

بررسی منطقه بهمن خیز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: تنگ درکش ورکش استان چهارمحال و بختیاری)

چکیده

یکی از خطرهای طبیعی در مناطق کوهستانی که همواره به بروز تلفات جانی و خسارات مالی فراوان منجر می شود، سقوط بهمن است. به همین جهت، بررسی مناطق بهمن خیز؛ به خصوص زمانی که مسیرهای بهمن مناطق مسکونی و یا جاده ها را تحت تأثیر قرار می دهند، برای جلوگیری از خسارات احتمالی به طور قابل توجهی اهمیت دارد. در این تحقیق براساس اطلاعات محلی، یکی از مناطق بهمن خیز در استان چهارمحال و بختیاری شناسایی شده است. سپس در عملیات میدانی، همه بخش های آن از نزدیک بازدید و خصوصیات مختلف ژئومورفولوژی و کاربری اراضی بررسی شد. در مرحله بعد، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه های ارتفاع، شیب و جهت تولید شد. با استفاده از این نقشه ها و اطلاعات به دست آمده از عملیات میدانی، منطقه تجمع بهمن، گذرگاه های بهمن، منطقه توقفگاه بهمن، مناطق شروع بهمن و پروفیل مسیر اصلی حرکت بهمن استخراج شده است.

واژه های کلیدی: بهمن، کنترل بهمن، منطقه بهمن خیز، گذرگاه بهمن، سقوط بهمن

مقدمه

بهمن عبارت است از حرکت سریع توده برف روبه پایین که تحت تأثیر عواملی مانند شیب و برش در مقطع برف رخ می دهد. بهمن های بزرگ نه تنها ممکن است برف و یخ حمل کنند؛ بلکه همراه خود خاک، سنگ و گیاهان را نیز حمل می کنند (ساس^۱ و ویت^۲، ۱۹۹۵: ۱) زمانی که برف بر اثر تحریک عوامل خارجی مانند وزن برف تازه باریده، باد، وزن یک کوهنورد و ... شرایط ناپایداری بر روی شیب داشته باشد، بهمن با حرکت توده های برف بر روی دامنه پرشیب رخ می دهد. وقوع بهمن تابع شرایط محیطی، از قبیل: بستر برف، شدت و جهت باد، مقدار برف تازه باریده شده، عدم اتصال کریستال های برف جدید به برف قدیمی، گرم شدن برف در طول روز، شیب مناسب و ... است. وجود

همزمان شرایط فوق امکان وقوع بهمن را به شدت افزایش می دهد (مات^۱ و همکاران، ۲۰۱۰: ۲). خطر بهمن تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، عوارض زمین و فعالیت های انسانی است. بارش برف سنگین وقتی با بادهای شدید همراه باشد موجب افزایش خطر بهمن می شود. این به علت تشکیل توده های برف ناپایدار بادرอบ شده است. همچنین، گرم شدن ناگهانی و سریع موجب افزایش خطر بهمن می شود. معمولا بهمن ها از جایی شروع می شوند که دسترسی به آن چندان ساده نیست و همین امر سبب می شود به طور ناگهانی رخ دهند (وادج^۲ و همکاران، ۱۹۹۵: ۳). بیشتر بهمن های خشک به طور طبیعی در طول وقوع برف یا اندکی پس از آن رخ می دهند. آنها معمولا آهسته رخ می دهند (رویتز^۳ و شوایزر^۴، ۲۰۰۹). بهمن معمولا در شیب های تند تر از ۳۰ درجه رخ می دهد. شیب های مستعد بهمن اغلب در نواحی که کمتر آفتاب دریافت می کنند و نزدیک صخره ها و مناطقی که برف بادروب شده را دریافت می کنند، قرار دارند. بیشتر بهمن های قطعه ای به وسیله مشتاقان ورزش های زمستانی ایجاد می شوند. فعالیت این ورزشکاران با ایجاد بهمن های پیش رس می تواند موجب کاهش خطر بهمن شود (انجمن جلوگیری از وقوع حوادث سوئیس^۵، ۲۰۱۰). شوایزر و جامیسن^۶ برای بررسی پایداری برف از اطلاعات ایستگاه هواشناسی محلی و مشاهدات میدانی برف باریده استفاده کردند (شوایزر^۷ و جامیسن^۸، ۲۰۱۲: ۱). در مطالعاتی در رومانی با استفاده از تکنیک های سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل سازی سه بعدی، نقشه خطر بهمن تولید و با اهداف مدیریت منابع طبیعی و مدیریت جهانگردی استفاده شد (کواسنیانو^۹ و همکاران، ۲۰۱۱: ۱). تدابیر احتیاطی بهمن به طور فزاینده ای به خاطر رشد جمعیت و افزایش توریست ها در مسیرهای بهمن خیز آلپ و مناطق دیگر مورد اهمیت است (حوزه تحقیقات اروپا^{۱۰}، ۲۰۰۹: ۱۳). در مطالعات انجام شده در ایسلند مشخص شده است که خسارات مالی مستقیم ناشی از وقوع بهمن طی یک دوره ۲۶ ساله حدود ۳٫۸ بلیون IKR بوده است (تریسی^{۱۱}، ۲۰۰۱: ۱). در مطالعاتی در سوئیس پرواز هواپیماهای نظامی در ارتفاعات پایین و استفاده از عملیات انفجاری برای بررسی سقوط پیش رس بهمن استفاده شد که نتایج نشان داد این روش ها برای جلوگیری از انباشته شدن برف و ایجاد سقوط پیش رس مناسب هستند (راتر^{۱۲} و شوایزر^{۱۳}، ۲۰۰۹: ۱). شناسایی مناطق مستعد بهمن برای برآورد مناطق تحت تأثیر خطر به خصوص زمانی که هیچ داده ای در دست نیست، بسیار مشکل است (ماگیونی^{۱۴} و گرابر^{۱۵}، ۲۰۰۳: ۷). تعیین سطوح مستعد لغزش بهمن یا منطقه شروع اولین گام برای برآورد خطر بهمن در یک منطقه است (هاتر^{۱۵}، ۱۹۹۶: ۴). برای بهمن ها مسیرهای مشخصی وجود دارد که مرزهای زمینی یک بهمن مشخص

