فصلنامهٔ کواترنری ایران (علمی- پژوهشی)، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴
ص ۳۲۳-۳۳۷

شواهد یخچالی در مناطق کوهستانی مرز ایران، ترکیه و عراق (کوهستان بزسینا و دالامپر)

منیژه قهرودی تالی*، دانشیار دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
رسول حسنی قارنایی، کارشناسی‌ارشد، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۵

چکیده

کوهستان بزسینا و دالامپر بین شهرستان‌های اشنویه و ارومیه، در نزدیکی مرزهای ایران، عراق و ترکیه قراردارد. موقعیت مرزی، عدم وجود شرایط مناسب امنیتی، کوهستانی و صعب‌العبوربودن سبب شده است که بیشتر لندفرم‌های یخچالی این ناحیه ناشناخته باقی بماند. هدف پژوهش حاضر شناخت شواهد و قلمرو یخچال‌های دوره‌های سرد گذشته بوده است. دادهٔ مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، دادهٔ ارتفاعی سنجندهٔ استر، مشاهدات میدانی و برداشت نمونه‌های رسوب است. برای تعیین خط برف‌مرز دایمی در گذشته، ابتدا بر اساس روش رایت خط ۶۰٪ سیرک‌های منطقه مشخص شد. سپس، با به‌دست‌آوردن اختلاف ارتفاع بین سیرک‌ها و با استفاده از خط ۶۰٪، برف مرز دائمی در منطقهٔ مورد مطالعه در ارتفاع ۳۰۰۶/۸ متری مشخص شد که بر خط هم‌دمای ۵°C انطباق دارد. برای ارائهٔ مستندات بیشتر در قلمرو یخچالی در مسیر مشاهدات میدانی از عمق ۴۰ سانتی‌متری برای تحلیل‌های دانه‌سنجی و شکل‌سنجی نمونه‌برداری شد. پنجاه دانه از هر نمونه برای تحلیل شکل‌سنجی استفاده شد و ۱۰۰ گرم از هر نمونه با الک، تا ابعاد حداقل ۰/۶۳میکرون تحلیل گرانولومتری شد. ضرایب گردی و کرویت نمونه‌های برداشت‌شده از رسوبات درهٔ یخچالی نشان داد که ذرات تقریباً زاویه‌دار و کشیده و کاملاً گرد نشده است که بیانگر قرارگیری آن‌ها در زبانه‌های یخی است.

کلیدواژه‌ها: اشنویه ، ارومیه، دانه‌سنجی، کوهستان بزسینا و دالامپر.

مقدمه

منطقهٔ مرزی بین ایران، ترکیه و عراق شواهد یخچالی دوره‌های پلیستوسن است. به دلیل موقعیت مرزی، عدم وجود شرایط مناسب امنیتی، و کوهستانی و صعب‌العبور بودن بیشتر لندفرم‌های یخچالی این ناحیه ناشناخته باقی مانده است. کوهستان بزسینا و دالامپر بین شهرستان‌های اشنویه و ارومیه در استان آذربایجان‌غربی و در نزدیکی مرزهای ایران، عراق و ترکیه قراردارد و از جمله مناطق ناشناختهٔ ایران است. سوابق مطالعات در این محدوده به بررسی‌های پدرامی (۱۹۸۲) در کوه‌های مرز ایران و عراق در آذربایجان و کردستان برمی‌گردد که در جنوب‌غربی پیرانشهر رسوبات یخچالی و آثار فرسایش یخچال‌های کوهستانی را تا ارتفاع ۱۳۵۰ متری مشاهده کرده است. وی به وجود دره‌های بیکوس، کوپر و آبخورده در ۱۵ تا ۲۱ کیلومتری جنوب پیرانشهر اشاره می‌کند و می‌نویسد که درهٔ یخچالی بیکوس از ارتفاع ۲۷۵۰ متری زهکشی رودخانه‌ای دارد و یخرفت‌های وورم دیرین را به وضوح داراست. همچنین، در داخل خاک عراق، دره‌های شمالی کوه هلگورد[1] مانند درهٔ بئرکیم[2] و ارتفاعات جنوب‌شرقی ترکیه، آثار رسوبات یخچالی در ارتفاع ۱۵۰۰ متری در تراس‌های حاشیهٔ رودخانه‌ها دیده شده است.

* نویسندهٔ مسئول: M-ghahroudi@sbu.ac.ir، تلفن: ۰۹۱۲۱۲۶۳۹۶۸

1. Halgurd Mountain
2. Berkheim Valley

Archive of SID
www.SID.ir

رایت (۱۹۶۲) به سیزده سیرک در کوه‌های سکران در کردستان عراق و در نزدیکی مرزهای ایران اشاره می‌کند و مورن‌های یخچالی را در پایین‌دست دره‌های آن در روستای ناوپردان شناسایی کرده است. همچنین، به مورن‌های یخچالی در حاشیهٔ یکی از شاخه‌های رودخانهٔ زاب بزرگ در رایَت[1] در پایین‌دست شهر کوچک حاج عمران اشاره می‌کند. براساس نوشته‌های رایت، منطقهٔ هلگورد در کردستان عراق که حدود ۲۰ کیلومتر با سکران فاصله دارد و عرض جغرافیایی آن کمی بالاتر است، در عصر پلئیستوسن تحت تأثیر فعالیت یخچال‌های کوهستانی قرارگرفته است. دامنه‌های شمال‌غربی هلگورد، همچنین امتداد آن تا ارتفاعات هواره جو، سیاه‌کوه و کیله‌شین[2] در مرز ایران و عراق دارای سیرک‌های متعددی است. از محل این سیرک‌ها تا روستاهای بولا[3]، بنی[4] و بئرکیم آثار رسوبات یخچالی در همه‌جا به‌چشم می‌خورد و ارتفاع خط برف دایم در عصر یخبندان به کمتر از ۲۰۰۰ متر و تا حدود ۱۸۰۰ متری تنزل می‌یابد. وجود تیل‌ها در ارتفاع ۱۱۰۰ متری در نزدیکی روستای بیرته در ۳ کیلومتری روستای سیداک تأیید شده و در حال حاضر رسوبات یخچالی توسط رودخانه حدود ۱۰ متر حفر شده است. آثار فرسایش کاوشی و تراکمی یخچال‌های کوهستانی پلئیستوسن به‌فراوانی و به‌وضوح در دامنه های قوس کوهستانی بزسینا – دالامپر دیده می شود اما جزئیات آن تاکنون مطالعه نشده است. البته، در ترکیه، همچنین در عراق پژوهش‌های میدانی و نظری طی قرن بیستم انجام گرفته است.

