فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰
دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱۳- پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۱۸
صص ۹۲-۸۱

بررسی نقش مدیریت مخاطرات طبیعی در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای مورد مطالعه: محور کرج - چالوس

رضا برنا*[۱]، غلامعباس واحدپور[۲]

چکیده

مخاطرات طبیعی وقایعی هستند که بر روی ایمنی حمل و نقل جاده‌ای تأثیر گذارند، این مخاطرات سالانه خسارات جانی و مالی فراوانی را بر سیستم‌های حمل و نقل جهان بویژه در محورهای کوهستانی تحمیل می‌کنند. در این تحقیق با استفاده از پژوهشهای میدانی، روشها و تکنیکهای آماری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و ماتریس وضعیتهای اقلیمی به بررسی نقش مدیریت مخاطرات طبیعی (ریزش سنگ، لغزش، بهمن، یخبندان و لغزندگی) در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای در محور کرج – چالوس پرداخته شده است. دستاورهایی که این تحقیق با خود به همراه داشت عبارت بودند از : الف) مهم‌ترین پارامتر طبیعی خطرساز در نیمهٔ جنوبی این محور سقوط بهمن و در نیمهٔ شمالی آن ریزش سنگ و لغزش است. ب) بین پدیدهٔ یخبندان و لغزندگی با عامل ارتفاع رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد، بطوری‌که با افزایش ارتفاع، پدیدهٔ یخبندان زودتر اتفاق افتاده و دیرتر خاتمه می‌یابد. از نظر توزیع مکانی، بخشهای میانی محور مورد مطالعه (کیلومترهای ۴۳ تا ۱۲۸ کرج) تحت تأثیر شدید یخبندان است. ج) از نظر گستردگی مکانی و زمانی، مهم‌ترین پارامتر طبیعی خطرساز ریزش سنگ است، که بصورت پراکنده از کیلومتر ۳۴ تا ۱۱۰ کرج را شامل می‌شود. د) بطورکلی در حدود ۵۷ درصد از طول محور کرج- چالوس تحت تأثیر مخاطرات طبیعی است، که از نظر موقعیت مکانی، بخشهای میانی و مرکزی محور مورد مطالعه از کیلومتر ۳۳ تا ۱۱۸ کرج را شامل می‌شود.

واژه های کلیدی : مخاطرات طبیعی، حمل و نقل جاده ای، سوانح و تصادفات، محور کرج – چالوس.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱]. استادیار جغرافیا و اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ایران.
[۲]. مربی جغرافیا و اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، ایران.
[*]. نویسنده مسئول : bornareza@yahoo.com، ۰۹۱۲۷۹۳۰۶۶۹

مقدمه :

مهم‌ترین مسأله‌ای که مخاطرات طبیعی می‌تواند در محورهای یک کشور ایجاد نماید، تلفات جانی است که میزان این تلفات و شدّت جراحات و همچنین خسارات مالی (بویژه در محورهای کوهستانی) با توجه به وسعت حوادث بیشتر می‌باشد. بررسی مخاطرات طبیعی که در گذشته صورت گرفته، نشان می‌دهدکه جاده‌های کوهستانی کشور ایمنی لازم برای مواجهه با بحران‌هایی چون ریزشهای دامنه‌ای، یخبندان و لغزندگی را ندارند، به همین علت شناسایی خطرات و حوادثی که این جاده‌ها را تهدید می‌نماید، به همراه نقاط حادثه خیز و غیرامن جاده‌ها در صورت وقوع مخاطرات طبیعی، امری مهم و مفید تلقی می-گردد. روش‌های پیشگیری از حوادثی مانند؛ ریزش سنگ و بهمن، لغزش، یخبندان و لغزندگی و دیگر مواردی که ناشی از وقوع مخاطرات طبیعی می‌باشد، در نقاط مختلف دنیا اجرا شده و نتایج خوبی را در پی داشته است. همچنین در صورت عدم جلوگیری از حادثه، راهکارهایی برای تعدیل و کاهش اثرات آنها وجود دارد که آنها نیز مکمّل روشهای پیشگیری محسوب می-شوند و در صورت برنامه‌ریزی مناسب و ارائه روش‌های پیشگیرانه و مدیریتی در ایمن سازی جاده‌های کوهستانی کشور در برابر مخاطرات طبیعی، امری حیاتی و حائز اهمیت می‌باشد.

نقاط ضعف راهها را می‌توان به گروههایی همچون اقلیمی (لغزندگی، در معرض باد و طوفان بودن، در معرض مه بودن و....)، ژئومورفولوژیکی (ریزشها، لغزشها ، مأندرها و ....)، توپوگرافی (شیب، جهت شیب، ارتفاع و....)، زمین شناسی (زلزله ها، گسلها و ....) و هیدرولوژیکی (سیلابها، بارشهای رگباری، فرسایش و .....) طبقه‌بندی کرده و مورد مطالعه قرار داد (باقدم،۱۳۸۳).

محور کرج – چالوس بطول ۱۵۰ کیلومتر، یکی از چهار محور ارتباطی به شمال کشور است که استان تهران را از طریق ارتفاعات البرز به استان مازندران مرتبط می‌سازد (شکل شماره ۱). نیمهٔ جنوبی این محور از کرج تا تونل کندوان در استان تهران واقع شده و ۷۵ کیلومتر شمالی آن از تونل کندوان تا چالوس در استان مازندران قرار دارد. حداکثر ارتفاع این محور از سطح دریا در کنار گذر تونل کندوان حدود ۲۷۰۰ متر و حداقل آن در مناطق پست شمالی حدود ۲۰ متر می باشد. در این تحقیق با استفاده از پژوهشهای میدانی، روشها و تکنیکهای آماری، سیستم اطلاعات جغرافیایی و ماتریس وضعیتهای اقلیمی به بررسی نقش مدیریت مخاطرات طبیعی همچون ریزش سنگ، لغزش، بهمن، یخبندان و لغزندگی و ... در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای در محور کرج – چالوس پرداخته می‌شود.

