



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۲، دوره ۵، شماره ۴، صص ۵۶۷-۵۵۴

پهنه بندی خطر وقوع بهمن مسیر امامزاده هاشم تا هردو رود با استفاده از سیستم

اطلاعات جغرافیایی (GIS)

پروانه اخگر^{۱*}، جبار کریمی^۲

دانشگاه تهران، جغرافیا، جغرافیای طبیعی، تهران، ایران، parvanehakhgar80@gmail.com

دانشگاه خوارزمی، جغرافیا، جغرافیای طبیعی، تهران، ایران،

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۴

چکیده

سقوط بهمن یکی از پدیده های مخاطره آمیز مناطق برفگیر است. جاده کوهستانی هراز از جمله محورهای بسیار پر تراکم ارتباطی شمال کشور می باشد که به علت شرایط خاص ژئومورفولوژیکی، بخش هایی از مسیر آن در معرض مخاطره سقوط بهمن قرار دارد. به طوری که از ابتدای احداث این جاده تاکنون منجر به ایجاد خسارات مالی و جانی فراوانی شده است. از این رو به عنوان خبر سازترین جاده ایران شناخته شده است. هدف این پژوهش شناخت عوامل موثر بر شکل گیری بهمن و نیز شناسایی محل های وقوع آن و همچنین تهیه نقشه پهنه بندی خطر بهمن در منطقه با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) می باشد. جهت دستیابی به هدف پژوهش با استفاده از نرم افزار GIS اقدام به ترسیم نقشه های طبقات ارتفاعی (هیپسومتری) مقدار و جهت شیب دامنه، ژئومورفولوژی و سایر نقشه ها مربوط گردید. سپس با بررسی منابع اطلاعاتی مربوطه جداول امتیاز بندی عوامل موثر وقوع بهمن تشکیل شد. این جداول شامل ۵ معیار اصلی (میزان شیب، جهت شیب، ارتفاع، دما و بارش می باشد) که هر یک به شاخص هایی تقسیم شده اند و امتیاز های مربوطه با توجه به نوع عامل و درجه تاثیرگذاری در وقوع بهمن درج شده است. در ادامه با تلفیق اطلاعات گفته شده در قالب مدل Boolean با توجه به درجه تاثیر آنها وزن دهی شده و ضمن ترکیب این لایه ها با هم، نقشه پهنه بندی خطر بهمن محدوده مورد مطالعه تهیه شد و در انتها نتایج به دست آمده از نقشه ها با نتایج کنترل صحرائی مقایسه شد.

کلمات کلیدی: بهمن، جاده هراز، پهنه بندی خطر



مقدمه

ارزیابی ریسک بهمن یکی از مهمترین فعالیت ها در زمینه مدیریت بحران بهمن های برفی می باشد. هنگامی که بتوانیم یک منطقه را از لحاظ بهمن های برفی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم و آنچه را که در هنگام وقوع بهمن اتفاق می افتد را از قبل پیش بینی کنیم و میزان خسارات وارده و نوع آن را قبل از وقوع بهمن پیش بینی کنیم در واقع خواهیم توانست یک برنامه جامع و کامل تهیه کنیم تا در هنگام وقوع بهمن جهت مدیریت بحران بهمن های برفی از آن استفاده کنیم. مطالعات برف و بهمن در سراسر دنیا پیشرفت های چشمگیری امروزه وقوع بهمن می داشته است و فعالیت های علمی و تخصصی فراوانی در این زمینه در مراکز معتبر علمی جهان انجام می پذیرد. تاسیسات و جاده ها محسوب شود. از سال ها پیش مردم توانده به عنوان یک بحران در مناطق کوهستانی برای مردم، خانه ها و ساختمان ها، ساکن در مناطق کوهستانی مجبور به رویارویی و مقابله با این خطر طبیعی بوده اند. نحوه سکونت و ساخت و سازها، چگونگی حفاظت جنگل ها و طرح های کاربری اراضی سبب کاهش خطرات ناشی از وقوع بهمن در دهه های اخیر در مناطق کوهستانی شده است امروزه در دنیا برای مقابله با خطرات بهمن فقط به کاهش خطرات وقوع بهمن اکتفا نمی شود بلکه برای مقابله با این پدیده روش ها و شیوه های ارزیابی و مدیریت در زمان وقوع بهمن نیز افزایش چشمگیری داشته است.

طبیعت در طول تاریخ همواره چهره خشن خود را با پدیده های ویرانگری هم چون بهمن، سیل، آتشفشان، زمین لرزه و.... به انسان نشان داده است. این بلاها و خطرات بخشی از زندگی بوده و همواره بشر را تهدید می کند. انسان در ابتدا وقوع این پدیده ها را ناشی از قهر و غضب خدا تلقی می کرد با چنین طرز فکری خود را قادر به مقابله و کاهش اثرات ناشی از این خطرات نمی دید. ولی با رشد فکری جوامع بشری و درک علل وقوع حوادث، درصد برآمد تا راه های مقابله و کاهش خطرات را بیابد. با وجود این تلاشها بر مبنای آمار و اطلاعات موجود در دهه های اخیر روند تلفات جانی و خسارات ناشی از مخاطرات محیطی در مقیاسی جهانی رو به افزایش است.

بخش عمده ای از کشور ایران را مناطق کوهستانی پوشانده است. شرایط اقلیمی این گونه مناطق و روند رو به گسترش خطوط ارتباطی و دستیابی به مناطق بهمن خیز و بهمن گیر و توسعه ورزشهای زمستانی شناخت بیشتر این بخش را می طلبد. همچنین نگاهی به حوادث ناگوار اخیر سقوط بهمن های متعدد در جاده های پر رفت و آمد کوهستانی که متأسفانه منجر به خسارات جانی و مالی فراوانی گردیده است، نیاز به آشنایی بیشتر با پدیده بهمن و تبعات ناشی از آن فزونی می یابد (دادخواه، ۱۳۷۷).