در ایران می توان گزارش پدرامی (۱۹۸۲) از یخچال های زیویه، راژان و دازگیر در ۳۰–۴۰ کیلومتری جنوب‌غربی ارومیه را نام برد. نواحی بالای ۲۰۰۰ متر در پلئیستوسن تحت تأثیر فرسایش یخچالی است. یخچال پایکوهی دازگیر در منطقهٔ وسیع کروی‌شکلی تا پایین‌تر از ارتفاع ۱۷۵۰ متری گسترده شده است (پدارمی، ۱۹۸۲). در نزدیکی مرزهای ایران و عراق در داخل ترکیه منطقهٔ کوهستانی دالامپر (دالامپر ترکیه) با ارتفاع ۳۷۹۴ متر، کوه ست با ارتفاع ۳۹۱۰ متر و جیلو با ارتفاع ۴۱۳۵ متر را بوبک (۱۹۳۷) به طور جدی مطالعه کرد. وی معتقد بود که خط برف دایم ۷۰۰ متر پایین‌تر از برف مرز زمان حال بوده است، اما مطالعات بعدی رایت این عدد را تا ۱۲۰۰ متر و حتی بیشتر در بعضی مناطق پایین آورد. رایت سیرک‌هایی را مطالعه کرد که ارتفاع آن‌ها ۲۱۰۰ متر بود. بنابراین، رقم کاهش خط برف بوبک را نپذیرفت. مطالعات اخیر با استفاده از تصاویر سنجندهٔ MSS ماهوارهٔ لندست اطلاعات دقیقی از یخچال‌های میاه‌واره[5] و اولودرک[6] در کوه‌های جیلو و یخچال گوروک[7] در کوه‌های دالامپر ارائه می‌دهد (کورتر، ۱۹۸۶). در کردستان عراق، رایت (۱۹۶۲) کوه‌های هلگورد را بررسی کرد و چندین سیرک به‌ویژه در دامنهٔ شمالی آن تا حدود مرزهای ایران در محدودهٔ پیرانشهر تا اشنویه را شناسایی کرد. رسوبات این یخچال‌ها در حواشی رودخانه‌ها در پادگانه‌هایی با ارتفاع ۴۰–۶۰ متر قرارگرفته است (رایت، ۱۹۶۲).

بر اساس مطالعات ارینک (۱۹۵۲) خط برف دائم در ترکیه و در نزدیکی مرزهای این کشور با ایران در سبحان، شمال دریاچهٔ وان ۳۷۰۰ متر است. محققان اخیر با بررسی تصاویر ماهواره‌ای کاهش وسعت یخچال‌های کوه سبحان در شمال دریاچهٔ وان در ترکیه را طی سی سال اخیر بررسی کرده‌اند. در سال‌های اخیر بحث در مورد تغییرات وسعت یخچال‌ها و ذوب سریع آن‌ها، تحت تأثیر گرمایش جهانی افزایش یافته است (کلیتون و همکاران، ۲۰۰۷). سریکایا (۲۰۱۲) نیز عقب‌نشینی کلاهک یخی آرارات را نشان داده است. همچنین، در سال ۲۰۰۹ یخبندان‌های کواترنری اخیر و دیرینهٔ اقلیم ترکیه را از نظر زمانی و مدل‌سازی مطالعه کرد. کورتر و سانگور (۱۹۸۰) یخبندان‌های فعلی ترکیه را بررسی کردند. کریس و همکارانش (۲۰۰۶) عقب‌نشینی یخچال های قفقاز در مرز روسیه و گرجستان را مطرح کردند. سیف و ابراهیمی (۲۰۱۴) در ارتفاع بالاتر از ۳۲۰۰ متر سیرک‌های کوه زردکوه را براساس مدل ارتفاعی مستخرج از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با دقت ۱۰ متر مطالعهٔ شکل‌سنجی و ارتفاع‌سنجی کردند و به این نتیجه رسیدند که توسعهٔ عمودی سیرک‌ها از گسترش طولی و عرضی آن‌ها کندتر است. همچنین، دریافت ارتفاع کف سیرک‌ها با خط تعادل آب و یخ در طول آخرین دورهٔ یخچالی رابطهٔ نزدیکی ندارد، لذا برای بازسازی خط تعادل آب و یخ، به‌ویژه یخچال‌های حاره‌ای مانند

1. Rayat
2. Kilashin
3. Bola
4. Beni
5. Mia havara
6. Uludoruk
7. Geverok

Archive of SID

www.SID.ir

زردکوه، مناسب نیست. همچنین، سیف (۲۰۱۵) تحولات اقلیمی دریاچهٔ نمک را مطالعه کرد. وی سیرک‌های یخچالی موجود در ارتفاع ۲۵۰۰ متری حوضهٔ دریاچهٔ نمک را از شواهد دوره‌های سرد ذکر کرد. سیف و ابراهیمی (۲۰۱۴) چندین روش را به‌طور هم‌زمان برای تعیین خط تعادل آب و یخ در اشتران‌کوه استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به موقعیت انتهای مورن‌ها، ارتفاع معادل ۳۱۲۱ متر در حداکثر گسترش یخچال‌ها بوده است. بر پایهٔ خط تعادل آب و یخ حاضر که ۴۵۰۰ متر از سطح دریاست، در دورهٔ سرد پلستوسن ۱۳۸۰ متر پایین‌تر بوده است.

