

تحلیل فضایی تصادفات جاده‌ای با رویکرد مخاطرات اقلیمی

مطالعه موردی: محور کرج - چالوس

منوچهر فرج‌زاده اصل* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس
محمدحسین قلی‌زاده - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه کردستان
عظیم ادبی فیروزجایی - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۱/۲۰ تأیید مقاله: ۱۳۸۹/۷/۲۶

چکیده

تصادفات جاده‌ای از عوامل بسیار مهم مرگ‌ومیر و صدمات شدید جانی و مالی به شمار می‌آیند و آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن جوامع بشری را به شدت مورد تهدید قرار داده‌اند. از میان عواملی که در بروز تصادفات جاده‌ای نقش دارند، سهم پدیده‌های اقلیمی چون لغزندگی در سطح جاده، برف، کولاک، مه، بهمن و یخبندان کم نیست. در این پژوهش تأثیرات آب و هوا بر تصادفات جاده‌ای در محور کرج - چالوس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. محور کرج - چالوس به طول ۷۰ کیلومتر، از مهم‌ترین راه‌های مواصلاتی است که استان تهران را از طریق ارتفاعات البرز به مناطق شمالی کشور مرتبط می‌سازد. در پژوهش حاضر پایگاه اطلاعات فضایی با استفاده از نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از جاده تشکیل گردیده و آمار تصادفات جاده‌ای پلیس‌راه به این پایگاه اضافه شده و از طریق آنها نقاط مخاطره‌آمیز از لحاظ وقوع تصادفات در هر یک از شرایط جوی (آفتابی، ابری و جز آن) مورد بررسی قرار گرفته است. روش مطالعه در این تحقیق بر مبنای بررسی فراوانی تصادفات در هر یک از مقاطع یک کیلومتری جاده مورد بررسی بوده است که در آن همزمانی بین وقوع تصادفات با رخدادهای اقلیمی با امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آماری تحلیل شده است. در همین زمینه بررسی ارتباط وقوع تصادفات جاده‌ای با شرایط توپوگرافی نیز صورت گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در شرایط هوای آفتابی کیلومترهای ۱۷، ۲۰ و ۴۱ و در شرایط هوای ابری کیلومتر ۶۲ و در هنگام ریزش باران کیلومترهای ۴۰ و ۷۰ و در هوای برفی کیلومترهای ۴۰، ۶۰ و ۶۲ و در هنگام هوای مه‌آلود کیلومترهای ۶۰، ۶۲ و ۶۵ حداکثر فراوانی تصادفات را دارند و از این لحاظ جزو نقاط خطرناک محسوب می‌شوند. همچنین توزیع فضایی تصادفات نشان می‌دهد که هر چه محور کرج - چالوس از ارتفاعات بالاتری عبور می‌کند، به علت شرایط نامساعد جوی، میزان تصادفات در همان مقاطع افزایش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: ایمنی جاده‌ای، تصادفات، محور کرج - چالوس، مخاطرات اقلیمی.

مقدمه

حمل و نقل در معنی عام کلمه به معنی جابه‌جایی انسان و کالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر است که از طریق راه‌های زمینی و آبی و هوایی (جاده، راه‌آهن، بندر و فرودگاه) و به کمک انواع خودروها و کشتی‌ها و هواپیما صورت می‌گیرد (حبیبی نوخندان و کمالی، ۱۳۸۷). حمل و نقل یکی از بخش‌های زیربنایی در اقتصاد کشور است که در اقتصاد کلان اعم از تولید ناخالص ملی، سرمایه‌گذاری، اشتغال، ارزیابی و دیگر شاخص‌های مهم، همچنین در توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، نظامی، دفاعی و بالاخره رفاه و امنیت کشورها نقش بسیار اساسی دارد، به طوری که برخی از نظریه‌پردازان، حمل و نقل را مترادف توسعه کشور می‌دانند. در این بین حمل و نقل جاده‌ای به دلیل خصوصیت ویژه‌ای که داراست، متداول‌ترین شیوه حمل و نقل در کشورهای مختلف و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به حساب می‌آید (حبیبی نوخندان، ۱۳۷۸، ۱۷).

از جمله مهم‌ترین عواملی که ایمنی و پایداری حمل و نقل را تحت تأثیر قرار می‌دهد، وقوع پدیده‌های اقلیمی است. بررسی آماری کشور استرالیا، حاکی از آن است که فراوانی تصادفات در روزهای بارانی ۳۰ درصد بیشتر از روزهای بدون باران است. ساخت، نگهداری، مراقبت، تعمیر و عملیات جاده‌ها مواردی هستند که دستخوش حوادث آب و هوایی می‌شوند. در روزهای بد و نامساعد (هوای ابری، ورزش بادهای شدید، وجود مه، یخبندان شدید، ریزش برف سنگین و مانند اینها) مسائل ایمنی جاده‌ها به مخاطره می‌افتد. سطوح لغزنده جاده‌ها، دقت در رانندگی را کاهش می‌دهد و وزش بادهای بسیار شدید ممکن است اتومبیل‌ها را به بیرون از جاده‌ها پرتاب کند. همچنین ریزش برف سنگین در سطح جاده‌ها و بروز یخبندان و گسترش مه غلیظ در جاده‌ها، اغلب باعث ایجاد راهبندان و توقف عبور و مرور وسایل نقلیه می‌شود (خالدی، ۱۳۷۴، ۱۹۸).

در کشور ایران از هر ۱۰۰ نفر مجروح در حوادث رانندگی، ۲۴ نفر می‌میرند؛ در حالی که در کشور انگلیس از هر ۱۰۰ نفر ۱ نفر می‌میرد. در جدیدترین بررسی‌های به عمل آمده، در مقایسه تصادفات مشخص شد که شاخص تعداد کشته‌ها به ازای هر ۱۰,۰۰۰ وسیله نقلیه در کشور در سال ۱۳۷۸، معادل ۳۳ نفر بوده است، در حالی که این شاخص برای اکثر کشورهای در حال توسعه ۱۰ الی ۱۲ درصد است (روزنامه جمهوری اسلامی، ۱۳۸۲). از این رو پارامترهای جوّی می‌توانند نقش اساسی در حمل و نقل داشته باشند. شناخت عواملی چون دما، باد، انواع ریزش‌های جوّی، یخبندان و جز اینها در مناطق مختلف این امکان را به وجود می‌آورد که طراحان راه‌ها بتوانند با توجه به محدودیت‌های منطقه، ایمنی راه‌ها را بهتر تأمین کنند. امروزه آب و هواشناسی در کنار دیگر تخصص‌های ناوبری، سهمی جدی در تسهیلات ترابری دارد. حمل و نقل به صورت مختلف به شرایط آب و هوایی بستگی می‌یابد و همواره در طول تاریخ، در توسعه علوم، با تغییر شکل نوع زندگی و اقتصاد، شکلی متفاوت به خود گرفته است. در میان تمام موانع محیط طبیعی، بی‌گمان شرایط آب و هوایی به‌طور مستقیم (به‌عنوان مثال یخبندان، مه و بارندگی شدید) و یا به‌طور غیرمستقیم با مداخله در دیگر ترکیبات محیط طبیعی بیشترین نقش را در حمل و نقل دارند. به طور کلی شرایط آب و هوایی باعث طغیان رودخانه‌ها، جاری شدن سیلاب‌ها، فرسایش شیب‌ها، لغزندگی زمین، بهمن، شکستن درخت‌ها بر اثر طوفان شدید و مسدود شدن راه‌ها می‌شود.