1-Mott

2-Wadge

3-Reuter

4-Schweizer

5-Buf – Swiss Council for Accident Prevention

6-Schweizer

7-Jamieson

8-Covasniuanu

9-European Research Area

10-Tracy

11-Rruter

12-Schweizer

13-Maggioni

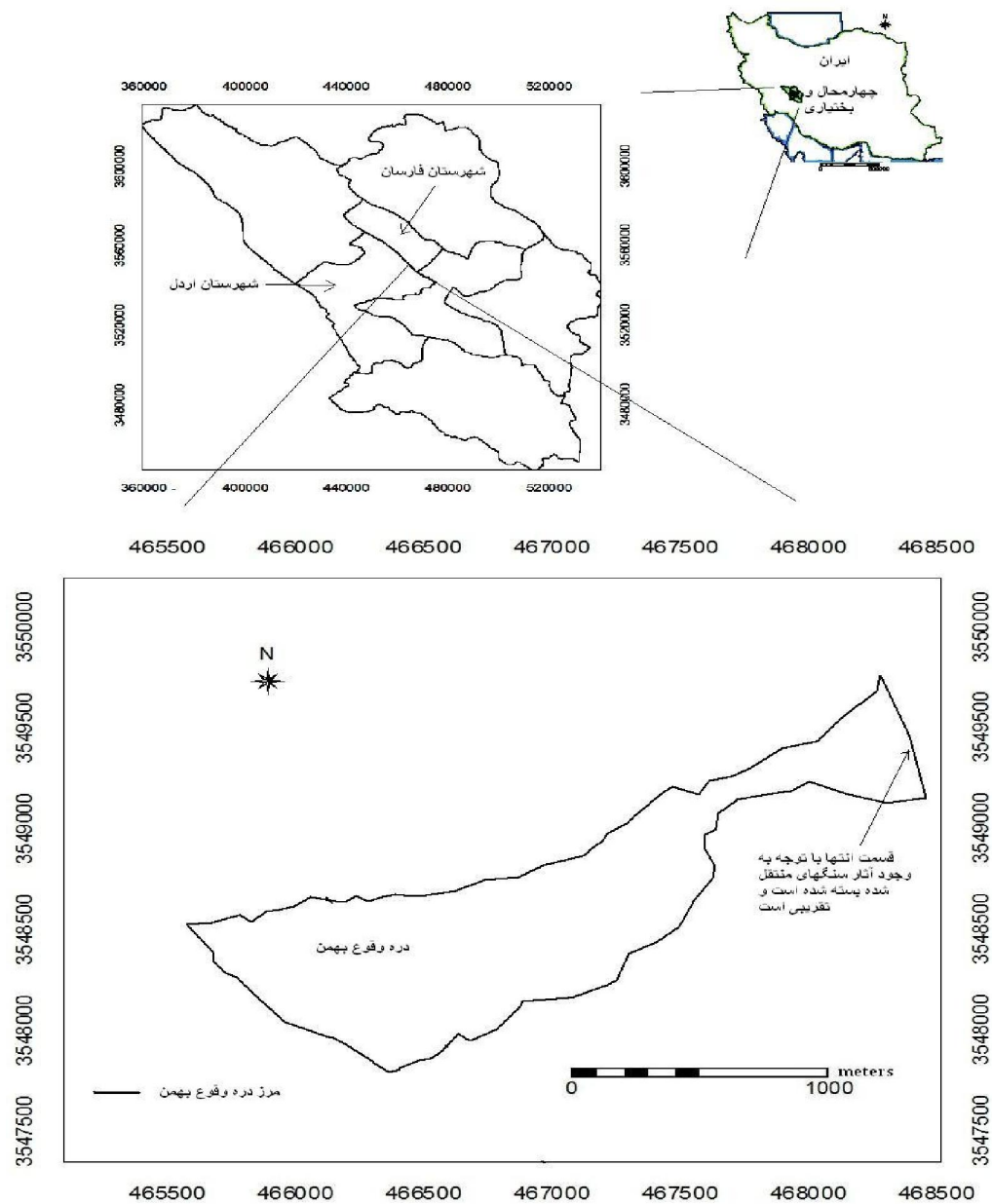
14-Gruber

15-Hutter

را نشان می دهد (میرز^۱، ۱۹۹۲: ۲). مطالعات انجام شده در مورد بهمن در کشور بسیار محدود است که در این مورد می-توان به مطالعات زیر اشاره کرد: بررسی مناطق بهمن خیز جاده چالوس (احمدی، ۱۳۶۴)، مبارزه و کنترل بهمن در جاده کرج - چالوس (احمدی، ۱۳۶۵)، شرایط جوی سقوط بهمن در راه هراز (فخاری، ۱۳۷۳)، بررسی بهمن خیزی حوزه آبخیز دره سه پستان فریدونشهر اصفهان (احمدی و نصری، ۱۳۸۳)، پهنه بندی خطر بهمن در جاده هراز براساس ویژگی های ژئومورفولوژیک (قنواتی و کریمی، ۱۳۸۷)، مطالعات راهبردی برای تهیه نقشه مناطق پرخطر بهمن خیز در حوزه آبخیز (احمدی و طاهری، ۱۳۸۸)، بررسی وضعیت بهمن خیزی حوزه های البرز مرکزی (زارع بیدکی و همکاران، ۱۳۸۸)، معرفی یک روش جدید طبقه بندی گذرگاه های بهمن براساس فاکتورهای توپوگرافی و ژئومورفولوژی (زارع بیدکی و احمدی، ۱۳۹۰)، و تهیه نقشه خطر بهمن در جاده نسا - گچسار با بهره گیری از اطلاعات ژئومورفولوژی و آب و هوا (زارع بیدکی و همکاران، ۱۳۹۰). هدف اصلی این مطالعه، بررسی شرایط فیزیوگرافی منطقه بهمن خیز است. همچنین، بررسی مشخصات ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و آب و هوای هم به صورت جزئی تر انجام شده است.

