

# پهنه‌بندی خطر بهمن در جاده هراز براساس ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی

دکتر عزت‌اله قنواتی، دانشیار دانشگاه تربیت معلم  
جبار کریمی، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی

## چکیده

سقوط بهمن یکی از پدیده‌های مناطق برف‌گیر است که اگر به صورت علمی با آن برخورد نشود ممکن است خطرات فراوان و مشکلات جبران‌ناپذیری در مسیرهای ارتباطی مناطق کوهستانی، تفرج‌گاه‌ها و معادن گاهی بروز بهمن مجدد به وجود آورد. بامدیریت صحیح و بررسی دقیق ترمی توان نه تنها بهمن را پیش‌بینی نمود، بلکه از خسارات آن تا حد قابل‌ملاحظه‌ای جلوگیری کرد. نگاهی به حوادث اخیر سقوط بهمن‌های متعدد که متأسفانه منجر به خسارات جانی و مالی فراوانی گردیده است نیاز به آشنایی با بهمن و نحوه وقوع و تبعات ناشی از آن را افزایش می‌دهد. لذا ضرورت دارد در راستای پیشگیری و کاهش خسارات از چنین سوانح طبیعی، عوامل موثر بر شکل‌گیری بهمن‌شناسایی و ارزیابی گردیده و ضمن شناسایی محل‌های وقوع بهمن، نقشه پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه با کمک تکنولوژی‌های جدید سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) تهیه گردد. جاده کوهستانی هراز یکی از محورهای ارتباطی شمال کشور می‌باشد که به علت شرایط خاص ژئومورفولوژیکی در بخش‌هایی از مسیر آن زمینه مناسبی جهت سقوط بهمن ایجاد نموده است، در این تحقیق با تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و با کمک نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و بازدیدهای میدانی نقشه نقاط بهمن‌خیز در منطقه ایجاد شده است. در مرحله بعد عوامل ژئومورفولوژی و اقلیمی که در وقوع بهمن تاثیر گذار بودند در قالب مدل AHP با توجه به درجه تأثیر آنها وزن‌دهی شده و ضمن ترکیب این لایه باهم، نقشه پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه ایجاد شده است. در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر حاصل از مدل AHP را با نقشه مناطق بهمن‌خیز که براساس بازدید میدانی و تجربه کارشناسی با

استفاده از موقعیت یاب GPS تهیه نموده‌ایم، همپوشانی کرده و ضمن مقایسه آنها با همدیگر به این نتیجه رسیدیم که مدل AHP کارایی نسبتاً مطلوبی در پهنه‌بندی خطر بهمن دارد لذا پیشنهاد می‌شود، جهت پهنه‌بندی خطر بهمن در مناطقی که ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی نظیر جاده هراز دارند از مدل AHP جهت پهنه‌بندی خطر بهمن استفاده نمایند.

**کلمات کلیدی:** بهمن برف، جاده هراز، پهنه‌بندی خطر.

## مقدمه

طبیعت در طول تاریخ همواره چهره خشن خود را با پدیده‌های ویرانگری هم‌چون بهمن، سیل، آتشفشان، زمین‌لرزه و... به انسان نشان داده است. این بلایا و خطرات بخشی از زندگی بوده و همواره بشر را تهدید می‌کند. با رشد فکری جوامع بشری و درک علل وقوع حوادث، انسان درصدد برآمد تا راه‌های مقابله و کاهش خطرات را بیابد. با وجود این تلاش‌ها بر مبنای آمار و اطلاعات موجود در دهه‌های اخیر روند تلفات جانی و خسارات ناشی از مخاطرات محیطی در مقیاسی جهانی رو به افزایش است. اتخاذ تدابیری به منظور کاهش اثرات بلایا و مخاطرات طبیعی ضروری به نظر می‌رسد (کرمی، ۱۳۸۴).

جاده کوهستانی هراز از جمله محورهای ارتباطی شمال کشور می‌باشد که به علت شرایط خاص ژئومورفولوژیکی در بخش‌هایی از مسیر آن زمینه مناسبی جهت سقوط بهمن ایجاد نموده است. بطوری که وقوع این پدیده از ابتدای احداث این جاده تاکنون منجر به ایجاد خسارات مالی و جانی فراوانی شده است و حتی در بعضی از سال‌ها خسارات جانی تاسف باری را بوجود آورده است. بطور مثال خسارات ناشی از بهمن در جاده هراز در دی‌ماه ۱۳۷۶ منجر به کشته و مجروح شدن بیش از ۶۰ تن از هم‌وطنانمان و از بین رفتن چندین دستگاه وسایط نقلیه

گردیده است. از بدو تاسیس جاده هراز، بدلیل وقوع همین پدیده‌ها به عنوان خبرسازترین جاده‌های ایران شناخته شده است (معماریان، ۱۳۷۷).

