پهنه‌بندی خطر بهمن در جاده هراز براساس ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی

دکتر عزت‌اله قنواتی، دانشیار دانشگاه تربیت معلم
جبارکریمی، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی

چکیده

سقوط بهمن یکی ازپدیده‌های مناطق برف‌گیر است که اگربه 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 صحیحو بررسی دقیق‌ترمی‌توان نه‌تنهابهمن راپیش‌بینی نمود، بلکه ازخسارات 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 نحوهٔ 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 ارزیابی‌گردیده وضمن شناسایی‌محل‌های 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 تفسیرعکس‌های هوایی وتصاویرماهواره‌ای و باکمک 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 تأثیرآنها وزن‌دهی شده وضمن 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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

استفاده از موقعیت‌یاب 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 درمناطقی که ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی نظیر جاده هراز دارند از مدلAHP 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 دردهه‌های 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 دربخش‌هایی 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 درجاده هراز در دی‌ماه۱۳۷۶ منجربه کشته و مجروح‌شدن بیش از ۶۰ تن از هم وطنانمان و از بین‌رفتن چندین دستگاه وسایط نقلیه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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 ۱۳۵و ۸۰ سال آمار در مورد بهمن وجود دارد.

در زمینهٔ پیش‌بینی بهمن در ایران اقدامات قابل‌توجهی 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. درزمستان دما به زیرصفر می‌رسد وبارش 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 پدیدهٔ بهمن و تبعات ناشی از آن را افزایش می‌دهد. شرایط خاص زمین شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی جاده هراز مستعد انواع حرکات دامنه‌ای از جمله بهمن می‌باشد. شناسایی عوامل موثر برشکل‌گیری بهمن، موقعیت‌یابی گذرگاه‌های آن و همچنین تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر بهمن از جمله اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

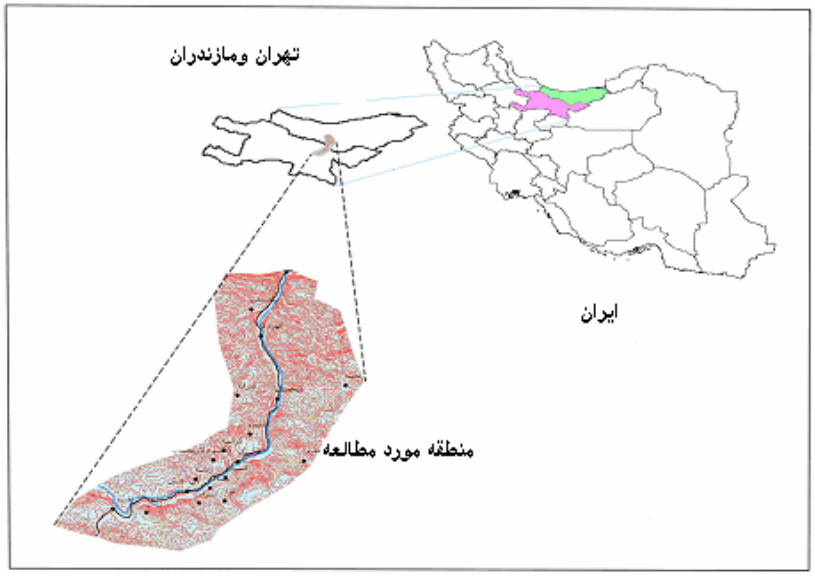
منطقه موردمطالعه در بخش البرز مرکزی در امتداد جاده تهران- آمل و در حوضهٔ آبریز هراز، از امامزاده هاشم تا هر دو رود به طول ۶۰ کیلومتر بین عرض‌های ´۴۷ °۳۵ تا ´ ۰۷ °۳۶ شمالی و طول‌های ´۵۹ °۵۱ تا ´۲۰ °۵۲ شرقی واقع شده است. بطورکلی این منطقه کوهستانی بوده و از قلل مرتفعی تشکیل شده است. حداکثر ارتفاع منطقه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

