

تحلیل احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی

مهدی بازرگان، پژوهشگر، پژوهشکده گردشگری جهاد دانشگاهی، مشهد، ایران
معصومه توانگر^۱، استادیار، پژوهشکده گردشگری جهاد دانشگاهی، مشهد، ایران
علیرضا معینی، پژوهشگر، پژوهشکده گردشگری جهاد دانشگاهی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۳

چکیده

با توجه به رشد چشمگیر گردشگران و حجم بالای سفرها، مخاطرات گوناگونی صنعت گردشگری را تهدید می‌کند که احتمال وقوع خطر تصادفات از مهمترین آنها محسوب می‌شود. بر همین اساس، با عنایت به این‌که عمده سفرها به استان خراسان رضوی از نوع خانوادگی و وسط وسائل نقلیه شخصی صورت می‌گیرد، پژوهش حاضر به تحلیل احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی پرداخته است. پژوهش حاضر از نوع کاربردی و به لحاظ روش، جزء مطالعات توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل فضایی است. جامعه آماری این پژوهش شامل تصادفات برون شهری در استان خراسان رضوی طی سال ۱۴۰۱ است که تعداد آنها برابر با ۲۰۰۰۴ مورد در سه دسته تصادفات جرحی، فوتی و خسارتی است. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص نزدیکترین همسایگی تصادفات در استان خراسان رضوی ۰/۰۹ می‌باشد که بیانگر الگوی خوشه‌ای تصادفات در مسیرهای گردشگری استان است. همچنین براساس نتایج حاصل از روش خودهمبستگی-مکانی گتیس-ارد-جی^۲، محورهای چناران، نیشابور، بجستان، خواف، سرخس، درگز و تربت حیدریه به عنوان مسیرهای گردشگری حادثه‌خیز در استان خراسان رضوی شناسایی شدند. عوامل گوناگون اجتماعی، وسایط نقلیه، انسانی-مکانی در وقوع تصادفات مؤثرند که در تصادفات جرحی در مسیر آزادراه مشهد-نیشابور، تعدد عبور عرضی عابرین پیاده و موتورسیکلت به دلیل تراکم سکونتگاه‌های روستایی، در تصادفات خسارتی در محور مشهد به سمت تربت حیدریه، به‌ویژه پیرامون سنگ‌بست، عدم وجود ورودی و خروجی مناسب و در محور مشهد-کلات به سمت درگز وجود منطقه کوهستانی به همراه قوس‌های افقی، پیچ‌های تند و متوالی، شیب طولی زیاد و همچنین عدم دید لازم را می‌توان از عوامل مؤثر در وقوع تصادفات فوتی این نواحی دانست. در نهایت نتایج تحقیق نشان داد که دو مسیر نیشابور و قوچان به سمت مشهد بیشترین احتمال وقوع خطر تصادفات را در میان ۱۱ مسیر گردشگری استان خراسان رضوی دارا می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: احتمال وقوع خطر، تصادفات جاده‌ای، مسیرهای گردشگری، استان خراسان رضوی

مقدمه

گردشگری یکی از بزرگترین و سریع‌ترین صنایع در حال رشد جهان محسوب می‌شود. همچنین وسیله‌ای مناسب برای بالا بردن قدرت اقتصادی مناطق است. به علاوه، توسعه صنعت گردشگری به منظور ترویج تصویر مقصد، امکان دستیابی منطقه‌ای به مزایای دیگر مانند اشتغال‌زایی و ایجاد کسب‌وکار را فراهم می‌آورد (سازمان جهانگردی سازمان ملل متحد^۱؛ ارشاد^۲، ۲۰۱۰: ۴). اگر چه صنعت گردشگری به سریع‌ترین صنعت در حال رشد تبدیل شده است، اما به دلیل وجود تهدیدها و احتمال وقوع خطرهایی همواره با موانع بسیاری روبه‌رو است (مورتی^۳، ۲۰۰۸). بر این اساس، در کنار کیفیت خدمات و جاذبه‌های گردشگری، تصمیم‌گیری و انتخاب مقاصد گردشگری تا اندازه زیادی تحت‌الشعاع مسائلی چون احساس امنیت گردشگران از احتمال وقوع خطرهای مقاصد گردشگری قرار می‌گیرد (جوستی و ماریا رایا^۴، ۲۰۱۹: ۱۰۲). نگرانی از احتمال وقوع خطرها، نه تنها تمایل به بازدید را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه به توسعه صنعت گردشگری نیز آسیب می‌رساند. احتمال وقوع خطر و گردشگری ذاتاً با هم مرتبط هستند؛ زیرا تصمیم به سفر خود به معنای خطر است (ویلیامز و بالاز^۵، ۲۰۱۳: ۲۱۰). از جمله این احتمال وقوع خطرها، تصادف در مسیرهای گردشگری است (چانگ^۶، ۲۰۰۹: ۳۷۰). از میان احتمال وقوع خطرهای مختلف در زمینه گردشگری، تصادفات به دلیل خصوصیات خاص خود از جمله فراوانی بالا، شدت زیاد و شانس درگیر شدن مستقیم تمامی افراد در سفر از اهمیت بالایی برخوردار است (آهنگرگانی و ملک، ۱۳۹۹: ۱۰۰). چرا که نرخ بالای تصادفات جاده‌ای و تلفات ناشی از آن در ایران از میانگین جهانی، دو برابر بیشتر است (بنت^۷، ۲۰۰۸). امروزه تصادفات ترافیکی یکی از مهمترین عوامل مهم مرگ و میر انسان‌ها در جهان به شمار می‌روند. بنابر پیش‌بینی سازمان بهداشت جهانی، تصادفات رانندگی در سال ۲۰۳۰ همچنان جزء پنج عامل مؤثر بر مرگ و میر خواهند بود (سازمان بهداشت جهانی^۸، ۲۰۱۱). در کشور ما نیز همزمان با گسترش زندگی ماشینی و افزایش روزافزون ترافیک در جاده‌ها این موضوع به معضل بزرگی

-
1. UNWTO
 2. Irshad
 3. Murthy
 4. Giusti & Maria Raya
 5. Williams & Balaz
 6. Chang
 7. Bennett
 8. WHO

تبدیل شده و ایران به لحاظ تصادف‌ها و سوانح جاده‌ای و ترافیکی یکی از کشورهای دارای بیشترین موارد تصادف و مرگ و میر ناشی از آن معرفی شده است (نیکزاد، ۱۳۸۶).

در ایران علیرغم اطلاع از فاجعه‌بار بودن تصادفات جاده‌ای، هنوز موضوعیت خاصی به آن بخشیده نشده و به عبارتی به عنوان یک مسئله اجتماعی جدی مطرح نشده است و مهمتر از آن هیچ نهادی مسئولیت حداقل بخشی از آن فاجعه را به عهده نمی‌گیرد (طباطبایی و رضایی، ۱۳۸۸: ۱۲۸). آنچه باید در مطالعات اجتماعی پدیده ترومای ترافیکی یا آسیب‌های ناشی از تصادفات رانندگی در نظر گرفته شود این نکته است که نباید صرفاً به طبقه‌بندی سنی، جنسی، شغلی و... از این پدیده اکتفا کرد، بلکه بایستی در کنار همه این‌ها با رویکردی انتقادی به کنکاش در ابعاد فرهنگی- اجتماعی و اقتصادی آن پرداخت (دری^۱، ۱۹۹۹: ۲۵۷). بر اساس آمار و اطلاعات تصادفات، در برخی ایام سال از جمله تعطیلات عید نوروز، تعطیلات تابستان، و سایر ایامی که جهت مسافرت مناسب باشد همزمان با افزایش حجم ترافیک، تصادفات نیز افزایش می‌یابد. شناسایی و بررسی مکانی نقاط حادثه‌خیز برون‌شهری به ویژه در مسیرهای گردشگری و عوامل مؤثر 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 (کلانتری و علیان، ۱۴۰۱: ۵۶۴). در این راستا سیستم اطلاعات مکانی (GIS) یک تکنولوژی مفید جهت ذخیره‌سازی، پردازش، و مدیریت اطلاعات مکانی است (مالچفسکی^۲، ۱۹۹۹). GIS با بهره‌گیری از تکنیک‌های نوین داده‌کاوی و هوش محاسباتی امکان تجزیه و تحلیل مکانی و بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای از یک‌سو موجب مدیریت و برنامه‌ریزی برای کاهش تصادفات و ارتقای ایمنی راه‌ها می‌شود و از سوی دیگر با بهبود شرایط جاده‌ای و مسیرهای گردشگری شرایط لازم را برای توسعه گردشگری فراهم می‌سازد (رحمانی، ۱۳۹۵؛ زنگ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ میلر و هان^۳، ۲۰۰۹).

امروزه حمل و نقل یکی از ضروریات زندگی انسان‌ها به شمار می‌آید. آنچه در این زمینه برای همگان اهمیت ویژه‌ای دارد، سفر ایمن است. ایمنی یکی از نیازهای بسیار مهم انسان‌ها است. متأسفانه کشور ایران دارای وضعیت مناسبی در زمینه ایمنی جاده‌ها نیست و سالانه تعداد زیادی از مردم در حوادث جاده‌ای

1. Deery

2. Malczewski

3. Miller & Han

مجرور شده و یا جان خود را از دست می دهند (همدانی، ۱۳۹۵). تصادفات و حوادث ترافیکی به عنوان یکی از وقایع صنعت گردشگری شناخته می شوند. این حوادث تلخ می تواند خطرات زیادی برای گردشگران به همراه داشته باشند به ویژه در مقاصد گردشگری که پیش بینی ها، خدمات و کمک های تخصصی لازم در نظر گرفته نشده است. درواقع، جریان های توریستی از طریق مسیرهای حمل و نقل پیرامون یک مقصد گردشگری مشاهده و تبیین می شود. هر قدر حجم گردشگران عبوری از این مسیرها بیشتر باشد، نشان دهنده جریان بیشتر و جاذبه بیشتر مقصد توریستی از دیدگاه متقاضیان توریستی و به نوعی بیانگر رفتار حرکتی توریست ها در این مناطق است (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۰۸). به لحاظ فضایی، با تحلیل و روی هم قرار دادن الگوهای غالب حرکتی گردشگران و مسیرهای بهینه نسبت به مکان های گردشگری، مسیرهایی مشخص می شود که مسیرهای گردشگری نامیده می شوند (فرج زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۰). لذا به دلیل حجم تردد بالای گردشگران در این مسیرها و نیز عدم آشنایی آن ها با مسیر و شرایط محیطی، احتمال وقوع تصادف در مسیرهای گردشگری بیشتر است. استان خراسان رضوی به دلیل وجود مرقد مطهر امام هشتم شیعیان، حضرت رضا (ع) مقصد بسیاری از زائران و گردشگران کشور در طول سال و به ویژه مناسبت های خاص مذهبی و ملی است. بطوری که سالانه بیش از ۳۰ میلیون زائر و گردشگر جهت زیارت حرم امام رضا (ع) به این استان سفر می نمایند. حجم بالای سفرها سبب ایجاد ترافیک های سنگینی در برخی از محورهای مواصلاتی و مسیرهای گردشگری در استان خراسان رضوی می شود. از آنجا که حمل و نقل جاده ای جزء جدایی ناپذیر بخش های مختلفی از جمله گردشگری است، می تواند تصادفات جاده ای را در پی داشته باشد. لذا هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل احتمال وقوع خطر تصادفات جاده ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی به منظور کاهش خسارات و تلفات ناشی از حوادث رانندگی و توسعه گردشگری در این استان است.