یمانی و همکاران (۲۰۰۷) ارتفاع کف سیرک‌ها در کوه‌های کرکس را که معادل ۳۰۰۰ متر است دمای صفر درجه در آخرین دورهٔ سرد درنظرگرفتند. همچنین، در مطالعهٔ ارتفاعات غرب استان کردستان، یمانی و همکاران (۲۰۱۴) سیرک‌ها، دره‌های یخچالی، مورن‌های میانی و کف را بالاتر از ارتفاع ۲۰۰۰ متر می‌دانند. قهرودی و همکاران (۲۰۱۲) در حوضهٔ دالاخانی با استفاده از مدل رگرسیون میانگین دما و ارتفاع، ارتفاع معادل ۶۰٪ سیرک‌ها و نمونه‌برداری از رسوبات منطقهٔ برف‌مرز دایمی در آخرین دورهٔ یخچالی را ۲۸۲۰ متر محاسبه کردند. در نتیجه به کاهش ۵/۳۸ درجهٔ سانتی‌گرادی در میانگین دمای حوضهٔ دالاخانی نسبت به زمان حاضر رسیدند. قهرودی (۲۰۱۱) قلمرو برف‌های دایمی در آخرین دورهٔ سرد در حوضهٔ هراز را تا ارتفاع ۱۸۰۰ متری برآورد کرد. همچنین، براساس مطالعهٔ قهرودی و حسنی (۲۰۱۲) در کوهستان قندیل در مرز ایران و عراق که حداکثر ارتفاع آن ۳۴۰۰ متر است، ارتفاع برف‌مرز در آخرین دورهٔ یخچالی ۱۶۵۰ متر بوده است. قهرودی و همکاران (۲۰۱۴) در حوضهٔ رودخانهٔ زاب کوچک نیز که قلمرو بزرگ‌تری از کوهستان قندیل را دربرمی‌گیرد، به ارتفاع ۱۶۵۰ متر در تعیین برف‌مرز دایمی رسیدند.

موارد فوق حاکی از آن است که شرایط محلی بر قلمرو یخچالی در دوره‌های سرد در ایران حاکم بوده است که اتکا بر مستندات مهم شواهد میدانی منطقی به‌نظر می‌رسد.

در پژوهش حاضر، قلمرو مناطق یخچالی بزسینا و دالامپر در مرز مشترک بین ایران، عراق و ترکیه بررسی شده است. کوهستان بزسینا و دالامپر بین شهرستان‌های اشنویه و ارومیه در استان آذربایجان‌غربی و در نزدیکی مرزهای ایران، عراق و ترکیه قراردارد. از نظر موقعیت ریاضی بین عرض‌های جغرافیایی ′۵۰ °۳۶ تا ′۱۰ °۳۷ و طول جغرافیایی ′۴۰ °۴۴ تا ′۱۰ °۴۵ واقع شده است. این محدوده به صورت قوس کوهستانی باز مشرف به دشت مرگور[1]، یکی از کانون‌های جمعیتی و کشاورزی منطقه است. آخرین روستاها در دامنه‌های بزسینا و دالامپر روستاهای کیسیان و کچله است که روی رسوبات یخچالی پلئیستوسن واقع شده است. قلهٔ دالامپر در شمال بزسینا واقع‌شده و فاصلهٔ مستقیم آن از بزسینا حدود ۳ کیلومتر است و دقیقاً در مرز مشترک ایران، عراق و ترکیه قراردارد. از نظر ارتفاع ۳۴۸۶ متر است؛ یعنی، کمی بلندتر از بزسیناست. میانگین سالیانهٔ بارش در ایستگاه ارومیه ۳۲۵/۶ میلی‌متر و در ایستگاه اشنویه ۴۴۷/۷ میلی‌متر است. اما خطوط هم‌بارش مناطق کوهستانی محدودهٔ مورد مطالعه ۶۰۰–۸۰۰ میلی‌متر را نشان می‌دهد که عمدتاً به صورت برف است. همچنین، میانگین دمای سالیانه در ارومیه ۱۱/۸ و در اشنویه ۱۱/۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. جنس سنگ‌های منطقه عمدتاً رسوبی (آهک) و دگرگونی است. به‌طرف ارتفاعات مرزی افیولیت‌ها برونزد دارد. قلهٔ دالامپر توده‌ای افیولیتی و یکی از مناطق جوش‌خوردهٔ پوستهٔ زمین بعد از بسته‌شدن نئوتتیس توسط فشار صفحهٔ عربستان است. شکل ۱ موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه در مرز ایران، عراق و ترکیه را نشان می‌دهد. با توجه به مشاهدات میدانی سیرک اصلی بزسینا و دالامپر در ارتفاع حدود ۳۰۰۵ متری قراردارد. همچنین، در خصوص کوهستان بزسینا سیرک‌های کوچک‌تر تا ارتفاع ۲۵۴۳ متری مشاهده شد. آخرین حد مورن‌ها تا ارتفاع ۱۷۰۰ متری است. لذا، در شکل ۱ قلمروها براساس مشاهدات میدانی در سه حد ارتفاعی بیش از ۲۵۴۳ متر، به منزلهٔ قلمرو سیرک‌ها، کمتر از ۱۷۰۰ متر، به منزلهٔ قلمرو مورن‌ها، و حدواسط دو ارتفاع فوق، به منزلهٔ قلمرو دره‌های یخچالی، برای مطالعات اولیه تعیین شده است.

