نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of Watershed Management

سال پنجم- شماره ۱۷- تابستان ۱۳۹۶ Vol. 5, No. 17, Summer 2017

تعیین گذرگاه‌های دارای پتانسیل خطر وقوع بهمن در حوزه آبخیز کرج با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

محمدحسین قویمی‌پناه[۱]، مهدی وفاخواه[۲*] و محمدرضا قویمی‌پناه[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۳۰

چکیده

کشور ایران به دلیل تنوع اقلیمی زیاد، همیشه در معرض خطرات طبیعی مختلفی بوده است . یکی از این بلایا، سقوط بهمن در مناطق برف‌خیز است که آسیب‌های قابل توجهی را بر پیکره اقتصادی و اجتماعی کشور تحمیل کرد است. این مسئله به‌ویژه در جاده چالوس که از راه‌های پرتردد کشور است تهدیدی جدی محسوب شده و هرساله خسارت‌های جانی و مالی غیرقابل اغماضی به بار می‌آورد. ازاین رو توجه به اهمیت مکان‌یابی و پهنه‌بندی مناطق پر خطر از نظر دارا بودن پتانسیل وقوع بهمن امری ضروری و قابل توجه می‌باشد. برهمین اساس در پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای به تعیین مناطق پرخطر بهمن پرداخته شده است. بدین منظور با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه نقشه تحدب و تعقر، ارتفاع، جهت و شیب دامنه در محیط نرم افزار Arc GIS 10.2 تهیه شد، سپس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کاربری اراضی و پوشش منطقه به شکل رقومی نقشه تهیه شد. در گام بعدی با تلفیق لایه‌های مذکور در محیط نرم افزار GIS و وزن‌دهی به هر کدام از عوامل گذرگاه‌های پرخطر بهمن مشخص شد نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد مناطق بدون خطر، دارای خطر متوسط، خطر بالا و مناطق با خطر بسیار بالا به ترتیب، ۲۲/۱۶، ۲۵/۶۹، ۲۵/۶۹ و ۲۷/۷۸ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. در نهایت به‌منظور بررسی میزان صحت پژوهش انجام شده نتایج حاصله با نمونه‌های رخ داد واقعیت زمینی تطابق داده شد و نتایج نشان دهنده تطابق قابل ملاحظه نتایج به دست آمده با واقعیت زمینی بود.

واژه‌های کلیدی: بهمن، سامانه اطلاعات جغرافیایی،جاده چالوس، برف.

مقدمه

بهمن عبارت است از حرکت سریع و رو به پایین توده بزرگی از برف[۷] و زمانی اتفاق می افتد که برف انباشته شده در دامنه‌های شیب دار به صورت توده‌ای و تحت تأثیر نیروی ثقل به سمت پایین دامنه حرکت کند. خسارات جانی و مالی وارد شده براثر وقوع این پدیده کاملا مشهود و غیرقابل انکار است بیش‌ترین بهمن به وقوع پیوسته در ایران در رشته کوه‌های مرکزی البرز گزارش شده و جاده‌هایی مانند چالوس، محور شمشک به دیزین و جاده هراز هر ساله شاهد تحمیل خسارات غیره مترقبه از جانب این پدیده خطرناک می‌باشند[۳]. بنابراین لازم به نظر می‌رسد برای پیشگیری و مدیریت خطر سقوط بهمن و جلوگیری از خسارات جانی و مالی در این جاده‌ها و سایر محورهای بهمن‌خیز، پیش‌بینی احتمال وقوع بهمن صورت گیرد. این موضوع می‌تواند نقش مهمی در افزایش آگاهی‌های مردم و اطلاع از وضعیت مکانی و زمانی محدوده‌های بهمن‌خیز داشته باشد [۹]. با مراجعه به پیشینه پژوهش در این زمینه در می‌یابیم که کشورهایی مانند آمریکا[۱۲و ۷]، سوییس [۱۴] و بیشتر کشورهای اروپایی، وقوع بهمن به‌عنوان مسئله‌ای با اهمیت در بعد امنیتی و اجتماعی مورد توجه محققان و دولتمردان این کشورها می‌باشد. از آنجایی که کشور ما نیز در برخی نقاط به علت وجود نزولات آسمانی به‌صورت برف قرارگرفته و از لحاظ تشکیل شرایط و وقوع بهمن مستعد می‌باشد بنابراین بررسی بهمن به‌ویژه از بعد تامین امنیت راه‌ها و مناطق مسکونی اهمیت فراوانی دارد. در همین راستا به‌منظور پیشگیری و مدیریت خسارات بهمن ابتدا باید مناطق بهمن‌خیز شناسایی شده و سپس اقدام مدیریتی لازم برای کنترل آنها صورت بگیرد. اگرچه متاسفانه در کشورمان این‌گونه اقدامات به ندرت و یا حتی صورت نگرفته است [۱].

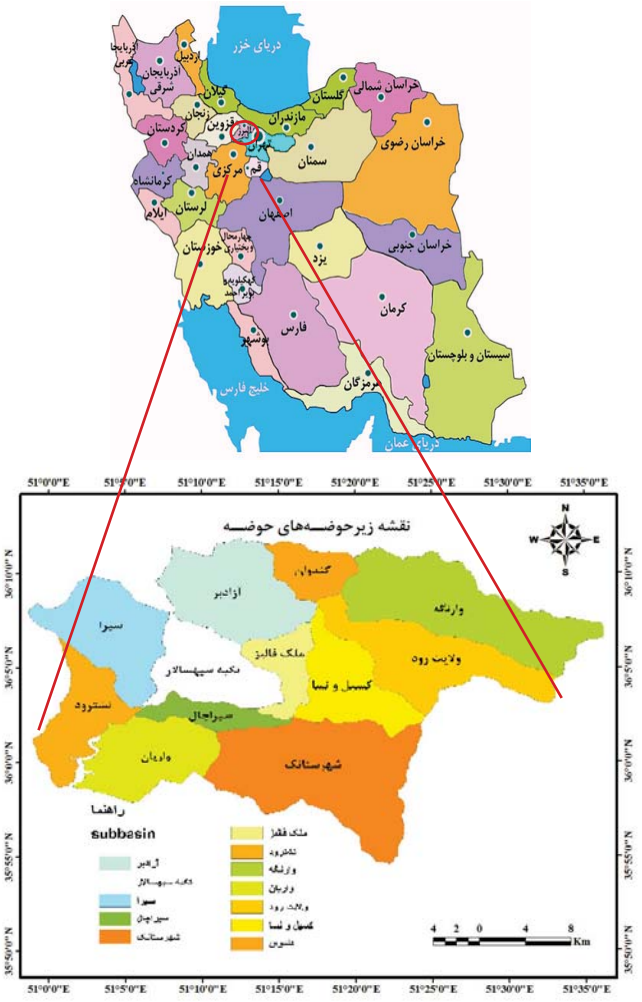
در این زمینه پژوهش‌های محدودی در مورد تعیین مناطق بهمن خیز در ایران [۱ و ۲ و ۱۰] و مطالعات متعددی از وقایع بهمن در کشورهای خارجی صورت گرفته است از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به پرلا و مارتینری[۱۲]، بنجامین مورالس [۱۱]، تریسی [۱۳]، باربولینی و همکاران [۴]، مارگیونی و گرابر[۸] و برابک و همکاران [۵] اشاره کرد.از این رو در این پژوهش با توجه به اهمیت این مسئله با استفاده از پنج عامل فیزیکی که مهم‌ترین نقش را در ایجاد بهمن ایفا می‌کنند به مکان‌یابی و پیش‌بینی مناطق مستعد وقوع بهمن