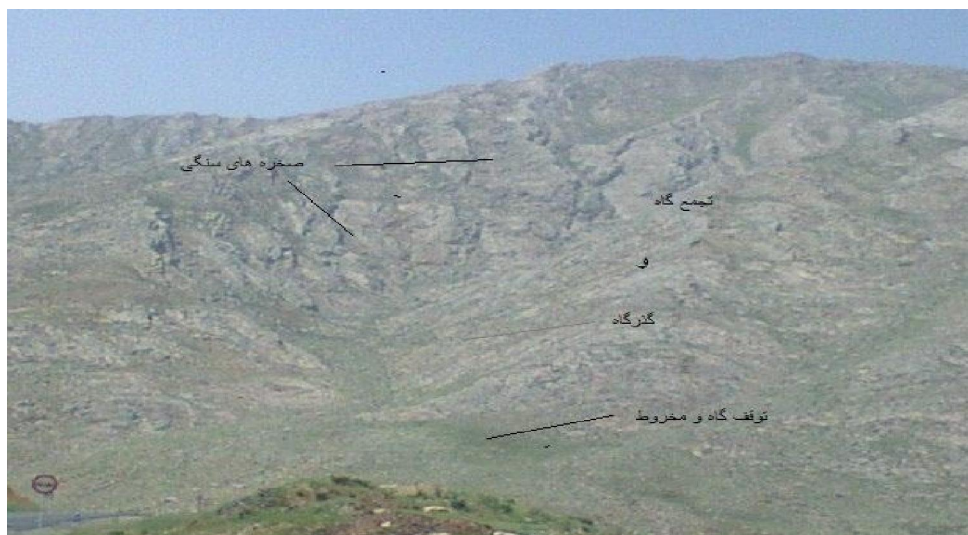
داده ها و روش پژوهش

منطقه مورد مطالعه منطقه بهمن خیزی است که در مجاورت ایستگاه هیدرومتری درکش ورکش و بر روی مرز شهرستان های فارس و اردل قرار می گیرد. این منطقه بخشی از حوزه آبخیز بهشت آباد واقع در استان چهارمحال و بختیاری است. این منطقه از نظر موقعیت بین عرض ۳۵۴۷۸۰۱ تا ۳۵۴۹۶۸۶ شمالی و طول ۴۶۵۵۹۹ تا ۴۶۸۴۴۸ شرقی قرار می گیرد. شکل (۱) موقعیت این منطقه را نشان می دهد.



شکل ۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه پس از جمع آوری اطلاعات محلی مبنی بر سابقه وقوع بهمن، طی بازدید میدانی، تعیین موقعیت منطقه و بررسی ژئومورفولوژی و کاربری اراضی و شناسایی بخش های مختلف این گذرگاه صورت گرفت. شکل های ۲ و ۳ تصاویری از این منطقه است که قبل و پس از اولین بارش برف زمستانی تهیه شده اند.

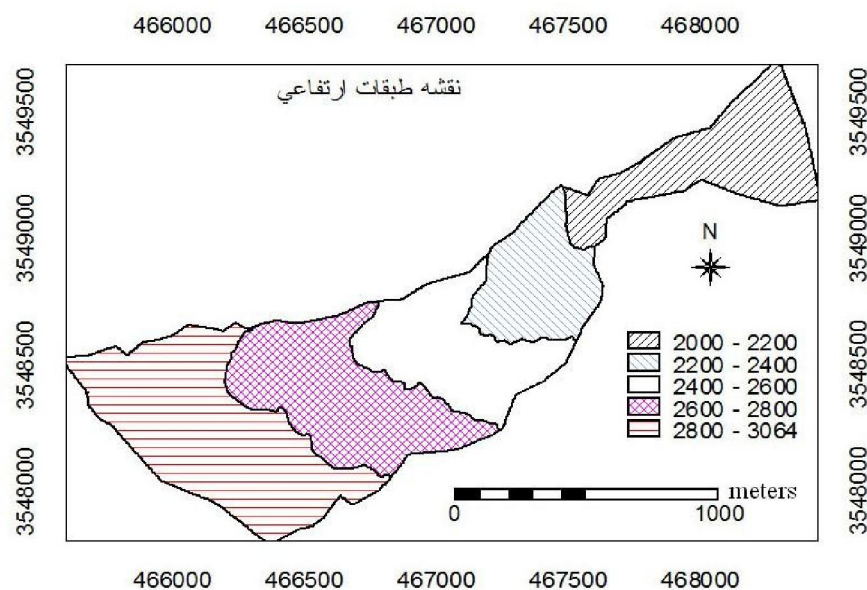


شکل (۲) منطقه بهمن خیز و بخش های آن قبل از بارش برف



شکل (۳) شروع تجمع برف پس از اولین بارش

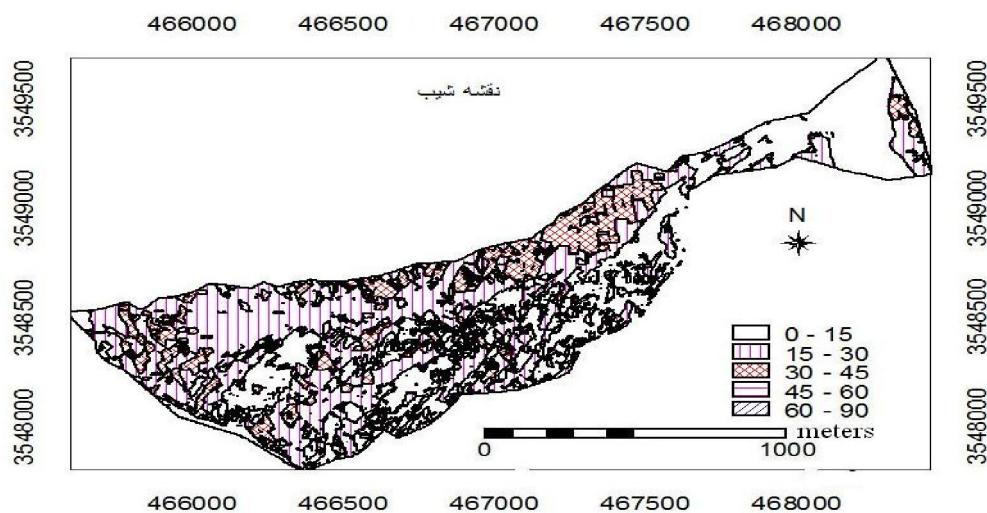
هر چند در عمل نمی توان مرز کاملاً دقیقی بین بخش های تجمع گاه، گذرگاه و توقفگاه بهمن مشخص کرد؛ اما حدود تقریبی و شکل فیزیکی این بخش ها به صورت واضحی در شکل های (۲ و ۳) قابل مشاهده است. پس از برداشت موقعیت منطقه به کمک سامانه موقعیت یاب مکانی، با استفاده از این اطلاعات و نرم افزار الویس، مرز منطقه بسته و با استفاده از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ پس از رقومی کردن خطوط تراز، نقشه مدل رقومی ارتفاعی و با استفاده از آن نقشه های هیپسومتری، شیب و جهت استخراج شدند. شکل (۴) نقشه هیپسومتری منطقه را نشان می دهد.



