

جغرافیا و توسعه شماره ۲۶ بهار ۱۳۹۱

وصول مقاله : ۱۳۹۰/۱/۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۰/۱۰/۲۹

صفحات : ۷۳-۸۵

تحلیل تصادفات جاده‌ای منجر به فوت در تعطیلات نوروز ۱۳۸۶ با رویکرد اقلیمی

دکتر منوچهر فرج‌زاده‌اصل^۱، علی باهوشی^۲

چکیده

از بین عوامل محیطی که در بروز تصادفات جاده‌ای نقش قابل توجهی دارند، سهم پدیده‌های اقلیمی همچون لغزندگی، بارش برف، مه و یخبندان بیشتر می‌باشد. در این پژوهش سعی شده اثرات شرایط جوی بر وقوع ۱۷۵۶ تصادفات منجر به فوت در طول دوره ۲۰ روز تعطیلات نوروز ۱۳۸۶ در محورهای پرتردد کشور مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بدین منظور ابتدا نقاط تصادفات بر حسب کیلومتر از مبدأ بر روی محورها نقطه‌یابی گردید. همچنین اطلاعات هواشناسی، برای هر کدام از ایستگاهها، پس از کنترل و آماده‌سازی وارد نرم‌افزار GIS گردید.

تحلیل وضعیت اقلیمی در این دوره نشان می‌دهد که روزهای ۲۵، ۲۶ و ۲۹ اسفندماه و همچنین روزهای ۸ تا ۱۰ و ۱۴ فروردین ماه در بیشتر بخش‌های کشور شرایط جوی نامناسبی حاکم بوده است. با بررسی تصادفات رخ داده مشخص شد که بیشتر تصادفات در ۲۰ کیلومتر اول از مبدأ و در ساعت‌های ۱۵ تا ۱۸ اتفاق افتاده است. در مرحله‌ی بعد با توجه به فراوانی تصادفات در روزهای مختلف مشخص شد که در روزهای ۲۹ اسفند، ۸ و ۹ فروردین و نیز ۱۳ و ۱۴ فروردین میزان تصادفات به طور محسوس افزایش پیدا کرده است. می‌توان نتیجه گرفت که این افزایش، به غیر از برخی روزها که بالا رفتن حجم سفر می‌تواند باعث افزایش میزان تصادفات شود، بیشتر به دلیل حاکم بودن شرایط جوی نامناسب در کشور می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تصادفات جاده‌ای، اقلیم، تعطیلات نوروز، جاده، ایران.

مقدمه

مطالعات مختلفی در زمینه اقلیم و رخداد حوادث جاده‌ای صورت گرفته است: از جمله ادواردز به بررسی رابطه بین آب و هوا و تصادفات جاده‌ای در "ولز" انگلستان پرداخت و در یک سطح اطمینان محلی به مقایسه وضعیت تصادفات در روزهای بارانی، روزهای همراه با پدیده مه و روزهای همراه با باد شدید پرداخته است. یافته‌های این تحقیق افزایش معناداری را در شدت و تعداد تصادفات در روزهای بارانی و روزهای همراه با مه در مقایسه با شرایط مطلوب نشان می‌دهد، ولی در مورد باد شدید نتایج معناداری را نشان نمی‌دهد (Edwards, 1998:250).

کارل و همکاران به مطالعه‌ی کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی در بالا بردن ضریب ایمنی جاده‌ها و راهها و بررسی توسعه و ایجاد یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی برای بالا بردن ضریب ایمنی راهها و تحلیل فضایی تصادفات در "مونالوآی هاوایی" پرداختند (Karl and Leving, 1996:26).

در کانادا این مطالعه توسط آندرسکو و فراست با استفاده از پارمترهای بارش، دما و برف در مقیاس‌های زمانی ماهانه و سالانه صورت گرفته که نشان می‌دهد در شرایط برفی میزان تصادفات بطورمعنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (Andrescu and Frost, 1998: 225).

کارسون و منگرینگ به بررسی اثر علائم هشداردهنده یخبندان بر روی شدت و تناوب تصادفات در جاده‌ای دارای یخبندان و برف پرداختند (Carson & Mongering, 1999: 99). این پژوهش به مطالعه تأثیرگذاری علائم هشداردهنده یخبندان در تناوب و شدت تصادفات در ایالت واشنگتن پرداخته است. 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

افزایش وسایط نقلیه موتوری و استفاده روزافزون از اتومبیل در نیم قرن اخیر، اثرات نامطلوبی را به دنبال داشته است که از آن جمله میزان تصادفات و میزان خسارات جانی و مالی ناشی از آن در هر سال است. بر اساس آمارهای موجود، هر ساله هزاران نفر در اثر تصادفات جاده‌ای در کشور جان خود را از دست می‌دهند و یا مجروح شده و هزینه‌های زیادی را متحمل می‌شوند. تعداد افراد کشته شده در حوادث ترافیکی راهها در سراسر جهان، سالیانه حدود ۱/۲ میلیون نفر، تخمین زده می‌شود در حالی که تعداد افراد مجروح تا ۵۰ میلیون نفر که معادل جمعیت پنج شهر بزرگ دنیا است، می‌رسد (پیدن و همکاران، ۱۳۸۵: ۵۵). بر اساس آمار سازمان حمل و نقل جاده‌ای (۱۳۸۵: ۳۵) در سال ۱۳۸۵ تعداد تصادفات برون‌شهری در حدود ۱۶۵ هزار فقره بوده است که علی‌رغم اینکه نسبت به سال گذشته ۱۰ درصد افزایش داشته است اما تعداد کشته‌شدگان نسبت به سال گذشته فقط ۲/۹ درصد افزایش نشان می‌دهد. همچنین شاخص تعداد کشته به ازاء ۱۰ هزار وسیله نقلیه موجود در سطح کشور در سال ۸۵ معادل ۱۷/۱۶ بوده است که نسبت به شاخص سال گذشته آن با رقم ۱۸/۸، کاهش ۱/۶۴ درصدی را نشان می‌دهد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که آب و هوا بر روی شدت و میزان تصادفات جاده‌ای تأثیرگذار می‌باشد. عوامل مختلفی ممکن است در بروز تصادفات اثرگذار می‌باشد که برخی از عوامل اجتناب-ناپذیر بوده و برخی قابل کنترل می‌باشند. از جمله این عوامل می‌توان به مشکلات طرح هندسی مسیر، شرایط محیطی و عوامل انسانی اشاره کرد. از میان عوامل محیطی، که ایمنی و پایداری حمل و نقل را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توان عوامل اقلیمی نظیر، باران، برف، یخبندان و مه را ذکر کرد، که به طور مستند و منطقی شناسایی شده‌اند.