ر هنگام وقوع بحران های طبیعی که با ناهنجاری های اجتماعی همراه می شود می بایست از قبل یک برنامه مدیریتی کارآمد تهیه و آماده گردد تا اولاً مناطق پر خطر شناسایی شوند و ثانیاً بتوان در استقرار مراکز امداد رسانی کوتاه ترین و امن ترین راه های دسترسی به مراکز امداد رسانی و بهترین تصمیم گیری را انجام داد استقرار و پیدایش یک شهر بیش از پیش به شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی آن بستگی دارد به طور کلی در زمینه ارزیابی ریسک بهمن در کشور ایران منابع مطالعاتی جامع و کاملی در دست نیست ممکن است منابع مرتبط با این موضوع یافت شوند ولی منبع مطالعاتی کاملی که مستقیماً به ارزیابی ریسک بهمن پرداخت باشد یافت نمیشود امید است روش ارائه شده در این مقاله بتواند سر منشا ای برای ادامه مطالعات در مناطق بهمن خیز کشور باشد و بتوان از این روش به عنوان پلت فرمی جهت ارزیابی ریسک بهمن استفاده کرد (رجایی، ۱۳۹۷)

پیشینه تحقیق:

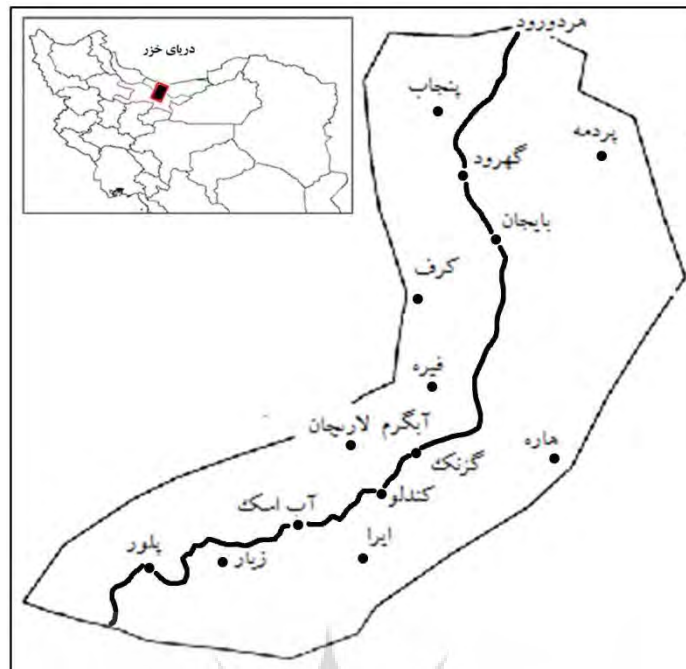
راهدان و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان (تهیه نقشه خطر بهمن در محیط GIS و الویت بندی گذرگاههای بهمن گیر (مطالعه موردی: قسمتی از گذرگاههای بهمن گیر حوزه آبخیز شمشک) انجام دادند که در این مطالعه پس از جمعآوری اطلاعات نقشهای و سایر اطلاعات مختلف مربوط به منطقه مطالعاتی با استفاده از نرمافزار ArcGIS10.3 منطقه از نظر میزان خطر وقوع بهمن مشخص گردید. در ابتدا نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرمافزار ArcGIS10.3 رقومی شد، سپس با استفاده از آن نقشه طبقات ارتفاعی هیسومتری (تهیه گردید). با توجه به اهمیت شیب دامنه در تجمع برف و وقوع بهمن اقدام به تهیه نقشه شیب شد. سپس با استفاده از نقشه رقومی شده، نقشه جهت شیب تهیه گردید. از رویهم اندازی این الیههای اطلاعاتی دامنههای در معرض خطر مشخص شد. اثر کاربری اراضی، موقعیت و وسعت برونزدهای سنگی، نوع سازند زمینشناسی و شکل شیب دامنهها در افزایش احتمال وقوع بهمن روی دامنههای در معرض خطر بررسی شد. با توجه به اطلاعات به دست آمده و نقشه توپوگرافی منطقه گذرگاههای بهمنگیر مشخص و از نظر میزان خطر اولویتبندی شد.

موقعیت و حدود منطقه مورد مطالعه:

بخش عمده منطقه مورد مطالعه در بخش البرز مرکزی در امتداد جاده تهران- آمل و در محدوده حوضه آبریز هراز، به طول ۶۰ کیلومتر بین عرضهای ۴۷° ۳۵' تا ۰۷° ۳۶' شمالی و طولهای ۵۹° ۵۱' تا ۲۰' ۵۲° شرقی واقع شده است، که از گردنه امامزاده هاشم شروع شده و تا هردورود ادامه دارد. مساحت کل منطقه ۶۲۵ کیلومتر مربع می باشد. بطور کلی این منطقه عموماً کوهستانی بوده و از قله مرتفعی تشکیل شده است به طوری که گردنه امامزاده هاشم با ارتفاع ۲۶۵۰ متر دو حوضه آبریز جاجرود و هراز را از هم جدا می کند. حداکثر ارتفاع منطقه از سطح آبهای آزاد ۳۷۱۳ متر در حوالی لاریجان و حداقل ارتفاع منطقه ۶۸۵ متر در حوالی هردورود می باشد.

