بازسازی سیرک‌های یخچالی در کراترهای آتشفشانی کواترنری (مطالعه‌ی موردی قروه کردستان)

غلامحسن جعفری*: *استادیار گروه جغرافیا، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان*
مینا آوجی: *کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان*

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۸)

چکیده

هدف اصلی از بررسی فرایندهای یخچالی کواترنری در نواحی کوهستانی قروه، ردیابی اثر لیتولوژی بازالت بر ارتفاع برف مرز دائمی است. بر این اساس در منطقه‌ای با بیش از ۵۵۰ هزار کیلومترمربع مساحت، با توجه به انعکاس آثار چال برف‌های گذشته (سیرک یخچالی) بر فرم خطوط منحنی میزان، ۵۲ سیرک در نقشه‌های توپوگرافی شناسایی شد. ارتفاع برف در مرز دامنه‌های شمالی و جنوبی به طور جداگانه برآورد شد (۲۲۰۰ متر). سیرک‌های شناسایی‌شده در سه دسته‌ی کراتری، دامنه‌ای و دره‌ای قرار گرفت و ۹ سیرک تیپیک در دو دامنه، برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی انتخاب شد. نتایج حاکی از آن است که اثر جهت شیب سطوح ارضی نه در ارتفاع برف مرز، بلکه در مورفولوژی سیرک‌ها منعکس‌شده‌است؛ به این معنی که ساختمان اولیه‌ی کراتر مانند لندفرم‌ها در هر دو دامنه‌ی شمالی و جنوبی، به تمرکز بیشتر یخچال در چاله‌های اولیه‌ای منجر شده که یخ سیرکی به‌تنهایی در پیدایش آنها نقش چندانی نداشته‌است. این اثر باعث شده‌است که جداره‌ی رو به دشت کراترهای اولیه در دامنه‌های شمالی، کاملاً تخریب و سیرک با دره‌ی باز و عریض به نواحی پست همجوار خود مرتبط شود، ولی در دامنه‌های جنوبی، سیرک با دره‌ی طویل و کم‌عرضی به مناطق اطراف متصل شده و شکل کراتری خود را بیشتر حفظ کرده‌است.

واژگان کلیدی: آتشفشان، سیرک، کراتر، کواترنری، یخچال.

۱- مقدمه

اگرچه شکل و فرم اولیه‌ی بعضی از کوه‌ها ناشی از فرایندهای درونی و آتشفشانی است، فرسایش و فرایندهای بیرونی هستند که فرم نهایی امروزه را به وجود آورده‌اند (Rajabi and Bayati Khatibi, 2008). بهترین روش در زمینه‌ی بررسی تفاوت لندفرم‌های زمین، روشی است که بر برآورد دقیق ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم ژئومورفولوژیکی مبتنی است. تهیه‌ی چنین داده‌های دقیقی، به ایستگاه‌های مربوط و دستگاه‌های ثبات مخصوص به خود نیازمند است که احداث و نگهداری این ایستگاه‌ها از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست؛ از این رو استفاده از خصوصیات فیزیکی سیستم‌ها به‌صورت حوضه‌ای، برای تحلیل پاسخ‌های ژئومورفولوژیکی به ورودی‌های مختلف ضروری است (Sadeghi and Asadi, 2010). به همین منظور، با مطالعه‌ی چشم‌اندازهای مناطق کوهستانی، سعی می‌شود فرایندهای فعال کنونی و گذشته شناسایی شود (Gustavsson, 2005). مهم‌ترین الگویی که درنتیجه‌ی فرسایش یخچالی ایجاد می‌شود، سیرک یخچالی است. در اثر فرسایش یخچال کوهستانی، فرورفتگی‌های عمیق با دیواره‌هایی

* نویسنده مسئول: jafarihas@znu.ac.ir

پرشیب،کف مسطح یا شیب کم به شکل نیمه کاسه (هلالی شکل)، در ارتفاعات بالا و حاشیه‌ی کوهستان ایجاد می‌شود (Ahmadi and Feiznia, 2012)؛ به‌عبارت دیگر نقطه‌ی کانونی تغذیه‌ی یخچال، سیرک نامیده می‌شود. پس از ناپدید شدن و ذوب یخچال، سیرک به‌صورت آمفی‌تئاتری بزرگ یا کاسه‌ای عظیم ظاهر می‌شود (Qhanavati and Beheshti Javid, 2014). شکل سیرک‌ها انعکاسی از عوامل توپوگرافی و زمین‌شناسی، نوع و مدت‌زمان اثر یخچال‌هاست. ساختمان سنگ و درزها و شکاف‌ها از عوامل مهم در شکل صخره‌ها و عمق حوضه‌ی سیرکی به شمار می‌رود. هنگامی‌که در یک کوهستان، ارتفاع قلل کمی از حد برف دائمی تجاوز کند، یخچال‌ها اغلب در سیرک‌ها مستقر می‌شوند (Derruau, 1990). پراکندگی سیرک‌ها و یخچال‌ها با ابعاد گوناگون در رشته‌کوهی معین، نه‌تنها به توپوگرافی کوه، بلکه به جهت آن (آفتاب) و باد بستگی دارد (Motamed, 2003). اشکال و لندفرم‌های کلاسیک حاصل از فرسایش یخچالی، غالباً در ارتفاعاتی دیده می‌شوند که قلل آنها حداقل ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر بالاتر از حد برف‌های دائمی در دوره‌های یخچالی باشد؛ از این رو حضور سیرک‌های یخچالی قدیمی در مناطق کوهستانی ایران به‌عنوان یکی از اشکال کلاسیک، می‌تواند در تشخیص نسبتاً درست ارتفاع برف در مرزهای دائمی به کار گرفته شود (Zomorodiyan, 2013).

شرایط یخچالی و بین یخچالی کواترنری، شواهد ژئومورفولوژیکی انکارناپذیری بر جای گذاشته که از آنها می‌توان برای تعیین برف مرزها، حدود گسترش یخچالی و مطالعه تغییرات اقلیمی آن دوره استفاده کرد. این امر بدان دلیل امکان‌پذیر است که فرایندهای بیرونی تغییردهنده‌ی شکل زمین مانند هوازدگی، حرکات دامنه‌ای و فرسایش آب‌های جاری، نتوانسته‌اند آثار باقی‌مانده از فرسایش یخچالی کواترنری را به طور کامل از بین ببرند (Jafarbeglu et al, 2014). شواهد یخچالی از مهم‌ترین آثاری هستند که تحولات اقلیمی گذشته و تغییرات آینده را می‌توان بر اساس آنها پیش‌بینی کرد (Abramowski, et al, 2006; Solomina, et al, 2004: 207). نباید انتظار داشت که در یک منطقه همه‌ی آثار و اشکال یخچالی وجود داشته باشد، بلکه با توجه به ماهیت یخچال‌های مناطق و ویژگی‌های فیزیوگرافیک متفاوت نواحی، آثار و شواهد یخچالی متنوعی را می‌توان ردیابی کرد (Stroevena et al, 2013). فراورده‌های یخچالی به دو دسته تقسیم می‌شود: اول تیل (تیلت) یا رسوب‌های نامنظم یخچالی، این نوع رسوب‌ها از ته‌نشست مواد یخچالی تولید می‌شوند و متوسط دانه و بدون نظم دانه‌ای‌اند. دوم رسوبات درشت‌دانه که فقط در نقاطی یافت می‌شود که منشأ سنگ‌ها از نوع گرانیت و سینیت است. این قطعات عموماً مخطط و زاویه‌دارند (Motamed, 2003). در ضمن حرکت یخچال‌ها، مواد مختلفی در اثر فرسایش ناشی از آنها از کناره‌های دره‌ی یخچالی کننده می‌شود، و روی آن‌ها می‌ریزد که این مواد همراه یخچال‌ها حرکت می‌کنند (Madani, Shafiaee, 2010). کلمه‌ی مورن، مفهومی کلی برای انواع موادی است که به‌صورت های مختلف ساخته‌شده‌اند (Shrrainer, 2004).

