

منشأ یخسارهای سنگی سبلان، مطالعه موردی

یخسار سنگی دامنه شمالی چکاد حرم

نوشته: علی دلال اوغلی*

Origin of sabalan Rock glaciers case study of rock glacier at north slope of Haram summit

By :Ali Dallal-Oghli*

چکیده

ویژگیهای سطحی و درونی یخسار سنگی زبانه‌ای شکل دامنه شمالی چکاد حرم در کوه سبلان بررسی شده است. ایجاد چاله‌های سطحی، وجود هسته یخی را در داخل این پدیده نشان می‌دهد و منشأ تشکیل آن با استفاده از مفهوم RILA بررسی شده است. احتمال می‌رود که یک یخسار معمولی در زیر پوششی از واریزه‌ها مدفون شده باشد. مقطع قائم این یخسار سنگی تناوب سه لایه را از قاعده به سوی بالا نشان می‌دهد و از نظر دینامیکی یک یخسار سنگی فعال است.

واژه های کلیدی: یخسار سنگی، یخسار، پیرایخساری، زمینهای یخزده، RILA، سبلان

Abstract

Surface and internal characteristics of tongue-shaped rock glacier have been studied at the north slope of Haram summit on interior Sabalan Mountain. The formation of surface depressions indicates the existence of a solid ice core, and its origin also is determined by using RILA concept. It is probable that a normal glacier has been buried beneath a cover debris. The vertical section of this rock glacier shows three layers from bottom to top, and based on the dynamic criterion, the rock glacier is an active one.

Key words: Rock glacier, glacier, permafrost, RILA, Sabalan.

مقدمه

با یخسارهای یخی (۱۶-۹ سانتی متر در یک روز) از سرعت کمتری برخوردار هستند (Shroder et al., 2000). در این مقاله، یخسار سنگی بر اساس مشخصات بالا، بررسی می‌شود. یخسارهای سنگی، یکی از مهم ترین سیماهای اقلیم سرد مناطق کوهستانی به شمار می‌روند (King, 1986; Barsch, 1992). در زمینه منشأ تشکیل یخسارهای سنگی اتفاق نظر وجود ندارد و (Herhaftig & Cox (1959) و (Barsch (1987) این پدیده را یکی از سیماهای سیستم فرسایش پیرایخساری (periglacier) و زمینهای یخزده (Permafrost) اعلام نموده‌اند، اما گروهی برای آنها منشأ یخساری مطرح کرده‌اند. به نظر این

یخسارهای سنگی (Rock Glacier)، سیماهای ریخت شناختی (Geomorphological Features) هستند که در اثر انباشته شدن واریزه‌های گوشه‌دار در پای دیواره‌های تند سنگی، تشکیل می‌شوند (Barsch, 1997). از نظر شکل، به دو گروه واریزه (Lobate) و زبانه‌ای شکل (Tongue-shape) دیده می‌شوند (Hamilton & Walley, 1995; Humlum, 1982; Barsch, 1998). در سطح آنها، ناهمواریهایی به صورت برآمدگی و فرورفتگی به ارتفاع ۱-۲ متر دیده می‌شود. نوع فعال این پدیده، با سرعت ۱-۰/۱ متر در سال حرکت می‌کند (Barsch, 1988; Humlum, 1998) که در مقایسه

بودند. با وجود اینکه سبترای روانه‌ها در سال ۱۹۷۰ توسط Schweitzer (1970) محاسبه شده بود، ولی برای اطمینان بیشتر دوباره با استفاده از GPS در روی زمین اندازه‌گیری شد و نتیجه در رساله دکتری نگارنده بازتاب گردیده است که قسمتهایی از آن در این مقاله ارائه می‌شود.