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی



(شکل شماره ۱) موقعیت و حدود منطقه مورد مطالعه

رورانگی ها، گسل ها و چین خوردگی های فراوان در منطقه حاصل نیروهای زمین ساختی در گذشته است. روند اصلی ساختمان گسل ها و چین خوردگی ها به تبعیت از روند اصلی ناهمواری ها در امتداد کلی شرقی-غربی و بعضاً شمال غرب-جنوب شرق می باشد. منطقه مورد مطالعه در محدوده کوه های البرز قرار دارد بطورکلی همراه با این سیستم گسل های اصلی، شکستگی ها و شکاف های متعددی در جهات مختلف ایجاد شده به عمل فرسایش، یخبندان و عوامل جوی دیگر در این نوع تشکیلات کمک موثری نموده اند و به علت وضع نامساعد تشکیلات از نظر استحکام (آگلومرا، توف و) باعث ریزش های زیادی در این مسیر از جاده شده است. بطورکلی منطقه تحت تأثیر آب و هوای معتدل جلگه خیزی و آب و هوای کوهستانی می باشد. تأثیر آب و هوای کوهستانی در منطقه بیشتر از آب و هوای معتدل خیزی می باشد. میانگین دمای سالیانه در منطقه در حدود ۹ درجه سانتیگراد می باشد. در منطقه مورد مطالعه زمستان های سرد و بعضاً خیلی سرد و تابستان های ملایم داریم. تیپ اقلیمی منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع اقلیم نیمه مرطوب می باشد میانگین بارش سالیانه در منطقه در حدود ۵۳۴ میلی متر می باشد. متوسط ارتفاع منطقه ۲۱۰۲ متر می باشد که بر اساس طبقه بندی پیکر اقلیمی مجاور یخچالی در منطقه نسبتاً فعال و کمی فعال قرار گرفته است، به طورکلی در منطقه مورد مطالعه به علت کوهستانی بودن منطقه و وجود کوه ها و قله مرتفع و کم بودن ضخامت خاک اراضی منطقه اکثراً بدون پوشش گیاهی یا بعضاً از گیاهان بوته ای یا استپی و درختچه های پراکنده و گیاهان کوهستانی پوشیده شده است که در حواشی دره ها باغات مختلفی در آن مشاهده می گردد عواملی که در وقوع بهمین می توانند تأثیر گذار باشند شامل: زمین شناسی، گسل ها و رورانگیهای فعال و زلزله، کاربری غلط، کمبود پوشش

گیاهی، شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش و دما. که از بین این موارد در این تحقیق اقدام به بررسی پنج عامل (شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش، دما) گردیده است.

داده ها و روش ها

جهت تهیه نقشه خطر بهمن نمیتوانیم تمامی عوامل موثر زمینی را در نظر بگیریم چون بسیار متعدد و پیچیده هستند. ضمن اینکه این عوامل از یک جنس نیز نمی باشند به عنوان مثال شیب بر حسب درصد یا درجه می باشد ولی ارتفاع بر حسب متر و جهت شیب بر حسب و ... می باشد بنابراین مبنایست عوامل زمینی را محدود کرد و مهمترین و موثرترین آنها را که در جنوب، جهت های جغرافیایی شمال، عامل مهم و اساسی که در وقوع و وقوع بهمن موثر هستند و همچنین سایر پارامترها را نیز در بر می گیرند انتخاب کنیم. در اکثر مطالعات ۵ بهمن ها موثر هستند و میتوان گفت سایر پارامترهای جزئی را نیز در بر میگیرند به عنوان مهمترین عوامل زمینی در نظر می گیرند. این باید این مسئله را نیز مد نظر قرار پوشش های گیاهی، رخساره های ژئومورفولوژیکی، ارتفاع، جهت شیب، پنج عامل عبارتند از شیب، داد که در مورد وقوع بهمن نقشه رخساره های ژئومورفولوژیکی منطقه بسیار کارآمدتر از نقشه زمین شناسی خواهد بود چون مسئله اصلی در وقوع بهمن ها سطح بستر است که در وقوع بهمن تاثیر دارد به عنوان مثال یک سطح بستر سنگی دارای زبری بسیار کمتری از یک سطح بستر با پوشش خاک است بنابراین در اینجا پارامترهای رخساره های ژئومورفولوژیکی به جای پارامتر زمین شناسی مورد استفاده قرار میگیرد هدف اصلی در این تحقیق بررسی اثر پنج عامل موثر بر وقوع بهمن یعنی شیب، جهت شیب، ارتفاع، دما و بارش می باشد. این پنج عامل در ایجاد حرکت برف و وقوع بهمن نقش فعال و مؤثری دارند. سپس از GIS برای انجام سریع تر و دقیق تر کارها و تلفیق و نتیجه گیری استفاده شده است که با توجه به حجم بالای اطلاعات و داده ها انجام دستی این مراحل بسیار وقت گیر و بی دقت خواهد بود.

در این پژوهش از مطالعات کتابخانه ای، پژوهش های میدانی و روش مقایسه تحلیل علمی و نیز تحلیل های GIS و آماری استفاده شده است.

برای کسب آگاهی و اطلاعات در مورد مباحث تئوریک بهمن برف، نحوه شکل گیری و عوامل موثر در تشکیل آن و نیز کارهای تحقیقاتی که تاکنون در این مورد انجام گرفته است از مطالعات کتابخانه ای استفاده شده است. همچنین برای بررسی بیشتر منطقه از تصاویر ماهواره ای Google Earth استفاده شده است.

عملیات و بررسیهای میدانی

در زمینه شناسایی اشکال ژئومورفولوژیکی منطقه و بررسی نقاط بهمن خیز از نزدیک و نیز تطبیق و مقایسه لایه های نهایی پهنه بندی با منطقه و برای اطمینان بیشتر اقدام به بازدید میدانی از منطقه گردیده است. در طی این بازدید اقدام به برداشت مختصات جغرافیایی ده نقطه ای که بر اساس نظر کارشناسی و سوابق گذشته بهمن خیز تشخیص داده شده اند، با استفاده از GPS گردیده است سپس با توجه به مختصات نقاط مذکور نقشه مناطق دارای پتانسیل بهمن خیزی تهیه شده است. این نقشه جهت انطباق نقشه های حاصل از مدل پهنه بندی خطر بهمن تهیه شده است.

در مرحله اول در داخل Arc catalog رفته و برای کلیه لایه هایمان یک Geodatabase بر اساس سیستم تصویر UTM در زون ۳۹ شمالی ایجاد شده است.