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس، نویسنده مسئول:
Email: vafakhah@modares.ac.ir
۳ – دکتری تکتونیک–زمین‌شناسی، کارشناس زمین‌شناسی شرکت طه (خاتم النبیا).

در حوضه آبخیز کرج پرداخته شد و گذرگاه‌های مستعد وقوع این پدیده‌ی خطرناک مشخص گردید.

مواد و روش‌ها:

پژوهش حاضر در محدوده مطالعاتی حوضه آبخیز سد کرج به علت وجود شرایط برای ایجاد بهمن و نیز اهمیت خسارات از پیش تعیین شده صورت گرفته است. این محدوده با وسعت ۸۰۴/۹۸ کیلومتر مربع در شمال شرقی شهر کرج با عرض جغرافیایی ´۵۱ °۳۵ تا ´۷ °۳۶ و طول جغرافیایی ´۵۸ °۵۰ تا ´۲۶ °۵۱ واقع شده است بیشترین ارتفاع منطقه بیش از ۴۰۰۰ متر و کمترین ارتفاع آن ۱۴۰۰ متر می‌باشد و بر اساس تقسیمات طرح جامع آب کشور در حوضه آبریز مرکزی، زیر حوضه کرج–جاجرود و در واحد هیدرولوژیک تهران–کرج واقع شده است. این حوضه با توجه به جریان آبهای سطحی به ۱۲ زیر حوضه تقسیم شده است که به ترتیب مساحت (از کوچک به بزرگ) بر حسب کیلومتر مربع عبارت‌اند از: ۱–کندوان ۲– نشترود ۳– سیراچال ۴– ملک فالیز ۵– واریان ۶– گسیل و نساء ۷– تکیه سپهسالار ۸– سیرا ۹– آزادبر ۱۰– ولایت رود ۱۱– وارنگه رود ۱۲– شهرستانک



شکل ۱– نقشه‌ی محدوده‌ی مطالعاتی

در پژوهش حاضر پنج عامل فیزیکی بسیار مهم در ایجاد بهمن یعنی تندی شیب، ارتفاع، جهت شیب، تحدب و تقعر دامنه و پوشش زمین به منظور تعیین مناطق حساس و پر خطر نسبت به وقوع بهمن مورد توجه قرار گرفته است. در گام اول مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه با قدرت تفکیک قابل قبولی از روی نقشه توپوگرافی منطقه[1] تهیه شد. در گام بعدی از روی مدل رقومی ارتفاع به دست آمده، نقشه‌های تندی شیب، جهت شیب و تحدب و تقعر (انحنا) تهیه گردید. به منظور تهیه نقشه پوشش منطقه، ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM[2] مرز کاربری‌های مختلف مشخص شد و نقشه اولیه تهیه گردید و سپس به منظور صحت‌سنجی و تدقیق نقشه تهیه شده حدود ۱۰۰ نقطه از منقطه به‌صورت تصادفی انتخاب و با بازدید صحرایی مرز کاربری‌های مزبور با استفاده از GPS مورد بررسی قرار گرفت و در صورت نیاز بر روی نقشه اولیه اصلاحات لازم اعمال گردید. در گام بعدی نقشه‌های حاصله بر اساس میزان تاثیر در ایجاد خطر بهمن طبقه بندی و امتیازدهی شد. و در نهایت هر یک از سطوح مختلف خطر را به صورت جداگانه بر روی تصاویر ماهواره‌ای منتقل کرده و نوع کاربری و مساحت هر کدام به‌صورت جداگانه مورد محاسبه قرار گرفت.

عامل ارتفاع

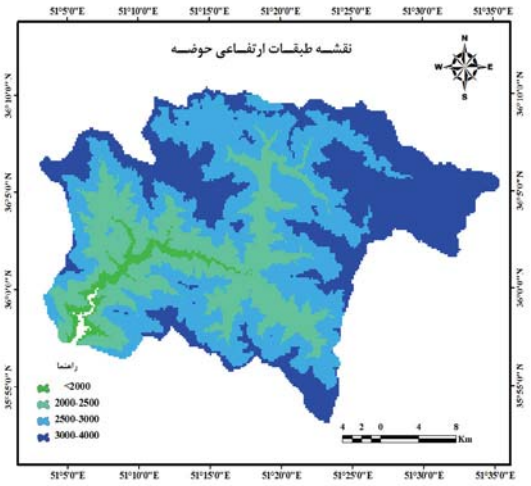
ارتفاع یکی از عوامل مهم و موثر بر وقوع بهمن است. طبیعی است که در ارتفاعات بالاتر میزان ریزش برف و به طبع آن امکان وقوع بهمن بالاتر می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا اگر نزولات آسمانی در مدت ۳ روز به ۲۵ میلی‌متر برسد (معادل ۳۵ سانتی‌متر برف) در صورت مساعد بودن سایر شرایط احتمال سقوط بهمن وجود دارد در صورتی که این میزان به ۵۰ میلی‌متر آب برسد خطر جدی بوده و اگر به معادل ۱۰۰ میلی‌متر برسد خطر سقوط حتمی می‌باشد. بدین جهت مدل رقومی ارتفاع منطقه بر اساس جدول (۱) طبقه بندی و امتیاز دهی گردید [۳ و ۲].