ویژگی یخسار سنگی دامنه شمالی چکاد حرم

یکی از سیمایهای مشخصه منطقه پیرایخساری سیلان، پدیده یخسارهای سنگی است (Schweitzer, 1970). چهارده یخسار سنگی در دامنه شمالی سیلان شناسایی شده که معمولاً به دو شکل وارپخته و زبانه‌ای شکل دیده می‌شوند و بین ۱/۶۴-۰/۰۵ کیلومتر مربع مساحت دارند. در نتیجه از نظر ابعاد متفاوت هستند (شکل ۲). یخسار سنگی دامنه شمالی چکادحرم یکی از بزرگترین یخسارهای سنگی کوهستان سیلان است که در نقشه (۲) با علامت H₁ مشخص شده است. طول آن ۳۰۰۰ متر و پهنای آن بین ۴۰۰ تا ۸۰۰ متر متغیر است. از آنجا که بر پایه نسبت طول به عرض (Humlum, 1982) طول این روانه از پهنای آن بیشتر است، جزء یخسارهای سنگی زبانه‌ای شکل به شمار می‌آید و وسعتی در حدود ۱/۵۷ کیلومتر مربع را پوشانده است. به نظر Barsch (1988) و Serano & Martines (2000) یخسارهایی با این مساحت، از نظر اندازه، متوسط در نظر گرفته می‌شوند. سبترای یخسار سنگی چکاد حرم در پیشانی در حدود ۶۰ متر است. مواد تشکیل‌دهنده آن قطعه سنگهایی هستند که از دیواره‌های سنگی مشرف به سیرک یخساری (Cirque) و دره ریزش می‌کنند. آبهای حاصل از ذوب یخ در پیشانی و حواشی یخسار سنگی ظاهر می‌شوند.

یخسار سنگی حرم از پای یک یخسار سیرکی (شکل ۳) در دامنه شمالی چکاد حرم از ارتفاع ۳۹۸۰ متر آغاز می‌شود و در ارتفاع ۳۵۲۰ متر پایان می‌یابد (شکل ۴). در برخی نقاط، به ویژه در پایین دست، نهشته‌های سطحی در اثر ذوب هسته یخی به پایین نشست کرده و چاله‌هایی را به شکل دیگچه، به نام کارستهای یخساری (GlacioKarst) (Barsch, 1988) یا کارست گرمایی (Thermokarst) (Corte, 1987) به وجود آورده‌اند که هسته‌های یخی در این فضاهای ریزشی، به خوبی نمایان هستند (شکل ۵). تشکیل این حفره‌ها به نظر Shroder et al. (2000) به علت افزایش دما در سالهای اخیر است.

بررسی این حفره‌ها نشان می‌دهد که مقطع قائم این یخسار سنگی، از قاعده به سوی بالا، از سه لایه تشکیل شده است. (Barsch, 1988) بر این باور است که علت اصلی لایه‌بندی وارپزه‌ها در یخسار سنگی، تناوب یخزدگی و ذوب در مراحل اولیه تشکیل روانه است که موجب جابه‌جایی قائم قطعه سنگها می‌شود. در شکل (۶) تصویر آرمانی این یخسار

گروه، هنگامی که یخسارهای یخی با قطعه سنگها پوشیده شوند، به یخسار سنگی فعال تبدیل می‌شوند (Patter, 1972; Whalley, 1974). Johnson (1984) بر این باور است که یخسارهای سنگی منشأ زمین لغزشی (Land slide) دارند. این گونه شناختی (Typology) نشان می‌دهد که علل پیدایش یخسارهای سنگی می‌تواند متفاوت باشد. با توجه به اختلاف نظری که میان متخصصان در مورد منشأ یخسارهای سنگی وجود دارد، هدف از نوشتار حاضر، بررسی ساختار درونی یکی از بزرگترین یخسارهای سنگی است که در دامنه شمالی کوه سیلان قرار دارد.