پدیده‌های آب و هوایی اغلب موارد تأثیر غیرمستقیمی در تردد وسایل نقلیه دارند ولی آثار غیرمستقیم آنها نیز هنگام از بین بردن فرایندهایی که آثار خطرناک‌تری دارند، مشکل‌آفرین است. تا کنون مسائلی مانند پیش‌بینی یخبندان بر روی جاده‌ها، وزش بادهای قوی روی پل‌ها، بارندگی شدید، کاهش دید بر اثر مه و یا بارش مورد بررسی قرار گرفته‌اند و این امر منجر به رشد سریع سیستم‌های هواشناسی جاده‌ای شده است. براساس مطالعات انجام شده، بیشترین کاربرد علمی اندازه‌گیری پارامترهای هواشناسی در زمان حاضر به‌طور غیرمستقیم به نگهداری جاده‌ها در فصول سرد مانند پیش‌بینی و هشدار وقوع یخبندان، سیل و نظایر اینها در سطح جاده‌ها مربوط می‌شود (کرمی، ۱۳۸۲).

در همین زمینه بروس، پژوهشی را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تجزیه و تحلیل فضایی - مکانی تصادفات جاده‌ای در لاکروس ویسکانسین به کار گرفت. او به کمک GIS، توزیع فضایی - مکانی تصادفات را تعیین کرد. همچنین او با استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل آماری متوجه شد که درصد یا نرخ تصادفات در روزهای برفی به نسبت روزهای جوی مساعد افزایش نشان نمی‌دهد (Bros, 1999). آندره و الی مطالعات متعددی را در زمینه هواشناسی جاده و تصادفات ناشی از شرایط جوی نامطلوب در سطح جاده انجام داد. او در یکی از پژوهش‌های خود در همین سال به این نتیجه رسید که خطر تصادفات معمولاً در طول بارندگی از مقادیر جزئی تا چند برابر افزایش می‌یابد (Anderi and Oley, 2001). کارسون و منگرینگ به بررسی تأثیر علائم هشداردهنده یخبندان بر روی شدت و تناوب تصادفات در جاده‌های دارای یخبندان و برف پرداختند (Carson Mongering, 1999). این پژوهش به مطالعه تأثیرگذاری علائم هشداردهنده یخبندان در تناوب و شدت تصادفات در ایالت واشنگتن پرداخته است. کی و سیموند نیز رخداد بارندگی را در بروز تصادفات جاده‌ای در شهرهای بزرگ استرالیا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در طی دوره‌های مرطوب و بعد از فاصله‌ای زمانی بعد از رخداد بارندگی، میزان ریسک خطر تصادفات افزایش زیادی در مقایسه با دوره‌های خشک پیدا می‌کند (Keay and Simmonds, 2006, 445-454). مطالعه مشابهی را هم ایسنبرگ برای امریکا انجام داده و به این نتیجه رسیده است که ارتباط معنی‌دار منفی بین بارش ماهانه و تصادفات وجود دارد؛ ولی در سطح روزانه این ارتباط مثبت است (Eisenberg, 2004, 347-637).

ادواردز نیز به مطالعه روابط بین شدت تصادفات جاده‌ای و وضعیت هوا در انگلستان پرداخته و به این نتیجه دست یافته است که در شرایط بارانی میزان تصادفات به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با شرایط هوای خوب کاهش پیدا می‌کند، در حالی که در هوای مه‌آلود تغییرات جغرافیایی خاصی را نشان می‌دهد و در شرایط هوای طوفانی نتایج قطعی نیست (Edwards, 1998, 249-262). در کانادا این مطالعه به‌وسیله آندرسکو و فراست با استفاده از پارامترهای بارش، دما و برف در مقیاس‌های زمانی ماهانه و سالانه صورت گرفته است که نشان می‌دهد در شرایط برفی میزان تصادفات به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (Andreescu and Frost, 1998, 225-230). نورمن و همکاران وی به بررسی تأثیر لغزندگی سطح جاده ناشی از رخداد شرایط هواشناسی در افزایش میزان تصادفات در جنوب سوئد پرداخته‌اند که نتیجه مطالعات آنها ضمن ارائه الگوی طبقه‌بندی لغزندگی سطح جاده‌ها به ارائه هشدارهای لازم در زمان رخداد شرایط آب و هوایی اشاره دارد (Norman et al., 2000, 185-193).

در ایران تأثیر عوامل جغرافیایی بر شبکه راه‌ها مورد توجه قرار گرفته و عوامل اقلیمی مؤکداً به عنوان یکی از پارامترهای اصلی آن شناخته شده است (فلاح‌تبار، ۱۳۷۹، ۵۵-۴۷). بررسی توزیع مکانی و زمانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل‌ونقل جاده‌ای را کمالی و حبیبی نوخندان (۱۳۸۴) مورد بررسی قرار داده‌اند که در طی آن نقشه‌های آغاز و خاتمه یخبندان در کشور تهیه گردیده است. توزیع زمانی و مکانی یخبندان و لغزندگی در جاده‌های هراز و فیروزکوه نیز به‌وسیله عزیزی و حبیبی نوخندان (۱۳۸۴) مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعه توزیع مکانی و زمانی وقوع مه و بررسی تأثیرات آن در حمل‌ونقل جاده‌ای به‌وسیله حبیبی نوخندان (۱۳۸۴) صورت گرفته و راهکارهای مقابله با آن ارائه شده است. فرج‌زاده و کرمی (۱۳۸۴) به بررسی تحلیل تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در محور فیروزکوه - ساری پرداختند. هدف آنها از این کار بررسی ارتباط بین پدیده‌های اقلیمی و بروز تصادفات به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده است. همچنین آنها ثابت کردند که وقوع پدیده‌های اقلیمی یخبندان و بارندگی از مهم‌ترین عوامل بالا رفتن آمار تصادفات در محور فیروزکوه - ساری به شمار می‌آیند. فرج‌زاده و باقدم (۱۳۸۴) نیز به بررسی تحلیل تصادفات جاده‌ای در محور سنندج - مریوان با رویکرد مخاطرات اقلیمی (بهمن، لغزش، ریزش و جز آن) به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنها در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که حرکات دامنه‌ای به لحاظ تأثیرگذاری بر جاده، وقوع ناگهانی و فعالیت در تمام طول سال از مهم‌ترین پارامترهای خطرناک و تهدیدکننده ایمنی محور سنندج - مریوان است و تغییر کاربری دامنه‌های مشرف بر جاده در افزایش حرکات دامنه‌ای در محور سنندج - مریوان مؤثر بوده است.

در ادامه نیز نتیجه‌گیری شده است که وقوع پدیده‌های اقلیمی یخبندان و کولاک، مهم‌ترین پارامترهای خطرناک در فصل زمستان برای محور سنندج - مریوان محسوب می‌شوند. در همین زمینه تأثیر پدیده‌های اقلیمی بر تردد و تصادفات در جاده سنندج - همدان به‌وسیله محمدی و محمودی (۱۳۸۵) بررسی شده و عوامل اقلیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در این محور شناخته شده است. حبیبی نوخندان (۱۳۷۸) به بررسی پدیده‌های اقلیمی مؤثر در تصادفات جاده‌ای در محور هراز پرداخته است. هدف وی از این کار بررسی ارتباط بین پدیده‌های اقلیمی (یخبندان، ریزش برف و باران، کولاک و مه) و بروز تصادفات جاده‌ای در ماه‌های فصل سرد سال به همراه ارائه راهکارهای اجرایی مناسب در جهت کاهش احتمال وقوع سوانح متأثر از پدیده‌های اقلیمی بوده است. مکان‌یابی بهینه استقرار سنجنده‌های هواشناسی جاده‌ای در سیستم حمل‌ونقل هوشمند در محور تهران - کرج به‌وسیله حبیبی نوخندان و کرمی (۱۳۸۷) مطالعه شده و تأثیر توزیع مکانی و زمانی بارش بر ایمنی جاده‌ای ایران را نیز حبیبی نوخندان (۱۳۸۸) تبیین کرده است.