جدول ۱– طبقه‌بندی و امتیازدهی عامل ارتفاع

طبقه ارتفاعی (m)	امتیاز (خطر)
< ۲۰۰۰	۰
۲۰۰۰–۲۵۰۰	۱
۲۵۰۰–۳۰۰۰	۲
>۳۰۰۰	۳

که در این حالت امتیازدهی، مناطق با ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر به علت میزان کم بارش برف در این نقاط در منطقه مورد مطالعه، بدون خطر در نظر گرفته شد.

1. Digital Elevation Model
2. Landsat Thematic Mapper



شکل ۲: نقشه طبقات ارتفاعی منطقه

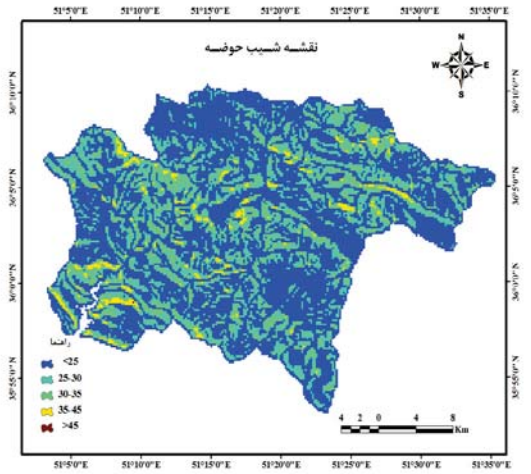
عامل شیب

یکی از مهم‌ترین عوامل در سقوط بهمن میزان درصد شیب می‌باشد. با در نظر گرفتن تاثیر نیروی جاذبه، شیب‌های تند از نظر سقوط بهمن تقریباً بی‌خطر هستند. بر اساس آن‌چه در منابع مورد تاکید قرار گرفته است شیب ۲۵ تا ۴۵ درجه دارای بیشترین خطر وقوع بهمن می باشد. طبیعتاً در شیب‌های بالا به علت تخلیه سریع و عدم تمرکز زیاد برف و در شیب‌های پایین به علت پایداری زیاد برف دارای میزان خطر کمتر می‌باشد. جدول (۲) به منظور طبقه بندی و امتیاز دهی شیب به کار گرفته شد [۳ و ۶].

جدول ۲: طبقه‌بندی و امتیاز دهی عامل شیب

طبقه شیب (درجه)	امتیاز (خطر)
<۲۵	۰
۲۵-۳۰	۱۵
۳۰-۳۵	۴۰
۳۵-۴۵	۲۰
>۴۵	۱۰

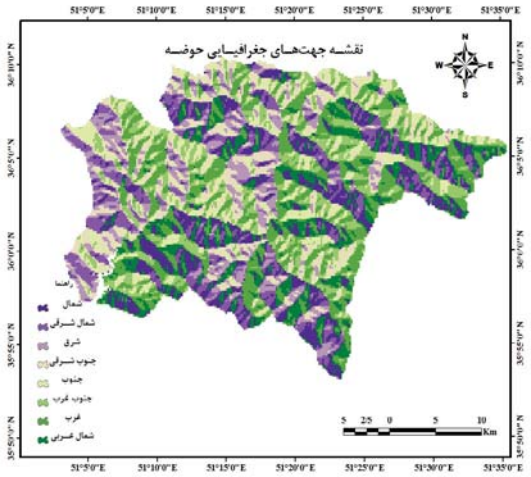
شکل (۳) طبقه‌بندی خطر شیب را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه‌ی شیب منطقه مورد مطالعه

عامل جهت

یکی دیگر از عوامل دخیل در وقوع بهمن جهت دامنه است، که با توجه به دو عامل جهت باد و میزان دریافت نور خورشید می‌تواند بر روی میزان خطر وقوع بهمن تاثیر بگذارد. جدول (۳) جهت‌های مختلف و امتیاز مربوط به هر یک را نشان می‌دهد [۳ و ۶].



شکل ۴: نقشه‌ی جهت شیب منطقه مورد مطالعه

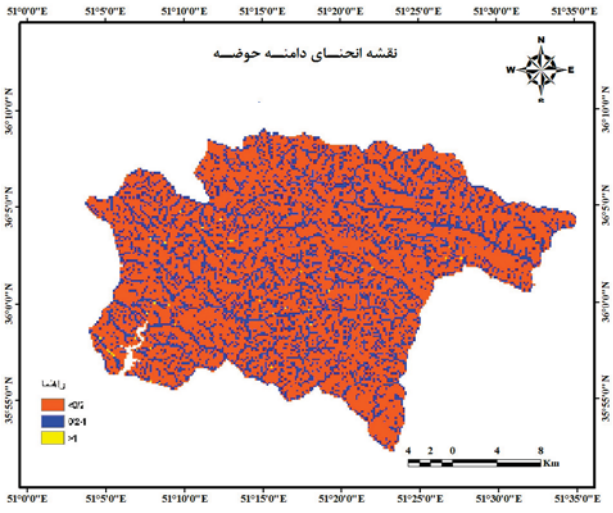
عامل انحناء

با توجه به این‌که در شیب‌های مقعر پایداری برف نسبت به شیب‌های محدب بسیار بیشتر است، این عامل نیز می‌تواند در میزان خطر بهمن نقش موثری ایفا نماید. جدول (۴) امتیازدهی این عامل را نشان می‌دهد[۳ و۶].

جدول ۴: طبقه بندی و امتیاز دهی عامل تحدب و تقعر

شاخص میزان انحنا	امتیاز (خطر)
۰/<۲	۱
۰/۲-۱	۱۰
>۱	۲۰

شکل (۵) طبقه‌بندی خطر تحدب و تقعر را در منطقه نشان می‌دهد.