مبانی نظری

گردشگری و احتمال وقوع خطر

با بررسی وضعیت گردشگری می توان نتیجه گرفت که به هر میزان که مقاصد گردشگری توانسته است از مقدار احتمال وقوع خطرهای موجود در مسیر رشد صنعت بکاهد، به تناسب در توسعه این صنعت موفق بوده اند (خادم و صارمی، ۱۳۹۱، ص. ۸۶). در سال های گذشته بسیاری از کشورهای جهان با درک

موقعیت برتر صنعت گردشگری در میان الگوهای مختلف توسعه اقتصادی، در پی آن هستند تا شرایط توسعه گردشگری خود را گسترش دهند (فرهانی و هندرسون^۱، ۲۰۰۹، ص. ۸۳). احتمال وقوع خطرهای از منظر سیستمی موجب برهم زدن نظم اصلی سیستم شده و یا در بخش‌هایی از آن می‌توانند اختلال ایجاد کرده و پایداری آن را برهم زنند (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۴)، که توسعه گردشگری نیز از این قاعده مستثنی نیست (گلاسر^۲، ۲۰۰۳: ۱۴). گردشگری به لحاظ ماهیت و ابعاد متنوعش سبب گردیده است تا ویژگی سیستماتیک به خود اختصاص دهد (فردوسی و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۱۷). سیستم گردشگری از نوع سیستم‌های باز می‌باشد و هرگونه تغییر و دگرگونی در یک جزء، عامل تاثیرگذار بر سایر اجزا است که در ارتباط متقابل با همدیگر هستند و با سیستم‌های محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی در ارتباط متقابل قرار دارند (ریچی^۳، ۲۰۰۹: ۱۱). همچنین، براساس نظر رایف ویر، فعالیت‌های مربوط به گردشگری در سطح منطقه همانند سایر سیستم‌های محلی و منطقه‌ای، از نوع سیستم‌های انسان ساخت و پیچیده می‌باشد (آشاور، ۲۰۱۰: ۴)، و دارای ویژگی‌هایی از قبیل مبهم بودن و نامطمئن بودن هستند (هسو و لین^۴، ۲۰۰۶: ۹۶۸). کنترل و برنامه‌ریزی این نوع سیستم‌ها نیز مشکل‌تر از سیستم‌های ساده و جبری است. در نتیجه، قطعیت آنها کمتر و پیش‌بینی نتایج آن‌ها بیشتر متکی بر احتمالات است و احتمال وقوع خطرهای نه تنها زیرساخت‌های گردشگری یک مقصد گردشگری را دچار آسیب می‌کند، بلکه تصویر مقصد، بنیان‌های اقتصادی، سیاسی و غیره را مورد تهدید جدی قرار می‌دهند (آشاور^۵، ۲۰۱۰: ۴). به طور کلی، کاهش احتمال وقوع خطرهای استنباط شده، نزدیک کردن احتمال وقوع خطرهای استنباط شده به میزان واقعی احتمال وقوع خطرهای ارائه یک وجه مناسب از مقاصد گردشگری برای گردشگران، به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر انتخاب مقاصد گردشگری به شمار می‌آیند (کوزاک^۶ و همکاران، ۲۰۰۷: ۲۳۸). علاوه بر این، احتمال وقوع خطرهای استنباط شده از سفر به مقاصد گردشگری، می‌تواند تصویر ذهنی مقصد مورد نظر را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد. تصویر ذهنی از مقصد گردشگری به عنوان یکی از مهمترین موضوعات قابل بحث در تحقیقات بازاریابی گردشگری به حساب می‌آید (منصوری و سلیمانی،

1. Farahani & Henderson

2. Glaesser

3. Ritchie

4. Hsu & Lin

5. Aschauer

6. Kozak

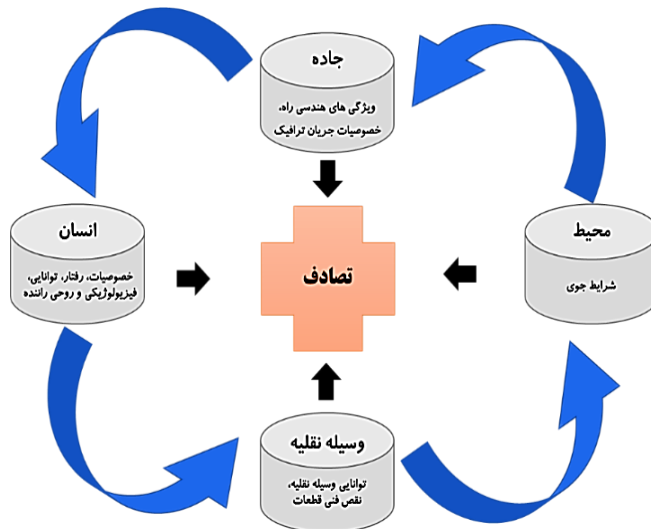
۱۳۹۱: ۹۶). بنابراین، به نظر می‌رسد مطالعه احتمال وقوع خطرهای استنباط شده از سفر به مقاصد گردشگری و تلاش برای کاهش این احتمال وقوع خطرهای نه تنها می‌تواند موجب افزایش سفر به آن مقصد شود، بلکه می‌تواند تصویر ذهنی آن مقصد را تحت تأثیر قرار دهد (موون و مینور، ۱۳۹۴: ۴۶). لذا، کلیه سازمان‌ها و سیستم‌ها در هر سطحی از عملکرد و در هر زمان و مکان، با دامنه‌ای از احتمال وقوع خطرهای که بر کارکرد آن‌ها و دستیابی به اهدافشان تأثیر می‌گذارد، مواجه می‌باشند (عسگری، ۱۳۸۵: ۵). از این رو، احتمال وقوع خطرهای را نمی‌توان به طور کامل حذف کرد، بلکه می‌توان آن‌ها را به شکل بهتری مدیریت نمود تا آسیب‌پذیری آن‌ها کاهش یابد. براساس نظریات اسمیت^۱ (۱۹۹۵)، چنین رویکردی اغلب منجر به پایه‌گذاری رویکردی به اسم ارزیابی و مدیریت احتمال وقوع خطر می‌گردد تا عناصر و عوامل احتمال وقوع خطر یا آسیب‌پذیری به جوامع انسانی و اموال آن‌ها را کاهش دهند (ریچی^۲، ۲۰۰۹: ۹۷).

نقاط حادثه‌خیز و عوامل مؤثر بر تصادفات

نقاط حادثه‌خیز به نقاطی از جاده اطلاق می‌شوند که خطر وقوع تصادفات در آن‌ها بیشتر از سایر نقاط باشد و محل‌هایی که تعداد زیاد و غیرمعمولی از تصادفات را دارند و در آن نقاط، عوامل احتمال وقوع خطر طرح هندسی و ترافیکی، سهم زیادی را در تصادفات دارا می‌باشند (کوپر^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). لذا به منظور کاهش تصادفات، مدیریت ایمنی در شبکه راه‌های مواصلاتی به ویژه در نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای باید انجام گیرد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۶). نقاط حادثه‌خیز گاهی با تعاریفی نظیر: موقعیت-های خطرناک راه، مکان‌های با احتمال وقوع خطر بالا، موقعیت‌های سانچ‌پذیر، مکان‌های نیازمند بهسازی و... شناخته می‌شوند (مونتلا^۴، ۲۰۱۰: ۵۷۵). با مشخص شدن این نقاط و امکان شناخت عوامل مؤثر بر تصادفات، با رفع این عوامل می‌توان در جهت کاهش معضل تصادفات اقدام کرد (الویک^۵، ۲۰۰۷). عوامل مؤثر در تصادفات به عوامل انسانی (عدم توجه به جلو، سبقت‌های غیرمجاز، عدم رعایت فاصله طولی و عرضی)، عامل وسیله نقلیه (مانند نقص در وسائل نقلیه)، عامل راه (ویژگی‌های هندسی راه) و عامل

1. Smith
2. Ritchie
3. Cooper
4. Montella
5. Elvik

محیط (وضعیت روشنایی مسیر، موانع دید راننده، فقدان حفاظ، وجود مراکز جمعیتی و...) طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۱) (آهنگرکانی و ملک، ۱۳۹۹: ۱۰۴).



شکل ۱. عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای منبع: چانگ و همکاران، ۲۰۰۱

در ارتباط با گردشگری جاده‌ای، هر چند در ایران مطالعات زیادی صورت نگرفته است، اما در دنیا در این زمینه مطالعاتی انجام شده که بیانگر اهمیت این موضوع است. در ادامه به پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری پرداخته شده است.