سوابق یاد شده نشان می‌دهند که بررسی ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و رخداد تصادفات جاده‌ای مورد توجه قرار گرفته و اغلب مطالعات انجام شده به روابط مثبتی نیز رسیده‌اند ولی الگوی فضایی تصادفات و عوامل اقلیمی مؤثر بر آن مورد توجه قرار نگرفته است. به همین منظور مقاله حاضر سعی کرده است با بهره‌گیری از توانایی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و با انجام تحلیل فضایی، نواحی مخاطره‌آمیز از لحاظ وقوع تصادفات را در مقاطع مختلف از جاده کرج - چالوس در هر یک از شرایط جوئی (آفتابی، ابری، بارانی، مه‌آلود و برفی) شناسایی و معرفی کند.

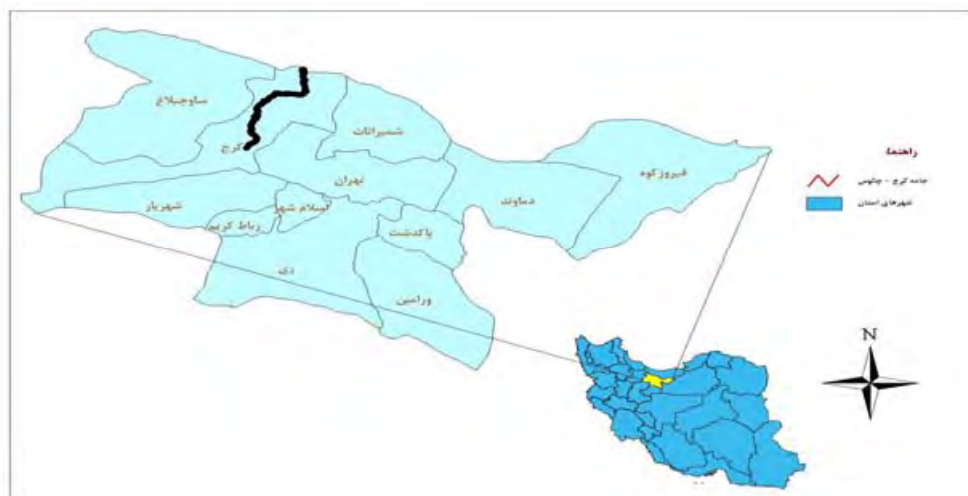
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش جاده کرج - چالوس به طول ۷۰ کیلومتر در حوزه استحفاظی استان تهران بوده است، که از نظر طبقه‌بندی جاده‌ای در گروه راه‌های اصلی کشور قرار می‌گیرد. این محور یکی از مهم‌ترین راه‌های مواصلاتی است که استان تهران را از طریق ارتفاعات البرز به مناطق شمالی کشور مرتبط می‌سازد. تعداد تونل‌های این محور از کیلومتر ۱ تا ۷۰ در محدوده استحفاظی استان تهران، ۱۱ دهنه است که به ترتیب در کیلومترهای ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۳۰، ۴۹، ۵۲، ۵۴ و ۷۰ قرار دارند و بزرگ‌ترین آن به طول ۲ کیلومتر در کیلومتر ۷۰ به عنوان تونل کندوان واقع است.

شکل ۱ موقعیت محور کرج - چالوس را در استان تهران نشان می‌دهد. جدول ۱ نیز بیانگر ویژگی توپوگرافیکی محور در مقاطع ده کیلومتری از محور کرج - چالوس است. طبق این جدول کمترین میانگین ارتفاع در کیلومترهای بین ۱ تا ۱۰ مشاهده می‌شود که ۱۴۶۹ متر است و حداکثر میانگین ارتفاع در کیلومترهای بین ۶۱ تا ۷۰ مشاهده می‌شود که ۲۲۸۶ متر است. حداقل ارتفاع در کیلومترهای بین ۱ تا ۱۰ مشاهده می‌شود که ۱۳۳۸ متر است. حداکثر ارتفاع در کیلومترهای بین ۶۱ تا ۷۰ مشاهده می‌شود که ۲۵۰۷ متر است. محور کرج - چالوس از مناطقی با شیب‌های متفاوت عبور می‌کند. طبق جدول ۱ کمترین میانگین شیب در کیلومترهای بین ۶۱ تا ۷۰ مشاهده می‌گردد که ۱۰/۷۱ درصد است و بیشترین میانگین شیب در کیلومترهای بین ۲۱ تا ۳۰ و ۵۱ تا ۶۰ دیده می‌شود که به ترتیب ۲۶ و ۲۴/۷۱ درصد را به خود اختصاص داده است. حداکثر شیب در کیلومترهای بین ۲۱ تا ۳۰ مشاهده می‌شود، که ۴۷/۸۳ درصد است.

جدول ۱. مشخصات ارتفاع و شیب محور کرج - چالوس در مقاطع ده کیلومتری؛ جدول خروجی از Arcview

کیلومترها	۱-۱۰	۱۱-۲۰	۲۱-۳۰	۳۱-۴۰	۴۱-۵۰	۵۱-۶۰	۶۱-۷۰
مشخصات ارتفاع و شیب							
حداقل ارتفاع	۱۳۳۸	۱۵۰۰	۱۶۰۶	۱۸۰۰	۱۹۰۰	۲۱۰۰	۲۲۰۰
حداکثر ارتفاع	۱۷۵۱	۱۷۴۶	۲۴۰۰	۲۰۲۱	۲۲۹۴	۲۳۸۶	۲۵۰۷
میانگین ارتفاع	۱۴۶۹	۱۵۸۸	۱۹۵۷	۱۸۶۷	۲۰۱۴	۲۲۱۵	۲۲۸۶
دامنه ارتفاع	۴۱۳	۲۴۷	۷۹۴	۲۲۲	۳۹۴	۲۸۶	۳۰۸
انحراف معیار	۸۸/۲۶	۶۱/۶۴	۲۳۸/۱۴	۵۳/۹۱	۱۰۳/۵۲	۸۹	۱۰۰/۹۳
حداقل شیب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثر شیب	۳۲/۲۰	۴۱/۶۷	۴۷/۸۳	۳۹/۷۳	۳۶/۶۲	۳۵/۲۷	۳۳
میانگین شیب	۱۱/۵۸	۱۳/۰۱	۲۶	۱۲/۵۴	۲۰/۷۷	۲۴/۷۱	۱۰/۷۱
دامنه شیب	۳۲/۲۰	۴۱/۶۷	۴۷/۸۳	۳۹/۷۳	۳۶/۶۲	۳۵/۲۷	۳۳/۰۱
انحراف معیار	۱۱/۶۵	۱۳/۸۰	۱۳/۳۴	۱۱/۷۳	۱۰/۰۵	۹/۹۳	۱۰/۷۴