شکل ۵: نقشه انحنای شیب منطقه مورد مطالعه

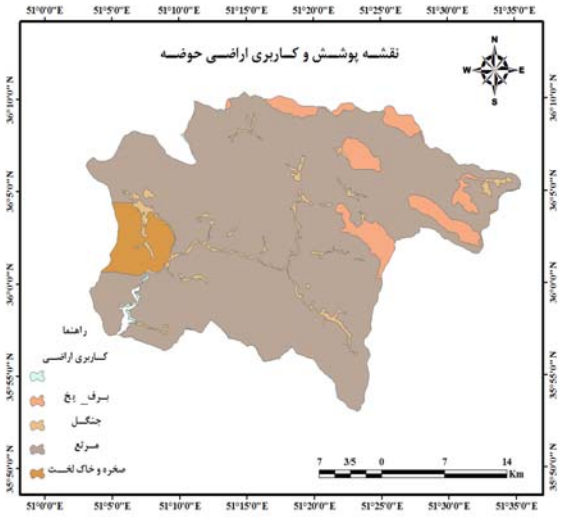
عامل پوشش

با توجه به این‌که نوع کاربری می‌تواند در میزان خطر بهمن تاثیرگذار باشد، این عامل نیز در این پهنه بندی مورد توجه قرار گرفت. به منظور تهیه این نقشه همانطور که پیشتر نیز اشاره شد، ابتدا کاربری‌های مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه مشخص گردید و پس از آن با بازدید صحرایی و به کمک GPS مرز کاربری‌ها در صورت نیاز تصحیح گردید [۳ و ۶]. جدول (۵) امتیازدهی این عامل را نشان می‌دهد.

جدول ۵: طبقه‌بندی و امتیازدهی عامل پوشش

نوع پوشش	امتیاز (خطر)
آب- یخ- برف	۲۰
صخره- خاک لخت	۱۰
مرتع	۳۰
جنگل	۰

شکل (۶) انواع پوشش و کاربری منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

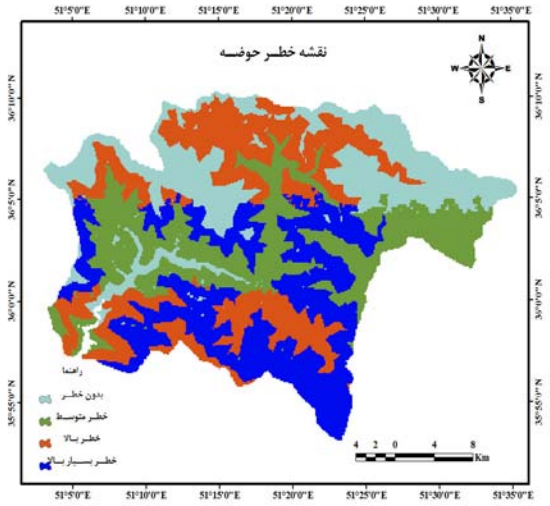


شکل ۶: نقشه پوشش و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

از آنجایی که تمامی نقشه های حاصله دارای فرمت رستر می‌باشند بنابراین هر پیکسل از نقشه‌های مذکور دارای ارزشی است که نشان دهنده خطر وقوع بهمن از لحاظ آن فاکتور خاص می‌باشد (مثلا در نقشه شیب هر پیکسل نشان دهنده میزان خطر وقوع بهمن از نظر شیب است). در نهایت برای به دست آوردن خطر کلی و نهایی بهمن، لایه‌های موجود، با عملگر ضرب با یکدیگر تلفیق شدند، بدین صورت که میزان خطر مربوط به هر پیکسل در هر نقشه در میزان خطر مربوط به پیکسل متناظر آن در نقشه‌های دیگر ضرب گردید و خطر نهایی برای هر پیکسل به دست آمد و به این ترتیب، نقشه‌های خطر بهمن حاصل گردید. که با توجه به جدول (۶) طبقه بندی خطر نهایی بهمن صورت پذیرفت [۳ و ۶].

جدول ۶: طبقه‌بندی نهایی خطر بهمن

شاخص خطر	طبقه خطر
۰-۳۰۰۰	بدون خطر
۳۰۰۰-۴۵۶۵۳	با خطر متوسط
۴۵۶۵۴-۲۸۰۲۲۹	با خطر بالا
۲۸۰۲۳۰-۱۲۹۶۰۰۰	با خطر بسیار بالا



شکل ۷- نقشه خطر وقوع بهمن منطقه مورد مطالعه

در گام بعدی این نقشه توسط نرم‌افزار ArcGIS به فرمت Kml تبدیل و به نرم‌افزار Google earth وارد گردید. در این حالت، نقشه نهایی بر روی تصویر سه بعدی منطقه قرار می‌گیرد که به راحتی می‌توان فرم عوارض را در مناطق پرخطر مشاهده کرد و گذرگاه‌ها را به خوبی تفکیک و ترسیم نمود. سپس نقشه گذرگاه‌ها در نرم‌افزار Google earth ترسیم گردید (شکل ۸). به همراه نقشه موقعیت مناطق مسکونی، کشاورزی، و جاده‌ها وارد محیط ArcGIS 10.2 شد (شکل ۹) و با توجه این‌که آیا گذرگاه‌ها در نهایت به مناطق مسکونی، کشاورزی یا جاده‌ها می‌رسد یا خیر اولویت‌بندی گردیدند.

۳- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین ویژگی‌های این روش این است که ۴ فاکتور مهم مورد نیاز، تنها با داشتن نقشه توپوگرافی منطقه قابل تهیه می‌باشد و نیاز به فعالیت های صحرایی و انجام مراحل وقت‌گیر تهیه نقشه نمی‌باشد. به علاوه این شیوه در مناطقی که آمار ثبت شده برف و یا سوابق ثبت شده بهمن وجود ندارد می‌تواند بسیار مفید باشد. نرم‌افزار Google Earth نیز چون امکان ایجاد دید سه بعدی را فراهم می‌کند و زمین مرجع نیز می‌باشد، می تواند به راحتی به منظور مقایسه نتایج حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و واقعیت زمینی منطقه مورد استفاده قرار گیرد و این دید سه بعدی امکان ترسیم گذرگاه‌های بهمن را نیز به سهولت فراهم می‌کند. احمدی و نصری [۳] برای ترسیم گذرگاه‌ها از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی استفاده کرده‌اند که استفاده از Google Earth می‌تواند بهتر

و دقیق‌تر در شناسایی گذرگاه‌ها مفید باشد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مساحت مناطق با خطر بالا بیشترین مساحت از کل حوزه و مناطق بدون خطر کمترین مساحت از حوزه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند جدول (۶) به تفکیک مساحت و درصد هر یک از سطوح خطر را نشان می‌دهد.

