

بررسی متغیرهای مؤثر بر حجم مخروط‌های واریزه‌ای مسیر دره هراز

قاسم لرستانی* - استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران
محمد رضا یوسفی روشن - دکترای ژئومورفولوژی، مدرس دانشگاه فرهنگیان پردیس دکتر شریعتی ساری

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۱۲ تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵

چکیده

مخروط واریزه‌ای از مهم‌ترین اشکال دامنه‌ای بوده که در جابجایی مواد سهم بسزایی دارند. محدوده مورد مطالعه بخشی از واحد البرز مرکزی در امتداد رودخانه و محور کوهستانی هراز می‌باشد. هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری متغیرهای مؤثر بر هندسه مخروط واریزه‌ای و تعیین نوع ارتباط بین حجم واریزه و متغیرهای مستقل دخیل بر هندسه مخروط‌های واریزه‌ای می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، ۲۱ مخروط واریزه‌ای به‌طور تصادفی در دامنه‌های مشرف در مسیر جاده هراز نمونه‌برداری شدند. ویژگی‌های مورفومتریک اجزای اصلی مخروط‌های واریزه‌ای در مخروط‌های منتخب، با استفاده از ابزار مساحی زمینی به همراه ثبت موقعیت مکانی و ارتفاع آن‌ها توسط دستگاه GPS اندازه‌گیری شده است. نتایج تحقیق دلالت بر همبستگی در سطح ۹۹ درصد معناداری، بین حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای طول معبر و شیب متوسط دارد. همچنین متغیرهای شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی در رگرسیون گام‌به‌گام، ۹۴ درصد تغییرات حجم واریزه را به خود اختصاص داده‌اند. در نهایت با انجام تحلیل مسیر متغیرها مشخص شد که با کاهش یا افزایش برخی متغیرها و تغییر در میزان اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم سایر متغیرها، می‌توان مخاطرات ناشی از مخروط‌های واریزه‌ای را کنترل نمود.

واژگان کلیدی: مخروط واریزه‌ای، رگرسیون، تحلیل مسیر، دره هراز.

مقدمه

برخی محققین جریان‌های واریزه‌ای را، حجمی از مواد و عناصر تخریبی ریزودرشت زاویه‌دار می‌دانند که ویژگی‌های جریان آن‌ها در ارتباط با مقدار آب، خاک رس، جورشدگی و شیب دامنه متفاوت می‌باشد (دورن^۱ و همکاران ۲۰۰۴، ۱۶۴). جریان‌های واریزه‌ای از لحاظ ویژگی‌های جریانی، حد واسط پدیده لغزش جریان‌های سیلابی است و از جورشدگی بسیار ضعیف و نامنظم برخوردار هستند (مای و گریس ول^۲ ۲۰۰۴، ۱۴۵)، (خطیبی ۱۳۷۹، ۱۷۰ به نقل و بسزورک^۳). پیدایش و اهمیت جریان‌های واریزه‌ای در هر منطقه‌ی تابع شرایط اقلیمی، لیتولوژیکی، زمین‌ساخت و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. معمولاً جریان‌های واریزه‌ای فعال، مشکلاتی را برای امور کشاورزی، صنعتی و شبکه ارتباطی به وجود می‌آورند (ون استیژن ۱۹۹۶، ۲۷۰ و بولهاورس ۲۰۰۰، ۳۴۳ و زیلین و جانزهانگ ۲۰۰۳، ۱۸۷، لیو و لی ۲۰۰۳، ۱۸۱ و پاسیتو و سولاد^۴ ۲۰۰۴، ۶۳). تحقیقات محققین (بیرانی^۵ و همکاران ۲۰۰۰، ۵۴) نشان می‌دهد که انسان با انجام فعالیت‌های معدنی و احداث جاده‌ها در نواحی کوهستانی در افزایش میزان وقوع جریان‌های واریزه‌ای، مشارکت نموده است. رفتار جریان‌های واریزه‌ای چندان ساده نیست. پیچیدگی در رفتار این پدیده‌ها، فرضیات زیادی در مورد مکانیسم وقوع چنین پدیده‌هایی و نحوه جابجایی واریزه‌ها، بر اساس مقایسه رفتار آن‌ها در محیط میدانی و واقعی و همچنین با استفاده از شبیه‌سازی‌های متعدد در محیط‌های آزمایشگاهی، مطرح نموده است (اوندا و مسیوکورا^۶ ۱۹۹۷، ۴۰۲). طرح این فرضیات و تلاش برای اثبات آن‌ها در محیط‌های میدانی و آزمایشگاهی، به شناخت بیشتر پدیده‌های مذکور منجر شده است. اما باید در نظر داشت که عوامل تعیین‌کننده ابعاد مخروط‌های واریزه‌ای و میزان جابجایی آن‌ها، اندازه واریزه‌ها و... هستند (بیاتی خطیبی ۱۳۸۶، ۱۵۹). بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که عواملی چون بارندگی، برف، شیب، ارتفاع، لیتولوژی از مهم‌ترین عواملی بودند که موجب تشکیل و جریان، واریزه‌ها در دامنه‌ها شده‌اند (هریس و همکاران، ۱۹۹۳، کلوز، ۱۹۹۱).

بیاتی خطیبی (۱۳۷۹) در مقاله‌ی با موضوع نقش برف‌ساق در تغییر دامنه‌های شمالی سبلان و قوشه داغ، مهم‌ترین عامل تغییردهنده دامنه‌ها و توسعه بسیاری از اشکال و پدیده‌های ژئومورفولوژی و عامل تشکیل واریزه‌های سنگی را نقش عمل نیواسیون، ذوب برف و شستشوی دامنه‌ها عنوان نمود. عابدینی (۱۳۸۳)، در مقاله‌ی با موضوع بررسی نقش عوامل مؤثر در پیدایش و تکوین جریان‌های واریزه‌ای ارتفاعات شمال غرب آذربایجان، وجود سازندهای رسوبی، عملکرد نیروهای زمین‌ساختی، حاکمیت سیستم فرسایش پریگلاسیر و تخریب و پسروی پرتگاه‌ها را عوامل مؤثر در وقوع جریان‌های واریزه‌ای متعدد در منطقه عنوان نمودند و در نهایت راهکارهایی جهت کنترل و کاهش جابجایی واریزه‌ها ارائه نمود. بیاتی خطیبی (۱۳۸۶) در مقاله‌ی با موضوع تحلیل و بررسی نقش عوامل توپوگرافی و دینامیک رودخانه‌ای، بر اندازه مخروط‌های واریزه‌ای دامنه‌های شمال غربی سبلان، مشخص نمود که منطقه فوق به لحاظ عمل متناوب ذوب-انجماد، نوسانات شبانه‌روزی دما، اعمال فشارهای تکتونیکی و حضور درز و شکاف‌های متعدد در سنگ‌ها، فرآیند هوازدگی و تکرار مداوم آن در طی زمان، موجب انباشتگی واریزه‌ها و تخته‌سنگ‌ها، در پای دامنه‌ها شده