آثار مورفولوژیکی یخبندان‌های کواترنری در ایران، حداقل از اواخر قرن ۱۹ شناخته‌شده بود (Ramesht, 2002). اکثر مطالعات، توسط محققین خارجی انجام‌شده است (Yamani, et al, 2007). لندفرم‌های ناشی از فرایندهای مختلف ژئومورفولوژیکی، به‌شدت تحت‌تأثیر جهت شیب و لیتولوژی زمین قرار دارند. Petras (2010) دشت‌های یخساری را در حاشیه‌ی مناطق یخچالی ایلینوئیز بررسی کرد. او معتقد است که این دشت‌ها در طول فصول سرد سال توسط یخ‌پوشه‌های پیوسته پوشیده می‌شوند، یا براثر جریان قوی یخچال‌هایی که خوب تغذیه‌شده‌اند، شکل می‌گیرند. Chorly

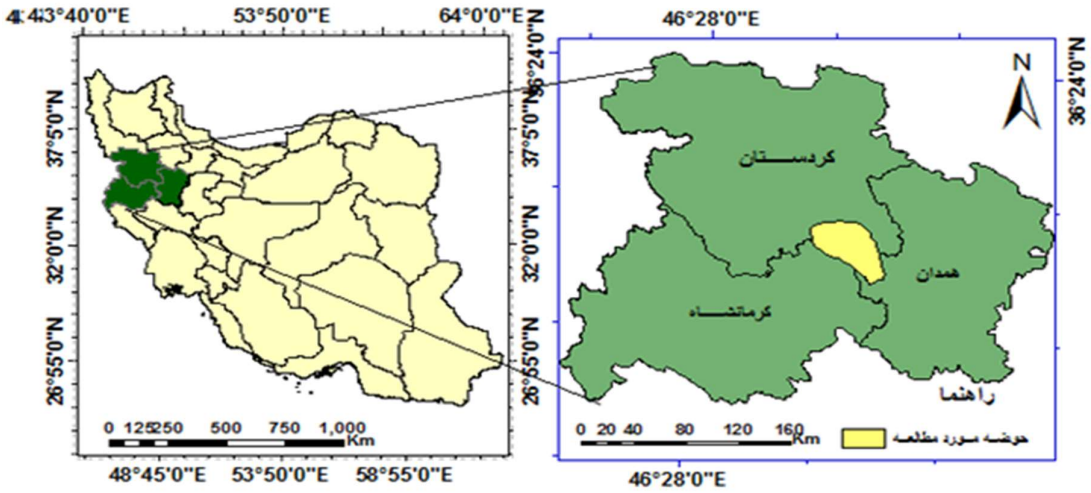
(2006) معتقد است، جبهه شمال شرقی آن قرار دارد و یخچالی دائمی را تشکیل می‌دهد (Zomorodiyan, 2013). Jafari (۱۳۸۸) و Moayeri و همکاران (2011) با نگرشی جدید به اثرگذاری جهت بر ارتفاع خط تعادل آب و یخ، معتقدند با توجه به سه فاکتور عرض جغرافیایی، مقدار شیب ناهمواری و جهت شیب، می‌توان برف مرز را مشخص کرد. براساس آن، بیش‌ترین تأثیر جهت شیب زمین بر تفاوت ارتفاعی خط تعادل آب و یخ در دامنه‌هایی دیده می‌شود که امتداد کوهستان آنها، غربی ـ شرقی باشد. دامنه‌ای که به سمت جنوب است، مرتفع‌ترین برف مرز را دارد و به ازای هر یک درجه تغییر جهت شیب به سمت شرق یا غرب، حدود ۹/۸۸ متر از ارتفاع برف مرز دائمی کاهش می‌یابد؛ به طوری‌که با ثابت فرض کردن سایر فاکتورهای اثرگذار بر ارتفاع برف مرز، تفاوت برف مرز یک دامنه به سمت شمال با دامنه‌ای به سمت جنوب در حدود ۱۷۸۰ متر می‌شود. Talebi (۱۳۸۱) در منطقه‌ی پیش کوه‌های داخلی زاگرس، تفاوت ارتفاع خط تعادل آب و یخ دامنه‌های نسار و برآفتاب را بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر گزارش داده‌است (نقل از 2004 , Shoshtari and Ramesht). شیب نسار سطوحی است که جهت شیب آن متمایل به شمال و زاویه‌ی ارتفاع خورشیدی متمایل‌تری داشته باشد. شیب برآفتاب (نگار)، دامنه‌ای است که شیب سطوح آن به‌طرف نیمه‌ی جنوبی است. Ramesht (۱۳۸۱)، به تفاوت برف مرز در دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی کوه‌های زفره تا حدود ۲۰۰ متر اشاره می‌کند. Ramesht and Zari (۱۳۹۲)، ارتفاع برف مرز دائمی کواترنری قروه را ۲۵۰۰ برآورد کرده‌اند.

تابه‌حال در زمینه‌ی تفاوت شکل لندفرم‌های سیرک مانند براثر لیتولوژی، ساختمان اولیه‌ی زمین، جهت و مقدار شیب سطوح ارضی تحقیق جامعی اجرا نشده‌است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی اثرات لیتولوژیکی (بازالت و آتشفشانی) در ارتفاع برف مرز دائمی و وضعیت سیرک‌های یخچالی کواترنری است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

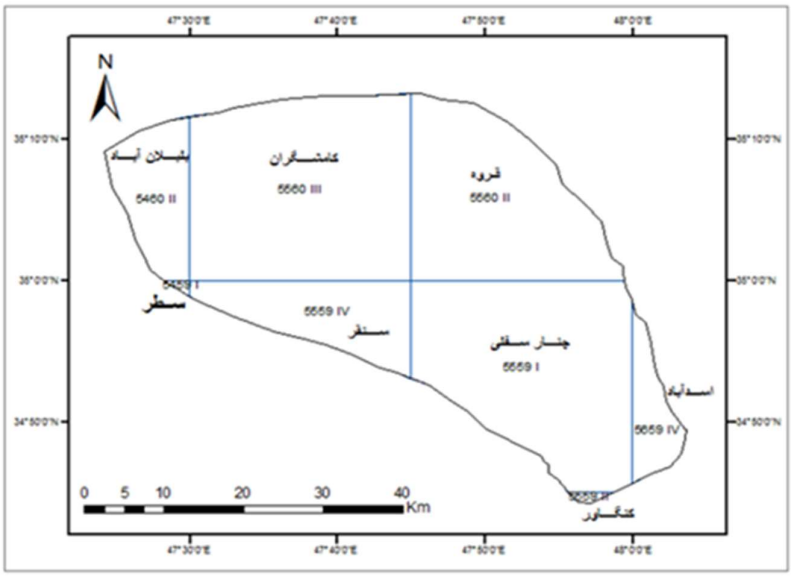
منطقه‌ی مورد مطالعه در مرز سیاسی سه استان کردستان، همدان و کرمانشاه و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴/۷۵۲ تا ۳۵/۲۲۳ درجه‌ی شمالی و بین طول‌های جغرافیایی ۴۷/۴۱۱ تا ۴۷/۴۱۶ درجه‌ی شرقی قرارگرفته‌است.



