

بررسی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات شهری با تلفیق تحلیل آماری و ملاحظات حقوقی در دوره پسا کرونا (مطالعه موردی: ارومیه)

مقاله علمی-پژوهشی

امیرحسین جشنیان، گروه مهندسی عمران، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
سحر میرمصطفی، گروه حقوق و علوم سیاسی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
محمدامین ابراهیمزاده، گروه عمران برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

*علی عبدی کردانی (نویسنده مسئول)، استاد، گروه عمران برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی،

دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: aliabdi@eng.ikiu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰ - پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۹

صفحه ۵۴-۳۵

چکیده

تصادفات شهری یکی از چالش‌های اصلی ایمنی حمل و نقل در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود و پیامدهای انسانی، اقتصادی و حقوقی گسترده‌ای به همراه دارد. این پژوهش با هدف شناسایی و مدل‌سازی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات شهری در شهر ارومیه طی بازه زمانی ۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴ انجام شده است. در این مطالعه، شدت تصادف به صورت دودسته‌ای «خسارتی» و «جرحی-فوتی» تعریف و با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک دوجمله‌ای تحلیل شد. نتایج نشان داد متغیرهای نوع وسیله نقلیه ($Exp(B)=1.073$)، علت مستقیم تصادف ($Exp(B)=0.239$) و تاریخ وقوع تصادف ($Exp(B)=0.573$) تأثیر معناداری بر احتمال وقوع تصادفات جرحی-فوتی دارند. ($p<0.001$) شاخص ناکلرکه (0.360) بیانگر توان تبیین مناسب مدل است. روند زمانی ضرایب نشان‌دهنده کاهش احتمال تصادفات شدید در سال‌های اخیر است که می‌تواند بازتابی از تغییر الگوهای ترافیکی در دوره پسا کرونا باشد. علاوه بر تحلیل آماری، ابعاد حقوقی تصادفات به‌ویژه موضوع «فرار از صحنه حادثه» و ضمانت اجرای قانونی مرتبط بررسی شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد ترکیب رویکردهای فنی-آماري با تحلیل حقوقی می‌تواند مبنایی کارآمد برای سیاست‌گذاری هوشمند، ارتقای نظام نظارتی و کاهش شدت پیامدهای تصادفات شهری فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: تصادفات جاده‌ای، شدت تصادف، رگرسیون لجستیک، ایمنی حمل و نقل شهری

۱-مقدمه

۲۹ ساله بوده و دوسوم تلفات در میان افراد ۱۸ تا ۵۹ سال اتفاق می‌افتد. شایان ذکر است که ۹ مورد از هر ۱۰ مرگ در کشورهای با درآمد کم و متوسط رخ می‌دهد، حتی با وجود اینکه این کشورها تنها حدود ۶۰٪ وسایل نقلیه جهان را در اختیار دارند [WHO, 2025]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ایران نیز سهم بالایی از حوادث و پیامدهای ناشی از تصادفات ترافیکی را به دوش می‌کشد، که پرداختن به آن برای ارتقای

تصادفات ترافیکی یکی از مهم‌ترین معضلات اجتماعی و چالش‌های ایمنی حمل و نقل در سراسر جهان به شمار می‌روند. به گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۲۵، هر ساله حدود ۱,۱۹ میلیون نفر جان خود را در جاده‌ها از دست می‌دهند و افزون بر آن، بین ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر دیگر دچار جراحات شدید می‌شوند [WHO, 2025]. آسیب‌های ناشی از حوادث ترافیکی، علت اصلی مرگ کودکان و جوانان ۵ تا

کم به داده، روشی مؤثر برای پیش‌بینی شدت تصادفات محسوب می‌شود. مطالعات مختلف نیز از مدل رگرسیون لجستیک برای شناسایی عوامل کلیدی استفاده کرده‌اند، از جمله پژوهش پائولو و همکاران در نروژ که ترافیک سنگین در پاییز و زمستان و محدودیت سرعت را عوامل کلیدی دانستند [Paolo et al., 2018]، یا پژوهش دانانجایا و علیپتو که سن راننده، شرایط روشنایی، وضعیت خودرو، شرایط جوی و موقعیت مکانی را مؤثر بر احتمال تصادفات منجر به مرگ یافتند [Dhananjaya & Alibuhtto, 2016]. همچنین ما و همکاران محل تصادف، شکل هندسی راه و شرایط روشنایی را از عوامل مهم برشمردند [Ma et al., 2009].

علاوه بر این، روش‌های مکانی مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز برای شناسایی نقاط پرحادثه و عوامل متمایز تصادفات به کار رفته‌اند [Kodippili et al., 2021]. از سوی دیگر، همه‌گیری ویروس کرونا در سال‌های اخیر اثرات قابل توجهی بر الگوهای سفر، حجم ترافیک، رفتار رانندگان و نهایتاً بر فراوانی و شدت تصادفات داشته است. محدودیت‌های تردد، تغییر ساعات کاری، کاهش سفرهای روزانه و تغییر در استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی و شخصی، ساختار و روند تصادفات شهری را تحت تأثیر قرار دادند. بررسی داده‌های پس از همه‌گیری، می‌تواند به درک پویایی‌های جدید در ایمنی ترافیک کمک کند. شدت تصادفات علاوه بر ابعاد فنی، از منظر حقوقی نیز حائز اهمیت است. تفاوت میان تصادفات خسارتی، جرحی و فوتی در پیامدهای قانونی، تعیین دپه، جرائم و مسئولیت‌های مدنی و کیفری مشهود است. یکی از مصادیق مهم در این زمینه، «فرار از صحنه تصادف» است که در قوانین ایران، به‌ویژه در حوادث منجر به خسارت جانی، جرم محسوب می‌شود. بر اساس ماده ۷۱۹ قانون مجازات اسلامی (بخش تعزیرات)، راننده‌ای که پس از وقوع حادثه بدون امداد رسانی یا فراهم کردن موجبات کمک، محل را ترک کند، علاوه بر مجازات‌های مقرر، با مجازات‌های تشدید روبه‌رو خواهد شد. در بسیاری از نظام‌های حقوقی پیشرو، تصادف و فرار نه‌تنها تخلف رانندگی بلکه جرم مستقل تلقی شده و حتی در تصادفات خسارتی نیز ترک محل حادثه بدون تبادل اطلاعات، با جریمه سنگین، حبس یا تعلیق گواهینامه همراه است. هدف این پژوهش، شناسایی و مدل‌سازی عوامل معنادار مؤثر بر شدت تصادفات شهری در شهر ارومیه با استفاده از داده‌های ثبت‌شده طی بازه زمانی

ایمنی و کاهش آثار کلی تصادفات اهمیت ویژه‌ای دارد. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، بخش قابل توجهی از تصادفات و تلفات در محدوده‌های شهری رخ می‌دهد. در شهرهای ایران، عواملی همچون رشد سریع جمعیت، توسعه نامتوازن شبکه معابر، افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری و ضعف فرهنگ ترافیکی موجب شده نرخ و شدت تصادفات شهری در مقایسه با بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته در سطح بالاتری قرار گیرد. پیامدهای این حوادث تنها به ابعاد انسانی و جانی محدود نبوده، بلکه آثار اقتصادی، اجتماعی، روانی و حقوقی گسترده‌ای نیز به همراه دارد. شدت تصادفات که معمولاً در سه دسته خسارتی، جرحی و فوتی طبقه‌بندی می‌شوند [Siraj et al., 2021]، شاخص مهمی در تحلیل عوامل مؤثر بر ایمنی و طراحی اقدامات پیشگیرانه است. این شدت تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل شامل ویژگی‌های وسیله نقلیه، خصوصیات راه، نوع برخورد، شرایط زمانی و مکانی و رفتار رانندگان قرار دارد. شناسایی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات از دیدگاه‌های مختلف، از جمله رفتار راننده، شرایط راه و اثرات محیطی، موضوع مطالعات متعدد بوده است [Guido et al., 2022; Wang et al., 2016a; Wang et al., 2016b; Zhang et al., 2013]. تحلیل داده‌های تصادف معمولاً با استفاده از روش‌های آماری مانند مدل‌های رگرسیونی انجام می‌شود [Dhananjaya & Alibuhtto, 2016; Iqbal et al., 2020; Kumara & Walgampaya, 2021; Zheng et al., 2020]. در سال‌های اخیر، روش‌های مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک‌های یادگیری ماشین نیز به‌عنوان ابزارهای قدرتمند در تحلیل شدت تصادفات مطرح شده‌اند [Chong et al., 2005; Guido et al., 2020; Kushan et al., 2018]. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، جاده‌های نایمن با نقص در طرح، طراحی و نگهداری، از علل اصلی تصادفات هستند. سازمان‌های مختلف معیارهایی برای ارزیابی ایمنی بر اساس داده‌های راه، ترافیک، عوامل محیطی و داده‌های تصادف، بدون توجه به رده عملکردی راه، ارائه کرده‌اند [Brimley et al., 2012; Mehta & Lou, 2013; Montella, 2005]. روش‌های تحلیل ایمنی از مدل‌های رگرسیون خطی ساده تا رویکردهای یادگیری ماشین متغیر هستند، که در این میان رگرسیون لجستیک به دلیل سادگی و نیاز

متغیرهای گردآوری شده شامل:

- نوع وسیله نقلیه
- علل مستقیم تصادف
- نوع راه
- نام راه
- نوع تصادف
- نام مرکز رسیدگی کننده
- زمان تصادف
- تاریخ تصادف

متغیر وابسته، شدت تصادف، در ابتدا در سه سطح «خسارتی»، «جرحی» و «فوتی» طبقه بندی شده بود. با توجه به تعداد اندک تصادفات فوتی و به منظور افزایش پایداری و دقت مدل، دو گروه «جرحی» و «فوتی» در یک طبقه واحد با عنوان جرحی-فوتی ادغام شدند. بر این اساس، کلیه تحلیل‌ها بر پایه دو گروه «خسارتی» و «جرحی-فوتی» انجام شد.