1- Dorren

2- May & Gresswell

3- Dimen, Wilson & wieczorek

4- passuto & soldat

5- Baroni

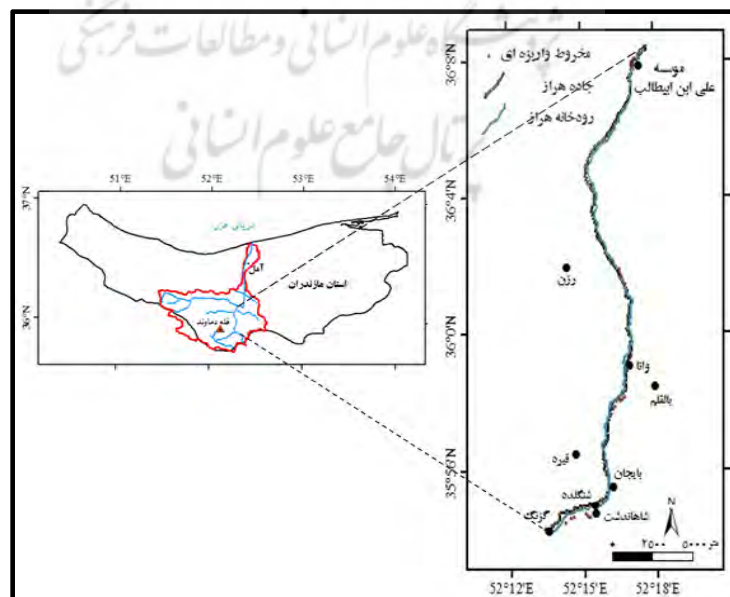
6- Onda and Matsukura

است. ایلدرمی (۱۳۹۰) در بررسی علل تشکیل و وقوع جریان واریزه‌ای در دامنه‌های شمالی الوند همدان، نتیجه گرفت که ارتفاع و شیب بیشترین نقش را در تشکیل جریان واریزه‌ای دارا می‌باشند، تمرکز واریزه‌ها به‌ویژه از لحاظ تعداد، فراوانی و گستردگی در ارتفاع بین ۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰ متری واقع شده است که بیانگر نقش لیتولوژی، تکنونیک، نیواسیون همراه با سیستم شکل‌زایی و فرسایشی جنب یخچالی در تشکیل و توسعه واریزه‌های منطقه می‌باشد.

تحقیق حاضر در دامنه‌های مشرف بر دره رودخانه‌ای هراز انجام شده است. موقعیت قرارگیری مخروط‌های واریزه‌ای به فاصله کمی از جاده اصلی و رودخانه هراز، تهدیدی جدی برای سازه‌های طبیعی و انسان‌ساخت محسوب می‌شود. با افزایش حجم مخروط‌های واریزه، امکان قطع مسیر رودخانه و جاده وجود دارد. این پژوهش تلاش می‌کند با شناسایی و اندازه‌گیری پارامترهای مؤثر بر حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته، روابط متغیرهای وابسته و مستقل در مخروط‌های واریزه‌ای را بیان کند. برای دستیابی به این هدف، با اندازه‌گیری اجزای مختلف مخروط‌های واریزه‌ای، نحوه همبستگی و ارتباط پارامترهای ژئومتری مؤثر بر حجم مخروط را مورد ارزیابی قرار داده، در ادامه معادله خط رگرسیون و تحلیل مسیر^۱ را برای تعیین نوع ارتباط بین حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل تبیین نماید.

منطقه مورد مطالعه

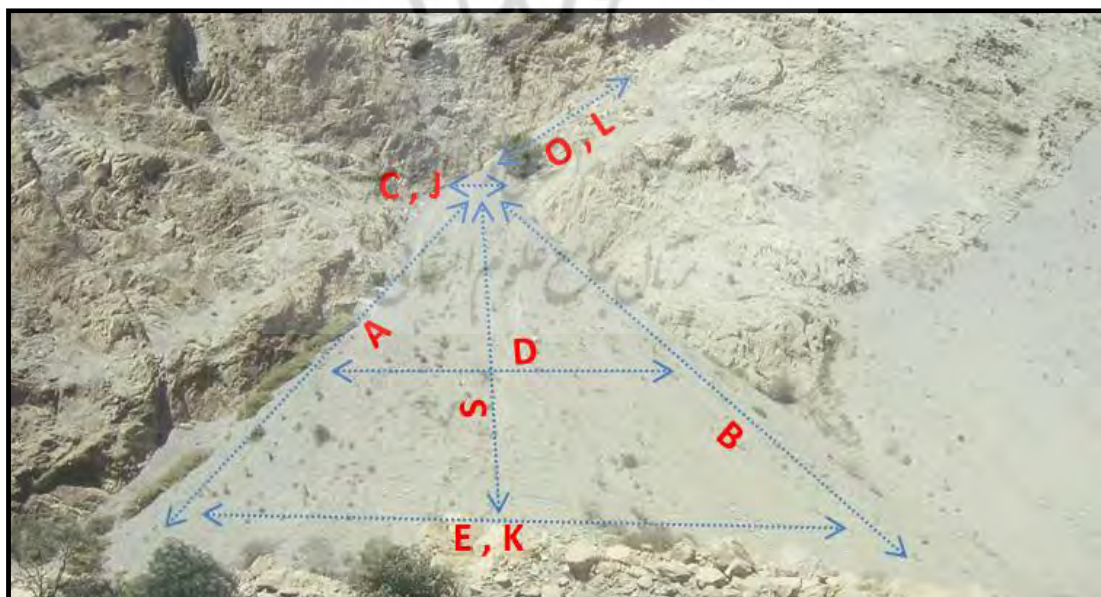
مخروط‌های واریزه‌ای مورد مطالعه در طول جغرافیایی $52^{\circ}15'$ تا $52^{\circ}18'$ درجه شرقی و عرض $35^{\circ}53'$ تا $36^{\circ}07'$ درجه شمالی در فاصله ۳۵ تا ۷۵ کیلومتری جنوب غرب شهرستان آمل قرار دارد. مجموع مساحت ۲۱ مخروط‌های واریزه‌ای معادل $1/272$ کیلومتر مربع می‌باشد. منطقه مورد مطالعه بخشی از البرز مرکزی می‌باشد که قله دماوند در غرب عوارض ژئومورفولوژیکی مورد مطالعه خودنمایی می‌کند (شکل ۱). همچنین تعداد قابل توجهی مناطق مسکونی به‌صورت شهر و روستا در قسمت‌های غرب و شرق مخروط‌های واریزه‌ای وجود دارد که عمدتاً به شکل سکونتگاه‌های موقتی در فصول بهار و تابستان مورد استفاده ساکنین و گردشگران قرار می‌گیرند.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌های تحقیق