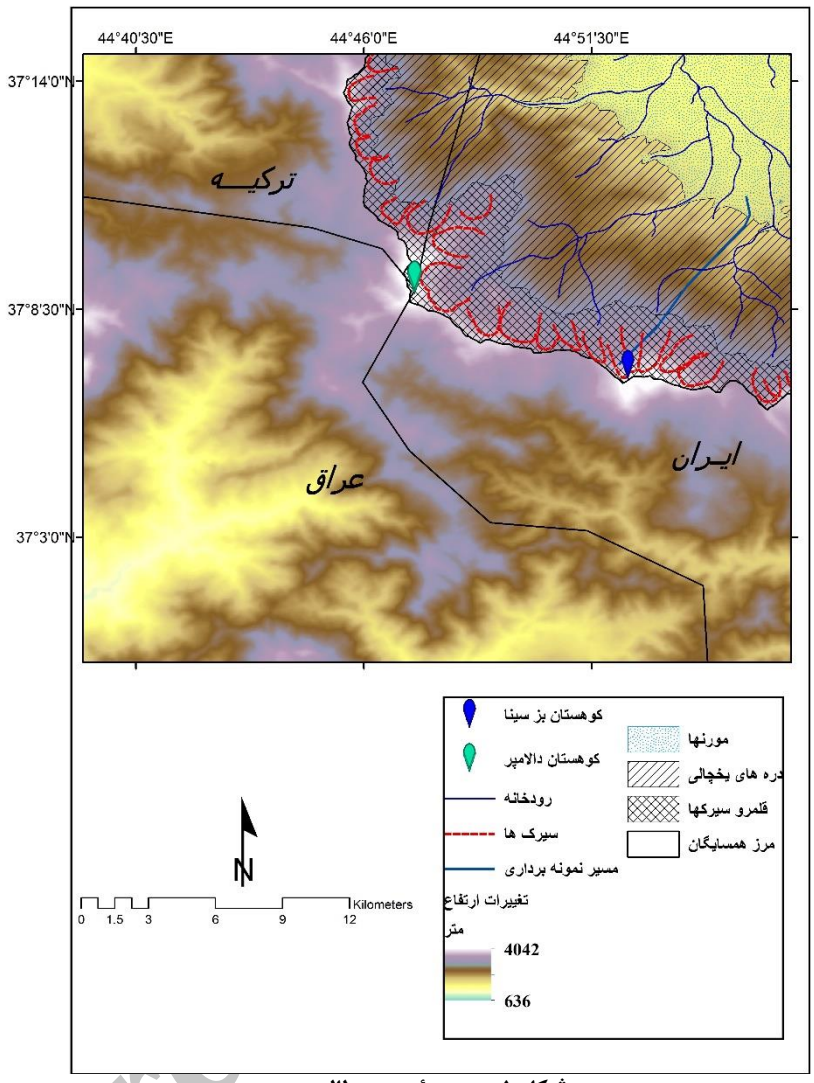
مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، دادهٔ ارتفاعی استر از ماهوارهٔ ترا[2]، مشاهدات میدانی و برداشت نمونه‌های رسوبی بوده است. به‌دلیل قرارگیری محدودهٔ مورد مطالعه در منطقهٔ مرزی، امکان تهیهٔ

1. Margavar
2. Aster(Terra Satellite)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. محدودهٔ مورد مطالعه

پوشش کامل از نقشه‌های توپوگرافی فراهم نشد، لذا از تصاویر زوج‌سنجندهٔ استر برای تولید مدل ارتفاعی استفاده شده است. با استفاده از مدل ارتفاعی و نقشه‌های توپوگرافی در مناطق یخچالی دالامپر و بزسینا سیرک‌ها شناسایی شد که در دامنهٔ شمال‌شرقی توسعهٔ بیشتری داشت. سپس، مسیر اولیهٔ مشاهدات تعیین و بازدیدهای مکرر از منطقهٔ مورد مطالعه انجام شد. آثار فرسایش کاوشی و تراکمی یخچال‌ها، پرشدگی دره‌ها، بریدگی‌های شیب و سیرک‌های کوچک تخریب‌شده بر اثر جریان‌های بعد یخچالی شناسایی شد. از نکات جالب توجه در این تحقیق، شناسایی هسته‌های یخی در دو مورد از سیرک‌های بزسینا بود که در بازدیدهای مربوط به ماه اکتبر ۲۰۱۵ محقق شد. در بیشتر ماه‌های سال دامنهٔ سیرک‌ها دارای لایه‌های ضخیم برف است، بنابراین فقط در اواخر سپتامبر و اوایل اکتبر (قبل از بارش‌های پاییزه) امکان دیدن این عوارض یخچالی وجود دارد.

برای تعیین قلمرو لندفرم‌ها، مانند سیرک‌ها، مورن‌ها و شواهد فلویال، رگرسیون دمای سالانهٔ مستخرج از ایستگاه‌های سینوپتیکی و کلیماتولوژی و دادهٔ ارتفاعی استر محاسبه شد (رابطهٔ ۱). براساس میانگین دمای سالانهٔ مدل رگرسیونی دما، تغییرات دمای عهد حاضر به‌دست آمد.

www.SID.ir

$$y = ۰/۰۰۶x + ۲۲/۴۶ \qquad R۲=۰/۹۵۹۱ \qquad (۱)$$

فراوانی سیرک‌های موجود با توجه به داده‌های ارتفاعی استر بررسی شد و تعداد ۷۵ سیرک در ارتفاع بالاتر از ۲۵۰۰ متری شناسایی شد (آلن، ۱۹۹۸). همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، ۶۵٪ سیرک‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰ تا ۳۰۰۰ متری است.