جدول ۱. مطالعات انجام گرفته در زمینه تحقیق

محقق/ سال	عنوان پژوهش	نتایج
ویکس و واتسن ^۱ (۱۹۹۹)	گردشگران بین‌المللی و ایمنی جاده‌ای در استرالیا، توسعه یک پژوهش ملی و برنامه‌های مدیریت	نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تصادف خودروها، به عنوان یک عامل مؤثر در مرگ گردشگران بین‌المللی در استرالیا است. لذا با توجه به هزینه‌های قابل توجه و پنهانی که وجود دارد، مسائل مربوط به رانندگی در جاده‌های ناآشنا برای بازدیدکنندگان بین‌المللی در استرالیا بررسی شد.
توسط هاوارد ^۲ (۲۰۰۹)	احتمال وقوع خطرهای موجود در گردشگری کشور تایلند	نتایج مطالعه بیانگر آن است که حوادث جاده‌ای به عنوان یکی از مهمترین احتمال وقوع خطرهای فراروی توسعه گردشگری و ایجاد امنیت در کشور تایلند بخصوص در ایام گردشگری است.

ادامه جدول ۱. مطالعات انجام گرفته در زمینه تحقیق

محقق/ سال	عنوان پژوهش	نتایج
روسلو و میرا ^۱ (۲۰۱۱)	تصادفات جاده‌ای و توسعه گردشگری در جزیره بالئارس اسپانیا	نتایج مطالعه نشان می‌دهد در فصول اوج گردشگری، میزان حوادث جاده‌ای افزایش می‌یابد.
بیلس ^۲ و همکاران (۲۰۲۰)	بررسی تاثیر گردشگری بر تصادفات جاده‌ای	نتایج نشان داد که در فصول خاص گردشگری تصادفات جاده‌ای افزایش می‌یابد که بیشترین آن‌ها در مناطق توریستی رخ می‌دهند. گردشگران خارجی در تصادفات جاده‌ای کمتری نسبت به رانندگان یونانی درگیر می‌شوند. با این حال، افزایش نسبت نرخ نسبی تصادفات جاده‌ای برای گردشگران خارجی در مناطق توریستی ممکن است نشان دهنده افزایش خطر گردشگران خارجی در مقایسه با رانندگان یونانی باشد.
کاستیلو مانزانو ^۳ و همکاران (۲۰۲۰)	ارزیابی تصادفات جاده‌ای در اسپانیا: نقش گردشگری	یافته‌های تحقیق نرخ تصادفات ترافیکی بالاتری را برای رانندگان خارجی نشان می‌دهد. لذا ایمنی ترافیک گردشگری موضوع مرتبطی است که باید در برنامه‌ریزی سیاست ایمنی جاده گنجانده شود.
پساراس ^۴ و همکاران (۲۰۲۳)	نقش گردشگری در تصادفات جاده‌ای: مورد یونان	گردشگران خارجی تأثیر قابل توجهی بر تصادفات جاده‌ای در یونان دارند. گردشگران داخلی بر خلاف مسافران خارجی که بیشتر با موارد جراحات شدید و تلفات جانی همراه هستند، تأثیر بسزایی در تصادفات غیرکشنده دارند. بین تعداد تصادفات جاده‌ای و گردشگری رابطه مثبت وجود دارد. اقامت بیشتر و طولانی‌تر گردشگران با افزایش تصادفات خودرو همزمان است. یافته‌ها نشان می‌دهد که گردشگران داخلی و خارجی برای برنامه ملی ایمنی راه‌ها مهم هستند و سیاست‌گذاران باید از این موضوع آگاه باشند.
فردوسی و همکاران (۱۳۹۸)	تحلیلی بر احتمال وقوع خطرهای و مخاطرات مقاصد گردشگری مطالعه موردی: بندرانزلی	در این مطالعه عوامل احتمال وقوع خطرآفرین گردشگری در شهر بندرانزلی تعداد ۲۸ احتمال وقوع خطر مورد شناسایی قرار گرفتند که احتمال وقوع خطر ناشی از تصادفات جاده‌ای با میانگین ۲/۸۷ در اولویت اول قرار دارد.
علیان و کلاتری (۱۴۰۱)	تحلیل تصادفات جاده‌ای با تأکید بر خصوصیات محیط و جاده در سیستم اطلاعات مکانی در محور کرج-کندوان	نتایج مطالعه نشان داد که مهمترین عامل مؤثر در وقوع تصادفات با توجه به تحلیل انجام شده متغیر انحناست و متغیرهای تقاطع، اقلیم، تراکم، و شیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و به لحاظ شیوه جزء مطالعات توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر بهره‌گیری از

1. Rossello & Miera
2. Bellos
3. Castillo-Manzano
4. Psarras

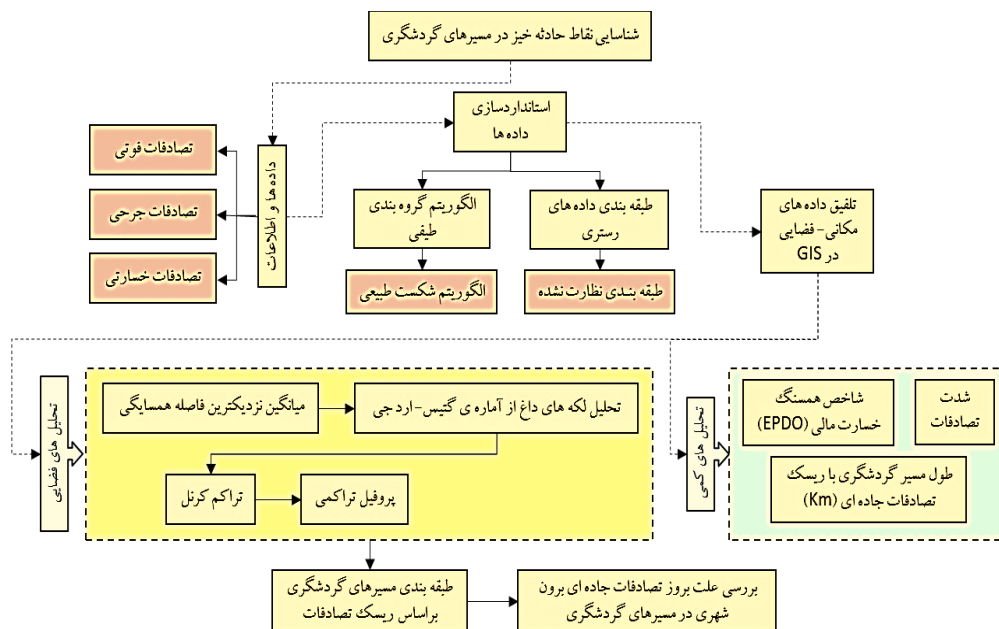
مدل‌های تحلیل فضایی است. از این‌رو با انجام مطالعات اسنادی در باب احتمال وقوع خطر تصادفات و مسیرهای گردشگری و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، این موضوع درخصوص تصادفات جاده‌ای برون شهری بررسی شد. جامعه آماری این مطالعه شامل تصادفات برون شهری در استان خراسان رضوی طی سال ۱۴۰۰ است که تعداد آن‌ها برابر با ۱۶۵۶۴ مورد در سه دسته تصادفات جرحی، فوتی و خسارتی است. داده‌های تصادفات شامل مکان وقوع حادثه، نوع تصادف و علت وقوع آن‌ها از سازمان راهداری استان خراسان رضوی اخذ و براساس آدرس هر تصادف، موقعیت فضایی آن‌ها برروی لایه مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی در قالب پایگاه اطلاعات مکانی فضایی در محیط ArcGIS مشخص گردید. سپس براساس پایگاه داده‌های مکانی، اقدام به انجام تحلیل‌های فضایی در راستای هدف تحقیق گردید. در این راستا به منظور تعیین نقاط حادثه‌خیز در مسیرهای گردشگری استان از تحلیل‌های مکانی میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی، تحلیل لکه‌های داغ (آماره‌ی گنیس- ارد جی)، تراکم کرنل و پروفیل تراکمی استفاده گردید.

در این پژوهش به منظور طبقه‌بندی پیکسل‌های پایه نقشه‌ها از روش طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده شده است. روش‌های طبقه‌بندی را به طور مرسوم به دو دسته «طبقه‌بندی‌های نظارت شده»^۱ و «نظارت نشده»^۲ تقسیم کرده‌اند (شوونگرت^۳، ۲۰۰۶: ۳۸۸). طبقه‌بندی نظارت نشده یکی از انواع طبقه‌بندی‌های پیکسل پایه است (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۹: ۱۹۳). الگوریتم‌های زیادی وجود دارد که گروه‌بندی طیفی را در مجموعه‌ای از داده‌ها انجام می‌دهند. در این گام برای آستانه‌گذاری^۴ محیطی از الگوریتم بهینه‌شده «شکست‌های طبیعی»^۵ که توسط جنکز ارائه شده، استفاده شده است (نعمت‌اللهی و رامشت، ۱۴۰۰: ۱۰). این روش به دنبال آن است که انحراف متوسط درون یک کلاس را پایین، اما انحراف معیار بین کلاس‌ها را بالا بیاورد (هاوارد^۶ و همکاران، ۲۰۰۸: ۷۲).

روش تحلیل داده‌ها، همانطور که در شکل ۲ (مدل مفهومی پژوهش)، نشان داده شده، عبارت است از:

-
1. Supervised Classification
 2. Unsupervised Classification
 3. Schowengerdt
 4. Classification
 5. Natural Breaks (Jenks)
 6. Howard

- ۱- بررسی پراکنش تصادفات در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی با استفاده از مدل میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی؛
 - ۲- خوشه‌بندی تصادفات در مسیرهای گردشگری با استفاده از روش خودهمبستگی مکانی گنیس- ارد جی؛
 - ۳- ارزیابی صحت نتایج تحلیل مکانی خودهمبستگی مکانی گنیس- ارد جی، توسط تحلیل مکانی تراکم کرنل؛
 - ۴- شناسایی میزان احتمال وقوع خطر تصادفات در هر یک از مسیرهای گردشگری استان با استفاده از روش پروفیل تراکمی؛
 - ۵- سنجش شدت تصادفات و احتمال وقوع خطر جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی.
- در ادامه هر یک از روش‌ها و مدل‌های تحلیل مکانی- فضایی تصادفات به کار رفته در تحقیق، توضیح داده شده است.