پیش‌بینی و در اختیار داشتن اطلاعات و آمار موردنظر از بهمن می‌تواند از وقوع فاجعه‌های دلخراش جانی و مالی جلوگیری به عمل آورد. در نروژ و کانادا به ترتیب ۱۳۵ و ۸۰ سال آمار در مورد بهمن وجود دارد.

در زمینه پیش‌بینی بهمن در ایران اقدامات قابل توجهی صورت نگرفته است. بخش عمده‌ای از کشور ایران را مناطق کوهستانی پوشانده است و با توجه به شرایط اقلیمی این‌گونه مناطق و روند روبه گسترش خطوط ارتباطی و دستیابی به مناطق بهمن‌خیز و بهمن‌گیر شناخت بیشتر این بخش را می‌طلبد. جاده هراز از قسمت خاور کوه دماوند می‌گذرد و در قسمت‌های مرتفع این راه می‌توان شاهد وقوع بهمن بود. در زمستان دما به زیر صفر می‌رسد و بارش به صورت برف دیده‌بانی می‌شود. وزش باد شدید و کولاک جابجایی برف و وقوع بهمن را تشدید می‌کند.

در طی سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۶۴، ۳۷ مورد بهمن در این جاده گزارش شده است (فخاری، ۱۳۷۳). همچنین نگاهی به حوادث ناگوار اخیر سقوط بهمن‌های متعدد در جاده‌های پررفت و آمد کوهستانی که متأسفانه منجر به خسارات مالی و جانی فراوانی گردیده است و نیز کمبود آمار و اطلاعات در مورد بهمن در کشور ما ضرورت آشنایی بیشتر با پدیده بهمن و تبعات ناشی از آن را افزایش می‌دهد.

شرایط خاص زمین‌شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی جاده هراز مستعد انواع حرکات دامنه‌ای از جمله بهمن می‌باشد. شناسایی عوامل موثر بر شکل‌گیری بهمن، موقعیت‌یابی گذرگاه‌های آن و همچنین تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر بهمن از جمله اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد.

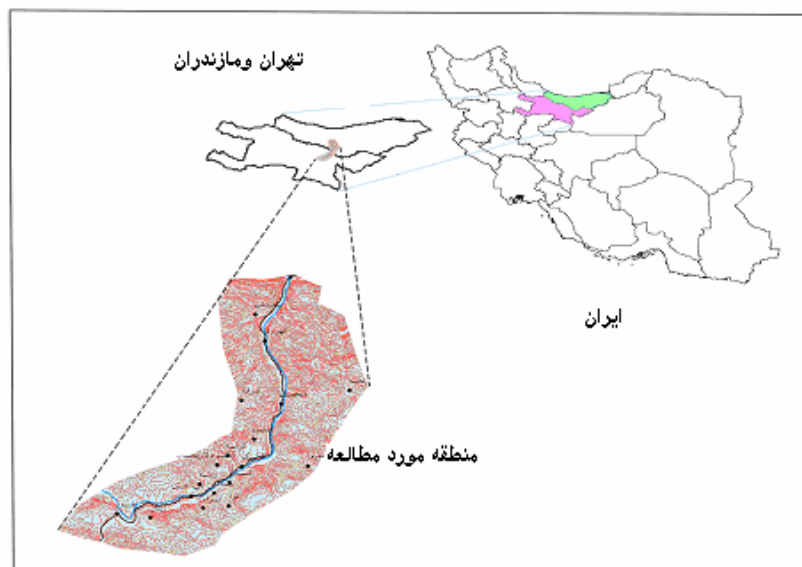
### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در بخش البرز مرکزی در امتداد جاده تهران-آمل و در حوضه آبریز هراز، از امامزاده هاشم تا هر دو رود به طول ۶۰ کیلومتر بین عرض‌های ۴۷° ۳۵ تا ۰۷° ۳۶ شمالی و طول‌های ۵۹° ۵۱ تا ۲۰° ۵۲ شرقی واقع شده است. بطور کلی این منطقه کوهستانی بوده و از قله مرتفعی تشکیل شده است. حداکثر ارتفاع منطقه از سطح آب‌های آزاد ۳۷۱۳ متر در حوالی لاریجان و حداقل ارتفاع منطقه ۶۸۵ متر در حوالی هر دو رود می‌باشد.