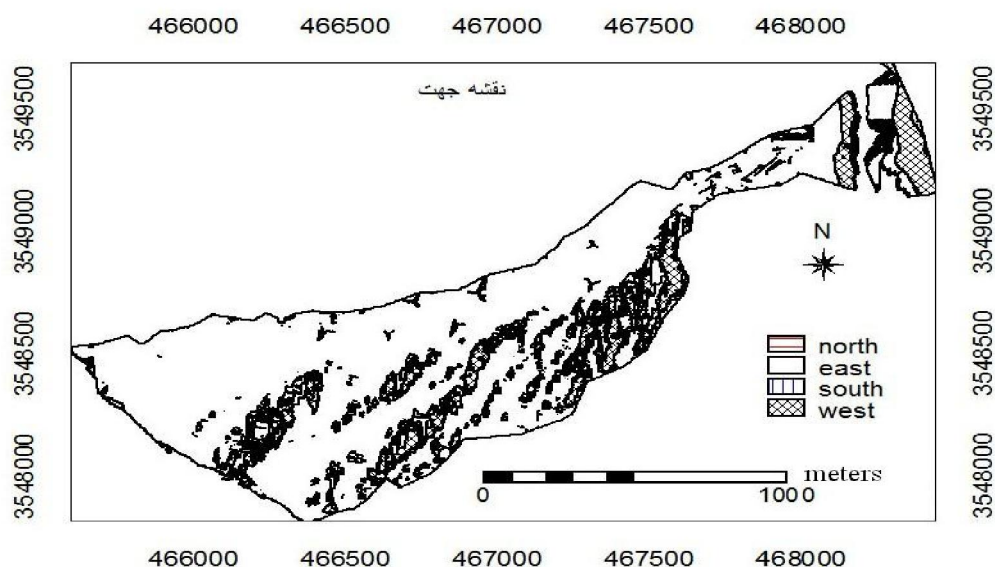
شکل (۴) نقشه هیپسومتری

با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه بهمن، شیب زمین از مهمترین عوامل مؤثر در وقوع این پدیده است. مطالعات انجام شده قبلی نشان می‌دهد در شیب‌های بسیار زیاد یا شیب‌های بیشتر از ۵۰ درصد امکان تجمع برف وجود ندارد و در شیب‌های کم یا شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد امکان حرکت بهمن وجود ندارد. در این مطالعه تولید نقشه شیب براساس طبقه‌بندی موجود در این زمینه که فراوانی وقوع بهمن را بر اساس شیب بیان می‌کند، انجام شده است. شکل (۵) نقشه شیب منطقه را نشان می‌دهد.

پس از این مرحله و با توجه به اینکه جهت‌های جغرافیایی از عوامل مهم دیگر در بررسی بهمن هستند، نقشه جهت-های جغرافیایی منطقه تولید شد. شکل (۶) نقشه جهت‌های جغرافیایی را نشان می‌دهد.

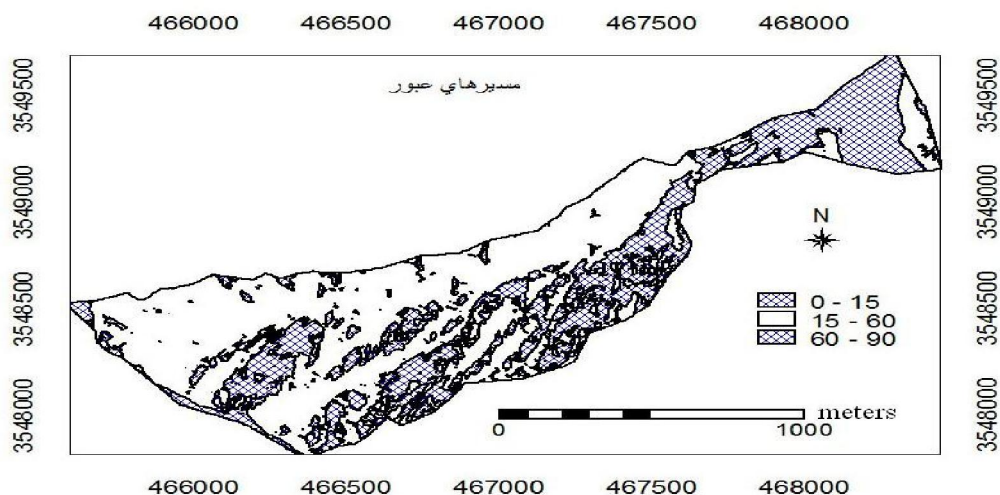


شکل (۵) نقشه شیب

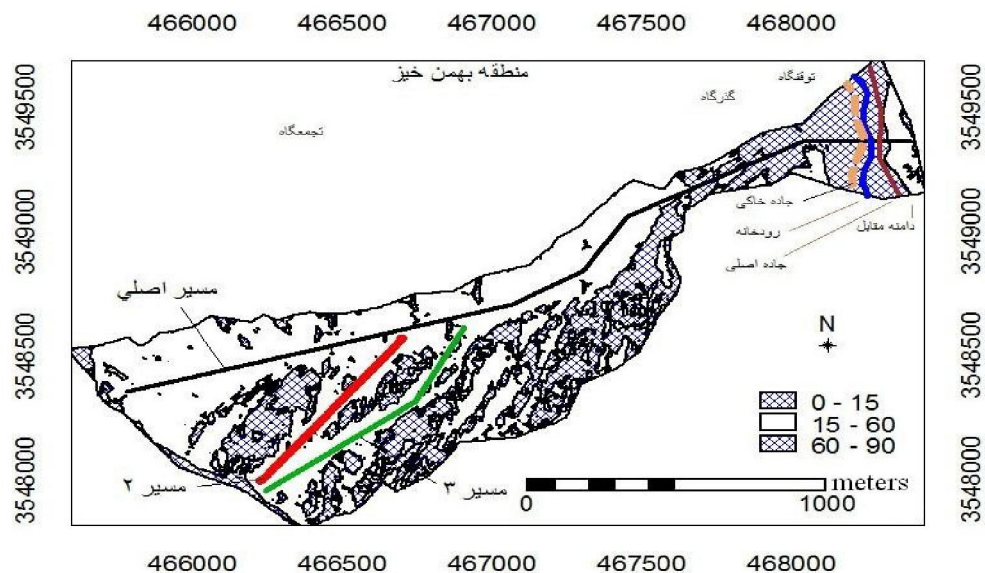


شکل (۶) نقشه جهت های جغرافیایی

در مرحله بعد با استخراج یک نقشه سه کلاسه که به کمک آن می توان مناطق مستعد وقوع بهمن (طبقات شیب ۱۵ تا ۳۰ درجه، ۳۰ تا ۴۵ درجه و ۴۵ تا ۶۰ درجه) و مناطق نامستعد (طبقات شیب کمتر از ۱۵ درجه و بیشتر از ۶۰ درجه) را از هم جدا کرد، مسیرهای عبور بهمن که شامل یک مسیر اصلی و ۲ مسیر فرعی است، مشخص شدند. شکل (۷) مسیرهای عبور در نقشه شیب سه کلاسه و شکل (۸) منطقه بهمن خیز و مسیرهای عبور بهمن را نشان می دهد.