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش؛ منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

تحلیل لکه‌های داغ

تحلیل لکه‌های داغ از آماره‌ی گتیس- ارد جی برای کلیه‌ی عوارض موجود در داده‌ها استفاده می‌شود (روگرسون^۱، ۲۰۰۶: ۳۷). مقدار Z-score محاسبه شده نشان می‌دهد که در کدام مناطق، داده‌ها با مقادیر زیاد یا کم خوشه‌بندی شده است. امتیاز Z-score برای خروجی نهایی زمانی به دست خواهد آمد که مجموع محلی^۲ عارضه و همسایه آن به طور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه گردد (گتیس و اورد^۳، ۱۹۹۲: ۱۹۱؛ اورد و گتیس، ۱۹۹۵: ۲۹۰؛ انسلین^۴، ۱۹۹۵: ۱۰۱؛ جیکاس و گرلینگ^۵، ۲۰۰۳: ۲۷؛ زانگ^۶ و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۱۷). آماره گتیس- ارد جی به صورت رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

رابطه (۱)

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}{n-1}}}$$

در رابطه فوق، x_j مقدار خصیصه برای عارضه‌ی j ، $w_{i,j}$ وزن فضایی بین عارضه i و j و n تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد. برای محاسبه‌ی S از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

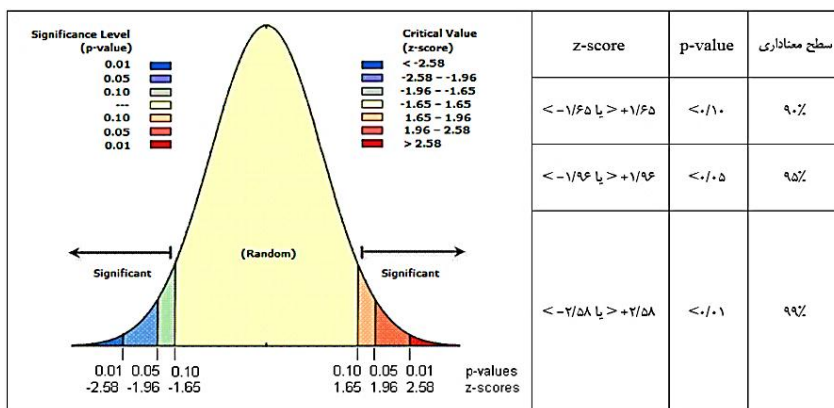
$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad \text{رابطه (۳)}$$

با توجه به این که G_i^* خود نوعی نمره Z-score محسوب می‌شود، از محاسبه‌ی دوباره آنها پرهیز شده است (ایزری^۷، ۲۰۲۲).

-
1. Rogerson
 2. Local sum
 3. Getis & Ord
 4. Anselin
 5. Jacquez & Greiling
 6. Zhang
 7. ESRI

جدول ۱. سطح معنی داری مقدار p-value و z-score



منبع: ایزری، ۲۰۲۳

میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی

شاخص متوسط نزدیکترین همسایگی از جمله آزمون‌های خوشه‌بندی است که برای تعیین نوع پراکندگی پدیده‌ها NR^۱ استفاده می‌شود. این شاخص پراکندگی پدیده‌ها را در سطح ناحیه بیان می‌کند و در نتیجه هر چقدر به صفر نزدیکتر باشد، نشانگر الگوی توزیع متراکم و خوشه‌ای و هرچه به ۲/۱۵ نزدیکتر باشد، بیانگر الگوی منظم و عدد یک نیز بیان کننده الگوی تصادفی توزیع پدیده‌هاست (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۳). این شاخص به صورت معادله‌ی (۴) محاسبه می‌شود:

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$\bar{D}_O$ که در آن میانگین فاصله مشاهده شده بین پدیده مورد نظر و نزدیک‌ترین همسایگی است.

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$\bar{D}_E$ میانگین فاصله بین پدیده و نزدیکترین همسایه‌اش است.

$$\bar{D}_E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

n تعداد کل عوارض و همچنین A مساحت کل محدوده مورد مطالعه است (ایزری، ۲۰۲۲).

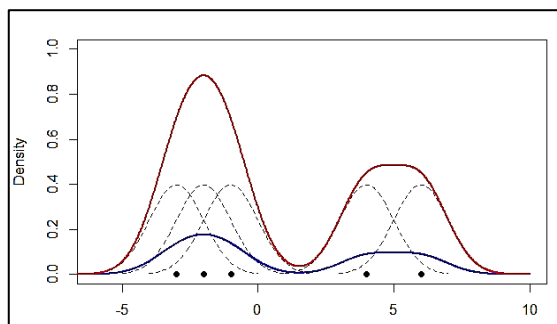
تراکم کرنل

تراکم^۱ پیش‌بینی شده در یک مکان جدید (X, y) به صورت معادله‌ی (۷) محاسبه می‌شود:

$$\text{Density} = \frac{1}{(\text{radius})^2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{3}{\pi} \cdot \text{pop}_i \left(1 - \left(\frac{\text{dist}_i}{\text{radius}} \right)^2 \right)^2 \right] \quad \text{رابطه (۷)}$$

For $\text{dist}_i < \text{radius}$

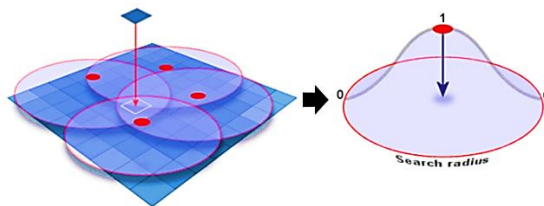
جایی که $i = 1, \dots, n$ نقاط ورودی هستند. فقط در صورتی نقاطی را در مجموع لحاظ کنید که در شعاع فاصله مکان (x, y) باشند. همچنین dist_i فاصله بین نقطه i و مکان (x, y) است (ماریان^۲ و همکاران، ۲۰۱۹: ۵۲۲).



شکل ۳. محاسبه تراکم کرنل منبع: بانیر^۳ و همکاران، ۲۰۱۹: ۷۵

سپس تراکم محاسبه شده در تعداد نقاط ضرب می‌شود. این تصحیح انتگرال فضایی^۴ را برابر با تعداد نقاط می‌کند نه این‌که همیشه برابر با یک باشد (یین^۵، ۲۰۲۰: ۱۲۶). این پیاده‌سازی از هسته کواریتیک^۶ استفاده می‌کند. فرمول باید برای هر مکانی که می‌خواهید تراکم را تخمین بزنید محاسبه شود. از آنجایی که یک رستر در حال ایجاد است، محاسبات در مرکز هر سلول در رستر^۷ خروجی اعمال می‌شود (سیلورمن^۸، ۱۹۸۶).

1. Density
2. Mariani
3. Bonnier
4. Spatial Integral
5. Yin
6. Quartic kernel
7. Raster
8. Silverman



شکل ۴. تشکیل تراکم کرنل از طریق محاسبه شعاع فاصله مکان

منبع: ایزری، ۲۰۲۲

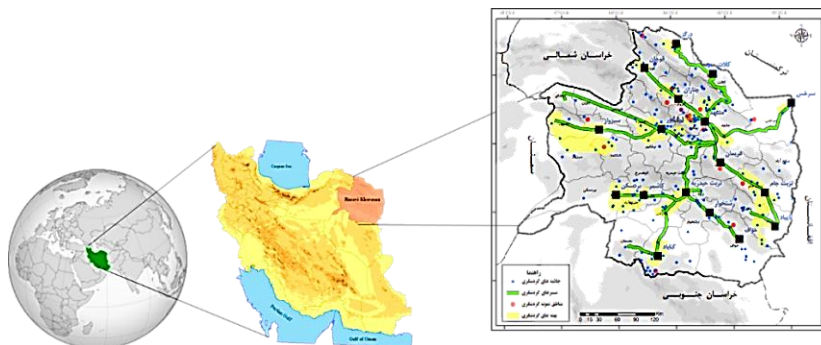
پروفیل تراکمی

با استفاده از روش نمودار پروفیل^۱ می‌توان نمایه‌ها را بر روی یک شبکه شطرنجی، شبکه نامنظم مثالی (TIN)، یا سطح مجموعه داده زمین را بصورت نمودار تعاملی و نمایش گرافیکی نشان داد. به عبارت دیگر، نمایه‌ها تغییر ارتفاع یک سطح را در امتداد یک خط نشان می‌دهند. آن‌ها می‌توانند به شما در ارزیابی دشواری یک مسیر یا ارزیابی امکان‌سنجی قرار دادن یک خط ریلی در یک مسیر مشخص کمک کنند (ایزری، ۲۰۲۲).

منطقه مورد مطالعه

استان خراسان رضوی در شمال شرق کشور، با وسعتی در حدود ۱۱۹ هزار کیلومتر مربع جمعیتی بالغ بر ۶۴۳۴۵۰۱ نفر را در خود جای داده است. این استان دارای ۲۸۶۳ جاذبه گردشگری (۱۲/۲ درصد جاذبه‌های طبیعی و ۸۷/۸ درصد جاذبه‌های انسان ساخت)، ۳۳ منطقه نمونه گردشگری و ۱۸۵۴۰۳۸ هکتار وسعت پهنه‌های گردشگری شامل پهنه‌های تاریخی، مذهبی، طبیعی و اقتصادی است. همچنین استان خراسان رضوی دارای ۲۶۷۷ کیلومتر مسیر گردشگری در ۱۱ محور است که عبارتند از: ۱. مشهد- طرqbه، شاندیز ۲. مشهد- تربت حیدریه- کاشمر- خلیل آباد- بردسکن ۳. مشهد- فریمان- تربت جام- تایباد ۴. مشهد- نیشابور ۵. مشهد- نیشابور- سبزوار- داورزن ۶. مشهد- کلات- درگز ۷. مشهد- چناران- قوچان ۸. مشهد- تربت حیدریه- زاوه- مه ولات- گناباد- بجستان ۹. مشهد- سرخس ۱۰. مشهد- تربت حیدریه-

زاوه- رشتخوار- خواف ۱۱. مشهد- نیشابور- فیروزه- جوین- جغتای. شکل ۵، منطقه مورد مطالعه را در پژوهش حاضر نشان می‌دهد.