در منطقه مورد مطالعه از قدیمی‌ترین سنگ‌ها تا جدیدترین آن‌ها مشاهده می‌شود. سنگ‌های قدیمی منطقه در جنوب و در بخش کوچکی از مرکز منطقه دیده می‌شوند و سنگ‌ها و رسوبات جدید عمدتاً شامل تراس‌های آبرفتی و رسوبات رودخانه‌ای از شمال به جنوب و در مسیر رودخانه هراز نهشته شده‌اند. اقلیم این منطقه تحت تأثیر توده‌های هوای بحری اروپایی و توده‌های هوای قطبی سیبری و توده هوای مدیترانه‌ای می‌باشد. میانگین دمای سالیانه در منطقه در حدود ۹ درجه سانتیگراد می‌باشد و میانگین بارش سالیانه نیز حدود ۵۳۴ میلی‌متر است. به طور کلی به علت کوهستانی بودن و وجود کوه‌ها و قله مرتفع و کم‌بودن ضخامت خاک منطقه فاقد پوشش گیاهی یا از گیاهان بوته‌ای، استپی و درختچه‌های پراکنده و گیاهان کوهستانی پوشیده شده است. در حواشی دره‌ها نیز باغات مختلفی مشاهده می‌گردد.

از نظر تقسیمات کشوری منطقه مورد مطالعه بین دو استان تهران و مازندران قرار گرفته است و بخش عمده آن در دامنه جنوبی البرز و در حوضه آبریز رود هراز واقع شده است (شکل شماره ۱).

عواملی که در وقوع بهمن می‌توانند تأثیرگذار باشند شامل: زمین‌شناسی، گسل‌ها و روراندگی‌های فعال و زلزله، کاربری نامناسب، کمبود پوشش گیاهی، شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش و دما هستند. از بین این عوامل در این تحقیق اقدام به بررسی پنج عامل (شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش، دما) گردیده است.



شکل شماره ۱: موقعیت و حدود منطقه مورد مطالعه

### داده‌ها و روش‌های مورداستفاده

هدف اصلی در این تحقیق بررسی اثر پنج عامل مؤثر بر وقوع بهمن یعنی شیب، جهت شیب، ارتفاع، دما و بارش می‌باشد. این پنج عامل در ایجاد حرکت

برف و وقوع بهمن نقش فعال و مؤثری دارند. سپس از نرم‌افزار ARCGIS برای پردازش و تلفیق لایه‌ها استفاده شده است. در این پژوهش از مطالعات کتابخانه‌ای، پژوهش‌های میدانی و روش مقایسه تحلیل علمی و نیز تحلیل‌های آماری و GIS استفاده شده است.

### مطالعات کتابخانه‌ای

برای کسب آگاهی و اطلاعات در مورد مباحث تئوریک بهمن برف، نحوه شکل‌گیری و عوامل مؤثر در تشکیل آن و نیز کارهای تحقیقاتی که تاکنون در این مورد انجام گرفته است از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده است. همچنین برای بررسی بیشتر منطقه از تصاویر ماهواره‌ای Google Earth استفاده شده است.

### عملیات و بررسی‌های میدانی

در زمینه شناسایی اشکال ژئومورفولوژیکی منطقه و بررسی نقاط بهمن‌خیز از نزدیک و نیز تطبیق و مقایسه لایه‌های نهایی پهنه‌بندی با منطقه و برای اطمینان بیشتر اقدام به بازدید میدانی از منطقه گردیده است. در طی این بازدید اقدام به برداشت مختصات جغرافیایی ده نقطه‌ای که براساس نظر کارشناسی و سوابق گذشته بهمن‌خیز تشخیص داده شده‌اند، با استفاده از GPS گردیده است سپس با توجه به مختصات نقاط مذکور نقشه مناطق دارای پتانسیل بهمن‌خیزی تهیه شده است. این نقشه جهت انطباق نقشه‌های حاصل از مدل پهنه‌بندی خطر بهمن تهیه شده است.

## تهیه داده‌ها

در مرحله اول در داخل ArcCatalog برای کلیه لایه‌ها یک Geodatabase براساس سیستم تصویر UTM در زون ۳۹ شمالی ایجاد کرده‌ایم. با رقومی کردن نقشه توپوگرافی منطقه و تهیه مدل ارتفاعی TIN لایه‌های شیب، جهت شیب، را ایجاد کرده‌ایم.

