فصلنامه دانش انتظامی سمنان ، دوره دوازدهم ، شماره چهل و پنجم ، پاییز ۱۴۰۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۱۸
صفحات: ۹۵ - ۵۸

# بررسی توزیع مکانی و زمانی پارامترهای بارش، دما، طوفان تندری و عمق برف در تصادفات جاده های استان سمنان با استفاده از تکنیک GIS (مطالعه موردی: محور سمنان– شاهرود و میامی– جاجرم)

**نویسندگان :**

**حمیدرضا قزوینیان[۱]، حجت کرمی[۲]***

## چکیده

در سال‌های اخیر، نقش شرایط جوی، آب و هوایی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب نموده و مطالعات زیادی در این زمینه به انجام رسیده است. در این تحقیق سعی شده است که با کمک تکنیک GIS، داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های امیریه، بسطام، فرومد، قلعه نوخرقان، حسینیان، کوهان، مهدی‌شهر، مجن، و نردین از استان سمنان که شامل دما، بارش، طوفان تندری، عمق برف مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. سپس داده‌های تصادفات رخ داده در محور سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم طی یک دوره زمانی ۶ ساله (۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰) مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. نقشه‌های ارایه شده برای هر پارامتر هواشناسی در محورهای مورد مطالعه در نرم‌افزار ArcGIS۱۰،۳، به ۵ وضعیت بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد از نظر خطرپذیری تصادف تقسیم بندی شده‌اند. دو روش درون‌یابی Kriging و IDW مورد بررسی قرار گرفت. بطور کلی در ماه فروردین بیشترین تصادفات برای هر دو محور گزارش می‌شود. برای هر دو محور، در تمامی سال‌ها بیشترین تصادف در روز اتفاق و سپس رتبه بعدی برای وضعیت روشنایی در شب می‌باشد. برای سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ در محورهای میامی – جاجرم و سمنان – شاهرود، وضعیت آب و هوایی صاف، بیشترین تعداد تصادفات را داشته است. همچنین وضعیت بارانی در رتبه دوم از نظر خطر ایجاد در دو محور برای سال‌های مورد مطالعه گزارش می‌شود. در محور سمنان – شاهرود، میزان خطرپذیری در

۱ : دانشجوی دکتری مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان، ایران- hamidrezaghazvinian@semnan.ac.ir
۲ : دانشیار گروه آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان، ایران- hkarami@semnan.ac.ir

وقوع تصادف برای پارامترهای اقلیمی طوفان تندری کم الی متوسط، پارامترهای اقلیمی بارش و عمق برف، کم تا متوسط و پارامتر دما بسیارکم گزارش می‌شود. در محور میامی – جاجرم میزان خطرپذیری در وقوع تصادف برای پارامتر اقلیمی عمق برف کم تا زیاد، پارامتر دما کم، پارامتر طوفان تندری متوسط و بارش کم تا متوسط حاصل شد.

**کلید واژه: GIS**، بارش، دما، طوفان تندری، عمق برف، سمنان – شاهرود، میامی - جاجرم

## مقدمه

صنعت حمل و نقل نقش کلیدی و موثری در اجرای برنامه‌های توسعه پایدار کشورها ایفا می‌کند (Haghani et al. ۲۰۲۱). یکی از بخش‌های مهم صنعت حمل و نقل، حمل و نقل جاده‌ای است (Kanchi ۲۰۲۲). ایمنی و امنیت جاده‌ها متاثر از عوامل و عناصر مختلف از جمله عوامل جوی و اقلیمی می‌باشد (Haghani et al. ۲۰۲۱). ویژگی هر جاده خود به تنهایی در بروز تصادفات نقش زیادی را برعهده دارد، اما نقش عوامل محیطی و اقلیمی را در بروز تصادفات نباید نادیده گرفت. اکثر مردم تصور می‌کنند شرایط جوی نمی‌تواند به عنوان یک مانع در رانندگی محسوب شود، مگر در شرایطی که مسافرت به دلیل شرایط نامساعد جوی و جاده‌ای امکان پذیر نباشد (Casado-Sanz et al. ۲۰۱۹). علی‌رغم این تصور، مطالعات مختلفی در زمینه ارتباط بین شرایط جوی و حمل ونقل صورت گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهد تحت شرایط جوی نامساعد، تصادفات جاده‌ای افزایش می‌یابد. در میان عوامل تأثیر گذار بر روی ایمنی حمل و نقل، پدیده های اقلیمی دارای اهمیت بالایی هستند. از مهم‌ترین این پدیده‌ها شامل باران، برف و یخبندان، دما، طوفان تندری و ... است.

باران به عنوان یک متغیر آب و هوایی مهم در بروز تصادفات جاده‌ای می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد با تحلیل نسبت بین بارش و تصادفات جاده‌ای ارتباط خطی مثبت بین تصادفات و مقدار باران وجود دارد. با افزایش مقدار باران میزان تصادفات تا ۶ درصد افزایش می‌یابد. با ارزیابی اثر آب و هوا و فصول در نوسان تصادفات می‌توان فهمید که در روزهای بارانی تصادفات تا ۲ برابر روزهای خشک افزایش دارد. بررسی میزان خطر تصادفات در آب و هوای باراتی، تاثیر لغزنده بودن جاده بر میزان تصادفات، مواقعی که جاده مرطوب

و لغزنده است؛ نسبت به مواقع خشک نشان می‌دهد که تصادفات تا ۳ برابر افزایش می‌یابد (Mehdizadeh et al. ۲۰۲۰). با توجه به آمار حوادث جاده‌ای، از بین پدیده‌های جوی موثر بر حمل و نقل جاده‌ای، بارندگی و جاده خیس و لغزنده، نسبت به یخبندان، ریزش برف و رخداد مه، اهمیت بیشتری دارند (نصری، ۱۳۹۹). در مورد تاثیر بارندگی در حوادث جاده‌ای می‌توان به اولین بارندگی اشاره کرد. به طوری‌که طی یک دوره طولانی خشکی گرد و غبارها روی جاده را می‌پوشانند که با اولین بارندگی راه شوسه لغزنده می‌شود و حوادث متعدد پیش می‌آید. پخش آب‌های گل آلود در هنگام عبور وسایل نقلیه بر روی شیشه اتومبیل‌های دیگر موجب کاهش دید به ویژه در شب می‌شود. شمار تصادفات جاده‌ای هنگامی که چندین مورد از شرایط مختلف جوی و جاده‌ای در کنار هم باشند، بیشتر خواهد بود.

پدیده یخبندان که در نتیجه کاهش دما در محیط می‌باشد؛ در امر حمل و نقل جاده‌ای دارای اهمیت زیادی است. این پدیده در فصول سرد سال در جاده‌های مناطق کوهستانی مشکلات عدیده‌ای را بر روی حمل و نقل گردشگران و عابران جاده ایجاد کرده و در مواقعی نیز باعث وقوع تصادفات می‌شود (Miller and Han ۲۰۰۹).

با رسیدن دمای داخل اتومبیل به ۲۷ درجه سانتیگراد و بالا رفتن سرعت، سرعت واکنش راننده نسبت به دمای پایین‌تر از ۲۳ درجه، ۰/۳ ثانیه کند می‌شود. یعنی در سرعت ۸۰ کیلومتر قبل از اینکه راننده‌ای ترمز کند یا برای اجتناب از تصادف تغییر مسیر دهد، اتومبیل هفت الی هشت برابر بیشتر حرکت خواهد کرد. به همین دلیل است که آمار حوادث رانندگی در روزهای گرم، ۱۰تا ۳۰ درصد افزایش نشان می‌دهد. گرم شدن زیاد بدنه اتومبیل یا لاستیک که با جاده در تماس است، ممکن است باعث پنچری شود و اغلب در سرعت‌های بالا با ترکیدن لاستیک و از دست رفتن کنترل فرمان همراه است. به علاوه تبخیر سریع بنزین، خطر آتش گرفتن موتور را در اثر یک جرقه احتمالی افزایش می‌دهد (پوریاری، ۱۳۸۲).

سرما در حمل و نقل دشوارترین بلایای طبیعی است به طوری که تاثیر سرما زمانی تشدید می‌گردد که با رطوبت همراه باشد (نصری، ۱۳۹۹). هنگامی که سرماهای شدید با باران، برف و رطوبت همراه باشد، یا خسارات زیادی مواجهه خواهیم شد که به شرح ذیل می‌باشد (نصری، ۱۳۹۹):

صدمه به زیر بنای راه‌ها در ارتباط با یخبندان خاک، به ویژه اگر خاک مرطوب باشد.

وجود قشر یخ، اصطکاک موجود بین سطح راه و تایرها را از بین برده و خودرو شروع به لغزیدن در سطح جاده می‌نماید.

باد حرکت افقی هوا و جریان هوایی است که از مراکز پرفشار به طرف مراکز کم فشار به حرکت در می‌آید. هر چه تفاوت فشار بین دو نقطه بیشتر باشد، شدت جریان هوا هم بیشتر خواهد شد. باد از دو کمیت سرعت و جهت برخودار است. چنانچه سرعت باد از ۵۱ کیلومتر تا ۸۷ کیلومتر در ساعت برسد، تند باد بوجود می‌آید. تندبادها می‌توانند وسایل نقلیه را واژگون کرده یا هدایت آن را با مشکل مواجه سازند و نیز باعث حرکت برف، ماسه و یا شن‌های روان در سطح جاده‌ها شوند. اما مهمترین اثری که تندبادها در حمل و نقل جاده‌ای دارند، ایجاد ناپایداری در حرکت وسایل نقلیه مرتفع، کاروان‌ها، اتوبوس‌ها و خودروهای سبک می‌باشد. مشکلات تندبادها در حمل و نقل جاده‌ای مناطق کوهستانی بیشتر از مناطق پست و کم ارتفاع می‌باشد (نصری، ۱۳۹۹).

تصادفات جاده‌ای یکی از معضلات اصلی در حمل و نقل است که با استفاده از GIS می‌توان به تجزیه و تحلیل علل آن پرداخت و راهکارهایی را برای جلوگیری یا کاهش آن بدست آورد. سیستم اطلاعات جغرافیایی با مدیریت منابع اطلاعات حمل و نقل و ایجاد ارتباط متقابل بین آنها سبب تسهیل دسترسی به اطلاعات ترافیکی می‌گردد. در واقع هدف از ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی برای سیستم حمل و نقل تشکیل یک پایگاه اطاعاتی مرتبط میان اطلاعات حمل و نقل سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، محدودیت سرعت راهها، حمل و نقل و تصادف ویژگی هندسی راه، موقعیت تقاطع خطرناک و موقعیت مراکز امداد رسانی و پزشکی از جمله موارد مهم در تهیه پایگاه اطلاعات حمل و نقل می‌باشند. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی حمل و نقل در واقع ابزاری برای برنامه‌ریزی و طراحی پروژه‌های حمل و نقل، دسترسی به اطلاعات مرتبط حمل و نقل و ترافیک و توسعه و انتقال اطلاعات به شبکه‌های اینترنت می‌باشند.