در این پژوهش، مخروط‌های واریزه‌ای مسیر دره هراز در دامنه‌های مسلط بر محور کوهستانی و دره رودخانه‌ای بررسی شدند. برای انجام این تحقیق، از داده‌های آب و هوایی ایستگاه‌های هواشناسی آمل (۹۲-۱۳۸۰) و رینه (۸۷-۱۳۵۹) جهت بررسی وضعیت آب و هوایی محدوده مورد مطالعه استفاده شده است. همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ برگه‌های آمل و دماوند از تارنمای سازمان زمین‌شناسی کشور بارگذاری شدند تا پس از زمین مرجع نمودن در محیط نرم‌افزاری ArcGIS با ایجاد بافری ۲۰۰۰ متری از رود هراز، ویژگی‌های سازندها در دو طرف بستر رودخانه بررسی شود. در مرحله بعد با پیمایش زمینی و مشاهدات میدانی، تعداد ۲۱ مخروط واریزه‌ای در دامنه‌های شرقی و غربی دره رودخانه‌ای هراز شناسایی شدند. اندازه‌گیری خصوصیات هندسی از اجزای اصلی (طول، عرض، ارتفاع، شیب و...) در مخروط‌های واریزه‌ای منتخب، با استفاده از متر لیزری و مساحی زمینی به همراه ثبت موقعیت مکانی و ارتفاع آن‌ها توسط دستگاه GPS انجام شده است (جدول ۱) و سعی بر آن بوده تا همه مخروط‌های واریزه‌ای قابل دسترس برای انجام اندازه‌گیری میدانی در مسیر ۴۰ کیلومتری مورد مطالعه مورفومتری شوند. محل قرارگیری مخروط‌های واریزه‌ای منتخب در مجاورت رودخانه و محور ارتباطی هراز می‌باشد. با در نظر گرفتن مخاطرات ناشی از افزایش یا کاهش حجم واریزه‌ها بر رودخانه و جاده ارتباطی مذکور، متغیر حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای (طول واریزه ۱ و ۲، عرض رأس، عرض میانی، عرض قاعده، شیب متوسط، ارتفاع رأس، ارتفاع قاعده، عمق و طول بخش معبر) به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۲). داده‌های حاصل از اندازه‌گیری میدانی به محیط نرم‌افزاری ArcGIS منتقل گردید. در نهایت با طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای آماری SPSS، PATH و Excel ارتباط بین اجزای اصلی شکل مخروط‌های واریزه‌ای با آنالیز همبستگی، رگرسیون و تحلیل مسیر انجام شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرار گرفته است.



شکل ۲: اجزای اصلی مورد اندازه‌گیری در مخروط‌های واریزه‌ای؛

A: طول واریزه ۱، B: طول واریزه ۲، C: عرض رأس، D: عرض میانی، E: عرض قاعده،
S: شیب متوسط، J: ارتفاع رأس، K: ارتفاع قاعده، O: عمق بخش معبر، L: طول بخش معبر.