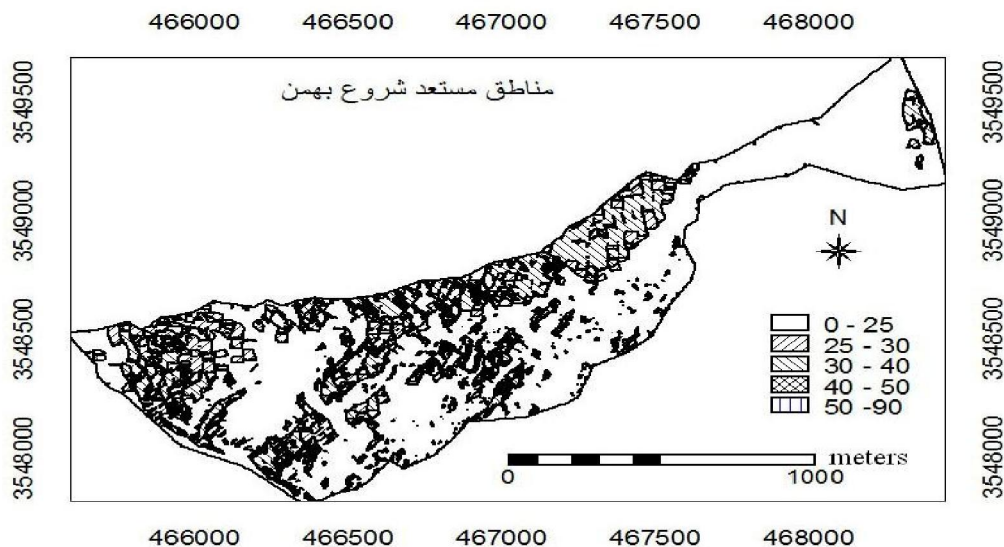


شکل (۷) نقشه شیب سه کلاسه

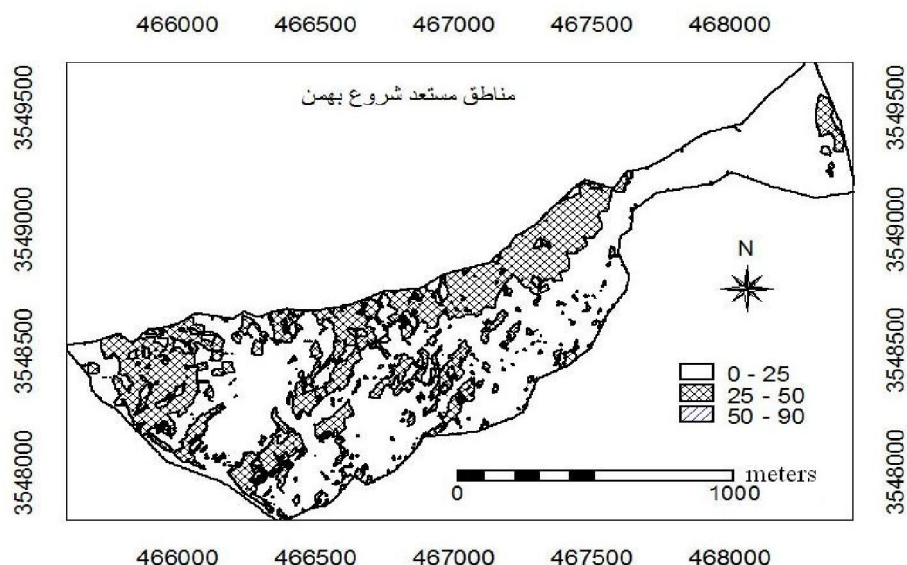


شکل ۸) منطقه بهمن خیز

برای کنترل و مبارزه با بهمن شناسایی نقطه شروع بهمن بسیار با اهمیت است. این نقطه یا جایی که برف قیچی می شود، در منطقه تجمع گاه قرار دارد. براساس مطالعات انجام شده، شیب ناحیه شروع ۲۵ تا ۵۰ درجه و برای بهمن های بزرگ ۳۰ تا ۴۰ درجه است. برای مشخص کردن این منطقه یا نقاط مستعد شروع بهمن و با توجه به اطلاعات فوق، نقشه های شیبی استخراج شد که این شیب ها را از مناطق دیگر جدا کرده، حدود مناطقی را که احتمال وجود نقاط شروع بهمن در آنها هست، مشخص می کند. شکل های ۹ و ۱۰ مناطق مستعد شروع بهمن را نشان می دهند.

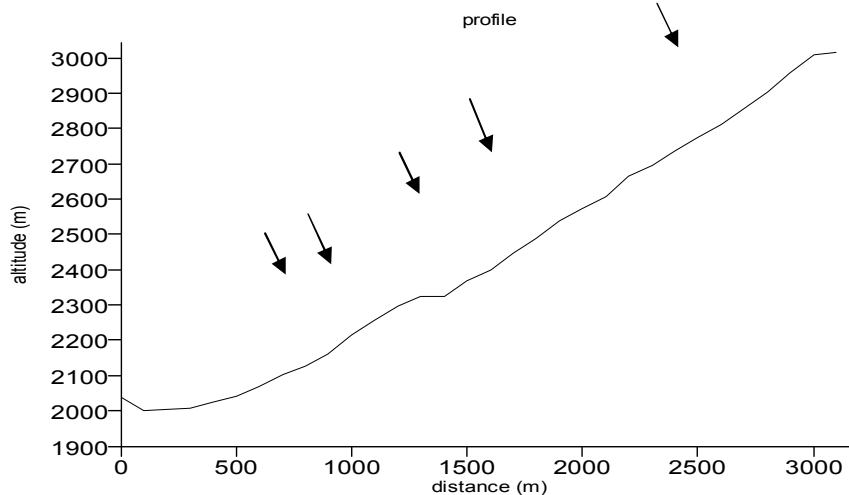


شکل ۹) مناطق مستعد شروع بهمن



شکل ۱۰) منطقه شروع بهمن

در مرحله بعد پروفیل مسیر اصلی عبور بهمن استخراج و با توجه به تغییر شیب‌های ناگهانی بر روی این پروفیل نقاطی که مستعد شروع بهمن هستند، در این مسیر مشخص شدند. شکل (۱۱) پروفیل مسیر اصلی عبور بهمن و نقاط مستعد شروع بهمن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱) پروفیل مسیر اصلی حرکت بهمن