جدول ۱. توزیع فراوانی ارتفاع کف سیرک‌های محدودهٔ مورد مطالعه

طبقات ارتفاعی سیرک‌ها	تعداد سیرک‌ها	درصد سیرک‌ها	درصد تجمعی
۲۵۰۰–۲۶۰۰	۳	۵/۲۶	۵/۲۶
۲۶۰۰–۲۷۰۰	۳	۵/۲۶	۱۰/۵۳
۲۷۰۰–۲۸۰۰	۴	۷/۰۲	۱۷/۵۴
۲۸۰۰–۲۹۰۰	۱۴	۲۴/۵۶	۴۲/۱۱
۲۹۰۰–۳۰۰۰	۱۳	۲۲/۸۱	۶۴/۹۱
۳۰۰۰–۳۱۰۰	۱۰	۱۷/۵۴	۸۲/۴۶
۳۱۰۰–۳۲۰۰	۷	۱۲/۲۸	۹۴/۷۴
>۳۲۰۰	۳	۵/۲۶	۱۰۰

برای تعیین خط برف‌مرز دایمی در گذشته ابتدا بر اساس روش رایت خط ۶۰٪ سیرک‌های منطقه مشخص شد. سپس، با به‌دست‌آوردن اختلاف ارتفاع بین سیرک‌ها و با استفاده از خط ۶۰٪، برف‌مرز دایمی در منطقهٔ مورد مطالعه در ارتفاع ۳۰۰۶/۸ متری مشخص شد (پورتر، ۲۰۰۱).

$$x = \frac{\text{Max } elevation\ sirque - \text{Min } elevation\ siruue}{۱۰۰} \times ۶۰$$

$$x = \frac{۳۳۱۶-۲۵۴۳}{۱۰۰} \times ۶۰ = ۴۶۳/۸$$

$$x = ۲۵۴۳ + ۴۶۳/۸ = ۳۰۰۶/۸$$

بدین معنا که در سردترین دورهٔ حاکم بر منطقه از این ارتفاع به بالا برف به صورت دایمی در تمام طول سال در ارتفاعات وجود داشته است؛ یا به عبارت دیگر متوسط دما در این ارتفاع معادل صفر درجهٔ سانتی‌گراد بوده است (شکل ۲). همچنان که شکل ۳ نشان می‌دهد، خط هم‌دمای ۵ درجه از ارتفاع معادل صفر درجه در آخرین دورهٔ سرد یا خط تعادل آب و یخ عبور می‌کند.

برای ارائهٔ مستندات بیشتر در قلمرو یخچالی در مسیر مشاهدات میدانی از عمق ۴۰ سانتی‌متری برای تحلیل‌های دانه‌سنجی و شکل‌سنجی نمونه‌برداری شد. پنجاه دانه از هر نمونه برای تحلیل شکل‌سنجی استفاده شد و ۱۰۰ گرم از هر نمونه با الک تا ابعاد حداقل ۰/۶۳ میکرون تحلیل گرانولومتری شد. شکل ۳ و جدول ۲ موقعیت لندفرم‌ها در نمونه‌گیری را در مسیر مشاهدات نشان می‌دهد. ضرایب گردی و کرویت[1] دو شاخص متداول از شکل‌شناسی رسوب است. ضریب گردی بر اساس دو بعد از ذره را ابتدا ونت‌وورث (۱۹۱۹) با رابطهٔ (۲) تعریف کرد که در آن r_i انحنای تیزترین گوشهٔ ذره و R شعاع کوچک‌ترین بخش گرد ذره است. بعدها مدل توسعه‌یافته از ضریب گردی با رابطهٔ (۳) تعریف شد و مقیاس آن بین صفر تا ۱ است که در آن r_i شعاع انحنای گوشهٔ ذره، R شعاع بزرگ‌ترین بخش گرد ذره و n تعداد گوشه‌هاست (وادل، ۱۹۳۲).

1. roundness and sphericity

Archive of SID

www.SID.ir

$$Roundness = \frac{r_i}{R} \quad (۲)$$

$$Roundness = \frac{\sum_{i-1}^{n}\left(\frac{r_i}{R}\right)}{n} \quad (۳)$$

شکل ۲. سیرک دوم با دالان برفی، همچنین پیش‌آمدگی

شاخص فوق دوبعدی است. استفاده از حجم به عنوان شاخص کرویت را نیز وادلدر (۱۹۳۲) ارائه کرده است (کرومبین، ۱۹۴۰؛ فریدمن و همکاران، ۱۹۹۲) که در آن V_p حجم ذره و V_{cs} حجم کوچک‌ترین ذره با شکل گرد است (رابطهٔ ۴) که با رابطهٔ (۵) محاسبه می‌شود. در رابطهٔ زیر a ، b و c متوسط محورهای بلند و کوتاه ذره و بین ۰/۳–۰/۶ در نوسان است (کرومبین، ۱۹۴۱).