منطقه مورد مطالعه

کوه سیلان، در جنوب مشگین‌شهر و در طول و عرض جغرافیایی ۰۷° ۳۸' تا ۱۹° ۳۸' شمالی و ۳۶° ۴۷' تا ۵۸° ۴۷' خاوری قرار دارد (شکل ۱). این کوه دارای سه چکاد معروف سیلان بزرگ (۴۸۱۱ متر)، چکاد حرم (۴۶۱۲ متر) و آغام‌داغ یا کسری (۴۵۷۳ متر) است که این چکادها در یک دهانه آتشفشانی بزرگ (caldera) جای گرفته‌اند. سنگهای کوه سیلان از دیدگاه سنگ شناسی ترکیب آندزیتی، ریولیتی و داسیتی دارند (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹). آب و هوای سیلان، از نوع اقلیم ارتفاعات به شمار می‌آید. میزان بارش در ایستگاه موئیل (۲۳۰۰ متر) در حدود ۴۰۹ میلی‌متر و در ارتفاع ۴۱۰۰ متر حداکثر ۸۱۴ میلی‌متر برآورد می‌شود. میانگین دمای سالانه در بالاترین چکاد ۷/۵ - درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است (جوانشیر، ۱۳۶۷). در دامنه شمالی سیلان، از دیدگاه زمین ریخت شناسی دو منطقه ریخت‌دینامیک پیرایخساری و یخساری (Glacier) قابل تشخیص است. پوشش گیاهی چمنزار منطقه پیرایخساری چمنزار و گونه اروسیری (Uro-Siberia) (جوانشیر، ۱۳۶۷) یا شبه‌آلپی و آلپی (Subalpinen and Alpinen) است (Schweitzer, 1970).

روش پژوهش

این پژوهش در دو مرحله انجام گرفته است. ابتدا عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ تهیه و پس از مطالعه مقدماتی آنها در تابستان، بررسیهای میدانی انجام شد. در این بررسیها، ساختار درونی و ویژگیهای یخسارهای سنگی دامنه شمالی کوه سیلان بررسی شد. برای گردآوری اطلاعات و داده‌ها، از ابزارهایی مانند GPS و شیب‌سنج استفاده شد. همچنین برای تشخیص حرکت یخسارهای سنگی فعال، میله‌های آهنی از ابتدا تا انتهای روانه‌ها در نقاط مختلف کار گذاشته و علامت‌گذاری شد، پس از یک سال، میله‌ها بویژه در بخش پیشانی، در جهت حرکت یخسارهای سنگی به سوی انتهای روانه‌ها شیبدار شده

در حفره‌های ایجاد شده در روی روانه، هسته‌های یخی نمایان هستند. بدین ترتیب قسمت پایین دست یخسار سنگی، آشکارا یک ساختار یخی را نشان می‌دهد. (Humlum, 1988) برای تعیین منشأ یخسار سنگی مفهومی را به عنوان ارتفاع خط شروع یخسار سنگی (Rock Glacier Initiation Line Altitude) تعریف و ارائه کرده است (شکل ۷). در یخسارهای سنگی با منشأ یخی (Glacier Driven Rock Glacier)، RILA ارتفاعی است که پایین تر از آن، قطعه‌های سنگ به طور کامل یخسار یخی را می‌پوشانند. ارتفاع این خط، در یخسارهای سنگی با منشأ یخی، باید با ارتفاع خط تعادل یخساری زمان حاضر منطبق بوده و یا نزدیک آن قرار گیرد. ارتفاع رأس یخسار سنگی چکاد حرم بر اساس روش بالا در حدود ۳۹۸۰ متر تعیین می‌شود و این ارتفاع به ارتفاع خط تعادل یخساری سبلان یعنی ۴۱۰۰-۴۰۰۰ متر (Schweitzer, 1970) بسیار نزدیک است.

فعالیت و سن یخسار سنگی

(Barsch & King, 1975) و (Humlum, 1988) یخسارهای سنگی را از نظر دینامیک به دو گروه فعال و غیرفعال رده بندی کرده‌اند. این پژوهشگران، علائمی را برای تشخیص فعال بودن یک یخسار سنگی برشمرده‌اند و این علائم به شرح زیر در یخسار سنگی شمال چکاد حرم دیده می‌شود:

۱- شیب پیشانی یخسار سنگی تند و در حدود 40° است (Schweitzer, 1970).

۲- در روی روانه، هیچ نوع پوشش گیاهی دیده نمی‌شود.

۳- هنگام طلوع خورشید، واریزه‌ها از پیشانی یخسار سنگی ریزش می‌کنند.