بررسی عناصر آب و هوایی

مهمترین عناصر آب و هوایی مؤثر بر وقوع بهمن عبارتند از: بارش، دما و باد. برای بررسی و تخمین میزان بارندگی از آمار چهار ایستگاه مجاور و احاطه کننده منطقه، شامل: ایستگاه‌های جونقان، اردل، رستم آباد و دشتک استفاده شد. نزدیکترین ایستگاه به این منطقه ایستگاه جونقان است که در ارتفاع ۲۰۶۵ متری واقع شده و دارای بارش متوسط سالیانه ۶۳۰ میلی متر است. با توجه به نبودن ایستگاه در خود منطقه برآورد دقیق میزان بارندگی امکان پذیر نیست؛ ولی مقدار

تقریبی آن با استفاده از آمار ایستگاه های فوق و به کارگیری روش خطوط هم باران، حدود ۸۰۰ میلی متر است. درصد بارش برف و باران به طور ماهانه و در ماه هایی که بارش برف به ثبت رسیده است، در این منطقه در جدول (۴) نمایش داده شده است (بهارلوئی، ۱۳۸۴).

جدول (۴) درصد ماهانه بارش برف و باران در ماه های برفی

آذر		دی		بهمن		اسفند		فروردین	
باران	برف	باران	برف	باران	برف	باران	برف	باران	برف
۱۸/۲	۸۱/۸	۰	۱۰۰	۲/۵	۹۷/۵	۶۸/۵	۳۱/۵	۹۷/۹	۲/۱

یافته های پژوهش

همان طور که اشکال (۲ و ۳) نشان می دهند، کاربری اراضی در این منطقه کاربری مرتع است که پوشش بوته ای بسیار تنکی از گون و گیاهان یکساله را شامل می شود. پوشش گیاهی اثر مخلوطی روی سقوط بهمن دارد. بوته ها تا زمانی که کاملاً پوشیده نشده، قدرت نگهداری بهمن را دارند؛ اما وقتی که توسط برف پوشیده شدند، نقاط ضعیفی در پوشش برف به وجود می آورند. گراس های یکساله به جهت ایجاد سطح لغزنده و کاهش زبری موجب افزایش خطر سقوط بهمن می شوند. از نظر ژئومورفولوژی مهمترین رخساره، صخره های سنگی هستند که در قسمت تجمع گاه قرار گرفته اند و موجب تشدید وقوع بهمن می شوند. جنس مواد آهکی بوده، ماسه سنگ ها و رسوبات تخریبی در بخش های گذرگاه و توقفگاه دیده می شوند. شاخص عمده تشخیص گذرگاه بهمن مورفولوژی دامنه ها و دره ها بوده؛ به طوری که ریزش و تجمع سنگریزه به شکل مخروط های فاقد آثار رواناب و شیار و عاری بودن دره های پرشیب از پوشش گیاهی، قلوه سنگ ها نشان عبور بهمن است (احمدی و نصری، ۱۳۸۳). قسمت مخروط در بخش ابتدایی فاقد سنگ های بزرگ است و این مصالح را می توان در بخش پایینی مخروط به وضوح مشاهده کرد.

جدول (۱) مساحت طبقات ارتفاعی را نشان می دهد. سطح کلی منطقه حدود ۱,۵ کیلومتر مربع است. این سطح با توجه به نقشه و تصاویر منطقه، سطح کلی دره و منطقه تحت تأثیر بهمن تا نواحی ابتدایی دامنه مقابل است.

جدول (۱) طبقات ارتفاعی

مساحت (متر مربع)	طبقه ارتفاعی
۲۶۴۰۰۹	۲۰۰۰ - ۲۲۰۰
۱۹۴۲۶۹	۲۲۰۰ - ۲۴۰۰
۲۵۶۵۰۱	۲۴۰۰ - ۲۶۰۰
۳۳۸۰۵۷	۲۶۰۰ - ۲۸۰۰
۴۶۶۱۹۴	۲۸۰۰ - ۳۰۶۴
جمع: ۱۵۱۹۰۳۰	

بر اساس مطالعات هیپسومتری حداقل ارتفاع منطقه ۲۰۰۰ متر است و ارتفاع متوسط ۲۵۷۱ متر و ارتفاع حداکثر ۳۰۶۴ متر است. با توجه به اعداد ارتفاع، این منطقه به خصوص در دوره های ترسالی می تواند برف زیادی را دریافت نماید. بررسی های انجام شده محققان نشان می دهد که در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا، اگر نزولات آسمانی در مدت ۳ روز به ۲۵ میلی متر آب معادل برسد، در صورت مساعد بودن سایر شرایط سقوط بهمن وجود دارد. در صورتی که این میزان به ۵۰ میلی متر برسد، خطر جدی و اگر به ۱۰۰ میلی متر برسد، خطر سقوط حتمی است. با توجه به اینکه حداقل ارتفاع منطقه ۲۰۰۰ متر است، مساعد بودن شرایط از نظر ارتفاع مشخص است. با توجه به شکل (۵) موقعیت قرارگیری مناطق مستعد وقوع بهمن با فراوانی وقوع زیاد و متوسط از نظر شیب، قابل دسترسی است. همچنین، جدول (۲) نشان می دهد که از نظر شیب، منطقه به شدت مستعد وقوع بهمن بوده و شیب های مستعد وقوع بهمن قسمت های عمده مناطق تجمع گاه و گذرگاه را شامل می شوند. شیب های بالای ۶۰ درجه حدود ۱ درصد منطقه را می پوشانند و شیب های کمتر از ۱۵ درجه حدود ۳۶ درصد منطقه را شامل می شوند که عمدتاً در بخش توقفگاه قرار گرفته اند. در این طبقه بندی شیب های ۳۰ تا ۴۵ درجه دارای فراوانی وقوع زیاد و همچنین، شیب های ۱۵ تا ۳۰ درجه و ۴۵ تا ۶۰ درجه دارای فراوانی وقوع متوسط هستند. در شیب های ۳۰ تا ۴۵ درجه تعادل بین استحکام برف و فشار ناشی از نیروی ثقل که باعث سست شدن برف می شود، خیلی بحرانی است. در شیب های تندتر نیروی ثقل مؤثرتر خواهد بود و برف به طور دائم در حال غلتیدن یا جدا شدن بوده و به این ترتیب، از انبوه شدن پوشش برف جلوگیری می شود.