$$\psi = \left(\frac{V_p}{V_{cs}}\right)^{1/3} \quad (۴)$$

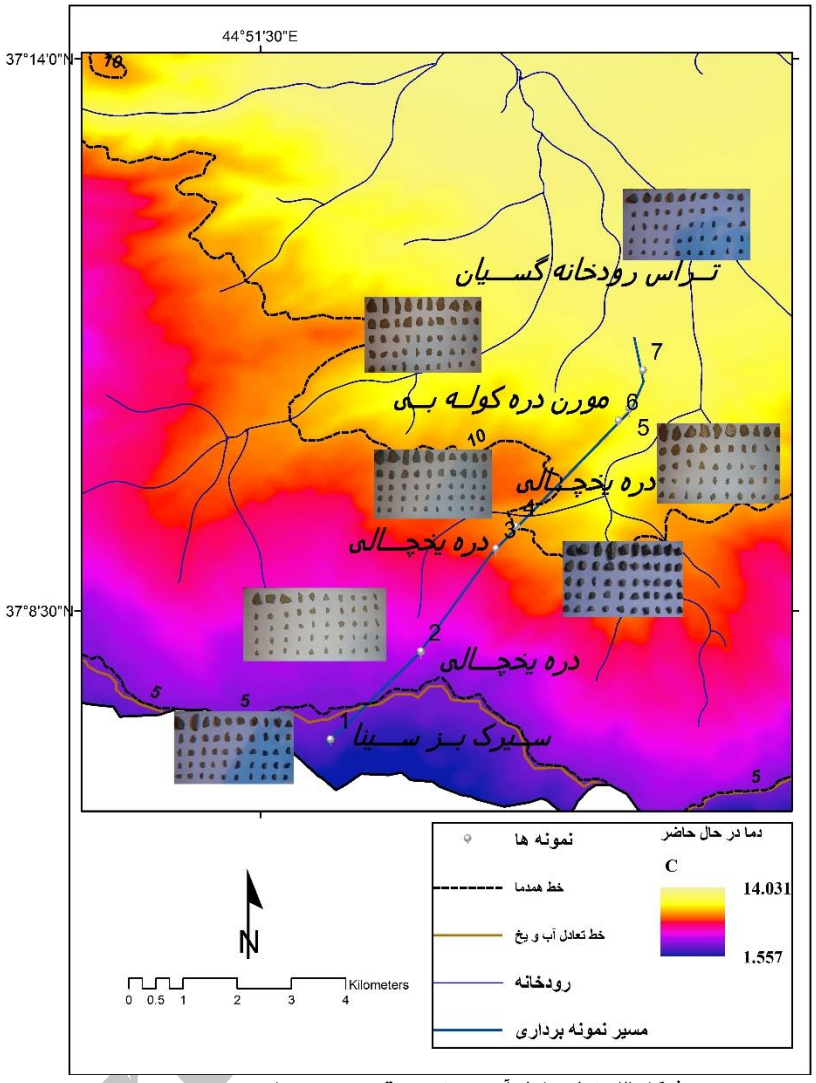
$$\psi = \frac{abc}{a^3} = \left(\frac{bc}{a^2}\right)^{1/3} \quad (۵)$$

یافته‌های پژوهش

بررسی سطوح ارتفاعی تعداد ۷۵ سیرک در کوهستان بزسینا و دالامپر نشان داد که ۶۵٪ سیرک‌ها در ارتفاع ۲۹۰۰ تا ۳۰۰۰ متری قراردارد. ۶۰٪ اختلاف ارتفاع بین کم‌ارتفاع‌ترین و بلندترین آن‌ها ارتفاع ۳۰۰۶/۸ متری را مشخص کرد، لذا ارتفاع اخیر خط برف‌مرز دایمی در نظرگرفته شد. در مقایسهٔ آن با مدل رگرسیون دما– ارتفاع روشن شد که با خط هم‌دمای ۵ درجه انطباق دارد. انطباق نتایج فوق با شواهد میدانی بیانگر حضور سیرک‌ها در ارتفاعات بالاتر از برف‌مرز دایمی است. در قلمرو اخیر، آثار فرسایشی به‌ویژه در دامنه‌های بزسینا به شکل سیرک‌های نسبتاً بزرگ خود را نشان داده است. مشخص‌ترین سیرک‌های بزسینا شامل سه سیرک است که سیرک موجود در جهت شمال‌شرقی بزرگ‌تر از دو سیرک دیگر است. سیرک اخیر در ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است و دیوارهٔ سنگی بزرگ و مرتفعی آن را حمایت می‌کند. در این دیواره دو معبر یا دالان وجود دارد که از نزدیکی قله تا داخل سیرک امتداد دارد و طول آن حدود ۳۵۰ متر است. شیب دالان‌ها و دیواره‌های کناری آن‌ها بسیار زیاد است و معمولاً در طول سال پر از برف است. در اواخر تابستان و اوایل مهر ماه یعنی قبل از بارش‌های جدید برف، بقایای یخ یخچالی قابل مشاهده است. شکل ۴ دالان منتهی به سیرک شمال‌شرقی بزسینا و دورنمای آن را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. خط تعادل آب و یخ و موقعیت نمونه‌های رسوب

جدول ۲. موقعیت نمونه‌های رسوب

نمونه	لندفرم	طول	عرض	ارتفاع
۱	سیرک	۴۴/۸۷	۳۷/۱۲	۳۰۰۵
۲	دره یخچالی شمالشرق بزسینا	۴۴/۹	۳۷/۱۵	۲۶۷۱
۳	دره یخچالی	۴۴/۹۲	۳۷/۱۷	۲۲۳۸
۴	دره یخچالی	۴۴/۹۳	۳۷/۱۹	۲۰۴۱
۵	مورن (روستای کوله بی)	۴۴/۹۲۸	۳۷/۱۹۷	۱۷۷۴
۶	تراس رودخانه‌ای گسیان	۴۴/۷۸	۳۷/۱۶۶	۱۸۶۴
۷	تراس رودخانه‌ای گسیان	۴۴/۹۲	۳۷/۱۸	۱۶۳۰
۸	بخش علیای تراس رودخانه‌ای گسیان	۴۴/۹	۳۷/۱۸	۱۶۴۰
۹	بخش علیای تراس رودخانه‌ای گسیان	۴۴/۹۵	۳۷/۱۸۵	۱۶۴۹

www.SID.ir

شکل ۴. سیرک شمال‌شرقی بزسینا (تصویر بالا) و دورنمای سیرک (تصویر پایین)