۲-۲- پیش پردازش داده‌ها

به منظور آماده‌سازی داده‌ها برای تحلیل آماری و اطمینان از دقت، یکپارچگی و کامل بودن اطلاعات، مراحل پیش‌پردازش به شرح زیر انجام گرفت:

حذف رکوردهای ناقص و تکراری

داده‌های دارای مقادیر مفقود در متغیرهای کلیدی نظیر نوع وسیله نقلیه، شدت تصادف یا زمان وقوع حادثه، حذف شدند. همچنین، موارد تکراری ناشی از خطاهای سیستمی یا ثبت مجدد در مراکز مختلف از پایگاه داده حذف گردید.

-یکسان‌سازی قالب داده‌ها

فرمت تاریخ‌ها به قالب استاندارد شمسی و زمان‌ها به واحد ساعت و دقیقه تبدیل شد. نام راه‌ها و مراکز رسیدگی کننده نیز بر اساس یک لیست مرجع از نظر املائی و نگارشی استانداردسازی شدند.

-دسته‌بندی متغیرها

شدت تصادف: ۰ = خسارتی، ۱ = جرحی-فوتی.
علل مستقیم تصادف: تجزیه علل مشابه در گروه‌های کلی‌تر مانند «تخطی از سرعت مطمئنه» یا «عدم رعایت سرعت مجاز».
نوع وسیله نقلیه: سواری، تاکسی، وانت، اتوبوس، موتورسیکلت، خودروهای سنگین، سایر.
نوع راه: بزرگراه، خیابان اصلی، خیابان فرعی، سایر.

۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴ است. در این مطالعه، شدت تصادف به صورت دودسته‌ای «جرحی-فوتی» و «خسارتی» تعریف شده و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رویکردهای آماری مناسب انجام می‌گیرد. نوآوری این تحقیق در ترکیب رویکرد فنی-آماري با ملاحظات حقوقی و بررسی شرایط خاص پس از همه‌گیری کرونا است. نتایج به دست آمده می‌تواند مبنایی برای تدوین سیاست‌های ایمنی، اصلاح قوانین و ارتقای نظام نظارت و مدیریت حمل و نقل شهری در ارومیه و سایر شهرهای مشابه باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مطالعه و گردآوری داده‌ها

شهر ارومیه، مرکز استان آذربایجان غربی، به عنوان محدوده مورد مطالعه این پژوهش انتخاب شد. این شهر، بر اساس آخرین سرشماری رسمی کشور، دارای جمعیتی بیش از ۸۰۰ هزار نفر و مساحتی حدود ۲۵۰ کیلومتر مربع است و در زمره کلان‌شهرهای شمال غرب ایران قرار می‌گیرد [شهرداری ارومیه، ۱۴۰۴]. موقعیت جغرافیایی ویژه ارومیه، شامل قرارگیری در کریدورهای اصلی ترانزیتی غرب کشور و همجواری با مرزهای بین‌المللی، سبب افزایش حجم تردد و سایل نقلیه سبک و سنگین، تاکسی، موتورسیکلت و ناوگان حمل و نقل عمومی در آن شده است. این شرایط، همراه با رشد سریع جمعیت و توسعه کالبدی شهر، فشار مضاعفی بر شبکه معابر و سیستم ترافیکی وارد کرده و احتمال وقوع تصادفات را افزایش می‌دهد. شبکه معابر ارومیه ترکیبی از بزرگراه‌ها، خیابان‌های اصلی، خیابان‌های فرعی و معابر محلی است که بخشی از آن‌ها به دلیل قدمت یا طراحی غیراستاندارد با محدودیت ظرفیت و ایمنی روبه‌رو هستند. وجود مناطق پرتراکم، مراکز تجاری و آموزشی متعدد، و گره‌های ترافیکی در ساعات اوج، بر الگوهای سفر و رفتار رانندگان اثر گذاشته و در نهایت بر شدت و فراوانی تصادفات شهری تأثیرگذار است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از سامانه ثبت و گزارش تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی شهر ارومیه استخراج شده و بازه زمانی ۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴ را پوشش می‌دهد.

کدگذاری داده‌ها

بازه‌های مجاز برای متغیرهایی نظیر زمان و تاریخ بررسی و موارد خارج از محدوده اصلاح یا حذف شدند.

کلیه متغیرهای کیفی به صورت عددی کدگذاری شدند تا در نرم‌افزار SPSS قابل تحلیل باشند.

-ایجاد متغیرهای کمکی

-کنترل هم‌خوانی داده‌ها

برای بررسی اثرات زمانی، متغیر «بازه زمانی وقوع تصادف» در چهار دسته (۰۰:۰۰-۰۵:۵۹، ۰۶:۰۰-۱۱:۵۹، ۱۲:۰۰-۱۷:۵۹، ۱۸:۰۰-۲۳:۵۹) تعریف گردید.

۲-۳- کدگذاری متغیرها

مانند نوع وسیله نقلیه، علت تصادف و زمان وقوع حادثه اهمیت دارد و باعث تسهیل تفسیر نتایج مدل‌سازی می‌شود. همچنین، گروه‌بندی دقیق و منسجم متغیرها کمک می‌کند تا تغییرات و روابط بین عوامل موثر بر شدت و پیامد تصادفات با دقت بیشتری شناسایی و تحلیل شود.

در این مطالعه، برای تحلیل آماری و مدل‌سازی داده‌های تصادفات، متغیرهای کلیدی مربوط به ویژگی‌های تصادف و شرایط محیطی به صورت کدگذاری شده استفاده شده‌اند. جدول ۱ دسته‌بندی هر متغیر و کدهای مرتبط با هر گروه‌بندی را نشان می‌دهد. کدگذاری متغیرها امکان استفاده از داده‌های کیفی و گسسته را در مدل‌های آماری و نرم‌افزارهای تحلیل داده فراهم می‌کند. این فرآیند به‌خصوص برای متغیرهای طبقه‌ای

جدول ۱. کدگذاری متغیرهای اصلی مورد استفاده در تحلیل تصادفات

متغیر	کدها و دسته‌بندی‌ها	متغیر	کدها و دسته‌بندی‌ها
وسيله نقلیه	۱=سواری، ۲=تاکسی،	علت تصادف	۱=تأخیر در رویت،
	۳=وانت، ۴=توبوس،		۲=تخطی سرعت،
	۵=موتورسیکلت،		۳=تخلف رانندگی،
	۶=خودروهای سنگین،		۴=فرار، ۵=سایر
	۷=سایر		
نوع راه	۱=بزرگراه، ۲=خیابان اصلی،	نوع تصادف	۰=خسارتی، ۱=جرحی-
	۳=خیابان فرعی، ۴=سایر		فوتی
سال تصادف	۱=۱۴۰۰، ۲=۱۴۰۱،	ساعت تصادف	۱=۰۰:۰۰ تا ۰۵:۵۹،
	۳=۱۴۰۲، ۴=۱۴۰۳،		۲=۰۶:۰۰ تا ۱۱:۵۹،
	۴=۱۴۰۴،		۳=۱۲:۰۰ تا ۱۷:۵۹،
			۴=۱۸:۰۰ تا ۲۳:۵۹.

۲-۴- مدل رگرسیون لجستیک

مسافران ممکن است با تغییر از یک حالت به حالت دیگر به درجات مختلفی پاسخ دهند. رفتار انتخاب حالت مسافران معمولاً با سه دسته عامل توضیح داده می‌شود: ویژگی‌های حالت‌های موجود، وضعیت اجتماعی-اقتصادی مسافر، و ویژگی‌های سفر. این عوامل به‌عنوان متغیرهای مستقل در مدل‌های ریاضی انتخاب حالت لحاظ می‌شوند [Sahebi et

al., 2019]. عوامل مؤثر بر این انتخاب در میان افراد شامل نوع سفر، سطح نسبی خدمات، و هزینه مرتبط با حالت‌های موجود است. همچنین، هنگامی که تغییرات قابل توجهی در شرایط رخ دهد،

پدیده در دو حالت ممکن (موفقیت/شکست، انتخاب/عدم انتخاب و ...) مدل‌سازی می‌شود.

تفاوت اصلی رگرسیون لجستیک با رگرسیون خطی در دو نکته نهفته است:

توزیع شرطی $y|x$ به جای توزیع گوسی، از توزیع برنولی پیروی می‌کند.

مقادیر پیش‌بینی شده به صورت احتمال و در بازه [۰ و ۱] هستند که به کمک تابع توزیع لجستیک به دست می‌آیند.

تابع لجستیک، که اساس مدل رگرسیون لجستیک را تشکیل می‌دهد، دامنه‌ای برابر با اعداد حقیقی و بردی در بازه [۰ و ۱]

دارد [Hosmer & Lemeshow, 2000] و به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

$$\sigma(t) = \frac{e^t}{e^t + 1} = \frac{1}{1 + e^{-t}}$$

در مدل رگرسیون لجستیک، نسبت لگاریتمی شانس وقوع پدیده به صورت رابطه (۲) بیان می‌شود [Hosmer & Lemeshow, 2000]:

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i} \quad (2)$$

که در آن p احتمال وقوع حالت مورد نظر و X_i متغیرهای مستقل هستند.