شکل ۱- موقعیت محور ارتباطی کرج ـ چالوس

پیشینه تحقیق:

فورمن در سال ۱۹۹۷ میلادی تأثیرات اکولوژیکی و نیازهای شدید به جاده، کارکردها و فاکتورهای طبیعی و فرآیندهای منظم در طول جاده و کریدورها را ضروری دانسته و آنها را مورد بررسی قرار داده است.

شرتز و فارهر در سال ۱۹۷۸ م. در ایالات متحده امریکا، پژوهشی را درباره تأثیر بارندگی بر تصادفات جاده ای آمریکا انجام دادند. این دو محقق نشان دادند که نسبت تصادفات در روزهای بارانی در مقایسه با روزهای غیر بارانی ۳۰ درصد بیشتر است. بارانهای شدید هزینهٔ سنگینی را برای راهداران جهت تعمیر و نگهداری راهها به بار می‌آورد، بطوری‌که بارش بیش از ۵۰ میلی متر در ساعت، باعث بروز سیلاب در سطح جاده ها می‌گردد (Thompson et al, 1997).

اسمیت با بررسی تصادفات ناشی از شرایط جوی در گلاسکو با استفاده از اطلاعات هواشناسی محل واقعه، هزینهٔ وقوع تصادفات در شرایط بارانی و لغزنده بودن سطح جاده را روزانه ۴/۵ میلیون پوند برآورد کرده است (Smith, 1982).

پری و سایمونز در سال۱۹۸۰ به مطالعهٔ اثر طوفان برف بر حمل و نقل جاده‌ای اسکاتلند پرداختند، این دو محقق به این نتیجه رسیدند که تصادفات جاده‌ای در طی روزهای برفی نسبت به روزهای غیر برفی ۲۵ درصد بیشتر است. کودلین (۱۹۷۴) به تجزیه و تحلیل جریان ترافیکِ سال ۱۹۶۴ بر اساس اطلاعات روزانه پرداخت و به این نتیجه رسید که مه غلیظ باعث ۱۹/۶ درصد کاهش ترافیک در بزرگراهها، ۲۱/۱ درصد در جاده‌های درجهٔ یک و ۲۲/۲ درصد در جاده‌های درجهٔ دو شده است.

کارسون و منرینگ (۲۰۰۱) در واشنگتن به بررسی اثر علائم هشدار دهندهٔ یخبندان بر روی شدّت تصادفات در جاده‌های دارای یخبندان پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند که مکان‌یابی علائم هشدار دهندهٔ یخبندان و خود علائم هشداردهنده جاده‌ای می‌تواند حوادث یخبندان را کاهش دهد.

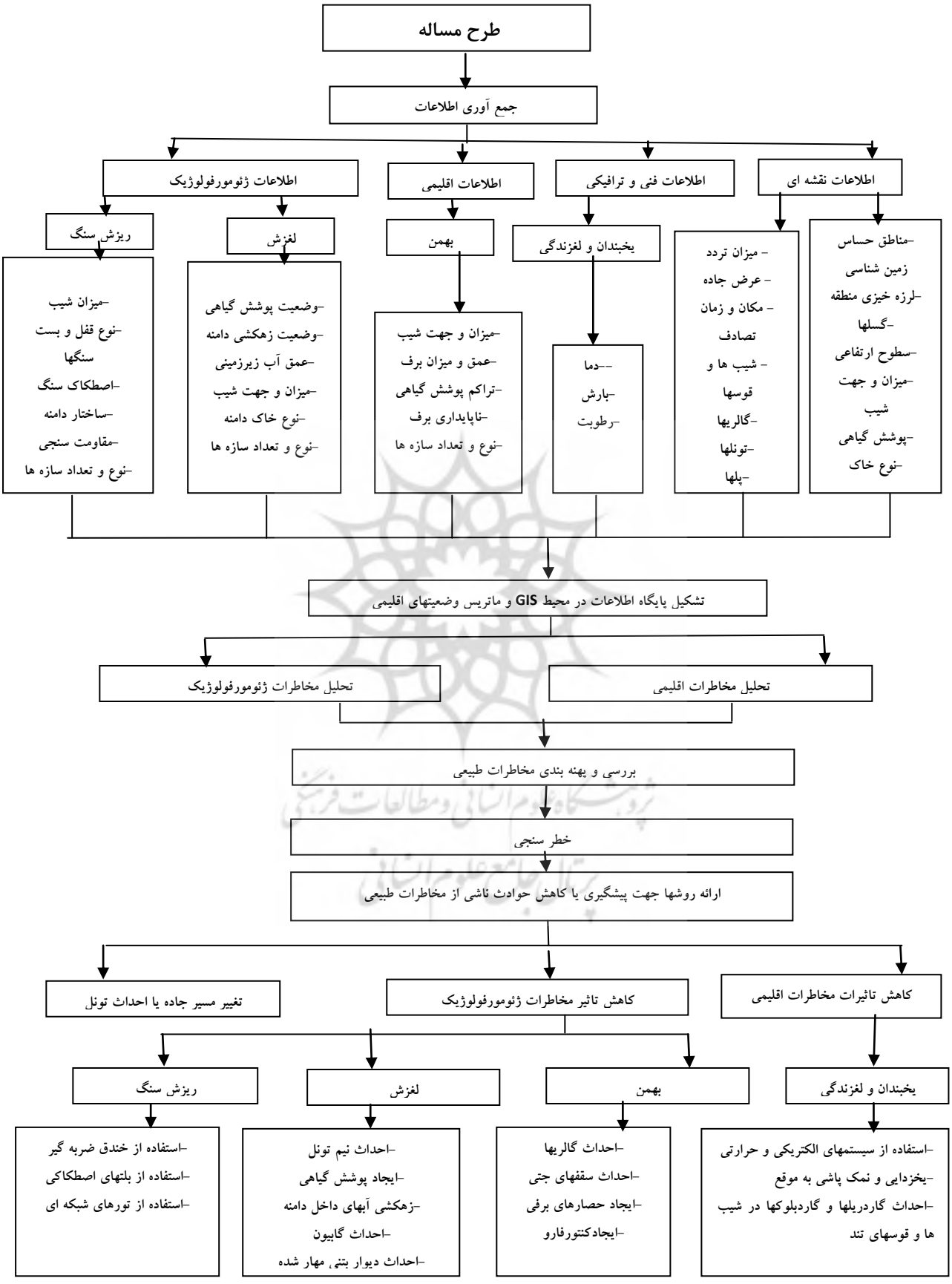
کرمی در سال۱۳۸۲ به بررسی رابطهٔ بین توزیع تصادفات و پدیده‌های اقلیمی (ریزش باران و برف، یخبندان و مه) با استفاده از تکنیک GIS پرداخت. وی در این تحقیق محور فیروزکوه – ساری را بعنوان مطالعهٔ موردی خود برگزید و پس از تشکیل پایگاه اطلاعات تصادفات و شرایط ساعتی هر کدام از پدیده‌های اقلیمی، به تجزیه و تحلیل روابط بین این پدیده‌ها پرداخت و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های مربوط به محل تصادفات و شرایط اقلیمی را بصورت نقشه‌هایی استخراج نمود.