۴- انباشته شدن قطعه سنگهای خرد شده درشت در سطح روانه، یکی دیگر از نشانه‌های فعال بودن یخسار سنگی مورد مطالعه است.

بیشتر یخسارهای سنگی فعال، اندازه متوسط (۱۰۰-۰/۱ کیلومتر مربع) دارند (Barsch, 1988). به نظر (Eliphant, 1987) یخسارهای سنگی فعال با اندازه متوسط، جزء سیمای دوره هولوسن (Holocene) به شمار می‌آیند و سن آنها بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ سال است. با توجه به موارد یاد شده، یخسار سنگی مورد مطالعه، اندازه سنگی با منشأ یخی، ۱-۰/۵ متر در سال محاسبه شده است (Humlum, 1996). در این صورت، یک دوره زمانی ۶۰۰۰-۳۰۰۰ سال برای تشکیل یخسار سنگی حرم لازم بوده است و به بیانی، تقریباً همزمان با دوره هولوسن پسین است.

نتیجه

با توجه به ظهور هسته‌های یخی در محل حفره‌ها و انطباق خط RILA با خط تعادل یخسار زمان حاضر و نبود بریدگی شیب در امتداد نیمرخ

سنگی نشان داده شده است. این شکل با مدلی که توسط Humlum (1966) برای یخسار سنگی Mallem Fjord جزیره Disko کشیده شده، سازگاری خوبی دارد. بررسیهای صحرایی نشان می‌دهد که لایه سطحی روانه به ستبرای ۱-۲ متر از قطعه سنگهای درشت و بلوکهای گوشه‌دار تشکیل شده است. ستبرای این لایه به سوی پایانه یخسار سنگی افزایش می‌یابد. به نظر (Humlum, 1996) افزایش ستبرای لایه بالایی تا حدی است که با ستبرای لایه فعال محلی برابر باشد و بدین ترتیب قطعه سنگهای خرد شده سطحی، لایه فعال منطقه سبلان را تشکیل می‌دهند.

لایه سطحی بر روی دومین لایه (هسته‌ای از یخ) قرار دارد. به نظر می‌رسد که قطعات سنگها به آرامی روی هسته یخی به طرف پایین دست و پایانه می‌لغزند. در اثر این عمل قطعه سنگهای سطحی ناهمواریهایی به ارتفاع ۱-۲ متر به وجود آورده‌اند که به صورت برآمدگیها و فرورفتگیهایی شبیه لیفه‌های قوسی شکل، بویژه در پایین دست به طور مشخص دیده می‌شوند. بخش محدب آنها به سوی پایین دست قرار دارد. به نظر (Kaab, 1997) لیفه‌های قوسی شکل در پایین دست، نشان‌دهنده فعالیت شدید در یخسار سنگی است. اما در بخشهای بالا دست، ناهمواریهای سطحی دیده نمی‌شود. برخی پژوهشگران از جمله (Shroder et al., 2000) بر این باورند که سرعت حرکت یخهای موجود در روانه‌ها، بسیار ضعیف (یک متر در سال و یا کمتر) است و این کندی سرعت در داخل توده واریزه‌ها، به تدریج به سوی انتهای روانه کاهش یافته و سرانجام منتهی به تشکیل برآمدگیها و فرورفتگیهای سطحی می‌شود. در برابر هوای گرم تابستان، همانند عایق عمل کرده و یخهای درونی را در برابر ذوب حفاظت می‌کند، پایین‌ترین لایه از عناصر ریز تشکیل شده که در عین حال به مقدار بسیار کم، دارای قطعه سنگهای درشت نیز می‌باشد.