شکل ۱: موقعیت سیاسی منطقه‌ی مورد مطالعه

۲-۲- روش

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ قروه، اسدآباد، چنار سفلی، کامشگران، بلبلان آباد، سطر، سنقر و کنگاور (شکل ۲) و تصاویر ماهواره‌ای مستخرج از Google Earth، از مستندات تحقیق شمرده می‌شود. از این مدارک برای تعیین موقعیت دقیق ارتفاعی آثار سیرک‌های یخچالی، به منظور تعیین خط برف مرز دائم در عصر یخبندان با استناد به روش رایت استفاده شد.



شکل ۲: نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده در منطقه‌ی مورد مطالعه

با توجه به اثرگذاری جهت شیب دامنه‌ها در ارتفاع برف مرز دائمی، ارتفاع برف مرز در دو دامنه بررسی شد؛ چراکه اثرگذاری جهت شیب دامنه‌ها بر زاویه‌ی ارتفاع خورشیدی و بارش، بر فرم اراضی و لندفرم‌ها منعکس می‌شود. با توجه به جهت و مقدار شیب در حوضه‌های سیرکی مختلف، به تشریح تفاوت‌های سیرکی در دو دامنه پرداخته شد. در این رابطه از نسبت‌هایی مثل نسبت جهت (رابطه‌ی ۱) و نسبت بهمن‌خیزی یا تغذیه (رابطه‌ی ۲) استفاده‌شده است.

$$Sc = Dn/D \quad (۱)$$

$$Fc = Sf/Sh \quad (۲)$$

در رابطه‌ی (۱)، Sc ضریب یا نسبت جهت، Dn مساحت سطوح ارضی با جهت بین صفر تا ۹۰ و ۲۷۰ تا ۳۶۰ درجه و Dh مساحت کل سطوح ارضی یا کل حوضه‌ی سیرکی است. در رابطه‌ی (۲)، Fc ضریب یا نسبت بهمن‌خیزی، Sf مساحت سطوح ارضی مناسب برای بهمن (شیب بیش از ۳۰٪) و Sh مساحت کل حوضه‌ی سیرکی است.

سیرک‌ها در هر دو دامنه به سه دسته تقسیم شدند: سیرک‌های دره‌ای، دامنه‌ای و کراتری. برای بررسی ویژگی‌های سیرک‌های منطقه‌ی مورد مطالعه، در هر دامنه یک سیرک دامنه‌ای به عنوان سیرک شاخص در نظر گرفته و ویژگی‌های فیزیکی موردنیاز در آنها برآورد شد. سیرک دامنه‌ای به صورت چاله سیرکی با کشیدگی کم، در دامنه‌ی ناهمواری‌ها قرار گرفته‌است. علاوه بر آن از سیرک‌های کراتری، در دامنه‌ی شمالی چهار سیرک و در دامنه‌ی جنوبی یک سیرک و از سیرک‌های دره‌ای، فقط در دامنه‌ی جنوبی دو سیرک انتخاب و ویژگی‌های فیزیکی موردنیاز آنها

برآورد شد. سپس این ویژگی‌ها با ویژگی‌های فیزیکی سیرک‌های شاخص هر دامنه مقایسه و تجزیه و تحلیل شد؛ به عبارت‌دیگر، با مقایسه‌ی جهت شیب و نسبت بهمن‌خیزی بقیه‌ی سیرک‌ها با سیرک دامنه‌ای، در واقع اثرگذاری لیتولوژی و ساختمان اولیه‌ی زمین در فرم و وضع سیرک‌ها بررسی شد. برای بررسی دقیق، ویژگی فیزیکی همچون محیط، مساحت، ضریب گراولیوس، طول و عرض مستطیل معادل (روابط ۳ و ۴) حوضه برآورد گردید. ضریب گراولیوس نسبت محیط حوضه (p) به محیط دایره‌ی فرضی که مساحت آن برابر مساحت حوضه (A) باشد (رابطه‌ی ۳) (Alizade, 2010).

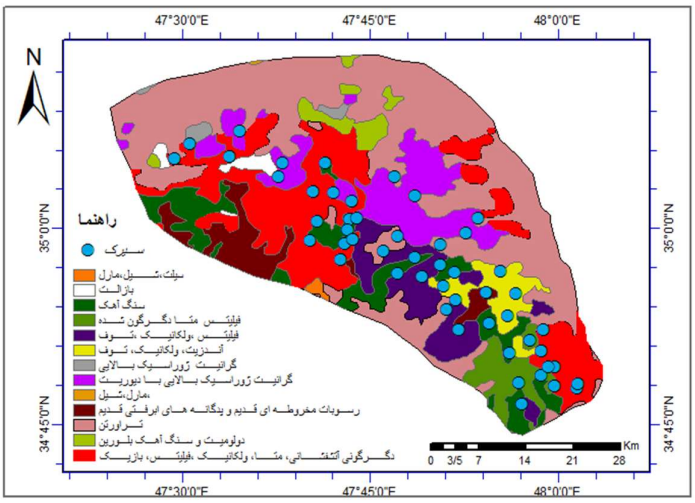
$$L = C\sqrt{A} + \sqrt{(C^2A - 1.2544A)}/1.12 \quad (۳)$$

$$B = C\sqrt{A} - \sqrt{(C^2A - 1.2544A)}/1.12 \quad (۴)$$

$$C = 0.28P/\sqrt{A} \quad (۵)$$

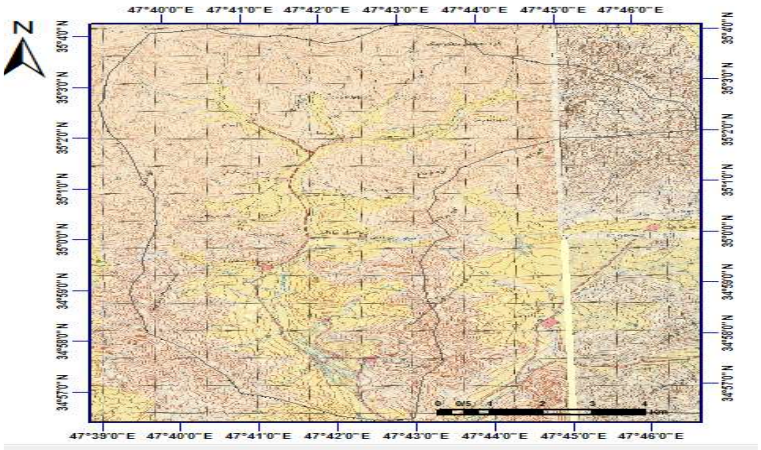
۳- یافته‌ها (نتایج)