نقشه توپوگرافی منطقه را از سازمان نقشه برداری کشور و سازمان منابع طبیعی تهیه نموده که با رقومی کردن آن و تهیه مدل ارتفاعی TIN لایه‌های شیب، جهت شیب، منطقه ایجاد شده است.

یافته‌ها و بحث

در بررسی مشخصات منطقه مورد مطالعه وضعیت متغیرهای مؤثر در وقوع بهمین مورد بررسی قرار گرفت. بدیهی است دلیل انتخاب این متغیرها جهت بررسی فرآیند بهمین خیزی نیاز مدل انتخابی به این متغیرها در امر پهنه بندی خطر بهمین می باشد. در این تحقیق از مدل بولین (Boolean) استفاده گردیده است. در این مدل جهت بررسی فرآیند بهمین خیزی و مشخص نمودن پهنه بندی خطر بهمین در منطقه مورد مطالعه به هر کدام از متغیرهای به کار رفته وزن خاصی داده شده است. در نهایت نقش هر کدام از این متغیرها در شکل گیری بهمین در منطقه مورد مطالعه مشخص گردیده است.

متغیرهای مؤثر در وقوع بهمین

لایه شیب :

با استفاده از نقشه های رقومی شده منطقه، DEM منطقه تهیه شده و در داخل نرم افزار ArcGIS از طریق spatial analyset و بر روی نقشه TIN، نقشه شیب منطقه که یکی از لایه های مهم اطلاعاتی مؤثر در بهمین برف می باشد تهیه شده است، و این نقشه به ۵ کلاس با درجات مختلف شیب از نظر خطر، تقسیم بندی شده است (شکل شماره ۲).

لایه جهت شیب:

جهت شیب بواسطه ارتباطی که با نحوه توزیع متغیرهای اقلیمی (دما، بارش، باد) دارد می تواند به عنوان یکی دیگر از لایه های اطلاعاتی مؤثر بر وقوع بهمین مورد توجه قرار گیرد. که این نقشه نیز داخل نرم افزار ArcGIS از طریق spatial analyset و بر روی نقشه TIN ایجاد شده است (شکل شماره ۳).

لایه هیپسومتری (ارتفاعی) :

ارتفاع از عواملی است که در وقوع بهمین تاثیر بسزایی دارد. بطوریکه ارتفاع از سطح دریا نشان دهنده موقعیت اقلیمی و نحوه بارش آن منطقه می باشد. برای ایجاد نقشه توزیع ارتفاعات ابتدا DEM منطقه را به TIN تبدیل نموده و سپس از طریق Spatial Analyset و گزینه convert آن را به رستر تبدیل نموده و سپس از طریق zonal Statistics اقدام به تهیه نقشه هیپسومتری (ارتفاعی) منطقه شده است و از طریق گزینه xtoolz کمترین و بیشترین ارتفاع و میانگین ارتفاع منطقه بدست آمده است (شکل شماره ۴).

آمار و اطلاعات اقلیمی

داده های سینوپتیکی را از سازمان آب و هواشناسی کشور تهیه کرده که شامل ۶ ایستگاه بارش در ۳۰ سال اخیر می باشد، و داده های اقلیمی از مرکز آب منطقه ای تهران (تماب) که شامل ۶ ایستگاه دمایی در ۳۰ سال اخیر می باشد بارش در ۳۰ سال اخیر می باشد. با توجه به کمبود ایستگاه ها در منطقه مورد مطالعه (جاده هراز) از ایستگاههای اطراف منطقه نیز استفاده شده است (شکل شماره ۵).

برای ترسیم نقشه های بارش، دما، پس از بدست آوردن مقادیر میانگین آنها، این داده ها را وارد نرم افزار 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 Fild calculator و شبکه نامنظم مثلث بندی Tin در داخل نرم افزار Arcmap نقشه هر کدام از این عناصر تهیه شده که با توجه به عوامل و شرایط دخیل در وقوع بهمین از طریق Reclassify طبقه بندی شده است (شکل شماره ۶).

- لایه جاده:

برای ایجاد لایه جاده از نقشه اسکن شده ورقومی شده راههای ایران استفاده کرده و از طریق دستور Editor در نرم افزار ArcGIS لایه مورد نظر که جاده هراز می باشد را Edit کرده و آن را از نقشه راههای ایران استخراج کرده ایم.

با توجه به مطالعات انجام شده عوامل تاثیر گذار در وقوع بهمین به سه دسته تقسیم می شوند.

۱- عوامل زمینی

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

• عامل ساختمانی یا تکتونیک

روراندها، گسلها و چین خوردگیهای فراوان در منطقه حاصل نیروهای زمین ساختی در گذشته است. روند اصلی ساختمان گسلها و چین خوردگیها به تبعیت از روند اصلی ناهمواریها در امتداد کلی شرقی - غربی و بعضاً شمال غرب - جنوب شرق می باشد. بالا آمدگی واحد البرز در طی حرکات کوهزایی سیمرین و لارامید موجب تشکیل سلسله جبال البرز و فرورفتگی های شمالی و جنوبی این واحد گردیده است که ادامه این جنبشها در فازهای مهم کوهزایی آلیپ ضمن بالا آمدن بیشتر البرز مرکزی باعث گردید تا در اواخر پلیوسن و اوایل پلیستوسن گسل خوردگیها و روراندهای ملایمی روی آن صورت بگیرد. در حوضه مورد مطالعه طاقدیس و ناودیس های موازی وجود دارد که بوسیله گسلها و روراندها قطع شده است (آلنباخ، ۱۹۶۶). نقش عامل زمین ساختی در منطقه بسیار مهم است زیرا رخدادهای زمین ساختی که باعث ایجاد گیلوئی ها و برونزدهای سنگی در قسمت های فوقانی دامنه و پرتگاه های روی آن شده است، به عنوان عامل تشدید کننده و یا بازدارنده در بروز بهمین ها دخالت دارند و همچنین این فعالیت ها خود در ناهمواری های منطقه نقش بسیار اساسی را ایفا می کنند و بعلا تغییر جنس لایه ها و در نتیجه تغییر میزان فرسایش فیزیکی، موجب ایجاد سطوح