روش تحقیق:

در این بخش بمنظور شناسایی مکان‌های متأثر از مخاطرات، همچنین ارزیابی حوادث مذکور بر روی ایمنی حمل و نقل در محور کرج - چلوس، مخاطرات را در سه بخش (مخاطرات ژئومورفولوژیکی، مخاطرات اقلیمی و مخاطرات طبیعی) بررسی می-کنیم. در شکل شماره ۲ مراحل انجام این تحقیق بصورت یک چارت کامل نشان داده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۲- مراحل انجام تحقیق



یافته های تحقیق :

الف- مخاطرات ژئومورفولوژیک :

جهت مطالعه و بررسی تأثیر مخاطرات ژئومورفولوژیکی در سوانح و تصادفات جاده‌ای ابتدا به تهیهٔ اطلاعات میدانی و انطباق آن با وضعیت موجود و مشخص کردن نواقص آمار و اطلاعات اقدام شد، سپس این اطلاعات به انضمام اطلاعات حاصل از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شد، که این امر منجر به تهیهٔ لایه‌های مختلف اطلاعاتی از محور مورد مطالعه شد، سپس با تلفیق و ترکیب این لایه‌ها، مناطقی از جاده که تحت تأثیر مخاطرات ژئومورفولوژیک (ریزش سنگ، لغزش و بهمن) هستند، مشخص شد و در نهایت پس از شناسایی نقاط حادثه خیز محور، با استفاده از روش‌های مختلف اقدام به پیشگیری یا کاهش حوادث ناشی از مخاطرات مذکور شد:

- ریزش سنگ:

حوادث ناشی از ریزش سنگ عمدتاً بر اثر زمین لرزه و همچنین تحت تأثیر شرایط اقلیمی بر روی دامنه‌های مشرف به جاده رخ می‌دهد. نیمهٔ شمالی محور کرج- چالوس تحت تأثیر بیشترین مخاطرات ناشی از زلزله قرار دارد. با توجه به پارامترهایی همچون؛ میزان حساسیت سنگ شناسی منطقه (جدول شماره ۱) و حوادث ناشی از زلزلهٔ بلده (که در تاریخ ۱۳۸۳/۳/۳در منطقه البرز مرکزی رخ داد) مشاهده می‌شود که بیشتر طول این محور حدود ۵۵ درصد آن در محدودهٔ حساسیت بسیار بالا قرار گرفته است و از نظر توزیع فضایی، نیمهٔ شمالی محور کرج – چالوس، بیشترین حساسیت و آسیب پذیری زمین شناسی و سنگ شناسی را بخود اختصاص داده است (جدول شماره ۲).

در شکل ۳ مشاهده می‌شود که مناطق متأثر از ریزش سنگ در اکثر نقاط محور پراکنده شده است، اما بیشترین تراکم این مخاطرات در محدوده‌های هزار چم، هفت برادران و کیلومتر۱۱۰-۸۰ کرج وجود دارد که این وضعیت بیانگر این است که بایستی تمهیداتی در جهت رفع مشکلات این ناحیه قبل از وقوع مخاطرات طبیعی ناشی از لرزش زمین اندیشید، البته نکتهٔ قابل ذکر این است که احتمال ریزش سنگ در این ناحیه حتّی در صورت عدم وقوع زلزله نیز وجود دارد.

جدول ۱- توصیف میزان حساسیت سنگ شناسی محور کرج – چالوس

طول محور (درصد)	علائم زمین شناسی	نوع سنگ (لیتولوژی)	مقاومت سنگ	توصیف میزان حساسیت
۱۸	E^{V}_{K} و K^{V1}_{2}	بازالت، آندزیت، سنگهای آتشفشانی، آذرآواریها	بالا	پایین
۲۷	K^{M}_{2} و Pck	سنگ آهک، ماسه سنگ، دولومیت	متوسط	متوسط
۵۵	R3gsوEKa و QوEkt2	شیل، کنگلومرا، مارن، مخروط افکنه و پادگانه های آبرفتی	پایین	بالا

مأخذ: برنا ، ۱۳۸۸.