آناک اندرسون (۲۰۱۰)، به مطالعه شرایط جاده در فصل زمستان و ارتباط آن با تصادفات جاده‌ای در سوئد و انگلستان پرداخت. همچنین به بررسی توزیع لغزندگی در شرایط اقلیمی فعلی و چگونگی تاثیرپذیری قرون قبلی در این رابطه همت گماشت و با هدف بدست آوردن درک بهتر از شرایط جاده‌ها در زمستان و ارتباط تصادفات با وسائط

نقلیه موتوری راهکارهایی جهت نگهداری جاده، کنترل تصادفات و کاهش آن در زمستان ارائه کرد (Andersson, ۲۰۱۰). لام و همکاران (۲۰۱۳)، به مدل‌سازی اثرات بارش بر شدت و تراکم تصادفات در هنگ‌کنگ پرداختند. نتایج نشان داد هیچگونه همبستگی بین شدت تصادفات و باران وجود ندارد. که مهمترین دلیل آن کاهش سرعت جریان ترافیک و کاهش سرعت وسائل نقلیه در باران های شدید است که عمدتا در بزرگراه ها بیشتر صدف می‌نماید (Lam et al., ۲۰۱۳). شین و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی اثر باران بر تصادفات در بوسان کره جنوبی می‌پردازند. آن‌ها در این تحقیق از فاکتورهای باران، دما و میانگین سرعت باد روزانه است. نتایج نشان داد که یک دوم جراحات و تصادفات در روزهای بارانی رخ داده است (SHIN et al., ۲۰۱۵). لی و همکاران در سال ۲۰۱۹ به منظور پیش‌بینی شدت تصادفات رانندگی، از الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده کردند. در این مطالعات از روش‌های آماری سنتی مانند رگرسیون خطی، رگرسیون لجستیک و مدل‌سازی رگرسیون دوجمله‌ای منفی که رایج‌ترین روش‌های تحلیل رگرسیون خطی و غیرخطی هستند، استفاده شده است. در این تحقیق، معماری یادگیری ماشین با استفاده از تکنیک‌های جنگل تصادفی، شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم برای تعیین نقاط قوت و ضعف این روش‌ها برای این مشکل به کار گرفته شد. در این مطالعه از سه مجموعه داده در طول نه سال استفاده شده است: داده‌های هندسه جاده، داده‌های بارش، و داده‌های تصادفات رانندگی (Lee et al., ۲۰۱۹).

حبیبی نوخندان (۱۳۸۴) در یک تحقیق به بررسی توزیع زمانی و مکانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل و نقل جاده‌ای با استفاده از تابع توزیعات احتمالاتی پرداخت. در این پژوهش بیان شد، ضمن بیان اینکه آگاهی از زمان آغاز و خاتمه یخبندان نقش بسیار موثری در مدیریت عملیات راهداری زمستانه، اقدامات ایمنی پلیس راه و آمادگی بیشتر رانندگان دارد. نتایج بیانگر آن بود که به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع ۴۴ روز و به ازای هر یک درجه افزایش عرض جغرافیایی یخبندان ۴ روز زودتر اتفاق می‌افتد و به ازای هر ۱۰۰۰ متر کاهش ارتفاع، ۳۷ روز و به ازای هر یک درجه کاهش عرض جغرافیایی، یخبندان ۵ روز به تعویق می‌افتد.

احسانی (۱۳۹۰) در یک پژوهش، به بررسی ارتباط بین هر یک از مخاطرات اقلیمی و ایمنی حمل و نقل جاده‌ای در محور کرج – چالوس با استفاده از اطلاعات و داده‌های مورد

نظر با استفاده از روش‌های آماری، اقدام به تهیه احتمال خطر تصادف در هر یک از وضعیت‌های مختلف اقلیمی کرد. براساس نتایج حاصل از این نقشه‌ها، بیشترین خطر در هنگام روزهای ابری در کیلومتر ۱۴۲، در روزهای بارانی در کیلومتر ۱۴۰، در روزهای طوفانی کیلومتر ۱۴۰، در هنگام برفی از کیلومتر ۶۰ الی ۸۰ و در شرایط یخبندان کیلومتر ۷۵ با ۱۳ تصادف، دارای حداکثر فراوانی وقوع تصادفات می‌باشد. در یک تحقیق، احمدی (۱۳۹۲) تصادفات محور کرج – قزوین را از ۲۸ تیر ۱۳۸۸ الی ۳۱ تیر ۱۳۹۱ جمع‌آوری کرد. ابتدا تحلیل زمانی با استفاده از نمودار عنکبوتی و بر اساس پارامترهای مختلف انجام داد. تحلیل مکانی براساس عوامل موثر بر تصادفات بررسی کرد. مدل رگرسیون لجستیک با پارامترهای زمانی دقت مناسبی جهت مدل‌سازی تصادفات داشته است. نصری (۱۳۹۹) به بررسی میزان تاثیرگذاری پارامترهای اقلیمی بر تصادفات جاده‌ای از داده‌های ۵ سال آماری ۴ ایستگاه هواشناسی و یک ایستگاه اقلیم جاده‌ای رباط سفید استفاده کرد. با کمک نرم-افزار ArcGIS نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای اقلیمی ترسیم و سپس فراوانی تصادفات در شرایط جوی حاکم بر جاده یادداشت کرد. وقوع اکثر تصدفات در فاصله ۱۰ کیلومتری از پاسگاه‌های پلیس راه در شرایط اقلیمی مختلف و ایجاد مسیرهای جدید و نصب تابلوهای پیام نما در ترمینال‌های مسافربری و باربری می‌توانند بر کاهش تعداد تصادفات موثر باشد.

از یک طرف با توجه به اینکه تصادفات و پارامترهای اقلیمی پدیده‌های مکانی می‌باشند و از طرف دیگر تحلیل‌های GIS مبتنی بر مکان است، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ابزاری توانمند برای کار با داده‌های مکانی‌اند. در این سیستم داده‌ها به صورت رقومی نگه-داری می‌شوند، لذا از نظر فیزیکی حجم کمتری را نسبت به روش‌های سنتی اشغال می-کنند. با توجه مطالعات اندک در بررسی پارامترهای اقلیمی اثرگذار بر تصادفات محورهای استان سمنان با کمک تکنیک‌های GIS و عدم راهکارهای اجرایی به منظور کاهش تصادفات در شرایط بحرانی اقلیمی، در این تحقیق برای اولین بار در استان سمنان به پهنه-بندی زمانی و مکانی پارامترهای هواشناسی بارش، دما، عمق برف و وجود طوفان تندری با کمک GIS در محورهای سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم پرداخته شد. نکات مربوط به عوامل تاثیرگذار پارامترهای اقلیمی از محورهای سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم نیز بیان می‌گردد. همچنین در نهایت در شرایط جوی و آب و هوایی مختلف، به ارایه راهکار و راهنمایی‌هایی پرداخته خواهد شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

استان سمنان با وسعت نزدیک به ۹۷/۵ هزار کیلومتر مربع در ضلع جنوب و جنوب شرق کوهستان البرز و در مسیر ارتباطی تهران – خراسان واقع شده است (شکل ۱). این استان ۵,۹ درصد مساحت کل کشور را شامل می‌شود و از نظر مساحت، هفتمین استان ایران محسوب می‌شود (Karimpour Reyhan et al. ۲۰۰۹). این استان بین ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی از مبدا استوا قرار گرفته است (Lashkari and Riyazi ۲۰۱۶). (شکل ۱). محور سمنان – شاهرود و میامی - جاجرم دارای پیچ و خم‌های خطرناک بوده که هر ساله تعداد زیادی از هموطنان به دلایل مختلف ناشی از تصادفات جاده‌ای کشته می‌شوند. جاده مذکور با توجه به اولویت بندی‌های مرکز پلیس راه استان سمنان جزو جاده‌های پرتردد و پرخطر از لحاظ وقوع تصادف می‌باشد که هر ساله تلفات و خسارات جبران ناپذیری ایجاد می‌کند.

### ۲-۱- بررسی ویژگی‌های اقلیمی محور مورد مطالعه

جهت بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر ترافیک و تصادفات محور سمنان-شاهرود و میامی-جاجرم از ایستگاه‌های سینوپتیک واقع در استان سمنان استفاده شده است. موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول ۲ نام کامل و مخفف پارامترهای اقلیمی مورد استفاده در این تحقیق نمایش داده شده است.

**جدول ۱: اقلیم‌بندی منطقه مورد مطالعه**

| نام ایستگاه | نام منطقه | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع ایستگاه |
|---|---|---|---|---|
| امیریه | سمنان | ۳۶/۰۸ | ۵۴/۲ | ۱۱۷۰ |
| بسطام | سمنان | ۳۶/۴۸ | ۵۵ | ۱۱۷۰ |
| فرومد | سمنان | ۳۶/۵۲ | ۵۶/۶۸ | ۱۳۶۶ |
| قلعه نوخرقان | سمنان | ۳۶/۶۳ | ۵۵/۰۷ | ۱۴۹۰ |
| حسینیان | سمنان | ۳۵/۲۳ | ۵۴/۵۷ | ۹۴۸ |
| کوهان | سمنان | ۳۶/۶ | ۵۵/۸۸ | ۱۰۰۴ |
| مهدی‌شهر | سمنان | ۳۵//۷۳ | ۵۳/۳۵ | ۱۷۴۰ |

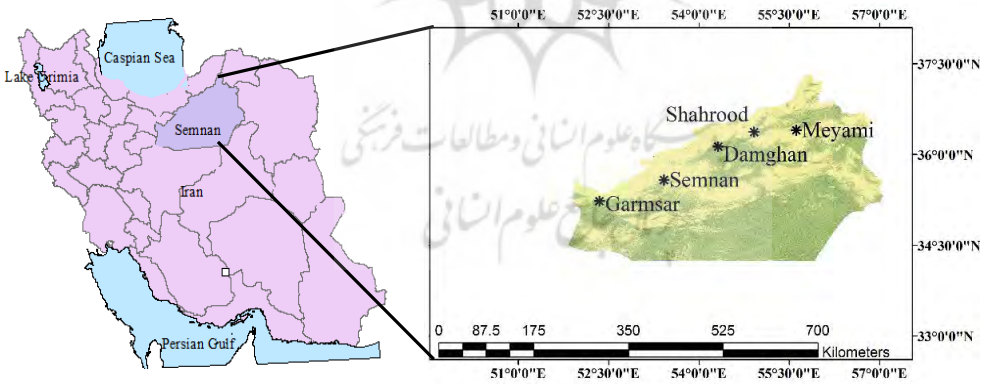
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مجن | سمنان | ۳۶/۴۸ | ۵۴/۶۳ | ۱۹۷۰ |
| نردین | سمنان | ۳۷/۰۳ | ۵۵/۷۷ | ۱۳۴۰ |

**جدول۲: پارامترهای هواشناسی مورد مطالعه**

| نام پارامتر | علامت اختصاری |
|---|---|
| بارش | rrr۲٤ |
| عمق برف | ess |
| دما میانگین | t_۰۹ |
| وجود طوفان تندری | thund۲٤ |

## ۲-۲ روش کار با نرم‌افزار ArcGIS

در ابتدا از فایل کلی محورهای مواصلاتی کشور، محور مورد مطالعه استخراج شده است. سپس داده‌های سینوپتیکی ایستگاه‌های مذکور که شامل بارش، دما، عمق برف و وجود طوفان تندری است؛ در کل منطقه درونیابی شد. روش‌های درونیابی داده‌های ایستگاه سینوپتیکی دو روش IDW و KRIGING بود.




**شکل ۱: نقشه استان سمنان**

## IDW –۳–۲

روش IDW از جمله روش‌های درون‌یابی است که در آن برآورد براساس مقادیر نقاط نزدیک به نقطه برآورد که بنابر عکس فاصله وزن‌دهی می‌شوند، انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر، به نقاط نزدیک‌تر نسبت به نقاط دورتر به نقطه برآورد وزن بیشتری داده می‌شود. این روش برخلاف روش کریجینگ از فرضیات مربوط به ارتباط مکانی بین داده‌ها پیروی نمی-کند (واریوگرام ندارد) و تنها بر این فرض متکی است که نقاط نزدیک‌تر به نقطه برآورد، شباهت بیشتری به آن دارند. در این روش اغلب توانی برای عکس فاصله در نظر گرفته می-شود که به طور معمول بین ۱ تا ۵ است، اما غالباً از توان۲ استفاده می‌شود. مشخصه این روش این است که وزن به‌کار رفته با افزایش فاصله به سرعت کاهش می‌یابد. در نتیجه درون‌یابی در این روش کاملاً محلی است و چون وزن‌های به کار رفته هیچ‌گاه صفر نمی-شوند، بنابراین هیچ‌گونه انقطاع و عدم پیوستگی در برآوردها رخ نمی‌دهد. اما نقص این روش این است که بر خلاف روش کریجینگ، نقشه خطای برآورد تولید نمی‌کند. از عیوب دیگر این روش این است که شکل قرارگیری نمونه‌ها را در نظر نمی‌گیرند، در نتیجه وزنی که به دو یا چند نمونه که به صورت خوشه در کنار هم و با جهت و فاصله تقریباً برابر از نقطه برآورد قرار گرفته‌اند، داده می‌شود، برایر با وزنی خواهد بود که به یک نمونه تنها داده می‌شود که با همان فاصله ولی در جهتی دیگر نسبت به نقطه برآورد قرار گرفته است. در حالی که این مشکل در روش کریجینگ به علت خاصیت خوشه‌زدایی آن اتفاق نمی‌افتد. از آنجا که در این حالت کریجینگ وزن را براساس عکس تعداد نمونه‌ها ( $\frac{1}{n}$ ) محاسبه می-کند، در نقشه‌های برآورد شده به این روش خلاف روش کریجینگ، حداقل و حداکثر متغیر برآورد شده در محل نمونه‌های اولیه قابل مشاهده است. رابطه کلی درون‌یابی دوبعدی به روش IDW به صورت رابطه ۱ است (Blöschl, ۲۰۰۲).