با جایگذاری رابطه (۲) در تابع لجستیک، احتمال وقوع پدیده به صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود [Hosmer & Lemeshow, 2000]:

$$\begin{aligned} p &= \Pr(y_i = 1) \\ p &= \text{pr}(y_i | x_i; \beta) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i}}} \\ &= \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i})}} \end{aligned} \quad (3)$$

در این مطالعه، از مدل رگرسیون لجستیک (LR) برای پیش‌بینی نوع تصادف بر اساس شدت آن استفاده شده است. فرض کنید شدت تصادف به عنوان متغیر تصادفی Y از توزیع برنولی با احتمال موفقیت p پیروی کند (رابطه ۴) [Hosmer & Lemeshow, 2000]:

$$\text{Bernoulli}(p) \sim Y \quad (4)$$

در این مدل، نسبت لگاریتمی شانس وقوع تصادف مرگبار یا شدید طبق رابطه (۵) مدل‌سازی می‌شود [Hosmer & Lemeshow, 2000]:

$$\begin{aligned} \text{logit}(p) &= \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) \\ &= \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i} \\ i &= 1, \dots, n \end{aligned} \quad (5)$$

X1: نوع محل وقوع

X2: نوع قوس افقی مسیر

X3: شرایط روشنایی

X4: وضعیت سطح راه

X5: شرایط آب‌وهوا

احتمال وقوع تصادف مرگبار یا شدید بر اساس رابطه (۳) و ضرایب به دست آمده از مدل، محاسبه می‌شود.

۳- تحلیل توصیفی

۳-۱- روند سالانه تصادفات در شهر ارومیه (۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴)

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده در خصوص تصادفات شهری، در بازه زمانی ۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴، مجموعاً تعداد ۴۵۴۴۴ تصادف در سطح شهر ارومیه به ثبت رسیده است [پلیس راهنمایی و رانندگی ارومیه، ۱۴۰۴].

جدول ۲. توزیع سالانه تصادفات ترافیکی در شهر ارومیه (۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴)

سال	تعداد تصادف	درصد از کل
۱۴۰۰	۶۷۵۳	۱۴,۸۶
۱۴۰۱	۵۳۷۴	۱۱,۸۳
۱۴۰۲	۱۰۶۵۴	۲۳,۴۴
۱۴۰۳	۱۸۷۵۴	۴۱,۲۷
۲۳ تیر ۱۴۰۴	۳۹۰۹	۸,۶۰
جمع کل	۴۵۴۴۴	٪۱۰۰

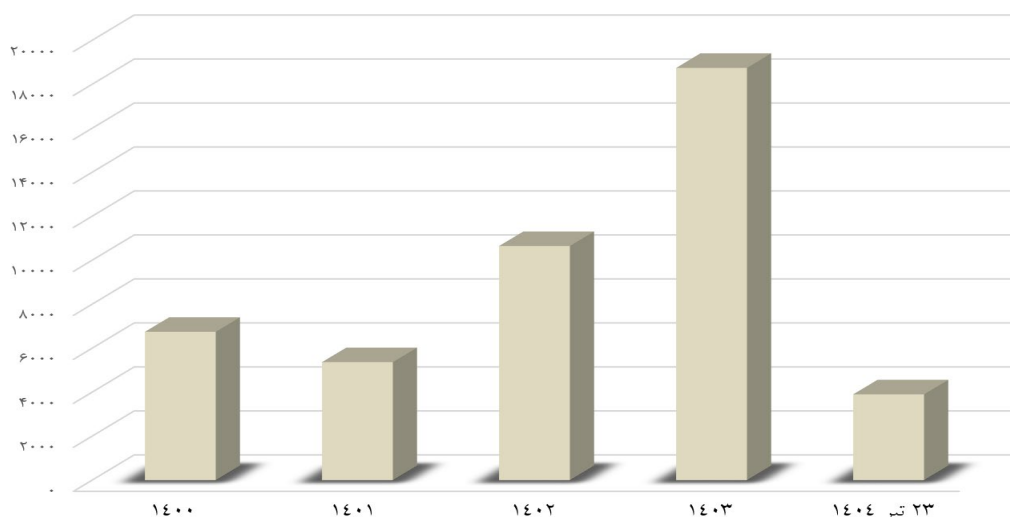
تحلیل روند سالانه این تصادفات نشان می‌دهد که:

- در سال ۱۴۰۰، تعداد ۶۷۵۳ تصادف ثبت شده که معادل ۱۴/۸۶ درصد از کل تصادفات بازه مورد بررسی است.
- در سال ۱۴۰۱، با ۵۳۷۴ تصادف، کاهش نسبی مشاهده می‌شود (حدود ۱۱/۸۳ درصد از کل).
- در سال ۱۴۰۲، آمار تصادفات به طور قابل توجهی افزایش یافته و به ۱۰۶۵۴ مورد رسیده که ۲۳/۴۴ درصد از کل را شامل می‌شود.
- اوج تصادفات در سال ۱۴۰۳ رخ داده است؛ با ۱۸۷۵۴ تصادف، این سال بیشترین سهم را با ۴۱/۲۷ درصد به خود اختصاص داده است.
- در سال ۱۴۰۴، با وجود اینکه فقط اطلاعات تا تاریخ ۲۳ تیر در دسترس بوده، ۳۹۰۹ مورد تصادف گزارش شده است که معادل ۸/۶۰ درصد از کل تصادفات چهار سال و چهار ماه اخیر است.

نکات تحلیلی و تفسیر روند

شکل ۱ روند افزایشی تصادفات در سه سال اخیر را به وضوح نشان می‌دهد. شیب صعودی تند نمودار از سال ۱۴۰۱ به بعد، که علل آن تشریح شد، بیانگر ضرورت پایش دقیق‌تر روندها و تدوین برنامه‌های مداخله‌ای فوری در حوزه ایمنی و مدیریت ترافیک شهری است.

- روند افزایشی قابل توجه از سال ۱۴۰۱ به بعد را می‌توان تا حد زیادی ناشی از رفع محدودیت‌های ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹ دانست؛ عواملی نظیر بازگشت کامل فعالیت‌های اجتماعی، رشد حجم تردهای درون‌شهری و افزایش سفرهای جبرانی پس از دوره رکود کرونایی، موجب شد که حجم تصادفات از سال ۱۴۰۲ به بعد به‌طور چشمگیری افزایش یابد. - با وجود اینکه داده‌های سال ۱۴۰۴ کامل نیست، تعداد بالای تصادفات در کمتر از ۴ ماه نخست نشان‌دهنده تداوم وضعیت نگران‌کننده در سال جاری است.



شکل ۱. روند تغییرات سالانه تعداد تصادفات ترافیکی در شهر ارومیه (افروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴)

۳-۲- روند ماهانه و فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)

بررسی داده‌های آماری تصادفات ماهانه و فصلی در شهر ارومیه طی بازه زمانی سال‌های ۱۴۰۰ تا تیرماه ۱۴۰۴، نشان‌دهنده روندی کاملاً صعودی و نگران‌کننده در تعداد کل تصادفات است (جداول ۳ و ۴). این روند علاوه بر افزایش کلی تصادفات، تغییرات قابل توجهی در توزیع زمانی و فصلی تصادفات را نیز نشان می‌دهد [پلیس راهنمایی و رانندگی ارومیه، ۱۴۰۴].

جدول ۳. تعداد ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)

سال ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)	سال ۱۴۰۳	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۰	ماه
۹۳۴	۱۰۶۴	۴۷۳	۱۲۷	۴۳۶	فروردین
۱۱۵۷	۱۲۸۵	۸۲۷	۲۸۲	۶۳۳	اردیبهشت
۱۰۹۴	۱۲۹۵	۸۵۲	۲۷۹	۱۰۳۱	خرداد
۷۲۴	۱۴۹۴	۵۸۳	۱۶۴	۶۴۱	تیر
-	۱۶۴۲	۷۴۵	۶۸۳	۷۱۵	مرداد
-	۱۵۴۷	۷۲۲	۲۷۹	۹۴۳	شهریور
-	۱۶۱۸	۸۰۲	۳۱۳	۶۷۱	مهر
-	۱۷۲۷	۷۶۵	۷۰۱	۴۹۰	آبان
-	۱۷۸۳	۸۳۹	۶۸۵	۵۶۹	آذر
-	۱۷۸۰	۱۲۱۵	۶۹۶	۳۸۸	دی
-	۱۷۶۲	۱۴۲۱	۶۱۹	۸۹	بهمن
-	۱۷۵۷	۱۴۱۰	۵۴۰	۱۴۷	اسفند
۳۹۰۹	۱۸۷۵۴	۱۰۶۵۴	۵۳۷۴	۶۷۵۳	مجموع

جدول ۴. تعداد فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)

سال ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)	سال ۱۴۰۳	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۰	ماه
۳۱۸۵	۳۶۴۴	۲۱۵۲	۶۸۸	۲۱۰۰	بهار
۷۲۴	۴۶۸۳	۲۰۵۰	۱۱۲۶	۲۲۹۹	تابستان
۰	۵۱۲۸	۲۴۰۶	۱۷۰۵	۱۷۳۰	پاییز
۰	۵۲۹۹	۴۰۴۶	۱۸۵۵	۶۲۴	زمستان
۳۹۰۹	۱۸۷۵۴	۱۰۶۵۴	۵۳۷۴	۶۷۵۳	مجموع

۱. روند کلی سالانه

مطابق داده‌های جداول ۳ و ۴، از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳، مجموع تصادفات از ۶۷۵۳ مورد در سال ۱۴۰۰ به ۱۸۷۵۴ مورد در سال ۱۴۰۳ افزایش یافته است؛ این به معنای رشد حدود ۱۷۸ درصدی در مدت سه سال است. همچنین در سال ۱۴۰۴، فقط تا تاریخ ۲۳ تیر، ۳۹۰۹ تصادف گزارش شده که اگر این روند ادامه یابد، می‌تواند سال ۱۴۰۴ را نیز در زمره سال‌های با آمار بالای تصادف قرار دهد.

۲. تغییر در الگوی فصلی تصادفات

بررسی داده‌های فصلی (جدول شماره ۴) نشان می‌دهد که برخلاف انتظار متعارف مبنی بر افزایش تصادفات در فصل تابستان، در سال‌های اخیر فصل‌های پاییز و زمستان به پرتعدادترین فصل‌های تصادف در شهر ارومیه تبدیل شده‌اند. برای نمونه:

- در سال ۱۴۰۳، زمستان با ۵۲۹۹ تصادف، بیشترین تعداد را در بین فصول دارد و پس از آن، پاییز با ۵۱۲۸ تصادف قرار دارد.
- در مقابل، تابستان با وجود حجم بالای سفرها، در سال ۱۴۰۳ با ۴۶۸۳ تصادف در رتبه سوم قرار گرفته است.

