پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال چهارم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹٤
صص. ۳۱-۲۱

بررسی متغیرهای مؤثر بر حجم مخروط‌های واریزه‌ای مسیر دره هراز

قاسم لرستانی *– استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران
محمدرضا 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 موردمطالعه 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 مورفومتری 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، ۹٤ درصد تغییرات حجم واریزه را به خود اختصاص داده‌اند. درنهایت 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.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۲۵۸۶۵۱ E-mail: gh.lorestani@umz.ac.ir

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[1] و همکاران۲۰۰۴، ۱۶۴).جریان‌های واریزه‌ای ازلحاظ ویژگی‌های جریانی، حد واسط پدیده لغزش جریان‌های سیلابی است و از جورشدگی بسیار ضعیف و نامنظم برخوردار هستند(مای و گریس ول[2] ۲۰۰۴، ۱۴۵)، (خطیبی۱۳۷۹، ۱۷۰ به نقل ویسزورک[3]).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 استیژن۱۹۹۶، ۲۷۰ و بولهاورس ۲۰۰۰، ۳۴۳ و زیلین وجانزهانگ۲۰۰۳، ۱۸۷، لیو و لی۲۰۰۳، ۱۸۱ و پاسیتو و سولاد[4]۲۰۰۴، ۶۳).تحقیقات محققین(بیرانی[5] وهمکاران۲۰۰۰، ۵۴) نشان می‌دهد که انسان با انجام فعالیت‌های معدنی و احداث جاده‌ها در نواحی کوهستانی درافزایش میزان وقوع جریانات واریزه‌ای، مشارکت نموده است. رفتار جریانات 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[6] 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 درنظرداشت که عوامل تعیین‌کننده ابعاد مخروط‌های واریزه‌ای و میزان جابجایی آن‌ها، اندازه واریزه‌ها و....هستند(بیاتی خطیبی۱۳۸۶، ۱۵۹).بررسی‌های به‌عمل‌آمده 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 برفساب در تغییر دامنه‌های شمالی سبلان وقوشه 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 زمین ساختی، حاکمیت سیستم فرسایش پریگلاسیر و تخریب و پسروی پرتگاه‌ها را عوامل مؤثر در وقوع جریان‌های واریزه‌ای متعدد درمنطقه عنوان نمودند و درنهایت راهکارهایی جهت کنترل و کاهش جابجایی واریزه ها ارائه نمود.بیاتی خطیبی(۱۳۸۶) درمقاله ی باموضوع تحلیل وبررسی 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 واریزه ها و تخته‌سنگ‌ها، در پای دامنه‌ها شده

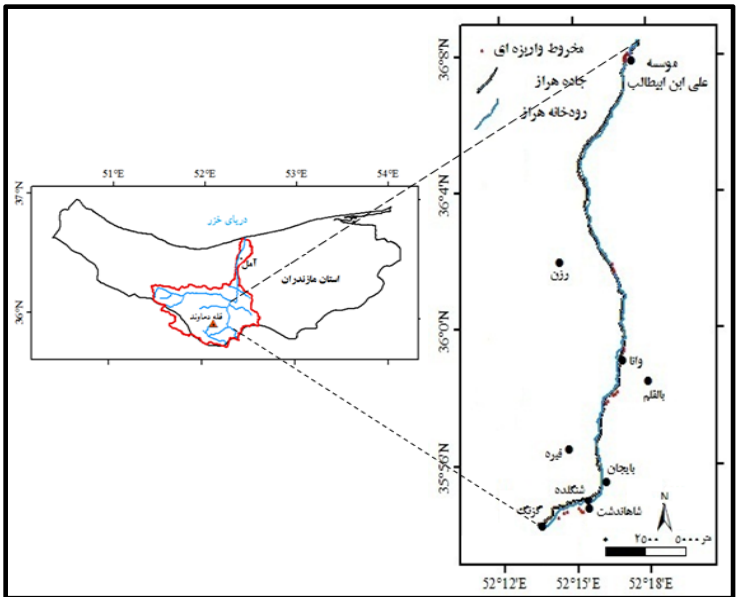
1- Dorren
2- May &Gresswell
3-Dimen, Wilson &wiecezorek
4-passuto&soldat
5- Baroni
6- Onda and Matsukura

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 واریزه ها به‌ویژه ازلحاظ تعداد، فراوانی و گستردگی در ارتفاع بین۲۷۰۰تا۳۰۰۰متری واقع‌شده است که بیانگر نقش لیتولوژی، تکتونیک، نیواسیون همراه با سیستم شکل زایی و فرسایشی جنب یخچالی در تشکیل و توسعه واریزه‌های منطقه می‌باشد.