جدول ۶: مشخصات مساحت و درصد محدوده‌های خطر

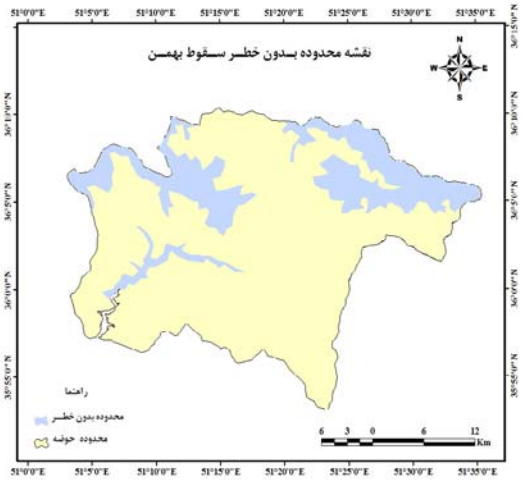
سطح خطر	مساحت محدوده(km)	درصد محدوده
بدون خطر	۱۷۸/۳۸	۲۲/۱۶
با خطر متوسط	۲۰۶/۸۱	۲۵/۶۹
با خطر بالا	۲۲۳/۶۲	۲۷/۷۸
با خطر بسیار بالا	۱۹۶/۰۸	۲۴/۳۶

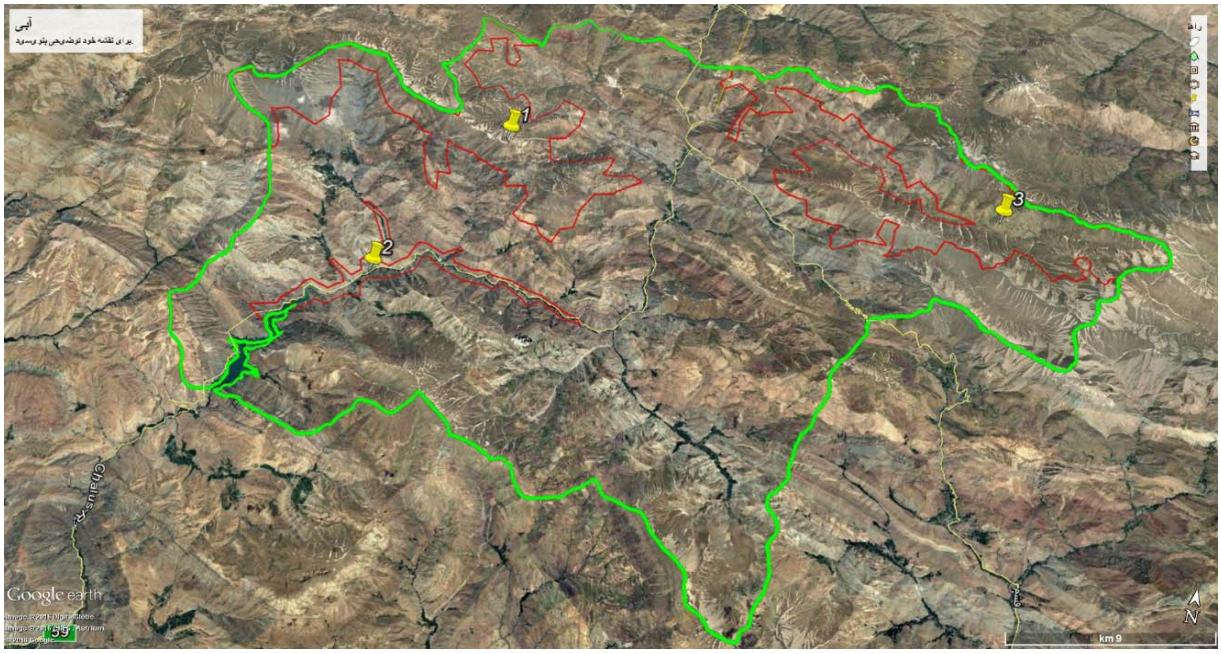
۳-۱- بدون خطر

شکل (۸) و جدول (۷) به ترتیب موقعیت و مشخصات محدوده‌ی بدون خطر را نشان می‌دهند.

جدول ۷: مشخصات محدوده منطقه بی‌خطر

شماره گذرگاه	نوع کاربری	مساحت (km)
۱	اراضی ملی و مراتع	۷۰/۷۰
۲	مسکونی	۲
	کشاورزی و جنگل	۳/۱۹
	اراضی ملی و مراتع	۱۰/۲۰
۳	اراضی ملی و مراتع	۹۲/۳۰





شکل ۸ : موقعیت محدوده بی‌خطر در منطقه مورد مطالعه

همانطور که در شکل (۸) مشاهده می‌شود محدوده بدون خطر ریزش بهمن در سه قسمت از مساحت کل حوضه قرار گرفته است که نتایج به دست آمده نشان داد بیشتر کاربری محصور شده در منطقه بدون خطر ریزش بهمن، کاربری اراضی ملی و مراتع می‌باشد و کم‌ترین مساحت مربوط به کاربری کشاورزی و جنگل است.

۳-۲- محدوده با خطر متوسط

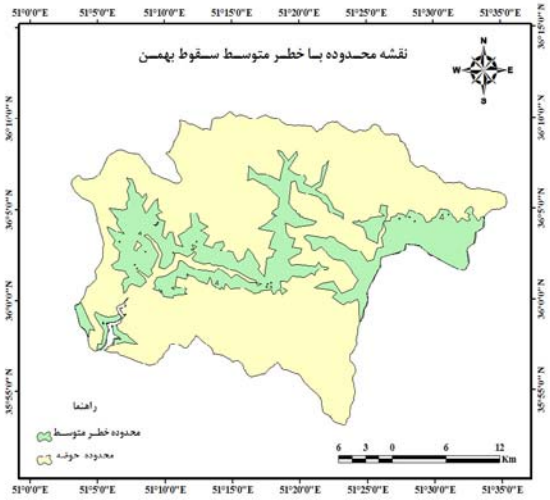
شکل (۹) و جدول (۸) به ترتیب موقعیت و مشخصات محدوده با خطر متوسط ریزش بهمن را نشان می‌دهند. با توجه به شکل (۹) می‌توان بیان نمود محوریت این محدوده بیشتر مرکزی بوده و نسبت به محدوده بدون خطر ریزش بهمن، کاربری‌های مهم‌تری مانند مسکونی و کشاورزی را در ابعاد بیشتری شامل می‌شود از این رو این محدوده به لحاظ مدیریتی بیشتر باید حائز اهمیت می‌باشد.