شکل ۵. منطقه مورد مطالعه: استان خراسان رضوی

تجزیه و تحلیل داده‌ها

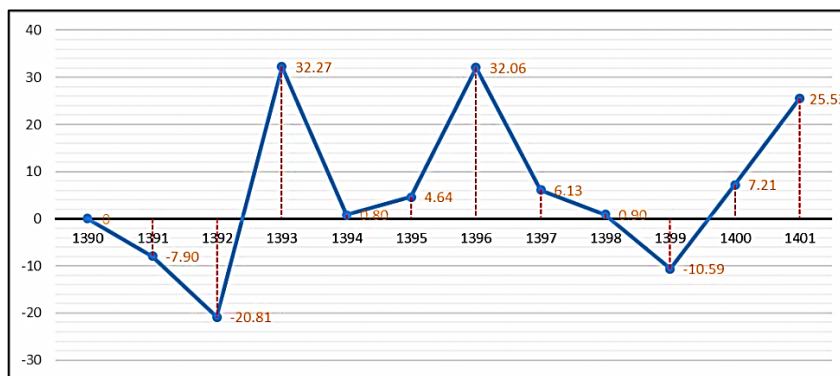
در پژوهش حاضر، تصادفات برون شهری مبنای شناسایی احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در استان خراسان رضوی قرار گرفته است. به همین منظور، گردشگرانی که همراه با وسایل نقلیه شخصی به استان خراسان رضوی عزیمت نموده‌اند جهت تحلیل احتمال وقوع خطر تصادفات مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. آمارها نشان می‌دهند که حجم ورودی گردشگر به استان از ۱۵۰۳۰۸۹۶ در سال ۱۳۹۰ به ۲۶۰۲۵۲۸۹ نفر در سال ۱۴۰۱ رسیده است که این مقدار رشد ۷۳ درصدی را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۹ همزمان با شروع همه‌گیری کووید-۱۹ ورود گردشگران به استان ۱۰/۵ درصد کاهش یافته است که در سال ۱۴۰۰ این میزان ۷/۲ درصد نسبت به شروع کرونا رشد یافته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۱ حجم ورودی گردشگر به استان ۲۵/۵ درصد نسبت به سال قبل رشد داشته است. استان خراسان رضوی به جهت وجود حرم مطهر رضوی، مقصد اصلی سفرهای ایرانیان در برخی ایام مانند تحویل سال و تعطیلات نوروزی، محرم و صفر، تعطیلات تابستانی، اعیاد و شهادت‌ها در طول سال است که موجب می‌شود تا زائران و گردشگران علاوه بر زیارت حرم مطهر رضوی از دیگر مکان‌های فرهنگی، تفریحی و گردشگری استان بازدید نمایند که در این صورت به دلیل افزایش استفاده از خودروی شخصی جهت بازدیدها و سفر، احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۲، تعداد ورود گردشگر و درصد تغییرات آن را به استان خراسان رضوی توسط وسایل نقلیه شخصی را در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۴۰۱ نشان می‌دهد.

جدول ۲. ورود گردشگر به استان خراسان رضوی با وسایل نقلیه شخصی طی بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۴۰۱

سال	تعداد	درصد تغییرات	سال	تعداد	درصد تغییرات
۱۳۹۰	۱۵۰۳۰۸۹۶	-	۱۳۹۶	۲۰۱۹۶۳۵۰	۳۲/۰۶
۱۳۹۱	۱۳۸۴۳۷۰۰	-۷/۹۰	۱۳۹۷	۲۱۴۳۴۸۲۳	۶/۱۳
۱۳۹۲	۱۰۹۶۲۲۲۰	-۲۰/۸۱	۱۳۹۸	۲۱۶۲۷۴۵۷	۰/۹۰
۱۳۹۳	۱۴۴۹۹۸۴۲	۳۲/۲۷	۱۳۹۹	۱۹۳۳۸۰۲۲	-۱۰/۵۹
۱۳۹۴	۱۴۶۱۵۵۶۰	۰/۸۰	۱۴۰۰	۲۰۷۳۲۵۹۸	۷/۲۱
۱۳۹۵	۱۵۲۹۳۷۵۰	۴/۶۴	۱۴۰۱	۲۶۰۲۵۲۸۹	۲۵/۵۳

منبع: اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی خراسان رضوی، ۱۴۰۱

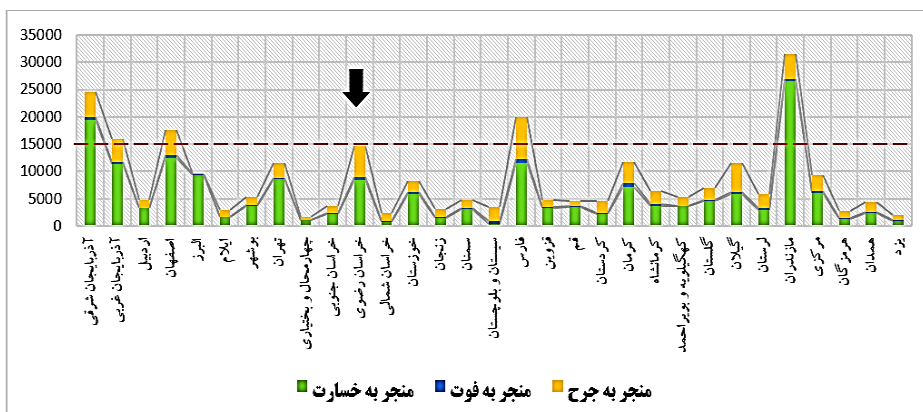


شکل ۶. درصد تغییرات ورود گردشگران به استان خراسان رضوی طی بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۴۰۱

منبع: سالنامه آماری کشور، ۱۴۰۱

آمارها حاکی از آن است که در سال ۱۴۰۱ تعداد ۲۰۰۴ فقره تصادف برون شهری در استان ثبت شده است که ۳/۴۳ درصد مربوط به تصادفات فوتی، ۳۸/۶۴ درصد تصادفات جرحی و ۵۷/۹۳ درصد سهم تصادفات خسارتی است. در این سال آمار جانب‌باختگان ناشی از تصادف ۸۱۷ نفر و مجروحان ۱۱۱۹۳ نفر گزارش شده است (شکل ۷). استان خراسان رضوی به لحاظ تعداد فوتی‌ها رتبه چهارم و براساس مجروحان رتبه دوم را در حوادث رانندگی کشور دارا می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که خراسان رضوی

به دلیل وجود حرم مطهر امام رضا (ع) و نیز جاذبه‌های گردشگری، در ایام تعطیلات به ویژه ایام عید نوروز و تابستان مقصد سفر زائران و گردشگران زیادی است که همین عامل بروز تصادفات جاده‌ای را در مسیرهای گردشگری استان و به ویژه محورهای منتهی به شهر مشهد افزایش می‌دهد.

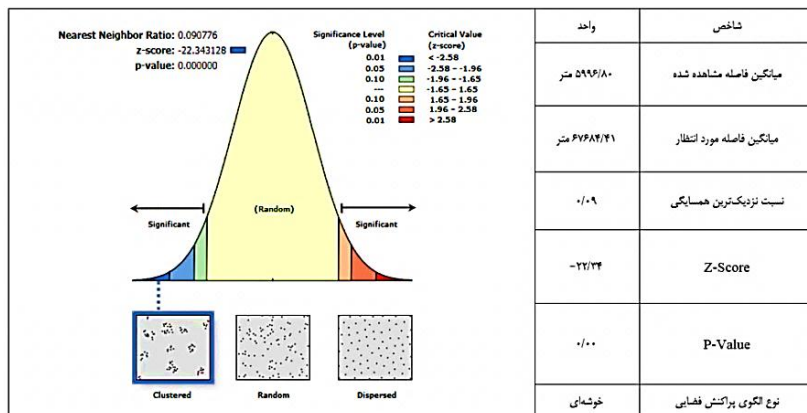


شکل ۷. تعداد تصادفات رانندگی برون شهری در استان‌های کشور به تفکیک نوع سوانح جاده‌ای

منبع: سالنامه آماری کشور، ۱۴۰۱

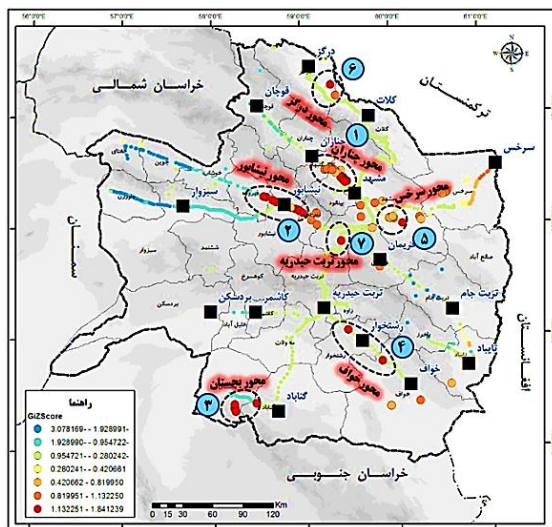
با استفاده از آزمون آماری- فضایی نزدیکترین فاصله همسایگی، نحوه پراکنش تصادفات در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. اگر نتیجه آزمون داده‌های تصادفات، شکل خوشه‌ای نداشته باشد، کانون تصادفات شکل نگرفته است و دیگر لازم نیست زمانی صرف شناسایی نقاط با احتمال وقوع خطر تصادفات در مسیرهای گردشگری شود. شاخص میانگین نزدیکترین همسایگی برای تصادفات در استان خراسان رضوی $0/09$ بدست آمد که نشان می‌دهد تصادفات در محورهای مواصلاتی استان دارای الگوی خوشه‌ای هستند. در واقع، نتایج بیانگر آن است که مکان‌های خاصی در جاده‌ها محل تمرکز تصادفات می‌باشند. با توجه به آماره $z\text{-score}$ ($-22/34$) محاسبه شده و همچنین مقدار $p < 0/001$ که نشان دهنده رد فرض تصادفی بودن توزیع تصادفات است، می‌توان نتیجه گرفت که خوشه‌ای بودن تصادفات از نظر آماری معنادار است (جدول ۳). بر همین اساس، از روش‌های خودهمبستگی مکانی گتیس آرد- جی و تراکم کرنل به منظور شناسایی نقاط کانونی حادثه‌خیز استفاده می‌شود.