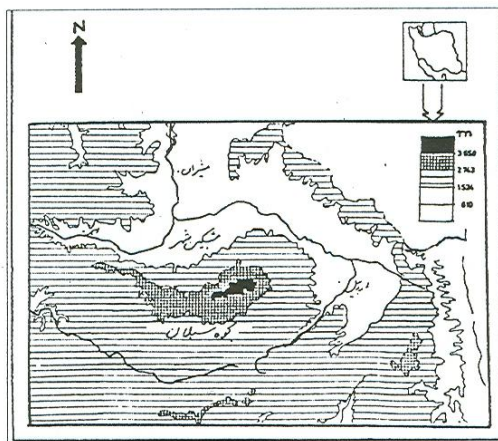
(Barsch, 1998) و (Humlum, 1998) بر این باور هستند که مرز پایین یخسارهای سنگی را خط همدمای 20°C مشخص می‌کند، اما (Birnie & Thom, 1982) عقیده دارند که پایین‌ترین مرز یخسار سنگی با دمای میانگین 1°C مشخص می‌شود. با توجه به این دیدگاه‌ها، دمای پایین‌ترین مرز یخسار سنگی حرم (ارتفاع ۳۵۲۰ متر) با پذیرش میزان کاهش دما حدود ۰/۵۲ درجه سانتیگراد در ازای هر صد متر (جوانشیر، ۱۳۶۷) ۱۰ تا ۱- درجه سانتیگراد تعیین می‌شود که از نظر آب و هوا در یک محیط سرد و نیمه خشک تشکیل شده است.

منشأ تشکیل یخسار سنگی

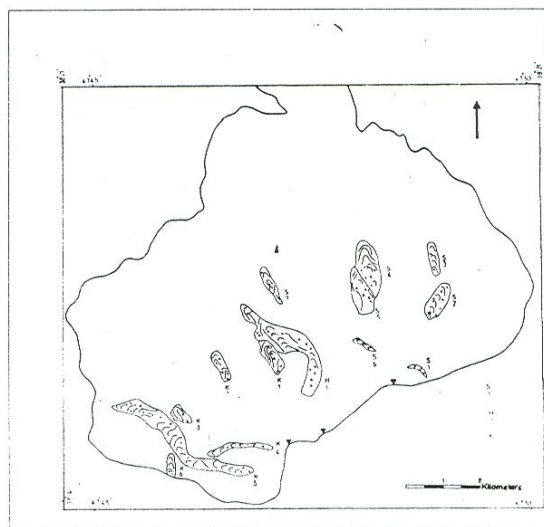
یکی از مشکلات مهم در مطالعه یخسارهای سنگی، تعیین منشأ آنهاست.

شده که به دلیل کوچک بودن، توانایی حمل واریزه‌ها را نداشته است. بدین ترتیب با مدفون شدن در زیر واریزه‌ها، به یخسار سنگی تبدیل شده است. در نتیجه می‌توان یخسار سنگی سیلان را جزء سیماهایی به شمار آورد که در محیط گذر سیستم فرسایشی یخساری به سیستم فرسایشی پیرایخساری در شرایط آب و هوای نیمه خشک یا نیمه مرطوب به وجود آمده و پیشانی آن مرز پایین زمینهای یخزده ناپیوسته (Discontinuous Permafrost) است.

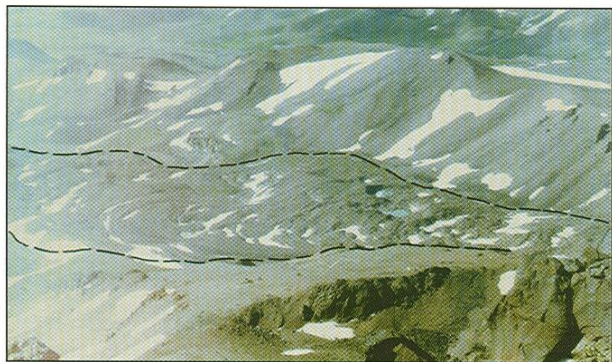
طولی سطح روانه (شکل ۶)، می‌توان نتیجه گرفت که در یخسار سنگی حرم، یک یخسار معمولی در زیر قطعات سنگهای خرد شده قرار دارد و بنابراین، منشأ یخساری یا واریزه‌ای (Barsch, 1988; Serano&Martines, 2000) دارد و از نظر شکل در گروه یخسارهای سنگی زبانه‌ای شکل قرار می‌گیرد. در هولوسن پسین یعنی حدود ۵۵۰۰ یا ۴۰۰۰ سال پیش، تقریباً همزمان با مرحله نیمه بورآل اروپا (Subboreal) یخسار یخی شمال چکاد حرم به دلیل تغییر شرایط آب و هوا از گرم و خشک به اقلیمی مرطوب تر و معتدل تر، بازسازی



شکل ۱- نقشه موقعیت کوه سیلان.