خشک میزان ریسک خطر تصادفات افزایش قابل-توجهی پیدامی کند (Keay & Simmonds, 2006: 445). در ایران، تأثیر عوامل جغرافیایی بر شبکه راهها مورد توجه قرار گرفته و عوامل اقلیمی یکی از پارامترهای اصلی آن مورد تأکید قرار گرفته است (فلاح‌تبار، ۱۳۷۹: ۴۷). بررسی توزیع مکانی و زمانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل و نقل جاده‌ای توسط کمالی و حبیبی نوخندان (۱۳۸۴: ۲۵) مورد بررسی قرار گرفته 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 فیروز کوه نیز توسط عزیزی و حبیبی نوخندان (۱۳۸۴: ۳۵) مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعه توزیع مکانی و زمانی وقوع مه و بررسی اثرات آن در حمل و نقل جاده‌ای توسط حبیبی نوخندان (۱۳۸۴: ۴۴) صورت گرفته و راهکارهای مقابله با آن ارائه شده است.

کرمی و فرج‌زاده (۱۳۸۴: ۳۶) 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 می‌باشند. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۴: ۹۴) نیز به بررسی تحلیل تصادفات جاده‌ای در محور سنندج-مریوان با رویکرد مخاطرات اقلیمی (بهمن، لغزش، ریزش و...) به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنها در پژوهش خود به این نتیجه رسید 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-

شد که نرخ تصادفات در روزهای برفی به نسبت روزهای جوی مساعد افزایش نشان نمی‌دهد (Bros, 1999: 27). 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 آب‌وهوایی اشاره دارد (Norman et al, 2000: 185). آندره و الی مطالعات متعددی را در زمینه‌ی هواشناسی جاده و تصادفات ناشی از شرایط جوی نامطلوب در سطح جاده انجام دادند، آنها به این نتیجه رسیدند که خطر تصادفات معمولاً در طول بارندگی از مقادیر جزئی تا چند برابر افزایش می‌یابد. (Andrei & Oley, 2001: 125). آندرو مطالعات متعددی را در زمینه‌ی هواشناسی جاده‌ای انجام داد. لازم به ذکر است که بیشتر مطالعات وی روی سوانح ناشی از بارش متمرکز شده بود (Andro, 2001: 123). یاماموتو با استفاده از نقشه‌های سطوح مختلف جو به بررسی چگونگی اثر مه در تصادفات پرداخت و در نهایت به این نتیجه رسید که زمان وقوع اکثر تصادفات ناشی از مه در فصول سرد سال متمرکز شده است. همچنین او دریافت که وضعیت جو بالا در زمان وقوع تصادفات متفاوت از هم بوده است. از دیگر یافته‌های وی می‌توان به این نکته اشاره کرد که میدان دید در نزدیکی محل وقوع تصادف از حدود ۲۰ دقیقه قبل از تصادف به شدت کاهش می‌یابد (Yamamoto, 2002: 25). مطالعه مشابهی توسط ایسنبرگ برای امریکا انجام گرفته و به این نتیجه رسید که ارتباط معنی‌دار منفی بین بارش ماهانه و تصادفات وجود دارد ولی در سطح روزانه این ارتباط به صورت مثبت می‌باشد (Eisenberg, 2004: 637). کی و سیموند نیز به بررسی رخداد بارندگی در بروز تصادفات جاده‌ای در شهرهای بزرگ استرالیا پرداخته و به این نتیجه رسیدند که در طی دوره‌های مرطوب و بعد از یک فاصله زمانی بعد از رخداد بارندگی نسبت به دوره‌های

بررسی کرد. از جمله ابزارهایی که می‌تواند در تجزیه و تحلیل تصادفات جاده‌ای و ارتباط آن با پدیده‌های اقلیمی به ما کمک کند، سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. مزیت اصلی سیستم اطلاعات جغرافیایی، توانایی در تحلیل توأم داده‌های فضایی- مکانی و توصیفی هر رویداد می‌باشد. با استفاده از این سیستم می‌توان لایه‌های مختلف اطلاعاتی را با مختصات فضایی و توصیفی هر لایه به وجود آورد. این تحقیق به دلیل اهمیت تصادفات جاده‌ای و تأثیرگذاری پدیده‌های اقلیمی در سوانح رانندگی، به بررسی ارتباط بین تصادفات جاده‌ای در محورهای اصلی کشور و شرایط اقلیمی حاکم در وقوع تصادف، در محدوده‌ی زمانی تعطیلات نوروزی سال ۸۶، که محورها از تراکم رفت و آمد بیشتری برخوردارند، می‌پردازد. هدف اصلی این پژوهش تحلیل تصادفات جاده‌ای با نگرشی اقلیمی به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور بررسی رابطه بین پدیده‌های اقلیمی و تصادفات، تعیین نقاط مخاطره‌آمیز و ارائه‌ی راهکارهایی برای بالا بردن ضریب ایمنی جاده‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

کشور ایران به دلیل گسترش در عرض جغرافیایی، از نظر آب و هوایی دارای تنوع بوده و دارای شرایط متفاوت اقلیمی می‌باشد. همچنین به لحاظ اشکال ناهمواری نیز متنوع بوده و دارای عوارض طبیعی متفاوت، از دشت‌ها و اراضی هموار تا کوهستان‌های مرتفع را شامل می‌شود. این تنوع اقلیمی و ناهمواری، در ایجاد و نگهداری شبکه ارتباطی کشور تأثیر داشته و در بعضی مناطق مشکلات جدی را به وجود می‌آورد. بر اساس جدول و شکل (۱) تا پایان سال ۱۳۸۵ کل طول راههای شبکه‌ی جاده‌ای کشور حدوداً بالغ بر ۷۲۶۱۱ کیلومتر می‌باشد که از کل رقم فوق ۲ درصد

مربوط مؤثر بوده است. در ادامه نیز نتیجه‌گیری شده که وقوع پدیده‌های اقلیمی یخبندان و کولاک، مهمترین پارامترهای خطرساز در فصل زمستان برای محور سنندج - مریوان محسوب می‌شوند. در همین زمینه تأثیر پدیده‌های اقلیمی بر تردد و تصادفات در جاده سنندج - همدان توسط محمدی و محمودی (۱۳۸۵: ۴۵) بررسی شده و عوامل اقلیمی را به عنوان یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار در این محور معرفی نموده است. حبیبی نوخندان (۱۳۸۴: ۵۶) 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 حمل و نقل هوشمند در محور تهران- کرج توسط حبیبی نوخندان و کرمی (۱۳۸۷: ۵۳) مطالعه شده و اثر توزیع مکانی و زمانی بارش بر ایمنی جاده‌ای ایران نیز توسط حبیبی نوخندان (۱۳۸۸: ۲۴) تبیین گردیده است. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۹: ۶۵) نیز در مطالعه خود به پهنه‌بندی خطرات جاده‌ای در رابطه با شرایط جغرافیایی مختلف در محور کرج- چالوس پرداخته‌اند.