در منطقه موردمطالعه 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 جدیدعمدتاً شامل تراس‌های آبرفتی و رسوبات رودخانه‌ای از شمال به جنوب و در مسیر رودخانه هراز نهشته شده‌اند. اقلیم این منطقه تحت‌تأثیر توده‌های هوای بحری اروپایی و توده‌های هوای قطبی سیبری و توده هوای مدیترانه‌ای می‌باشد. میانگین دمای سالیانه در منطقه در حدود ۹ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد و میانگین بارش سالیانه نیز حدود ۵۳۴ میلی‌متر است. به طورکلی به علت کوهستانی‌بودن و وجود کوه‌ها و قلل 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 موردمطالعه بین دو استان تهران ومازندران قرار گرفته است و بخش عمده آن در دامنه جنوبی البرز و در حوضه آبریز رود هراز واقع شده است (شکل شماره۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

عواملی که دروقوع بهمن می‌توانندتأثیرگذار 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 شماره۱: موقعیت و حدود منطقهٔ موردمطالعه

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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

برف و وقوع بهمن نقش فعال و مؤثری دارند. سپس از نرم‌افزار ARCGIS بـرای 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 تئـوریکی بهمـن بـرف، نحـوهٔ شکل‌گیری و عوامل مؤثر درتشکیل آن و نیز کارهای تحقیقاتی که تاکنون در این مورد انجام گرفته است از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده است. همچنین بـرای بررسی بیشتر منطقه از تصاویر ماهواره‌ای Google Earth استفاده شده است.

عملیات و بررسی‌های میدانی

در زمینهٔ شناسایی اشکال ژئومورفولوژیکی منطقه و بررسی نقاط بهمـن‌خیـز از نزدیک و نیز تطبیق و مقایسهٔ لایه‌هـای نهـایی پهنـه‌بنـدی بـا منطقـه و بـرای اطمینان بیشتر اقدام به بازدید میدانی از منطقه گردیده است. در طی این بازدیـد اقدام به برداشت مختصات جغرافیایی ده نقطه‌ای که براسـاس نظـر کارشناسـی و سوابق گذشته بهمن خیز تشخیص داده شده‌اند، با استفاده از GPS گردیده است سپس با توجه به مختصات نقاط مذکور نقشه مناطق دارای پتانسیل بهمن‌خیـزی تهیه شده است. این نقشه جهت انطباق نقشه‌های حاصل از مدل پهنه‌بندی خطـر بهمن تهیه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

تهیهٔ داده‌ها

در مرحلـــه اول در داخـــل Arccatalog بـــرای کلیـــه لایـــه‌هـــا یـــک Geodatabase براساس سیستم تصویرUTM در زون۳۹شمالی ایجادکرده‌ایم.

با رقومی‌کردن نقشه توپوگرافی منطقه و تهیه مدل ارتفاعی TIN لایـه‌هـای شیب، جهت شیب، را ایجاد کرده‌ایم.

آمار و اطلاعات اقلیمی

برای ترسیم نقشه‌های بارش، دما، پس از بدست‌آوردن مقادیر میانگین آنهـا، این داده‌ها را وارد نرم‌افزار EXCEL کرده برای هرکدام از ایستگاه‌هـا اقـدام بـه برقراری رابطهٔ رگرسیونی آنها با ارتفاع هر ایستگاه شده است. سپس با اسـتفاده از روابـط بدسـت آمـده و بـه کمـک توابـع Field calculator و شـبکهٔ نـامنظم مثلث‌بندی Tin در داخل نرم‌افزار Arc map نقشهٔ هرکدام از این عناصـر تهیـه شده که با توجه به عوامل و شرایط دخیل در وقوع بهمن از طریـق Reclassify طبقه‌بندی شده‌اند.