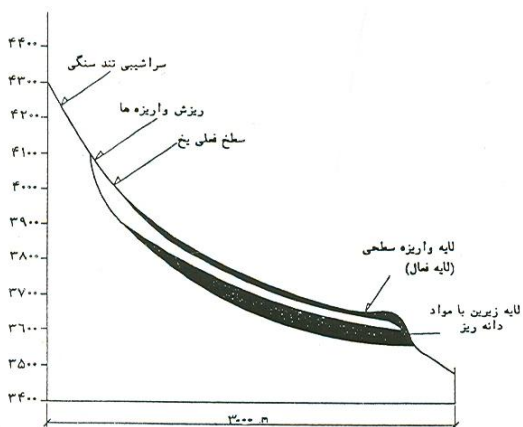


شکل ۲- نقشه زمین ریخت شناسی یخسارهای سنگی دامنه شمالی سیلان



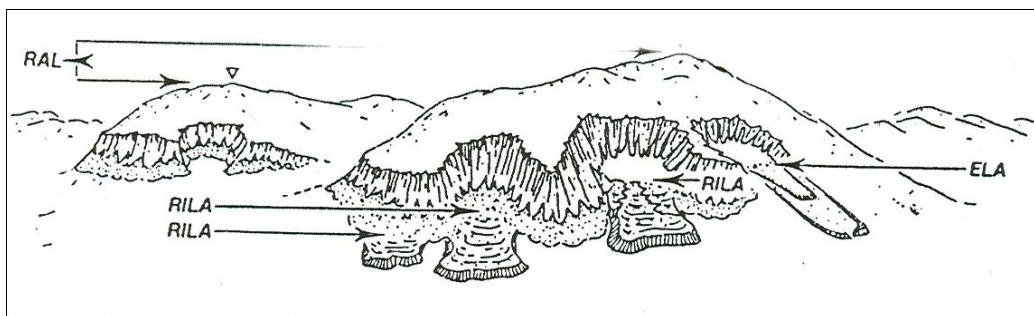
شکل ۴- یخسار سنگی فعال زبانه‌ای شکل دامنه شمالی چکاد حرم که از ارتفاع ۳۹۸۰ متر آغاز و در ارتفاع ۳۵۲۰ متر پایان می‌یابد. در عکس دو حفره ایجاد شده و ناهمواریهای سطحی به صورت برآمدگی و فرورفتگی دیده می‌شود. تحدب ناهمواریها به سوی پایانه یخسار سنگی است. فرورفتگی‌ها در برخی قسمتها توسط برف پر شده است.

شکل ۳- یخسار سیرکی دامنه شمالی چکاد حرم که یخسار سنگی از پای آن آغاز می‌شود، به یخچال پیش‌بندی (Apron) که یخسار سیرکی را تغذیه می‌کند، توجه شود.



شکل ۶- طرح ساختار درونی یخسار زبانه‌ای شکل با منشأ یخی. این یخسار از یک سیرک واقع در دامنه شمالی چکاد حرم از ارتفاع ۳۹۸۰ متر آغاز و در ارتفاع ۳۵۲۰ متر پایان می‌یابد.

شکل ۵- برونزد هسته یخی در حفره نزدیک پایانه یخسار سنگی شمال چکاد حرم (مرداد ماه ۱۳۸۰).



شکل ۷- این مدل طرح گونه، مفهوم توپوگرافیکی و زمین ریخت شناختی خط شروع یخسار سنگی (RILA) را نشان می‌دهد (Humlum, 1988).