برای بررسی اثر فرایندهای یخچالی کواترنری بر مخروط‌های آتشفشانی، نواحی کوهستانی قروه به دلیل احتمال بسیار زیاد تسلط فرایند یخچال کواترنری در منطقه، با توجه به عرض جغرافیایی بالا و ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متری انتخاب شد. انعکاس اشکال تیپیک سیرک‌مانند منعکس‌شده در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ نیز این موضوع را تأیید می‌کند. بررسی نقشه‌های توپوگرافی حاکی از آن است که از ارتفاع ۲۰۰۰ متر به بالا، لندفرم‌هایی وجود دارد که نسبت دادن آنها به فعالیت‌های یخچالی کواترنری قریب به یقین است (Zari and Ramesht, 2014). بر این اساس، در منطقه‌ای با وسعتی بیش از ۵۵۰ هزار کیلومترمربع، ۵۲ سیرک شناسایی شد که از این تعداد، ۲۰ سیرک در دامنه‌های شمال- شمال شرقی و بقیه در دامنه‌های جنوب- جنوب غربی قرار دارند. ارتفاع برف مرز نیز به روش رایت برآورد شد. برای استفاده از این روش، ابتدا دامنه‌ی شمال شرقی و جنوب غربی منطقه‌ی کوهستانی قروه تفکیک شد. پس از مشخص کردن و شمارش سیرک‌های منطقه از روی فرم خطوط منحنی میزان و مرتب کردن آنها به‌صورت نزولی، ارتفاعی که ۶۰٪ سیرک‌ها بالاتر از آن بودند، به‌عنوان ارتفاع برف مرز دائمی گذشته در نظر گرفته شد. از طریق این روش، ارتفاع خط برف مرز در کل منطقه ۲۲۰۰ متر برآورد شد؛ این ارتفاع در دامنه‌ی شمالی و جنوبی چندان تفاوتی باهم نداشت. درصورتی‌که بر اساس یافته‌های Jafari (۱۳۸۸)، Moayeri و همکاران (2011) و Jafari (۱۳۹۲)، بین دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی در ایران باید اختلاف ارتفاع برف مرز وجود داشته باشد (شکل ۳).

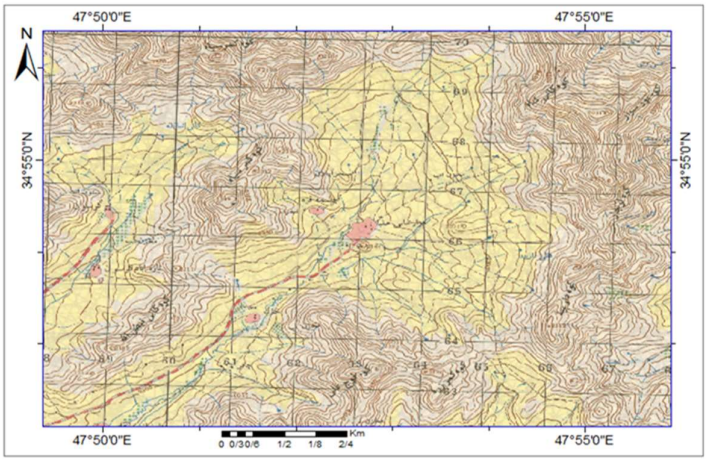


شکل ۳: توزیع سیرک‌ها در سطح حوضه با توجه به لیتولوژی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴)

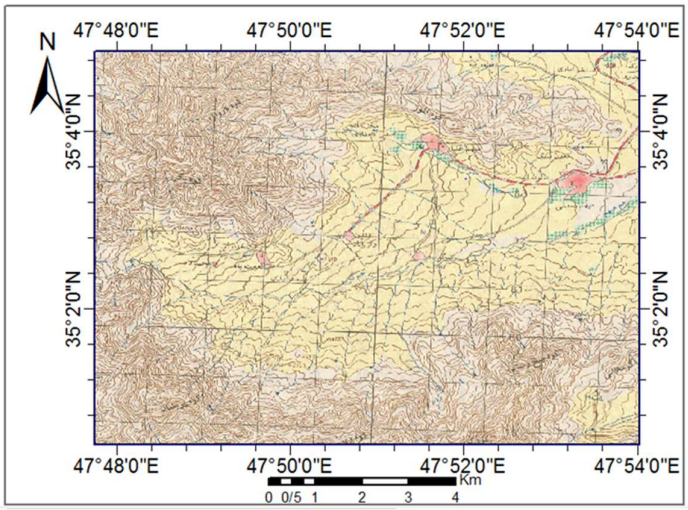
بر اساس تفاوت موجود در شکل ظاهری سیرک‌ها سه دسته سیرک تشخیص داده شد (سیرک‌های دره‌ای، دامنه‌ای و کراتری). تفاوت سیرک‌های دره‌ای با کراتری در این بود که سیرک‌های دره‌ای از محل کف سیرک بسیار کوچک، به صورت دره‌های طویل و باریک به‌طرف کوهپایه امتداد می‌یابند (شکل ۴)؛ درحالی‌که سیرک‌های کراتری کاملاً مدور و وسیع است و به وسیله‌ی ارتفاعات پرشیبی محصور می‌شود. امتداد این نوع سیرک‌ها در دامنه‌ی جنوبی به سمت کوهپایه، به‌صورت دره‌ای کم‌عرض و طویل است (شکل ۵)، ولی در دامنه‌های شمالی به‌صورت دره‌های وسیعی است که با نواحی پست هم‌جوار خود مرز مشخصی ندارد (شکل ۶). سیرک شاخص برای بررسی ویژگی‌های سیرک‌های منطقه موردمطالعه، سیرک دامنه‌ای است (شکل ۷).



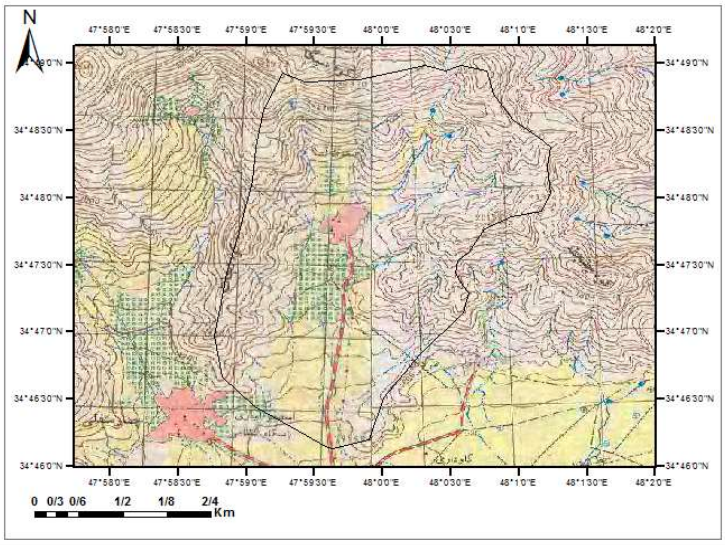
شکل ۴: نمونه سیرک دره‌ای دامنه‌ی جنوبی (میخوران) (مأخذ: کامشگران III۵۵۶۰ ، سنقر IV۵۵۶۰ ، قروه II 5560)



شکل ۵: نمونه‌ای از سیرک‌های کراتری دامنه‌ی جنوبی (هزار خانی). (مأخذ: چنار سفلی، I 5559)



شکل ۶: نمونه سیرک کراتری دامنه‌ی شمالی (میهم سفلی). (مأخذ: قروه، II 5560)



شکل ۷: نمونه سیرک دامنه‌ای، دامنه جنوبی (سیرواند). (مأخذ: چنار سفلی I 5559، اسدآباد IV 5659)

توزیع جهت شیب، اولین ویژگی فیزیکی حوضه‌های سیرکی بود که مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به توزیع جهت شیب شمال نسبت به‌کل حوضه، در سیرک دامنه‌ی شمالی لازم است که بیش از ۴۵٪ از حوضه‌ی سیرکی، شیبی در جهت شمال داشته باشد. این وضعیت در سیرک‌های کراتری به‌طور متوسط به ۳۵٪ رسیده‌است؛ یعنی حدود ۱۰٪ کمتر از جهت شیب مناسب برای شکل‌گیری سیرک. این کاهش می‌تواند به فرایندهای بیرونی و جنس لیتولوژی (آذرین بیرونی) مرتبط باشد، ولی شواهد میدانی و زمین‌شناسی حاکی از آن است که توپوگرافی اولیه‌ی زمین، بیشترین اثر را داشته و ساختمان اولیه‌ی زمین در این مناطق نیز بسیار نزدیک به شکل کراترها و مخروط‌های آتشفشانی است.