## آمار و اطلاعات اقلیمی

برای ترسیم نقشه‌های بارش، دما، پس از بدست آوردن مقادیر میانگین آنها، این داده‌ها را وارد نرم‌افزار EXCEL کرده برای هرکدام از ایستگاه‌ها اقدام به برقراری رابطه رگرسیونی آنها با ارتفاع هر ایستگاه شده است. سپس با استفاده از روابط بدست آمده و به کمک توابع Field calculator و شبکه نامنظم مثلث‌بندی Tin در داخل نرم‌افزار Arc map نقشه هرکدام از این عناصر تهیه شده که با توجه به عوامل و شرایط دخیل در وقوع بهمن از طریق Reclassify طبقه‌بندی شده‌اند.

### - لایه جاده:

برای ایجاد لایه جاده از نقشه اسکن شده و رقومی شده راه‌های ایران استفاده کرده و از طریق دستور Editor در نرم‌افزار ArcGIS لایه موردنظر که جاده هراز می‌باشد را Edit کرده و آن را از نقشه راه‌های ایران استخراج کرده‌ایم.

### نقشه نقاط بهمن خیز

این نقشه را با استفاده از بازدیدهای میدانی و برداشت حدود ده نقطه توسط GPS از جاهایی که با توجه به معیارهای ژئومورفولوژیکی، اقلیمی، و شواهدی مبنی بر وجود تونل‌ها و بهمن‌گیرهای موجود، احتمال وقوع بهمن وجود داشت تهیه کرده‌ایم (شکل شماره ۲).



شکل شماره ۲ نقاط بهمن خیز مسلط بر جاده هراز (امام زاده هاشم تا هردورود

### تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق

با توجه به مطالعات انجام شده عوامل تاثیرگذار در وقوع بهمن به سه دسته تقسیم می‌شوند.



## ۱- عوامل زمینی

سه عامل اصلی در ایجاد ناهمواری‌ها در منطقه و تجمع برف و حرکت بهمن نقش اساسی دارند.

### • عامل ساختمانی یا تکتونیک

رورانندی‌ها، گسل‌ها و چین‌خوردگی‌های فراوان در منطقه حاصل نیروهای زمین‌ساختی در گذشته است. روند اصلی ساختمان گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها به تبعیت از روند اصلی ناهمواری‌ها در امتداد کلی شرقی- غربی و بعضاً شمال غرب- جنوب شرق می‌باشد. بالآآمدگی واحد البرز در طی حرکات کوه‌زایی سیمرین و لارامید موجب تشکیل سلسله‌جبال البرز و فرورفتگی‌های شمالی و جنوبی این واحد گردیده است در حوضه مورد مطالعه طاق‌دیس و ناودیس‌های موازی وجود دارد که بوسیله گسل‌ها و رورانندی‌ها قطع شده است (آل‌نباخ، ۱۹۶۶). نقش عامل زمین‌ساختی در منطقه بسیار مهم است زیرا رخدادهای زمین‌ساختی که باعث ایجاد گیلوئی‌ها و برونزدهای سنگی در قسمت‌های فوقانی دامنه و پرتگاه‌های روی آن شده است، به عنوان عامل تشدیدکننده و یا بازدارنده در بروز بهمن‌ها دخالت دارند. همچنین این فعالیت‌ها خود در ناهمواری‌های منطقه نقش بسیار اساسی ایفا می‌کنند. به علت تغییر جنس لایه‌ها و در نتیجه تغییر میزان فرسایش فیزیکی، موجب ایجاد سطوح فرورفته و یا برجسته و گاهی موجب تشکیل تراس‌هایی در لایه‌های سخت می‌گردد، که این خود نیز در انباشتگی برف و تشکیل بهمن بسیار مهم می‌باشد. توده‌های آذرین که بصورت انواع دایک‌ها که عمودبرجهت لایه‌بندی رسوبی قرار می‌گیرند، تشکیل برجستگی‌های کم ضخامت را در امتداد شیب توپوگرافی داده و به نوبه خود موجب تجمع برف در گذرگاه‌ها می‌گردند. گسل‌های

موجود در منطقه که فعال هم هستند زلزله‌های زیاد و شدیدی در مازندران و گیلان بوجود آورده است که خود این تکان‌های هرچند خفیف زلزله‌ها می‌تواند باعث به وقوع پیوستن بهمین به ویژه در مناطق پرشیب در فصل سرد سال شوند.