- لغزش :

در دامنه‌های مشرف به محور کرج – چالوس عواملی همچون: شیبهای تند، سنگهای شکستهٔ دارای درز و ترک بی شمار، برفگیر بودن دامنه‌ها در زمستان و جریانهای ناشی از ذوب برف در بهار و در نتیجه افزایش فشار دامنه از یک طرف و کاهش مقاومت دامنه بدلیل زیر بری دامنه توسط جاده، باعث افزایش تنش برشی در دامنه شده و دامنه را مجبور به حرکت مواد روی آن می‌کند و بنابراین جاده دچار حوادث ناشی از لغزش مواد می‌شود. هنگامی که با شروع فصل گرما، ذوب برفها فرا می‌رسد، بدلیل افزایش فشار آب در منافذ و شکاف سنگها، احتمال وقوع زمین لغزش فزونی می‌یابد. در جهات غربی اگر شیب لایه‌های زمین بر شیب توپوگرافی منطبق گردد، بدلیل حضور بیشتر رطوبت، پتانسیل خطر زمین لغزش افزایش می‌یابد. با توجه به

شکل شماره ۳ و جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود مقاطعی از محور کرج – چالوس که در نیمهٔ شمالی البرز واقع شده است تحت تأثیر مخاطرات ناشی از پدیدهٔ لغزش قرار دارد.

جدول ۲- محدوده های تحت تأثیر مخاطرات ژئومورفولوژیک در محور کرج- چالوس

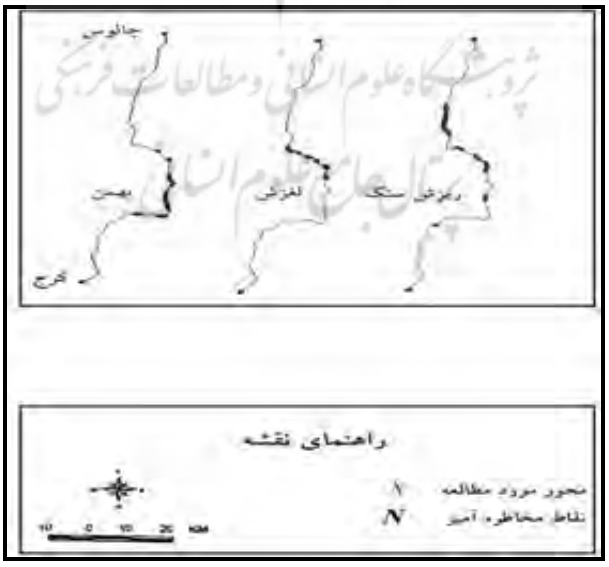
ردیف	محدوده های تحت تأثیر ریزش سنگ (کیلومتراژ از کرج)	محدوده های تحت تأثیر پدیدهٔ لغزش (کیلومتراژ از کرج)	محدوده های تحت تأثیر سقوط پدیدهٔ بهمن (کیلومتراژ از کرج)
۱	۳۴	۷۴	۳۸
۲	۶۱-۶۲	۷۸	۵۷
۳	۸۴-۸۵	۸۲	۵۸-۶۸
۴	۸۸	۸۴-۸۵	۷۰-۷۵
۵	۹۳	۸۸	۸۵
۶	۱۰۰-۱۱۰	۸۹	۱۰۷

مأخذ: برنا ، ۱۳۸۸.

- بهمن :

برای تهیهٔ نقشهٔ احتمال خطر سقوط بهمن در محور مورد مطالعه از عملیات میدانی، گزارشات پلیس راه و ادارات راه و ترابری استانهای مربوطه استفاده شده است. بدین گونه که ابتدا نقشهٔ پایهٔ خطوط تراز و محور مورد مطالعه در محیط نرم افزار Arc View رقومی گردید، سپس اطلاعات بدست آمده از نقاط مخاطره آمیز جاده به محیط این نرم افزار وارد شده و بدین ترتیب مقاطعی از محور کرج- چالوس که با خطر سقوط بهمن مواجه است، برروی نقشه مشخص شد. با نگاهی به شکل شماره ۳ و جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود که بیشترین احتمال خطر سقوط بهمن از کیلومتر ۷۵-۵۰ کرج (تقریباً از سد کرج تا تونل کندوان) وجود دارد. لازم به ذکر است که شیب اکثر دامنه‌ها در این مقطع از جاده (نیمهٔ جنوبی البرز) بین ۴۰-۲۰ درجه می‌باشد، که این وضعیت بیانگر دامنه‌هایی است که دارای پتانسیل تولید شیب رفت می‌باشد و فاکتور ایمنی در دامنه‌های مشرف به این قسمت از جاده پایین است[۱]، همچنین هنگامی که جاده، جهت شمالی و جنوبی می‌گیرد، خطر سقوط بهمن افزایش می‌یابد.

شکل ۳- نقشه مخاطرات ژئومورفولوژیک مؤثر بر ایمنی حمل و نقل در محور کرج-چالوس



[۱]. لازم به توضیح است که آستانهٔ شیب برای سقوط بهمن معمولاً بین ۳۰-۲۵ درجه می‌باشد، زیرا بالاتر و پایین‌تر از این مقدار شیب، بهمن تشکیل نمی‌شود.

ب)- مخاطرات اقلیمی:

جهت مطالعه و بررسی تأثیر یخبندان و لغزندگی در طول محور کرج- چالوس از اطلاعات ذیل استفاده شد:

۱- نقشهٔ پایهٔ خطوط تراز ارتفاعی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح مربوط به منطقهٔ مورد مطالعه.

۲- آمار روزانهٔ پارامترهای دما، بارش و رطوبت نسبی ایستگاههای هواشناسی سینوپتیک کرج، نوشهر و سیاه بیشه مربوط به دورهٔ آماری ۲۰۰۷-۲۰۰۵.

۳- استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزارهای مربوطه.

۴- اطلاعات مربوط به مشخصات فنّی محور مورد مطالعه، اخذ شده از ادارات راه و ترابری استانهای تهران و مازندران.

۵- انجام مطالعات اولیهٔ میدانی (شامل بازدید از محل، کنترل آمار و اطلاعات جمع آوری شده از طریق تطبیق با وضعیت موجود در محل تحقیق و.....).