جدول ۱: ویژگی‌های مورفومتری مخروط‌های واریزه‌ای دره هراز

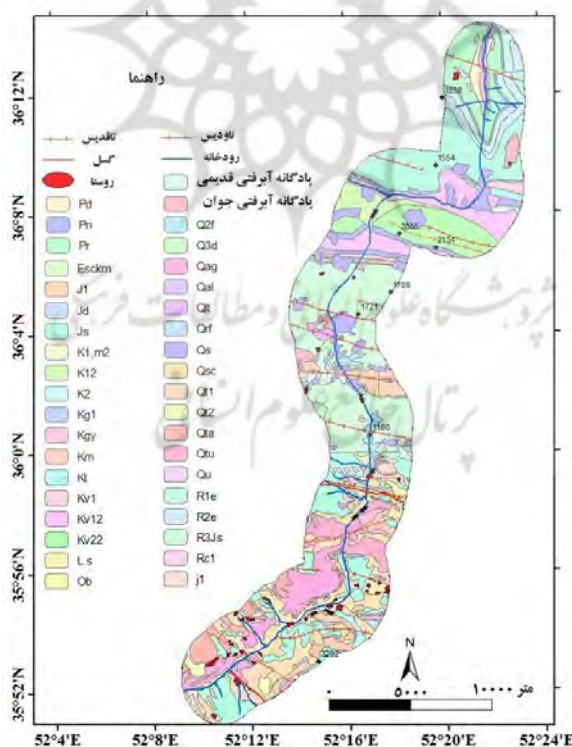
شماره مخروط	موقعیت مخروط	طول واریزه (متر) ۱	طول واریزه (متر) ۲	عرض راس (متر)	عرض میانی (متر)	عرض قاعده (متر)	ارتفاع راس (متر)	ارتفاع قاعده (متر)	شیب متوسط (درصد)	طول بخش معبر (متر)	صق بخش معبر (متر)	مساحت متر مربع	حجم واریزه (متر مکعب)
۱	روبروی رستوران ماهان	۳۰۸	۳۱۰	۴۵	۹۳	۱۲۱	۱۶۸۸	۱۲۷۳	۵۲٫۳	۳۳	۱	۳۱۵۰۰	۳۰٫۷۵
۲	روبروی رستوران ماهان	۲۹۸	۳۰۶	۳۴	۸۹	۱۱۹	۱۶۹۷	۱۲۵۴	۵۸٫۸	۴۱	۱٫۵	۳۵۸۲۶	۷۰٫۵
۳	روبروی رستوران ماهان	۲۰۹	۲۱۷	۶۳	۲۱۳	۲۵۴	۱۶۲۵	۱۳۰۰	۵۰٫۶	۲۷	۱٫۶	۳۷۰۰۶	۴۲٫۴
۴	روبروی رستوران ماهان	۱۵۶	۲۰۱	۵۱	۱۲۹	۱۶۶	۱۶۰۴	۱۳۱۰	۵۲٫۲	۴۲	۱٫۱	۱۹۴۸۶	۳۳٫۵۵
۵	روبروی رستوران ماهان	۲۵۲	۱۸۹	۳۰	۸۱	۱۱۵	۱۶۲۳	۱۲۷۴	۶۲٫۵	۳۸	۱	۱۵۹۲۴	۵۶٫۲۵
۶	بینوانا و شنگلده	۱۲۶	۱۱۷	۱۵	۴۵	۶۱	۱۶۲۸	۱۵۵۹	۴۵٫۶	۲۱	۱	۱۰۱۴۴	۱۴
۷	بینوانا و شنگلده	۱۱۲	۱۱۰	۱۱	۴۰	۵۴	۱۶۴۴	۱۵۵۰	۴۴٫۷	۸۵	۱٫۵	۱۸۵۳۸	۱۷٫۶۲
۸	بینوانا و شنگلده	۱۹۷	۱۸۸	۳۱	۵۱	۶۷	۱۶۴۹	۱۵۳۰	۴۴٫۷	۳۲	۱٫۵	۱۲۹۰۷	۱۶٫۵
۹	بینوانا و شنگلده	۱۸۷	۱۸۵	۲۹	۴۶	۶۱	۱۶۴۶	۱۴۹۰	۴۶٫۹	۲۵	۲	۲۷۹۶۹	۳۴٫۵
۱۰	وانا	۳۴۷	۳۴۳	۵۶	۱۲۰	۱۴۵	۱۷۳۰	۱۵۰۹	۴۶٫۴	۱۲۵	۳	۴۹۷۳۳	۹۶
۱۱	وانا	۲۵۸	۱۸۶	۴۲	۱۳۰	۲۱۷	۱۶۹۳	۱۵۶۴	۴۳٫۷	۹۷	۳	۴۱۰۵۰	۴۶٫۲۵
۱۲	روبروی آموزش و پرورش گزنک	۱۵۷	۱۰۷	۲۸	۱۲۲	۱۵۰	۱۶۸۰	۱۶۰۱	۴۴٫۳	۵۲	۱	۱۲۷۷۷	۱۰٫۷۵
۱۳	جنب موسسه ابي طالب سپاه	۷۱	۸۲	۱۳	۳۴	۸۲	۸۰۹	۷۵۶	۴۲٫۷	۵۰	۲	۳۲۶۲	۱۳٫۵
۱۴	جنب موسسه ابي طالب سپاه	۱۰۰	۹۷	۲۵	۶۲	۱۰۰	۸۲۳	۷۵۵	۴۳٫۸	۹۱	۲	۴۹۴۴	۱۹
۱۵	جنب موسسه ابي طالب سپاه	۱۱۰	۱۱۲	۱۴	۳۸	۵۷	۸۸۷	۷۸۹	۵۹٫۷	۱۱۳	۱٫۶	۱۵۹۸	۷۸٫۸
۱۶	جنب موسسه ابي طالب سپاه	۱۳۶	۱۲۹	۳۰	۴۹	۶۵	۹۱۹	۸۰۸	۵۸٫۸	۷۶	۱٫۲	۵۹۵۲	۵۶٫۴
۱۷	روبروی پلیس راه بایجان	۱۵۳	۱۵۵	۱۱	۳۷	۵۵	۱۳۱۰	۱۲۱۹	۵۳٫۳	۵۶	۱٫۷	۶۷۲۹	۵۶٫۵۲
۱۸	روبروی پلیس راه بایجان	۱۴۳	۱۳۰	۳۴	۵۴	۷۲	۱۳۰۰	۱۲۱۸	۵۳٫۲	۳۸	۲٫۵	۸۴۳۷	۸۲٫۵
۱۹	جنب تونل ۸ از سمت آمل	۳۲۲	۳۲۵	۴۵	۱۱۹	۱۷۹	۱۳۹۷	۱۰۶۳	۵۷٫۳	۱۵۷	۲	۴۷۰۷۰	۸۶٫۵
۲۰	جنب تونل ۸ از سمت آمل	۲۲۴	۱۹۵	۴۱	۷۰	۱۱۰	۱۲۰۱	۱۰۶۸	۵۵٫۲	۱۱۰	۲	۱۳۴۲۲	۷۶
۲۱	جنب تونل ۸ از سمت آمل	۱۸۲	۱۹۲	۳۳	۴۷	۸۴	۱۲۰۰	۱۰۶۶	۶۶	۸۸	۱٫۵	۱۰۰۹۹	۹۷٫۵