### عامل زمین‌شناسی

منطقه مورد مطالعه در زون زمین‌شناختی البرز واقع شده است. سطح منطقه اغلب از سنگ‌های سست و نسبتاً سست تشکیل شده است که درصد بالایی از این سنگ‌ها رسوبی می‌باشد و مساحت زیادی از منطقه مورد مطالعه از لایه‌های متناوبی مانند آهک، شیل، سیلستون، ماسه سنگ، و توف‌های سبز پوشیده شده است. یکی از تشکیلاتی که در منطقه هراز گسترش فراوانی دارد تشکیلات شمشک می‌باشد که با رسوباتی از نوع آهک نخودی شروع می‌گردد و اصطلاحاً به زمین‌های سخت موسوم می‌باشد. قسمت اعظم مسیر جاده بین امامزاده هاشم تا پلور، شاهاندشت، شمال بایجان و شمال و شمال شرق آب اسک از داخل این تشکیلات عبور می‌کند. این سری اغلب لایه‌بندی منظم داشته و شکاف و شکستگی‌ها در آنها به مقدار زیاد وجود دارد که این خود نیز باعث می‌شود که برف در این شکاف‌ها تجمع پیدا کرده و در صورت مهیابودن سایر شرایط باعث وقوع بهمین شود. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده عامل زمین‌شناسی می‌تواند به عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در انباشت برف و وقوع بهمین مورد توجه قرار گیرد.

### سنگ‌شناسی منطقه

عامل سنگ‌شناسی با توجه به نوع سنگ، بافت ساختمان، تخلخل و ترکیبات شیمیایی نقش بسزایی در بروز بهمین دارند. منطقه مورد مطالعه عمدتاً از

چهار واحد اصلی: سازند مبارک، سازند لار، سازند آهکی کرتاسه بالایی و سازند کرج تشکیل شده است. سازند مبارک که بعد از گردنه امامزاده هاشم در منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود عمدتاً از سنگ‌های آهکی خاکستری و تیره رنگ به همراه رسوبات کواترنری تشکیل یافته است که گذرگاه‌های بهمن نیز بر روی آن دیده می‌شود، سازند لار که از سنگ‌های آهکی متراکم تشکیل یافته عمدتاً با شیب تند صخره‌ای و پله مانند بر روی سازند شمشک و دلیچای قرار دارد، از جمله مناطق بهمن خیز در منطقه بعد از پل دختر بطرف پلور، در دامنه‌های دو طرف جاده می‌توان برجستگی‌های سنگی این سازند که موجب تجمع برف در این نقاط شده است را مشاهده نمود، سنگ‌های آهکی کرتاسه بالایی که با تیپ نسبتاً تند در منطقه پل دختر و پلور دیده می‌شود که باعث شده است بر روی دامنه‌ها و قسمت‌های فوقانی آن برف انباشته شود. این سازند نیز یکی از بسترها و نقاط بهمن خیز جاده هراز می‌باشد و سازند کرج که عمدتاً از توف‌های سبزی، شیل و ماسه‌سنگ تشکیل یافته است، اشکالی با دامنه‌های پرشیب و نسبتاً بلند با تیغه‌ها و برونزدهای سنگی ایجاد نموده است از جمله نقاط بهمن خیز بر روی این سازند در شمال آبادی زیاردیده می‌شود. پس همانطور که اشاره شد عامل سنگ‌شناسی نیز نقش مهمی در وقوع بهمن و بویژه تجمع برف ایفا می‌کند.

## عامل توپوگرافی

### الف: شیب

در میان عوامل توپوگرافی شیب رل مهمی در وقوع بهمن ایفا می‌کند. بین شیب زمین و سقوط بهمن ارتباط وجود دارد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در شیب‌های بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ درصد برف قادر به تشکیل یک پوشش ضخیم

نخواهد بود (احمدی ۱۳۶۴) در حقیقت بیشترین بهمن‌ها در شیب‌های ۳۰-۴۵ درجه اتفاق می‌افتد. بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه با ۴۴/۶۴ درصد در طبقه ۳۰-۱۵ درجه واقع شده است که از نظر خطرپذیری برای بهمن در درجه متوسطی قرار دارد و کمترین مساحت منطقه با ۰/۴۸ درصد در طبقه شیب ۹۰-۶۰ درجه قرار گرفته است که نسبت پتانسیل خطر آن برای بهمن کم می‌باشد.

#### ب: جهت شیب

سقوط بهمن در تمام جهات جغرافیایی دیده می‌شود و به جهت خاصی محدود نیست. بنا به نظر آرمسترانگ و ویلیامز (۱۹۸۲) عوامل چندی وجود دارد که باعث سقوط بیشتر بهمن در دامنه‌های شمال، شمال شرقی و شرقی نسبت به دامنه‌های جنوبی، جنوب غربی و غربی می‌شود. با توجه به نقشه جهت شیب منطقه دامنه‌های با جهت شمالی با ۲۳/۵۲ درصد بیشترین مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است و دامنه‌های جنوبی با ۱/۸۸ درصد دارای کمترین مساحت در منطقه می‌باشد.