جدول ۳. نتایج آزمون نزدیکترین همسایگی تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی



منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

در مرحله بعد، به منظور شناسایی خوشه‌بندی تصادفات در مسیرهای گردشگری از روش خودهمبستگی مکانی گتیس ارد- جی بر روی داده‌های مکانی تصادفات استفاده شده است. در این روش هرچه مقدار Z-Score که شاخص این روش است، بزرگتر باشد، نشان دهنده خوشه‌بندی بالای تصادفات است که اصطلاحاً به آن‌ها «لکه‌های داغ» یا «نقاط حادثه‌خیز» گویند. در شکل ۸، نقاط قرمز رنگ، نشان دهنده کانون‌های حادثه‌خیز تصادفات در محورهای گردشگری استان خراسان رضوی است. همانطور که مشاهده می‌شود، هفت مسیر گردشگری حادثه‌خیز در استان خراسان رضوی (محورهای چناران، نیشابور، بجستان، خواف، سرخس، درگز و تربت‌حیدریه) وجود دارد.

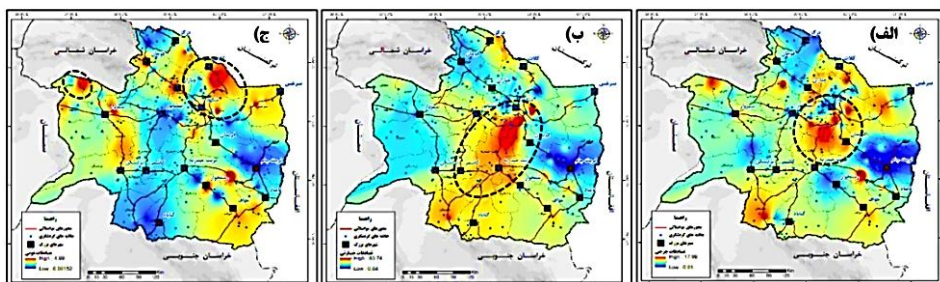


شکل ۸. تحلیل خودهمبستگی فضایی تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

به منظور شناسایی نقاط پرتصادف در مسیرهای گردشگری استان، ابتدا نقشه تصادفات منجر به جرح، فوت و خسارت به صورت جداگانه تهیه شد. سپس به منظور ارزیابی صحت نتایج تحلیل مکانی خودهمبستگی مکانی گتیس- ارد جی، از تحلیل مکانی تراکم کرنل برای شناسایی و نمایش محدوده قانونی تصادفات استفاده شد. نتایج تراکم کرنل نشان می‌دهد تراکم تصادفات جرحی در آزادراه مشهد- نیشابور از مرکز به سمت غرب بیشتر از سایر محورهای استان است. این قسمت در محدوده روستای باغشن تا تقاطع بوژان را شامل می‌شود که تعدد عبور عرضی عابرین پیاده و موتورسیکلت به دلیل تراکم سکونتگاه‌های روستایی، عامل اصلی بروز تصادفات جرحی در این ناحیه است (شکل ۹ الف). قانون تصادفات خسارتی، در محور مشهد به سمت تربت حیدریه به ویژه پیرامون سنگ بست قرار دارد که عدم وجود ورودی و خروجی مناسب از عوامل بروز تصادفات خسارتی بشمار می‌رود (شکل ۹ ب). همچنین محور مشهد- کلات به سمت درگز قانون تصادفات فوتی در استان محسوب می‌شود (شکل ۹ ج). وجود

منطقه کوهستانی به همراه قوس‌های افقی، پیچ‌های تند و متوالی، شیب طولی زیاد و همچنین عدم دید لازم را می‌توان از عوامل مؤثر در وقوع تصادفات فوتی این نواحی دانست.

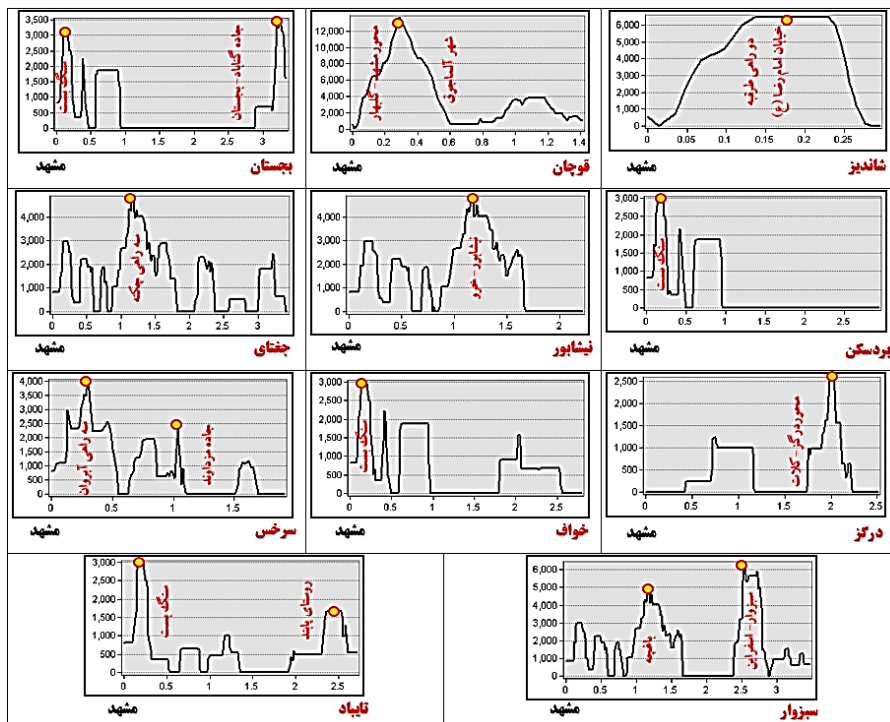


شکل ۹. الف) تصادفات جرحی؛ ب) تصادفات خسارتی؛ ج) تصادفات فوتی در استان خراسان رضوی

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

در گام بعدی جهت شناسایی میزان احتمال وقوع خطر تصادفات در هر یک از مسیرهای گردشگری استان، از روش پروفیل تراکمی بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که در محور مشهد- بجستان، وجود قوس‌های افقی به همراه پیچ تند را می‌توان از عوامل مؤثر در وقوع تصادفات این مسیر دانست. در محورهای مشهد به سمت قوچان و شاندیز ورودی و خروجی نامناسب و عبور عرضی به همراه ترافیک محلی عامل اصلی تصادفات گزارش شده است. محور مشهد- جغتای در غرب عامل اصلی تصادفات عدم دید مناسب در شب و کم بودن عرض جاده می‌باشد. در محور مشهد- بردسکن پیچ تند به همراه عدم وجود پل عابر پیاده و یا زیرگذر تعدد تصادفات را در این مسیر رقم زده است. محور مشهد- سرخس به دلیل وجود قوس‌های افقی، عرض کم جاده، عدم دید مناسب به همراه عدم روشنایی تصادفات زیادی را ایجاد کرده است. محور مشهد- خواف به دلیل وجود تقاطع‌های غیرایمن و تلاقی در جاده‌های بین شهری و نداشتن تابلوها و علائم هشدار دهنده جاده‌ای موجب بروز تصادفات در این مسیر شده است. محور مشهد- کلات و درگز وجود منطقه کوهستانی به همراه پیچ‌های تند و متوالی و شیب طولی زیاد و همچنین عدم دید لازم موجب بروز تصادفات در این مسیر شده است. محور مشهد- تایباد وجود منطقه مسکونی عامل اصلی بروز تصادفات در این مسیر است. محور مشهد- سبزوار کم بودن شعاع و طول قوس به همراه زیاد

بودن شیب طولی جاده و همچنین عبور عرضی اهالی روستایی موجب بروز تصادفات در این مسیر شده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. شناسایی نقاط حادثه‌خیز در مسیرهای گردشگری با استفاده از روش پروفیل تراکمی

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

روش شدت تصادف نسبت به روش تعداد تصادف روش بهتری بوده و اطلاعات کامل تر و قابل قبول-تری در جهت شناسایی نقاط حادثه‌خیز به محقق داده و می‌توان علاوه بر تعداد تصادفات رخ داده در یک نقطه نوع و شدت تصادف را نیز در وزن حادثه‌خیزی نقاط لحاظ نمود. در این روش برای تصادفات جرحی با توجه به اهمیت آن ضریب ۳، برای تصادفات فوتی که دارای بیشترین اهمیت بوده ضریب ۹ و نیز برای تصادفات خسارتی که دارای کمترین اهمیت از لحاظ تصادفات می‌باشد ضریب ۰/۵ در نظر

گرفته می‌شود و در نهایت با رابطه زیر عدد شدت تصادفات برای هر نقطه بدست می‌آید (عبدی و کیامهر، ۱۳۹۵: ۳):

$$P=0/5 N1+3 N2+9 N3$$

که در آن شدت تصادفات: P

تعداد تصادفات خسارتی: N1

تعداد تصادفات جرحی: N2

تعداد تصادفات فوتی: N3

یکی از مرسوم‌ترین روش‌های شناسایی نقاط حادثه‌خیز در نظر گرفتن نتایج تصادف و ارائه شاخصی جهت وارد کردن شدت تصادفات در تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی‌ها می‌باشد. در روش شاخص همسنگ خسارت مالی^۱ به تصادفات بر حسب شدت‌شان (فوتی، جرحی، خسارتی) وزنی اختصاص داده می‌شود تا یک امتیاز ترکیبی از فراوانی و شدت تصادفات برای هر مکان به دست آید. این مفهوم برای اولین بار توسط تمبوری و اسمیت با عنوان «شاخص ایمنی» معرفی شده است (تامبوری و اسمیت^۲، ۱۹۷۳: ۳۱).