بحث و تجزیه و تحلیل

محل تشکیل و جابجایی مواد تخریبی منفصل در مخروط‌های واریزه‌های منطقه، غالباً بالادست دامنه‌ها، در محل رخنمون‌های سنگی شیب‌های تند (با شیب متوسط بالای ۴۲ درصد) می‌باشد. اختلاف ارتفاع بین قاعده تا رأس مخروط‌ها بین حداقل ۵۳ متر در مخروط شماره ۱۳ و حداکثر ۲۴۳ متر در مخروط شماره ۲، دلالت بر تنوع طول مخروط‌های واریزه‌ای با شیب‌های متنوعی از ۴۲-۶۶٪ دارد که همین مورد بر حجم مخروط‌ها نیز تأثیر بسزایی دارد. به دلیل حمل و انتقال مواد تخریبی از بالادست به سمت قاعده، بر روی مخروط‌ها شواهدی از وجود اشکال فرسایش آبی مشاهده نمی‌شود. در ایجاد و توسعه مخروط‌های واریزه‌های علاوه بر نقش شیب، جهت دامنه نیز مهم می‌باشد. از مجموع ۲۱ مخروط واریزه‌ای مورد بررسی، ۱۴ نمونه بر روی دامنه غربی، ۴ نمونه بر روی دامنه شرقی و ۳ نمونه بر روی دامنه جنوبی مشاهده شده‌اند. قرارگیری مخروط‌ها در دامنه ارتفاعی بین ۷۵۰ تا ۱۷۵۰ متری در مسیر دره هراز، از شمال به سمت جنوب، وضعیت آب و هوایی متفاوتی را در طول سال تجربه می‌کند. بررسی داده‌های آب و هوایی ایستگاه‌های هواشناسی آمل و رینه به ترتیب با ارتفاع ۲۳ و ۱۹۵۰ متری از سطح دریا در شمال و جنوب محدوده مورد مطالعه، نشان می‌دهد که میانگین حداقل درجه حرارت در ایستگاه آمل از ۸ درجه سانتیگراد در دی‌ماه تا ۲۷/۲ درجه سانتیگراد در مردادماه متغیر است. میانگین حداقل درجه حرارت در ایستگاه رینه با ارتفاع ۱۹۵۰ متر از سطح دریا از ۲/۱- درجه سانتیگراد در دی‌ماه تا ۲۰ درجه سانتیگراد در مردادماه متغیر است و متوسط سالانه دما در ایستگاه رینه ۸/۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. به دلیل اینکه مخروط‌های واریزه‌ای منتخب در ارتفاع بالای ۷۵۰ متر از سطح دریا قرار گرفته و وضعیت

ثبت شده در ایستگاه رینه نسبت به ایستگاه آمل، شباهت بیشتری را به وضعیت اقلیمی محدوده تحت مطالعه نشان می‌دهد لذا سعی شده تحلیل‌های انجام شده بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی رینه صورت پذیرد. به طور متوسط بارندگی سالانه ایستگاه رینه ۵۳۶/۸ میلی‌متر می‌باشد که کمترین و بیشترین میزان آن به ترتیب مربوط به شهریورماه با ۷/۴ میلی‌متر و اردیبهشت با ۷۸/۴ میلی‌متر می‌باشد. در ایستگاه رینه به مدت ۱۲۱ روز در طول ۷ ماه از سال یخبندان مشاهده می‌شود که بیشترین یخبندان ماهانه مربوط به بهمن ماه می‌باشد. از نظر فصلی زمستان ۸۰ روز، پائیز ۳۳ روز و در بهار ۸ روز یخبندان ثبت شده است. به دلیل افت دما به میزان ۰/۶ درجه سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع و نیز افزایش میزان بارندگی غالباً به صورت برف در جهت شمال به جنوب محدوده مورد مطالعه، شدت هوازگی مکانیکی در سنگ‌های آهکی، شیل و ماسه‌سنگ افزایش می‌یابد. تغییر نوع بارندگی از باران به برف و یخبندان‌های طولانی مدت، شرایط را برای تخریب فیزیکی سنگ‌ها (فرایند یخبندان و ذوب یخ، ژلی فراکسیون و ...) فراهم می‌آورد.

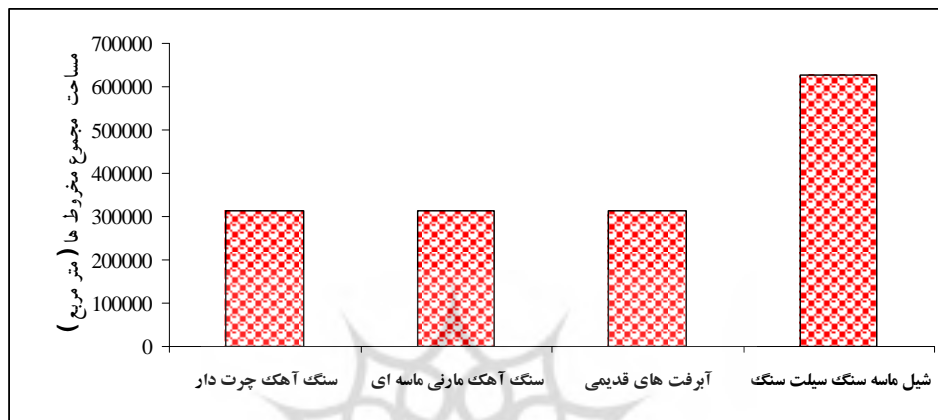
به موازات نقش آب‌وهوا، نباید از لیتولوژی و تأثیر مستقیم آن در پیدایش و توسعه حجم مخروط‌های واریزه‌ای غافل بود. سرگذشت سنگ‌شناسی مشابهی برای تمام گستره مورد مطالعه در دوران‌های مختلف زمین‌شناسی وجود داشته است. رسوبات کواترنری و رسوبات دوران دوم از تریاس تا ژوراسیک در کل محدوده و در امتداد رودخانه هزار گسترش قابل ملاحظه‌ای دارد و عمدتاً از شیل، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ، رس سنگ، کوارتزیت، رگه‌های ذغالی و رسوبات آبرفتی تشکیل شده‌اند (شکل ۳). این سنگ‌ها بر اساس طبقه‌بندی حساسیت سنگ‌ها به فرسایش و شدت رسوب زایی با درجه متوسط تا زیاد مشخص می‌شوند.