#### ارتفاع

ارتفاع از سطح دریا از عوامل مهم توپوگرافی می‌باشد که همراه با سایر عوامل در تشکیل بهمن مؤثر می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا اگر نزولات آسمانی در مدت ۳ روز به ۲۵ میلی‌متر آب برسد (معادل ۳۵ سانتی متر برف) در صورت مساعد بودن سایر شرایط سقوط بهمن وجود دارد. در صورتی که این میزان به ۵۰ میلی‌متر آب برسد خطر جدی بوده و اگر به معادل ۱۰۰ سانتی متر برسد خطر سقوط حتمی می‌باشد. متوسط

ارتفاع منطقه ۲۲۴۳ متر می‌باشد. بلندترین ارتفاع منطقه در حوالی لاریجان ۳۷۲۳ متر می‌باشد و پست‌ترین قسمت منطقه در نقطه خروجی محدوده (طرف آمل) با ارتفاع ۶۸۵ متر واقع است. بیشترین مساحت مربوط به طبقه ارتفاعی ۲۷۵۵-۲۳۵۴ متر با ۲۴/۶ درصد از مساحت کل حوضه می‌باشد. همین‌طور طبقه ارتفاعی ۱۴۸۵-۶۸۵ متر با ۱۲/۳۲ درصد از کل منطقه کمترین مساحت را در سطوح ارتفاعی منطقه به خود اختصاص داده است. براساس نتایج نقشه‌های پهنه‌بندی خطر در منطقه ارتفاع بین ۲۳۵۴-۱۴۸۵ متر دارای بیشترین خطرپذیری برای بهمن می‌باشند.

### اقلیم منطقه

بطور کلی اقلیم منطقه به دو دسته آب و هوای معتدل جلگه خزری و آب و هوای کوهستانی تقسیم می‌شود. مناطق نزدیک به آمل یعنی حوالی هر دو رود در منطقه مورد مطالعه از آب و هوای خزری تبعیت می‌کند. بخش خزری جزو مرطوب‌ترین ناحیه آب و هوایی ایران بشمار می‌رود. اما بیشتر منطقه مورد مطالعه در ناحیه آب و هوایی کوهستانی قرار دارد و تاثیرات آب و هوای کوهستانی در منطقه بیشتر از آب و هوای معتدل خزری می‌باشد رطوبت این ناحیه آب و هوایی به نسبت بخش خزری کمتر بوده و رطوبت کمتری به این منطقه می‌رسد. میانگین درجه حرارت در قسمت جنوب منطقه مورد مطالعه به دلیل ارتفاع زیاد کمتر بوده و هرچه به سمت شمال و شمال شرق منطقه می‌رویم به علت کاهش ارتفاع بر میزان درجه حرارت افزوده می‌گردد میانگین دمای سالانه منطقه در طول ۳۰ دوره آماری، ۹ درجه سانتیگراد می‌باشد سردترین ماه سال با متوسط دمایی ۲- درجه سانتیگراد مربوط به دی ماه و گرم‌ترین ماه نیز با متوسط دمایی

۱۹/۵ درجه سانتیگراد، مربوط به تیرماه می‌باشد. با توجه به اینکه دما ماه‌های دی و بهمن به زیر صفر می‌رسد و نیز به دلیل ارتفاع بیشتر منطقه بیشتر بارش‌ها به صورت برف می‌باشد، و با افزایش دما در ماه اسفند بلورهای برف سست شده و خطر روان شدن توده برف زیاد می‌شود بنابراین از نظر شرایط دمایی (حداقل برای تشکیل برف، و حداکثر برای وقوع بهمن) این منطقه از پتانسیل بهمن‌خیزی برخوردار می‌باشد.