- لایه جاده:

برای ایجاد لایهٔ جاده از نقشهٔ اسکن شدهٔ و رقومی‌شدهٔ راه‌های ایران استفاده کرده و ازطریق دستور Editor در نرم‌افزار ArcGIS لایه موردنظر که جاده هراز می‌باشد را Edit کرده و آن را از نقشهٔ راه‌های ایران استخراج کرده‌ایم.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نقشهٔ نقاط بهمن‌خیز

این نقشه را با استفاده از بازدیدهای میدانی و برداشت حدود ده نقطه توسط GPS از جاهایی که با توجه به معیارهای ژئومورفولـوژیکی، اقلیمـی، و شـواهدی مبنی بر وجود تونل‌ها و بهمن‌گیرهای موجود، احتمال و قوع بهمن وجـود داشـت تهیه کرده‌ایم (شکل شماره۲).

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.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱- عوامل زمینی

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

- **عامل ساختمانی یا تکتونیک**

روراندگی‌ها، گسل‌ها و چین‌خوردگی‌های فراوان در منطقه حاصل نیروهای زمین ساختی 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. بالاآمدگی واحد البرز در طی حرکات کوه‌زایی سیمرین و لارامید موجب تشکیل سلسله‌جبال البرز و فرورفتگی‌های شمالی و جنوبی این واحد گردیده است در حوضه موردمطالعه طاقدیس و ناودیس‌های موازی وجود دارد که بوسیله گسل‌ها و روراندگی‌ها قطع شده است (آلنباخ،۱۹۶۶). نقش عامل زمین‌ساختی در منطقه بسیارمهم 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 بسیاراساسی 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 خودموجب تجمع برف در گذرگاه‌ها می‌گردند. گسل‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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 بهمن به ویژه در مناطق پرشیب در فصل سرد سال شوند.

عامل زمین‌شناسی

منطقه موردمطالعه در زون زمین‌شناختی البرز واقع شده است. سطح منطقه اغلب از سنگ‌های سست ونسبتاً سست تشکیل شده است که درصد بالایی از این سنگ‌ها رسوبی می‌باشد و مساحت زیادی از منطقه موردمطالعه 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 مقدارزیاد وجوددارد که این خود نیز باعث می‌شود که برف در این شکاف‌ها تجمع پیدا کرده و در صورت مهیابودن سایر شرایط باعث وقوع بهمن شود.. بنابراین با توجه به موارد ذکرشده عامل زمین‌شناسی می‌تواند به عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در انباشت برف و وقوع بهمن موردتوجه قرار گیرد.

سنگ‌شناسی منطقه

عامل **سنگ‌شناسی** با توجه به نوع سنگ، بافت ساختمان، تخلخل و ترکیبات شیمیایی نقش بسزایی در بروز بهمن دارند. منطقه موردمطالعه عمدتاً از

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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 موردمطالعه دیده می‌شود عمدتاً از سنگ‌های آهکی خاکستری و تیره رنگ به همراه رسوبات کواترنری تشکیل یافته است که گذرگاه‌های بهمن نیز بروی 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 بهمن‌خیز 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 برروی دامنه‌ها و قسمت‌های فوقانی آن برف انباشته شود. این سازند نیز یکی از بسترها و نقاط بهمن‌خیز جاده هراز می‌باشد و سازند کرج که عمدتاً از توف‌های سبز، شیل و ماسه‌سنگ تشکیل یافته است، اشکالی با دامنه‌های پرشیب و نسبتاً بلند با تیغه‌ها و برونزدهای سنگی ایجاد نموده است از جمله نقاط بهمن‌خیز 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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

نخواهدبود (احمدی۱۳۶۴) در حقیقت بیشترین بهمن‌ها در شیب‌های ۴۵-۳۰ درجه اتفاق می افتد. 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 می‌باشدکه 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 مساعدبودن 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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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