تحقیق حاضر در دامنه‌های مشرف بر دره رودخانه‌ای هراز انجام‌شده 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[1]را برای تعیین نوع ارتباط بین حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به‌عنوان متغیرهای مستقل تبیین نماید.

منطقه موردمطالعه

مخروط‌های واریزه‌ای موردمطالعه در طول جغرافیایی ´۱۵ °۵۲ تا ´۱۸ °۵۲ درجه شرقی و عرض ´۵۳ °۳۵ تا ´۰۷ °۳۶ درجه شمالی در فاصله ۳۵ تا ۷۵ کیلومتری جنوب غرب شهرستان آمل قرار دارد. مجموع مساحت ۲۱ مخروط‌های واریزه‌ای معادل ۱/۲۷۲ کیلومترمربع می‌باشد. منطقه موردمطالعه بخشی از البرز مرکزی می‌باشد که قله دماوند در غرب عوارض ژئومورفولوژیکی موردمطالعه خودنمایی می‌کند(شکل ۱). همچنین تعداد قابل‌توجهی 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 مورداستفاده ساکنین و گردشگران قرار می‌گیرند.

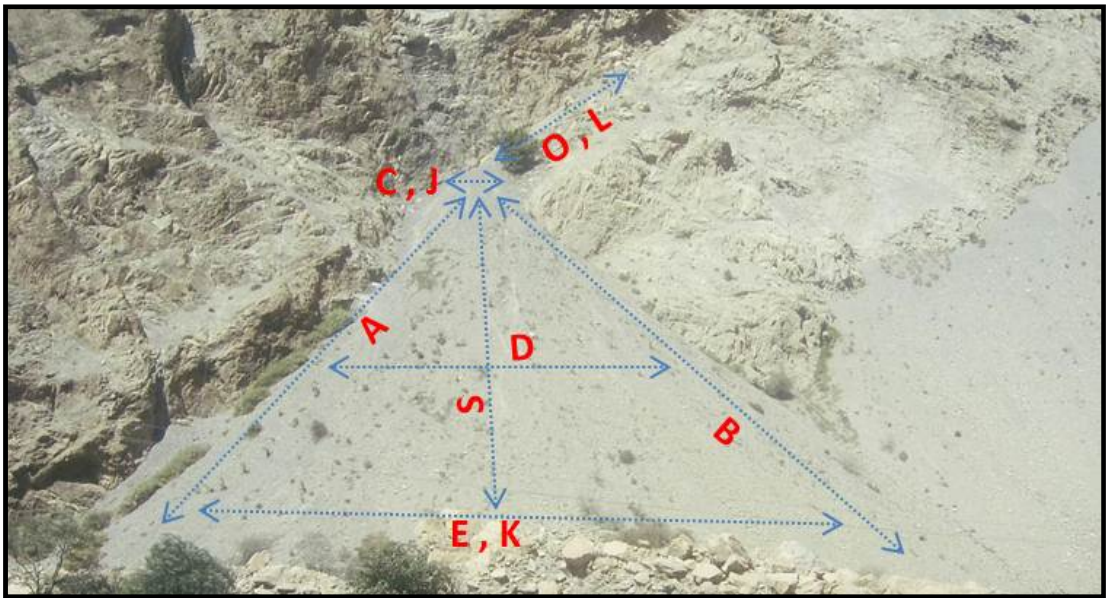


شکل۱ : موقعیت منطقه موردمطالعه

1- Path Analysis

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 موردمطالعه استفاده‌شده 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 نرم‌افزاریArcGISبا 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 انجام‌شده است(جدول ۱) و سعی بر آن بوده تا همه مخروط‌های واریزه‌ای قابل‌دسترس برای انجام اندازه‌گیری میدانی در مسیر ۴۰ کیلومتری موردمطالعه 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 واریزه ها 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 موردبررسی قرار گرفتند(شکل ۲). داده‌های حاصل از اندازه‌گیری میدانی به محیط نرم‌افزاری ArcGIS منتقل گردید. درنهایت با طبقه‌بندی