(۱)

$$W(x,y)=\sum_{i=1}^{N}\lambda_i w_i$$

$$\lambda_i=\frac{\left(\frac{1}{d_i}\right)^p}{\sum_{K=1}^{N}\left(\frac{1}{d_k}\right)^p}$$

$W(x,y)$ مقادیر برآورد شده در موقعیت $(x,y)$، $N$ تعداد نقاط معلوم مجاور $(x,y)$، $\lambda_i$ وزن اختصاص داده شده به هر یک از مقادیر معلوم $w_i$ در موقعیت $(x_i,y_i)$، $d_i$ فاصله اقلیدسی بین هر یک از نقاط واقع در موقعیت‌ها $(x,y)$ و $(x_i,y_i)$ و $p$ مقدار توان است که متأثر از وزن $w_i$ بر $w$ است.

## ۲-۴- کریجینگ

روش درون‌یابی و برآورد زمین‌آماری است که قادر است بر اساس مدل برازش شده بر واریوگرام تجربی و نمونه‌های اندازه‌گیری شده در جامعه، نقاط نمونه‌برداری نشده را بدون اریب و با حداقل واریانس برآورد کند. عمومی‌ترین روش آن که در علوم محیط زیستی نیز کاربرد فراوانی دارد، کریجینگ معمولی است. تابع کریجینگ به صورت رابطه ۲ تعریف می‌شود(Blöschl, ۲۰۰۲).

(۲)

$$\hat{z}(x)=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i z(x_i)$$

$\lambda_i$ وزن مرتبط با ارزش متغیر ناحیه‌ای $x$ در نقطه $i$ است در شرایطی که $\sum_{i=1}^{n}\lambda_i=1$ است. روش کریجینگ معمولی اغلب سبب هموارسازی نقشه‌ها می‌شود، یعنی مقادیر بسیار بزرگ، کوچک‌تر و مقادیر بسیار کوچک، بزرگ‌تر برآورد می‌شوند. بنابراین استفاده از این روش در مواردی که حفظ حداقل و حداکثر داده‌های اولیه در نقشه‌های تولید شده اهمیت زیادی داشته باشد، توصیه نمی‌شود.

## ۲-۵- معیارهای ارزیابی

برای ارزیابی روش های کریجینگ و IDW، در درجه اول، داده‌های برآورد شده برای هر یک از داده‌های مشاهده شده با استفاده از روش ارزیابی متقابل محاسبه شد. سپس با استفاده از معیارهای ارزیابی که معادلات ۳ تا ۵ است، مقدار خطای هر روش محاسبه شد. جهت ارزیابی نتایج، شاخص‌های آماری ضریب تبیین ($R^2$) (Ghazvinian et al., ۲۰۲۰a, ) (RMSE) ریشه‌ی میانگین مربعات خطا (Ghazvinian et al., ۲۰۲۰c; Karami et al., ۲۰۲۱) و میانگین خطای مطلق (MAE) (Ghazvinian et al. ۲۰۲۱) محاسبه شدند. برای ارزیابی نتایج استفاده شد. شاخص $R^2$ هرچه به یک نزدیکتر باشد، دقت بالای روش را نشان می‌دهد (Ghazvinian et al., ۲۰۱۹; Dehghanipour et al., ۲۰۲۱). شاخص‌های MAE و RMSE نیز میزان خطای آزمایش را نشان می دهد و بنابراین هرچه به صفر نزدیک شوند، مطابقت داده ها دقیق تر است (Ghazvinian et al., ۲۰۲۰d).

(۳)

$$R^2 = (\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) / \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2})^2$$

(۴)

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

(۵)

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

در روابط ۳ الی ۵، $x_i$ مقدار اندازه‌گیری شده ، $y_i$ مقدار برآورد شده همان روز، $\bar{x}$ میانگین مقادیر اندازه گیری شده و $\bar{y}$ میانگین نظیر برای مقادیر برآورد شده می‌باشد.

## ۴- نتایج و بحث

در این بخش از تحقیق سعی شده است که داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های امیریه، بسطام، فرومد، قلعه نوخرقان، حسینیان، کوهان، مهدیشهر، مجن، و نردین از استان سمنان

که شامل بارش، دما، عمق برف و وجود طوفان تندری مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. سپس داده‌های تصادفات رخ داده در محور سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم طی یک دوره زمانی ۵ ساله مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. در ادامه نقشه‌های مختلف با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردیده است و همچنین نقشه‌هایی ارایه شده است که نقاط مخاطره‌آمیز در محور را با توجه به شرایط جوی به نمایش می‌گذارند. نقشه‌های ارایه شده برای هر پارامتر هواشناسی در محورهای مورد مطالعه، به ۵ تیپ تقسیم بندی شده اند. در جدول ۳ میزان پایین بودن تا بالا بودن هر یک از پارامترها که براساس ۵ نوع تقسیم بندی بوده است، ارائه شده است. همچنین نتایج حاصل از نقشه‌های ارایه شده با روش درون‌یابی Kriging ارایه شده است. علت استفاده از این روش درون‌یابی، بالاتر بودن دقت آن نسبت به روش IDW بود که در جدول ۴ میزان معیارهای ارزیابی $R^2$، RMSE و MAE برای دو روش درون یابی IDW و Kriging نمایش داده شده است. براساس این جدول روش Kriging برای همه پارامترها از عملکرد بهتری نسبت به روش IDW داشت. اطلاعات برای دوره زمانی ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ می‌باشد.

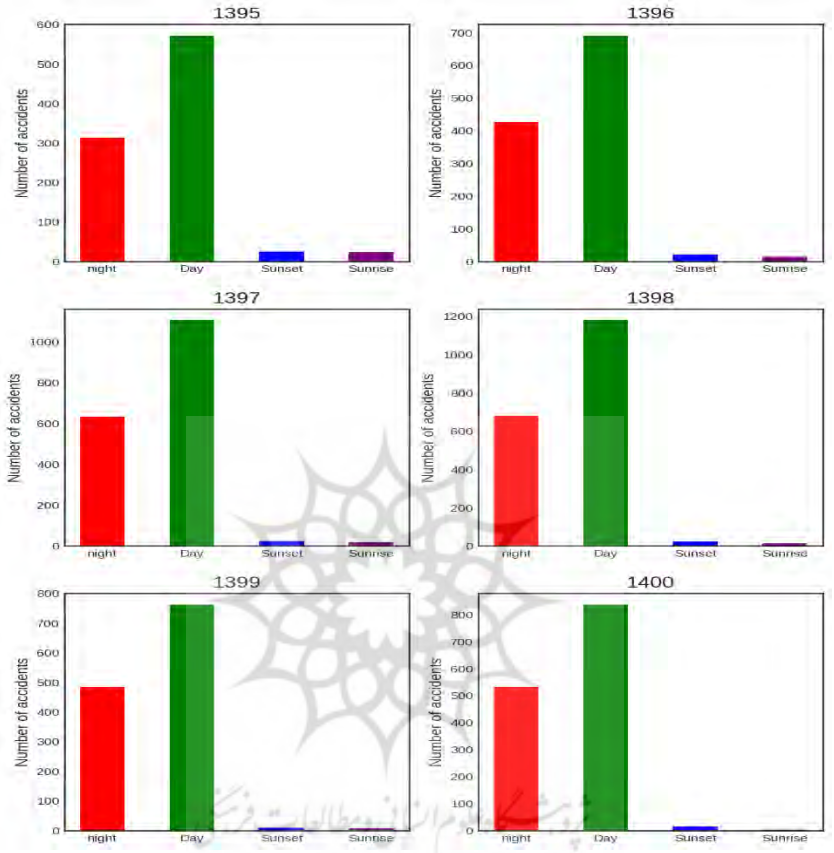
**جدول ۳: دسته‌بندی میزان بالا یا پایین بودن پارامترهای اقلیمی در نقشه‌های ارایه شده**

| شماره | میزان رخداد |
|---|---|
| ۱ | بسیار کم |
| ۲ | کم |
| ۳ | متوسط |
| ۴ | زیاد |
| ۵ | بسیار زیاد |

## ۴–۱– بررسی وضعیت روشنایی در میزان تصادفات محورهای سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم

در شکل ۲ ، نمودار تاثیر روشنایی در وقوع تصادف برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ در محورهای سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم ترسیم شده است. براساس این شکل، در تمامی سال‌ها بیشترین تصادف در روز اتفاق و سپس رتبه بعدی برای وضعیت روشنایی در شب می‌باشد. در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۹ تعداد تصادف در هنگام غروب آفتاب و طلوع

آفتاب تقریبا یکسان بوده و در مابقی سال‌ها میزان تصادف در هنگام غروب آفتاب بیشتر از طلوع آفتاب می‌باشد.




**شکل ۲: تاثیر روشنایی هوا در میزان تصادفات در دو محور سمنان – شاهرود و میامی - جاجرم**

## ۴-۲- تاثیر شرایط جوی معبر بر تعداد تصادف در محورهای سمنان - شاهرود و میامی – جاجرم

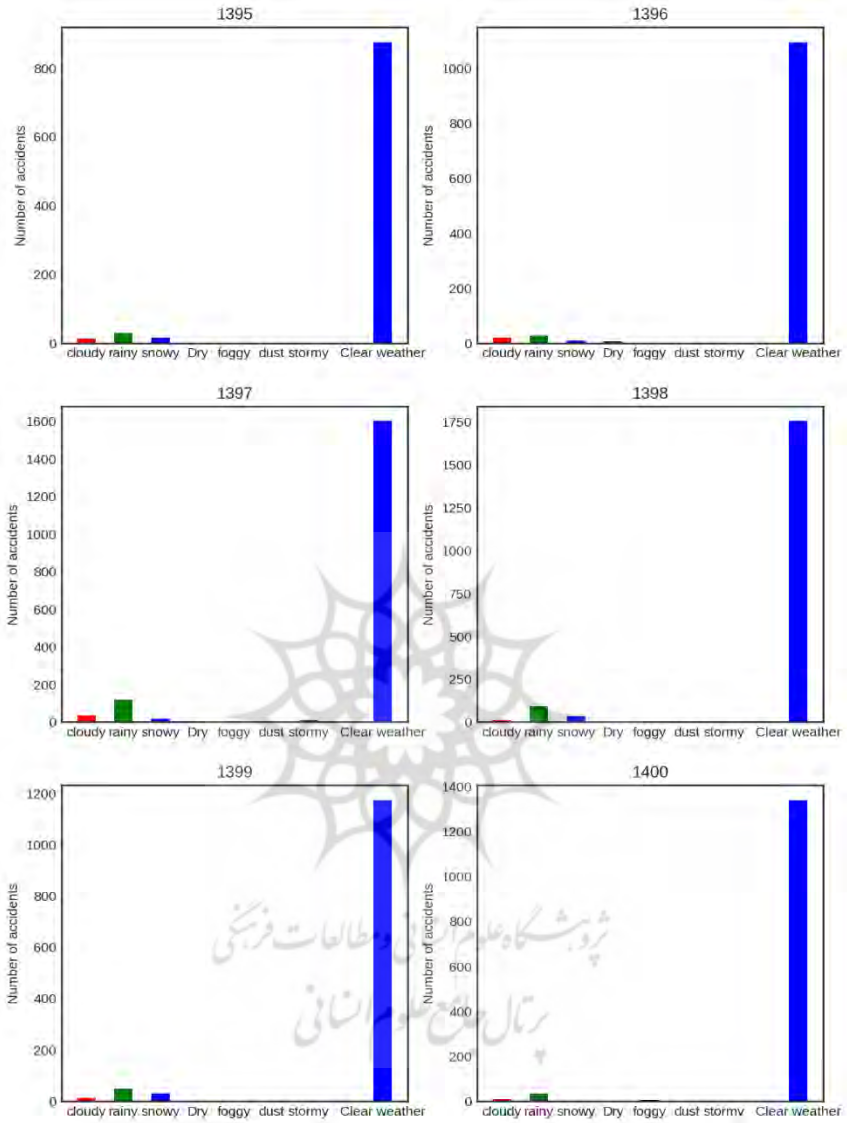
با توجه به داده‌های موجود، وضعیت جوی محورهای مورد مطالعه به ۸ دسته صاف، بارانی، برفی، خشک، ابری، کولاک، گرد و غبار و مه‌آلود تقسیم بندی می‌شود. با توجه به شکل ۳، برای سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ در محورهای میامی – جاجرم و سمنان – شاهرود، وضعیت آب و هوایی صاف، بیشترین تعداد تصادفات را داشته است. همچنین وضعیت بارانی در رتبه دوم از نظر خطر ایجاد در دو محور برای سال‌های مورد مطالعه گزارش می‌شود.