فرورفته و یا برجسته و گاهی موجب تشکیل تراسهایی در لایه های سخت می گردد ، که این خود نیز در انباشتگی برف و تشکیل بهمن بسیار مهم می باشد. توده های آذرین که بصورت انواع دایکها که عمود بر جهت لایه بندی رسوبی قرار می گیرند، تشکیل برجستگی های کم ضخامت را در امتداد شیب توپوگرافی داده و بنوبه خود موجب تجمع برف در گذرگاهها می گردند گسلهای موجود در منطقه که فعال هم هستند زلزله های زیاد و شدیدی در مازندران و گیلان بوجود آورده است که خود این تکانهای هرچند خفیف زلزله ها می تواند باعث به وقوع پیوستن بهمن به ویژه در مناطق پر شیب در فصل سرد سال شوند.

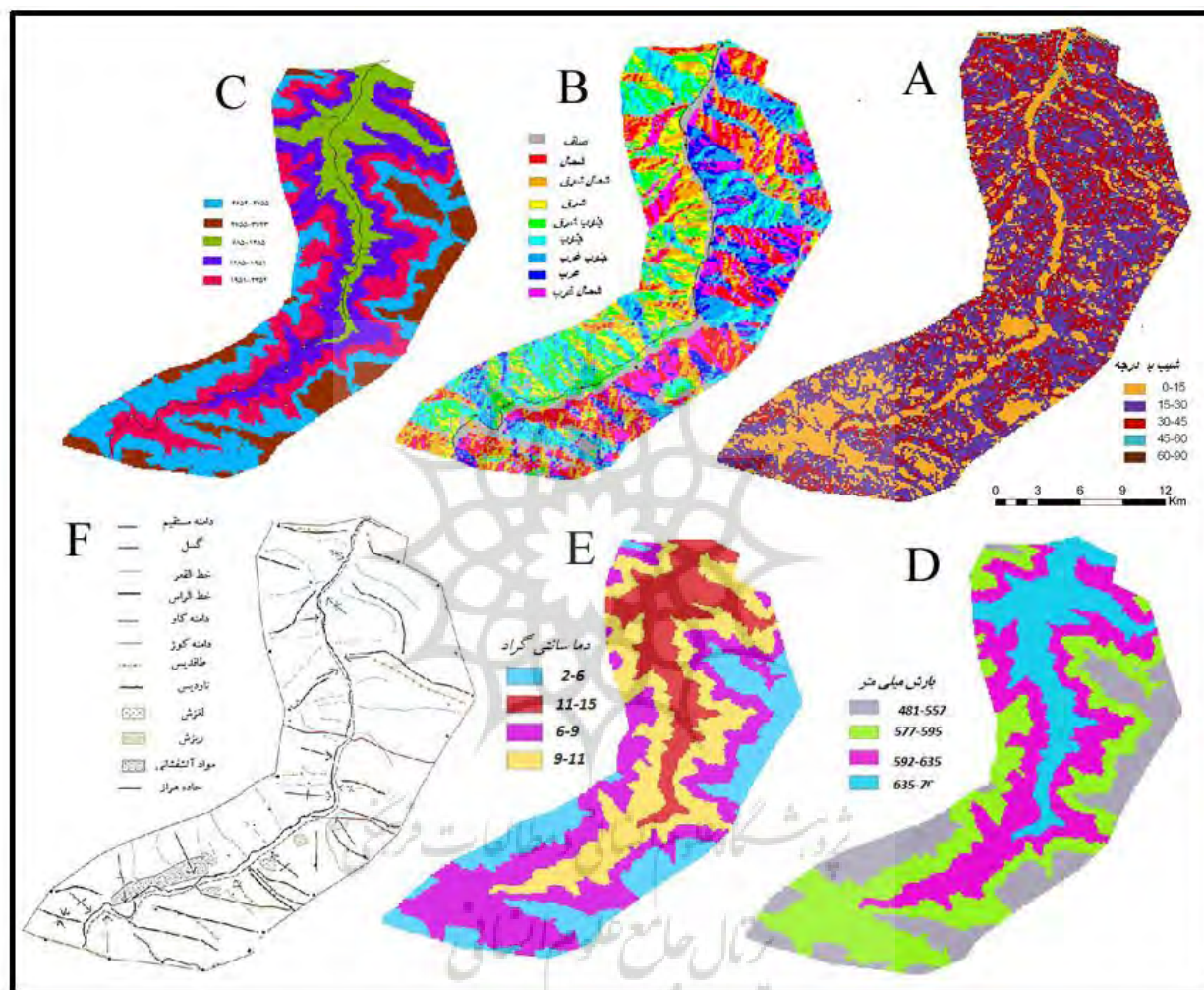
عامل زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه در زوم زمین شناختی البرز واقع شده است . سطح منطقه اغلب از سنگهای سست و نسبتاً سست تشکیل شده است که درصد بالایی از این سنگها رسوبی می باشد و مساحت زیادی از منطقه مورد مطالعه از لایه های 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 می باشد که با رسوباتی از نوع آهک نخودی شروع می گردد و اصطلاحاً به زمینهای سخت موسوم می باشد. قسمت اعظم مسیر جاده بین امامزاده هاشم تا پلور ، شاهاندشت، شمال بایجان و شمال و شمال شرق آب اسک از داخل این تشکیلات عبور می کند . این سری اغلب لایه بندی منظم داشته و شکاف و شکستگیها در آنها به مقدار زیاد وجود دارد که این خود نیز باعث می شود که برف در این شکافها تجمع پیدا کرده و در صورت مهیا بودن سایر شرایط باعث وقوع بهمن شود . تشکیلات کواترنر منطقه مورد مطالعه نیز شامل سنگهای آتشفشانی دماوند که بیشتر از نوع بازالت می باشند و آگلومراها، لاوبرشها، تراسها و توفهای آتشفشانی می باشد ، توفها اکثراً صخره های مرتفعی را تشکیل داده و در بعضی نقاط در آن حفره های نسبتاً بزرگی مشاهده می شود که می تواند مأمّن مناسبی برای تجمع برف و تشکیل بهمن باشد. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده عامل زمین شناسی می تواند به عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در انباشت برف و وقوع بهمن مورد توجه قرار گیرد.