در سال‌های اخیر با گسترش آب و هواشناسی جاده‌ای، در تعیین تأثیر پدیده‌های جوی بر شدت و تعداد تصادفات جاده‌ای به وضوح خودنمایی می‌کند. در این بخش از آب و هواشناسی متغییرهای فضایی و موقتی حاصل از پارامترهایی مانند درجه حرارت سطح جاده، درجه حرارت هوا، رطوبت، مه، یخبندان، باران و برف از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. با گسترش این بخش از آب و هواشناسی کاربردی می‌توان شدت و ضعف هر کدام از عناصر اقلیمی را در هنگام تصادف

بر اساس آمارهای موجود بیش از ۷۰ درصد مجموع تصادفات در راههای بین شهری، در شبکه آزادراه‌های اصلی کشور رخ می‌دهد که رقم بالایی به خود اختصاص داده است (سازمان حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۸۵، ۴۲).

در این مطالعه مسیرهای حمل و نقل جاده‌ای بر اساس میزان تردد، برای مطالعه انتخاب شده‌اند که حدود ۱۱ محور اصلی را شامل می‌شود. این محورها تقریباً تمام سطح کشور را تحت پوشش قرار داده و از نظر میزان تردد و جابجایی مسافر و کالا سهم عمده‌ای را نسبت به دیگر راهها برعهده دارند. کل طول راههای مورد مطالعه بالغ بر ۳۸۶۳۸ کیلومتر بدون در نظر گرفتن نوع راه می‌باشد.

- داده‌های مورد استفاده

برای انجام این پژوهش ابتدا نقشه راههای کشور از سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور به صورت رقمی اخذ شد. به همراه این نقشه اطلاعات مربوط به پلیس راههای کشور نیز به لایه جاده‌ها اضافه شد. اطلاعات موجود در لایه جاده‌ها شامل نوع راهها و طول هر کدام و اطلاعات مربوط به پلیس راهها شامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و نام پاسگاه بود.

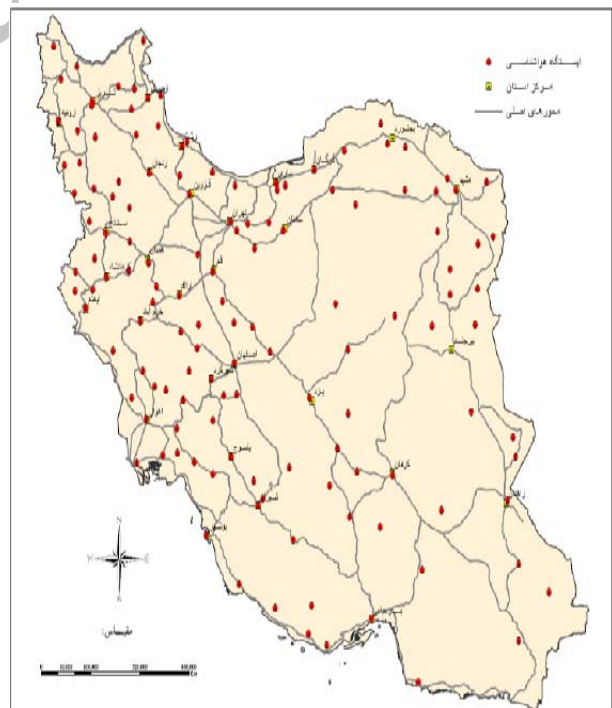
اطلاعات مربوط به تصادفات رخ داده در طول ایام تعطیلات نوروز، از ۲۵ اسفندماه تا ۱۵ فروردین‌ماه، از آمارنامه دفتر فن‌آوری و اطلاعات پلیس راههای کل کشور اخذ شد. در طول این دوره حدود ۱۷۵۶ فقره تصادف منجر به فوت در کل کشور ثبت شده است. مشخصاتی که در این پایگاه اطلاعاتی برای هر تصادف ثبت می‌شود شامل استان، نام پاسگاه، ساعت تصادف، روز تصادف، فاصله از مبدأ به کیلومتر، نوع وسیله نقلیه مقصر، علت تصادف، تعداد فوتی و تعداد مجروحین می‌باشد. اطلاعات جمع‌آوری اخذ شده تمام این موارد به غیر از تعداد فوتی و تعداد مجروحین را شامل می‌شود. به منظور تجزیه و تحلیل شرایط اقلیمی دوره مورد مطالعه، داده‌های روزانه ایستگاههای هواشناسی

آن آزادراه، ۳۷/۵ درصد آن راه اصلی (بزرگراه، اصلی عریض و معمولی)، ۵۶/۶ درصد آن راههای فرعی و ۳/۹ درصد آن را سایر راههای تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و ترابری تشکیل می‌دهد.

جدول ۱: طول راههای تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و ترابری

نوع راه	آزاد راه	بزرگراه	راه اصلی	راه فرعی	درون شهری	تایر	رخ
طول راه	۱۴۳۹	۵۴۶۸	۲۱۷۸۸	۴۱۱۳۹	۵۹۹	۲۱۹۷	۷۲۶۱۱
درصد	۲/۰	۷/۵	۳۰/۰	۵۶/۶	۰/۸	۳/۰	۱۰۰

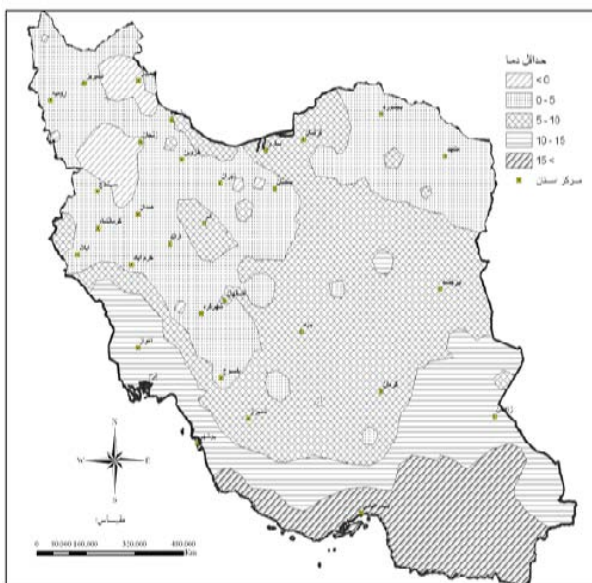
مأخذ: سازمان حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۸۵



شکل ۱: راههای مواصلاتی اصلی کشور و موقعیت ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده مأخذ: نویسندگان

قرار گرفته و آماده شده است، به جدول ایستگاهها در محیط نرم افزار GIS اضافه شد.

پس از این که پایگاه اطلاعات تصادفات و ایستگاههای هواشناسی در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیای تهیه شد. برای نمونه نقشه پهنه بندی دما در دوره ی مورد مطالعه در شکل (۲) ارائه شده است.