$$EPDO = \alpha Fat + \beta Inj + PDO$$

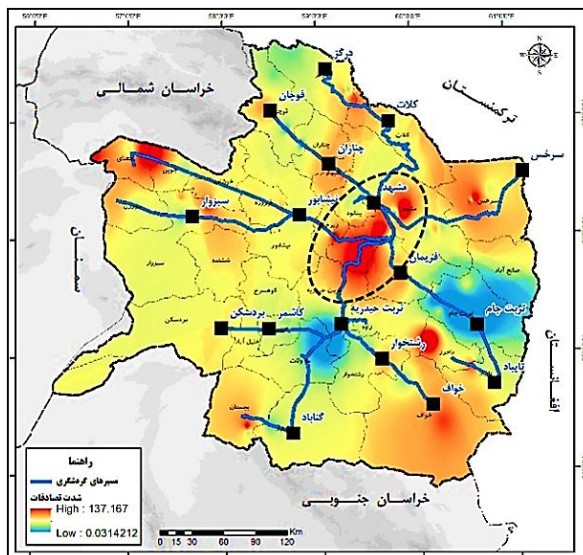
که در آن Fat تعداد تصادف منجر به فوت، Inj تعداد تصادف منجر به جرح و PDO تعداد تصادفات خسارتی در یک مکان می‌باشد. ضرایب α و β ضرایب وزنی بوده و بر اساس تجربه متخصصین و یا هزینه متوسط تصادف فوتی و جرحی نسبت به تصادف خسارتی بدست می‌آید. عدد ضرایب α و β تاکنون بین محققین مورد بحث بوده و مقادیر بسیار متفاوتی معرفی شده است. بعنوان مثال تمبوری و اسمیت مقادیر ۹۰ و ۱۰ را برای ضرایب α و β معرفی کرده‌اند. وزارت حمل و نقل کشور بلژیک (گرتس^۳ و همکاران، ۲۰۰۶: ۸۵) از نسبت‌های ۳ و ۵ برای تصادفات جرحی و فوتی و اداره راه کشور پرتغال از نسبت‌های ۱۰۰، ۱۰ و ۱ به ترتیب برای تصادفات فوتی، جرحی شدید و جرحی خفیف استفاده می‌کنند

1. Equivalent Property Damage Only (EPDO)

2. Tamburri & Smith

3. Geurts

(الویک^۱، ۲۰۰۸: ۱۸۳۱). در کشور ایران نیز از ضریب ۳ (جرحی) و ۵ (فوتی) برای شناسایی نقاط حادثه-خیز استفاده می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳).



شکل ۱۱. شناسایی نقاط حادثه‌خیز در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی با استفاده از روش شدت

تصادفات منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

نتایج تحقیق نشان داد که مسیر (فریمان، تربت‌جام و تایباد) با شدت ۲۴۸۴/۵ و محور (تربت‌حیدریه، گناباد و بجستان) به ترتیب با شدت ۲۳۶۹/۵ بیشترین شدت تصادفات را در بین مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی دارا می‌باشند. جدول ۴، تعداد و شدت تصادفات و طول مسیرهای گردشگری با احتمال وقوع خطر تصادفات را در استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.

جدول ۴. سنجش شدت تصادفات و احتمال وقوع خطر جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی

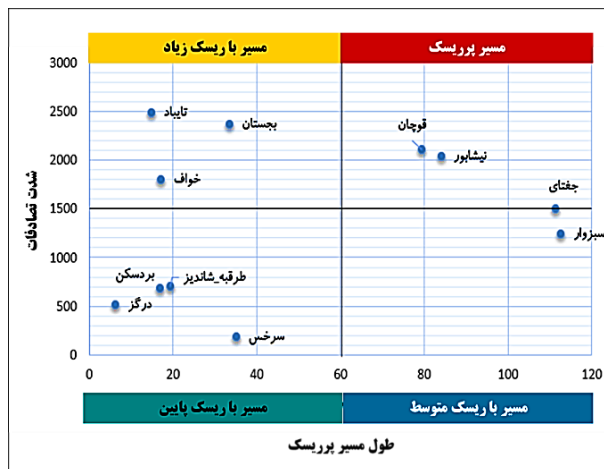
جهت جغرافیایی	مقصد	مسیر گردشگری	تصادفات (تعداد)			شدت تصادفات	شاخص همسنگ خسارت مالی (EPDO)	طول مسیر گردشگری با احتمال وقوع خطر تصادفات جاده-ای (Km)	احتمال وقوع خطر تصادف
			فوتی	جرحی	خسارتی				
شمال		کلات- درگز	۱۱	۱۱۹	۱۱۵	۵۱۳/۵	۵۲۷	۶/۲۷	
		چناران- قوچان	۴۳	۴۹۸	۴۶۵	۲۱۱۳/۵	۲۱۷۴	۷۹/۳۳	
جنوب		ترت- حیدریه- گناباد- بجنستان	۴۶	۵۹۶	۳۳۵	۲۳۶۹/۵	۲۳۵۳	۳۳/۵۲	
		فریمان- تربت جام- تایباد	۶۷	۵۶۶	۳۶۷	۲۴۸۴/۵	۲۴۰۰	۱۴/۸۲	
		کاشمر- خلیل آباد- بردسکن	۳۱	۱۰۲	۲۰۷	۶۸۸/۵	۶۶۸	۱۶/۹۲	
		سرخس	۴	۴۲	۴۶	۱۸۵	۱۹۲	۳۵/۱۲	
شرق		زاوه- رشتخوار- خواف	۳۶	۴۵۸	۲۰۹	۱۸۰۲/۵	۱۷۶۳	۱۷/۲۰	
		طرقه- شاندیز	۱۹	۱۶۸	۵۹	۷۰۴/۵	۶۵۸	۱۹/۴۲	
غرب		فیروزه- جوین- جغتای	۴۲	۳۴۲	۲۰۷	۱۵۰۷/۵	۱۴۴۳	۱۱۱/۳۷	
		نیشابور	۴۱	۴۹۹	۳۵۷	۲۰۴۴/۵	۲۰۵۹	۸۴/۰۳	
		سبزوار	۳۱	۲۹۲	۱۷۴	۱۲۴۲	۱۲۰۵	۱۱۲/۶۸	

بایین متوسط بالا پرریسک

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲

در نهایت به منظور سنجش احتمال وقوع خطر تصادفات در مسیرهای گردشگری استان از متغیرهای شدت تصادفات و طول مسیر پراحتمال وقوع خطر استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که دو مسیر نیشابور و قوچان به سمت مشهد بیشترین احتمال وقوع خطر تصادفات را در میان مسیرهای گردشگری استان دارا

می‌باشند. همچنین محورهای (تربت‌حیدریه- گناباد- بجستان)، (فریمان- تربت‌جام- تایباد) و (زاوه- رشت‌خوار- خواف) به عنوان مسیرهایی با احتمال وقوع خطر زیاد در تصادفات جاده‌ای شناسایی شدند. شکل ۱۲، میزان احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲. میزان احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳

بحث

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۱ در حدود ۱۱/۸۳ درصد کل بازدیدکنندگان از موزه‌ها و بناهای تاریخی تحت پوشش وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی در کشور مربوط به استان خراسان رضوی بوده است که این نشان دهنده افزایش حجم ورودی گردشگران به این استان نسبت به سال‌های قبل به دلیل وجود کووید-۱۹ بوده است که این تعداد بالغ بر ۲۶۰۲۵۲۸۹ نفر گردشگر ورودی به استان است. همچنین تعداد تصادفات برون‌شهری استان خراسان (۲۰۰۴ تصادف) در سال ۱۴۰۱ معادل ۵/۱۷ درصد کل تصادفات کشور بوده است. همچنین می‌توان گفت به ازای هر ۱۰ هزار نفر گردشگر تعداد ۷/۶ نفر در اثر تصادف جاده‌ای در استان خراسان رضوی جان باخته‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مسیرهای نیشابور و قوچان بیشترین حجم گردشگر را دارا می‌باشند که به دلیل عدم آشنایی گردشگران با

جاده و شرایط آن، مسیرهایی با احتمال وقوع زیاد تصادفات براساس شدت تصادفات و طول مسیر پریسک محسوب می‌شوند که نتایج حاصل از یافته‌های این پژوهش با یافته‌های بیلوس و همکاران (۲۰۲۰) و عبدی و کیامهر (۱۳۹۵) مطابقت دارد. نتایج مطالعه حاکی از آن است که عوامل طبیعی، مکانی، انسانی و فنی از مهمترین علل وقوع تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی است که با نتایج حیدری و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که خراسان رضوی به دلیل وجود حرم مطهر امام رضا (ع) و نیز جاذبه‌های گردشگری، در ایام تعطیلات به ویژه ایام عید نوروز و تابستان مقصد سفر زائران و گردشگران زیادی است که با نتایج روسلو و میرا (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

صنعت گردشگری پس از جنگ جهانی دوم و با گسترش شهرنشینی، کاهش ساعات کار، توسعه روزافزون راه‌ها و شبکه‌های حمل و نقل، ارتقای سطح فرهنگ عمومی و اصلاح قوانین و مقررات تحولی شگرف یافت بطوری که تقاضا برای گردشگری را در سطح جهان با افزایش مواجه ساخته است. در این میان، احتمال وقوع خطرهای گوناگونی گردشگران را تهدید می‌کند که به میزان احتمال وقوع خطرهای موجود در این صنعت، نه تنها تأثیر منفی بر ادراک گردشگران خواهد گذاشت؛ بلکه توسعه گردشگری را با چالش‌های جدی مواجه می‌سازد. در این بین تصادفات جاده‌ای در مقاصد و مسیرهای گردشگری یکی از پراحتمال و وقوع خطرترین مخاطرات در گردشگری محسوب می‌شود. بر همین اساس، پژوهش حاضر به تحلیل احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی پرداخته است. نتایج پژوهش نشان داد استان خراسان رضوی به دلیل وجود حرم مطهر رضوی و نیز جاذبه‌های گردشگری طبیعی و انسان‌ساخت، در برخی ایام سال حجم سفرها به استان به شدت افزایش می‌یابد که همین عامل موجب شده تا در حوادث رانندگی استان خراسان رضوی به لحاظ تعداد فوتی‌ها رتبه ششم و براساس مجروحان رتبه دوم را در کشور کسب نماید. لذا بررسی شاخص میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی تصادفات در استان (۰/۰۹) نشان می‌دهد که الگوی تصادفات در مسیرهای گردشگری استان خوشه‌ای می‌باشد که بیانگر آن است که برخی مقاصد گردشگری با خطر احتمال وقوع خطر تصادفات