شکل ۱. موقعیت محور کرج - چالوس در استان تهران و شهرستان کرج

برای انجام این پژوهش، ابتدا نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه‌ای که محور کرج - چالوس از آن عبور می‌کند، به صورت کاغذی از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح گرفته شد و پس از اسکن، نقشه مورد نظر رقومی گردید و سپس سیستم تصویر UTM برای آن انتخاب شد. سپس برای تهیه نقشه شیب، اطلاعات خطوط تراز ۱۰۰ متری نقشه توپوگرافی مورد استفاده قرار گرفتند. با اعمال توابع شبکه‌بندی نامنظم مثلث‌بندی^۱ (TIN) در شبکه توپوگرافی، مدل رقومی زمین^۲ (DTM) شکل گرفت و با تبدیل داده‌های رستری، برای هر پیکسل به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر مقدار شیب در نرم‌افزار Arcview و ضمائم آن یعنی 3D Analyze استخراج گردید. اطلاعات مربوط به تصادفات رخ داده در این محور در دوره زمانی سه ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲) از آمارنامه موجود در پلیس راه کرج-چالوس تهیه شد. این اطلاعات شامل زمان تصادف، جنسیت راننده، مدرک تحصیلی، نوع وسیله نقلیه بود که همه آنها وارد پایگاه اطلاعاتی مربوط گردیدند. داده‌های هواشناسی روزانه برای دوره ۱۰ ساله بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ برای ایستگاه کرج - کشاورزی و دوره ۵ ساله بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ برای ایستگاه سیاه‌پیشه چالوس شامل دما، بارش، رطوبت نسبی، تعداد روزهای برفی و یخبندان، تعداد روزهای طوفانی، تعداد روزهای ابری و میزان دید از سازمان هواشناسی کشور برگرفته شد. اطلاعات مختلف جمع‌آوری شده وارد پایگاه اطلاعات فضایی گردید و از آن در شناسایی نقاط مخاطره‌آمیز از لحاظ وقوع تصادفات در هر یک از شرایط جوی (آفتابی، ابری، برفی، بارانی و مه‌آلود) استفاده شد. برای این منظور محور مطالعه به قطعات یک کیلومتری تقسیم گردید. پس از تقسیم محور به قطعات یک کیلومتری، بانک اطلاعات تصادفات جاده‌ای تهیه شده به وسیله پلیس راه وارد محیط پایگاه اطلاعاتی گردید و لایه جاده نیز اضافه شد. در مرحله بعدی مجموع تعداد تصادفات رخ داده در هر یک از کیلومترها برای همه شرایط جوی (آفتابی، برفی، بارانی، مه‌آلود، تمامی شرایط جوی و تمامی شرایط نامساعد جوی) به دست آمد. جدول ۲ نشان‌دهنده تعداد تصادفات برای هر کیلومتر در شرایط جوی مختلف است. جدول ۳ نیز بیانگر تعداد تصادفات براساس مقاطع ۱۰ کیلومتری است.

1. Triangulate Irregular Network

2. Digital Elevation Model

جدول ۲. فراوانی مکانی تصادفات در مقاطع یک کیلومتری در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در محور کرج - چالوس

کیلومترها	شرایط جوی	آفتابی	برفی	مه‌الود	ابری	بارانی	تمامی شرایط جوی	تمامی شرایط نامساعد جوی
۱		۳۷	۰	۰	۰	۰	۳۸	۰
۲		۱۴	۰	۰	۰	۰	۱۴	۰
۳		۱۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰
۴		۸	۰	۰	۰	۱	۹	۱
۵		۲۷	۳	۰	۰	۱	۳۱	۴
۶		۸	۱	۰	۰	۰	۹	۱
۷		۱۱	۰	۰	۰	۰	۱۱	۰
۸		۹	۱	۰	۰	۰	۱۰	۱
۹		۱۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰
۱۰		۲۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۰
۱۱		۱۷	۰	۰	۰	۱	۱۸	۱
۱۲		۱۹	۰	۰	۰	۰	۱۹	۰
۱۳		۵	۰	۰	۰	۰	۵	۰
۱۴		۳۵	۰	۰	۱	۴	۴۱	۶
۱۵		۱۸	۰	۰	۰	۰	۱۸	۰
۱۶		۲۷	۱	۰	۰	۰	۲۸	۱
۱۷		۶۳	۰	۱	۲	۶	۷۲	۱۱
۱۸		۳۶	۶	۰	۲	۱	۴۷	۱۱
۱۹		۱۸	۳	۱	۰	۴	۲۶	۸
۲۰		۸۴	۳	۱	۲	۳	۹۵	۱۱
۲۱		۱۴	۰	۰	۰	۱	۱۵	۱
۲۲		۲۹	۱	۱	۰	۴	۳۸	۹
۲۳		۲۹	۱	۰	۰	۰	۳۰	۱
۲۴		۸	۰	۱	۰	۱	۱۰	۲
۲۵		۱۲	۰	۲	۰	۰	۱۴	۲
۲۶		۱۴	۰	۰	۱	۰	۱۶	۲
۲۷		۷	۰	۱	۱	۱	۱۱	۴
۲۸		۱۸	۰	۱	۰	۱	۲۰	۲
۲۹		۱۴	۰	۱	۱	۱	۱۸	۴
۳۰		۸	۰	۱	۰	۴	۱۳	۵
۳۱		۲۵	۰	۰	۰	۰	۲۵	۰
۳۲		۹	۴	۱	۴	۳	۲۵	۱۶
۳۳		۲۷	۲	۱	۰	۰	۳۰	۳
۳۴		۴	۱	۰	۲	۱	۱۰	۶
۳۵		۳	۰	۱	۳	۰	۱۰	۷
۳۶		۱۴	۰	۰	۳	۱	۲۱	۷
۳۷		۵	۰	۰	۰	۲	۷	۲
۳۸		۲	۰	۰	۲	۰	۶	۴
۳۹		۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰
۴۰		۲	۷	۳	۰	۹	۲۱	۱۹
۴۱		۵۵	۱	۰	۰	۰	۵۶	۱
۴۲		۱	۰	۱	۱	۳	۷	۶
۴۳		۵	۰	۰	۰	۰	۵	۰
۴۴		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۵		۸	۱	۰	۰	۰	۹	۱
۴۶		۷	۱	۰	۲	۰	۱۲	۵
۴۷		۳	۰	۰	۰	۰	۳	۰
۴۸		۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱
۴۹		۴	۲	۱	۳	۰	۱۳	۹
۵۰		۲۹	۳	۴	۱	۵	۴۳	۱۴

جدول ۲. فراوانی مکانی تصادفات در مقاطع یک کیلومتری در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در محور کرج - چالوس

شماره کیلومترها	شرایط جوی	آفتابی	برفی	مه‌آلود	ابری	بارانی	تمامی شرایط جوی	تمامی شرایط نامساعد جوی
۵۱	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۲	۲
۵۲	۴	۰	۰	۲	۵	۱	۱۷	۱۳
۵۳	۳	۲	۰	۰	۱	۰	۷	۴
۵۴	۵	۳	۳	۲	۱	۰	۱۲	۷
۵۵	۱۲	۱	۰	۰	۰	۰	۱۳	۱
۵۶	۴	۰	۰	۱	۰	۰	۵	۱
۵۷	۲	۰	۰	۱	۱	۰	۵	۳
۵۸	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۳	۱
۵۹	۷	۶	۶	۱	۴	۲	۲۴	۱۷
۶۰	۱۲	۹	۶	۶	۸	۷	۵۰	۳۸
۶۱	۲	۲	۴	۴	۴	۰	۱۶	۱۴
۶۲	۶	۷	۶	۶	۱۲	۳	۴۶	۴۰
۶۳	۱	۱	۱	۱	۲	۰	۷	۶
۶۴	۲	۰	۱	۱	۰	۴	۷	۵
۶۵	۹	۲	۵	۵	۳	۲	۲۴	۱۵
۶۶	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۸	۵
۶۷	۱	۴	۱	۱	۶	۱	۱۹	۱۸
۶۸	۲	۴	۱	۱	۱	۱	۱۰	۸
۶۹	۷	۹	۱	۱	۵	۴	۲۸	۲۱
۷۰	۴۱	۲	۱	۰	۰	۱۱	۵۵	۱۴
مجموع	۹۵۸	۹۸	۵۹	۸۵	۹۵	۹۵	۱۳۸۱	۴۲۴