شکل ۲: نقشه توزیع مکانی حداقل دما (طی دوره مورد مطالعه) مأخذ: نویسندگان

در ادامه با استفاده از داده های اقلیمی روزانه نقشه همان روز به دست آمد و هر کدام از پارامترهای اقلیمی به دو طبقه تقسیم بندی شده و نمره از صفر یا ۱ گرفتند. بدین ترتیب که در هر ایستگاه اگر عامل اقلیمی تأثیرگذار در تصادف وجود داشته باشد ۱ و در صورت نبود آن نمره صفر اختصاص داده شده است. به عبارت دیگر نمره صفر نشان دهنده ی شرایط مناسب اقلیمی و نمره ۱ نشان دهنده ی شرایط نامناسب اقلیمی می باشد. در آخر با روی هم گذاری (Overlay) نقشه هر کدام از پارامترهای اقلیمی آماده شده، نقشه ی نهایی همان روز تهیه گردید و جمع نمرات همه ی پارامترها برای هر ایستگاه محاسبه شد که کمترین آن صفر و بیشترین

کل کشور از سازمان هواشناسی اخذ شد. از بین کل ایستگاهها حدود ۱۴۰ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک که پراکندگی نسبتاً مناسبی در سطح کشور داشتند و نیز از داده های قابل اعتمادتری برخوردار بودند، انتخاب شدند (شکل ۱).

– روش انجام تحقیق

در تجزیه و تحلیل اطلاعات و آمار جمع آوری شده از منابع مختلف از نرم افزارهای Excel, SPSS, ArcGIS استفاده شده است. ابتدا نقشه راههای کشور و پلیس راهها وارد نرم افزار ArcGIS شد. از لایه راههای کل کشور، محورهای اصلی که دارای بیشترین رفت و آمد هستند، انتخاب شده و به عنوان لایه اطلاعاتی جداگانه ذخیره شد. انتخاب این محورها به دو دلیل بوده است، اول اینکه این محورها بیشترین حجم تردد در سطح کشور را داشته و دوم اینکه تقریباً همه تصادفات رخ داده در طول دوره ی مورد مطالعه در این محورها اتفاق افتاده است.

همانطور که در بخش های دیگر این پژوهش اشاره شده است از اهداف این پژوهش نشان دادن توزیع فضایی تصادفات در این ایام در سطح کشور می باشد بدین منظور براساس اطلاعات کیلومتر از مبدأ که برای تصادف وجود دارد، با شمارش از مبدأ محور، نقطه تصادف با دقت نسبتاً بالا مکانیابی گردید. این روش برای ۱۷۵۶ تعداد تصادف بر روی محورهای اصلی پیاده شد.

در آخر کار فیلدهای اطلاعاتی ساعت تصادف، روز تصادف، کیلومتر از مبدأ و استان به جدول اطلاعاتی نقاط تصادف اضافه شد. بدین ترتیب پایگاه اطلاعاتی تصادفات در محیط GIS تشکیل داده شد.

اطلاعات مربوط به پارامترای اقلیمی روزانه هر یک از ایستگاهها که از سازمان هواشناسی اخذ شده و در نرم افزارهای آماری Spss, Excel مورد تجزیه و تحلیل

نتایج

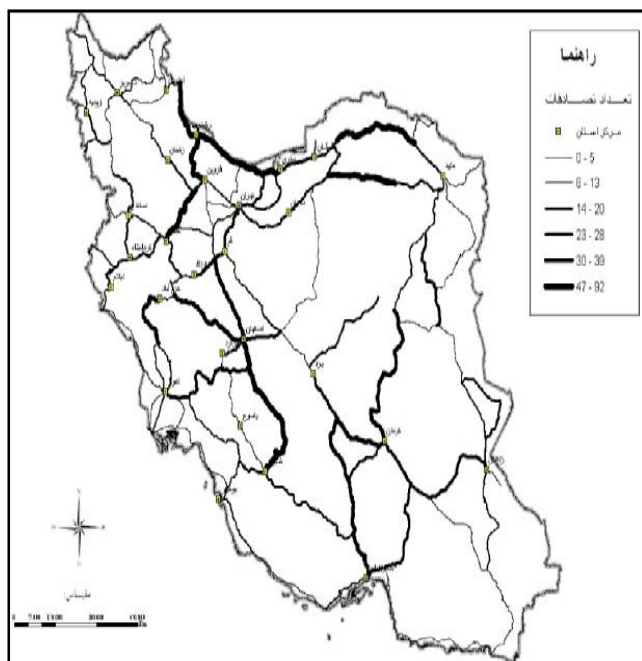
- تحلیل شرایط اقلیمی دوره مورد مطالعه

تحلیل شرایط دمایی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که شرایط دمایی از تغییرات قابل توجهی برخوردار است و دماهای نسبتاً بالا تا دماهای نسبتاً پایین در طی این مدت مشاهده می‌شود. تجزیه و تحلیل یخبندان نشان می‌دهد که طی این مدت، بیش از ۳۰ درصد مساحت کشور در روز ۲۸ اسفندماه حداقل دمای صفر درجه‌ی سانتیگراد و پایین‌تر را تجربه کرده است. بیشترین تعداد روزهای با دمای حداقل صفر درجه سانتیگراد و پایین‌تر در ایستگاههای سراب، اردبیل، آملی و اهر مشاهده می‌شود. میانگین بارندگی در دوره مورد مطالعه حدود ۶ میلی‌متر بوده است. بیشترین بارندگی ۸۳/۵ میلی‌متر در هشتم فروردین‌ماه در ایستگاه یاسوج اتفاق افتاده است. بارش‌های بیشتر از ۳۰ میلی‌متر در روزهای ۷ تا ۹ فروردین‌ماه و نیز ۲۵ و ۲۶ اسفندماه مشاهده می‌شود. بارش‌های ۱۰ میلی‌متر و بیشتر، در روزهای ۲۵ تا ۲۷ اسفندماه، ۷ تا ۹ و نیز ۱۴ و ۱۵ فروردین‌ماه در برخی مناطق مشاهده می‌شود. از نظر ابرناکی در ۲۰ روز تعطیلات نوروز ۱۳۸۶ کمترین میزان ابرناکی در روزهای ۲۸ و ۲۹ اسفندماه مشاهده شده است. روز ۲۸ اسفندماه ۶۰ درصد و در روز ۲۹ اسفندماه حدود ۵۲ درصد ایستگاهها هوای صاف (ابرناکی صفر تا $\frac{2}{8}$) را گزارش کرده‌اند.

در دوره‌ی مورد مطالعه در طول اسفندماه بارش برف در روزهای ۲۶ و ۲۷ اسفندماه نسبت به روزهای دیگر بیشترین پهنا را در سطح کشور دربرمی‌گیرد. در طول ۱۵ روز فروردین‌ماه، روزهای ۱۰ و ۱۱ بارش‌های برفی در برخی مناطق کشور رخ داده است. بررسی روزهای همراه با مه در طول دوره‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که روز ۲۵ اسفندماه ایستگاههای بیشتری نسبت به روزهای دیگر پدیده مه را ثبت کرده‌اند. سپس روز ۸ فروردین‌ماه پدیده مه گستره بیشتری از کشور را نشان

آن ۷ به دست آمد و در اینجا صفر به معنای اینکه هیچ کدام از عوامل تأثیرگذار در تصادف وجود نداشته و نمره ۷ به معنای این است که ایستگاه مورد نظر همه شرایط نامناسب اقلیمی را دارا بوده است.