و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای آماری PATH، SPSS و Excel ارتباط بین اجزای اصلی شکل مخروط‌های واریزه‌ای با آنالیز همبستگی، رگرسیون و تحلیل مسیر انجام‌شده و نتایج حاصل از آن مورد ارزیابی قرارگرفته است.



شکل ۲ : اجزای اصلی موردانداز‌ه‌گیری 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

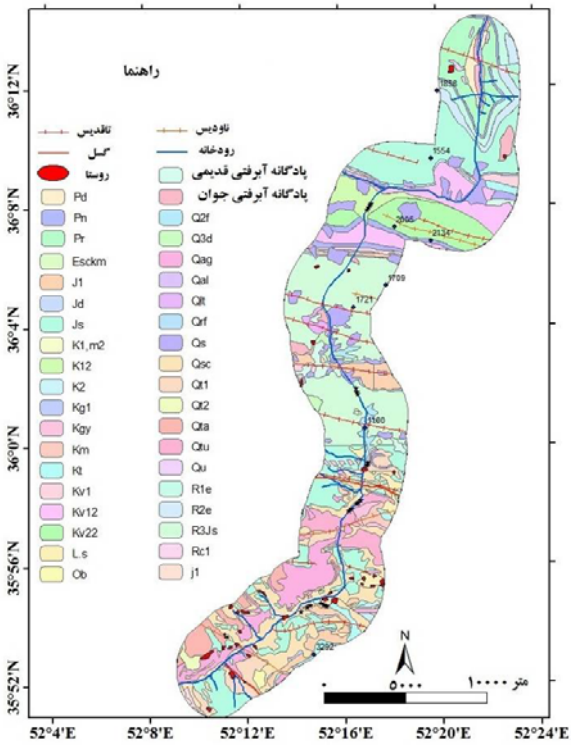
شماره مخروط	موقعیت مخروط	طول واریزه ۱ (متر)	طول واریزه ۲ (متر)	عرض راس (متر)	عرض میانی (متر)	عرض قاعده (متر)	ارتفاع راس (متر)	ارتفاع قاعده (متر)	شیب متوسط (درصد)	طول بخش معبر (متر)	عمق بخش معبر (متر)	مساحت متر مربع	حجم واریزه (متر مکعب)
۱	روبروی رستوران ماهان	۳۰۸	۳۱۰	۴۵	۹۳	۱۲۱	۱۴۸۸	۱۲۷۳	۵۲.۳	۳۳	۱	۳۱۵۰۰	۳۰.۷۵
۲	روبروی رستوران ماهان	۲۹۸	۳۰۶	۳۴	۸۹	۱۱۹	۱۴۹۷	۱۲۵۴	۵۸.۸	۴۱	۱.۵	۳۵۸۲۶	۷۰.۵
۳	روبروی رستوران ماهان	۲۰۹	۲۱۷	۶۳	۲۱۳	۲۵۴	۱۴۲۵	۱۳۰۰	۵۰.۶	۲۷	۱.۶	۳۷۰۰۶	۴۲.۴
۴	روبروی رستوران ماهان	۱۵۶	۲۰۱	۵۱	۱۲۹	۱۶۶	۱۴۰۴	۱۳۱۰	۵۲.۲	۴۲	۱.۱	۱۹۴۸۶	۳۳.۵۵
۵	روبروی رستوران ماهان	۲۵۲	۱۸۹	۳۰	۸۱	۱۱۵	۱۴۲۳	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	روبروی‌آموزش‌وپرورش گزنک	۱۵۷	۱۰۷	۲۸	۱۲۲	۱۵۰	۱۶۸۰	۱۶۰۱	۴۴.۳	۵۲	۱	۱۲۷۷۷	۱۰.۷۵
۱۳	جنب موسسه ابی طالب سپاه	۷۱	۸۲	۱۳	۳۴	۸۲	۸۰۹	۷۵۶	۴۲.۷	۵۰	۲	۳۲۶۲	۱۳.۵
۱۴	جنب موسسه ابی طالب سپاه	۱۰۰	۹۷	۲۵	۶۲	۱۰۰	۸۲۳	۷۵۵	۴۳.۸	۹۱	۲	۴۹۴۴	۱۹
۱۵	جنب موسسه ابی طالب سپاه	۱۱۰	۱۱۲	۱۴	۳۸	۵۷	۸۸۷	۷۸۹	۵۹.۷	۱۱۳	۱.۶	۱۵۹۸	۷۸.۸
۱۶	جنب موسسه ابی 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	۱۳۶۳۲	۷۶
۲۱	جنب تونل ۸ از سمت آمل	۱۸۲	۱۹۲	۳۳	۴۷	۸۴	۱۲۰۰	۱۰۶۶	۶۶	۸۸	۱.۵	۱۰۰۹۹	۹۷.۵