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

در بررسی ارتباط مساحت مخروط‌ها و جنس سنگ‌های مورد مطالعه، مشخص می‌شود که شیل، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ در ۲۱ مخروط واریزه‌ای منتخب، گستره بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند و در کنار آن آبرفت‌های قدیمی، سنگ‌آهک مارنی ماسه‌ای و سنگ‌آهک چرت دار از جمله سنگ‌هایی می‌باشند که بیشترین پهنه وقوع مخروط واریزه‌ای را دارند (شکل

۴). این مورد بیانگر آن است که شیل، ماسه‌سنگ و سیلت سنگ باعث افزایش طول و عرض مخروط‌های واریزه‌ای می‌شوند. از طرفی ارتباط بین نوع سنگ و تعداد فراوانی مخروط‌های واریزه‌ای نیز جالب توجه می‌باشد به نحوی که از تعداد ۲۱ مخروط وایزه ای اندازه‌گیری شده، ۱۱ مخروط در سنگ‌آهک چرت دار، ۴ مخروط در سنگ‌آهک مارنی ماسه‌ای، ۳ مخروط در سنگ‌های شیل، ماسه‌سنگ و سیلت سنگ و ۳ مخروط در بقایای واریزه ها و پادگانه‌های آبرفتی قدیمی مشاهده می‌شوند. به عبارتی سنگ‌های آهکی از توان بیشتری برای تشکیل واریزه ها برخوردار می‌باشند.



شکل ۴: ارتباط مساحت مجموع مخروط‌های واریزه‌ای و جنس سنگ‌ها در منطقه مورد مطالعه

به دلیل دخالت متغیرهای مستقل متعدد در ایجاد و افزایش حجم مخروط واریزه‌ای، میزان همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه بررسی شدند تا ارتباط بین متغیرها ارزیابی شود. نتایج حاصل از همبستگی نشان می‌دهد بین حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای طول معبر و شیب متوسط، همبستگی در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد. همچنین بین حجم واریزه و طول واریزه ۱ و ۲، همبستگی در سطح ۹۵ درصد معنادار می‌باشد به عبارتی با افزایش طول معبر، شیب متوسط و طول واریزه ۱ و ۲، حجم واریزه نیز افزایش می‌یابد (جدول ۲).

پروژه گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲: تحلیل همبستگی عناصر مورفومتری مخروط‌های واریزه‌ای

حجم واریزه	مساحت	عمق معبر	طول معبر	شیب متوسط	ارتفاع قاعده	ارتفاع رأس	عرض قاعده	عرض میانی	عرض رأس	طول واریزه ۲	طول واریزه ۱	لیتولوژی	جهت
۱	۰,۲۷۳	۰,۲۷۲	۰,۵۳۳**	۰,۷۱۲**	-۰,۲۵۹	-۰,۱۲۶	۰,۰۸	۰,۰۵۵	۰,۳۳۶	۰,۴۶۶*	۰,۴۵۶*	-۰,۴۲۱	۰,۳۳۵
	۱	۰,۵۳۵*	۰,۲۴۷	-۰,۰۷۷	۰,۴۴۹*	۰,۶۰۹**	۰,۶۸۶**	۰,۷۱۴**	۰,۸۱۲**	۰,۸۴۰**	۰,۱۴۲	۰,۵۹۰**	
		۱	۰,۴۳۳*	-۰,۳۱۲	۰,۲۱	۰,۲۵۱	۰,۳۲۲	۰,۲۴۲	۰,۳۵۵	۰,۱۴۲	۰,۳۳۷	۰,۰۷۹	۰,۱۸۱
			۱	۰,۱۸۲	-۰,۳۳۵	-۰,۲۱۹	۰,۱۴۶	۰,۰۲۹	۰,۱۰۹	۰,۳۴۵	۰,۳۸۸	-۰,۲۸۸	-۰,۱۰۶
				۱	-۰,۴۰۸	-۰,۳۰۸	-۰,۰۸۱	-۰,۰۷۷	۰,۱۱	۰,۲۸	۰,۲۵	-۰,۳۰۸	۰,۱۹۵
					۱	۰,۹۷۳**	۰,۲۱۹	۰,۳۰۵	۰,۲۰۱	۰,۱۳۵	۰,۱۴۲	۰,۰۶۹	۰,۵۹۳**
						۱	۰,۱۹۱	۰,۳۷	۰,۲۱	۰,۳۵	۰,۴۴۷*	۰,۰۴۶	۰,۶۷۳**
							۱	۰,۹۶۲**	۰,۷۹۲**	۰,۴۶۰*	۰,۵۰۹*	۰,۰۳۲	۰,۴۷۱*
								۱	۰,۸۳۰**	۰,۴۵۶*	۰,۴۸۹*	۰,۰۶۶	۰,۵۰۲*
									۱	۰,۶۳۶**	۰,۶۴۱**	۰,۰۱۹	۰,۵۶۵**
										۱	۰,۹۶۰**	-۰,۱۰۴	۰,۵۳۶*
											۱	-۰,۱۱۱	۰,۶۰۴**
												۱	-۰,۴۱۷
													۱

**رابطه در سطح ۹۹ درصد معنادار است. *رابطه در سطح ۹۵ درصد معنادار است.

پس از بررسی میزان همبستگی و معناداری بین حجم واریزه به‌عنوان متغیر پاسخ و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل، از روش رگرسیون گام‌به‌گام برای حذف متغیرهای کم‌تأثیر و بی‌تأثیر استفاده شد. در بررسی حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته در روش رگرسیون گام‌به‌گام، در نهایت سه متغیر شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی به‌عنوان عوامل تأثیرگذار وارد مدل شدند و ۹۴ درصد از تغییرات حجم واریزه را توجیه نمودند که با توجه به مقادیر t استیودنت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و در نتیجه معادله رگرسیونی $Y = -126.032 + 3.5 X1 + 15.1 X2 - 13.3 X3$ که در آن Y حجم واریزه، $X1, X2$ و $X3$ به ترتیب شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی می‌باشند، به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳: رگرسیون گام‌به‌گام برای حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل

متغیرهای اضافه‌شده به مدل	۱	۲	۳
مقدار ثابت	-۱۰۳/۱۶	-۱۷۶/۴۵	-۱۲۶/۰۳۲
شیب متوسط	۲/۹۵۸	۳/۸۱	۳/۵۳۵
عمق معبر		۱۵/۱۷	۱۵/۰۸۰
لیتولوژی			-۱۳/۲۹۵
ضریب تبیین (R^2)	۰/۵۰۷**	۰/۸۹۸**	۰/۹۳۸**

**معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد

در ادامه برای درک اینکه همبستگی متغیرهای مستقل با حجم واریزه به دلیل اثر مستقیم متغیرها بر دو متغیر مذکور بوده است یا در نتیجه اثر غیرمستقیم از طریق متغیر دیگری می‌باشد از تحلیل مسیر استفاده شد و نتایج آن در جدول ۴ آمده است. آثار مستقیم و غیرمستقیم هر یک از متغیرهای مستقل بر روی حجم واریزه بر اساس ضرایب همبستگی در نرم‌افزار PATH محاسبه گردید. بر اساس جدول ۴، شیب متوسط معادل ۰/۸۱۸ و سپس عمق معبر برابر با ۰/۷۰۲، بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر روی حجم واریزه دارند. مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم این صفات بر حجم واریزه به ترتیب برابر با ۰/۷۰۹ و ۰/۳۷ است.

جدول ۴: میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر حجم واریزه

متغیر	اثر مستقیم	اثرات غیرمستقیم						
		عمق معبر	طول معبر	شیب متوسط	عرض قاعده	عرض میانی	طول واریزه ۲	طول واریزه ۱
عمق معبر	۰/۷۰۲	-	۰/۰۳۱	-۰/۲۵۴	-۰/۱۸۶	۰/۱۲۵	۰/۱۱۶	-۰/۱۵
طول معبر	۰/۰۶۷	۰/۳۲۹	-	۰/۱۴۷	-۰/۰۸۷	۰/۰۱۵	۰/۱۶۵	-۰/۱۵۵
شیب متوسط	۰/۸۱۸	-۰/۲۱۸	۰/۰۱۲	-	۰/۰۴۶	-۰/۰۴۲	۰/۱۳۶	-۰/۱۱۴
عرض قاعده	-۰/۵۷۹	۰/۲۲۴	۰/۰۱	-۰/۰۶۶	-	۰/۵۰۳	۰/۲۲۴	-۰/۲۳۲
عرض میانی	۰/۵۲۴	۰/۱۶۸	۰/۰۰۲	-۰/۰۶۶	-۰/۵۵۶	-	۰/۲۲۴	-۰/۲۲۳
طول واریزه ۲	۰/۴۸۷	۰/۱۶۸	۰/۰۲۲	۰/۲۲۹	-۰/۲۶۷	۰/۲۴۱	-	-۰/۴۳۶
طول واریزه ۱	-۰/۴۵۴	۰/۲۳۱	۰/۰۲۲	۰/۲۰۴	-۰/۲۹۶	۰/۲۵۶	۰/۴۶۷	-
لیتولوژی	-۰/۲۲۴	۰/۰۵۶	-۰/۰۲	-۰/۲۵۴	-۰/۰۱۸	۰/۰۳۶	-۰/۰۴۹	۰/۰۴۹

اثرات باقیمانده ($\sqrt{1-R^2} = ۰/۱۴۹$)

اثر مستقیم متغیرهای شیب متوسط و عمق معبر از میزان همبستگی بین این متغیرها و حجم واریزه بیشتر شده است و بیانگر این مطلب می‌باشد که سایر متغیرها از طریق اعمال اثرات غیرمستقیم سبب کاهش تأثیر متغیرهای شیب متوسط و عمق معبر بر حجم واریزه شده‌اند. اثر غیرمستقیم و منفی متغیر شیب متوسط به ترتیب از طریق متغیرهای عمق معبر، طول واریزه ۱ و عرض میانی بر روی حجم واریزه مشاهده شد و متغیر عمق معبر نیز از طریق متغیرهای شیب متوسط و عرض قاعده، بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی را بر روی حجم واریزه دارد. اثر مستقیم منفی بر روی حجم واریزه متعلق به عرض قاعده معادل $-۰/۵۷۹$ ، طول واریزه ۱ برابر با $-۰/۴۵۴$ و لیتولوژی برابر با $-۰/۲۲۴$ می‌باشند.

نتیجه‌گیری

مخروط‌های واریزه‌ای از اشکال مهم دامنه‌ای در البرز مرکزی می‌باشند که عمدتاً بر روی سنگ‌های آهکی چرت دار یا آهکی مارنی ماسه‌ای، شیل، ماسه‌سنگ و سیلت سنگ در بالادست دامنه‌ها، در محل رخنمون‌های سنگی شیب‌های تند مشاهده می‌شوند. ۲۱ مخروط واریزه‌ای مورد بررسی، در ارتفاع بین ۱۷۵۰-۷۵۰ در امتداد جاده ارتباطی و رودخانه هراز مورفومتری شدند. مخروط‌ها در شیب‌های بالای ۴۲ درصد تا ۶۶ درصد و بیشتر در دامنه غربی (دامنه سایه گیر) مشاهده می‌شوند که بیانگر نقش تغییرات دمایی و ویژگی‌های آب و هوایی منطقه می‌باشد. وقوع میانگین ۱۲۱ روز یخبندان در طول ۷ ماه از سال در ایستگاه رینه، شرایط را برای تخریب فیزیکی سنگ‌ها (فرایند یخبندان و ذوب یخ، ژلی فراکسیون و ...) مهیا می‌سازد.

نتایج نشان داد که همبستگی بالایی بین حجم واریزه با متغیرهای مستقل طول معبر و شیب متوسط در محدوده مورد مطالعه وجود دارد به گونه‌ای که با افزایش طول معبر و شیب متوسط بر حجم مخروط‌های واریزه‌ای اضافه شده است و بر ارتباطی از نوع مستقیم کامل دلالت دارد. البته همبستگی حجم مخروط‌های واریزه‌ای با طول واریزه ۱ و ۲ نیز قابل توجه می‌باشد. به دلیل تعدد متغیرهای مستقل، با حذف متغیرهای کم تأثیر و بی‌تأثیر در روش رگرسیون گام به گام، سه متغیر شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی به عنوان عوامل تأثیرگذار اصلی، جواز حضور در مدل را به دست آوردند و ۹۴ درصد از تغییرات حجم واریزه را توجیه نمودند. این مورد با یافته‌های کلوز ۱۹۹۱، هریس و همکاران ۱۹۹۳ و ایلدرمی ۱۳۹۰، در بررسی علل تشکیل و وقوع جریان واریزه‌ای با تأکید بر نقش شیب در تشکیل جریان واریزه‌ای

مطابقت دارد. همچنین یافته‌های عابدینی ۱۳۸۳ و بیاتی خطیبی ۱۳۸۶، با تأکید بر نقش عمق معبر در حجیم شدن واریزه‌ها در دامنه ارتفاعات واحد ژئومورفولوژی آذربایجان همخوانی دارد.