سنگ شناسی منطقه

عامل لیتولوژی با توجه به نوع سنگ ، بافت ساختمان ، تخلخل و ترکیبات شیمیایی نقش بسزایی در بروز بهمن 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 می شود عمدتاً از سنگ های آهکی خاکستری و تیره رنگ به همراه رسوبات کواترنری تشکیل یافته است که گذرگاه های بهمن نیز بروی آن دیده می شود، سازند لار که از سنگ های آهکی متراکم تشکیل یافته عمدتاً با شیب تند صخره ای و پله مانند بر روی سازند شمشک و دلیچای قرار دارد از جمله مناطق بهمن خیز در منطقه مورد مطالعه بعد از منطقه پل دختر بطرف پلور ، در دامنه های دوطرف جاده می توان برجستگی های 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 می شود که باعث شده است بر روی دامنه ها و قسمت های فوقانی آن برف انباشته شود . این سازند نیز یکی از بسترها و نقاط بهمن خیز جاده هراز

می باشد، و سازند کرج که عمدتاً از توفهای سبز، شیل و ماسه سنگ تشکیل یافته است، اشکالی با دامنه های پرشیب و نسبتاً بلند با تیغه ها و برونزدهای سنگی ایجاد نموده است از جمله نقاط بهمن خیز بر روی این سازند در شمال آبادی زیاردیده می شود. پس همانطور که اشاره شد عامل سنگ شناسی نیز نقش مهمی در وقوع بهمن و بویژه تجمع برف ایفا می کند.



این منطقه پوشش گیاهی بر روی دامنه ها و نقاط بهمن خیز غالباً از نوع بوته ای استپی می باشد و این نوع پوشش نمی تواند نقش چندانی در پیشگیری از وقوع بهمن داشته باشد.

عامل توپوگرافی

الف: شیب

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

نخواهد بود (احمدی ۱۳۶۴) در حقیقت بیشترین بهمن ها در شیب های 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 خطر پذیری 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 می باشد.

ب: جهت

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

ج- ارتفاع

ارتفاع از سطح دریا از عوامل مهم توپوگرافی می باشد که همراه با سایر عوامل در تشکیل بهمن مؤثر می باشد. بررسیهای انجام شده نشان می دهد که در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا اگر نزولات آسمانی در مدت ۳ روز به ۲۵ میلی متر آب برسد (معادل ۳۵ سانتی متر برف) در صورت مساعد بودن سایر شرایط سقوط بهمن وجود دارد. در صورتی که این میزان به ۵۰ میلی متر آب برسد خطر جدی بوده و اگر به معادل ۱۰۰ سانتی متر برسد خطر سقوط حتمی می باشد. متوسط ارتفاع منطقه ۲۲۴۳ متر می باشد. بلندترین ارتفاع منطقه در حوالی لاریجان ۳۷۲۳ متر می باشد و پست ترین 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 می باشد. همین طور 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 نقشه های پهنه بندی خطر در منطقه ارتفاع بین ۲۳۵۴ - ۱۴۸۵ متر دارای بیشترین خطر پذیری برای بهمن می باشند.

د- اقلیم منطقه

بطور کلی اقلیم منطقه به دو دسته آب و هوای معتدل جلگه خیزی و آب و هوای کوهستانی تقسیم می شود. مناطق نزدیک به آمل یعنی حوالی هردورود در منطقه مورد مطالعه از آب و هوای خیزی تبعیت می کند. بخش خیزی جزو مرطوبترین ناحیه آب و هوایی ایران بشمار می رود. 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 خیزی می باشد رطوبت این ناحیه آب و هوایی به نسبت بخش خیزی کمتر بوده و رطوبت کمتری به این منطقه می رسد. میانگین درجه حرارت در قسمت جنوب

منطقه مورد مطالعه به دلیل ارتفاع زیاد کمتر بوده و هرچه به سمت شمال و شمال شرق منطقه می رویم به علت کاهش ارتفاع بر میزان درجه حرارت افزوده می گردد میانگین دمای سالانه منطقه در طول ۳۰ دوره آماری، ۹ درجه سانتیگراد می باشد 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 تیر ماه می باشد. با توجه به اینکه دما ماههای دی و بهمن به زیر صفر می رسد و نیز به دلیل ارتفاع بیشتر منطقه بیشتر بارشها به صورت برف می باشد، و با افزایش دما در ماه اسفند بلورهای برف سست شده و خطر روان شدن توده برف زیاد می شود بنابراین از نظر شرایط دمایی (حداقل برای تشکیل برف، و حداکثر برای وقوع بهمن) این منطقه از پتانسیل بهمن خیزی برخوردار می باشد.

متوسط بارش سالیانه در منطقه ۵۳۴ میلی متر است که این بارش ها حاصل از بادهای غربی و رطوبت برخاسته از دریای خزر می باشد. بیشترین بارشها در ماههای اسفند و اردیبهشت و کمترین بارشها در ماههای شهریور و مرداد رخ می دهد. بارشهای سنگین یک اینچی و بیشتر از طریق افزایش وزن برف و از بین بردن اتصال لایه های برف باعث حرکت برف و ایجاد بهمن می شوند. با توجه به نقشی که عامل بارندگی در وقوع بهمن دارد و نیز اینکه بیشتر بارشهای منطقه در ماههای اسفند و اردیبهشت رخ می دهد در صورت وجود برف این بارش ها می توانند 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 را نشان می دهد.