کتابنگاری

باباخانی، ع.، لاسکویه، ل. ر.، ۱۳۶۹- شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش اهر مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰؛ سازمان زمین شناسی کشور ۱۲۳۰ صفحه.
جوانشیر، ع.، ۱۳۶۷- طرح مطالعاتی سیلان (مطالعات هواشناسی و اکولوژی). دانشگاه تبریز.

References

- Brasch, D., 1977- Nature and importance of maswasting by rock glaciers in alpine permafrost environments. *Earth Surface processes*, 2, 231 - 245.
- Brasch, D., 1987- The problem of ice-cored rockglacier. In: Giardino, J.R., Shroder, J.F., Vitek, J.D., (eds). *Rock glaciers*. Allen and Unwin, pp.45-53.
- Barsh, D., 1988- Rock glaciers. In: M.J. Clark (Editor), *Advances in periglacial Geomorphology*. Wiley, London, pp 69-90.
- Barshch, D., 1992- permafrost creep and rock glaciers. *Permafrost and periglacial Process* 3, 175-188.
- Brasch, D., King, L., 1975- An attempt to date fossil rock glaciers in Grison, Swiss Alps. *Questions Geographicae*, Poznon 2, 5-14.
- Birinc, R., Thom, G., 1982- Preliminary observations on two rock glacier in south Georgia, Falklands Islands Dependencies. *Journal of Glaciology* 28, 377-386.
- Corte, A.E., 1987- Rock glacier taxonomy. In: Giardino, J.R., Shroder, J.F., Vitek, J.D., (eds). *Rock glaciers*. Allen and Unwin, pp.27-39.
- Hamilton, S.J., Whalley, W.B., 1995- Rock glacier nomenclature: A re-assessment. *Geomorphology*, 14, 73-80.
- Humlum, O., 1982- Rock glacier types on Disko, central west Greenland. *Geografiska tidskrift* 82, 59-66.
- Humlum, O., 1988- Rock glacier appearance level and rock glacier initiation line altitude: a methodological approach to the study of rock glaciers. *Arctic and Alpine Research* 20, 160-178.
- Humlum, O., 1996- Origin of rock glaciers: observations from Mellmfjord, Disko Island, central west Greenland. *Permafrost and periglacial processes* 7, 361-380.
- Huiliim, O., 1998- The climatic significance of rock glaciers. *Permafrost and Periglacial processes* 9, 375-395.
- Johnson, P.G., 1984- Rock glacier formation by high-magnitude, low-frequency slope processes in the southwest Yukon. *Annals of the Association of American Geographers* 74, 408-415.
- King, L., 1986- Zonation and ecology of high mountain permafrost in Scandinavia. *Geografiska Annaler* 68A, 131-139.
- Kaab, A., 1997- Surface Kinematics of rock glacier Murtel, Graubunden, Swiss, pp 4.
- Olyphant, G.A., 1987- Rock glacier response to abrupt changes in talus production. *Allen Unwin*, 55-64.
- Potter, N.J., 1972- Ice-cored rock glacier, Galena creek, northern Absaroka mountains, Wyoming. *Geological Society of America Bulletin* 83, 3025-3057.
- Schweizer, G., 1970- Der kuh-e-sabalan (Nordwestiran). *Beitrage zur Gletscher Kunde and Glazialgeomorphologie vorderasiatischer Hochgebirge: Tubinger geographische studien* 34, 163 - 178.
- Serrano, E. & Martinez, J.L., 2000- Rock glaciers in the south Shetland Islands, Western Antarctica. *Geomorphology* 35, 145- 162.
- Shroder, J.F., Bishop, M.P., Copland, L. & Sloan, V.F., 2000 - Debris-covered glaciers and rock glaciers in the Nanga Parbat Himalaya Pakistan, *geografiska Annaler*. 82 A, 17-31.
- Wahrhaftig, C. & Cox, A., 1959- Rock glaciers in the Alaska range *Geological society of America Bulletin*, 70, 383-336 .
- Whalley, W.B., 1977- Rock glaciers and their formation as part of a glacier debris-transport system. *Geographical papers*, university of Reading, 24.

*دانشجوی دوره دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

*Student of PH.D. course in physical Geography, Tabriz University.