با توجه به ویژگی محور کرج- چالوس می‌توان این جاده را به سه بخش مجزا تقسیم کرد، آمار و اطلاعات ایستگاههایی که در این بخشها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، بنحو مطلوبی منعکس کنندهٔ شرایط اقلیمی هر بخش است. جهت تعیین محدوده‌ی ایستگاههای هواشناسی در محور مورد مطالعه با استفاده از پارامترهایِ دما و بارش و همچنین عملگرهای Interpolate Grid **و** map calculater عملیات درونیابی را انجام داده، که در نهایت، محدودهٔ ایستگاهها هم از نظر بارش و هم از نظر دما تعیین شد. لازم به ذکر است که مرز تعیین شده از لحاظ دما بین ایستگاهها، تقریباً منطبق بر محدودهٔ این ایستگاهها از لحاظ بارش است. بنابراین برای بررسی یخبندان و لغزندگی در طول محور مورد مطالعه؛ از کرج تا کیلومتر ۴۳ از آمار و اطلاعات ایستگاه کرج، از کیلومتر ۴۳ تا ۱۱۰ از آمار و اطلاعات ایستگاه سیاه بیشه و از کیلومتر ۱۱۰ تا چالوس از آمار و اطلاعات ایستگاه نوشهر استفاده شد.

برای مطالعهٔ توزیع مکانی یخبندان و لغزندگی در طول محور کرج- چالوس، ابتدا نقشهٔ پایهٔ خطوط تراز و محور مورد مطالعه در محیط نرم افزار Arc View رقومی شد، سپس با جمع‌آوری آمار و داده‌های روزانهٔ پارامترهای اقلیمی مورد نظر (رطوبت نسبی، دما و بارش) در طول دورهٔ آماری ۱۰ ساله، با توجه به اهمیت ماههای سرد سال، این آمار و اطلاعات از روز اول اکتبر (دهم مهر) تا پایان ماه آوریل (دهم اردیبهشت) بصورت روز شمار مرتب شدند. سپس برای هر یک از روزها، وضعیت بارش، دما و رطوبت نسبی استخراج و در نرم افزار Access ذخیره گردید، سپس بمنظور تعیین وضعیت اقلیمی هر یک از روزهای مورد مطالعه، از ماتریس وضعیتهای اقلیمی استفاده شد (جداول شماره ۳ و ۴) .

جدول ۳- ماتریس وضعیتهای مختلف اقلیمی

بارش ورطوبت / دما	عدم بارش و رطوبت نسبی کمتر از ۸۰٪	رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰٪ یا بارش ۱/۹-۰ میلی متر	بارش بیش از ۲ میلی متر
دما بیش از ۲ درجه سانتیگراد	N1	N2	N3
دما بین ۲تا۶-درجه سانتیگراد	N4	N5	N6
دماکمتر از۶- درجه سانتیگراد	N7	N8	N9

بدون پدیده ● یخبندان بالقوه (عدم وجود رطوبت در محیط) یخبندان لغزندگی (Johanson,۲۰۰۲)مأخذ:

جدول ۴- معرفی هر یک از وضعیتهای مختلف اقلیمی

N1: میانگین دمای روزانه بیش از ۲ درجه سانتیگراد و عدم وجود ریزشهای جوی و رطوبت نسبی کمتر از ۸۰ درصد
N2: میانگین دمای روزانه بیش از ۲ درجه سانتیگراد به همراه مجموع بارش روزانه ۱/۹ – ۰ میلی متر و یا رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد
N3: میانگین دمای روزانه بیش از ۲ درجه سانتیگراد به همراه بارش روزانه بیش از ۲ میلی متر
N4: میانگین دمای روزانه بین ۲ تا ۶- درجه سانتیگراد به همراه رطوبت نسبی کمتر از ۸۰ درصد
N5: میانگین دمای روزانه بین ۲ تا ۶- درجه سانتیگراد به همراه رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد یا بارش کمتر از ۲ میلی متر
N6: میانگین دمای روزانه بین ۲ تا ۶- درجه سانتیگراد به همراه بارش بیش از ۲ میلی متر
N7: میانگین دمای روزانه کمتر از ۶- درجه سانتیگراد به همراه رطوبت نسبی کمتر از ۸۰ درصد (عدم بارش)
N8: میانگین دمای روزانه کمتر از ۶- درجه سانتیگراد به همراه رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد یا بارش کمتر از ۲ میلی متر
N9: میانگین دمای روزانه کمتر از ۶- درجه سانتیگراد به همراه بارش بیش از ۲ میلی متر

Source: (Johanson,۲۰۰۲)

بر اساس جداول شماره ۳ و ۴ فراوانی هر یک از وضعیتهای اقلیمی بصورت روزانه و ماهانه محاسبه و استخراج شد، سپس تعداد روزهایی که مربوط به هر یک از وضعیتهای اقلیمی برای یک دوره‌ی آماری ده ساله بود، شمارش و ثبت گردید (جدول شماره ۵).

جدول ۵- مجموع فراوانی سالانهٔ وضعیتهای مختلف اقلیمی (N1-N9) طی دورهٔ آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۸

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
سیاه بیشه	۱۳۳۶′	۱۹۵۱′	۲۱۶۵	**۵۲۱**	۶۱۷	۴۷۱	۱۷۳۲	۱۹۲۱	۱۶۷۱	۳۹۸	۵۴۱	۴۴۱
کرج	۵۵۳۵′	۵۴۵۰′	۱۳۱۲	**۱۱۷۹**	۱۱۸۶	۱۰۰۲	۱۹۲۷	۱۸۵۶	۱۷۳۲	۴۱	۷۲	۳۹
نوشهر	۳۹۳۶′	۳۰۵۱′	-۳۰	**۳۸۷**	۱۹۴۱	۱۳۸۴	۴۹۸	۲۰۸۷	۱۷۰۲	۰	۱۱۱۲	۰

پس از محاسبهٔ تعداد روزهای مربوط به هر یک از وضعیتهای اقلیمی، میانگین ده سالهٔ آنهاگرفته شد (جدول شماره ۶).