تعداد روزهای یخبندان در منطقه زیاد بوده که تقریباً حدود ۸ ماه از سال در بخش اعظم منطقه شاهد وقوع یخبندان می باشیم که این خود دلالت بر میزان سردی هوا و میزان بارش برف دارد.

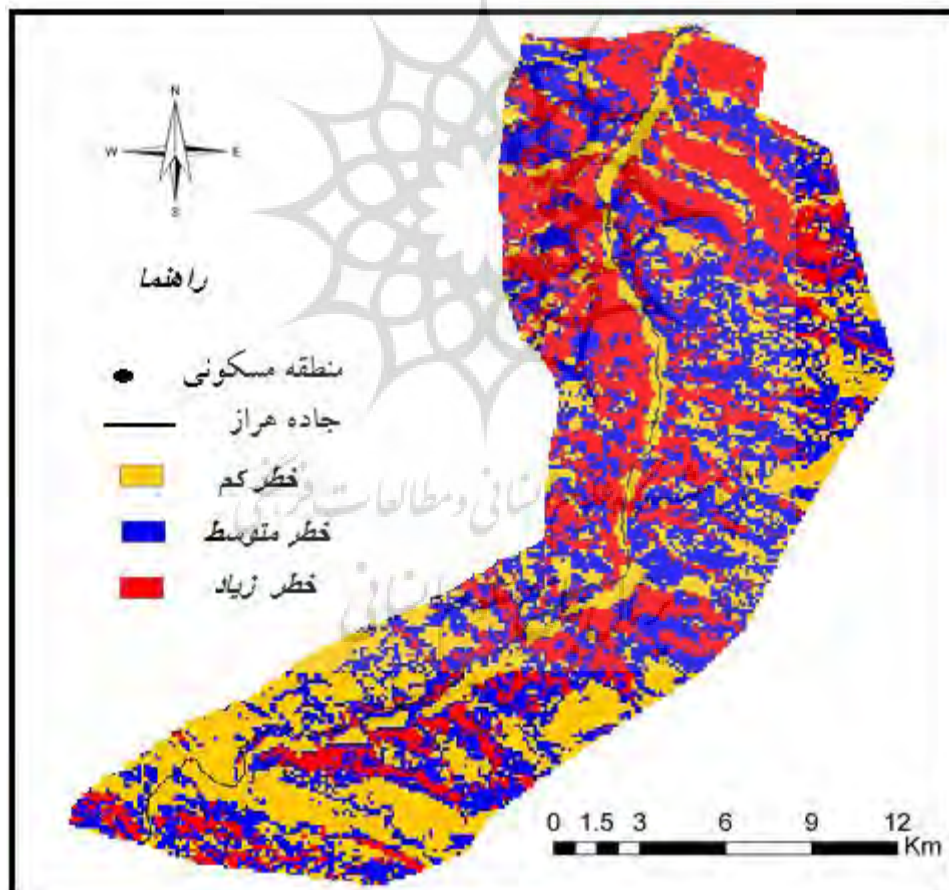
اگر برف به عنوان معمار اصلی بهمن محسوب می شود، مسلماً باد نقش مجسمه ساز را دارد زیرا باد باعث راندن برف نهشته شده و غلتاندن آن و تشکیل توده های برف در محل هایی که بهمن شروع می شود می گردد. با توجه به داده های گلباد ایستگاه ابعلی بیشترین میزان توزیع سرعت باد در کلیه فصول بادهایی با سرعت ۶ - ۴ متر بر ثانیه می باشد که از شدت مناسبی برای حمل برف تازه برخوردار می باشد. و از نظر جهت بادهای غربی باد غالب منطقه و باد جنوب غربی در مرتبه دوم قرار گرفته است. این بادهای با جهت غربی و جنوب غربی سبب انتقال برف از دامنه های بادگیر (غربی) بطرف دامنه های بادپناه (شرقی) و انباشته شدن برف ها در دامنه های بادپناه می-گردد. افزایش ضخامت برف در دامنه های بادپناه خصوصاً در محل خط الرأسها و نقاطی که در آن گیلوئی وجود دارد اغلب باعث برجستگی های جلوآمده ای می گردد که اصطلاحاً به آن کورنیش می گویند و این کورنیشها به وسیله بادروبه های یخی در محل خط الرأسها دائماً بزرگتر شده و هر لحظه احتمال دارد پایداری خود را از دست داده و باعث وقوع بهمن شود. بادهای دو اثر متفاوت در تشکیل بهمن دارند. اول برداشت برف از سطوح بزرگ و نشان دادن آن در سطوح کوچکتر و دوم تراکم نمودن برف در محل جدید و علت اصلی آن تغییر اندازه و شکل دانه های برف می باشد.

با توجه به نقش باد در وقوع بهمن و خصوصیات بادهای منطقه مورد مطالعه از نظر این عامل نیز از پتانسیل بالایی برای وقوع بهمن برخوردار می باشد.

از میان این عواملی که در وقوع بهمن تأثیر گذار بودند ما برای پهنه بندی خطر بهمن در منطقه از پنج عامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، بارش و دما استفاده کرده ایم. با توجه به درجه تأثیر هریک از عوامل در وقوع بهمن وزن دهی شده و در قالب مدل بولین با هم ترکیب شده اند و در نهایت نقشه پهنه بندی خطر بهمن در منطقه تهیه شده است (جدول شماره ۱) (شکل شماره ۷).