این تغییرات نشان می‌دهد که عواملی چون شرایط جوی، تراکم ترافیکی، افزایش فعالیت‌های شهری و شاید افت دقت رانندگان در ماه‌های سرد سال، تأثیر زیادی بر شدت و فراوانی تصادفات گذاشته‌اند.

۳. نقاط اوج و افت ماهانه

داده‌های جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، ماه‌های سردتر سال به‌ویژه از آبان تا اسفند، با رشد چشم‌گیر تصادفات همراه بوده‌اند. برای مثال، در آذر، دی و اسفند سال ۱۴۰۳ به ترتیب ۱۷۸۳، ۱۷۸۰ و ۱۷۵۷ تصادف گزارش شده است. همچنین در تابستان همان سال، خرداد، تیر و مرداد نیز شاهد افزایش چشم‌گیر تصادفات نسبت به سال‌های گذشته بوده‌اند. در مقابل، فروردین ۱۴۰۱ با فقط ۱۲۷ تصادف، کمترین مقدار ثبت شده در کل بازه آماری است.

۴. رفتار متفاوت سال ۱۴۰۱

سال ۱۴۰۱ از منظر آماری دارای الگوی متفاوتی نسبت به سال‌های دیگر است. در این سال، مجموع تصادفات در بهار، تابستان و پاییز نسبتاً پایین‌تر از حد معمول بوده و در زمستان با ثبت ۱۸۵۵ تصادف، جهش معناداری دیده می‌شود. این تغییر می‌تواند ناشی از کاهش سفرها به دلیل پیامدهای کرونا در نیمه نخست سال و بازگشت سفرهای جبرانی در نیمه دوم باشد.

۵. چشم‌انداز سال ۱۴۰۴

تا تاریخ ۲۳ تیرماه سال ۱۴۰۴، مجموعاً ۳۹۰۹ تصادف ثبت شده است که ۳۱۸۵ مورد آن در فصل بهار و ۷۲۴ مورد آن در تیرماه رخ داده‌اند. اگر همین روند ادامه یابد، پیش‌بینی می‌شود سال ۱۴۰۴ نیز در رده سال‌های پرتصادف قرار گیرد.

۶. جمع‌بندی و پیشنهادات

روندهای تحلیل‌شده در دو جدول ماهانه و فصلی، به‌روشنی نشان‌دهنده:

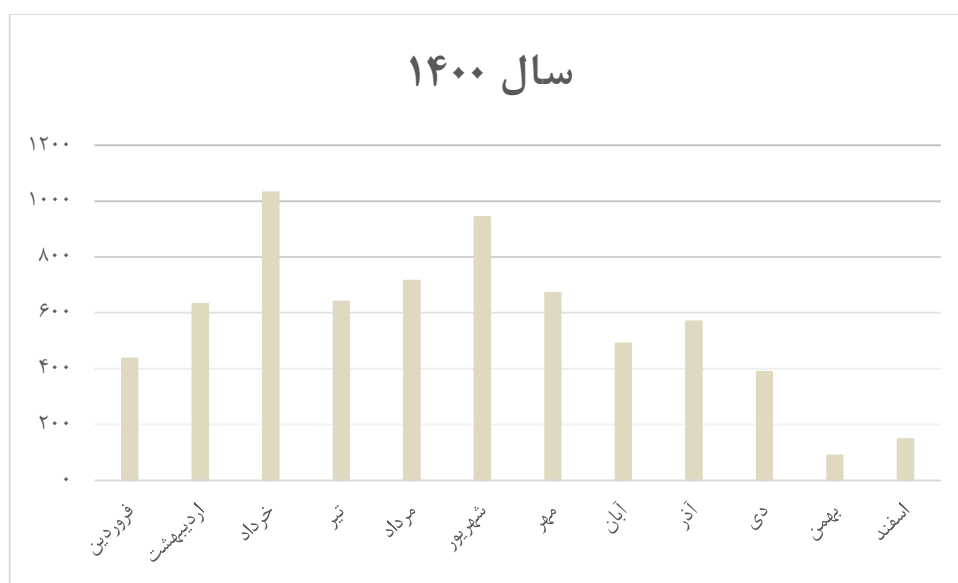
- افزایش کلی تصادفات در طول پنج سال گذشته،
- تغییر در فصل‌های پرتصادف از تابستان به پاییز و زمستان،
- و تغییر رفتارهای ترافیکی در اثر شرایط اجتماعی و اقلیمی هستند.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود:

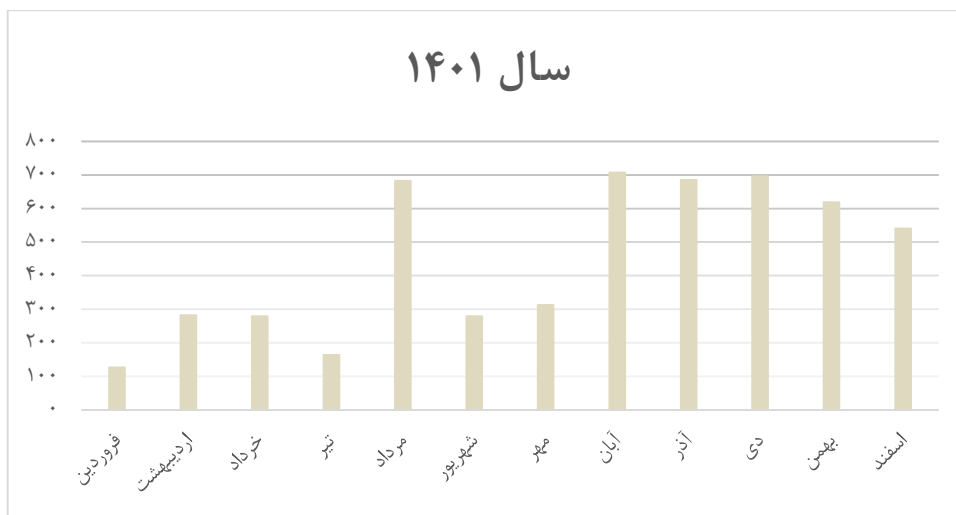
- برنامه‌ریزی ایمنی ترافیک در شهر ارومیه بر اساس الگوهای جدید فصلی بازطراحی شود؛
- تشدید اقدامات کنترلی و نظارتی در پاییز و زمستان در دستور کار قرار گیرد؛
- و با استفاده از این تحلیل، تقویم پیشگیرانه تصادف برای کل سال تدوین شود.

۷. نمودارهای تکمیلی برای درک بهتر روند ماهانه و فصلی تصادفات

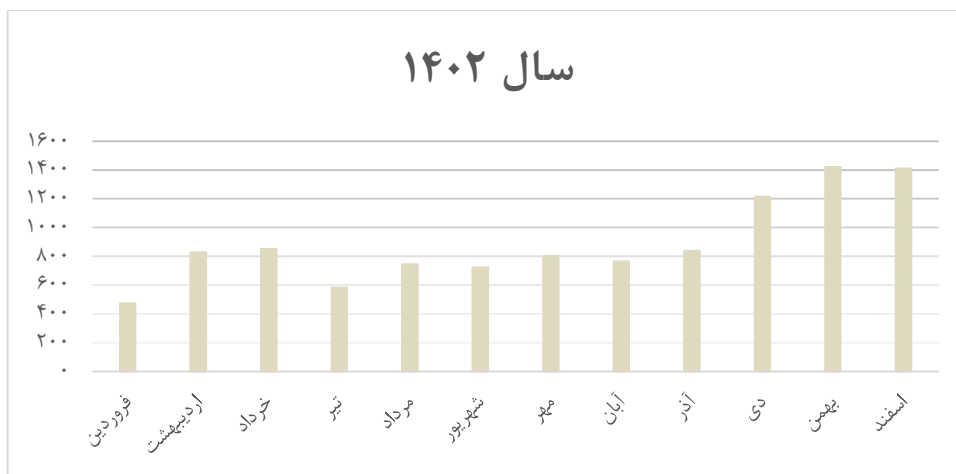
به‌منظور درک بهتر روند تغییرات ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)، در شکل‌های ۲ تا ۶ برای هر سال به‌صورت مجزا یک نمودار ستونی ترسیم شده است. این رویکرد، امکان مقایسه مستقیم رفتار ماهانه تصادفات در هر سال را فراهم می‌سازد و از شلوغی و تداخل داده‌ها جلوگیری می‌کند. این نمودارها، روندهای خاصی مانند اوج‌گیری‌های فصلی، کاهش‌های ناگهانی یا رفتارهای غیرعادی در ماه‌های خاص را به‌وضوح نمایش می‌دهند.