بحث و تجزیه‌وتحلیل

محل تشکیل و جابجایی مواد تخریبی منفصل در مخروط 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 ۶۶-۴۲٪ 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 موردبررسی، ۱۴ نمونه بر روی دامنه غربی، ۴ نمونه بر روی دامنه شرقی و ۳ نمونه بر روی دامنه جنوبی مشاهده‌شده‌اند. قرارگیری مخروط‌ها در دامنه ارتفاعی بین ۷۵۰ تا ۱۷۵۰متری 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 موردمطالعه،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 ۱۹۵۰متر از سطح دریا از۲/۱- درجه سانتیگراد دردی ماه 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 قرارگرفته و وضعیت

ثبت‌شده در ایستگاه رینه نسبت به ایستگاه آمل، شباهت بیشتری را به وضعیت اقلیمی محدوده تحت مطالعه نشان می‌دهد لذا سعی شده تحلیل‌های انجام‌شده بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی رینه صورت پذیرد.به‌طور 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 ۷ماه از سال یخبندان مشاهده می‌شود که بیشترین یخبندان ماهانه مربوط به بهمن‌ماه می‌باشد.ازنظر فصلی زمستان۸۰روز، پائیز۳۳ روز و در بهار ۸ روز یخبندان ثبت‌شده است. به دلیل افت دما به میزان ۰/۶ درجه سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع و نیز افزایش میزان بارندگی غالباً به‌صورت برف در جهت شمال به جنوب محدوده موردمطالعه، شدت هوازدگی مکانیکی در سنگ‌های آهکی، شیل و ماسه‌سنگ افزایش می‌یابد. تغییر نوع بارندگی از باران به برف و یخبندان‌های طولانی‌مدت، شرایط را برای تخریب فیزیکی سنگ‌ها (فرایند یخبندان و ذوب یخ، ژلی فراکسیون و ...) فراهم می‌آورد.

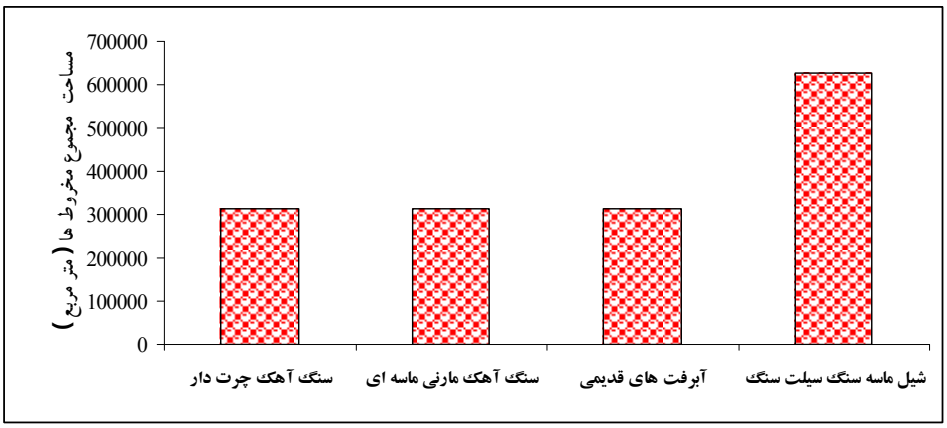
به‌موازات نقش آب‌وهوا ، نباید از لیتولوژی و تأثیر مستقیم آن در پیدایش و توسعه حجم مخروط‌های واریزه‌ای غافل بود. سرگذشت سنگ‌شناسی مشابهی برای تمام گستره موردمطالعه در دوران‌های مختلف زمین‌شناسی وجود داشته است. رسوبات کواترنری و رسوبات دوران دوم از تریاس تا ژوراسیک در کل محدوده و در امتداد رودخانه هراز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