جاده‌ای بیشتری مواجه هستند. شناسایی نقاط پرتصادف در مسیرهای گردشگری استان حاکی از آن است که در تصادفات جرحی آزادراه مشهد- نیشابور از مرکز به سمت غرب، در تصادفات خسارتی، محور مشهد به سمت تربت حیدریه و در تصادفات فوتی محور مشهد- کلات به سمت درگز کانون حوادث رانندگی می‌باشند. همچنین سنجش احتمال وقوع خطر تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی براساس شدت تصادفات و طول مسیر احتمال وقوع خطر نشان داد که محورهای گردشگری نیشابور و قوچان پرخطرترین مسیرها، محورهای بجستان، تایباد و خواف مسیرهایی با احتمال وقوع خطر زیاد، محورهای سبزوار و جغتای مسیرهایی با احتمال وقوع خطر متوسط و همچنین محورهای طبقه- شاندیز، بردسکن، درگز و سرخس به عنوان مسیرهای گردشگری با احتمال وقوع خطر پایین شناسایی شدند. با توجه به یافته‌های پژوهش پیشنهادهای کاربردی به منظور کاهش تصادفات جاده‌ای در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی به شرح زیر می‌باشند:

- رفع نقاط حادثه‌خیز در مسیرهای گردشگری استان خراسان رضوی؛
- تسریع در ساخت پروژه آزادراه حرم تا حرم در محور نیشابور- سبزوار به عنوان ورودی اصلی گردشگر به استان خراسان رضوی؛
- اصلاح طرح هندسی قوس افقی و افزایش شعاع قوس و حتی‌الامکان حذف قوس؛
- تعریض مسیرهای گردشگری و جدا سازی خطوط رفت و برگشت هر کدام از خطوط ۲ خط عبوری به عرض ۷/۳۰ و عرض شانه حداقل ۱/۸۰ بخصوص در مکان‌های وجود جاذبه‌های گردشگری؛
- نصب تابلو و علائم راهنمایی و رانندگی (کاهش سرعت، پیچ خطرناک و سبقت ممنوع) به ویژه در نقاطی که تابلوها مورد سرقت قرار گرفته‌اند؛
- استقرار مراکز اطلاع‌رسانی گردشگران در مسیرهای گردشگری به منظور آگاه‌سازی و فرهنگ‌سازی مسافران جهت رعایت مقررات راهنمایی و رانندگی.

منابع

- آهنگرکانی، مهرداد؛ ملک، محمدرضا. (۱۳۹۹). «تهیه نقشه احتمال وقوع خطر تصادفات رانندگی مبتنی بر اطلاعات مکانی مردم گستر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه». اطلاعات جغرافیایی سپهر. ۲۹(۱۱۴). ۱۱۵-۹۹.
- رحمانی، محمد. (۱۳۹۵). «پهنه‌بندی تصادفات جاده‌ای با هدف تعیین نقاط حادثه‌خیز با استفاده از GIS (نمونه موردی: مسیر همدان- ملایر)». آمایش محیط. ۳۴. ۱۷۵-۱۵۵.
- زنگی‌آبادی، علی؛ شیران، غلامرضا؛ گشتیل، خیری. (۱۳۹۱). «بررسی علل تصادفات در بزرگراه‌ها (مورد مطالعه: بزرگراه‌های درون‌شهری اصفهان)». راهور. ۹(۱۷). ۳۷-۵۷.
- صادقی، علی اصغر؛ پیرایش نقاب، محمدعلی؛ آیتی، اسماعیل. (۱۳۹۰). «شناسایی و اولویت‌بندی قطعات حادثه‌خیز راه با رویکرد قطعه‌بندی مسیر و تحلیل پوششی داده‌ها». مهندسی حمل و نقل. ۳(۱). ۶۸-۵۵.
- طالبی، خاطره؛ سرتیپی‌پور، محسن و آزاد، میترا. (۱۴۰۱). «تعیین مسیرهای گردشگری با روش کمترین فاصله از بهترین تصمیم (نمونه موردی: شهرستان تاریخی دامغان)». گردشگری و توسعه. ۱۱(۳). ۲۲۴-۲۰۷.
- عبدی، علیرضا؛ گیاه‌مهر، رامین. (۱۳۹۵). «بررسی نقاط حادثه‌خیز در جاده‌های توریستی و گردشگری (مطالعه موردی: محور قروه- باباگرگ/استان کردستان)». چهارمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری. تهران. ایران.
- فاطمی، سیدباقر؛ رضایی، یوسف. (۱۳۸۹). مبانی سنجش از دور. چاپ دوم. تهران: انتشارات آزاده.
- فرج‌زاده اصل، منوچهر. (۱۳۸۷). سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه ریزی صنعت توریسم. تهران: سمت.
- فرجی سبکبار، حسنعلی؛ عیاشی، اطهره؛ سلمانی، محمد. (۱۳۹۲). «ارزیابی سطح ریسک در فرایند توسعه سیستم‌های گردشگری (مطالعه موردی: شهرستان خرم‌آباد)». جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۶(۱۲۳). ۱۴۰-۱۲۳.
- فردوسی، سجاء؛ آغنده، محمدعلی؛ بابائی، یاور. (۱۳۹۸). «تحلیلی بر احتمال وقوع خطرهای و مخاطرات مقاصد گردشگری، مطالعه موردی: بندرانزلی». پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری. ۱۰(۲). ۲۶-۱۳.
- قاضی طباطبایی، محمود؛ رضایی، مهدی. (۱۳۸۸). «ابعاد اجتماعی و فرهنگی تصادفات رانندگی در ایران تحلیلی بر تعیین کننده‌ها». مجله انسان‌شناسی. ۷(۱۱). ۱۵۵-۱۲۶.
- کلانتری، علی؛ علیان، سحر. (۱۴۰۱). «تحلیل تصادفات جاده‌ای با تأکید بر خصوصیات محیط و جاده در سیستم اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: محور کرچ- کندوان)». پژوهش‌های جغرافیایی/انسانی. ۵۴(۲). ۵۸۲-۵۶۳.
- محمدی، علیرضا؛ نوری، سپیده و پیشگر، الهه. (۱۳۹۷). «تحلیل فضایی خدمات پیشرفته (APS) شهری با استفاده از آمار فضایی (مطالعه موردی: شهر اردبیل)». برنامه‌ریزی توسعه کالبدی. ۳(۱). ۹۲-۷۷.

- مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۳۹۹). *مطالعات سند ملی آمایش سرزمین (بخش میراث فرهنگی و گردشگری)*. تهران: مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری سازمان برنامه و بودجه کشور.
- میسون، پیترو. (۱۳۹۰). گردشگری، اثرات، برنامه‌ریزی و مدیریت. ترجمه روزبه میرزایی و پونه ترابیان. تهران: انتشارات ترمه.
- نعمت‌اللهی، فاطمه؛ رامشت، محمدحسین. (۱۴۰۰). «آنالیز فضایی سکونتگاه‌های روستایی سرزمین ایران». *جغرافیا و توسعه*. ۱۹. (۶۵). ۱-۲۶.
- نیکزاد، میرفاضل. (۱۳۸۶). *سوانح ترافیکی کشور و خسارات ناشی از آن*. تهران: پلیس راهنمایی و رانندگی ناجا.

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association: LISA. *Geogr Anal* 27(2):93-115.
- Bonnier, A., Finné, M., & Weiberg, E. (2019). Examining land-use through GIS-Based kernel density estimation: A Re-Evaluation of legacy data from the berbatilimnes survey. *Journal of Field Archaeology*, 44(2), 70-83.
- Cooper, A. K., Coetzee, S., Kaczmarek, I., Kourie, D. G., Iwaniak, A., & Kubik, T. (2011). Challenges for quality in volunteered geographical information.
- Deery, H.A. (1999). "Hazard and Risk Perception Among Young Novice Drivers". *Journal of Safety Research* 30, 255-236.
- Elvik, R. (2007). State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks: Transport Economics institute.
- Elvik, R. (2008). A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries. *Accident Analysis and Prevention*, 40(6), 1830-1835.
- ESRI (2022). Arc GIS Pro Tutorials. <https://pro.arcgis.com/>
- Getis, A., Ord, JK. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geogr Anal* 24(3):189-206.
- Geurts, K.; Wets, G.; Brijs, T.; Vanhoof, K.; Karlis, D. (2006). Ranking and selecting dangerous crash locations: Correcting for the number of passengers and Bayesian ranking plots. *Safety Research*, 37(1), 83-91.
- Howard, H. H., McMaster, R. B., Slocum, T. A., & Kessler, F. C (2008). Thematic cartography and revisualization.
- Jacquez, GM., Greiling, D.A. (2003). Local clustering in breast, lung and colorectal cancer in Long Island, New York. *Int J Health Geographic's*, 2:3.
- Malczewski, J., (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons.
- Mariani, G. S., Brandolini, F., Pelfini, M., & Zerboni, A. (2019). Matilda's castles, northern Apennines: geological and geomorphological constrains. *Journal of Maps*, 15(2), 521-529.
- Miller, H. J. and Han, J. (Eds.), (2009). *Geographic data mining and knowledge discovery*. CRC press.

- Montella, A. (2010). A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 571-581.
- Ord, JK, Getis A. (1995). Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geogr Anal* 27(4):287-306.
- Schowengerdt, R. A (2006). Remote sensing :models and methods for image processing . Elsevier, 558.
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall.
- Tamburri, T.N.; Smith, R.N. (1973). The safety index - a method of evaluating and rating safety benefits. *Highway Research Record*, 28-39.
- WHO (2011). Mobile phone use: a growing problem of driver distraction. Geneva, Switzerland: World Health Organisation.
- Yin, P. (2020). Kernels and Density Estimation. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (1st Quarter 2020 Edition), John P. Wilson (Ed.).
- Zhang, C., Luo, L., Xu, W., Ledwith, V. (2008). Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland. *Sci Total Environ* 398 (1-3):212-221.