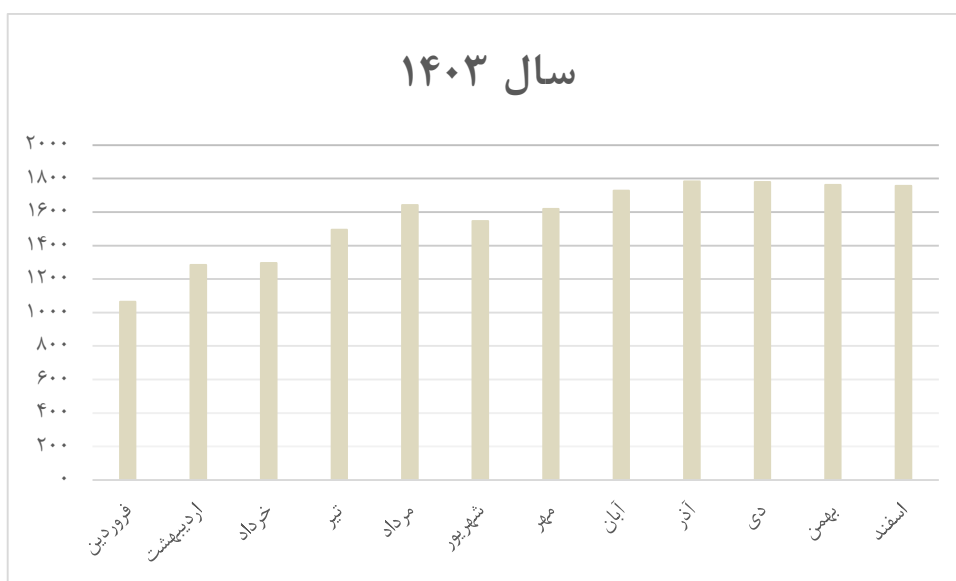
شکل ۲. توزیع ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۰



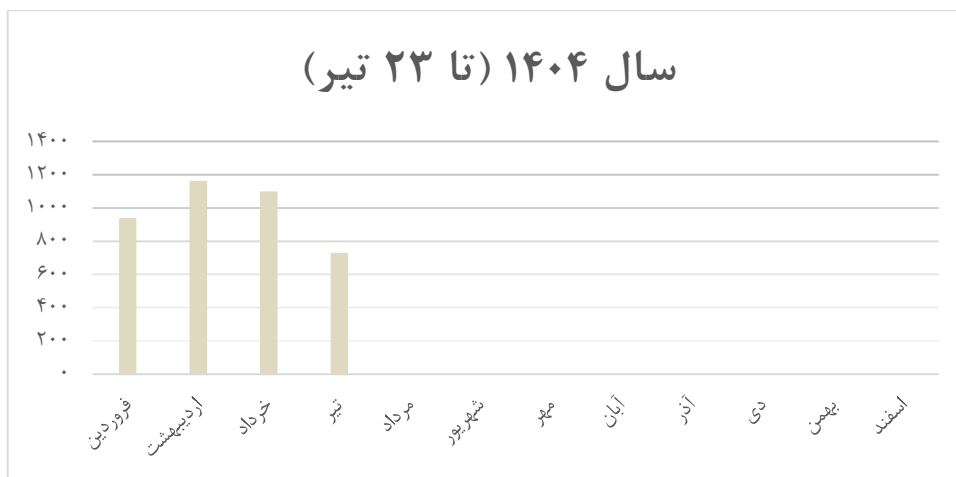
شکل ۳. توزیع ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۱



شکل ۴. توزیع ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۲

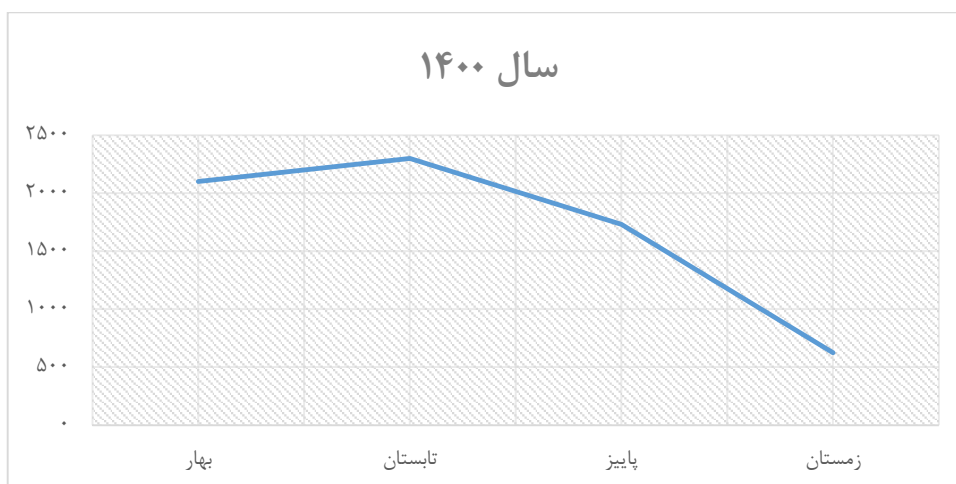


شکل ۵. توزیع ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۳

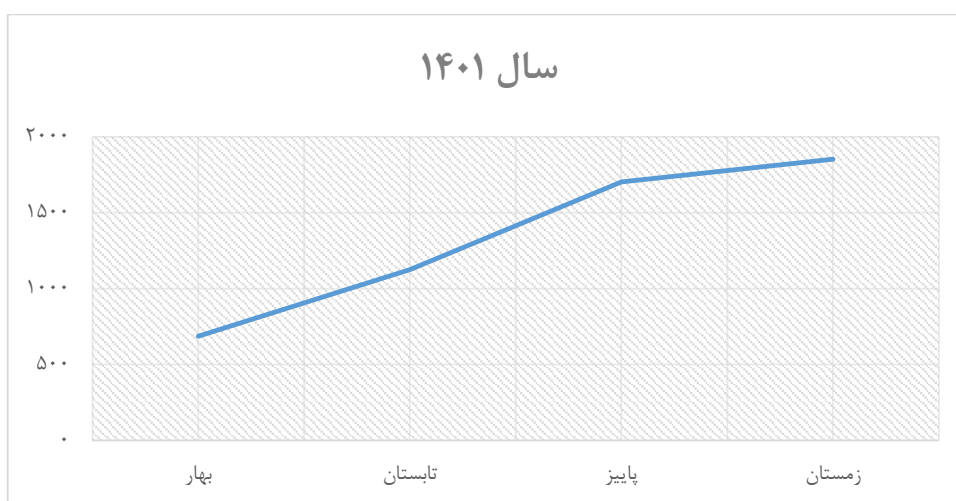


شکل ۶. توزیع ماهانه تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۴

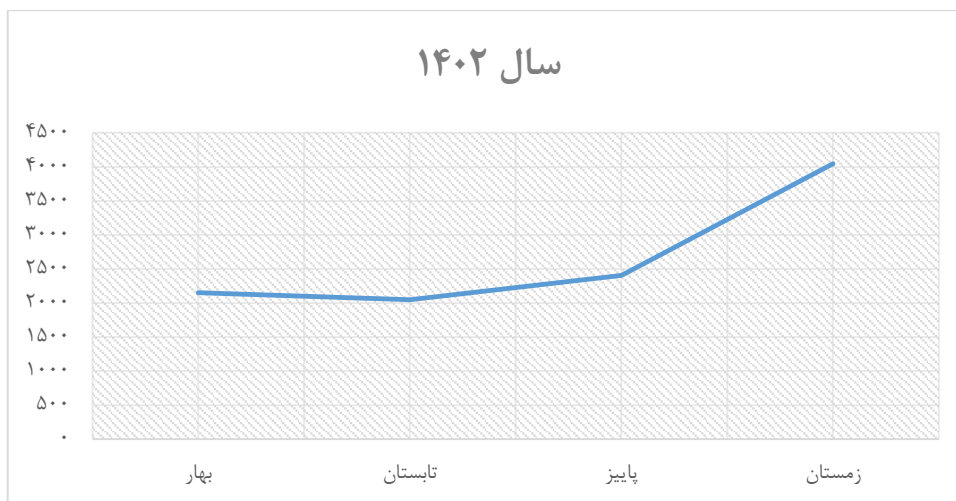
همچنین، به منظور تکمیل تحلیل، برای داده‌های فصلی (بهار، تابستان، پاییز، زمستان) در سال‌های مختلف شکل‌های ۷ تا ۱۱ ترسیم شده است تا تغییرات الگوی فصلی تصادفات مقایسه‌ای نمایان شود.



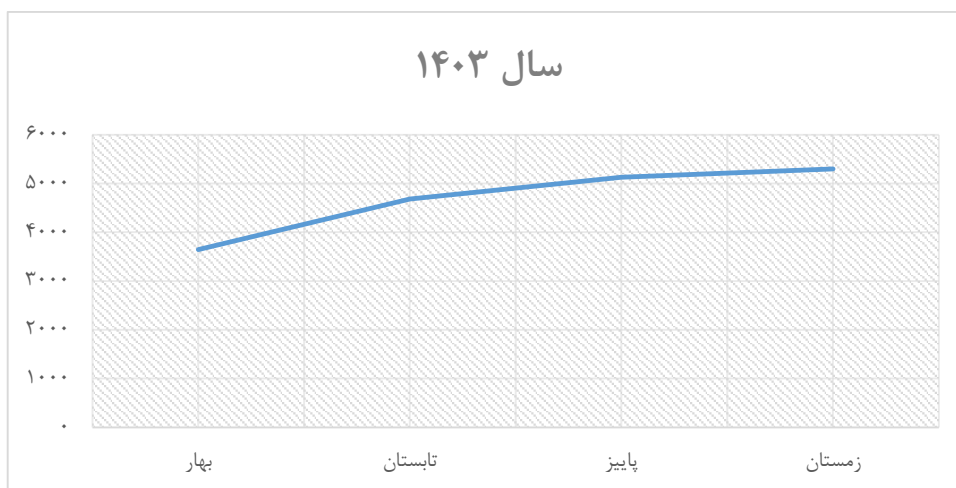
شکل ۷. تغییرات فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۰