شکل۳ : نقشه زمین‌شناسی محدوده موردمطالعه

در بررسی ارتباط مساحت مخروط‌ها و جنس سنگ‌های موردمطالعه، 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 ازجمله سنگ‌هایی می‌باشند که بیشترین پهنه وقوع مخروط واریزه‌ای رادارند(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 جالب‌توجه می‌باشد به‌نحوی‌که 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 موردمطالعه

به دلیل دخالت متغیرهای مستقل متعدد در ایجاد و افزایش حجم مخروط واریزه‌ای، میزان همبستگی بین متغیرهای موردمطالعه 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 ۹۵درصد معنادار می‌باشد به عبارتی با افزایش طول معبر، شیب متوسط و طول واریزه ۱ و ۲، حجم واریزه نیز افزایش می‌یابد(جدول ۲).

جدول ۲: تحلیل همبستگی عناصر مورفومتری مخروط‌های واریزه‌ای

	جهت	لیتولوژی	طول واریزه۱	طول واریزه۲	عرض راس	عرض میانی	عرض قاعده	ارتفاع راس	ارتفاع قاعده	شیب متوسط	طول معبر	عمق معبر	مساحت	حجم واریزه
حجم واریزه	۰,۳۳۵	-۰,۴۲۱	۰,۴۵۶*	۰,۴۶۶*	۰,۳۳۶	۰,۰۵۵	۰,۰۸	-۰,۱۲۶	-۰,۲۵۹	۰,۷۱۲**	۰,۵۳۳**	۰,۳۷۲	۰,۲۷۳	۱
مساحت	۰,۵۹۰**	۰,۱۴۲	۰,۸۴۰**	۰,۸۱۲**	۰,۷۱۴**	۰,۶۸۶**	۰,۶۸۹**	۰,۶۰۹**	۰,۴۴۹*	-۰,۰۷۷	۰,۲۴۷	۰,۵۳۵*	۱	
عمق معبر	۰,۱۸۱	۰,۰۷۹	۰,۳۲۷	۰,۲۴۲	۰,۳۵۵	۰,۲۴۲	۰,۳۲۲	۰,۲۵۱	۰,۲۱	-۰,۳۱۲	۰,۴۷۳*	۱		
طول معبر	-۰,۱۰۶	-۰,۲۸۸	۰,۳۸۸	۰,۳۴۵	۰,۱۰۹	۰,۰۲۹	۰,۱۴۶	-۰,۲۱۹	-۰,۳۲۵	۰,۱۸۲	۱			
شیب متوسط	۰,۱۹۵	-۰,۳۰۸	۰,۲۵	۰,۲۸	۰,۱۱	-۰,۰۷۷	-۰,۰۸۱	-۰,۳۰۸	-۰,۴۰۸	۱				
ارتفاع قاعده	۰,۵۹۳**	۰,۰۶۹	۰,۲۴۲	۰,۱۳۵	۰,۲۰۱	۰,۳۰۵	۰,۲۱۹	۰,۹۷۳**	۱					
ارتفاع راس	۰,۶۷۲**	۰,۰۴۶	۰,۴۴۷*	۰,۳۵	۰,۳۱	۰,۳۷	۰,۲۹۱	۱						
عرض قاعده	۰,۴۷۱*	۰,۰۳۲	۰,۵۰۹*	۰,۴۶۰*	۰,۷۹۲**	۰,۹۶۲**	۱							
عرض میانی	۰,۵۰۳*	۰,۰۶۶	۰,۴۸۹*	۰,۴۵۶*	۰,۸۳۰**	۱								
عرض راس	۰,۵۶۵**	۰,۰۱۹	۰,۶۴۱**	۰,۶۳۶**	۱									
طول واریزه۲	۰,۵۳۶*	-۰,۱۰۴	۰,۹۶۰**	۱										
طول واریزه۱	۰,۶۰۴**	-۰,۱۱۱	۱											
لیتولوژی	-۰,۴۱۷	۱												
جهت	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 کم تأثیر و بی‌تأثیر استفاده شد.در بررسی حجم واریزه به‌عنوان متغیر وابسته درروش رگرسیون گام‌به‌گام، درنهایت سه متغیر شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی به‌عنوان عوامل تأثیرگذار وارد مدل شدند و۹۴ درصد از تغییرات حجم واریزه را توجیه نمودند که باتوجه به مقادیر t استیودنت درسطح احتمال یک درصدمعنی‌دار شد و در نتیجه معادله رگرسیونی $Y= -126.032 + 3.5\ X1 + 15.1\ X2 - 13.3\ X3$ که در آن Yحجم واریزه، X2،X1 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 درنتیجه‌ی اثر غیرمستقیم از طریق متغیر دیگری می‌باشد از تحلیل مسیر استفاده شد و نتایج آن در جدول ۴آمده است. آثار مستقیم و غیرمستقیم هریک 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 این‌صفات‌برحجم واریزه به ترتیب برابر با ۰/۷۰۹ و ۰/۳۷ است.