برای اینکه بتوان تصادفات را در رابطه با وضعیت‌های مختلف اقلیمی تحلیل کرد پس از تهیه‌ی نقشه‌ی اقلیمی هر یک از روزها کل کشور به ۷ پهنه‌ی اقلیمی طبقه‌بندی شد. پهنه‌ی اقلیمی اول امتیاز صفر را شامل می‌شود و از نظر عوامل جوی که در وقوع تصادفات تأثیرگذار می‌باشد در پایین‌ترین سطح قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در این پهنه دماهای زیر صفر درجه، پدیده‌های یخبندان، بارش برف و باران، مه ثبت نشده و سرعت باد و میزان ابرناکی بسیار پایین بوده است و در پهنه‌ی آخر (نمره ۷) تقریباً همه‌ی عوامل جوی در نظر گرفته شده به عنوان پارامتر منفی تأثیرگذار در وقوع تصادف مطرح بوده و شرایط جوی بسیار نامناسبی را به وجود می‌آورند. در تجزیه و تحلیل‌های بعدی مساحت هر پهنه، تعداد تصادفات اتفاق افتاده و طول راههای موجود در هر پهنه استخراج گردید. برای قابل اطمینان بودن نتایج، در ابتدا تعداد تصادفات در هر پهنه نسبت به مساحت همان پهنه محاسبه شد و سپس تعداد تصادفات نسبت به طول راه در همان پهنه اقلیمی به دست آمد. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل‌های مکانی- فضایی از نرم‌افزار ArcGIS و برای بیشتر تحلیل‌های فضایی و آماری مانند نقطه در پلیگون، خط در پلیگون و نیز محاسبه میانگین‌ها، حداکثرها، حداقل‌ها و دامنه تغییرات داده‌های نقشه‌ای، از ابزار جانبی این نرم‌افزار (*Spatial Analysis*) مورد استفاده قرار گرفته است. توسط این نرم‌افزار می‌توان روابط فضایی عوارض را تجزیه و تحلیل کرده و سپس به تهیه‌ی نقشه‌های مورد نظر اقدام کرد. همچنین برای تحلیل‌های آماری از جمله روابط همبستگی از نرم‌افزارهای SPSS, Excel به دلیل قابلیت بالای نرم‌افزارها در تحلیل‌های آماری، استفاده شده است.



شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی محورهای اصلی بر اساس تعداد تصادفات مأخذ: نویسندگان

به منظور بررسی تصادفات بر اساس زمان وقوع (ساعت وقوع)، طول ۲۴ ساعت روز به هشت دوره ۳ ساعته تقسیم شده و تعداد تصادفات در هر دوره به دست آمد. حدود ۴۱ درصد کل تصادفات در بعد از ظهرها بین ساعت ۱۲ تا ۱۸ اتفاق افتاده است. همچنین حدود ۱۱ درصد بین ساعت ۲۴ نصف شب تا ۶ صبح، ۲۶ درصد بین ۶ صبح تا ۱۲ ظهر و ۲۱ درصد تصادفات نیز بین ساعت ۱۸ تا ۲۴ اتفاق افتاده است. بررسی دقیق‌تر تصادفات بر اساس ساعات روز، نشان می‌دهد که آمار تصادفات از ساعت ۹ شب به بعد کاهش می‌یابد و این سیر نزولی تا ساعات اول روز ادامه می‌یابد. با روشن شدن هوا تعداد تصادفات افزایش یافته تا اینکه در ساعات ۴ و ۵ بعد از ظهر به بیشترین میزان می‌رسد. کاهش آمار تصادفات در طول شب احتمالاً به دلیل کمتر شدن میزان تردد در جاده‌ها می‌باشد که با شروع روز میزان سفرهای جاده‌ای افزایش یافته و به تبع آن تعداد تصادفات نیز بالا می‌رود.

می‌دهد. همچنین ایستگاههایی که بیشترین روزهای همراه با مه را ثبت کرده‌اند، بیشتر در نیمه‌ی شمالی کشور پراکنده بوده‌اند. در عین حال ایستگاههایی که در سواحل جنوبی کشور واقع شده‌اند، دارای بیشترین روزهای همراه مه هستند.

بررسی و تحلیل تصادفات

طی دوره‌ی مورد مطالعه تقریباً ۱۷۵۷ فقره تصادف منجر به فوت در محورهای اصلی سطح کشور رخ داده که این تعداد تصادف از منظرهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی‌ها نشان می‌دهد که توزیع فضایی تصادفات در نیمه‌ی شمالی کشور نسبت به نیمه‌ی جنوبی بیشتر می‌باشد. همچنین نیمه‌ی غربی کشور در مقایسه با نیمه‌ی شرقی نشان‌دهنده‌ی پراکندگی فضایی بیشتر تصادفات می‌باشد.

شکل (۳) طبقه‌بندی محورهای اصلی را بر اساس تعداد تصادفات نشان می‌دهد. همانطور که مشخص می‌شود برخی از محورها دارای بیشترین آمار تصادف می‌باشند. محورهای منتهی به شهرستان رشت، اصفهان و همچنین محورهای گرگان-مشهد، شاهرود-مشهد دارای آمار بیشترین تصادف هستند. کمترین میزان تصادف را محورهای جنوبی، شرقی و نیز جنوب غربی نشان می‌دهند.

بررسی تعداد تصادفات رخ داده بر اساس کیلومتر از مبدأ نشان می‌دهد که هر چقدر فاصله از مبدأ محور بیشتر می‌شود تعداد تصادفات کاهش می‌یابد. حدود ۲۶ درصد تصادفات رخ داده در این ایام تا فاصله ۱۰ کیلومتری و حدود ۲۱ درصد تصادفات تا فاصله ۲۰ کیلومتری از مبدأ اتفاق افتاده است. به‌طور کلی حدود ۷۲ درصد از تصادفات رخ داده در طی این ایام در فاصله ۴۰ کیلومتری می‌باشد.

در روزهای ۲۹ اسفند ماه، ۲، ۷، ۱۲ و ۱۴ فروردین ماه بیشترین تصادفات در استان اصفهان اتفاق افتاده است. که روز ۱۲ فروردین ماه بیشتر از دیگر روزها بوده است. نکته قابل توجه اینکه در این استان کمترین میزان تصادف را در روز ۱۳ فروردین ماه شاهد هستیم.