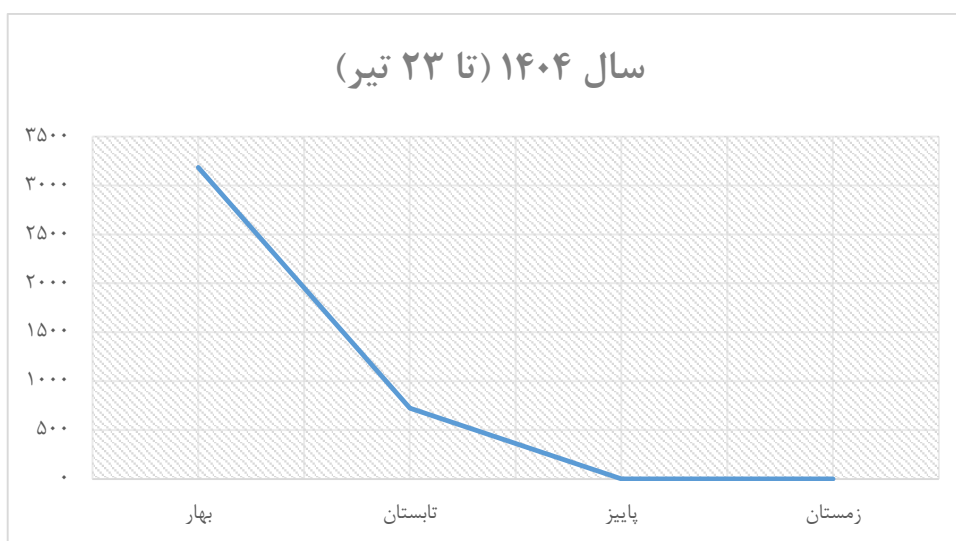
شکل ۸. تغییرات فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۱



شکل ۹. تغییرات فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۲



شکل ۱۰. تغییرات فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۳



شکل ۱۱. تغییرات فصلی تصادفات در شهر ارومیه طی سال ۱۴۰۴

۳-۳- توزیع زمانی تصادفات در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴

بررسی آماری توزیع تصادفات بر اساس بازه‌های زمانی شبانه‌روز در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا تاریخ ۲۳ تیر) نشان‌دهنده الگوهای روشن و ثابتی در زمینه زمان‌های پریسک وقوع تصادفات است. این الگوها در عین ثبات در روند کلی، در برخی دوره‌ها دچار تغییرات چشم‌گیر شده‌اند [پلیس راهنمایی و رانندگی ارومیه، ۱۴۰۴].

جدول ۵. توزیع زمانی تصادفات بر اساس بازه‌های ساعتی در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)

بازه زمانی تصادف	سال ۱۴۰۰	سال ۱۴۰۱	سال ۱۴۰۲	سال ۱۴۰۳	سال ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر)
۰ الی ۶	۲۰۱	۱۶۸	۵۳۱	۱۰۷۷	۲۱۸
۶ الی ۱۲	۱۹۹۶	۱۴۲۶	۲۷۲۲	۴۵۸۸	۹۵۰
۱۲ الی ۱۸	۲۸۱۵	۲۳۱۳	۴۴۲۳	۷۶۶۷	۱۵۶۱
۱۸ الی ۲۴	۱۷۴۱	۱۴۶۷	۲۹۷۸	۵۴۵۲	۱۱۸۰
مجموع	۶۷۵۳	۵۳۷۴	۱۰۶۵۴	۱۸۷۵۴	۳۹۰۹

۱. اوج تصادفات در بازه‌ی ۱۲ تا ۱۸

در تمام سال‌های مورد بررسی، بازه زمانی ساعت ۱۲ تا ۱۸ به‌صورت پیوسته بیشترین تعداد تصادف را به خود اختصاص داده است. سهم این بازه زمانی از کل تصادفات سالانه به ترتیب به شرح زیر است:

- سال ۱۴۰۰: ۴۱/۷ درصد (۲۸۱۵ مورد از ۶۷۵۳)
- سال ۱۴۰۱: ۴۳ درصد
- سال ۱۴۰۲: ۴۱/۵ درصد
- سال ۱۴۰۳: ۴۰/۹ درصد
- سال ۱۴۰۴ (تا ۲۳ تیر): ۳۹/۹ درصد

این بازه زمانی با بیش‌ترین حجم فعالیت‌های شهری، تردد خودروهایی شخصی و عمومی، سفرهای بین‌شهری کوتاه، حمل‌ونقل کالا، مراجعات اداری و تجاری هم‌زمان است و به‌طور طبیعی پرتددترین و پرتنش‌ترین ساعات روز محسوب می‌شود.

۲. رشد نگران‌کننده تصادفات در بازه شبانه ۰ تا ۶

اگرچه بازه زمانی ۰ تا ۶ بامداد در تمام سال‌ها کمترین سهم از تصادفات را دارد، اما روند آن طی چهار سال گذشته رشد قابل توجهی را تجربه کرده است.

- سال ۱۴۰۰: ۲۰۱ تصادف
- سال ۱۴۰۱: ۱۶۸ تصادف (کاهش جزئی)
- سال ۱۴۰۲: ۵۳۱ تصادف (رشد بیش از ۳ برابری نسبت به سال قبل)
- سال ۱۴۰۳: ۱۰۷۷ تصادف (رشد دو برابری نسبت به سال ۱۴۰۲)

این افزایش تصادفات در ساعات نیمه‌شب تا صبح می‌تواند نشان‌دهنده افزایش تردهای شبانه (برای مثال تاکسی‌های اینترنتی، باربری و خودروهای بین‌شهری و ...) باشد.

۳. سهم نسبتاً ثابت بازه‌ی ۶ تا ۱۲

بازه‌ی زمانی ۶ الی ۱۲ صبح، دومین بازه پرتردد روز است که معمولاً با شروع فعالیت‌های روزانه، مدارس، ادارات و مراجعات درمانی و خدماتی همراه است. سهم آن از کل تصادفات سالانه تقریباً بین ۲۱ تا ۲۵ درصد در نوسان بوده است:

- سال ۱۴۰۰: ۲۹/۶ درصد
- سال ۱۴۰۱: ۲۶/۵ درصد
- سال ۱۴۰۲: ۲۵/۵ درصد
- سال ۱۴۰۳: ۲۴/۳ درصد
- سال ۱۴۰۴ (تا تیر): ۲۴/۳ درصد

این کاهش تدریجی در سهم این بازه ممکن است به علت پراکندگی بیشتر زمان شروع فعالیت‌ها یا انتقال بخشی از ترافیک به ظهر و بعدازظهر باشد.

۴. افزایش معنادار تصادف در بازه عصر تا نیمه‌شب (۱۸ تا ۲۴)

بازه‌ی ۱۸ تا ۲۴ که ساعات پرتردد عصرگاهی، پایان فعالیت‌های روزانه، زمان اوج سفرهای بازگشتی، و بعضاً برنامه‌های عصرگاهی و شبانه است، نیز افزایش چشم‌گیری در تعداد تصادف داشته است:

- سال ۱۴۰۰: ۱۷۴۱ مورد
- سال ۱۴۰۱: ۱۴۶۷ مورد
- سال ۱۴۰۲: ۲۹۷۸ مورد
- سال ۱۴۰۳: ۵۴۵۲ مورد (بیش از سه برابر سال ۱۴۰۱)
- سال ۱۴۰۴ (تا تیر): ۱۱۸۰ مورد

سهم این بازه زمانی از کل تصادفات در سال ۱۴۰۳، به ۲۹/۱ درصد رسیده که نزدیک به سهم بازه ۱۲ تا ۱۸ است. این موضوع حاکی از آن است که در برخی مناطق، ساعات غروب و شب جایگزین ساعت اوج ترافیک شده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱. بازه‌ی زمانی ۱۲ تا ۱۸ هم‌چنان اصلی‌ترین بازه وقوع تصادف است و باید محور اقدامات کنترلی باشد.
۲. افزایش قابل توجه تصادف در ساعات شبانه (۰ تا ۶) در سال‌های اخیر، نیازمند توجه فوری برای طراحی برنامه‌های ایمنی شبانه و افزایش نظارت است.
۳. رشد تصادف در بازه عصر تا نیمه‌شب (۱۸ تا ۲۴)، به‌ویژه در سال ۱۴۰۳، نشان‌دهنده‌ی جابه‌جایی بخشی از ترافیک روز به ساعات شب است که احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت‌های تجاری شبانه و کاهش بازدهی ترافیکی روز رخ داده است.

۴- تحلیل استنباطی داده‌ها

۴-۱- مدل رگرسیون لجستیک برای شدت تصادفات در ارومیه (۱۴۰۰-۱۴۰۴)

به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات جاده‌ای در شهر ارومیه، مدل رگرسیون لجستیک دو جمله‌ای توسعه داده شد. متغیر وابسته، شدت تصادف با دو سطح (۰ = خسارتی، ۱ = جرحی/فوتی) تعریف گردید. داده‌های تصادفات ثبت‌شده از ۱ فروردین ۱۴۰۰ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۴ مورد استفاده قرار گرفت. سه متغیر مستقل شامل نوع وسیله نقلیه، علت مستقیم تصادف و تاریخ تصادف در مدل وارد شدند.

۴-۲- خلاصه پردازش داده‌ها

جدول ۶ نشان می‌دهد که از مجموع ۴۵,۴۴۴ رکورد موجود، هیچ داده‌ای حذف نشده و کلیه مشاهدات در مدل لحاظ گردیده‌اند.

جدول ۶. خلاصه پردازش داده‌ها

درصد	تعداد	تحلیل داده‌ها
۱۰۰	۴۵۴۴۴	داده‌های موجود
		در تجزیه و تحلیل
		داده‌های در نظر
		گرفته نشده
۱۰۰	۴۵۴۴۴	مجموع

۴-۳- ضرایب مدل

نتایج برآورد ضرایب مدل در جدول ۷ ارائه شده است.

- تفسیر ضرایب:
- نوع وسیله نقلیه با ضریب مثبت و معنی دار ($B = 0.071, p < 0.001$) نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد در کدگذاری نوع وسیله، احتمال وقوع تصادف فوتی حدود ۷,۳٪ افزایش می‌یابد.
- علت مستقیم تصادف اثر منفی و معنی دار دارد ($B = -1.433, p < 0.001$); به طوری که برخی علل احتمال فوتی بودن تصادف را کاهش می‌دهند. ($Exp(B) = 0.239$)
- تاریخ تصادف نیز ضریب منفی و معنی دار دارد ($B = -0.557, p < 0.001$); یعنی با گذر زمان، احتمال وقوع تصادفات شدید کاهش یافته است که می‌تواند ناشی از بهبود شرایط ترافیکی یا اثرات پسا کرونا باشد.