جدول (۲) طبقات شیب

درصد مساحت	مساحت (متر مربع)	فراوانی وقوع بهمن	طبقه شیب
۳۶	۵۴۹۵۰۸	کم	۰ - ۱۵
۴۷	۷۱۰۴۴۲	متوسط	۱۵ - ۳۰
۱۵	۲۳۵۱۰۷	زیاد	۳۰ - ۴۵
۱	۲۴۰۹	متوسط	۴۵ - ۶۰
۱	۱۵۹۴	کم	۶۰ - ۹۰
جمع: ۱۰۰			

بر اساس شکل (۶) و جدول (۳)، حدود ۸۷ درصد منطقه در دامنه شرقی قرار گرفته و حدود ۱۱ درصد در دامنه غربی واقع شده است. در نیمکره شمالی دامنه های شرقی صبح ها رو به آفتاب هستند؛ در حالی که دامنه های غربی بعد از ظهرها تابش آفتاب را دریافت می کنند. با توجه به این که دمای هوا در بعد از ظهر بیشتر است، بنابراین، در مجموع دامنه های شرقی دارای تبخیر کمتر و رطوبت بیشتری هستند؛ اما براساس مطالعات قبلی برخی مواقع در دامنه های شرقی بهمن های فعال و خطرناکی مشاهده می شود که علت اصلی آن وجود باد غالبی است که از غرب می وزد. این باد ضخامت برف را روی دامنه های شرقی افزایش داده، موجب سقوط بهمن می شود. دامنه های غربی خطر چندانی از نظر ایجاد بهمن

ندارند؛ به طوری که در پایان روز انرژی حرارتی قابل ملاحظه‌ای دریافت می‌کنند که خود موجب ذوب تدریجی برف شده، از انباشته شدن آن جلوگیری می‌کند.

جدول ۳) جهت‌های جغرافیایی

درصد مساحت	مساحت (متر مربع)	جهت جغرافیایی
۱	۲۱۶۲۹	شمال
۱۱	۱۵۴۰۰۲	غرب
۸۷	۱۱۸۷۰۹۷	شرق
۱	۱۴۵۹۲	جنوب
جمع: ۱۰۰		

مسیرهای عبور بهمن با توجه به نقشه جهت در دامنه شرقی قرار گرفته و بنابراین، هم از نظر شیب و هم از نظر جهت مستعد وقوع بهمن هستند. شکل (۷) مسیرهای عبور در نقشه شیب سه کلاسه و شکل (۸) منطقه بهمن خیز و مسیرهای عبور بهمن را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌های ۲، ۳ و ۸ و قرارگیری جاده خاکی، رودخانه و جاده اصلی درست در منطقه توقفگاه، ضرورت کنترل و مبارزه با بهمن امری اجتناب ناپذیر است. بهمن‌های بزرگ پس از عبور از جاده خاکی و مسدود کردن موقت رودخانه و ایجاد شرایط سیلابی شدن موقت، جاده اصلی را که محل عبور است، تحت تأثیر قرار داده و می‌توانند به بروز حوادث جبران ناپذیر منجر شوند.

با توجه به جدول (۴) در طول ۵ ماه از سال بارش برف در این منطقه رخ می‌دهد. اخیراً با توجه به تغییرات آب و هوای جهانی رخداد بارش برف در آبان هم اتفاق افتاده که مقدار آن ناچیز است. مقدار بارندگی شرایط مساعد جهت وقوع بهمن را نشان می‌دهد. برآورد دقیق پارامترهای دما نیز به علت نبودن ایستگاه در خود منطقه امکان‌پذیر نیست. میانگین دمای سالیانه، میانگین دمای حداقل سالیانه و میانگین دمای حداکثر سالیانه در ایستگاه کلیماتولوژی بلداجی که نزدیکترین ایستگاه به این منطقه است، به ترتیب برابر با ۱۰٫۴، ۱٫۹ و ۱۸٫۹ درجه سانتی گراد است. بررسی‌ها نشان می‌دهد با افزایش دما به بالاتر از صفر درجه خطر بهمن افزایش می‌یابد و دمای ۹ تا ۱۱ درجه بیشترین خطر را در وقوع بهمن داراست (قنواتی، ۱۳۸۷)، همچنین، حداکثر باد سالیانه بین ۱۴ تا ۲۰ متر بر ثانیه متغیر بوده است. هر چند که باد به شدت تحت تأثیر توپوگرافی محل است، باد غالب از غرب می‌وزد. برای برداشتن برف‌های تازه باریده از روی زمین سرعت ۲۴٫۱۳ کیلومتر در ساعت یا ۶٫۷ متر بر ثانیه کافی است. بنابراین، با توجه به سرعت حداکثر باد در منطقه، باد به انباشته شدن برف بر روی دامنه شرقی منجر شده و از عوامل تشدید خطر بهمن است.

نتیجه‌گیری

بررسی شرایط فیزیکی نشان می‌دهد این منطقه بهمن خیز از نظر جهت‌های جغرافیایی عمدتاً دامنه شرقی بوده، مسیر اصلی بهمن در این جهت قرار دارد و بنابراین، از شرایط حاکم بر دامنه‌های شرقی پیروی می‌کند. این دامنه تحت تأثیر باد غالب پوشش برف زیادی را در خود جای می‌دهد که با وجود مساعد بودن سایر شرایط به شکل بهمن به سمت