جدول ۱: وضعیت توزیع مساحت جهت شیب در سیرک‌ها و نسبت جهت شمالی به جهت جنوبی

جهت	نوع	نام	شمال (۳۱۵ ـ ۴۵)	شرق (۴۵ ـ ۱۲۵)	جنوب (۱۲۵ ـ ۲۲۵)	غرب (۲۲۵ ـ ۳۱۵)	جمع	نسبت شمال به‌کل حوضه
شمال	کراتری	سرتیپ آباد	۲۰/۲۶ km2	۱۴/۳km2	۸/۴۵km2	۶/۹km2	۵۰.km2	۳۸٪
		پیر بابا	۲۶/۰۳km2	۱۱/۴۵km2	۱۲/۸۳km2	۱۹/۳۷km2	۷۰/۴۳km2	۳۶٪
		گلالی	۲/۱۹km2	۱/۳۶km2	۲/۷۶km2	۰/۲۵km2	۶/۶۰.km2	۳۳٪
		میهم سفلی	۱۹/۸۳km2	۲۳/۳۵km2	۱۹/۱۴km2	۲/۵۰.km2	۶۵/۱۰.km2	۳۰٪
	دامنه‌ای	قمشانه	۵/۴۶km2	۴/۴۹km2	۱۱/۸۱km2	۳/۳۸km2	۴۴/۰۷km2	٪ s۴۵
جنوب	کراتری	هزار خانی	۶/۷۵km2	۴/۰۶km2	۱۱/۸۱km2	۳/۳۸km2	۴۴/۰۷km2	۱۵٪
	دره‌ای	میخواران	۱۷/۴۵km2	۲۰/۵۵km2	۴۱/۰۶km2	۸/۳۸km2	۸۷/۵۴km2	۲٪
		قبادی	۵/۴۶km2	۴/۴۹km2	۱/۸۹km2	۰/۰۹km2	۱۱/۹۶km2	۱۱٪
	دامنه‌ای	سیرواند	۳/۱۲km2	۲/۴۱km2	۶/۴۹km2	۰/۴۵km2	۱۲/۵۱km2	۲۴٪

چنین نسبتی در سیرک شاخص دامنه‌ی جنوبی حدود ۲۴٪ برآورد شده، درصورتی‌که در سیرک‌های کراتری و دره‌ای این نسبت به‌طور متوسط کمتر از ۱۵٪ است. در این دامنه بیش از ۹٪ از جهت ایجادشده، براثر سیرک یخچالی به دلیل لیتولوژی و فرم اولیه برهم زده‌شده است. کاهش نسبت جهت شیب در یخچال دره‌ای باعث شده‌است که سیرک وسیعی در آنها شکل نگیرد، ولی آثار چنین کاهشی در سیرک کراتری منعکس نشده‌است. سیرک کراتری هزار خانی در دامنه‌ی جنوبی، به‌صورت دایره‌ای مدور و وسیع با شعاعی بیش از دو کیلومتر است که با توجه به جهت ناهمواری و نسبت جهت شیب، نمی‌تواند به تنهایی از عملکرد یخچال نشأت گرفته باشد و بیشتر به ساختمان اولیه‌ی زمین بازمی‌گردد. برف برای ماندگاری بیشتر، به جهت شمالی نیازمند است. این جهت در سیرک‌های دامنه‌ی شمالی بیش از دو برابر دامنه‌ی جنوبی است و به همین علت نیز باید ارتفاع برف مرز پایین‌تری داشته باشد، ولی ارتفاع برف مرز این دو دامنه چندان تفاوتی باهم ندارد. برای بررسی بیشتر موضوع، مقدار شیب که یکی دیگر از بردارهای اثرگذار بر وضعیت سیرک‌های یخچالی است، مطالعه شد. بر این اساس نقشه‌ی شیب برای هر کدام از حوضه‌های سیرکی، در دو کلاس کمتر از ۳۰٪ و بیش از آن ترسیم شد و نسبت شیب بیش از ۳۰٪ به مساحت کل حوضه سیرکی برآورد گردید. این نسبت در واقع سطح تغذیه‌کننده را مشخص می‌کند؛ به این معنا که سطوح شیب‌دار بیش از ۳۰٪ ، مکان‌های مناسبی برای وقوع بهمن هستند. در چنین مکان‌هایی درصورتی‌که برف انباشته‌شده از آستانه بگذرد، به جریان می‌افتد و بهمن

شکل می‌گیرد و در سطوحی با شیب کمتر از ۳۰٪ متراکم می‌گردد؛ به همین دلیل از سطوح شیب‌دار بیش از ۳۰٪، به‌عنوان قسمت‌های تغذیه‌کننده‌ی سیرک یاد شده‌است. هر چه این عدد بزرگ‌تر باشد؛ به این معنا است که در شرایط مساوی، ذخیره‌ی برفی بیشتری فراهم و سیرک تیپک‌تری ایجاد می‌شود. سیرک تیپیک به سیرکی گفته می‌شود که بستر هموارتر و کنیک مشخص‌تری داشته باشد. تجزیه و تحلیل سیرک‌های مختلف منطقه‌ی موردمطالعه حاکی از آن است که در دامنه‌ی شمالی، لازم است ۲۵٪ از مساحت، مناطق بهمن‌خیز باشند تا سیرکی همانند سیرک شاخص در این دامنه را تغذیه کنند (جدول ۲). در سیرک‌های کراتری شمال این نسبت به حدود ۲۱٪ می‌رسد و نکته‌ی قابل‌توجه این است که سطوحی که در این نوع سیرک‌ها کمتر از ۳۰٪ شیب‌دارند، بیشتر مسطح و مدور هستند. چنین فرمی در واقع ساختمان اولیه‌ی کراتر مانندی را نشان می‌دهد که با توجه به فرم مخروطی، توانسته برف‌ها را به دام اندازد و سیرک‌های وسیعی را ایجاد کند. چنین جهتی برای ماندگاری برف بسیار مناسب است؛ به‌طوری‌که تجمع یخ و جریان یخچال از سیرک توانسته دیواره‌ی خارجی کراتر را کاملاً تخریب کند و سیرک با دره‌ی باز به نواحی پست اطراف متصل شود.

جدول ۲: وضعیت توزیع شیب در حوضه‌های سیرکی مورد مطالعه

جهت	نوع سیرک	نام سیرک	۵ ـ ۰	۱۵ ـ ۵	۳۰ ـ ۱۵	۵۰ ـ ۳۰	>۵۰	جمع	نسبت ۳۰ <به‌کل
شمالی	کراتری	سرتیپ آباد	۶٪	۲۳٪	۱۳٪	۹٪	۲٪	۵۳٪	۲۱٪
		پیر بابا	۲۴٪	۱۹٪	۱۶٪	۱۰٪	۱٪	۷۰٪	۱۶٪
		گلالی	۲ ٪	۲۳٪	۲۰٪	۱۵٪	۰	۶۰٪	۲۵٪
		میهم سفلی	۷٪	۲۹٪	۱۳٪	۱۰٪	۵٪	۶۴٪	۲۳٪
	دامنه‌ای	قمشانه	۰	۳٪	۴٪	۴٪	۱٪	۱۲٪	۴۲٪
جنوبی	کراتری	هزار خانی	۳٪	۱۶٪	۱۴٪	۹٪	۲٪	۴۴٪	۲۵٪
	دره‌ای	میخواران	۲٪	۲۳٪	۳۷٪	۲۳٪	۳٪	۸۸٪	۳٪
		قبادی	۱٪	۹٪	۱۷٪	۱۱٪	۲٪	۴۰٪	۳۳٪
	دامنه‌ای	سیرواند	۰	۳٪	۶٪	۳٪	۰	۱۲٪	۲۵٪