تعداد تصادفات در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۸و ۱۳۹۹ در وضعیت برفی نسبت به وضعیت ابری بیشتر بوده ولی در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۴۰۰، وضعیت ابری خطرناک تر از نظر تعداد تصادفات در برابر وضعیت برفی می‌باشد. تعداد تصادفات در وضعیت مه‌آلود در سال ۱۴۰۰ نسبت به بقیه سال‌ها بیشتر می‌باشد. همچنین تعداد تصادفات در شرایط خشک، کولاک و گرد و غبار برای تمامی سال‌های مورد مطالعه و محورهای مورد بررسی به ترتیب ۴، ۱۳ و ۱ می‌باشند که نسبت به بقیه حالت‌های شرایط جوی بسیار کمتر می‌باشند. در تحقیق جوادیان (۱۳۹۵) بیشترین تعداد تصادفات در شرایط هوای آفتابی رخ داده است.

**جدول ۴: نتایج معیارهای ارزیابی برای روش‌های درون‌یابی استفاده شده در نقشه‌های پارامترهای اقلیمی**

| | | t | | ess | | | Thund۲٤ | | | rrr۲٤ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درون‌یابی | $R^2$ | RMSE | MAE | $R^2$ | RMSE | MAE | $R^2$ | RMSE | MAE | $R^2$ | RMSE | MAE |
| Kriging | ۰/۷۷۳ | ۳۵/۳۴۳ | ۴۴/۹۲۹ | ۰/۷۶۳ | ۳۲/۸۷۲ | ۴۰/۳۸۲ | ۰/۷۶۲ | ۲۷/۳۸۸ | ۴۱/۳۹۰ | ۰/۸۱۳ | ۲۳/۴۳۱ | ۳۰/۲۲۵ |
| IDW | ۰/۶۷۳ | ۴۰/۳۴۲ | ۴۹/۴۹۲ | ۰/۶۸۲ | ۳۸/۷۲۱ | ۴۶/۸۷۳ | ۰/۷۰۲ | ۳۸/۹۲۸ | ۴۹/۸۲۱ | ۰/۷۶۲ | ۳۰/۲۱۳ | ۳۹/۲۲۱ |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

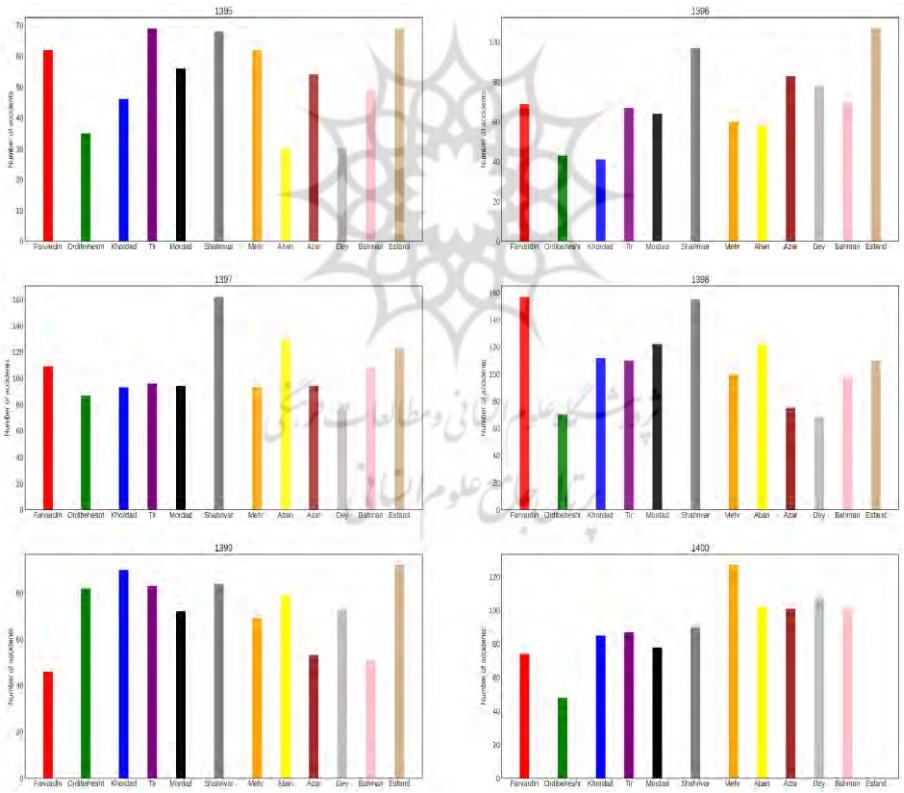



**شکل ۳: نمودار شرایط جوی معبر بر میزان تصادفات در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ برای محورهای مورد مطالعه**

## ۴-۳- بررسی تعداد تصادف در ماه‌های مختلف در محورهای سمنان - شاهرود و میامی - جاجرم

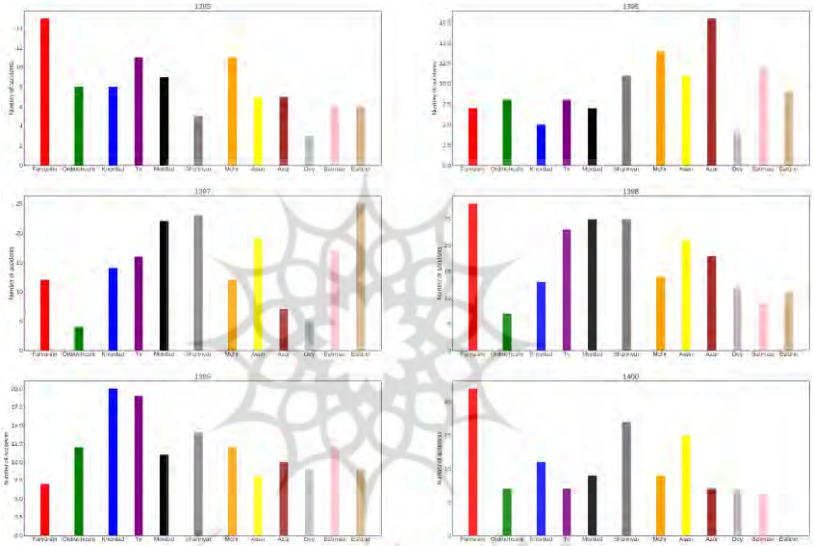
شکل ۴ نمودار تعداد تصادفات در ماه‌های مختلف در محور سمنان - شاهرود برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ ترسیم شده است. در سال ۱۳۹۵، ماه فروردین بیشترین و ماه-

های دی و آبان کمترین میزان تصادف را داشتند. در سال ۱۳۹۶ بیشترین و کمترین تصادف به ترتیب در ماه‌های اسفند و خرداد رخ داده است. در سال ۱۳۹۷ بیشترین تصادف در محور سمنان – شاهرود در ماه شهریور رخ داده است. کمترین میزان تصادف در ماه دی می‌باشد. در سال ۱۳۹۸ دو ماه شهریور و فروردین خطرناک‌ترین ماه‌ها از نظر تصادف بوده و کمترین میزان تصادف در این سال مربوط به ماه‌های دی و اردیبهشت است. اسفند ماه در سال ۱۳۹۹ بیشترین میزان تصادف را داشته و ماه بهمن کمترین تصادف را در این سال گزارش می‌شود. در سال ۱۴۰۰ ماه آبان و اردیبهشت به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تصادف را داشته‌اند. در تحقیق احسانی (۱۳۹۰) با مطالعه تصادفات ۵ ساله محور کرج – چالوس، به این نتیجه رسید که ماه شهریور با ۸۰۲ مورد تصادف در دوره زمانی مورد مطالعه این پژوهش بالاترین آمار تصادفات ماهانه را به خود اختصاص داده است.




شکل ۴: نمودار میزان تصادفات در ماه‌های مختلف در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ برای محورهای سمنان – شاهرود

مطابق با شکل ۵، نمودار تعداد تصادفات در ماه‌های مختلف در محور میامی – جاجرم برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ ترسیم شده است. ماه فروردین بیشترین میزان تصادف را در سال‌های ۱۴۰۰، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۵ را داشته است. در سال ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ ماه‌های آذر، اسفند و خرداد بیشترین میزان تصادف را برای محور میامی – جاجرم گزارش می‌شود. ماه دی برای سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ کمترین تعداد تصادف را در محور میامی – جاجرم داشته است. ماه‌های بهمن، فروردین و اردیبهشت به ترتیب برای سال ۱۴۰۰، ۱۳۹۹ و ۱۳۹۸ کمترین میزان تصادف را برای محور میامی – جاجرم داشته‌اند.



**شکل ۵: نمودار میزان تصادفات در ماه‌های مختلف در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ برای محورهای میامی – جاجرم**

## ۴–۴ پهنه‌بندی نقشه تصادفات جرحی با پارامترهای هواشناسی

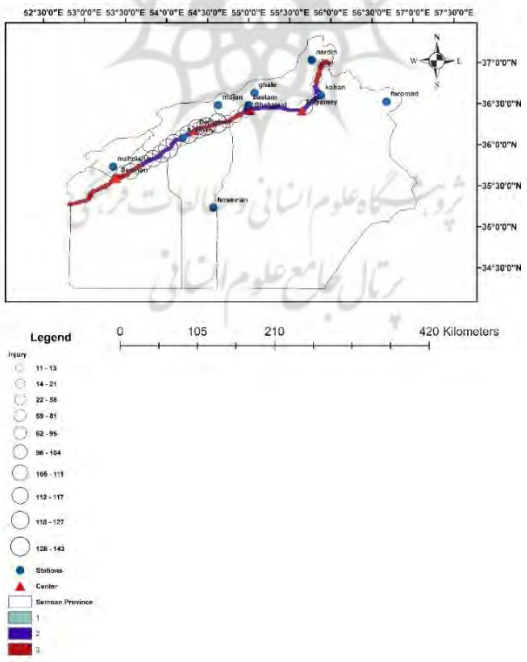
براساس شکل ۶، وضعیت بارندگی و تصادفات در سال‌های مورد مطالعه محور سمنان – شاهرود به شرح زیر است:

از سمنان تا ۳۰ کیلومتر بعد وضعیت بارندگی متوسط و تعداد تصادفات جرحی بالا بوده است. سپس میزان بارندگی به حالت کم کاهش می‌یابد و تعداد تصادفات جرحی همچنان میزان‌اش بالا می‌باشد و به مرور تا دامغان کمتر می‌شود. در محور دامغان – شاهرود و برعکس، میزان بارندگی متوسط و میزان تعداد تصادفات جرحی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم، میزان بارندگی از میامی تا ۲۰ کیلومتر بعد از نردین کم و سپس

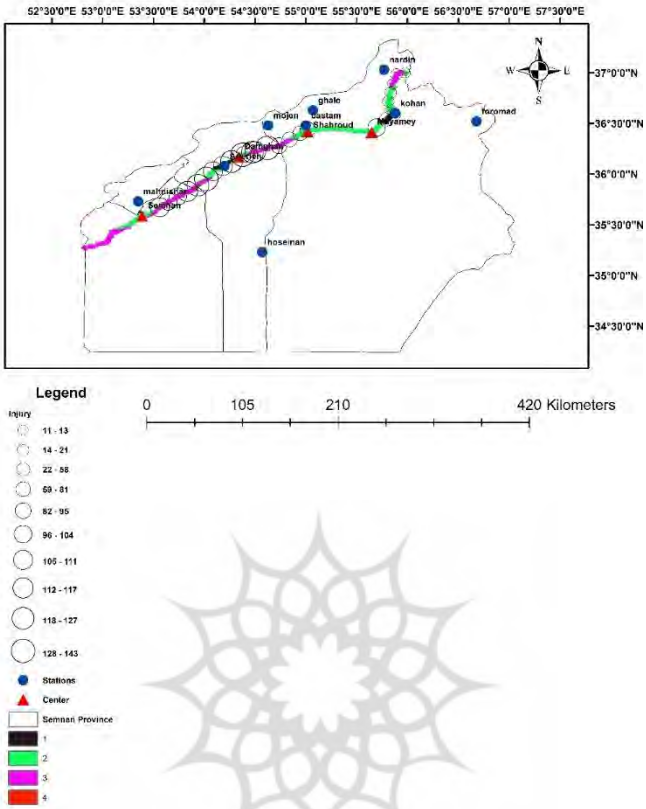
متوسط شده است. در حالی که میزان تصادفات جرحی در این محور متوسط و سپس کم می‌شود. در تحقیق حاضر، بروز بارندگی و یخبندان عامل تاثیرگذار در وقوع تصادفات می-باشند.