جدول ۳. فراوانی مکانی تصادفات در هر یک از مقاطع ۱۰ کیلومتری در محور کرج - چالوس

شماره مقطع	کیلومتر از جاده	آفتابی	برفی	مه‌آلود	ابری	بارانی	تمامی موارد جوی	تمامی شرایط نامساعد جوی	میانگین ارتفاع	میانگین شیب
۱	۱-۱۰	۱۵۴	۰	۵	۳	۰	۱۶۲	۸	۱۴۶۹	۱۱/۵۸
۲	۱۰-۲۰	۳۵۲	۷	۱۳	۲۱	۳	۳۶۷	۴۵	۱۵۸۸	۱۳/۰۱
۳	۲۰-۳۰	۱۲۴	۵	۲	۱۳	۷	۱۸۹	۲۷	۱۹۵۷	۲۶
۴	۳۰-۴۰	۹۲	۱۴	۱۴	۱۴	۶	۱۱۱	۴۸	۱۸۶۷	۱۲/۵۴
۵	۴۰-۵۰	۱۱۲	۸	۸	۸	۷	۲۵	۳۱	۲۰۱۴	۲۰/۷۷
۶	۵۰-۶۰	۵۰	۲۰	۲۴	۱۰	۱۳	۱۲۴	۶۷	۲۲۱۵	۲۴/۷۱
۷	۶۰-۷۰	۷۴	۳۴	۲۵	۲۶	۲۲	۱۹۶	۱۰۷	۲۲۸۶	۱۰/۷۱
کل تصادفات	-	۸۰۴	۸۸	۸۶	۹۲	۵۸	۱۰۱۲	۳۵۲	-	-
درصد کل با هوای آفتابی	-	۷۹/۴۴	۸/۷	۸/۵	۹	۵/۷	۱۰۰	-	-	-
درصد برحسب شرایط نامساعد جوی	-	-	۲۷/۱	۲۶/۵	۲۸/۴	۱۷/۹	-	-	-	-

یافته‌های تحقیق

ویژگی آماری تصادفات

از تجزیه و تحلیل تصادفات رخ داده در محور کرج - چالوس، مشخص می‌شود که بیشترین فراوانی تصادفات با ۲۸/۲۲ درصد در دوره مورد مطالعه این پژوهش در فصل تابستان بوده است، و بعد از فصل تابستان بیشترین فراوانی تصادفات در فصل بهار دیده می‌شود. همچنین مشخص شد که حدود ۵۴/۳۸ درصد از تصادفات در فصل‌های گرم سال یعنی بهار و تابستان اتفاق می‌افتد که این امر می‌تواند نشان‌دهنده افزایش حجم ترافیک و تأثیرات آن در وقوع تصادفات جاده‌ای باشد. در دوره زمانی مورد مطالعه خرداد ماه با ۱۵۲ مورد تصادفات بالاترین آمار تصادفات ماهانه را به خود اختصاص داده که علت اصلی این امر افزایش حجم ترافیک در این ماه است.

به‌طور کلی می‌توان گفت که در ماه‌های نیمه اول سال افزایش معناداری در تعداد تصادفات ماهانه مشاهده می‌شود که بدون شک وضعیت ترافیکی شدید در این امر بی‌تأثیر نیست. بررسی آمارهای پلیس‌راه نشان می‌دهد که عامل ۸۵ درصد از تصادفات رخ داده در محور کرج - چالوس مردان هستند و این بیان‌کننده این نکته است که در جاده‌های برون‌شهری و به‌ویژه جاده کرج - چالوس اکثر قریب به اتفاق رانندگان را مردان تشکیل می‌دهند. در طی دوره مورد مطالعه حدود ۶۰/۸۰ درصد از وسایل نقلیه مقصر در تصادفات را وسایل نقلیه مسافربری تشکیل می‌دهند. نکته در خور توجه دیگر در بررسی نوع وسیله نقلیه مقصر در تصادفات، آمار بالای سواری‌هاست که ۵۰/۶۹ درصد وسایل نقلیه مقصر را تشکیل می‌دهند.

تحلیل آماری تصادفات از نظر اقلیمی

با توجه به جدول ۳، مشخص می‌شود که در شرایط هوای آفتابی تعداد تصادفات نسبت به شرایط اقلیمی دیگر روند افزایشی فوق‌العاده‌ای دارد، به‌طوری‌که ۷۹/۴۴ درصد از تصادفات را به خود اختصاص داده است. دلیل اصلی در بالا رفتن آمار تصادفات در شرایط هوای آفتابی در محور کرج - چالوس به‌خاطر بالا رفتن بیش از حد میزان ترافیک وسایل نقلیه به علت مساعد بودن هوا و تمایل رانندگان به رانندگی در این شرایط جوئی است و این در حالی است که در شرایط نامساعد جوئی به دلیل بسته بودن جاده از طرف نهادهای مسئول و عدم تمایل رانندگان به استفاده از این محور در شرایط نامساعد جوئی به دلایل گوناگون از جمله احتمال سقوط بهمن و ریزش و لغزش کوه و نظایر اینها، تعداد تصادفات هم به شدت کاهش می‌یابد.

اگر از آمار تصادفات در هوای آفتابی صرف‌نظر شود، همان‌طور که ردیف آخر از جدول ۳ نشان می‌دهد، وقوع تصادفات در هر یک از هواهای بارانی، ابری، مه‌آلود و برفی تقریباً درصدهای یکسانی دارند؛ ولی در میان عوامل نامساعد جوئی، بیشترین تعداد تصادفات مربوط به هوای ابری با ۲۸/۴ درصد است. دلیلی متقن برای اینکه در هوای ابری تعداد تصادفات نسبت به دیگر شرایط تا حدودی روند افزایشی دارد، به خاطر امن‌تر بودن وضعیت محیطی جاده در این حالت است، به‌طوری‌که در هوای ابری احتمال ریزش و لغزش و وقوع شرایط خطرناک کمتر بروز می‌کند. توضیح آنکه هر چند در شرایط هوای نامساعد جوئی تعداد تصادفات در کل محور روند افزایشی دارد، ولی نکته در خور اهمیت افزایش تعداد

تصادفات در مقاطع پایانی جاده (ارتفاعات بالاتر) است که نشان از شرایط نامساعد جوئی در ارتفاعات بالاتر - و به تبع آن افزایش تصادفات در همان شرایط - دارد. همچنین برای اینکه نقش هر یک از پدیده‌های اقلیمی بر تعداد تصادفات مشخص شود، با استفاده از آزمون F.Fisher (تحلیل واریانس یک‌طرفه) در نرم‌افزار SPSS به تحلیل آماری داده‌ها پرداخته شد، که نتایج حاصل از آزمون در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۴. نتایج حاصل از آزمون F.Fisher در هر یک از شرایط جوئی

شرایط جوئی	تمامی شرایط نامساعد جوئی	تمامی شرایط جوئی	بارانی	ابری	مه‌آلود	برفی	آفتابی
خروجی آزمون	۰/۰۰۱	۰/۰۳۸	۰/۳۴۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱

از تجزیه و تحلیل جدول ۴ نتیجه می‌شود که چون در همه موارد به جز هوای بارانی مقدار P.Value کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، پس می‌توان گفت که فقط در هوای بارانی ارتباط معنی‌داری بین تعداد تصادفات و شرایط جوئی وجود دارد و در بقیه موارد ارتباطی مشاهده نمی‌شود.