۴-۴- برازش

- مقدار منفی ۲ لگاریتم لایکلیهود برابر ۳۹۱۰۲,۲۰۵، نشان‌دهنده انطباق مناسب مدل با داده‌ها است (جدول ۸).
- شاخص‌های R^2 کاکس و اسنل (۰,۲۴۵) و ناگلکرکه (۰,۳۶۰) بیانگر آن هستند که مدل حدود ۲۴,۵ تا ۳۶ درصد واریانس شدت تصادفات را تبیین می‌کند (جدول ۸).
- آزمون کلی مدل با مقدار $\chi^2 = 12781,094$ و سطح معنی داری $p < 0.001$ دلالت بر معناداری کلی مدل دارد (جدول ۹).

جدول ۷. جدول ضرایب مدل

متغیرها	ضرایب	خطای استاندارد	آماره والد	درجه آزادی	معناداری	Exp(B)
نوع وسیله نقلیه	۰,۰۷۱	۰,۰۰۹	۶۴,۷۱۹	۱	۰	۱,۰۷۳
علت مستقیم تصادف	-۱,۴۳۳	۰,۰۱۶	۷۸۶۱,۰۴	۱	۰	۰,۲۳۹
تاریخ تصادف	-۰,۵۵۷	۰,۰۱۱	۲۳۴۹,۴۳۵	۱	۰	۰,۵۷۳
ثابت مدل	۶,۹۲۸	۰,۰۹۶	۵۲۳۷,۴۷۲	۱	۰	۱۰۲۰,۲۷

جدول ۸. خلاصه مدل

منفی ۲ لگاریتم لایکلیهود	کاکس و اسنل R^2	نگلکرکه R^2
۳۹۱۰۲,۲۰۵	۰,۲۴۵	۰,۳۶۰

جدول ۹. آزمون‌های همه جانبه ضرایب مدل

سطح ۱	خی ۲	درجه آزادی	معناداری
مرحله	۱۲۷۸۱,۰۹۴	۳	۰
بلوک	۱۲۷۸۱,۰۹۴	۳	۰
مدل	۱۲۷۸۱,۰۹۴	۳	۰

$$p(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(6.928+0.071 \times \text{vasile} - 1.433 \times \text{elate_tasadof} - 0.557 \times \text{tarikhe_tasadof})}} \quad (6)$$

۴-۵- فرم مدل نهایی

رابطه ۶ مدل نهایی را نشان می‌دهد که در آن:

$P(Y=1)$: احتمال وقوع تصادف شدید (جرحی/فوتی) است،

Vasile: متغیر نوع وسیله نقلیه،

elate_tasadofelate: متغیر علت مستقیم تصادف،

tarikhe_tasadoftarikhe: متغیر تاریخ تصادف.

مدل توسعه یافته توانسته است اثر سه متغیر کلیدی را بر شدت تصادفات در ارومیه شناسایی کند. با این حال، حساسیت مدل در پیش‌بینی تصادفات جرحی/فوتی نیازمند بهبود است که می‌تواند از طریق افزودن متغیرهای بیشتر (نظیر شرایط جوی، ویژگی‌های هندسی معبر و سوابق راننده) یا استفاده از تکنیک‌های متوازن‌سازی داده‌ها ارتقا یابد.

۵- جنبه‌های حقوقی تصادفات

۱-۵- تصادفات خسارتی

این نوع تصادفات صرفاً خسارت مالی به خودروها یا اموال وارد می‌آورند و آسیب جانی ندارند. بر اساس ماده ۱۰ قانون بیمه اجباری، در صورت فرار راننده مقصر از صحنه، صندوق تأمین خسارت‌های بدنی موظف به جبران خسارت زیان‌دیدگان است و پس از آن از راننده مطالبه می‌کند [قانون بیمه اجباری، ۱۳۹۵]. راننده مقصر موظف به جبران کامل خسارت مالی است و در صورت اعتراض، پرونده در دادگاه حقوقی مطرح می‌شود. عوامل مؤثر در این نوع تصادفات عبارتند از بی‌توجهی به فاصله امن، بی‌احتیاطی در پارک کردن، سرعت بالا در مناطق پرجمعیت و نقص فنی خودرو. مجازات شامل جریمه نقدی، الزام به جبران خسارت و محرومیت موقت از رانندگی است [مودبی، ۱۳۹۴].

در حوزه حمل‌ونقل و ایمنی جاده‌ای، تحلیل و دسته‌بندی انواع تصادفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چراکه شناخت دقیق انواع تصادفات و چارچوب‌های قانونی مرتبط با هر یک، می‌تواند در طراحی سیاست‌های پیشگیرانه، بهبود نظام رسیدگی و کاهش بار قضایی مؤثر باشد. در این بخش، به تفکیک تصادفات خسارتی، جرحی، فوتی و فرار از صحنه حادثه پرداخته شده و ضمن تشریح تعاریف، روند رسیدگی، مراجع قانونی و مجازات‌های مرتبط، ابعاد حقوقی و تأثیرات آنها بررسی شده است. این تحلیل حقوقی، بستری فراهم می‌کند تا، چالش‌ها و راهکارهای مدیریتی و قانونی مرتبط با کاهش حوادث رانندگی به شکل دقیق‌تری مورد بحث قرار گیرد و نقش بیمه‌های اجباری و نظام قضایی در ارتقاء ایمنی جاده‌ای مشخص‌تر شود.

۲-۵- تصادفات جرحی

تصادفات جرحی به وقایعی اطلاق می شود که منجر به آسیب بدنی غیرعمدی (مانند زخم، شکستگی، جراحت) به افراد می گردد، بدون فوت قربانی. مطابق ماده ۶۱ قانون بیمه اجباری خسارات وارد شده به اشخاص ثالث (مصوب ۱۳۹۵)، اعمالی نظیر صحنه سازی یا تعویض خودرو در این زمینه جرم محسوب شده و مشمول مجازات حبس تعزیری و جزای نقدی است. همچنین ماده ۶۲ همان قانون، معرفی نادرست راننده مسبب حادثه را جرم کیفری دانسته است [وبسایت قوانین ایران، ۱۴۰۴]. از ۱۷ خرداد ۱۴۰۴، رسیدگی به پرونده های تصادفات جرحی به جای دادگاه های کیفری، توسط پلیس راهنمایی و رانندگی، پزشکی قانونی و شرکت های بیمه انجام می شود تا فرایند تسریع یابد و بار قضایی کاهش یابد [قانون برنامه هفتم توسعه، ۱۴۰۳]. عوامل مؤثر در وقوع این تصادفات شامل سرعت غیرمجاز، عدم رعایت حق تقدم، عدم توجه به شرایط جاده و رانندگی در حالت خستگی یا حواس پرتی است. مجازات ها شامل جریمه مالی، محرومیت موقت از رانندگی، پرداخت هزینه های درمانی توسط مقصر [مطابق ماده ۶۱ قانون بیمه اجباری، ۱۳۹۵] و در صورت تشدید، رسیدگی کیفری و حبس کوتاه مدت است.

۳-۵- تصادفات فوتی

تصادفاتی که منجر به فوت یک یا چند نفر می شود، تحت عنوان تصادفات فوتی شناخته می شوند. ماده ۱۶ قانون اصلاح بیمه اجباری خسارات وارد شده به اشخاص ثالث، شرکت بیمه را موظف به پرداخت دیه کامل فوتی بدون نیاز به حکم دادگاه می داند. طبق ماده ۷۱۸ قانون مجازات اسلامی، راننده در صورت قتل غیرعمد ناشی از تصادف و وجود شرایطی مانند مستی، سرعت غیرمجاز یا نقض فنی، به بیش از دو سوم حداکثر مجازات تعزیری محکوم می شود و امکان محرومیت از رانندگی برای مدت یک تا پنج سال وجود دارد. عوامل مؤثر عبارتند از سرعت غیرمجاز، رانندگی تحت تاثیر مواد مخدر یا الکل، عدم رعایت قوانین و شرایط نامناسب جاده و آب و هوا. مجازات ها شامل پرداخت دیه، مجازات کیفری حبس و محرومیت از رانندگی است [رضایی، ۱۳۹۲].

۴-۵- تصادفات فرار از صحنه حادثه

فرار راننده مقصر از محل حادثه به منظور فرار از مسئولیت قانونی یکی از شدیدترین تخلفات است. ماده ۷۱۹ قانون مجازات اسلامی، فرار از صحنه تصادف جانی یا مالی را به مجازات حبس تا دو سوم حداکثر مجازات مربوط به ماده ۷۱۸ محکوم کرده و جریمه نقدی و محرومیت از رانندگی نیز برای متخلف در نظر گرفته است [جعفری لنگرودی، ۱۳۸۸]. روند رسیدگی در این موارد با شدت بیشتری دنبال شده و اگر مصدوم نیاز فوری به کمک داشته باشد، مجازات سنگین تر خواهد بود. عوامل مؤثر در فرار شامل ترس از مجازات، عدم آگاهی از مسئولیت های قانونی و وضعیت روانی راننده پس از حادثه است.