میزان عمق برف (بارش برف) مطابق با شکل ۷، برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰، در ابتدای سمنان کم و سپس متوسط می‌شود. این روند تا ۱۰ کیلومتری امیریه ادامه دارد و مجدداً به حالت کم در دامغان تبدیل می‌گردد. تعداد تصادفات جرحی هم با همین روند در این محور گزارش می‌شود. در محور دامغان به شاهرود و برعکس وضعیت عمق برف متوسط می‌باشد و میزان تصادفات جرحی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم ابتدا میزان عمق برف کم و بسیار کم است و بعد از نردین وضعیت به حالت متوسط و زیاد تبدیل می‌گردد. در حالی که میزان تصادفات جرحی از میامی تا انتهای استان کم می‌شود.

میزان خطرپذیری دما در کل محورهای مورد مطالعه در طول سال مورد بررسی یکسان بوده و کم خطر است. پس میتوان نتیجه گرفت، تعداد تصادفات جرحی تحت تأثیر دما نمی‌باشد ( شکل ۸).

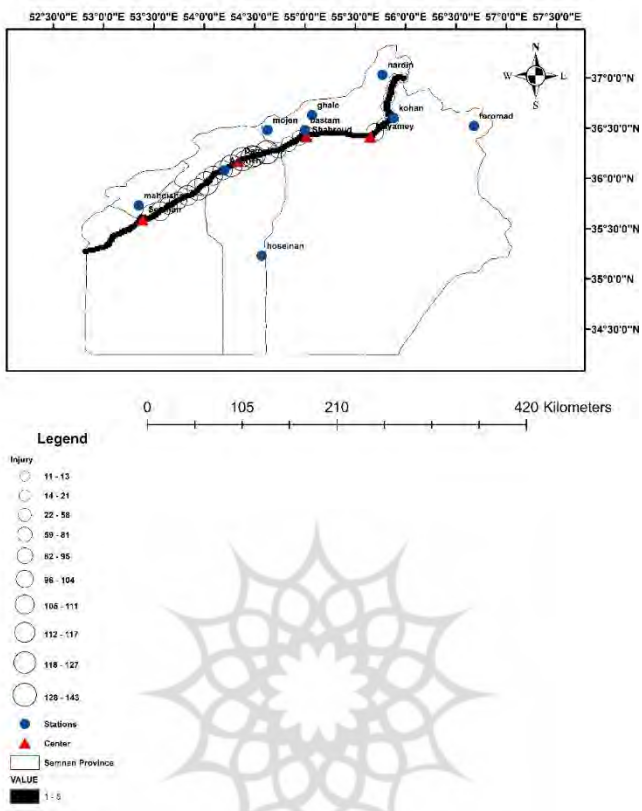



**شکل ۶: تاثیر بارندگی بر تعداد تصادفات جرحی در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۷: تاثیر عمق برف بر تعداد تصادفات در محورهای مورد مطالعه**

وجود طوفان تندری از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ در محور سمنان – شاهرود، در کل سال‌های مورد مطالعه بسیار کم و سپس تا شاهرود کم می‌شود. میزان تصادفات جرحی از سمنان – دامغان و برعکس بطور کلی زیاد و دامغان به شاهرود و برعکس نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم میزان طوفان تندری از میامی تا نردین ابتدا کم و سپس تا پایان استان متوسط است در حالی که میزان تصادف جرحی از میامی تا مرز استان روند نزولی دارد (شکل ۹).



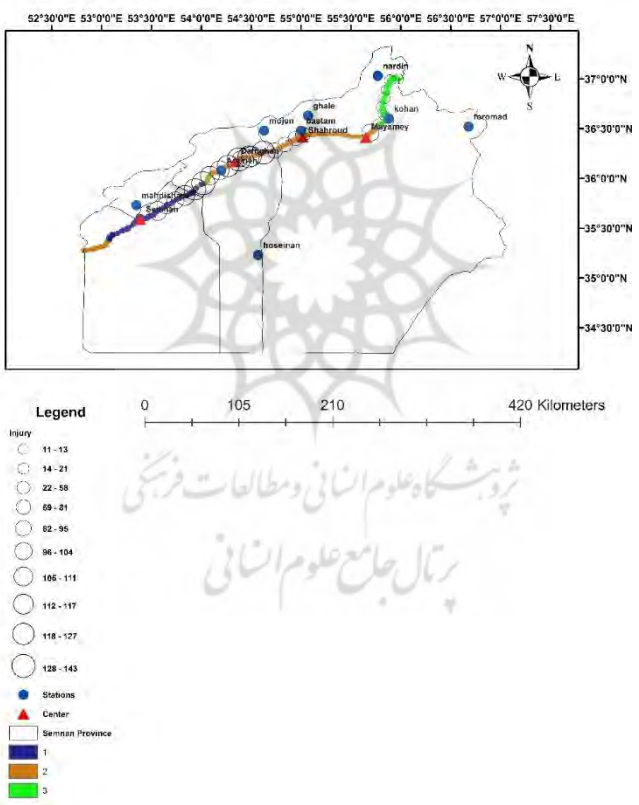

**شکل ۸: تأثیر دما بر تعداد تصادفات جرحی در محورهای مورد مطالعه**

وجود طوفان تندری از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ در محور سمنان – شاهرود، در کل سال‌های مورد مطالعه بسیار کم و سپس تا شاهرود کم می‌شود. میزان تصادفات جرحی از سمنان – دامغان و برعکس بطور کلی زیاد و دامغان به شاهرود و برعکس نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم میزان طوفان تندری از میامی تا نردین ابتدا کم و سپس تا پایان استان متوسط است در حالی که میزان تصادف جرحی از میامی تا مرز استان روند نزولی دارد (شکل ۹).

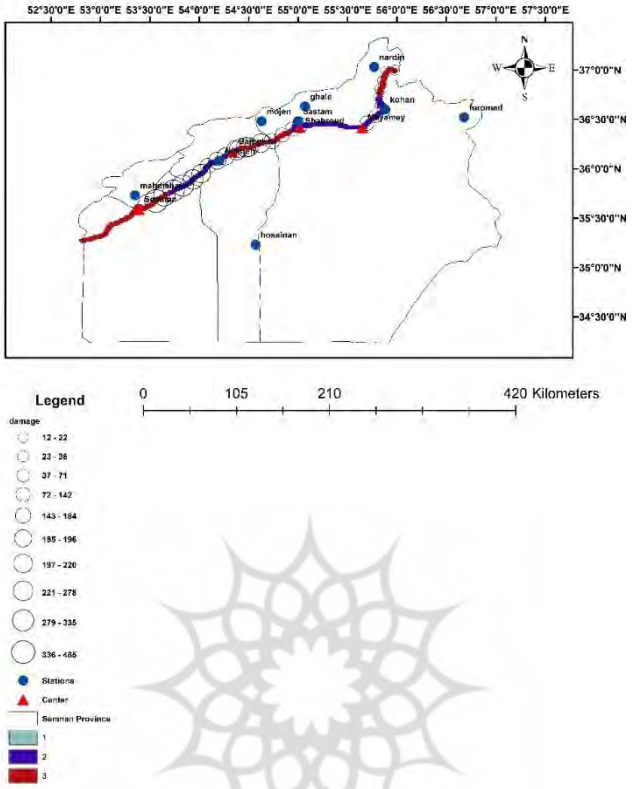
## ۴–۵– پهنه‌بندی نقشه تصادفات خسارتی با پارامترهای هواشناسی

براساس شکل ۱۰، وضعیت بارندگی و تصادفات خسارتی در سال‌های مورد مطالعه محور سمنان – شاهرود به شرح زیر است:

از سمنان تا ۳۰ کیلومتر بعد وضعیت بارندگی متوسط و تعداد تصادفات خسارتی بالا بوده است. سپس میزان بارندگی به حالت کم کاهش می‌یابد و تعداد تصادفات خسارتی همچنان میزان‌اش بالا می‌باشد و به مرور تا دامغان کمتر می‌شود. در محور دامغان – شاهرود و برعکس، میزان بارندگی متوسط و میزان تعداد تصادفات خسارتی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم، میزان بارندگی از میامی تا ۲۰ کیلومتر بعد از نردین کم و سپس متوسط شده است. در حالی که میزان تصادفات در این محور متوسط و سپس کم می‌شود. در تحقیق حاضر، بروز بارندگی و یخبندان عامل تاثیرگذار در وقوع تصادفات می‌باشند.

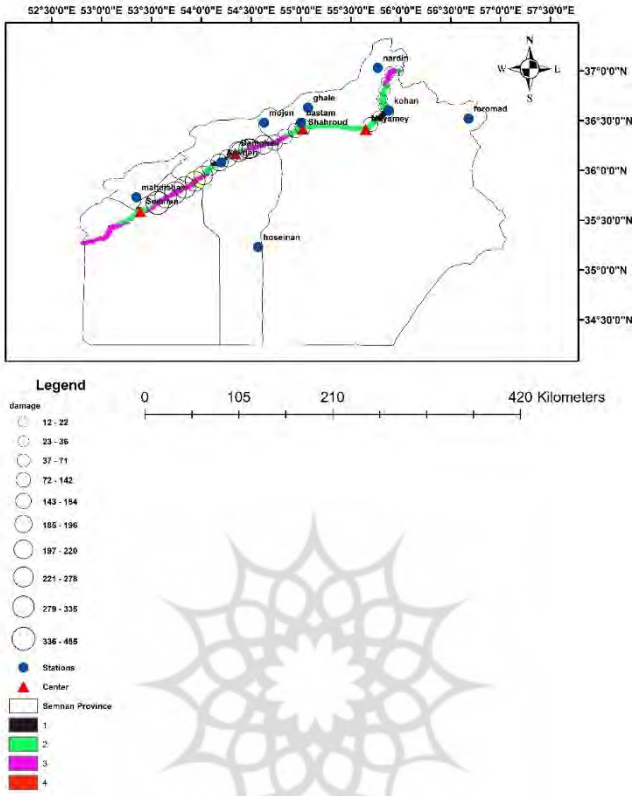



**شکل ۹: تأثیر طوفان تندری بر تعداد تصادفات جرحی در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۱۰: تاثیر بارندگی بر تعداد تصادفات خسارتی در محورهای مورد مطالعه**

میزان عمق برف (بارش برف) مطابق با شکل ۱۱، برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰، در ابتدای سمنان کم و سپس متوسط می‌شود. این روند تا ۱۰ کیلومتری امیریه ادامه دارد و مجدداً به حالت کم در دامغان تبدیل می‌گردد. تعداد تصادفات خسارتی هم با همین روند در این محور گزارش می‌شود. در محور دامغان به شاهرود و برعکس وضعیت عمق برف متوسط می‌باشد و میزان تصادفات خسارتی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم ابتدا میزان عمق برف کم و بسیار کم است و بعد از نردین وضعیت به حالت متوسط و زیاد تبدیل می‌گردد. در حالی که میزان تصادفات خسارتی از میامی تا انتهای استان کم می‌شود.