توزیع فضایی تصادفات در شرایط اقلیمی مختلف

الف) در شرایط هوای آفتابی

در مواقعی که هوا صاف و آفتابی باشد، برخلاف تصور، میزان تصادفات رخ داده در محور کرج - چالوس به شدت افزایش می‌یابد که یکی از علل آن ترافیک شدید وسایل نقلیه در شرایط هوای آفتابی است. با توجه به جدول ۳ که فراوانی تصادفات رخ داده در هنگام هوای آفتابی را نشان می‌دهد، می‌توان گفت در وضعیت هوای آفتابی تقریباً در تمام طول مسیر تصادف رخ داده است. در شرایط هوای آفتابی کیلومترهای ۱۷، ۲۰ و ۴۱ با دارا بودن حداکثر فراوانی وقوع تصادفات دارای خطر زیاد هستند. تعداد تصادفات رخ داده در این ۳ کیلومتر به ترتیب ۶۳، ۸۴ و ۵۵ مورد بوده است. در ضمن میانگین ارتفاعی این ۳ کیلومتر به ترتیب ۱۶۰۰، ۱۷۰۶ و ۱۹۲۸ متر است که نشان می‌دهد در هنگام هوای آفتابی فراوانی تصادفات، ارتباطی با ارتفاع ندارد؛ بدین معنی که با افزایش ارتفاع تعداد تصادفات رخ داده دارای روندی کاهشی می‌شود.

ب) در شرایط هوای ابری

بررسی جدول ۳ نشان می‌دهد که در هوای ابری ۶۲ کیلومتر ۶۲ دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادفات است و از این لحاظ جزء مقاطع دارای خطر زیاد در شرایط هوای ابری به‌شمار می‌آید. تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در این کیلومتر از محور در شرایط هوای ابری ۱۲ مورد بوده است و میانگین ارتفاع این کیلومتر ۲۲۰۰ متر است. با توجه به ارقام این جدول، مشخص است که توزیع تصادفات در شرایط هوای ابری کاملاً تصادفی است و وقوع تصادفات به عامل اقلیمی ارتباط پیدا نمی‌کند.

ج) در شرایط هوای بارانی

با توجه به اینکه در شرایط بارندگی، میزان دید راننده کم است و اصطکاک بین تایر اتومبیل و سطح آسفالت کاهش می‌یابد و در شرایطی هم باعث آب‌گرفتگی جاده می‌شود، همه این عوامل تأثیر زیادی در افزایش تصادفات جاده‌ای دارند. با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که در هوای بارانی کیلومتر ۴۰ و ۷۰ دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادفات هستند و از این لحاظ جزء مقاطع خطرناک به حساب می‌آیند. تعداد تصادفات رخ داده در این دو کیلومتر به ترتیب ۹ و ۱۱ مورد بوده است و میانگین ارتفاعی این دو کیلومتر نیز به ترتیب ۱۹۰۰ و ۲۴۰۰ متر است.

د) در شرایط هوای برفی

برف در طی نزول می‌تواند به علت کاهش دید رانندگان باعث وقوع تصادف شود؛ و از سوی دیگر، متراکم شدن پوشش برفی که روی جاده قرار گرفته است می‌تواند باعث لغزندگی سطح جاده و منحرف شدن وسیله نقلیه از مسیر اصلی گردد که این عامل باعث بروز تصادفات شدید در سطح جاده می‌شود. با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که در شرایط هوای برفی کیلومترهای ۴۰، ۶۰ و ۶۲ دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادفات هستند و از این لحاظ این مقاطع خطر زیادی دارند. تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در این سه کیلومتر به ترتیب ۷، ۹ و ۷ مورد بوده است و میانگین ارتفاعی این سه کیلومتر به ترتیب ۱۹۰۰، ۲۲۸۵ و ۲۲۰۰ متر است.

ه) در شرایط هوای مه‌آلود

تشکیل مه در سطح جاده باعث کاهش دید رانندگان می‌شود که این خود عامل بروز بسیاری از تصادفات جاده‌ای است. با توجه به جدول ۳ مشخص می‌شود که در هوای مه‌آلود کیلومترهای ۶۰، ۶۲ و ۶۵ دارای حداکثر فراوانی تصادفات رخ داده هستند و از این لحاظ جزء مقاطع پرخطر به حساب می‌آیند. تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در این سه کیلومتر به ترتیب ۶ و ۶ و ۵ مورد، و میانگین ارتفاعی این سه کیلومتر به ترتیب ۲۲۸۵ و ۲۲۰۰ و ۲۲۰۰ متر است.

بررسی توزیع فضایی تصادفات در تمامی شرایط جوی و در شرایط نامساعد جوی

به منظور بررسی فراوانی مکانی تصادفات و مشخص ساختن نقاط مخاطره‌آمیز در تمامی شرایط جوی (آفتابی، ابری، برفی، مه‌آلود و بارانی) ابتدا فراوانی مجموع تصادفاتی که در تمامی شرایط جوی به وقوع پیوسته است مورد محاسبه قرار گرفت. با نگاهی به جدول ۳ مشخص می‌شود که در تمامی شرایط جوی کیلومترهای ۷۰، ۶۲، ۶۰، ۵۰، ۴۱، ۲۰، ۱۸ و ۱۷ دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادف هستند. تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در این کیلومترها به ترتیب ۵۵، ۴۶، ۵۰، ۴۳، ۵۶، ۹۵، ۴۷ و ۷۴ مورد بوده است و میانگین ارتفاعی که این کیلومترها از آن عبور می‌کنند به ترتیب ۲۴۰۰، ۲۲۰۰، ۲۲۸۵، ۲۱۱۳، ۱۸۲۵، ۱۷۰۶، ۱۶۰۰ و ۱۶۰۰ متر است.

همچنین برای تحلیل فراوانی مکانی تصادفات و مشخص ساختن نقاط مخاطره‌آمیز در هنگام هوای نامساعد (برفی، بارانی، ابری و مه‌آلود) ابتدا فراوانی مجموع تصادفات به وقوع پیوسته در تمامی شرایط نامساعد جوی محاسبه شدند. با

نگاهی به جدول ۳ مشخص می‌شود که در شرایط نامساعد جوی کیلومترهای ۶۲ و ۶۰ دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادف هستند. تعداد تصادفات به وقوع پیوسته در این ۲ کیلومتر در شرایط نامساعد جوی به ترتیب ۴۰ و ۳۸ مورد بوده است و میانگین ارتفاعی این ۲ کیلومتر هم به ترتیب ۲۲۸۵ و ۲۲۰۰ متر است.

بررسی ارتباط بین میانگین ارتفاع و شیب با تصادفات

برای مشخص شدن ارتباط بین میزان ارتفاع و شیب با میزان تصادفات در محور کرج - چالوس در هر یک از شرایط جوی، ضریب همبستگی بین تعداد تصادفات و میانگین ارتفاع و شیب به دست آمد.