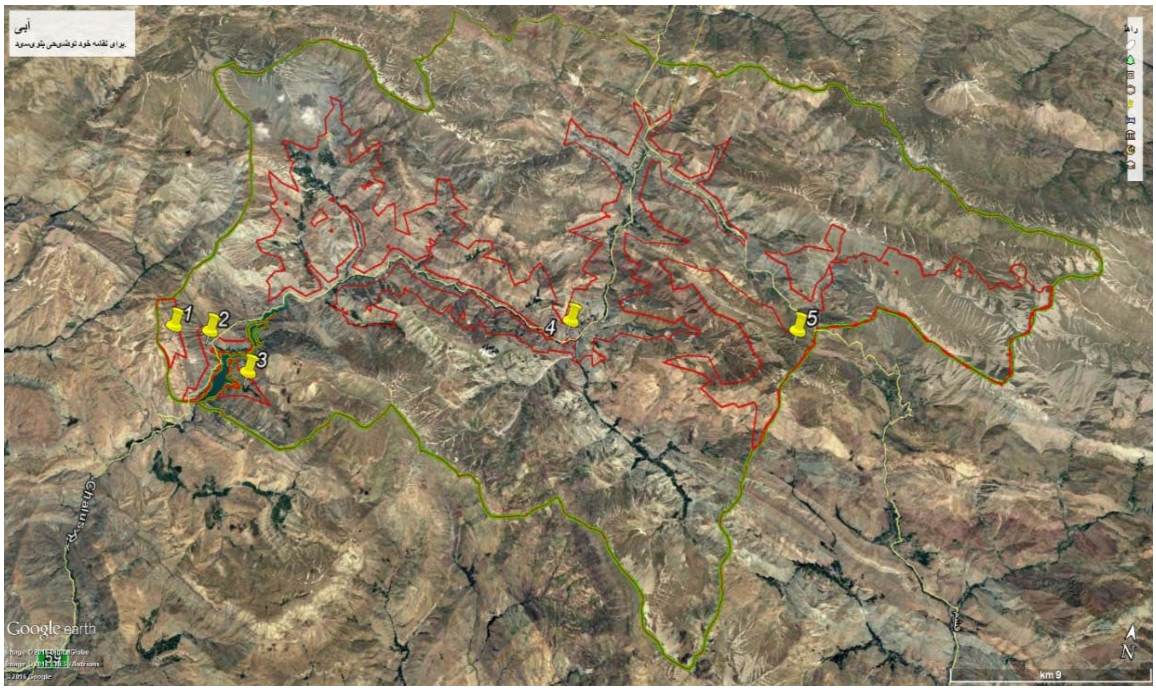
جدول ۸: مشخصات محدوده منطقه با خطر متوسط

شماره گذرگاه	نوع کاربری	مساحت (km)
۱	اراضی ملی و مراتع	۳/۰۲
	مسکونی	۰/۶۰
۲	اراضی ملی و مراتع	۲/۸۰
	مسکونی	۱/۰۴
۳	اراضی ملی و مراتع	۱/۲۰
	مسکونی	۸/۳۰
۴	کشاورزی و باغات	۲۰/۱۰
	اراضی ملی و مراتع	۹۸/۱۰
۵	اراضی ملی و مراتع	۷۱/۶۲

۳-۳- محدوده با خطر بالا

شکل (۱۰) و جدول (۹) به ترتیب موقعیت و مشخصات محدوده با خطر بالا را نشان می‌دهند. همانطور که در جدول (۹) نشان داده شده است، کاربری‌های مراتع، کشاورزی و مسکونی به‌ترتیب ۱۷۱/۹۳، ۱۸/۵۰ و ۲/۳۴ کیلومتر از محدوده با خطر بالای ریزش بهمن را به خود اختصاص دادند. که با توجه به شکل (۹) مجموع این مساحت‌ها در پنج پلی‌گون نشان داده شده قرار دارند.





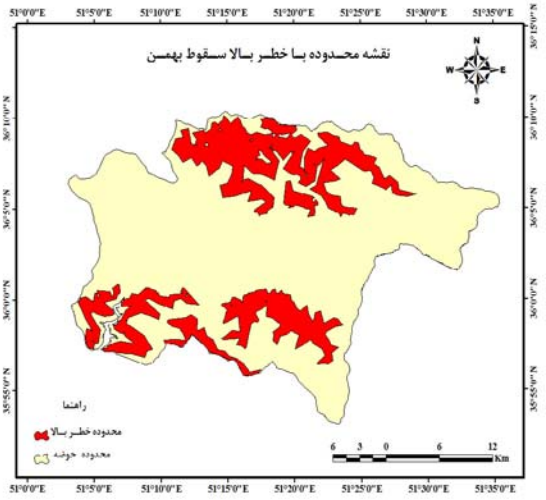
شکل ۹ : موقعیت محدوده با خطر متوسط در منطقه مورد مطالعه