جدول ۶- میانگین سالانهٔ وضعیتهای مختلف اقلیمی (N1-N9) طی دوره ی آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۸

ایستگاه	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
سیاه بیشه	۵۲	۶۲	۴۷	۱۷۳	۱۹۲	۱۶۷	۴۰	۵۴	۴۴
کرج	۱۱۸	۱۱۹	۱۰۰	۱۹۳	۱۸۶	۱۷۳	۴	۷	۴
نوشهر	۳۹	۱۹۴	۱۳۸	۵۰	۲۰۹	۱۷۰	۰	۱۱۱	۰

پس از محاسبهٔ میانگین، احتمال وقوع هر یک از وضعیتهای اقلیمی برای هفت ماه دورهٔ سرد سال مورد محاسبه قرار گرفت (جدول شماره ۷).

جدول ۷- احتمال وقوع هر یک از وضعیتهای مختلف اقلیمی (N1-N9) طی دورهٔ آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۸

ایستگاه	NP1	NP2	NP3	NP4	NP5	NP6	NP7	NP8	NP9
سیاه بیشه	۶/۲	۷/۴	۵/۶	۲۰/۸	۲۳/۱	۲۰	۴/۸	۶/۴	۵/۲
کرج	۱۳	۱۳/۱	۱۱	۲۱/۳	۲۰/۵	۱۹/۱	۰/۴	۰/۷	۰/۴
نوشهر	۱	۲۱/۲	۱۵/۱	۵/۴	۲۳	۱۹	۰	۱۲/۱	۰

پس از محاسبهٔ احتمال وقوع هر یک از وضعیتهای اقلیمی، به تعیین نوع و میزان همبستگی بین هر یک از وضعیتهای اقلیمی با ارتفاع ایستگاهها پرداخته شد، که در جدول شماره ۸، نوع و میزان همبستگی وضعیتهای مختلف اقلیمی با ارتفاع ایستگاهها در محور مورد مطالعه مشخص شده است.

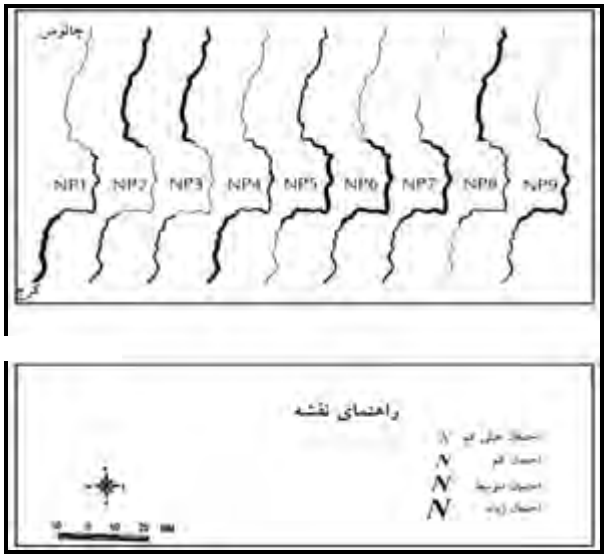
جدول ۸- نتایج روابط هر یک از احتمال وقوع وضعیتهای مختلف اقلیمی با ارتفاع ایستگاهها

احتمال وقوع / نوع رابطه	NP1	NP2	NP3	NP4	NP5	NP6	NP7	NP8	NP9
میزان همبستگی	٪۵۴	۱•	٪۹۸	٪۹۱	٪۹	٪۸۵	٪۸۴	٪۶۱	٪۸۳
نوع همبستگی	مستقیم	معکوس	معکوس	مستقیم	معکوس	مستقیم	مستقیم	معکوس	مستقیم

•. در سطح ۵٪ دارای ارتباط معنی داری است

بر اساس ماتریس وضعیتهای اقلیمی و همچنین نقشه‌ی توزیع مکانی احتمال وقوع یخبندان و لغزندگی در طول محور مورد مطالعه (شکل شماره ۴)، مشخص شد که در بخشهای کوهپایه‌ای محور مورد مطالعه (ایستگاه کرج) احتمال بروز شرایط NP1 و NP4 ، در بخشهای کوهستانی (ایستگاه سیاه بیشه) احتمال بروز شرایط NP5، NP6،NP7، NP9 و در بخشهای جلگه‌ای (ایستگاه نوشهر) احتمال بروز شرایط NP2، NP3، NP8 زیاد است. با عنایت به جدول ۸ مشخص شد که NP1، NP4 ، NP6 ، NP7،NP9 رابطهٔ مستقیم و NP3، NP5 و NP8 رابطهٔ معکوسی با ارتفاع دارند. این مسأله بیانگر آن است که در طول ماههای سرد سال (از اول اکتبر تا پایان آوریل)، در مناطق کوهستانی شرایط بالقوّه‌ای برای تشکیل یخبندان وجود دارد (NP7) و در صورت وجود رطوبت بالا و ریزشهای جوی، یخبندان بوقوع می پیوندد (NP9). البته در مناطق کوهپایه‌ای هم در بعضی از اوقات سرد سال شرایط برای ایجاد یخبندان بالقوّه فراهم است (NP4). در مناطق جلگه‌ای نیز شرایط یخبندان و لغزندگی (در صورت افت دما) می‌تواند بوقوع بپیوندد (NP8). بر اساس داده‌های جدول شمارهٔ ۷، احتمال وقوع NP9،NP7 در ایستگاه نوشهر بسیار پایین می‌باشد و این درحالی است که احتمال وقوع NP8 در این محدوده بسیار بالاست. این وضعیت بیانگر آن است که در محدودهٔ کم ارتفاع جلگه‌ای احتمال بروز رطوبت نسبی کمتر از ۸۰ درصد به همراه دمای زیر صفر درجهٔ سانتیگراد (NP7) و یا بارش بیش از دو میلی متر به همراه دمای زیر صفر درجهٔ سانتیگراد (NP9) کمتر می‌باشد، اما شرایط غالب جوی در این منطقه طی ماههای سرد سال شامل رطوبت نسبی بالاتر از۸۰ درصد یا بارش کمتر از دو میلی متر به همراه دمای زیر صفر درجهٔ سانتیگراد می‌باشد (NP8). این در حالی است که در مناطق کوهستانی از نظر زمانی کمتر شاهد افزایش رطوبت نسبی و یا بارش به همراه دماهای پایین می‌باشیم، بنابراین NP8 با ارتفاع رابطهٔ معکوسی دارد. در بخش جلگه‌ای کمتر شاهد دمای زیر صفر درجهٔ سانتیگراد به همراه رطوبت نسبی کمتر از۸۰ درصد هستیم، بنابراین NP9،NP7 رابطهٔ مستقیمی با ارتفاع دارند و در مناطق کوهستانی بیشتر شاهد این شرایط اقلیمی خواهیم بود. همانطوری‌که در شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود NP5 ، NP9،NP6 که بیانگر شرایط وقوع یخبندان و لغزندگی و NP7 که بیانگر یخبندان بالقوّه در طول محور کرج- چالوس می‌باشد، تقریباً ۸۵ کیلومتر (یعنی حدود ۵۷ درصد از کل طول محور) از کیلومتر ۴۳ تا ۱۲۸ کرج (یعنی بخشهای میانی این محور) را بخود اختصاص داده است، که وقوع این شرایط اقلیمی به همراه مشکلات هندسی (مانند شیبها و پیچهای تند) باعث مخاطرات جدّی اقلیمی در این مقطع از جاده شده است.