در سیرک‌های دامنه‌ای جنوب، نسبت سطوح بیش از ۳۰٪ به‌کل حوضه در حدود ۴۲٪ است. لازمه‌ی شکل‌گیری سیرک‌های وسیع، داشتن حداقل سطوح تغذیه‌کننده‌ی وسیع‌تری به همین نسبت است؛ درصورتی‌که در تیپیک‌ترین سیرک کراتری جنوب یعنی هزار خانی که وسعتش به بیش از ۴۵ کیلومترمربع می‌رسد (نزدیک به ۳ برابر سیرک دامنه‌ای)، این نسبت به ۲۵٪ کاهش‌یافته است و این نشان می‌دهد که عامل دیگری به جز تجمع یخ و تشکیل سیرک یخچالی، در پیدایش چنین چاله‌ی سیرک مانند مدور، مسطح و وسیعی نقش داشته‌است. بررسی لیتولوژی آذرین چنین سیرک‌هایی همراه با مورفولوژی منعکس‌شده در نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای، حاکی از فرم کراتر مانند آنهاست که این‌چنین وسیع شده‌اند، نه فقط فرایندهای یخچالی کواترنری. ازآنجایی‌که در دامنه‌های جنوبی کوهستان‌های ایران (دامنه‌های نگار)، ذوب برف و یخ بیش از دامنه‌های شمالی هم‌عرض جغرافیایی‌شان است؛ از این رو فرسایش کمتری در کراتر، ایجاد و چاله‌ی کراتری با حفظ شکل اولیه‌ی خود، با دره‌ی طویل و باریکی به مناطق پست اطراف متصل می‌شود.

در دامنه‌ی جنوبی علاوه بر سیرک‌های دامنه‌ای و کراتری، سیرک‌های دره‌ای نیز وجود دارد که نسبت سطوح تغذیه‌کننده‌ی آنها به بیش از ۳۰٪ از مساحت کل حوضه‌ی سیرکی می‌رسد. مقایسه‌ی این نسبت با نسبتی که در سیرک‌های دامنه‌ای این منطقه وجود داشت (۴۲٪)، حاکی از آن است که در دره‌هایی که نسبت تغذیه‌کننده کمتر از ۴۰٪ است، تجمع برف در یک مکان به حدی نرسیده که بتواند چاله‌ی سیرک مانندی را ایجاد کند و به همین دلیل، یخچال‌های کواترنری به‌صورت دره‌ای بوده‌اند تا سیرکی.

ضریب گراولیوس، یکی دیگر از ویژگی‌های فیزیکی حوضه‌های سیرکی است که بررسی شد. سیرک‌هایی که دایره‌ی کامل باشند، ضریب برابر یک خواهد بود؛ در غیر این صورت، این ضریب بزرگ‌تر از یک و نشان‌دهنده‌ی انحراف از شکل دایره است. ضرایب به دست‌آمده برای حوضه‌های مختلف، تفاوت چندانی با هم نداشت و از ۱/۱۳ در حوضه‌های کراتری تا ۱/۳ در حوضه‌های دره‌ای متغیر بود؛ به عبارت دیگر، علی‌رغم تفاوت بسیار زیاد در شکل ظاهری سیرک‌های منطقه‌ی موردمطالعه، این سیرک‌ها ضریب فشردگی بسیار نزدیکی به هم دارند. ولی همین تفاوت بسیار کم آنها نیز می‌تواند، نقش توپوگرافی اولیه‌ی زمین را بر فرم نهایی لندفرم‌های زمین منعکس سازد. این ضریب در دامنه‌های شمالی نیز ۰/۲ بیش از دامنه‌های جنوبی است که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر جهت جغرافیایی باشد که در دامنه‌های شمالی، شرایط را برای اثرگذاری فرایند یخچالی مساعدتر کرده و در کشیدگی بیشتر حوضه‌های سیرکی مؤثر بوده‌است؛ چراکه ضریب فشردگی در سیرک کراتری که به دایره نزدیک‌تر است، نزدیک یک و بعد از آن سیرک دامنه، سپس سیرک دره‌ای قرار دارد. از نسبت عرض به طول مستطیل معادل حوضه‌های سیرکی نیز برمی‌آید که تفاوت چندانی بین طول و عرض مستطیل معادل سیرک کراتری وجود ندارد و حتی در یکی از سیرک‌های کراتری که ضریب گراولیوس آن از ۱/۱۲ کمتر است (مخرج رابطه‌ی محاسبه طول و عرض مستطیل معادل)، نمی‌توان دیگر طول و عرضی را برآورد کرد و کاملاً حوضه‌ی دایره‌ای شکل است. در بین انواع حوضه‌های سیرکی، سیرک دامنه‌ای شرایط متعادل‌تری دارد. در سیرک دره‌ای، طول مستطیل معادل در حدود سه برابر عرض است؛ این امر از از کشیدگی بیشتر سیرک دره‌ای نسبت به بقیه حکایت می‌کند (جدول ۳).

جدول ۳: ضریب گراولیوس و طول و عرض مستطیل معادل حوضه‌های سیرکی موردمطالعه

جهت	نوع	نام	محیط	مساحت	گراولیوس	طول	عرض	نسبت عرض به‌طول
شمال		سرتیپ آباد	۲۹/۷ km	۵۴/۷ km2	۱/۱۳	۸/۴۵ m	۶/۳۹ m	۰/۷۵
	کراتری	پیر بابا	۳۵/۷۴ km	۷۲/۲۰ km2	۱/۱۷	۱۱/۷ m	۶/۱۷ m	۰/۵۲
		گلالی	۳۴/۴۴ km	۶۶/۷۶ km2	۱/۱۷	۱۱/۱۴ m	۶/۰۷ m	۰/۵۴
		میهم سفلی	۳۲/۴۴ km	۶۶/۷۶ km2	۱/۱۱	–	–	–
	دامنه‌ای	قمشانه	۱۴/۲۹ km	۱۲/۱ km2	۱/۱۵	۴/۳۹ m	۲/۷۵ m	۰/۵۴
جنوب	کراتری	هزار خانی	۲۹/۲۴ km	۴۵/۳۸ km2	۱/۲	۱۰/۱۴ m	۴/۵ m	۰/۴۴
	دره‌ای	میخواران	۴۵/۴۳ km	۸۹/۹۰ km2	۱/۳	۱۷/۳۵ m	۵/۱۸ m	۰/۳۴
		قبادی	۲۹/۹ km	۴۰/۰۷ km2	۱/۳	۱۰/۸۹ m	۳/۶۸ m	۰/۳
	دامنه‌ای	سیرواند	۱۴/۹۶ km	۱۲/۷۶ km2	۱/۱۵	۴/۳۹ m	۲/۷۵ m	۰/۶۳