جدول شماره ۱: طبقه بندی خطر بهمن برف در تابع بولین

خطر پذیری	مساحت به متر مربع	درصد منطقه
کم	۱۱۴۹۲۱۹۱۶	۱۸/۲۴
متوسط	۲۹۱۶۳۱۲۸۹	۴۶/۵۶
زیاد	۱۱۴۹۲۱۱۹۱۶	۳۴/۰۸



شکل شماره ۳: طبقه بندی خطر بهمن برف در تابع بولین

نتیجه گیری

مطالعات انجام شده نشان می دهد که وضعیت ژئومورفولوژی منطقه ، بویژه عوامل تکتونیک، زمین شناسی و سنگ شناسی از جمله عواملی هستند که در تجمع برف و تشکیل بهمن نقش اساسی دارند. با افزایش ارتفاع به علت کاهش دما میزان برف گیری منطقه بیشتر شده و نیز خطر وقوع بهمن بیشتر می شود. افزایش بارش برف نیز باعث به راه افتادن بهمن می شود. در منطقه مورد مطالعه با افزایش بارش برف خطر وقوع بهمن نیز بیشتر می شود. به علت کوهستانی بودن و کمبود ضخامت خاک منطقه از پوشش گیاهی ناچیزی بر خوردار می باشد و این پوشش مرتعی قابلیت پیشگیری از وقوع بهمن را دارا نمی باشد. با توجه به نقشه نهایی پهنه بندی خطر بهمن در منطقه 34/08 در صد منطقه از خطر بهمن خیزی بالایی برخوردار می باشد و این پهنه خطر زیاد حریم جاده را از امامزاده هاشم به بعد فرا گرفته است. با توجه به این که پهنه بندی حاصل از این مدل به صورت دقیق می باشد می تواند کمک شایانی در جهت شناسایی گذرگاههای بهمن به ما ارائه دهد، بهتر است از سایر مدل ها نیز در پهنه بندی 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 می تواند مؤثر واقع شود بلکه بتوان برنامه ریزی مناسبی در زمینه پیشگیری از وقوع بهمن انجام داد.

فهرست منابع

- ۱- آلباخ، پیتر. زمین شناسی و سنگ شناسی دماوند و اطراف آن . ترجمه علی انتظام و منوچهر مهر نوش، نشریه سازمان زمین شناسی کشور ، ۱۳۴۹، شماره ۱۷ .
- ۲- احمدی ، حسن. ۱۳۶۴. بررسی مناطق بهمن خیز جاده چالوس. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳۹ .
- ۳- احمدی، حسن . ۱۳۶۵ . مبارزه و کنترل بهمن در جاده کرج- چالوس، مجله منابع طبیعی ایران .شماره ۳۹ ۴-
- الماس پور، اردبیلی اصل . ۱۳۸۳ . تعیین حجم ذخایر برفی حوضه های آبریز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ، داده های **MODIS** و آمار ایستگاههای برف سنجی مطالعه موردی ، آبریز سدهای اهر ، علویان ، نهند. اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران ، دانشگاه تهران ، تهران.
- ۵- باقری ، مهدی. ۱۳۷۷ . علل حرکات دامنه ای و ارزیابی اثرات آنها در جاده هراز . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید بهشتی ایران.
- ۶- بهبهانی ، حمید. ۱۳۶۳ . بهمن چگونه بوجود می آید. نشریه سازمان توسعه راههای ایران، شماره ۶ .
- ۷- بیرودیان، نادر. ۱۳۸۲. برف و بهمن (مدیریت مناطق برف گیر) . انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۸- باقدم، عثمان. ۱۳۸۴. ارزیابی ایمنی جاده ای با رویکرد مخاطرات محیطی: مسیر سنندج- مریوان، فصلنامه مدرس علوم انسانی. دوره ۹ . شماره ۱.
- ۹- تیلتون، باک. ۱۳۸۰. بهمن شناسی و ایمنی در بهمن ها. مترجم: رحیم دانایی، تهران. نشر روان
- ۱۰- پدرامی ، منوچهر. ۱۳۷۲. زمین شناسی ایران با بازنگری در چینه شناسی زمانی نئوژن - کواترنر. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

- ۱۱- پگی، پ. درش، ج. بررسی جغرافیای طبیعی شمال ایران ترجمه سیروس سهامی، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۶۲۱، شماره ۴، مشهد.
- ۱۲- تهرانی، خسرو. ۱۳۶۷. کلیاتی در باره چینه شناسی ایران. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
- ۱۳- جداری عیوضی، جمشید. ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- ۱۴- اوکار سرهنگی، عیسی. ۱۳۷۲. ژئومورفولوژی حوضه رود هراز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- ۱۵- دادخواه، منوچهر. ۱۳۷۷. کتاب بهمن. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران
- ۱۶- رجایی، علی (۱۳۹۷) مقایسه نقشه خطر بهمن با نقشه ریسک بهمن، مجله علوم مهندسی، جلد ۳، شماره ۲، ۱۳۹۷.
- ۱۷- راهدان، عباس؛ بیگی، حامد؛ محمدرضایی، مریم؛ رحیمی، مجید (۱۳۹۷) تهیه نقشه خطر بهمن در محیط GIS و الویت بندی گذرگاههای بهمن گیر (مطالعه موردی: قسمتی از گذرگاههای بهمن گیر حوزه آبخیز شمشک) چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، تیرماه ۱۳۹۷

- 18- Akar.N, Yavuz .v, lvy-ochs , kubik . p.w , vardar . M and schluchter. C. 2007. cosmogenic exposuor dating of snow-avalanche ridges Eastern Black Sea Mountains,NE Turkey. Quaternary International,volumes 167-168, pages 4-11.
- 19- Armastrong, B.R.1977.Avalanch hazard in Quray County, Colorado: 1877-1976.University of Colorado, Instiute of Arctic and Alpin Reserch, No.24, PP.125
- 20- Armstrong, B.R. and. William. 1977. The avalanche book
- 21- Ahmadi. H .1974. Caractéristique et aménagement du bassin versant mpntagnrad de I Adur.
- 22- C.E.R.A.F.E.R.1972 .Localisation de risqué d avalanches ET plant des zons exposees.
- 23- 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
- 24- Borland w.M.1973. Timber falls avalanche. Unpublished report prepared fpr Timber falls crop. Vail. Colorado,45
- 25- Wilfried Haeberili and others.(2015),snow and ice –related hazards,risks, and disaters.Book.ELSEVIER.pp.712.