پایین حرکت می کند. دو مسیر فرعی دیگر نیز بروی دامنه شرقی قرار دارند. در این مسیرها صخره های سنگی وجود دارد که موجب تشدید رخداد بهمن می شوند. از نظر شیب نتایج به دست آمده از بررسی منطقه، یافته های قبلی محققان را تصدیق می کند. از نظر شیب قسمت عمده منطقه در طبقات شیبی قرار می گیرند که دارای فراوانی وقوع متوسط و زیاد هستند. بررسی شیب و پروفیل مسیر اصلی نشان می دهد که تغییر شیب های ناگهانی می تواند نقاط شروع بهمن باشند. این بررسی کمک قابل توجهی در مراحل مبارزه و کنترل بهمن خواهد نمود. از نظر ارتفاعی، منطقه با دارا بودن ارتفاع متوسط ۲۵۷۱ متر و قرار گرفتن در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر پتانسیل خوبی برای دریافت بارش به شکل برف دارد. از آنجایی که این بهمن خیز مشرف به جاده خاکی و اصلی قرار گرفته، در بخش توقفگاه خود است. ضروری است مسئولان تمهیدات لازم برای اجرای پروژه کنترل و مبارزه با بهمن را در این منطقه مد نظر قرار دهند. با توجه به کاربری منطقه و شرایط فیزیکی منطقه و همچنین، شرایط اقتصادی و سهولت اجرا، روش مبارزه فعال یا دائمی را که با اجرای بانکت های کم عرض، بانکت های عریض، سکو یا تراس ها و گردان ها یا حفره ها به دنبال بالا بردن زبری زمین و کاهش لغزش و خزش برف یا ایجاد یک سطح اتکای افقی و شکستن شیب دامنه است، می تواند به عنوان روش های مبارزه و کنترل بهمن مورد بررسی مسئولان قرار گیرد. در این مطالعه به روش های مبارزه با بهمن پرداخته نشده و فقط منطقه بررسی شده است.

منابع

- ۱- احمدی، حسن. (۱۳۶۴). «بررسی مناطق بهمن خیز جاده چالوس»، منابع طبیعی ایران، ش ۳، صص ۱-۱۲.
- ۲- ———. (۱۳۶۵). «مبارزه و کنترل بهمن در جاده کرج - چالوس»، منابع طبیعی ایران، ش ۴۰، صص ۱-۱۱.
- ۳- احمدی، حسن و سعید طاهری. (۱۳۸۸). «مطالعات راهبردی برای تهیه نقشه مناطق پرخطر بهمن خیز در حوزه آبخیز (بررسی موردی جاده چالوس)»، لوح فشرده پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی)، دوم و سوم اردیبهشت ۱۳۸۸ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ص ۱۰.
- ۴- احمدی، حسن و مسعود نصری. (۱۳۸۶). «بررسی وضعیت بهمن خیزی حوزه آبخیز دره سه پستان (فریدونشهر استان اصفهان) با استفاده از تکنیک های GIS»، نشریه دانشکده منابع طبیعی، ش ۶۰، صص ۱۳-۳۲.
- ۵- فخاری، حسین. (۱۳۷۳). «شرایط جوی سقوط بهمن در راه هراز»، مجموعه مقالات سمینار هیدرولوژی برف و یخ، دانشگاه ارومیه.
- ۶- قنواتی، عزت الله و جبار کریمی. (۱۳۸۷). «پهنه بندی خطر بهمن در جاده هراز براساس ویژگی های ژئومورفولوژیکی»، نشریه علوم جغرافیایی، ش ۱۲، صص ۸۳-۱۰۰.
- ۷- زارع بیدکی، رفعت؛ حسن احمدی و محمد مهدوی. (۱۳۸۸). «بررسی وضعیت بهمن خیزی حوزه های البرز مرکزی»، لوح فشرده پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی)، دوم و سوم اردیبهشت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ص ۹.
- ۸- زارع بیدکی، رفعت و حسن احمدی. (۱۳۹۰). «معرفی یک روش جدید طبقه بندی مسیرهای بهمن بر مبنای ویژگی های توپوگرافی و ژئومورفولوژیک»، اولین کنفرانس ملی برف، یخ و بهمن، دانشگاه شهر کرد.

۹- زارع بیدکی، رفعت؛ حسن احمدی؛ محمد مهدوی و عبدالله صداقت کردار. (۲۰۱۱). «تهیه نقشه خطر بهمن در جاده نسا - گچسار با بهره گیری از اطلاعات ژئومورفولوژی و اقلیم»، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی / ایران، ۶۴، صص ۲۹۵ - ۳۰۶.

- 10- Buf – Swiss Council for Accident Prevention, (2010). Avalanche Danger, How to better assess the risks.
- 11- Covasniuanu, A., Grigoras, I.R., State, L.E., Balin, D., Hogas, S., Balin, I., (2011). Mapping snow avalanche Risk Using GIS Technique and 3D Modeling. Case study – Ceahlau National Park, Rom. Journ. Phys., Vol. 56, Nos. 3-4, 476-483, Bucharest.
- 12- European Research Area, (2009). The design of avalanche protection dams, Climate Change and Natural Hazard Research - Series 2. 195p.
- 13- Hutter, K, (1996). Avalanche dynamics. In: Singh, V.P. (Eds), Hydrology of disasters. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher, 317–394.
- 14- Jurg Schweizer and J. Bruce Jamieson, (2012). Avalanche Forecasting for Transportation Corridor and Backcountry in Glacier National Park (Bc, Canada), Department of Civil Engineering, University of Calgary, Canada, 34, 238-244.
- 15- Maggioni, M., and U. Gruber, (2003). The Influence of Topographic Parameters on Avalanche Release Dimension and Frequency, Cold Region and Science Technology 37, 407-419.
- 16- Mears, A.I., (1992). Snow Avalanche Hazard Analysis for Land-Use Planning and Engineering, Bulletin 49. Colorado Geological Survey, Geological Survey, Dept. of Natural Resources, Denver, Colorado, 54 p.
- 17- Mott, R., Grunewald, T., Schirmer, M., Wirz, V., Lehning, M., (2010). Understanding snow deposition on mountain slopes, Journal of Geophysical Research, 12: EGU2010-12248, 95-104.
- 18- Reuter, B and Schweizer, J, (2009). Avalanche triggering by sound: myth and truth. International Snow Science Workshop, Davos, Proceedings, 65, 330-333.
- 19- Sousa J., B. Voight, (1995). Multiple-pulsed debris avalanche emplacement at Mount St. Helens in 1980: Evidence from numerical continuum flow simulations, journal of Volcanology and Geothermal research, 66, 227-250.
- 20- Tracy, L, (2001). Gis in Avalanche Hazard Management. Department of Research and Processing, Icelandic Meteorological Office, Bústaðavegi 9, 150 Reykjavík, Iceland, 1-8.
- 21- Wadge G., P. W. Francis and C. F. Ramirez, (1995). The Socompa collapse and analanche event, journal of Volcanology and Geothermal research, 66, 309-336.