تحلیل مسیر انجام شده در این تحقیق به ما نشان می‌دهد که شیب متوسط و عمق معبر بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر روی حجم واریزه دارند. به عبارتی هر چه شیب متوسط و عمق معبر افزایش یابد حجم واریزه نیز افزایش می‌یابد. همچنین عرض قاعده، طول واریزه ۱ و لیتولوژی بیشترین اثر مستقیم منفی را بر روی حجم واریزه به جای گذاشته‌اند. به زبان ساده، افزایش عرض قاعده، طول واریزه ۱ و لیتولوژی سبب کاهش حجم واریزه در مخروط‌های واریزه‌ای شده‌اند.

تحلیل مسیر می‌تواند راهنمایی لازم در جهت کنترل خطر افزایش حجم واریزه‌ها را به ما نشان داده و راه‌حل‌های مناسب برای کاهش مخاطره ناشی از حجم واریزه‌ها به عنوان مسدودکننده راه ارتباطی و تغییردهنده مسیر رودخانه را ارائه دهد. برای نمونه با توجه به تحلیل مسیر انجام شده، همان طوری که با افزایش عمق معبر، حجم واریزه افزایش می‌یابد با افزودن شیب متوسط و بالابردن عرض قاعده، کاهش حجم واریزه را خواهیم داشت. همچنین در افزایش حجم واریزه‌ها، افزایش شیب متوسط تأثیر بسزایی دارد و افزایش مقدار عمق معبر، طول واریزه ۱ و عرض میانی سبب کاهش حجم واریزه می‌شود و می‌توان با اصلاح پارامترهای مذکور، حجم واریزه‌ها را به مقدار قابل توجهی کاهش داد.



شکل ۷: مخروط‌های واریزه‌ای شماره ۱۰ و ۱۱ کنار رودخانه هراز



شکل ۶: مخروط واریزه‌ای شماره ۵ در کنار راه ارتباطی هراز

منابع و مأخذ

- ایلدرمی، علیرضا (۱۳۹۱) بررسی علل تشکیل و وقوع جریان واریزه‌ای در دامنه‌های شمالی الوند همدان، فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، سال دوازدهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۱، صص ۲۱۷-۲۴۵.
- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۷۹)، نقش برفسبب در تغییر دامنه‌های شمالی سبلان و قوشه داغ، مجله‌ی رشد جغرافیا، سال پانزدهم، پائیز ۱۳۷۹، شماره ۵۵، صص ۳۸-۴۵.
- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۶)، تحلیل و بررسی نقش عوامل توپوگرافی و دینامیک رودخانه‌ای، بر اندازه مخروط‌های واریزه‌ای مطالعه موردی: دامنه‌های شمال غربی سبلان (شمال غرب)، پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۶۰ تابستان ۱۳۸۶، صص ۱۵۷-۱۷۵.
- سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰، برگه‌های آمل و دماوند.
- عابدینی، موسی (۱۳۸۳)، بررسی نقش عوامل مؤثر در پیدایش و تکوین جریان‌های واریزه‌ای ارتفاعات شمال غرب آذربایجان (جنوب غرب هادی شهر دوره یزد)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، پائیز ۱۳۸۳، دوره ۱۹، شماره ۳، پیاپی ۷۴، صفحات ۲۱۲-۱۹۳.

- Baroni, C,G, Bruschi and A, Ribolini(2000), *Human- induced hazardous debris flows in Carrara Marble Basins, Tuscany, Italy. Earth surface processes and lanforms*,25,93-103.
- Boelhouwers, S.H and summer, P (2000), *Geomorphological charcteristies of small debris flow on Junior,s kop, Marion Island, Maritime Sub-Antatctic, Earth Surface processes and lanforms, Vol.25,P341-352.*
- Clawes, A(1991), *Process and Landforms, London Longman(154-176).*
- Dorren, L. K. A(2004), *Combining field and modeling techniques to assess rockfall dynamics on protection forest hillslope in the European alps, Geomophology, Vol57, Nos, 3-4, p135-149.*
- Harris, C. Gallop, M. and Coutand, J. P (1993), *Physical modeling of gelifluction and frost creeo. Processes and Landforms, V:18 N:5, p101-198.*
- May, EL&Gresswell, RE (2004), *Spatial and temporal patterns of debris- flow deposition in Oregon Coast ange, USA. Geomorphology, Vol,57. P151-165.*
- Liu. X and Lie. J (2003), *amethod for assessing reginal debris flow risk, Geomorphology, Vol52, P 181-193.*
- Onda, Y and Y, Matsukura. (1997), *Mechanism for the instability of slopes composed of granular materials. Earth surface ocesses and landforms.22, P401-411.*
- Pasuto, A&Soldati, m (2004), *An integrated approach for debris flow in the Italian Dolomites, Geomorphology, Vol.61, P59-70.*
- Van Steijn, H.P (1996), *Debris- flow magnitude- frequency relationship for mountainous regions of central and Northwest Europe, Elsevier Geomorphology, Vol.15,P 259-273.*
- Wieczorek, G. F and Jaj=ger, S (1996), *Trigeringmechanics.and depositional rates of postglacial slopemovement processes in the Yosemite Vally, California, Elsevier Geomorphology, V.15, P17-30.*
- Xilin, L and Junzhong, L(2003), *A method for assessing reginal debris flow risk an application in Zhaotong of Yunuan province (sw china), Geomorphology, Vol.52, P181-191.*