrat, N., Dumitrescu, C.D., & Cornu, G. (۲۰۱۶). Issues concerning the road safety concept. ۳rd GLOBAL CONFERENCE on BUSINESS, ECONOMICS, MANAGEMENT and TOURISM, ۲۶-۲۸ November ۲۰۱۵, Rome, Italy, ۲۰۱۶.