جدول ۵. ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و شیب با تعداد تصادفات در محور کرج - چالوس؛ جدول خروجی از SPSS

شرایط جوی	آفتابی	برفی	ابری	مه	بارانی	تمامی شرایط جوی	تمامی شرایط نامساعد جوی
میزان همبستگی (ارتفاع)	-۰/۷۰۲	۰/۶۳۹	۰/۸۱۰*	۰/۹۰۴**	۰/۳۷۰	-۰/۳۹۷	۰/۷۵۴

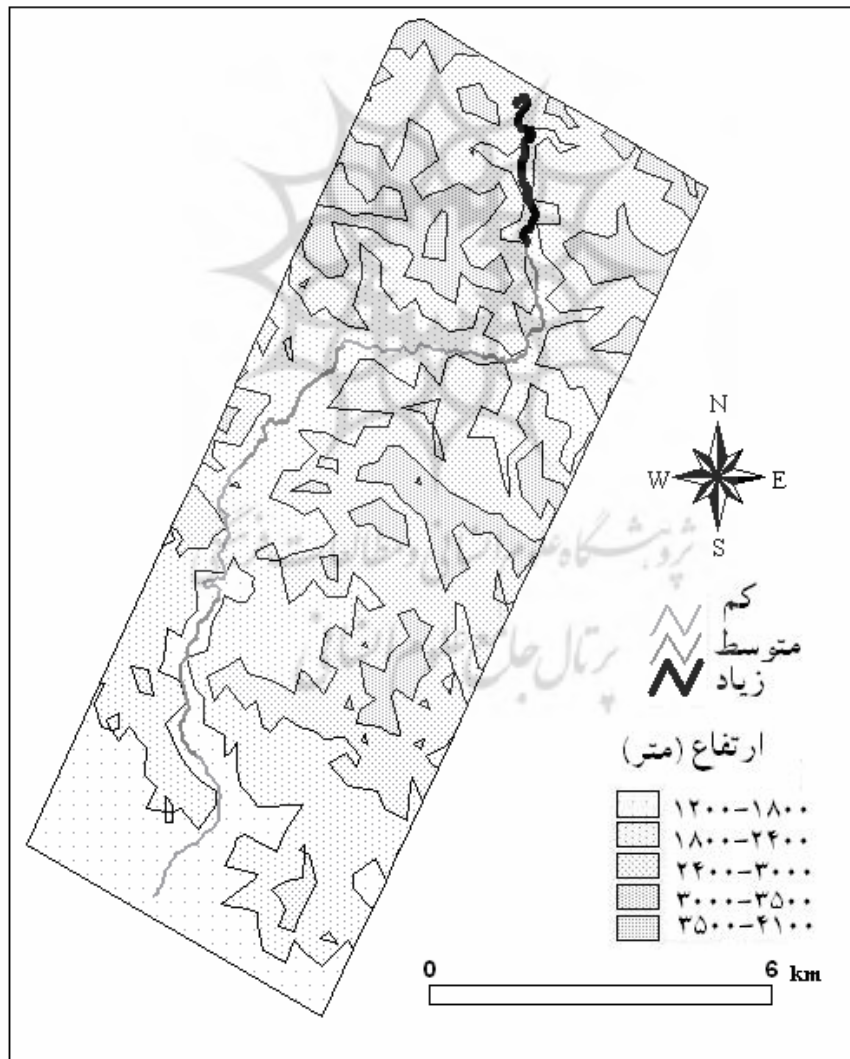
* در سطح ۰/۰۵ دارای ارتفاع معنی‌داری است. ** در سطح ۰/۰۱ دارای ارتباط معنی‌داری است.

با توجه به جدول ۵ مشخص می‌شود که در شرایط هوای آفتابی ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات -۰/۷۰۲ است؛ بدین معنی که در شرایط هوای آفتابی با افزایش میانگین ارتفاع، تعداد تصادفات بسیار کاهش می‌یابد و اغلب تصادفات هم در مقاطع اولیه جاده رخ می‌دهند. در شرایط هوای برفی مشخص می‌شود که ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات رخ داده ۰/۶۳۹ است، بدین معنی که بین افزایش میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات رابطه مستقیمی وجود دارد. در شرایط هوای ابری ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات ۰/۸۱۰ است که این حالت نیز بیانگر ارتباط بین افزایش میانگین ارتفاع و افزایش تصادفات است. در شرایط هوای مه‌آلود ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات ۰/۹۰۴ است، که نشان از ارتباط معنی‌داری بین افزایش ارتفاع و افزایش تصادفات در شرایط هوای مه‌آلود دارد.

لازم به ذکر است که در میان تمامی شرایط جوی نامساعد بیشترین ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات در هوای مه‌آلود وجود دارد. در شرایط هوای بارانی ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات ۰/۳۷۰ درصد است که باید ذکر کرد بین افزایش ارتفاع و افزایش تصادفات در شرایط هوای بارانی ارتباط وجود دارد، ولی این ارتباط در سطح پایینی است. همچنین ضریب همبستگی بین میانگین ارتفاع و تعداد تصادفات در تمامی شرایط جوی (آفتابی، برفی، مه‌آلود، ابری و بارانی) -۰/۳۹۷ است که این نشان‌دهنده عدم ارتباط بین افزایش میانگین ارتفاع و افزایش تعداد تصادفات است. در شرایط هوای نامساعد (ابری، بارانی، برفی و مه‌آلود) میزان همبستگی بین ارتفاع و تعداد تصادفات ۰/۷۵۴ درصد است که نشانگر ارتباط معنی‌داری بین میزان افزایش ارتفاع و افزایش تعداد تصادفات است. همچنین با توجه به جدول ۵ مشخص می‌شود که به جز در شرایط هوای مه‌آلود، در بقیه شرایط جوی میزان همبستگی بین میانگین شیب و تعداد تصادفات معکوس است.

پهنه‌بندی محور براساس خطر وقوع تصادفات

توزیع فضایی خطر تصادفات براساس آمار تصادفات در شرایط نامساعد اقلیمی - یعنی هواهای ابری، بارانی، برفی و مه‌آلود - در شکل ۲ نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که میزان تصادفات در شرایط نامساعد اقلیمی در مناطق مرتفع که شیب جاده زیاد است و از لحاظ توپوگرافی هم دارای پیچ و خم‌های بیشتری است، فراوانی زیادی نیز دارد. در عین حال این شکل نشان می‌دهد که قطعات ۱، ۳ و ۵ یعنی کیلومترهای بین ۱۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ کمترین میزان تصادفات را در شرایط نامساعد اقلیمی دارند و بقیه مقاطع دارای خطر متوسطی هستند. از این نقشه می‌توان برای مدیریت تصادفات جاده‌ای در محور مورد مطالعه استفاده کرد و بدیهی است مناطق دارای فراوانی خطر بیشتر در اولویت اجرا خواهند بود.



شکل ۲. پهنه‌بندی خطر تصادفات در شرایط اقلیمی نامساعد در محور مورد مطالعه، از کم تا زیاد. در این شکل طبقات ارتفاعی برحسب متر نیز نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

از بررسی تصادفات در محور کرج - چالوس، نتیجه می‌شود که در شرایط هوای آفتابی کیلومترهای ۱۷، ۲۰ و ۴۱ و در شرایط هوای ابری کیلومتر ۶۲ و در هنگام ریزش باران کیلومترهای ۴۰ و ۷۰ و در هوای برفی کیلومترهای ۴۰، ۶۰ و ۶۲ و در هنگام هوای مه‌آلود کیلومترهای ۶۰، ۶۲ و ۶۵ دارای حداکثر فراوانی تصادفات هستند که از این لحاظ جزو نقاط خطرناک محسوب می‌شوند.