جدول۴:میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم‌متغیرهای مستقل برحجم واریزه

متغیر	اثر مستقیم	اثرات غیرمستقیم								
		عمق معبر	طول معبر	شیب متوسط	عرض قاعده	عرض میانی	طول واریزه ۲	طول واریزه ۱	لیتولوژی	همبستگی با حجم واریزه
عمق معبر	۰/۷۰۲	–	۰/۰۳۱	−۰/۲۵۴	−۰/۱۸۶	۰/۱۲۵	۰/۱۱۶	−۰/۱۵	−۰/۰۱۸	۰/۳۷
طول معبر	۰/۰۶۷	۰/۳۲۹	–	۰/۱۴۷	−۰/۰۸۷	۰/۰۱۵	۰/۱۶۵	−۰/۱۵۵	۰/۰۶۴	۰/۵۵
شیب متوسط	۰/۸۱۸	−۰/۲۱۸	۰/۰۱۲	–	۰/۰۴۶	−۰/۴۲	۰/۱۳۶	−۰/۱۱۴	۰/۰۶۹	۰/۷۰۹
عرض قاعده	−۰/۵۷۹	۰/۲۲۴	۰/۰۱	−۰/۰۶۶	–	۰/۵۰۳	۰/۲۲۴	−۰/۲۳۲	−۰/۰۰۷	۰/۰۷۹
عرض میانی	۰/۵۲۴	۰/۱۶۸	۰/۰۰۲	−۰/۰۶۶	−۰/۵۵۶	–	۰/۲۲۴	−۰/۲۲۳	−۰/۰۱۶	۰/۰۵۴
طول واریزه ۲	۰/۴۸۷	۰/۱۶۸	۰/۰۲۲	۰/۲۲۹	−۰/۲۶۷	۰/۲۴۱	–	−۰/۴۳۶	۰/۰۲۲	۰/۴۶۹
طول واریزه ۱	−۰/۴۵۴	۰/۲۳۱	۰/۰۲۲	۰/۲۰۴	−۰/۲۹۶	۰/۲۵۶	۰/۴۶۷	–	۰/۰۲۴	۰/۴۶
لیتولوژی	−۰/۲۲۴	۰/۰۵۶	−۰/۰۲	−۰/۲۵۴	−۰/۰۱۸	۰/۰۳۶	−۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	–	−۰/۴۲

اثرات باقیمانده($\sqrt{1-R2}$ =۰/۱۴۹)