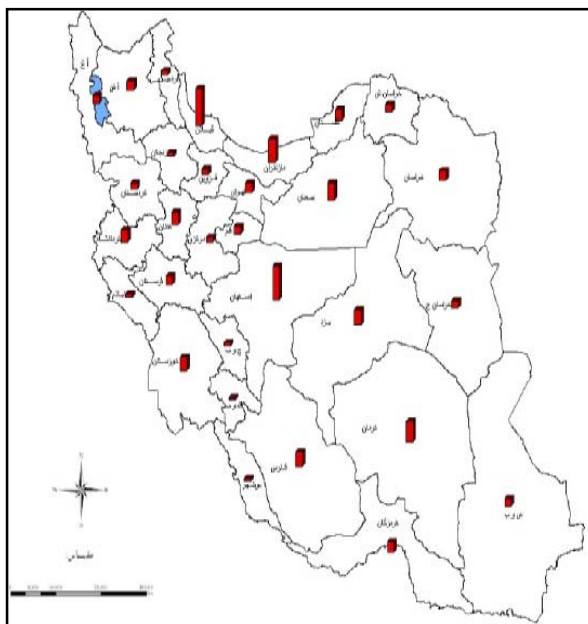
در استان گیلان رانندگان بیشترین میزان تصادفات را به ترتیب روزهای ۱۳، ۲، ۵، و ۹ فروردین داشته‌اند. در بررسی توزیع تصادفات در استان گیلان در طی ۲۰ روز تعطیلات نوروز، مشخص می‌شود که میزان تصادفات تابع نظم خاصی نمی‌باشد بطوری‌که روز ۲۶ اسفند دارای کمترین میزان تصادف در این استان اتفاق افتاده و در روز ۲۷ اسفند فردای همان روز، این میزان چند برابر می‌شود. روز ۱۳ فروردین ماه بالاترین میزان تصادف و ۲۶ اسفندماه پایین‌ترین میزان تصادف در این استان اتفاق افتاده است.

– تأثیر شرایط اقلیمی بر تصادفات جاده‌ای

از نظر تأثیر وضعیت‌های اقلیمی در رخداد تصادفات، با توجه به پهنه‌بندی عوامل منفی تأثیرگذار در تصادفات مشخص می‌شود که در کل، قسمت‌های بدون تأثیر و کم‌خطر در بیشتر روزها در بخش‌های جنوب شرق و جنوب کشور مشاهده می‌شود که در بعضی روزها تا بخش‌های مرکزی نیز گسترش پیدا می‌کند.

در شکل (۵) مساحت هر پهنه در وضعیت‌های اقلیمی مختلف در هر روز و همچنین در شکل (۶) تعداد تصادفات اتفاق افتاده در هر کدام از این وضعیت‌ها برای هر روز آورده شده است. با توجه به این شکل مشخص می‌شود که تعداد تصادفات توزیع نسبتاً مناسبی نسبت به مساحت پهنه نشان می‌دهد. تنها در روزهای سوم و هفتم فروردین ماه تصادفات نسبت به مساحت پهنه بالا می‌رود. در روزهای ۲۷ تا ۲۹ اسفندماه و دوم فروردین ماه این نسبت پایین می‌باشد. بیشترین مساحت پهنه بدون عوامل اقلیمی منفی در

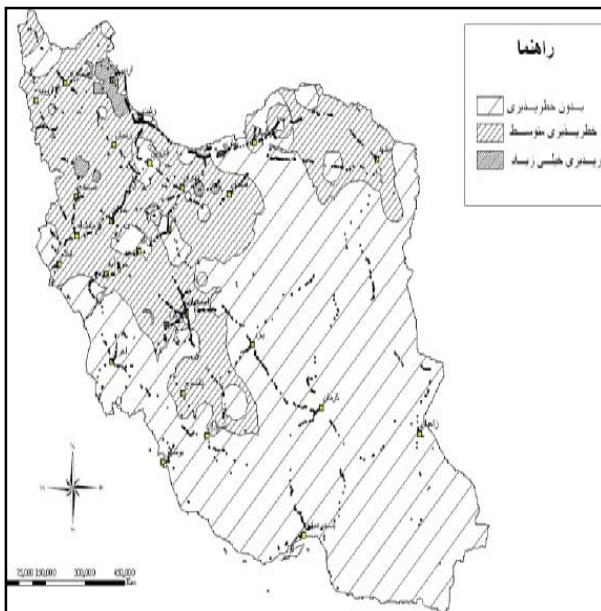
بررسی تصادفات در روزهای تعطیلات نوروز نشان می‌دهد که در روزهای ۱۳، ۵ فروردین ماه به ترتیب بیشترین تصادفات در جاده‌های برون‌شهری اتفاق افتاده است و روزهای ۳ و ۹ فروردین ماه به طور مشترک در رده‌ی بعدی قرار دارند. در ۵ روز آخر ماه اسفند بیشترین تعداد تصادفات در روز ۲۹ مشاهده می‌شود و بعد از آن روز ۲۵ اسفندماه قرار دارد. کمترین میزان تصادفات در طی این دوره در روز ۲۶ اسفندماه به وقوع پیوسته است. در فروردین ماه نیز روزهای ۱۵، ۲ و ۸ به ترتیب کمترین میزان تصادف را شاهد هستیم. در این دوره برخی از استان‌های کشور بیشترین میزان تصادفات را داشته‌اند. شکل شماره ۴ نشان می‌دهد که استان گیلان بالاترین میزان تصادف را در بین استان‌های دیگر داشته است. در استان اصفهان بعد از استان گیلان بیشترین میزان تصادف اتفاق افتاده است. پس از آن استان‌های مازندران، کرمان و سمنان به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. افزایش میزان تصادفات در این استان‌ها می‌تواند به دلیل بالا بودن میزان تردد در آنها باشد.



شکل ۴: نقشه تصادفات جاده‌ای بر حسب استان

مأخذ: نویسندگان

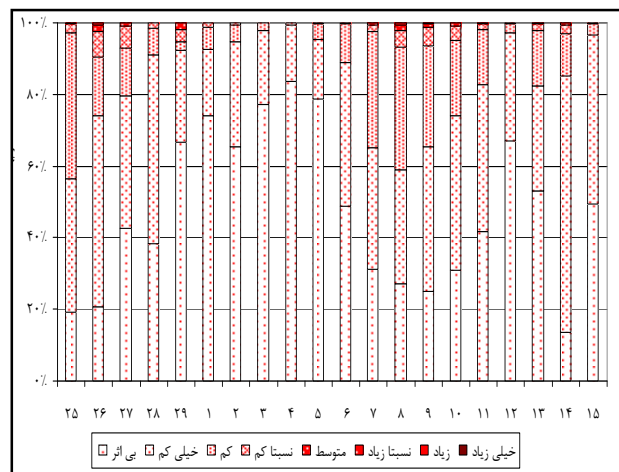
می‌دهد. با توجه به این شکل مشخص می‌شود پهنه‌ی اول دارای حدود ۶۷ درصد از مساحت کشور را شامل می‌شود. بیشترین گسترش در کشور می‌باشد. چنانکه حدود نیمی از کشور را پهنه‌ی اول دربرمی‌گیرد و تمام قسمت‌های شرق و جنوب‌شرقی، جنوب غربی (سواحل خلیج فارس) و قسمت‌هایی از مرکز و شمال شرقی را در بر می‌گیرد که مساحت پهنه‌ی سوم که از نظر شرایط اقلیمی بسیار نامناسب می‌باشد، محدود به حدود ۱ درصد از کل مساحت کشور و در شمال غرب کشور می‌باشد.