شکل ۴- نقشه‌ی توزیع مکانی احتمال وقوع یخبندان ولغزندگی در طول محور کرج – چالوس



مأخذ: برنا ، ۱۳۸۸.

ج)- مخاطرات طبیعی

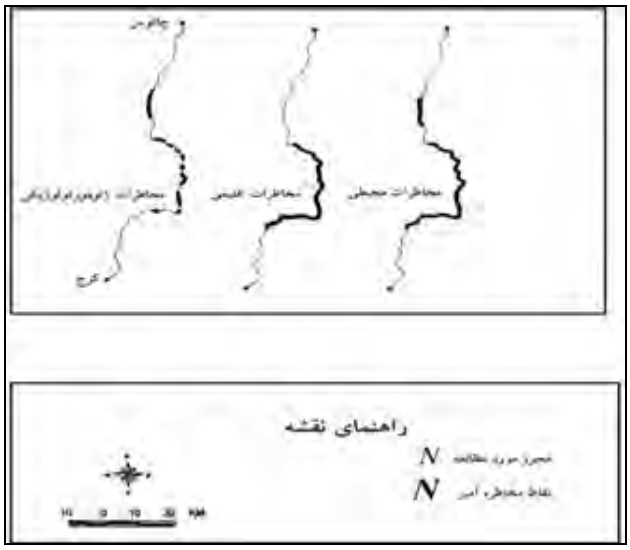
از انطباق لایه‌های مختلف یخبندان و لغزندگی، ریزش سنگ، سقوط بهمن و لغزش، نقشه‌ی مخاطرات طبیعی محور کرج – چالوس (بعنوان هدف نهایی این تحقیق) حاصل شد (شکل شماره ۵). همانطوری‌که در نقشه‌ی مخاطرات طبیعی مشخص شده است از حدود ۱۵۰ کیلومتر از طول محور کرج – چالوس، معادل ۸۵ کیلومتر تقریباً ۵۷ درصد از طول این محور بطور جدّی تحت تأثیر مخاطرات طبیعی است، که از نظر موقعیت مکانی، بخشهای میانی و مرکزی این محور را شامل می‌شود (جدول شماره ۹).

جدول ۹- محدوده های مکانی متأثر از مخاطرات طبیعی در طول محور کرج – چالوس

نوع خطر	محدوده ی مکانی متأثر از خطر
مخاطرات ژئومورفولوژیک	از کیلومتر ۴۶ کرج تا کیلومتر ۳۲ چالوس (در مجموع ۷۲ کیلومتر)
مخاطرات اقلیمی	از کیلومتر ۳۶ کرج تا کیلومتر ۵۵ چالوس (در مجموع ۵۹ کیلومتر)
مخاطرات طبیعی	از کیلومتر ۳۳ کرج تا کیلومتر ۳۲ چالوس (در مجموع ۸۵ کیلومتر)

بنابراین ضرورت دارد که کارشناسان امور حمل و نقل چه قبل و چه بعد از ساخت و توسعه‌ی راهها، نقش مدیریت مخاطرات طبیعی را در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای مورد توجه قرار داده و با اقدامات مناسب و شایسته، اثرات مخرّب مخاطرات طبیعی را کاهش داده، تا اینکه کمتر شاهد خسارات جانی و مالی گسترده و فراوان در طول جاده‌ها (بویژه در محورهای کوهستانی) باشیم.

شکل ۵- نقشه‌ی توزیع مکانی مخاطرات طبیعی در طول محور کرج – چالوس



مأخذ: برنا، ۱۳۸۸.

نتیجه گیری :

در ارتباط با ریزش سنگ، از نظر توزیع فضایی، نیمهٔ شمالی محور کرج – چالوس بیشترین آسیب پذیری و حساسیت سنگ شناسی را بخود اختصاص داده است، بنابراین نتیجه گیری می‌شود که مناطق متأثر از ریزش سنگ در اکثر مناطق این محور (حدود ۵۵ درصد از کل طول جاده) پراکنده شده است، اما بیشترین تراکم این مخاطرات در محدوده های هزار چم، هفت برادران و کیلومتر۱۱۰-۸۰ کرج (یعنی نیمهٔ شمالی این محور) وجود دارد، که این وضعیت بیانگر مخاطره آمیز بودن این مقطع از جاده (ناشی از ریزش سنگ) می‌باشد.