اثر مستقیم متغیرهای شیب متوسط و عمق معبر از میزان همبستگی بین این متغیرها و حجم واریزه بیشتر شده است وبیانگراین مطلب می‌باشد که سایر متغیرها از طریق اعمال اثرات غیرمستقیم سبب کاهش تأثیرمتغیرهای 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 موردبررسی، در ارتفاع بین ۱۷۵۰−۷۵۰ در امتداد جاده ارتباطی و رودخانه هراز مورفومتری شدند.مخروط‌ها درشیب‌های 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 موردمطالعه وجود دارد به‌گونه‌ای که با افزایش طول معبر و شیب متوسط بر حجم مخروط‌های واریزه‌ای اضافه‌شده است و بر ارتباطی از نوع مستقیم کامل دلالت دارد.البته همبستگی حجم مخروط‌های واریزه‌ای با طول واریزه۱ و ۲ نیز قابل‌توجه می‌باشد.به دلیل تعدد متغیرهای مستقل، با حذف متغیرهای کم تأثیر و بی‌تأثیر درروش رگرسیون گام‌به‌گام، سه متغیر شیب متوسط، عمق معبر و لیتولوژی به‌عنوان عوامل تأثیرگذار اصلی، جواز حضور در مدل را به دست آوردند و۹۴ درصد از تغییرات حجم واریزه را توجیه نمودند. این مورد با یافته‌های کلوز ۱۹۹۱، هریس و همکاران ۱۹۹۳ و ایلدرمی۱۳۹۰، 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 خطیبی۱۳۸۶، با تأکید بر نقش عمق معبر در حجیم شدن واریزه ها در دامنه ارتفاعات واحد ژئومورفولوژی آذربایجان همخوانی دارد.

تحلیل مسیر انجام‌شده 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 به‌جای گذاشته‌اند. به زبان ساده، افزایش عرض قاعده، طول واریزه ۱و لیتولوژی سبب کاهش حجم واریزه در مخروط‌های واریزه‌ای شده‌اند.

تحلیل مسیر می‌تواند راهنمایی لازم در جهت کنترل خطر افزایش حجم واریزه ها را به ما نشان داده و راه‌حل‌های مناسب برای کاهش مخاطره ناشی از حجم واریزه ها به‌عنوان مسدودکننده راه ارتباطی و تغییردهنده مسیر رودخانه را ارائه دهد. برای نمونه با توجه به تحلیل مسیر انجام‌شده، همان‌طوری که با افزایش عمق معبر، حجم واریزه افزایش می-یابد با افزودن شیب متوسط و بالابردن عرض قاعده، کاهش حجم واریزه را خواهیم داشت.همچنین در افزایش حجم واریزه ها، 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 واریزه ها را به مقدار قابل‌توجهی کاهش داد.

شکل۶:مخروط واریزه‌ای شماره۵در کنار راه ارتباطی هراز

شکل۷: مخروط‌های واریزه‌ای شماره ۱۰ و ۱۱کنار رودخانه هراز

منابع و مآخذ

- 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 برفساب در تغییر دامنه‌های شمالی سبلان وقوشه داغ، مجله‌ی رشد جغرافیا، سال پانزدهم، پائیز۱۳۷۹، شماره۵۵، صص۳۸-۴۵.
- بیاتی خطیبی، مریم.(۱۳۸۶)، تحلیل وبررسی نقش عوامل توپوگرافی و دینامیک رودخانه‌ای، بر اندازه مخروط‌های واریزه‌ای مطالعه موردی: دامنه‌های شمال غربی سبلان(شمال غرب)، پژوهش‌های جغرافیایی – شماره۶۰، تابستان۱۳۸۶، صص۱۵۷-۱۷۵.
- 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، پائیز۱۳۸۳، دوره۱۹، شماره۳، پیاپی۷۴، صفحات۲۱۲-۱۹۳

- *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 rockfalldyanamics 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 debrise- 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 orocesses and landforms.22, P401-411.*
- *Pasuto, A&Soldati, m (2004), An integrated approach for debrise flow in the Italian Dolomites, Geomorphology, Vol.61, P59-70.*
- *Van Steijn, H.P (1996), Debris- flow magnitude- frequency relationship for mountainous regions of centeral and Northwest Europe, Elsevier Geomorphology, Vol.15,P 259-273.*
- *Wieczorek, G. F and Jaj=ger, S (1996), Trigeringmechanics.and depositional rates of postglacial slopemovment 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.*