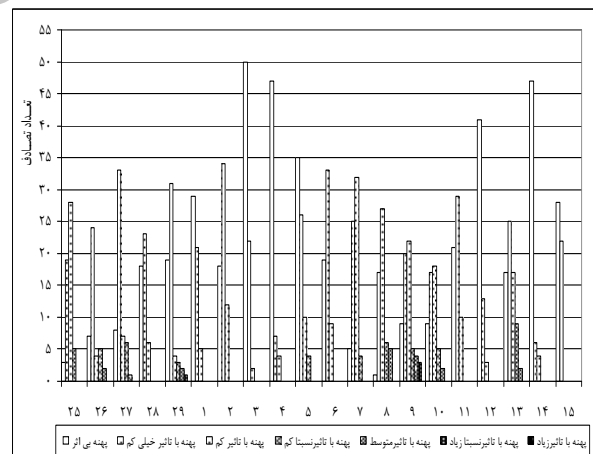
شکل ۷: نقشه تصادفات جاده‌ای در پهنه‌های نامناسب اقلیمی
مأخذ: نویسندگان

برای مشخص کردن نقش پدیده‌های نامساعد اقلیمی در تصادفات جاده‌ای، نقشه اقلیمی تهیه شده برای هر روز، به سه پهنه با وضعیت اقلیمی کم‌خطر، خطر متوسط و خطرناک پهنه‌بندی شده و میزان تصادفات در هر پهنه یک بار نسبت به مساحت پهنه و بار دیگر نسبت به طول راه‌های موجود در پهنه محاسبه گردید (جدول ۲). با توجه به اینکه بستر تصادفات راه می‌باشد، نتایجی که تصادفات را بر حسب راه می‌سنجد بیشتر مورد تأکید قرار گرفته است.

طول دوره‌ی مورد مطالعه، در روزهای ۲۹ اسفند ماه، ۱ تا ۵ و ۱۲ فروردین ماه به بالاتر از ۶۰ درصد کل مساحت می‌رسد. در مقابل کمترین وسعت این پهنه ۲۵ اسفند و ۱۴ فروردین ماه کمتر از ۲۰ درصد مساحت کشور را شامل می‌شود.



شکل ۵: مساحت هر کدام از پهنه‌های با عوامل منفی اقلیمی
مأخذ: نویسندگان



شکل ۶: تعداد تصادفات در هر پهنه با عوامل منفی اقلیمی
مأخذ: نویسندگان

در کل می‌توان گفت که تعداد تصادفات اتفاق افتاده در وضعیت‌های اقلیمی که بدون عوامل منفی تأثیرگذار در وقوع تصادف می‌باشد، بیشتر می‌تواند از میزان تردد وسایل نقلیه تأثیر بپذیرد. شکل (۷) پهنه‌های میانگین عوامل اقلیمی در دوره‌ی ۲۰ روز مورد مطالعه را نشان

جدول ۲: میزان تصادفات در هر پهنه نسبت به مساحت و طول راههای موجود در پهنه

طبقه	امتیاز	مساحت هر پهنه به درصد	تعداد تصادف در هر پهنه	تعداد تصادف در هر ۱۰۰۰ متر مربع	طول راه در هر پهنه به درصد	تعداد تصادف در هر ۱۰۰ کیلومتر راه
۱	کم خطر	۶۸	۸۳۲	۰.۷	۱۴۳۳۵.۴	۵.۸
۲	خطر متوسط	۳۱.۱	۸۷۳	۱.۷	۸۸۶۸.۴	۹.۸
۳	پرخطر	۰.۱	۵۲	۳.۲	۵۰۲.۴	۱۰.۴
جمع		۱۰۰	۱۷۵۷	۱.۱	۲۳۷۱۱.۱	۷.۴

مأخذ: نویسندگان

نیز افزوده شده است. همانطوری که ملاحظه می‌شود رابطه‌ی بین تصادفات و پهنه‌های اقلیمی کاملاً معکوس می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که در شرایط اقلیمی نامناسب تعداد تصادفات نیز بالا می‌رود. بطوری که در پهنه‌ی اول با حدود ۶۸ درصد از مساحت کل کشور، حدود ۰/۷ تصادف در هر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع اتفاق افتاده است. پهنه‌ی دوم ۳۱/۱ درصد کل مساحت را دربرگرفته و تعداد تصادف به ازای ۱۰۰۰ کیلومتر مربع مساحت، ۱/۷ می‌باشد و پهنه‌ی سوم که حاکی از شرایط بسیار نامناسب اقلیمی می‌باشد، با ۰/۱ درصد از مساحت کل کشور حدود ۳/۲ تصادف به ازای هر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع اتفاق افتاده است. برای به دست آوردن نتیجه بهتر، تعداد تصادفات نسبت به طول راههای موجود در هر پهنه‌ی اقلیمی نیز مورد بررسی قرار گرفت. توزیع تعداد تصادف به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر راه نیز نشان می‌دهد که در پهنه‌ی اقلیمی اول این توزیع نسبتاً نرمال بوده و در پهنه‌ی اقلیمی دوم تعداد تصادفات به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر راه به حدود دو برابر می‌رسد. اگرچه مساحت پهنه‌ی اقلیمی سوم به حدود ۱/۲ درصد می‌رسد با این حال افزایش تعداد تصادف در این پهنه اقلیمی نیز مشاهده می‌شود و از ۹/۸ تصادف به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر راه، به ۱۰/۴ تصادف می‌رسد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بطور متوسط در پهنه‌ی اقلیمی نامناسب میزان تصادفات نسبت به طول راههای موجود در همان پهنه‌ی بالا می‌باشد. البته با در نظر گرفتن اینکه در بعضی از روزها بالا بودن میزان تصادفات می‌تواند ناشی از حجم تردد بالا باشد، باز هم روزهایی از دوره‌ی مورد مطالعه وجود دارد که بیشترین تصادف را نسبت به طول راه دارا هستند. با بررسی شرایط اقلیمی این روزها متوجه می‌شویم که در روزهای مورد نظر حداقل دو پارامتر نامناسب اقلیمی بر راهها حاکم بوده است. همانطوری که از نقشه داده‌های اقلیمی دوره‌ی مورد مطالعه و نیز توزیع تصادفات مشخص می‌شود. درصد بالایی از تصادفات در روزهای ۲۷ و ۲۹ اسفندماه، ۲، ۳، ۸، ۱۱ و ۱۳ فروردین‌ماه اتفاق افتاده است. با توجه به شرایط اقلیمی دوره‌ی مورد مطالعه، متوجه خواهیم شد که در این روزها در بیشتر مناطق کشور شرایط اقلیمی نامساعدی حاکم بوده است. به عنوان مثال در روزهای ۲۷، ۲۸ و ۲۹ اسفندماه و همچنین روزهای ۲، ۳، ۱۱ فروردین‌ماه پدیده یخبندان در بیشتر مناطق کشور اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده‌ی تأثیر پدیده‌های نامساعد اقلیمی در بروز تصادفات می‌باشد. به نظر می‌رسد که در دوره‌ی مورد مطالعه تعداد تصادفات به غیر از عوامل محیطی، از میزان تردد در جاده‌ها نیز متأثر بوده است. چنانکه از بررسی تعداد تصادفات در هر یک از روزهای دوره‌ی مورد مطالعه مشخص می‌شود در روزهایی که حجم تردد در جاده‌ها بیشتر بوده است، بر میزان تصادفات