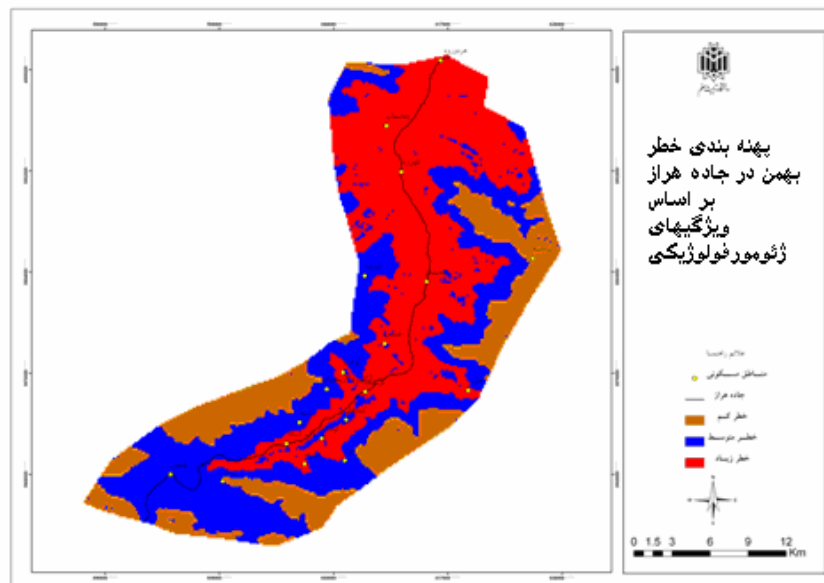
متوسط بارش سالیانه در منطقه ۵۳۴ میلی‌متر است که این بارش‌ها حاصل از بادهای غربی و رطوبت برخاسته از دریای خزر می‌باشد. بیشترین بارش‌ها در ماه‌های اسفند و اردیبهشت و کمترین بارش‌ها در ماه‌های شهریور و مرداد رخ می‌دهد. بارش‌های سنگین یک اینچی و بیشتر از طریق افزایش وزن برف و از بین بردن اتصال لایه‌های برف باعث حرکت برف و ایجاد بهمن می‌شوند. با توجه به نقشی که عامل بارندگی در وقوع بهمن دارد و نیز اینکه بیشتر بارش‌های منطقه در ماه‌های اسفند و اردیبهشت رخ می‌دهد در صورت وجود برف این بارش‌ها می‌توانند باعث ایجاد بهمن شوند. هر چه از جنوب منطقه به سمت شمال آن برویم بر میزان رطوبت نسبی افزوده خواهد شد که این خود میزان توان بارش رانشان می‌دهد. تعداد روزهای یخبندان در منطقه زیاد بوده که تقریباً حدود ۸ ماه از سال در بخش اعظم منطقه شاهد وقوع یخبندان می‌باشیم که این خود دلالت بر میزان سردی هوا و میزان بارش برف دارد.

از میان این عواملی که در وقوع بهمن تأثیرگذار بودند ما برای پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه از پنج عامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش و دما استفاده کرده‌ایم. با توجه به درجه تأثیر هر یک از عوامل در وقوع بهمن وزن‌دهی شده و

در قالب مدل **AHP** با هم ترکیب شده‌اند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه تهیه شده است (جدول شماره ۱) (نقشه شماره ۳).

جدول شماره ۱: طبقات مختلف خطر بهمن در مدل **AHP**

خطرپذیری	مساحت به متر مربع	درصد منطقه
کم	۱۳۶۴۹۷۰۳۰	۲۱/۷۶
متوسط	۲۲۰۸۹۲۴۵۴	۳۵/۲
زیاد	۲۶۱۷۴۷۴۵۹	۴۱/۷۶



شکل شماره ۳ پهنه بندی خطر بهمن در ارتفاعات مشرف به جاده هراز با استفاده از مدل

**AHP**

در نهایت این نقشه نهایی حاصل از مدل بولین با لایه نقاط بهمن خیز همپوشانی شده و نتایج این همپوشانی به صورت (جدول شماره ۲) زیر می‌باشد.

جدول شماره ۲: همپوشانی طبقات مختلف خطر بهمن در مدل AHP

نقاط بهمن خیز			AHP	
خطر پذیری	خطر کمتر	خطر بیشتر	خطر کمتر	خطر بیشتر
شیب	۶۰-۹۰	۳۰-۴۵	۶۰-۹۰	۱۵-۳۰
ارتفاع	۲۷۵۵-۳۷۱۳	۱۹۵۱-۲۳۵۴	۲۷۵۵-۳۷۱۳	۱۹۵۱-۲۳۵۴
میانگین بارش	۴۸۱-۵۵۷	۵۹۵-۶۳۵	۴۸۱-۵۵۷	۵۵۷-۵۹۵
میانگین دما	۲-۶	۹-۱۱	۲-۶	۶-۹
جهت شیب	هموار	شمالغرب	غرب	شمال

با مقایسه این دو لایه همانطور که ملاحظه می‌شود در بیشتر موارد با همدیگر هم پوشانی دارند.