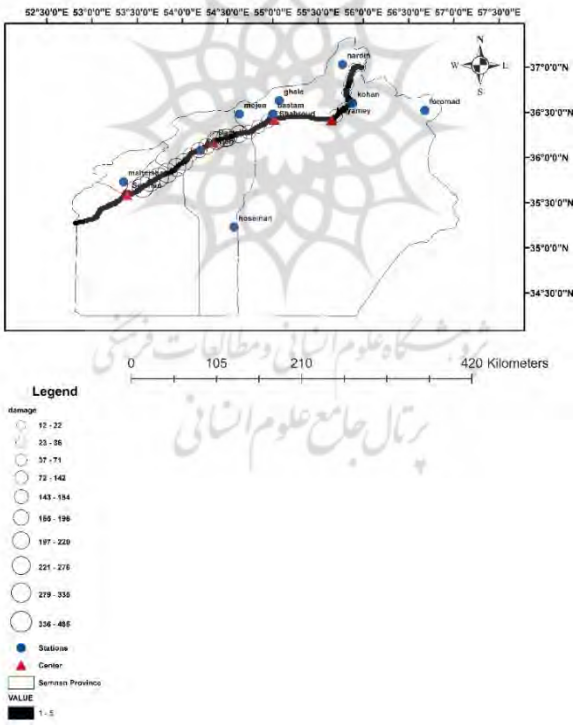

**شکل ۱۱: تاثیر عمق برف بر تعداد تصادفات خسارتی در محورهای مورد مطالعه**

میزان خطرپذیری دما در کل محورهای مورد مطالعه در طول سال مورد بررسی یکسان بوده و کم خطر است. پس میتوان نتیجه گرفت، تعداد تصادفات تحت تأثیر دما نمی‌باشد ( شکل ۱۲). وجود طوفان تندری از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ در محور سمنان – شاهرود، در کل سال‌های مورد مطالعه بسیار کم و سپس تا شاهرود کم می‌شود. میزان تصادفات از سمنان – دامغان و برعکس بطور کلی زیاد و دامغان به شاهرود و برعکس نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم میزان طوفان تندری از میامی تا نردین ابتدا کم و سپس تا پایان استان متوسط است در حالی که میزان تصادف از میامی تا مرز استان روند نزولی دارد (شکل ۱۳).

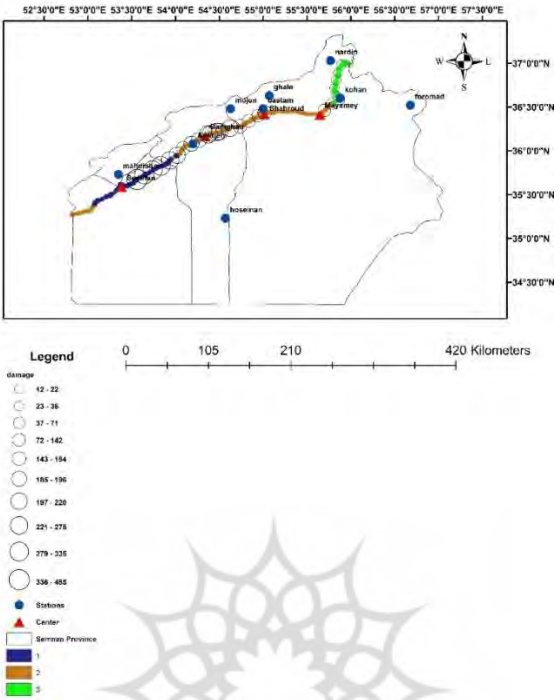
## ۴-۶- پهنه‌بندی نقشه تصادفات فوتی با پارامترهای هواشناسی

براساس شکل ۱۴، وضعیت بارندگی و تصادفات فوتی در سال‌های مورد مطالعه محور سمنان – شاهرود به شرح زیر است:

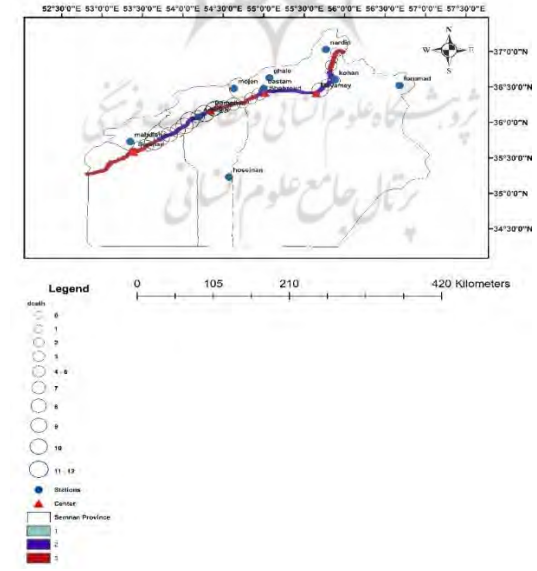
از سمنان تا ۳۰ کیلومتر بعد وضعیت بارندگی متوسط و تعداد تصادفات فوتی بالا بوده است. سپس میزان بارندگی به حالت کم کاهش می‌یابد و تعداد تصادفات فوتی همچنان میزان‌اش بالا می‌باشد و به مرور تا دامغان کمتر می‌شود. در محور دامغان – شاهرود و برعکس، میزان بارندگی متوسط و میزان تعداد تصادفات فوتی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم، میزان بارندگی از میامی تا ۲۰ کیلومتر بعد از نردین کم و سپس متوسط شده است. در حالی که میزان تصادفات فوتی در این محور متوسط و سپس کم می‌شود. در تحقیق حاضر، بروز بارندگی و یخبندان عامل تاثیرگذار در وقوع تصادفات فوتی می‌باشند.




**شکل ۱۲: تاثیر دما بر تعداد تصادفات خسارتی در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۱۳: تاثیر طوفان تندری بر تعداد تصادفات خسارتی در محورهای مورد مطالعه**



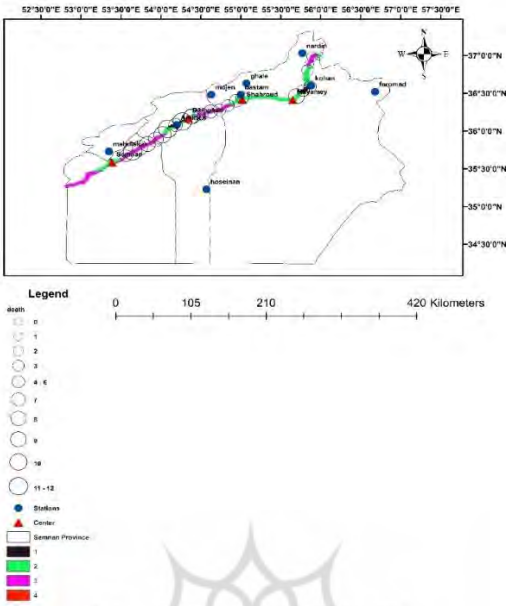

**شکل ۱۴: تاثیر بارندگی بر تعداد تصادفات فوتی در محورهای مورد مطالعه**

میزان عمق برف (بارش برف) مطابق با شکل ۱۵، برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰، در ابتدای سمنان کم و سپس متوسط می‌شود. این روند تا ۱۰ کیلومتری امیریه ادامه دارد و مجدداً به حالت کم در دامغان تبدیل می‌گردد. تعداد تصادفات فوتی هم با همین روند در این محور گزارش می‌شود. در محور دامغان به شاهرود و برعکس وضعیت عمق برف متوسط می‌باشد و میزان تصادفات فوتی نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم ابتدا میزان عمق برف کم و بسیار کم است و بعد از نردین وضعیت به حالت متوسط و زیاد تبدیل می‌گردد. در حالی که میزان تصادفات فوتی از میامی تا انتهای استان کم می‌شود.

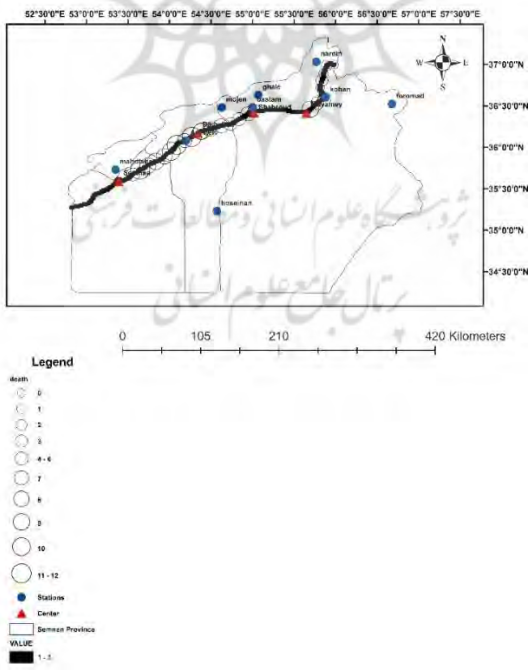
میزان خطرپذیری دما در کل محورهای مورد مطالعه در طول سال مورد بررسی یکسان بوده و کم خطر است. پس میتوان نتیجه گرفت، تعداد تصادفات تحت تأثیر دما نمی‌باشد ( شکل ۱۶).

وجود طوفان تندری از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ در محور سمنان – شاهرود، در کل سال‌های مورد مطالعه بسیار کم و سپس تا شاهرود کم می‌شود. میزان تصادفات فوتی از سمنان – دامغان و برعکس بطور کلی زیاد و دامغان به شاهرود و برعکس نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم میزان طوفان تندری از میامی تا نردین ابتدا کم و سپس تا پایان استان متوسط است در حالی که میزان تصادفات فوتی از میامی تا مرز استان روند نزولی دارد (شکل ۱۷).

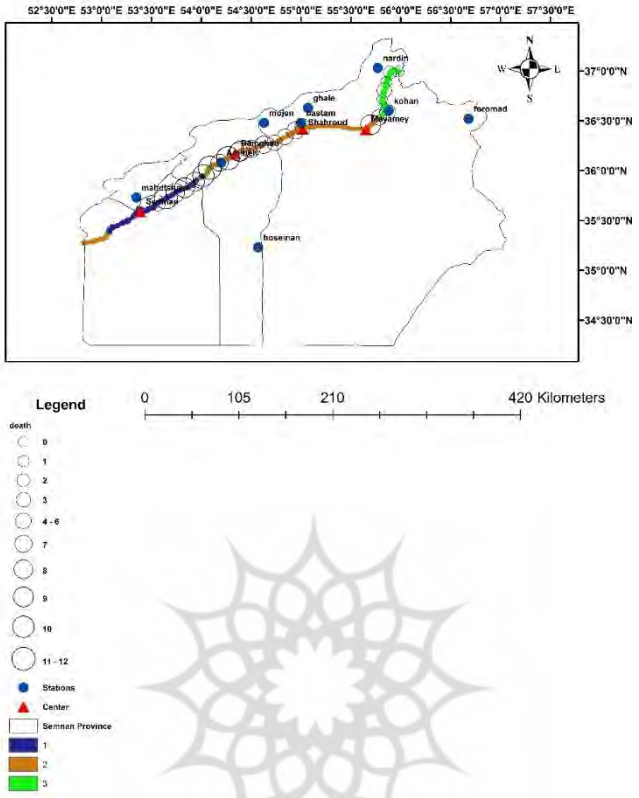
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ۱۵: تاثیر عمق برف بر تعداد تصادفات فوتی در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۱۶: تاثیر دما بر تعداد تصادفات فوتی در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۱۷: تاثیر طوفان تندری بر تعداد تصادفات فوتی در محورهای مورد مطالعه**