همچنین برای اینکه مشخص شود بین شرایط نامساعد جوی و بروز تصادفات در محور کرج - چالوس رابطه وجود دارد یا خیر، محور مورد مطالعه به دو قسمت تقسیم شد. قسمت اول از کیلومتر ۱ تا کیلومتر ۳۵ است، که این مقطع از جاده اغلب از سطوح ارتفاعی بین ۱۴۰۰ تا ۱۸۴۵ متر عبور می‌کند. این محدوده از جاده بیشتر از خصوصیات اقلیمی ایستگاه کرج - کشاورزی تبعیت می‌کند و تقریباً شرایط اقلیمی متعادل‌تری نیز دارد. قسمت دوم از کیلومتر ۳۶ تا کیلومتر ۷۰ است که این مقطع از جاده اغلب از سطوح ارتفاعی بین ۱۹۰۰ تا ۲۴۰۰ متر عبور می‌کند و به همین خاطر بیشتر از خصوصیات اقلیمی ایستگاه سیاه‌بیشه تبعیت می‌کند، به طوری که این قسمت از محور دارای شرایط نامساعد جوی بیشتری به خصوص در فصل سرد سال است. با بررسی نقشه‌های توزیع مکانی تصادفات در هر یک از مقاطع یک کیلومتری جاده در شرایط هوای برفی، مه‌آلود، بارانی و ابری که به نمایش درآمده است می‌توان دریافت که تعداد تصادفاتی که در مقاطع ده کیلومتری بعد از کیلومتر ۳۵ قرار دارند به مراتب بیشتر از تعداد تصادفاتی که در مقاطع ۱۰ کیلومتری تا کیلومتر ۳۵ واقع‌اند. به عنوان مثال، در شرایط هوای مه‌آلود و ابری و برفی، دو مقطع ده کیلومتری پایانی جاده بیشترین وقوع تصادفات را در بین مقاطع دیگر داشته‌اند. پس می‌توان گفت هر چه محور کرج - چالوس از ارتفاعات بالاتری عبور می‌کند، به علت اینکه شرایط نابهنجار اقلیمی در آن مقاطع بیشتر بروز می‌یابد، همان نسبت تصادفات رخ داده در همان محدوده از جاده در شرایط نامساعد جوی افزایش می‌یابد.

با توجه به موارد مذکور، می‌توان گفت که محور مورد مطالعه از محورهای مخاطره‌آمیز کشور از نظر حوادث جاده‌ای محسوب می‌شود که رخدادهای نامساعد جوی در این محور عامل تشدیدکننده محسوب می‌شود. از این‌رو اعمال تمهیدات لازم از طرق مختلف از جمله نصب سیستم‌های هشداردهنده، نصب سنجنده‌های هواشناسی جاده‌ای، تعریف جاده، نصب سیستم‌های روشنایی مه‌شکن، نصب گرمکن‌های جاده‌ای در مکان‌های پریخبندان از راهکارهایی است که موجب کاهش تأثیرات شرایط نامساعد جوی در بروز حوادث جاده‌ای خواهد شد.

منابع

- Andresscu M.P., Frost D.B., 1998, **Weather and Traffic Accidents in Montreal**, Climate Research, Canada, Vol. 9, PP. 225-230.
- Andri, J. and Oley, R.S., 2001, **The Relation between Weather and Road Safety: Past and Future**, Climatological Bulletin, 24(3), PP. 123-127.
- Azizi, Ghasem, Habibi Nokhandan M., 2004, **The Study of Spatial and Temporal Distribution of Frost and Slide in Haraz and Firozkhoh Roads using GIS**, Geographical Research Journal, No. 51, pp. 51-63 (in persian).

- Bros, 1990, **The Safty Index Method of Evaluation and Rating Safe Banefits**, Highway Research, No. 332, pp. 25-28.
- Carson and Mongering F., 1999, **The Effects of Ice Warning Sing on Ice Accident Frequency and Severity**, Accident Analysis and Prevention, No. 33, pp. 99-100.
- Edwards J.B., 1998, **The Relation between Road Accident Severity and Recorded Weather**, Journal of safety research, Vol. 29, No. 4, pp. 249-262.
- Eisenberg D., 2006, **The Mixed Effects of Precipitation on Traffic Crashes**, Accident Analysis and Prevention, No. 36, pp. 637-647.
- Falahtabar N., 2000, **The Effects of Some Geogrphic Factors on Iran Road Network**, Geographical Research , No. 38, pp. 47-55.
- Farajzadeh M., Baghdad O., 2005, **The Evalution of Road Accident with Environmental Hazards Approch Using GIS**; Study Area: Sanandaj- Marivan Axies, Modares Journal, Vol. 9, No. 1, pp. 1-13 (in persian).
- Farajzadeh M., Karami Sh., 2005, **Analysiss of Road Accident with Climatic Approch Using GIS**, Study Area; Firozkoh- Sari Axies, Modares Journal, Vol. 9, No. 1, pp. 151-165 (in persian)
- Habibi Nokhandan M., 1999, **The Study of Climate Phenomenon Effective on Tropic and Montain Road Accident and Present of Suitable Excutional Solves**; Case Study: Haraz Axies, Master thesis of Azad university of Tehran branch, pp. 17 (in persian).
- Habibi Nokhandan M., 2005, **The Study of Spatial and Temporal Distribution of Fog and Their Effects on Road Transportation**, Geographical Research Journal, No. 76, pp. 19-36 (in persian).
- Habibi Nokhandan M., 2009, **The Study of Spatial and Temporal Distribution and Its Effects Onroad Transportation Safty in Iran**, Transportation Research Journal, Vol. 6, No. 2, pp. 185-192 (in persian).
- Habibi Nokhandan M., Kamali Gh., 2006, **Climate and Road Safty**, Transportation Research Centre Press, pp. 1 (in persian).
- Habibi Nokhandan M., Karami S., 2008, **The Site Selecton of Road Meterological Sensors in Inteligence Transportation System (ITS)**; Case Study: Tehran –Karaj Axies, Transportation Research Journal, Vol. 5, No. 3, pp. 287-294 (in persian).
- Jomhory Eslami Newpser, 2 october 2003 (in persian).
- Kamali Gh., Habibi Nokhandan M., 2005, **The Study of Spatial and Temporal Distribution of Frost in Iran and its Effects on Road Transportation**, Transportation Research Journal, Vol. 2, No. 2, pp. 127-136 (in persian).
- Karami Sh., 2003, **The Evalution of Road Safty with Climatic Approch Ststistical Data and GIS**, Master thesis of Tarbiat Modares University, pp. 30-35 (in persian).
- Keay K., Simoonds L., 2006, **Road Accident and Rainfall in a Large Australian City**, Accident Analysis and Prevention, No. 36, pp. 445-454.
- Khaledi Sh., 1995, **Applied Climatology and Application of Climate in Regional Planning**, Ghomes Press, p. 198.

Mohamadi H., Mahmoodi P., 2005, **The Effects of Climatic Phenomenon in Traffic and Road Accidents in Sannadaj- Hamedan Axes**, Geography and Regional Development Journal, No. 6, pp. 129-154 (in persian).

Norrman J., Eriksson M., Lindqvist S., 2000, **Relationships between Road Slipperiness, Traffic Accident Risk and Winter Road Maintenance Activity**, Climate Research, Vol. 15, pp. 185-193.