### نتیجه گیری

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که وضعیت ژئومورفولوژی منطقه، بویژه عوامل تکتونیک، زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی از جمله عواملی هستند که در تجمع برف و تشکیل بهمن نقش اساسی دارند. با افزایش ارتفاع به علت کاهش دما میزان برف‌گیری منطقه بیشتر شده و نیز خطر وقوع بهمن بیشتر می‌شود. در میان عوامل ژئومورفولوژی شیب و جهت دامنه نقش اساسی را ایفا می‌کند شیب ۴۵-۱۵ درجه دارای بیشترین خطر برای بهمن و ۶۰-۹۰ درجه دارای کمترین خطر



در وقوع بهمن می‌باشند. همچنین جهت‌های شمالی به علت عدم ذوب برف و تجمع زیاد آن دارای بیشترین خطر و جهت غربی کمترین خطر را در وقوع بهمن ایفا می‌کند. عوامل اقلیمی نیز دارای اهمیت فراوانی در وقوع بهمن و تغییر و تحولات برف دارند به طوری‌که با افزایش دما به بالای صفر درجه خطر وقوع بهمن بیشتر می‌شود در حالی که برای تشکیل خود برف دمای زیر صفر درجه مهم می‌باشد بنابراین با توجه به این موارد هم کاهش دما به زیر صفر درجه (تشکیل برف) و هم افزایش دما به بالای صفر درجه (وقوع بهمن) در تشکیل بهمن تأثیرگذار می‌باشد. دمای بین ۶- ۲ درجه دارای کمترین خطر و دمای ۱۱- ۹ درجه از بیشترین خطر در وقوع بهمن برخوردار می‌باشد. افزایش بارش نیز باعث به راه افتادن بهمن می‌شود. در منطقه مورد مطالعه با افزایش بارش خطر وقوع بهمن نیز بیشتر می‌شود. به علت کوهستانی بودن و کمبود ضخامت خاک منطقه از پوشش گیاهی ناچیزی برخوردار می‌باشد و این پوشش مرتعی قابلیت پیشگیری از وقوع بهمن را دارا نمی‌باشد. با توجه با نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه ۴۱/۷۶ درصد منطقه از خطر بهمن خیزی بالایی برخوردار می‌باشد و این پهنه خطر زیاد حریم جاده را از امامزاده هاشم به بعد فرا گرفته است. با توجه به این که پهنه‌بندی حاصل از این مدل به صورت کلی می‌باشد نمی‌تواند کمکی در جهت شناسایی گذرگاه‌های بهمن به ما ارائه دهد بهتر است از سایر مدل‌ها نیز در پهنه‌بندی خطر بهمن استفاده شود تا مشخص شود که نتایج حاصل از کدام مدل برای شناسایی گذرگاه‌های وقوع بهمن و در صورت لزوم پیشگیری از وقوع آن می‌تواند مؤثر واقع شود بلکه بتوان برنامه‌ریزی مناسبی در زمینه پیشگیری از وقوع بهمن انجام داد.

## منابع و مأخذ

- ۱- آلتباخ، پیتر. زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی دماوند و اطراف آن. ترجمه علی انتظام و منوچهر مهرنوش، نشریه سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۴۹، شماره ۱۷.
- ۲- احمدی، حسن. ۱۳۶۴. بررسی مناطق بهمن‌خیز جاده چالوس. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳۹.
- ۳- کرمی، فریبا. ۱۳۸۴. مخاطرات طبیعی و بلایای محیطی. مجله آموزش جغرافیا، شماره ۴.
- ۴- معماریان، حسین. بازدید زمین‌شناسی از مسیر جاده هراز. رشد آموزش زمین‌شناسی، شماره ۵، تهران.
- ۵- فخاری، حسین. ۱۳۷۳، شرایط جوی سقوط بهمن در راه هراز، مجموعه مقالات سمینار هیدرولوژی برف و یخ، ارومیه.
- 6- Akar.N, Yavuz .v, lvy-ochs, kubik. p.w, Vardar. M and schluchter. C. 2007. Cosmogenic exposure dating of snow-avalanche ridges Eastern Black Sea Mountains, NE Turkey. Quaternary International, volumes 167-168, pages 4-11.
- 7- Armastrong, B.R.1977.Avalanch hazard in Quarry County, Colorado: 1877-1976.University of Colorado, Institute of Arctic and Alpine Research, No.24, PP.125.
- 8- Armstrong, B.R. and. William. 1977. The avalanche book.
- 9- Biroudian, Nader. 1979. The relationship between the geometry of a forest canopy and the interception of snow. A Thesis presented for master degree at Northern Arizona University.pp.127.
- 10- Gruber and Brattle. 2007. Snow avalanche hazard modeling of large areas using shallow water numerical methods and GIS. Environmental Modeling & software, volume 22, Issue 10, pages 1472-1481.