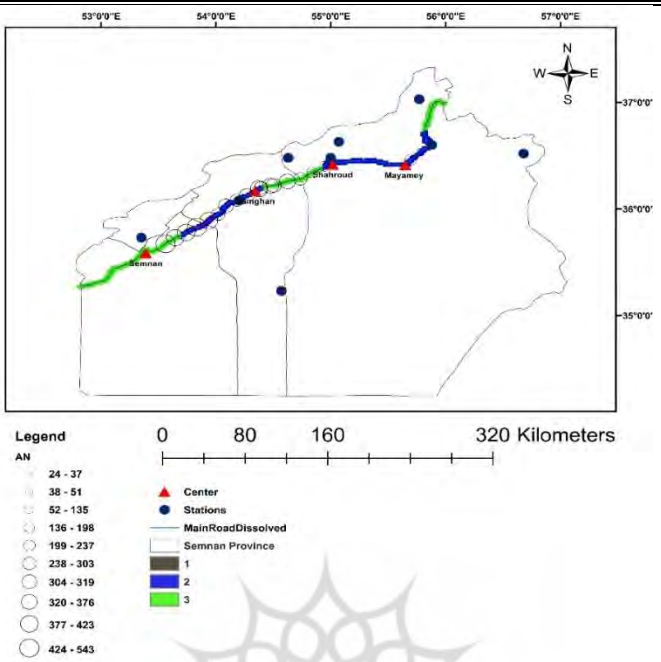
## ۴-۷- بررسی ارتباط پارامترهای هواشناسی با تعداد تصادفات در محورهای سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم

براساس شکل ۱۸، وضعیت بارندگی و تصادفات در سال‌های مورد مطالعه محور سمنان – شاهرود به شرح زیر است:

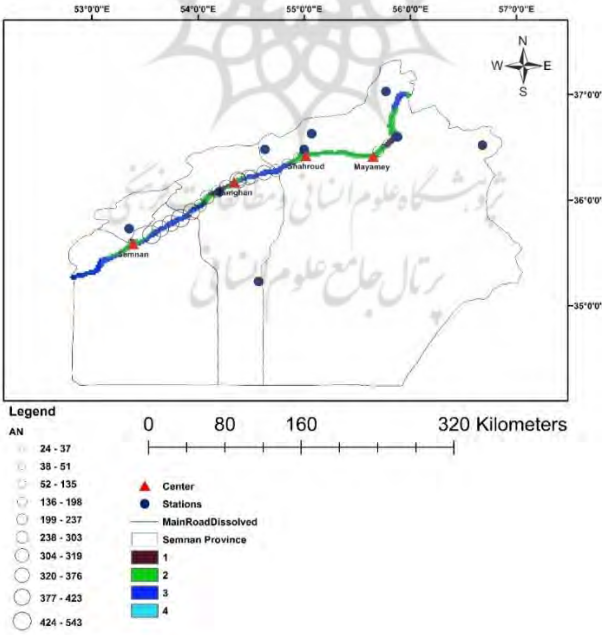
از سمنان تا ۳۰ کیلومتر بعد وضعیت بارندگی متوسط و تعداد تصادفات بالا بوده است. سپس میزان بارندگی به حالت کم کاهش می‌یابد و تعداد تصادفات همچنان میزان‌اش بالا می‌باشد و به مرور تا دامغان کمتر می‌شود. در محور دامغان – شاهرود و برعکس، میزان بارندگی متوسط و میزان تعداد تصادفات نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم، میزان بارندگی از میامی تا ۲۰ کیلومتر بعد از نردین کم و سپس متوسط شده است. در حالی که

میزان تصادفات در این محور متوسط و سپس کم می‌شود. در تحقیق حاضر، بروز بارندگی و یخبندان عامل تاثیرگذار در وقوع تصادفات می‌باشند.

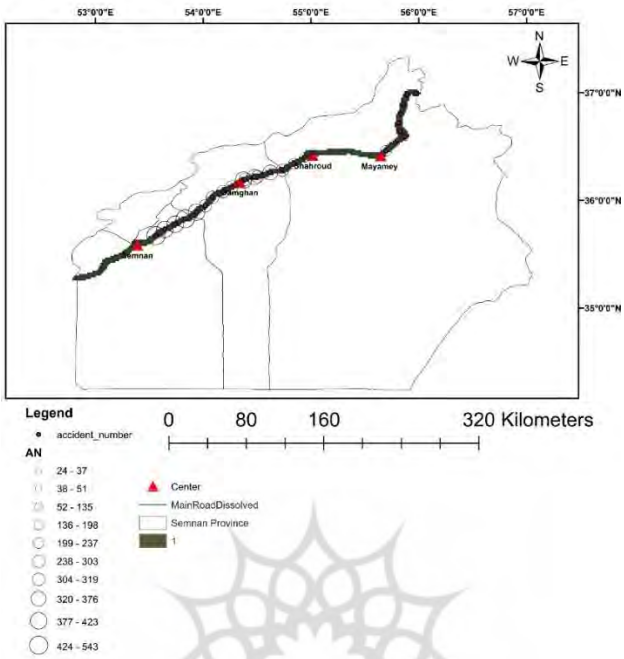
میزان عمق برف (بارش برف) مطابق با شکل ۱۹، برای سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰، در ابتدای سمنان کم و سپس متوسط می‌شود. این روند تا ۱۰ کیلومتری امیریه ادامه دارد و مجدداً به حالت کم در دامغان تبدیل می‌گردد. تعداد تصادفات هم با همین روند در این محور گزارش می‌شود. در محور دامغان به شاهرود و برعکس وضعیت عمق برف متوسط می‌باشد و میزان تصادفات نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم ابتدا میزان عمق برف کم و بسیار کم است و بعد از نردین وضعیت به حالت متوسط و زیاد تبدیل می‌گردد. در حالی که میزان تصادفات از میامی تا انتهای استان کم می‌شود. نقاط ۲۰ الی ۳۰، ۴۰ الی ۴۵، ۴۷ الی ۶۰ محور سمنان – دامغان و کیلومتراژ ۱۴ الی ۲۴ و ۳۰ الی ۳۶ محور دامغان – شاهرود از نظر پارامتر هواشناسی عمق برف نیز پرخطر می‌باشند. میزان خطرپذیری دما در کل محورهای مورد مطالعه در طول سال مورد بررسی یکسان بوده و کم خطر است. پس میتوان نتیجه گرفت، تعداد تصادفات تحت تأثیر دما نمی‌باشد (شکل۲۰). درحالی که در پژوهش جوادیان (۱۳۹۵) که به بررسی تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی و سیستم GIS برای محور بندرعباس – سیرجان پرداخته بود، دریافت که پارامتر دما عامل اصلی در تصادفات دارد. وجود طوفان تندری از شهر سمنان تا کیلومتر ۷۰ در محور سمنان – شاهرود، در کل سال‌های مورد مطالعه بسیار کم و سپس تا شاهرود کم می‌شود. میزان تصادفات از سمنان – دامغان و برعکس بطور کلی زیاد و دامغان به شاهرود و برعکس نسبتاً زیاد است. در محور میامی – جاجرم میزان طوفان تندری از میامی تا نردین ابتدا کم و سپس تا پایان استان متوسط است در حالی که میزان تصادف از میامی تا مرز استان روند نزولی دارد (شکل ۲۱).



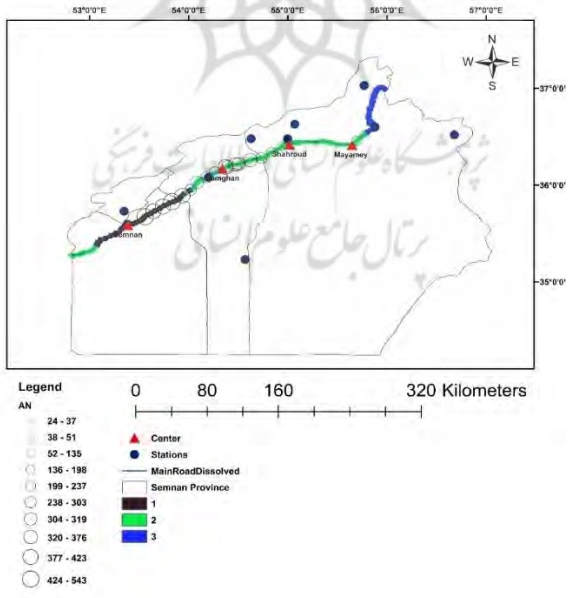

**شکل ۱۸: تاثیر بارندگی بر تعداد تصادفات در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۱۹: تاثیر عمق برف بر تعداد تصادفات در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۲۰: تأثیر دما بر تعداد تصادفات در محورهای مورد مطالعه**




**شکل ۲۱: تأثیر طوفان تندری بر تعداد تصادفات در محورهای مورد مطالعه**

# ۴- نتیجه‌گیری

تصادفات جاده‌ای یکی از عوامل بسیار مهم مرگ و میر، صدمات شدید جانی و مالی است که آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن جوامع بشری را بشدت تهدید می‌کند. لازم به ذکر است که تعداد و شدت تصادفات کشورهای در حال توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه یافته چندین برابر است. از مدت‌ها پیش مساله تصادفات جاده‌ای برآیندی از ترکیب رفتار و نقش رانندگان، عامل جاده و فاکتورهای محیطی، شناسایی شد. در سال‌های اخیر به طور مستقیم توجه به مساله تعیین آثار آب و هوا بر شدت و تعداد تصادفات جاه‌ای افزایش یافته است. بر این اساس در این تحقیق به منظور بررسی اثر توزیع زمانی و مکانی فاکتورهای اقلیمی بر تصادفات جاده‌ای در محور سمنان – شاهرود و میامی – جاجرم از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در مسیر و اطراف استفاده گردید. ایستگاه‌های امیریه، بسطام، فرومند، قلعه نوخرقان، حسینیان، کوهان، مهدی‌شهر، مجن و نردین بود. همچنین آمار روزانه تصادفات در مسیرهای ذکر شده از پلیس راه استان سمنان جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تمامی مراحل با کمک نرم افزار ArcGIS ۱۰.۳ انجام شد.

وضعیت بارندگی از کیلومتر ۲۰ الی ۳۰، محور سمنان و دامغان و کیلومتراژهای ۲۵ الی ۳۰ و ۳۵ الی ۴۰ محور دامغان – شاهرود بحرانی است. برای محور ۲۰ الی ۳۰ محور سمنان – دامغان پیشنهاد می‌شود که وضعیت هواشناسی بخصوص وضعیت بارندگی و از طریق تابلوهای هشدار به رانندگان اطلاع رسانی جامع‌ای انجام گیرد. برای کیلومتراژ ۲۵ الی ۳۰ و ۳۵ الی ۴۰ محور دامغان به شاهرود، با توجه به متراژ کم، پیشنهاد می‌شود که از آسفالت‌های متخلخل که قابلیت زهکش و نفوذ آب به لایه زیرین روسازی دارند، استفاده شود.

در محورهای میامی – جاجرم، کیلومتراژهای ۲۰ الی ۳۰، ۵۰ الی ۵۵ و ۶۰ الی ۷۰ نقاط حادثه‌خیز از نظر بارندگی می‌باشند. پیشنهاد می‌شود برای کیلومتراژ ۲۰ الی ۲۰ و ۶۰ الی ۷۰ از سیستم هشدار جاده‌های لغزنده در مکان‌ها و زمان‌های پر خطر این دستگاه‌ها می‌تواند نصب شود. در دانمارک در سال ۱۹۸۱ اولین بار راه‌اندازی شد که در فصل زمستان، اطلاعات این دستگاه سه بار در ساعت اخذ و بررسی می‌شود و اگر روطبت و دما

کم شود تعداد در هر ساعت بیشتر هم می‌شود. زیرا در این حالت شرایط جاده سریعاً در حال تغییر است. در فصل تابستان بررسی اطلاعات، هر ساعت یک‌بار انجام می‌شود.

همچنین برای کیلومتراژ ۵۰ الی ۵۵ میتوان از پوشش‌های روسازی با نفوذپذیری بالا برای زهکشی آب باران استفاده کرد. برای تمامی این نقاط پرخطر اشاره شده نیز می‌توان لایه بالایی اساس روسازی را با ایجاد اصطکاک برای جلوگیری از لغزندگی ناش از بارش برش داد.