۴- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، حاکی از آن است که بیش از ۹۰ درصد از سیرک‌های منطقه در لیتولوژی آذرین (بازالت) قرار دارد. مورفولوژی سیرک‌ها نیز حاکی از بستری عریض و دایره‌ای از کنیک کوهستان، با ارتفاع ۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰ متر به پایین است؛ به‌گونه‌ای که شکل یکی از سیرک‌های تیپیک کراتری دامنه‌ی جنوبی، به‌صورت چاله‌ی بسته‌ای است که از طریق دره‌ای تنگ، با نواحی پایین‌دست خود مرتبط می‌شود. قله‌های کوهستانی اطراف این چاله‌ی تیپیک، تقریباً همه در یک رنج ارتفاعی یعنی بالاتر از ۲۸۰۰ متر است و کف مدور سیرک با قطری بیش از ۴ کیلومتر، به دره‌ای با عرض کمتر از ۵۰۰ متر متصل می‌شود. این چنین ویژگی در غالب سیرک‌های اصلی منطقه، از وجود فرم‌های کراتری متعدد در کواترنری حکایت می‌کند که در دوره‌های سرد، برای برف‌های رانده‌شده توسط بهمن و باد بستر مناسبی شده و پراکندگی سیرک‌ها را به‌گونه‌ای تحت‌تأثیر قرار داده‌است که گویا جهت جغرافیایی غالب دامنه‌های کوهستانی قروه، تأثیر چندانی بر ارتفاع برف مرز دائمی کواترنری نداشته‌است. حال آنکه جهت نه‌تنها در برف مرز دائمی، بلکه در فرم و شکل سیرک‌های منطقه نیز اثر گذاشته و باعث شده‌است که ارتفاع برف مرز دامنه‌های شمال شرقی ــ که از وضعیت تغذیه‌ی مناسب‌تری برخوردار است و بر اساس یافته‌های Talebi (۱۳۸۱)، Ramesht and Shoshtari (۱۳۸۳)، Chorly و همکاران (۱۳۸۵)، Moayeri و همکاران (2011) و Zomorodiyan (۱۳۹۱) بهترین جهت را برای تشکیل سیرک یخچالی دارد ــ با ارتفاع برف مرز دامنه‌های جنوب غربی (نگار) چندان تفاوتی نداشته باشد. تفاوت در وضعیت ذوب یا تغذیه‌ی یخچال در ناحیه‌ی کوهستانی قروه نه در برف مرز دائمی، بلکه در شکل لندفرم‌های ناشی از فرایندهای بیرونی منعکس شده‌است؛ به همین دلیل سیرک‌های کراتری دامنه‌های شمالی، با دره‌های عریض‌تر از کراترهای جنوبی به نواحی پست اطراف مرتبط می‌شود. بنابراین، می‌توان عنوان کرد که تغذیه‌ی مناسب سیرک‌های شمال شرقی، در تخریب کراترهای آتشفشانی فعال‌تر عمل کرده و لبه‌ی خارجی کراتر را کامل تخریب ساخته‌است. بر اساس جدول (۴) که خلاصه‌ای از خصوصیات فیزیکی انواع مختلف حوضه‌های سیرکی را در دو دامنه نشان می‌دهد، می‌توان گفت که وضعیت وسعت قسمت تغذیه‌کننده‌ی سیرک کراتری در دامنه‌های شمالی، نسبت به دامنه‌های جنوبی تا حدودی مطلوب‌تر است (۰/۸۶ بیشتر)؛ در صورتی که این وضعیت در سیرک‌های دامنه‌ای شمال، به کمتر از نصف دامنه‌های جنوبی تقلیل می‌یابد؛ به این معنا که در دامنه‌ی جنوبی برای تشکیل سیرک به وسعت سیرک دامنه‌ی شمالی، قسمت تغذیه‌کننده‌ی سیرک باید دو برابر وسعت تغذیه‌کننده‌ی سیرک دامنه‌ی شمالی باشد. این مسئله به این دلیل است که جهت شیب دامنه‌های شمالی، برای ماندگاری برف و تشکیل سیرک و یخچال مناسب‌تر است. وسعت جهت شمال به‌کل مساحت حوضه در دامنه‌های شمالی، بیش از دو برابر دامنه‌های جنوبی است. مساحت بیشتر سیرک‌های کراتری شمال نسبت به جنوب، از تغذیه‌ی بیشتر یخچال و تخریب بیشتر کراترهای آتشفشانی در دامنه‌ی شمالی حکایت دارد. ضریب گراولیوس و نسبت عرض به طول انواع سیرک‌ها در هر دو دامنه، حاکی از آن است که شکل سیرک‌ها دایره‌ای و ضریب گراولیوس آنها به یک نزدیک است؛ درصورتی‌که ضرایب گراولیوس در سیرک‌های دره‌ای به حداکثر و نسبت عرض به طول به حداقل خود رسیده است و از همین ویژگی‌ها می‌توان در تشخیص نوع سیرک‌ها استفاده کرد.

جدول ۴: ویژگی‌های فیزیکی حوضه‌های سیرکی

جهت	نوع	۳۰>S/S>۳۰	نسبت جهت شمال به جنوب	مساحت	گراولیوس	طول	عرض	نسبت عرض به طول
شمال	کراتری	۳/۸۶	۰/۳۲	۶۵/۱ km2	۱/۱۴	۱۰/۴۳ m	۶/۲۱ m	۰/۶۴
	دامنه‌ای	۱/۴	۰/۴۵	۱۲/۰۹ km2	۱/۱۵	۴/۳۹ m	۲/۷۵ m	۰/۵۴
جنوب	کراتری	۳	۰/۱۵	۴۵/ ۳۸ km2	۱/۲	۱۰/۱۴ m	۴/۵ m	۰/۴۴
	دامنه‌ای	۳	۰/۲۴	۱۲/۷۶ km2	۱/۱۵	۴/۳۹ m	۲/۷۵ m	۰/۶۳
	دره‌ای	۲/۲۲	۰/۱۱	۶۵ km2	۱/۳	۱۴/۱۲ m	۴/۴۳ m	۰/۳۲

منابع

1. Abramowski, u.; Bergau, A.; Seebach, D.; Zecd, R.; Glaser, B.; Sosin, P.; Kubik, P.w.; & W. Zech, 2006. Pleistocene glaciations of central Asia: result from 1 0be surface exposure age of erratic boulders from the Pamir (Tajikistan), and the Alay- Turkestan range(kyrgystan), *Quat. Sci.Rev*, 25, 1080-1096.

2. Ahmadi, H., & S. Feiznia., (2012). Quaternary for nations (theoretical and applied principles in natural Resources. 3 nd edition. *University of Tehran press (UTP)*. 170 p.(in Persian)

3. Alizade, A., 2010. principles of applied hydrology, 30th edition publication of press Razavi, 800 p (in persian).

4. Chorly, R.; Schumm Stanley, A.; & E. Sudgden David, 2006. Geomorphology, 4 nd edition, publisher: SAMT. 166 p (in persian).

5. Derruau, M., 1990. Les forms du relief terrestrial, *Notions geomorphology, publisher*: Nima.

6. Gustavsson, M., 2005. Development of a detailed geomorphological mapping system and geo database in Sweden, licentiate thesis, supervised by else kolstrup and arir c. seijmonsbergen.

7. Jafarbeglu, m.;Yamani, M.; Abbasnegad, A.; Zamznzadeh, M.; & S. Zahabnazoury, 2014. Reconstruction of quaternary snow line in Bid Khan mountain (Kerman province), *Quarterly geography*, spring, Vole 12, No 40, 93- 107. (in persian)

8. Jafari, Gh. H., 2009. The effect of the roughness's on the quaternary ELA. Ramesht, M. h. Esfahan University, *geography department*. (in persian)

9. Jafari, Gh. H., 2014. The estimate height of perpetual snow line on Iran and the comparison with Wright's method, *Geography and environmental planning*, winter, Vole 24, Issue 4, 99-118. (in persian)

10. Jedari Eivazi, J., 2011. Iran Geomorphology, Paiamnur press, 110 p. (in persian)

11. Madani, H., & S. Shafiaee., (2010). Geology public, *Amir Kabir university of technology*, 532 p. (in persian)

12. Moayeri, M.; Ramesht, M. H.; Saif, A.; Yamani, M.; & Gh. H. Jafari, 2011. the impact of mountainous skirts direction of Iran on differences in altitude of wither and ice equilibrium line of quaternary, *geography and environmental planning journal*, year 21- vole 40- No 4, 1-12. (in persian)

13. Motamed, A., 2003. Quaternary geography.2 nd edition SAMT publisher, 268 p. (in persian)

14. Petras, J., 2010. Genesis and sedimentation of an ice-walled lake plain in northeastern Illinois, Unpublished MS thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign.