در نیمه شمالی محور کرج- چالوس، بویژه کیلومتر ۷۴ تا ۸۹ کرج، بدلایلی همچون؛ شیبهای مشرف بر جاده و سنگهای شکستهٔ فراوان (دارای درز و ترک) مستقر بر روی این شیبها، همچنین برفگیربودن دامنه‌ها در زمستان و جریانهای ناشی از ذوب برفها در بهار و در نتیجه افزایش فشار دامنه از یک طرف و کاهش مقاومت دامنه بدلیل زیر بری دامنه توسط جاده، که باعث افزایش تنش برشی در دامنه شده و دامنه را مجبور به حرکت مواد روی آن می‌کند، خطر ناشی از پدیدهٔ لغزش بالاست.

دلایلی همچون؛ شیب مناسب اکثر دامنه های نیمهٔ جنوبی این محور برای سقوط بهمن، باعث شده است که بیشترین احتمال خطر سقوط بهمن از کیلومتر ۵ تا ۷۵ کرج (تقریباً از سد کرج تا تونل کندوان) مشاهده شود.لازم به ذکر است که شیب اکثر دامنه‌های این مقطع از جاده (نیمهٔ جنوبی البرز) بین۴۰-۲۰ درجه می‌باشد که این وضعیت بیانگر دامنه‌هایی است که دارای پتانسیل تولیدشیب رفت می‌باشد و فاکتور ایمنی در دامنه‌های مشرف به این قسمت از جاده پایین است.

در رابطه با توزیع مکانی یخبندان و لغزندگی مشخص شد که؛ در بخشهای کوهپایه‌ای این محور احتمال بروز شرایط NP1 **و** NP4 ، در بخشهای کوهستانی احتمال بروز شرایطNP5 ، NP6 ، NP7 **و** NP9 و در بخشهای جلگه‌ای احتمال بروز شرایط NP2،NP3**و**NP8 زیاد است. همچنین مشخص شد که NP1،NP4،NP6،NP7،NP9 رابطهٔ مستقیم و NP3، NP5 **و** NP8 رابطهٔ معکوس با ارتفاع دارند، این مسأله بیانگر آن است که در طول ماههای سرد سال در مناطق کوهستانی (و بعضاً مناطق کوهپایه‌ای)، شرایط بالقوّه‌ای برای تشکیل یخبندان وجود دارد و در مناطق کوهستانی در صورت وجود رطوبت بالا و ریزش‌های جوی، یخبندان شدید بوقوع می‌پیوندد و در مناطق جلگه‌ای نیز شرایط یخبندان و لغزندگی در صورت افت دما می‌تواند اتفاق بیفتد. همچنین NP9,NP6,NP5 که بیانگر شرایط وقوع یخبندان و لغزندگی پرخطر و NP7 که بیانگر یخبندان بالقوّه در طول محور کرج – چالوس می‌باشد، تقریباً ۸۵ کیلومتر (حدود ۵۷ درصد از کل طول محور) از کیلومتر ۴۳

تا ۱۲۸ کرج (یعنی بخشهای میانی جاده) را به خود اختصاص داده است، که وقوع این شرایط اقلیمی به همراه مشکلات هندسی (مانند شیبها و پیچهای تند) باعث مخاطرات جدّی اقلیمی در بخشهای میانی محور کرج – چالوس شده است.

با بررسی تمامی مخاطرات طبیعی مؤثر بر ایمنی حمل و نقل در محور مورد مطالعه مشخص شد که از مجموع ۱۵۰ کیلومتر از طول محور کرج– چالوس، در حدود ۵۷ درصد از طول این محور به طور جدّی تحت تأثیر مخاطرات طبیعی است، که از نظر موقعیت مکانی، بخشهای میانی و مرکزی این محور به طول ۸۵ کیلومتر از کیلومتر ۳۳ تا ۱۱۸ کرج را شامل می‌شود.

منابع:

۱. ادارهٔ کل راه و ترابری استان تهران (۱۳۸٤): مشخصات پلهای محور کرج- چالوس، تهران.

۲. با قدم، عثمان (۱۳۸۲): «ارزیابی ایمنی جاده ای بارویکرد مخاطرات محیطی با استفاده از GIS در مسیر سنندج-مریوان»، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، استاد راهنما: منوچهر فرج زاده، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۳. برنا، رضا (۱۳۸۸): «ارزیابی سوانح و ایمنی حمل و نقل جاده ای با رویکرد مخاطرات محیطی»، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۴. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۸٤): نقشه های توپوگرافی تهران و آمل در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.

۵. سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸٤): آمار و اطلاعات اقلیمی ایستگاههای کرج، نوشهر و سیاه بیشه.

۶. کرمی، شهرام (۱۳۸۲): «تحلیل تصادفات جاده‌ای با رویکرد اقلیمی با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی: جادهٔ فیروزکوه – ساری)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، به راهنمایی منوچهر فرج زاده، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. Carson , J . and Mannering , F . (۲۰۰۱): The effect of the ice warning sings on ice accident frequency and severity , Accident analysis and prevention , No . ۳۳.

۸. Codling , P.J. (۱۹۷۴): Weather and road accidents , In climate resources and economic activity.

۹. Cole , D.N. and Landres , P.B. (۱۹۹۶): Threats to wilderness econsystems. Ecol . ۶:۱۶۸-۱۸۴.

۱۰. Forman , R.T.(۱۹۹۸): Road ecology and density and effect zone .Ecological society of America.

۱۱. Johansson , O. (۲۰۰۲): Accidents , Speed and salt consumption on road in winter , XIth international winter road congress, Japan.

۱۲. Perry , A.H.and Symons , L.G. (۱۹۹۱): Highway meteorology.

۱۳. Sheretz , L . and Farhar , B.(۱۹۷۸): An analysis of the relationship between rainfall and the occurrence of traffic accidents , Journal of applid meteorology .۱۷.

۱٤. Smith , K. (۱۹۸۲). How seasonal and weather conditions influence road accidents in glasgow , Scottish geographical magazine.

۱۵. Thompson , R.D. and Perry , A . (۱۹۹۷): Applied climatology , Principles and practice , Rutledge .