بطورکلی 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 موردمطالعه از آب و هوای خزری تبعیت می‌کند. بخش خزری جزو مرطوب‌ترین ناحیه آب و هوایی ایران بشمار می‌رود. اما بیشتر منطقه موردمطالعه 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 موردمطالعه 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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۱۹/۵ درجه سانتیگراد، مربوط به تیرماه می‌باشد. با توجه به اینکه دما ماه‌های دی و بهمن به زیرصفر 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 روان‌شدن 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 درمنطقه ۵۳۴ میلی‌متر است که این بارش‌ها حاصل از بادهای غربی و رطوبت برخاسته از دریای خزرمی‌باشد. بیشترین‌بارش‌ها درماه‌های 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 بین‌بردن اتصال لایه‌های برف باعث حرکت برف و ایجاد بهمن می‌شوند. باتوجه به نقشی که عامل بارندگی در وقوع بهمن دارد و نیز اینکه بیشتر بارش‌های منطقه درماه‌های اسفندو اردیبهشت رخ می‌دهددرصورت وجودبرف این بارش‌ها می‌توانند باعث ایجاد بهمن شوند. هر چه از جنوب منطقه به سمت شمال آن برویم بر میزان رطوبت‌نسبی افزوده خواهدشدکه این خودمیزان 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.

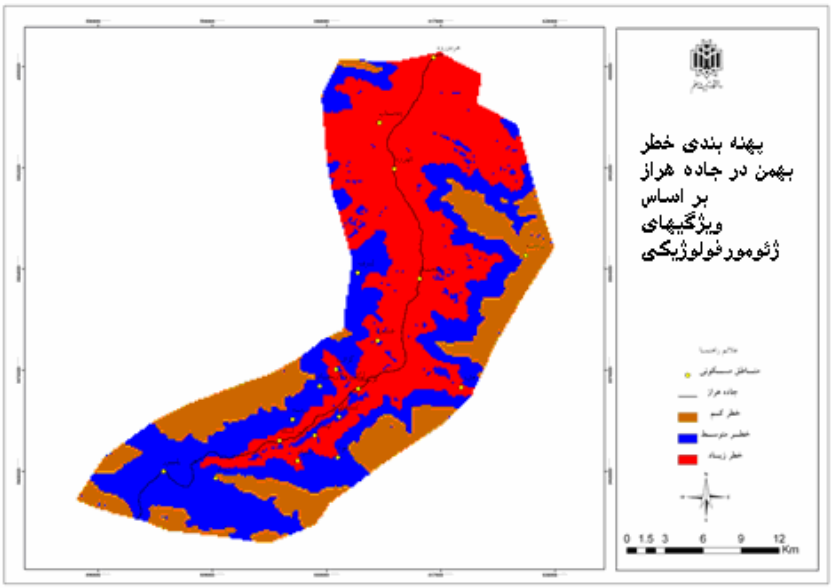
از میان این عواملی که در وقوع بهمن تأثیرگذار بودند ما برای پهنه‌بندی خطر بهمن در منطقه از پنج عامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش و دما استفاده کرده‌ایم. با توجه به درجه تأثیر هریک از عوامل در وقوع بهمن وزن‌دهی شده و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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 شمارهٔ ۱: طبقات مختلف خطر بهمن در مدل AHP

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



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

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

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

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

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

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 وسنگ‌شناسی ازجمله 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 بیشترمی‌شود. در میان عوامل ژئومورفولوژی شیب و جهت دامنه نقش اساسی را ایفا می‌کند شیب ۴۵-۱۵ درجه دارای بیشترین خطر برای بهمن و ۹۰- ۶۰ درجه دارای کمترین خطر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

در وقوع بهمن می‌باشند. همچنین جهت‌های شمالی به علت عدم‌ذوب برف و تجمع زیاد آن دارای بیشرین 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 بیشترمی‌شود درحالی که برای تشکیل خودبرف دمای زیرصفر درجه مهم می‌باشد بنابراین با توجه به این مواردهم 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 دروقوع بهمن برخوردارمی‌باشد. افزایش بارش نیزباعث به راه‌افتادن بهمن می‌شود. در منطقه موردمطالعه با افزایش بارش خطر وقوع بهمن نیز بیشتر می‌شود. به علت کوهستانی‌بودن 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 بهمن‌خیزی 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.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

منابع و مآخذ

۱- آلنباخ، پیتر. زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی دماوند و اطراف آن. ترجمه علی انتظام و منوچهر مهر نوش، 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.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]