برای نقاط بحرانی محور سمنان – دامغان نیز موارد زیر برای کنترل برف و جلوگیری از انباشته شدن آن در سطح جاده پیشنهاد می‌شود:

- وضعیت هواشناسی را دریافت کنید و اطلاع رسانی جامع‌ای انجام گیرد.

- نمک پاشی در جاده های برفی و ایجاد سازه‌های مناسب برای دپو نمک در مناطق پرخطر از نظر بالا بودن عمق برف

- اعلام وضعیت هشدار با استفاده از دستگاه‌های ABL

در کیلومتراژ ۱۴ الی ۲۴ و ۳۰ الی ۳۶ محور دامغان – شاهرود می‌توان از نمک‌پاشی در سطح جاده استفاده نمود.

در محور میامی – جاجرم کیلومتراژهای ۴۵ الی ۵۵ و ۶۸ الی ۷۵ نقاط بحرانی از نظر عمق برف می‌باشد. پیشنهاد های زیر برای این نقاط از این محور پیشنهاد می‌گردد:

- نمک پاشی در جاده های برفی و ایجاد سازه‌های مناسب برای دپو نمک در مناطق پرخطر از نظر بالا بودن عمق برف

- طراحی سیستم‌های پیش‌بینی تشکیل یا چگالش یخ بر سطح جاده بدون مداخله افراد در مناطق پرخطر می‌تواند انجام شود. این سیستم در دانمارک اجرا شده است.

وضعیت وقوع طوفان تندری از کیلومتر ۸۰ الی ۱۱۰ محور سمنان – دامغان و برعکس وضعیت نسبتاً بحرانی است. پیشنهاد می‌شود موارد زیر برای کیلومتراژ ۸۰ الی ۹۰ به منظور کاهش طوفان تندری استفاده شود:

- کاهش سطح بسترهای بدون پوشش و زمین‌های تخریب‌شده با کاشت گیاهان سازگار.

اصلاح حاصلخیزی خاک با کاربرد کودهای آلی.

پیشنهاد می‌شود برای کیلومتراژ ۹۰ الی ۱۰۰ به منظور کاهش طوفان تندری، با ایجاد بادشکن زنده با کاشت درخت به کنترل آن پرداخت. برای کیلومتراژ ۱۰۰ الی ۱۱۰ به منظور کاهش طوفان تندری، تثبیت خاک سطح جاده‌های خاکی و کنترل گرد و غبار با استفاده از محلول SSR٤٠٠ محلول کلریدی شامل کلرید کلسیم و کلرید منیزیم انجام شود.

وضعیت وقوع طوفان تندری از کیلومتر ۱ الی ۳۰ محور میامی – جاجرم و برعکس با اهمیت است. پیشنهاد می‌شود موارد برای کیلومتراژ ۱ الی ۳۰ به منظور کاهش طوفان تندری استفاده شود:

- بررسی چراغ‌های وسیله نقلیه توسط پلیس راه قبل از وارد شدن به منطقه پرخطر از نظر طوفان تندری.

- کاهش سطح بسترهای بدون پوشش و زمین‌های تخریب‌شده با کاشت گیاهان سازگار.

- احیای پوشش گیاهی اراضی تخریب شده با ایجاد فنس در اطراف زمین و محدود ساختن ورود انسان و دام.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع:

احسانی، س. (۱۳۹۰). تاثیر عناصر رطوبتی و بارش در حوادث جاده‌ای با استفاده از GIS مطالعه موردی محور کرج – چالوس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقلیم شناسی در برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

احمدی، م. (۱۳۹۲). پیش‌بینی تصادفات جاده‌ای با استفاده از روش‌های تحلیل مکانی – زمانی، پایان-نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران – نقشه برداری، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

پوریاری، م. (۱۳۸۲). ارائه مدل شاخص ارزیابی ایمنی راه‌های ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

جوادیان، م. (۱۳۹۵). تحلیل تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی و سیستم اطلاعات جغرافیایی ( مطالعه موردی: جاده بندرعباس – سیرجان)، پایان‌نامه رشته برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین دانشگاه هرمزگان.

حبیبی نوخندان، م، گلی‌مختار، ل. (۱۳۸۴). هواشناسی جاده‌ای، رویکردی نوین در هواشناسی کاربردی، مجله جاده، ۵۲، ۸۲-۹۸.

محمدی، ح. (۱۳۸۵). آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.

نصری، ح. (۱۳۹۹). مطالعه اقلیم جاده‌ای دوره سرد سال در محورهای مواصلاتی مشهد، رشته آب و هواشناسی شهری دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.

ANDERSSON, A. K. (۲۰۱۰). Winter Road Conditions and Traffic Accidents in Sweden and UK-Present and Future Climate Scenarios, Department of Earth Sciences; Institutionen för geovetenskaper.

Blöschl, G. (۲۰۰۲). Geostatistics for Environmental Scientists., Vadose Zone Journal. Wiley press. https://doi.org/۱۰,۲۱۳٦/vzj۲۰۰۲,۳۲۱۰

Casado-Sanz, N., Guirao, B., Gálvez-Pérez, D. (۲۰۱۹). Population ageing and rural road accidents: Analysis of accident severity in traffic crashes with older pedestrians on Spanish crosstown roads. *Research in Transportation Business & Management*, *30*, ۱۰۰۳۷۷.

Dehghanipour, M.H., Karami, H., Ghazvinian, H., Kalantari, Z., Dehghanipour, A.H. (۲۰۲۱). Two Comprehensive and Practical Methods for Simulating Pan Evaporation under Different Climatic Conditions in Iran. Water ۱۳, ۲۸۱٤. https://doi.org/۱۰,۳۳۹۰/w۱۳۲۰۲۸۱٤

Ghazvinian, H., Farzin, S., Karami, H., Mousavi, S. F. (۲۰۲۰). Investigating the effect of using polystyrene sheets on evaporation reduction

from water-storage reservoirs in arid and semiarid regions (Case study: Semnan city). Journal of Water and Sustainable Development, ۷(۲), ٤٥-٥٢.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S. F. (۲۰۲۱). Introducing affordable and accessible physical covers to reduce evaporation from agricultural water reservoirs and pools (field study, statistics, and intelligent methods). Arabian Journal of Geosciences, ١٤(٢٣), ١-٢٨.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S. F. (۲۰۲۰). Effect of MDF-cover for water reservoir evaporation reduction, experimental, and soft computing approaches. Journal of Soft Computing in Civil Engineering, ٤(١), ٩٨-١١٠.

Ghazvinian, H., Karami, H., Farzin, S., & Mousavi, S. F. (۲۰۲۰). Experimental study of evaporation reduction using polystyrene coating, wood and wax and its estimation by intelligent algorithms. Irrigation and Water Engineering, ١١(٢), ١٤٧-١٦٥.

Ghazvinian, H., Mousavi, S.-F., Karami, H., Farzin, S., Ehteram, M., Hossain, M.S., Fai, C.M., Hashim, H. Bin, Singh, V.P., Ros, F.C., Ahmed, A.N., Afan, H.A., Lai, S.H., El-Shafie, A., (۲۰۱۹). Integrated support vector regression and an improved particle swarm optimization-based model for solar radiation prediction. PLoS One ١٤, e٠٢١٧٦٣٤. https://doi.org/١٠,١٣٧١/journal.pone.٠٢١٧٦٣٤

Ghazvinian, Hamidreza, Bahrami, H., Ghazvinian, Hossein, Heddam, S., (۲۰۲۰d). Simulation of Monthly Precipitation in Semnan City Using ANN Artificial Intelligence Model. Journal of Soft Computing in Civil Engineering. ٤, ٣٦–٤٦. https://doi.org/١٠,٢٢١١٥/scce.٢٠٢٠,٢٤٢٨١٣,١٢٥١

Haghani, M., Behnood, A., Oviedo-Trespalacios, O., Bliemer, M. C. (۲۰۲۱). Structural anatomy and temporal trends of road accident research: Full-scope analyses of the field. *Journal of safety research*, *79*, ١٧٣-١٩٨.

Lam, W. H., Tam, M. L., Cao, X., Li, X. (۲۰۱۳). Modeling the effects of rainfall intensity on traffic speed, flow, and density relationships for urban roads. *Journal of Transportation Engineering*, *139*(٧), ٧٥٨-٧٧٠.

Lashkari, H., & Riyazi, M. H. (۲۰۱٦). Analyzing the potential of geotourism development in Semnan Province by using SWOT. *Physical Geography Quarterly*, *9*(٣٣), ٣٧-٥٠.

Lee, J., Yoon, T., Kwon, S., Lee, J. (۲۰۱۹). Model evaluation for forecasting traffic accident severity in rainy seasons using machine learning algorithms: Seoul city study. Applied Sciences, ١٠(١), ١٢٩.

Mehdizadeh, A., Cai, M., Hu, Q., Alamdar Yazdi, M. A., Mohabbati-Kalejahi, N., Vinel, A., Megahed, F. M. (۲۰۲۰). A review of data analytic

applications in road traffic safety. Part ۱: Descriptive and predictive modeling. *Sensors*, *20*(٤), ۱۱۰۷.

Miller HJ, Han J (۲۰۰۹). Geographic data mining and knowledge discovery. CRC press

Kanchi H. (۲۰۲۲). Road accident analysis using machine learning. Int J Res Appl Sci Eng Technol ۱۰:۲۳۰۹–۲۳۱۳

Karami, H., Ghazvinian, H., Dehghanipour, M., Ferdosian, M. (۲۰۲۱). Investigating the Performance of Neural Network Based Group Method of Data Handling to Pan's Daily Evaporation Estimation (Case Study: Garmsar City). Journal of Soft Computing in Civil Engineering, ٥(۲), ۱-۱۸.

Karimpour Reyhan, M., Esmaeilpour, Y., Malekian, A. R. M. E. N., Mashhadi, N., & Kamali, N. (۲۰۰۹). Spatio-temporal analysis of drought vulnerability using the standardized precipitation index (Case study: Semnan province, Iran). *Desert*, *14*(۲), ۱۳۳-۱٤۰.

Shin, K. H., Park, D. H., Yoon, Y. S., Kim, Y. W., Park, K. H., Sun, K. H., Kim, T. H. (۲۰۱٥). The relationship between rainfall and traffic accident patients in Busan. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*, *26*(٥), ٤٤۳-٤٤۸.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# GIS-based investigation of precipitation, temperature, thunderstorms, and snow depth parameters in road accidents in Semnan province (case study: Semnan-Shahrood and Mayamey-Jajarm roads)

**Authors:**
**Hamidreza Ghazvinian , Hojat Karami**

## Abstract

The effect of weather and climate conditions on road accidents has attracted considerable attention in recent years. This research aimed to analyze climatic parameters, including wind speed, dust storms, fog, and hail, using the GIS technique. Station data used for this study were from Amirieh, Bastam, Foroomad, Qaleh Now-e Kharaqan, Hosseinian, Kohan, Mehdishahr, Majen, and Nardin in Semnan province. Following that, accidents on the main roads of Semnan-Shahrud and Mayamey-Jajarm over six years (۲۰۱٦-۲۰۲۱) were examined. Maps were produced regarding accident risk for each meteorological parameter on the mentioned roads using ArcGIS ۱۰,۳ software, divided into five situations: very low, low, medium, high, and very high. A comparison was made between Kriging and IDW as interpolation methods. According to the findings, most accidents happen on both roads in April. Also, on both roads, most accidents happen during the day, followed by lighting at night in all years. The results showed that the most serious accidents occurred on Semnan-Shahrood and Mayamey-Jajarm roads during clear weather conditions between ۲۰۱٦ and ۲۰۲۱. Furthermore, rainy conditions are ranked second regarding the risk of accidents on both roads during the years mentioned. The findings showed that the level of accident risk for the climatic parameters of thunderstorms and temperature was reported as low to medium and very low, respectively, on the Semnan-Shahrood road. Also, the risk level for precipitation and snow depth parameters was assessed as low to moderate. Further, the level of accident risk for the climatic parameters of snow depth, temperature, thunderstorm, and precipitation was evaluated as low to high, low, medium, and low to medium on the Mayamey-Jajarm road.

**Keywords:** GIS, precipitation, temperature, thunderstorms, snow depth, Semnan-Shahrood, Mayamey-Jajarm