در داخل سیرک و چسبیده به دیواره سیرک چند تکه یخ دیگر هم وجود دارد که به وسیلهٔ واریزه‌ها پوشیده شده و فقط در چند نقطه قابل‌مشاهده است. در این سیرک احتمالاً سه مرحلهٔ گسترش یخچال وجود داشته است. پیش‌آمدگی اولیه احتمالاً مربوط به وورم است و آثار آن به صورت تپه‌های مورنی متصل به هم قوس بزرگی را در جلوی سیرک ایجاد کرده است. حدود ۱۰۰ متر عقب‌تر، در داخل گودی سیرک، خاکریز کم‌ارتفاع‌تری از تپه‌های جلوی سیرک دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ گسترش با تأخیر دیگری است. بین این خاکریز و قوس مورنی اولیه، دریاچهٔ کوچک دوقلویی وجود دارد که آب آن از ذوب یخچال‌های داخل سیرک و بهمن‌های برفی تغذیه می‌شود. حدود ۱۰۰ متر عقب‌تر، خاکریز مرتفع دیگری وجود دارد که طبق فرضیهٔ اخیر نشان‌دهندهٔ آخرین مرحلهٔ گسترش یخچال است. این قوس مورنی از

www.SID.ir

مورن‌های بسیار بزرگ و حجیم تشکیل شده است که نهشته‌های درشت‌دانه و نـامنظم و منفصـل آن، سـیمانی نشـده و زاویه‌دار و فاقد جورشدگی است. سیرک اخیر با تیغه‌ای سنگی از سیرک دیگر جدا شده است.

در سمت شمال نیز بعد از تپه‌های مورنی آثار سیرک تخریـب‌شـده و مـورن‌هـای کنـاری آن هنـوز وجـود دارد و تکه‌های ضخیم یخ‌برف آن معمولاً تا بارش‌های سال بعد دوام می‌آورد. آب‌ذوب این برف‌ها در دورهٔ بعد یخچالی راه خود را از میان مورن‌های سیرک بازکرده است. منظرهٔ برش طولی آن رسوبات درهم و نامنظم تیل را نشان می‌دهـد. سـیرک مذکور دارای قوس مورنی نسبتاً مرتفعی (حدود ۲۵ متر) از کف سیرک است. گودی سیرک را دریاچه اشغال کـرده اسـت. طول دریاچهٔ آن حدود ۳۱۰ متر است. اینجا هـم دالانـی یخـی وجـود دارد کـه البتـه کوچـک‌تـر از دالان‌هـای سـیرک شمال‌شرقی است. بین دریاچه و دیوارهٔ سنگی پشت آن حلقه‌ای مورنی با ارتفاع ۸ متر وجـود دارد کـه احتمـالاً ناشـی از آخرین پیشروی یخچال است. در کف این پیش‌آمدگی تأخیری یخچال که مربوط به آخـرین مرحلـهٔ گسـترش یخچـال (احتمالاً در هولوسن) است هستهٔ یخی از داخل دالان تا انتهای خاکریز ادامه دارد. ذوب بیشتر یخ در سال هـای اخیـر، از شکاف ریمای در حاشیهٔ سیرک قابل‌مشـاهده اسـت. آب ذوب یـخ از زیـر وارد دریاچـه مـی‌شـود. شـکل ۴ سـیرک دوم کوهستان بز سینا و شکل ۵ هستهٔ یخی آن و شکاف ریمایی را نشان می‌دهد که در تپه‌های جلوی سـیرک ایجـاد شـده است.

سیرک سوم از نظر ارتفاع ۵۰ متر پایین‌تر از سیرک دوم قراردارد، اما از نظر موقعیت کمی به طرف شـرق متمایـل است. از سیرک دوم کمی بزرگ‌تر است، اما در این سیرک مراحل گسترش یخچال دیده نمی‌شود. به این معنا که بعـد از شکل‌گیری سیرک اصلی که در حال حاضر گودی آن با آب ذوب برف اشغال شده است هـیچ خـاکریزی بـین دریاچـه و دیوارهٔ سیرک وجود ندارد و دیوارهٔ کم‌شیب‌تر آن در مقایسه با دو سیرک دیگر مسقیماً به دریاچه متصل اسـت و موقعیـت آن شرایط را برای دریافت انرژی بیشتر خورشید مهیا کرده و فرصت انباشت برف را نداده است. برخلاف دو سیرک قبلی، هستهٔ یخی نیز ندارد (شکل ۶).

غیر از سیرک‌های سه‌گانهٔ بزسینا، تعداد زیادی سیرک‌های کوچک و بزرگ در دامنه‌های دالامپر، همچنین فاصـلهٔ بین دالامپر و بزسینا وجود دارد. میرگه‌فال یکی از این سیرک‌هاست که در حال حاضر محل برپایی چـادرهـای عشـایر و دامداران منطقه است و به صورت سکوی نسبتاً بزرگی در دامنـهٔ رو بـه جنـوب و در ارتفـاع ۳۰۰۰ متـری قـراردارد. آثـار پرشدگی دره در آن به‌وضوح و تا نزدیکی آبشار سوله دوکل دیده می‌شـود. در دامنـه‌هـای دالامپـر تـا بزسـینا در امتـداد سرشاخه‌های رودخانهٔ باراندوز آثار تراکمی ناشی از فرسایش یخچـال‌هـای پلئیستوسـن بـه‌ویـژه در بریـدگی آبراهـه‌هـا، همچنین جادهٔ مرزی قابل‌مشاهده است.