۶- نتیجه گیری

این پژوهش با بهره گیری از مدل رگرسیون لجستیک دوجمله ای به تحلیل عوامل مؤثر بر شدت تصادفات شهری در ارومیه طی سال های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ پرداخت. نتایج نشان داد نوع وسیله نقلیه، علت مستقیم تصادف و زمان وقوع حادثه از مهم ترین متغیرهای اثرگذار بر احتمال بروز تصادفات جرحی-فوتی هستند. معناداری آماری این متغیرها بیانگر آن است که شدت تصادفات بیش از آنکه تصادفی باشد، تابع الگوهای قابل شناسایی رفتاری و ساختاری است. روند زمانی کاهش احتمال تصادفات شدید می تواند نشان دهنده بهبود نسبی مدیریت ترافیک و تغییر الگوهای سفر در دوره پساکرونا باشد، هرچند افزایش کلی تعداد تصادفات زنگ خطری جدی برای نظام ایمنی شهری محسوب می شود. همچنین تحلیل های زمانی نشان داد ساعات بعدازظهر و عصر بیشترین سهم را در وقوع تصادفات دارند که ضرورت تمرکز اقدامات کنترلی در این بازه ها را تقویت می کند. از منظر حقوقی، بررسی چارچوب های قانونی مرتبط با تصادفات جرحی، فوتی و فرار از صحنه حادثه نشان داد که اگرچه قوانین بازدارنده پیش بینی شده اند، اما اثربخشی آنها نیازمند اجرای دقیق، نظارت هوشمند و افزایش آگاهی عمومی است. در مجموع، ترکیب تحلیل آماری با ارزیابی حقوقی نشان می دهد که کاهش شدت تصادفات مستلزم رویکردی چندبعدی شامل بهبود زیرساخت، اصلاح رفتار رانندگان، تقویت نظارت و کارآمدسازی سازوکارهای قانونی است.

-Guido, G., Haghshenas, S., Vitale, A., Astarita, V., Park, Y., & Geem, Z. W. (2022). Evaluation of contributing factors affecting number of vehicles involved in crashes using machine learning techniques in rural roads of Cosenza, Italy. *Safety*.

-Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). Applied logistic regression (2nd ed.). *Wiley*.

-Iqbal, A., Rehman, Z. U., Ali, S., Ullah, K., & Ghani, U. (2020). Road traffic accident analysis and identification of black spot locations on highway. *Civil Engineering Journal*, 2448–2456.

-Jashnian, A. H., Ebrahimzadeh, M. A., & Yaghoobii, S. (2024). Analysis and evaluation of hourly changes in travel consumption volume and the number of severe accidents in inner-city roads (case study of Qom city). *Road*, e198229

-Kodippili, N. P., Akther, M., & Naveendrakumar, G. (2021). Accident hotspots in southern expressway of Sri Lanka: interpolation evaluation using GIS. *Advances in Technology*, 191–206.

-Kumara, S., & Walgampaya, C. (2021). Identification of severity factors and risk areas of southern expressway accidents. *Engineer*, 61–75.

-Kushan, M., & Chandrasekara, N. (2020). Identification of factors and classifying the accident severity in Colombo—Katunayake expressway, Sri Lanka. In *Smart Computing and Systems Engineering*, IEEE, Kelaniya, 166–173.

-Mahpour, A., Amiri, A. M., Deldar, M., Saffarzadeh, M., & Nazifi, A. (2018). A heuristic method to determine traffic bottlenecks based on ant colony: a case study of Iran. *Case Studies on Transport Policy*, 6(4), 716–721.

۷-مراجع

-پلیس راهنمایی و رانندگی ارومیه. (۱۴۰۴). داده‌های تصادفات شهری ارومیه (فروردین ۱۴۰۰ تا تیر ۱۴۰۴). ارومیه، ایران: پلیس راهنمایی و رانندگی.

-جعفری لنگرودی، محمدجعفر. (۱۳۸۸). حقوق کیفری اختصاصی، تهران: نشر حقوقی. فصول ۹ و ۱۰، ۲۵۰-۲۱۰.

-رضایی، علی. (۱۳۹۲). آثار حقوقی تصادفات و مسئولیت‌های ناشی از آن، تهران: انتشارات حقوقی. فصول ۹ و ۱۰، ۲۵۰-۲۱۰. شهرداری ارومیه. (۱۴۰۴). گزارش آماری و اطلاعات جغرافیایی شهر ارومیه. ارومیه، ایران: شهرداری ارومیه.

-قانون برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران (مصوب ۱۴۰۳).

-قانون بیمه اجباری خسارات وارد شده به اشخاص ثالث در اثر حوادث ناشی از وسایل نقلیه (مصوب ۱۳۹۵).

-مودبی، علی. (۱۳۹۴). حقوق بیمه و مسئولیت مدنی، تهران: انتشارات حقوقی. فصول ۹ و ۱۰، ۲۵۰-۲۱۰.

-وبسایت قوانین ایران. (۱۴۰۴). قوانین و مقررات جمهوری اسلامی ایران. بازیابی شده از: <http://www.laws.ir>

-Brimley, B. K., Saito, M., & Schultz, G. (2012). Calibration of highway safety manual safety performance function. *Transportation Research Record*, 82–89.

-Chong, M. M., Abraham, A., & Paprzycki, M. (2005). Traffic accident analysis using machine learning paradigms. *Informatika*, 89–98.

-Dhananjaya, S., & Alibuhtto, M. (2016). Factors influencing road accidents in Sri Lanka: a logistic regression approach. In *5th Annual Science Research Sessions*, 157–173.

-Guido, G., Haghshenas, S., Haghshenas, S., Vitale, A., Astarita, V., & Haghshenas, A. (2020). Feasibility of stochastic models for evaluation of potential factors for safety: a case study in Southern Italy. *Sustainability*.

- Shen, S., Fowkes, T., Whiteing, T., & Johnson, D. (2009). Econometric modelling and forecasting of freight transport demand in Great Britain. In *Proceedings of European Transport Conference*, 5–7.
- Siraj, M. S., Rabbi, F., Asma, M. S., & Islam, M. J. (2021). Road accident analysis: a case study Dhaka metropolitan area. *Journal of Transport Systems*, 48–54.
- Wang, X., Liu, J., Khattak, A. J., & Clarke, D. (2016). Non-crossing rail-trespassing crashes in the past decade: a spatial approach to analysis of injury severity. *Safety Research*, 44–55.
- Wang, Y., & Zhang, W. (2016). Analysis of roadway and environmental factors affecting traffic crash severities. *World Conference on Transport Research WCTR*, Elsevier, Shanghai, 2119–2125.
- World Health Organization. (2025). Road traffic injuries.
- Zhang, J., Chen, X., & Tu, Y. (2013). Environmental and traffic effects on incident frequency occurred on urban expressways. In *13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013)*, Elsevier, Shanghai, 1366–1377.
- Zheng, L., Sayed, T., & Mannering, F. (2020). Modeling traffic conflicts for use in road safety analysis: a review of analytic methods and future directions. *Analytic Methods in Accident Research*.
- Zhang, J., Li, Z., Pu, Z., & Xu, C. (2018). Comparing prediction performance for crash injury severity among various machine learning and statistical methods. *IEEE Access*, 6, 60079–60087.
- Mahpour, A. R., Amiri, A., & Ebrahimi, E. S. (2019). Do drivers have a good understanding of distraction by wrap advertisements? Investigating the impact of wrap advertisement on distraction-related driver's accidents. *Advances in Transportation Studies*, 48.
- Ma, Z., Shao, C., Yue, H., & Ma, S. (2009). Analysis of the logistic model for accident severity on urban road environment. In *Intelligent Vehicles Symposium*, IEEE, 983–987.
- Mehta, G., & Lou, Y. (2013). Safety performance function calibration and development for the state of Alabama: two-lane two-way rural roads and four-lane divided highways. In *92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, DC, USA.
- Memari, M., Abdolmanafi, S. E., & Jashnian, A. (2025). Modeling the Number of Urban Road Accidents Based on Built Environment Characteristics. *New Approaches in Civil Engineering*, 9(1), 18-28.
- Montella, A. (2005). Safety reviews of existing roads: quantitative safety assessment methodology. *Transportation Research Record*, 62–72.
- Paolo, I., Nicola, B., Pasquale, C., Vittorio, R., & Eirin, R. (2018). Exploring the relationships between drivers' familiarity and two-lane rural road accidents: A multi-level study. *Accident Analysis & Prevention*, 280–296.
- Sahebi, S., Mirbaha, B., Mahpour, A., & Noruz Aliaei, M. H. (2015). Predicting pedestrian accidents in rural roads using ordered logit model. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 6(3), 581–592.

Investigating Factors Affecting Urban Crash Severity through an Integrated Statistical and Legal Approach in the Post-COVID Era (Case Study: Urmia, Iran)

Amirhossein Jashnian, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Sahar Mirmostafa, Department of Law and Political Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Mohammadamin Ebrahimzadeh, Department of Transportation Planning Engineering, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Ali Abdi Kordani, Professor, Department of Transportation Planning, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

E-mail: aliabdi@eng.ikiu.ac.ir

Received: February 2026- Accepted: May 2026

ABSTRACT

Urban traffic crashes represent a major transportation safety challenge in developing countries, leading to significant human, economic, and legal consequences. This study aims to identify and model the factors affecting urban crash severity in the city of Urmia, Iran, over the period from March 21, 2021, to July 14, 2025. Crash severity was categorized into two groups—property-damage-only and injury/fatal crashes—and analyzed using a binary logistic regression model. The results indicate that vehicle type ($\text{Exp}(B)=1.073$), primary cause of crash ($\text{Exp}(B)=0.239$), and crash date ($\text{Exp}(B)=0.573$) have statistically significant effects on the likelihood of injury/fatal crashes ($p < 0.001$). The Nagelkerke R^2 value (0.360) suggests a satisfactory explanatory power of the model. The temporal trend of the coefficients reveals a decreasing probability of severe crashes in recent years, which may reflect changes in traffic patterns during the post-COVID period. In addition to the statistical analysis, the legal dimensions of traffic crashes—particularly the issue of hit-and-run incidents and related legal enforcement mechanisms—were examined. The findings suggest that integrating statistical modeling with legal analysis provides a robust framework for evidence-based policymaking, strengthening regulatory systems, and reducing the severity of urban traffic crash outcomes.

Keywords: Road Traffic Crashes, Crash Severity, Logistic Regression, Urban Transportation Safety, Post-COVID Period