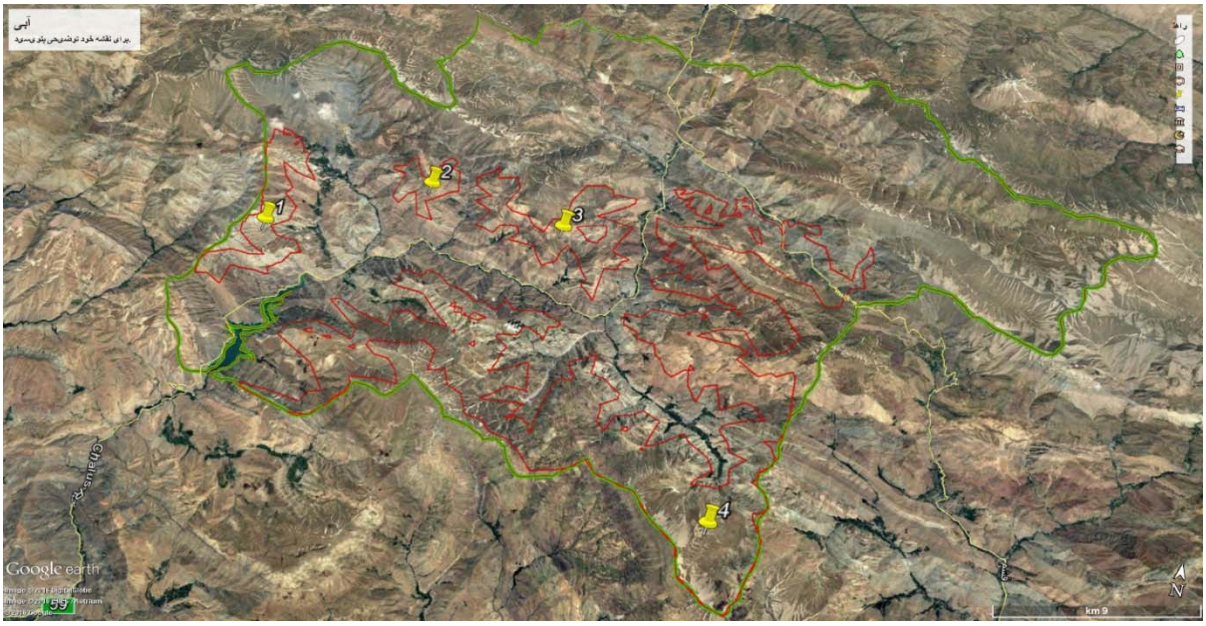
جدول ۹- مشخصات محدوده منطقه با خطر بالا

شماره گذرگاه	نوع کاربری	مساحت (km)
۱	اراضی ملی و مراتع	۱۶/۱۴
۲	اراضی ملی و مراتع	۶/۱۶
	مسکونی	۲/۲۴
۳	اراضی ملی و مراتع	۱۹/۵۰
	مسکونی	۹/۳۰
	کشاورزی و باغات	۱۸/۱۵
۴	اراضی ملی و مراتع	۱۵۲/۱۳

۴-۳- محدوده با خطر بسیار بالا

شکل (۱۱) و جدول (۱۰) به ترتیب موقعیت و مشخصات محدوده‌ی با خطر بسیار بالا را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین مساحت کاربری مسکونی با مساحت ۱۴/۷۵ کیلومتر در محدوده با خطر بسیار بالا قرار دارد. از طرفی کاربری مرتع و اراضی ملی نسبت به دیگر محدوده‌های خطر از وسعت کمتری در این محدوده خطر واقع شده است. همچنین کاربری کشاورزی و جنگل نیز ۲۴/۴۸ کیلومتر از کل محدوده با خطر بسیار بالا را به خود اختصاص داده است.



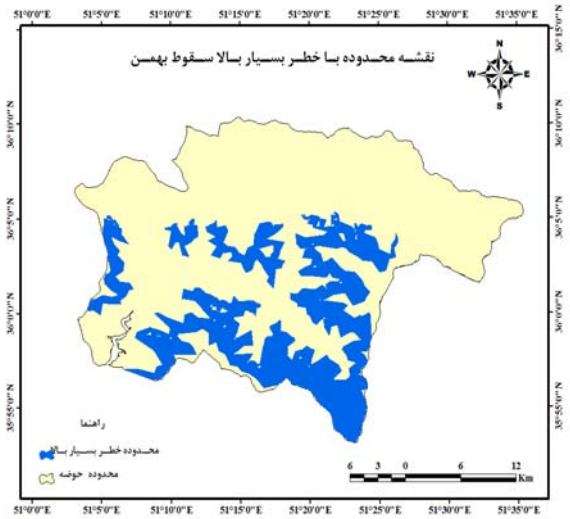


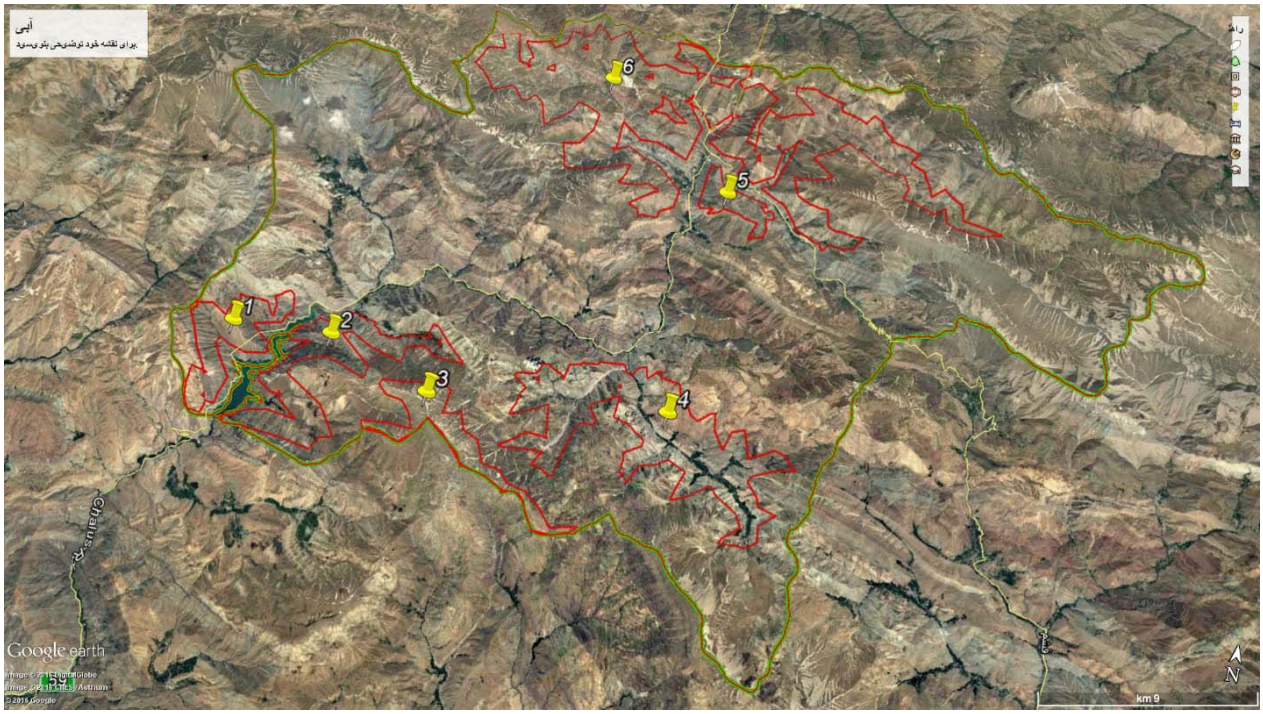
شکل ۱۰ - موقعیت محدوده با خطر بالا در منطقه مورد مطالعه