15. Qhanavati, E.; & A. Beheshti Javid, (2014). New methods and techniques drawn maps geomorphology, *publisher: Tehran University*, 306 p. (in persian)
16. Rajabi, M., & M. Bayati, Khatibi, (2008). Study of Glacial Valley Landform Case study: Sahand glacial Valleys, *geographical research, quarterly*, summer, Vole 40, 64,105-121. (in persian)
17. Ramesht, M.H., 2002. research project of No 800305, research council of Isfahan University, *glacial effects in Zefre of Isfahan*, approved in June 17. (in persian)
18. Ramesht, M.H.; & N. Shoshtari, (2004). Evidence of ice caps and glaciers in Salafchegan. *geographical research*. Summer. Vole, 19, No 2(73), 119- 132. (in persian)
19. Sadeghi, S.H.R., & H. Asadi, (2010). Importance of Travel Time Duration between Isochrones in Estimation of Flood Resulting from Clark Instantaneous Unit Hydrograph. *Journal of Water and Soil*. Vol. 24, No 4, 625-635. (in persian)
20. Shrrainer, A., 2004. Einfuhrung in die Quartargeologie, *Mobtakeran publisher*, Tehran. 340 p.
21. Stroevena, A.P.; Ttestranda, C. Ha.; Jakob H. B.; Johan K.; Bjorn, M.; & A. Morena, 2013. Glacial geomorphology of the Tian Shan, *Journal of Map*, Vole, 9, No 4, 505-512.
22. Talebi, H., 2001. Glacial effects in Zefre of Isfahan, M.A. thesis, graduated faculty, Najaf Abad unit, Islamic Azad University. (in persian)
23. Yamani, M.; Jedari Eyvazi, J.; & A. Gorabi, 2007. The Geomorphological Traces of Glaciers Boundaries in Karkas Mountains, winter, Vole, 11, Issue 1, 207-228. (in persian)
24. Zari, P., & M.H. Ramesht., (2014). Reconstruction Pattern of the Cooling and Moisture Changes of Ghorveh region at Least Phase of the Quaternary. *Journal of Geography and Regional Development*. Vol. 11, No 20, 1-20. (in persian)
25. Zomorodiyan, M.J., 2013. Geomorphology of Iran 2. 2 nd edition, Ferdosi University of Mashhad. 268p. (in persian).

Reconstruction of Glacier Circus in Volcanic Craters An Iranian Case of Qorveh, Kurdistan

Golam Hassan Jafari[1]: *Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan*
Mina Avaji: *MS.c in, Hydrogeomorphology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan*

Article History (Received: 01/10/2015 Accepted: 10/10/2017)

Extended abstract

1- Introduction

The attention of forefront foreign researchers has focused on glacier circus. Glacial cirque is the most important pattern of glacial erosion. Deep depressions with steep walls, flat floor or low slope, half-bowl shaped (crescent shaped) are created at high altitudes in the mountains margin by the erosion of mountain glacier (Ahmadi, Feiznia, 2012). The form of circus is a reflection of topography, geology, type and duration of glaciers (Derruau 1990). Distribution of circus and glaciers with different dimensions in particular mountain range depends not only on the topography of the mountain, but also on the slope direction (the sun) and the wind (Motamed (2003). The morphological effects of Quaternary glacial in Iran had been known, at least from the late 19th century (Jedari Eivazi, 2011). There is no comprehensive study about different shapes of the circus like land forms which have been created by lithology, direction and an amount of slope and territorial levels. The study area lies on the political sphere of three provinces of Kurdistan, Kermanshah and Hamadan between 34.752 to 35.223 latitudes (northern degrees) and 47.411 to 47.416 longitude (eastern degrees).
In the study area, 52 circuses were identified, 20 of which belong to the north-northeast slopes, and the rest have been located in the south-southwest slopes. Initially, north-eastern and south-western slopes of Qorveh's mountainous region were divided based on the Wright method. An altitude, which 60% of circuses were higher than it, was considered as the permanent snow line altitude after identifying and counting the circus area according to the curved lines form and they were sorted in a descending order. The snow line altitude was estimated as 2,200 meters in the study area, and the snow line altitude difference in the northern and southern slopes was negligible. Circuses were divided into three categories due to the differences in the appearance (valley circus, domain circus, crater circus). The difference between valley circus and crater circus is that the valley circuses are extended along the foothills by the very small circus floor, long and narrow valley, while the crater circus is perfectly circular, wide and is surrounded by steep mountains. This kind of circus in southern slopes have extended in narrow and long valley along the foothills; on the other hand, in the northern slopes, they extended in wide valleys with no clear boundaries with ther neighboring lowlands. Domain circus was considered as an indicator to evaluate the characteristics of the study area's circuses.

2- Methodology

Qorveh, Asadabad, Chenar Sofla, Kamshgran, Bolbolan Abad, Satre, Sonqor and Kangavar 1: 50,000 Topographic maps (Figure 2) and satellite images are among the investigated documents. Slopes of the snow line altitude was examined due to the impact of the slope direction on the permanent snow line altitude, because the effect of the slope direction on the solar altitude angle and precipitation is reflected in the land forms. According to the slope direction and the amount of it in the circus basins, the differences in circus features were explained. In this regard, the amount of avalanche of fertility or feeding in association with the amount of directon were used.

3- Results

The results show that the effect of land slope direction has reflected in circus morphology rather than in the snow line altitude. This means in both northern and southern slopes, the crater-like land forms have caused concentration of glaciers in early drill, and the ice circus had little role in the development of their own. The slope of the land has completely destroyed the wall of early plains craters in the northern slopes, and the circuses are associated with

[1] **Corresponding Author: jafarihas@znu.ac.ir**

lowlands by the wide open valley. In the southern slopes, circuses are connected with the surrounding area by long and narrow valley, and have maintained their crater-like forms more than the northern slopes.

4- Discussion and Conclusions

The mountain peaks around the circus are almost all in the same height range, higher than 2800 meters, and connected with circular circus floor with the diameter of more than 4 km, and the valley width of less than 500 m. Such features in the form of main circus in the area refer to the existence of multiple crater forms in Quaternary in cold periods, and have provided fertile ground for the snow driven by the wind and avalanche. These features have influenced the scattering of circuses, in such a way that the dominant aspect of Qorveh mountain range had little impact on the Quaternary permanent snow line altitude. However, the direction affects the permanent snow line and the shape of the circus. The direction has effects not only on the snow line altitude, but also on the shapes of the circus in the study area. The difference between the snow line altitude in the northeastern slopes, which have better feeding situation, and the snow line altitude in the southwestern slopes is not noticeable due to the impact of the direction. Based on Chorly et al. (2007), Mo'ayyeri et al. (2011), Ramesht and Shoshtari (2004) and Talebi's (2002) findings, the northeast direction is the best direction to form a glacial cirque. The difference in the feeding or melting status of the glacier in the Qorveh mountainous area is not reflected in the permanent snow line, rather its reflection is evident in the shape of land forms resulting from the external processes.

Key Words: Circus, Craters, Glacier, Quaternary, Volcanoes.