نتیجه

از آنجا که تعطیلات نوروز هم به لحاظ حجم تردد در جاده‌ها و هم به لحاظ شرایط جوی حاکم بر کشور دارای تغییرپذیری بالایی می‌باشد، بیشتر مطالعاتی که در گذشته انجام شده، تصادفات رخ داده در یکی از محورهای اصلی (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴: ۹۴؛ فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۵) را مورد تأکید قرار داده و یا یکی از پارامترهای اقلیمی (حبیبی‌نوخندان، ۱۳۸۴: ۴۵؛ کرمی و فرج‌زاده، ۱۳۸۴: ۳۷؛ کمالی و حبیبی‌نوخندان، ۱۳۸۴: ۲۶؛ عزیزی و حبیبی‌نوخندان، ۱۳۸۴: ۳۵) به عنوان عامل تأثیرگذار در وقوع تصادف مورد تأکید قرار گرفته است. بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان گفت که محورهای پرتردد کشور شامل محورهای سواحل شمالی، محورهای منتهی به استان خراسان بیشترین تصادفات را داشته‌اند که در شرایط نامساعد اقلیمی میزان آنها افزایش قابل توجهی پیدا کرده است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پارامترهای اقلیمی تأثیرگذار در میزان تصادفات به پیروی از شرایط آب‌وهوایی حاکم بر کشور، نیمه‌ی شمالی کشور از شرایط نامساعد اقلیمی بیشتری برخوردار است.

از بین هفت پارامتر مختلف اقلیمی بررسی شده در این مطالعه، عوامل یخبندان، بارندگی و توزیع مکانی مه و بارش برف نسبت به عوامل دیگر اقلیمی، بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد تصادفات در محورهای کشور داشته‌اند. توزیع فضایی تصادفات نیز نشان می‌دهد که پهناهای ۲۰ تا ۳۰ از مبدا دارای تراکم‌زیادی است. می‌دهد که مناطق با خطر بالا در شمال و شمال غربی کشور مشاهده می‌گردد که این موضوع بیانگر اولویت انجام مطالعات مربوط به کاهش تصادفات را با اعمال تمهیدات مهندسی مانند تعریض جاده‌های ارتباطی، نصب تابلوهای هشداردهنده و ایجاد ایستگاههای هواشناسی جاده‌ای در این مناطق می‌باشد.

منابع

- ۱- پیدن، مارچین؛ ریچارد اسکورفیلد؛ دیوید اسلیت؛ دنیش موهان؛ ادنان حیدر؛ اوا جاراوان؛ کولین ماترز (۱۳۸۵). گزارش جهانی پیشگیری از حوادث ترافیکی راهها. ترجمه جمشید کرمانچی، مهران ستوده و محمدهادی ناصح. تهران: انتشارات تندیس.
- ۲- دفتر فن‌آوری اطلاعات، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، آمارنامه، ۱۳۸۵
- ۳- حبیبی‌نوخندان، مجید (۱۳۸۴). مطالعه توزیع مکانی و زمانی وقوع مه و بررسی اثرات آن در حمل‌ونقل جاده‌ای، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۷۶.
- ۴- کرمی، شهرام؛ منوچهر فرج‌زاده (۱۳۸۴). تحلیل تصادفات جاده‌ای بارویکرد اقلیمی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: جاده فیروزکوه- ساری)، فصلنامه مدرس علوم انسانی. شماره پیاپی ۳۲.
- ۵- فرج‌زاده، منوچهر؛ عثمان باقدم (۱۳۸۴). ارزیابی ایمنی جاده‌ای بارویکرد مخاطرات محیطی با استفاده از GIS (مسیر سنندج، مریوان)، فصلنامه مدرس علوم انسانی. شماره پیاپی ۳۸.
- ۶- فرج‌زاده، منوچهر؛ محمدحسین قلی‌زاده؛ عظیم ادبی فیروزجائی (۱۳۸۹). تحلیل فضایی تصادفات جاده‌ای با رویکرد مخاطرات اقلیمی: محور کرج- چالوس، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۷۳.
- ۷- کمالی، غلامعلی؛ مجید حبیبی‌نوخندان (۱۳۸۴). بررسی توزیع مکانی و زمانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل و نقل جاده‌ای، پژوهشنامه حمل و نقل. شماره ۲.
- ۸- عزیزی، قاسم؛ مجید حبیبی‌نوخندان (۱۳۸۴). مطالعه توزیع مکانی و زمانی یخبندان و لغزندگی جاده‌های هراز و فیروزکوه با استفاده از GIS، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۱.

- 17- Carson and Mongering F. (1999). The effects of ice warning sign on ice accident frequency and severity, accident analysis and prevention, No. 33.
- 18- Edvards Julia B (1998). The relation between road accident severity and recorded weather, Journal of safety research, Vol. 29, No. 4.
- 19- Eisenberg Daniel (2006). The mixed effects of precipitation on traffic crashes, Accident Analysis and Prevention, No. 36.
- 20- Karl, Kim and Leving (1996). "Using GIS for Improve highway safety"; Computer Environ and Urban System, Vol.20.
- 21- Keay Kevin, Simmonds Lan (2006) Road accident and rainfall in a large Australian city, Accident Analysis and Prevention, No. 36.
- 22- Norrman Jonas, Eriksson Marie, Lindqvist Sven (2000). Relationships between road slipperiness, traffic accident risk and winter road maintenance activity, Climate Research, Vol. 15.
- 23- Yamamoto. (2002). "Climatology of the traffic accidents in Japan on the expressway with dense fog.; 11th international road weather conference, Sapporo, Japan case study.
- ۹- محمدی، حسین؛ پیمان محمودی (۱۳۸۵). تأثیر پدیده‌های اقلیمی بر تردد و تصادفات در جاده‌ی سنندج- همدان، مجله جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای. شماره ۶.
- ۱۰- اَبی‌ترابی، مسعود؛ فرزاد رضایی‌مقدم (۱۳۸۸). مدل‌سازی شدت تصادفات در بزرگراه‌های درون‌شهری، پژوهشنامه حمل و نقل. شماره ۱.
- ۱۱- آرنوف، استان (۱۳۷۵). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، ترجمه سازمان نقشه‌برداری کشور. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۲- آیتی، اسماعیل (۱۳۷۱). تصادفات جاده‌ای ایران، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۳- کمالی، غلامعلی؛ مجید حبیبی‌نوخندان (۱۳۸۷). آب و هوا و ایمنی جاده‌ها، وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل و نقل.
- 14- Andresscu Mircea-Paul, Frost David B. (1998). Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. Climate Research, Vol. 9.
- 15- Andri, J and Oley, R.S. (2001). The relation between weather and road safety: past and future, Climatological Bulletin, 24(3).
- 16- Bros. (1990). The Safty index method of evolution and rating safe benefits, Highway Research, Ni. 332.