در پایان پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، اثر سایر پارامترها مانند عوامل اقلیمی نیز در پهنه‌بندی بهمن مورد توجه قرار گیرد و در صورت امکان با آمار ثبت شده بهمن، و نتایج حاصل از پژوهش‌های مشابه در منطقه مورد مطالعه مقایسه و تحلیل‌های آماری بر روی نتایج حاصله و آمار ثبت شده صورت پذیرد.

جدول ۱۰: مشخصات محدوده باخطر بسیار بالا

شماره گذرگاه	نوع کاربری	مساحت (km)
۱	اراضی ملی و مراتع	۱۱/۷۸
۲	اراضی ملی و مراتع	۲۲/۱۱
۳	اراضی ملی و مراتع	۱۱/۸۷
	مسکونی	۹/۳۰
۴	کشاورزی و باغات	۱۴/۲۳
	اراضی ملی و مراتع	۱۸/۴۰
۵	اراضی ملی و مراتع	۵/۹۵
۶	مسکونی	۵/۴۵
	کشاورزی و باغات	۱۰/۲۵





شکل ۱۱: موقعیت محدوده با خطر بسیار بالا در منطقه مورد مطالعه

۴- منابع

1.Ahmadi, H., 1986. Avalanche control defense activities in Karaj-Chalous road. Iranian Journal of Natural Resources. No. 40. In Persian

2.Ahmadi, H., 1985. Investigation on avalanche areas in Chalous road. Iranian Journal of Natural Resources, No. 39. In Persian

3.Ahmadi, H. Nasri, M., 2007. An invetigation on avalanche zoning in Se Pestan valley watershed (Fereidonshahr, Isfahan province) using GIS. Iranian Journal of Natural Resources. 60(1): 13-32. In Persian.

4.Barabolini, M. Gruber, U. Keylock, C.J., Naaim, M. and Savi, F., 2000. Application of statistical and hydraulic – continuum dense – snow Avalanche models to five real Europea sites, cold regions science and technology, No. 31,pp.133-149

5.Brabec, B., Meiter, R. Stockli, U., Stoffel, A. and Stucki, T., 2001. RAIFOS: Regional Avalanche information and forecasting system, cold regions science and technology, No.33, pp.303-311.

6.Delparte, D., Jamieson, B. and Waters, N., 2008. Statistical run out modeling of snow avalanches using GIS in Glacier. National Park, Canada. Cold Regions Science and Technology.

7.Gray, D. M. and Male, D. H, 1981. Handbook of snow (Principles, Processes, Management and Use), progamon press Canada L.td., 647P.

8.Maggioni, M. and Gruber U., 2003. The influence of topographic parameters on Avalanche release dimension and frequency, cold regions Science and Technology, no. 37. Pp407-419

9.McClung, D. M. 2002. The elements of applied avalanche forecasting, Part I: The human issues. Natural Hazards 26 (2) : 111–129.

10.Mohammadi, I. 1994. The study of snow and avalanche in watersheds. Proceedings of the First Conferencer on Snow and Ice Hydrology, West Azarbaijan Regional Water Authority. In Persian.

11.Morales, B., 1966. The Huascaran avalanche in the Santa valley, Peru, Proc. Int. Symp.Sci. Aspect snow and ice avalanches, P. 304-315, International association of scientific hydrology, commission of snow and ice, Publ. No. 69.

12.PerIa, R. 1. and M. Martinelli, Jr. 1976. Avalanche handbook. US Dep. Agric. For. Serv. Handb, 489.

13.Tracy, L., 2001. GIS in Avalanche hazard management, Iceland Meteorological office, 8P.

14.Williams, K. (1975). Avalanche fatalities in the United States, 1950-75 (Vol. 300). Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture.

نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of
Watershed Management

Vol. 5, No. 17, Summer 2017

سال پنجم- شماره ۱۷- تابستان ۱۳۹۶

Abstract

Determination of Potential Avalanche Hazard in Karaj watershed Using Geographic Information System

M.H.Ghavimipanah[1], M. Vafakhah*[2] and M.R.Ghavimipanah[3]

Received: 2016/10/08 Accepted: 2017/05/20

Iran country due to high climate diversity had been always exposed to natural disasters. One of the disasters is avalanche in snowy areas that can impose considerable damages on Iran social and economic position. This issue especially on the Chaloos road as one of the traffic routes in Iran is a serious threat and every year, it brings irreparable damages to life and property. Therefore, considering the importance of site selection and zoning of avalanche hazard areas is necessary and essential. In this study, avalanche hazard areas were determined using geographic information system (GIS) and remote sensing techniques. For this purpose, convexity, concavity, altitude and slope maps were produced using topographic map within the Arc GIS 10.2. Land use and land cover of the study area was then derived using satellite images. In the next step, the aftermentioned produced layers in GIS software was weighted and surveyed and then the high risk areas to avalanche was determined. The results obtained this study showed that null, moderate, high and very high avalanche risk areas cover 22.16, 25.69, 27.78 and 24.36 percent, respectively. These areas have significant compliance with ground realities.

Keywords: Avalanche, Geographic Information System, Chaloos road, Snow

1. M.Sc. Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University.
2. Associate Prof,Dept. of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Corresponding Author,Email:vafakhah@modares.ac.ir.
3. Ph.D. in Tectonic-geology, Geology Expert in TaHa Consulting Engineers (Khatam-al Anbiya Headquarters).