اگرچه خط تعادل آب و یخ ارتفاع ۳۰۰۶/۸ متری را نشان داد، مشاهدات میـدانی، بـه‌ویـژه در کوهسـتان بزسـینا، سیرک‌های کوچک‌تر را تا ارتفاع ۲۵۴۳ متری مشخص کرد. نمونه‌برداری رسوبات در امتـداد درهٔ کوهسـتان بزسـینا نیـز بیانگر قلمرو مورن‌ها تا ارتفاع ۱۷۰۰ متری است، به‌طوری که گسـترش مـورن‌هـا تـا ابتـدای دشـت مرگـور ادامـه دارد. مورن‌های بزرگ یخچال بزسینا در داخل باغات و مزارع روستای کیسیان و کچله حاکی از گسترش زبانهٔ یخچالی اسـت. به نظر می‌رسد بخشی از این رسوبات مربوط به دوره‌های قدیمی‌تر یخچالی باشد، زیرا در مواردی بر اثر کلسیت، سیمانی و سخت شده است. در محل خروج یکی از شاخه‌های اصلی رودخانهٔ باراندوز از پـایکوه‌هـای دالامپـر، تـراس بزرگـی در حاشیهٔ رودخانه جلب توجه می‌کند که از نهشته‌های بسیار درشـت و درهـم یخچـالی بـا گردشـدگی بسـیار کـم و فاقـد جورشدگی تشکیل شده است و از آثار تراکمی یخچال دالامپر در قسمت پایین آبشار سوله‌دوکل است.

از شواهد دیگر فرسایش یخچالی در محدودهٔ مورد مطالعه توپوگرافی دره‌هاست که مـواج اسـت و حالـت پلکـانی دارد. آثار دو بریدگی شیب در ارتفاع ۲۸۰۰ و ۲۶۰۰متری به‌وضوح دیده می‌شود. آب ذوب بـرف و یـخ بریـدگی‌هـایی در آن‌ها ایجاد کرده است. در ارتفاع ۲۸۰۰ تا ۳۰۰۰ متری آثاری از سیرک‌های بسیار کوچک اما تخریب‌شده، دیده می‌شود و به نظر می‌رسد تغییرات اقلیم بعد از آخرین پیشروی یخچال، آن‌ها را دست‌کاری کرده باشد.

باراندوز یکی از رودخانه‌های حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه است. عمل فرسایش سطوح شکسته را سـاییده اسـت. در نتیجه دامنهٔ شرقی کوه‌های مرز ایران و ترکیه که بخشـی از زون خـوی- مهابـاد اسـت و در سـاختمان آن سـنگ‌هـای دگرگونی و رسوبی از پالئوزوئیک تا کواترنر شرکت دارد با چندین سطح فرسایشی و به حالت پلـه‌ماننـد بـه چالـهٔ ارومیـه

Archive of SID

www.SID.ir

فرودمی‌آید. رواناب‌هایی که در سطح این دامنه جریان یافته است، به دلیل اختلاف ارتفاع زیاد در فاصلهٔ کم، بـا دره‌هـای عمیق و پرشیب آن را شکافته است (علایی طالقانی، ۱۳۸۶: ۸۳). در حاشیهٔ اغلب رودهای بزرگی که بـه دریاچـهٔ ارومیـه می‌ریزد سه و گاهی چهار پادگانه دیده می‌شود (جداری عیوضی۱۳۷۴: ۸۹). پرشـدگی درهٔ رودخانـه‌هـا در محـدودهٔ بـین بزسینا و دالامپر در حجم عظیمی اتفاق افتاده است. توپوگرافی مواج و تپه‌های باقی‌مانده در گوشه و کنار دره بـه‌روشـنی آن را اثبات می‌کند. شکل ۷ نشان می‌دهد که حتی روستای کوله‌بی هم روی یکی از این تپه‌ها واقع شده است. شکل ۸، سه تراس رودخانهٔ باراندوز با ارتفاع ۴۰ متر نسبت به سطح رودخانه را نشان می‌دهد.

شکل ۵. هستهٔ یخی سیرک دوم (تصویر بالا از نزدیک) و شکاف ریمای (تصویر پایین)

www.SID.ir

شکل ۶. سیرک سوم در بزسینا

شکل ۷. اسقرار روستای کوله‌بی در مورن‌ها

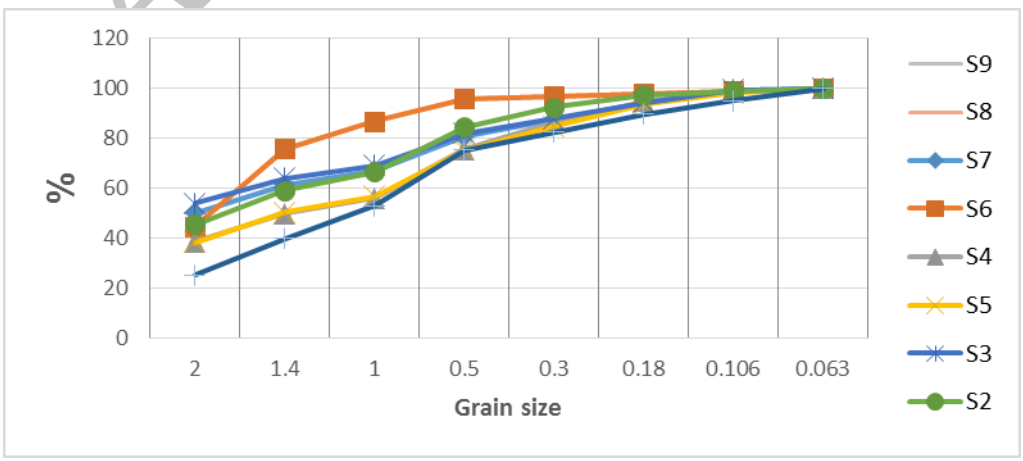
نمودار تجمعی از گرانولومتری به سمت قطر ذرات درشت کشیده شده است که حدود ۵۰٪ نمونه‌ها دارای ابعاد بیش از ۲ میلی‌متر و حدود ۲۰٪ از آن‌ها کمتر از ۰/۵ میکرون است. این درصد هنگامی تغییر می‌کند که نمونه‌ها به تراس‌ها نزدیک‌تر می‌شود (شکل ۹). تحلیل دانه‌سنجی حاکی از عملکرد و افزایش دخالت آب با دورشدن از سیرک‌هاست.

شکل ۱۰، نمودار میله‌ای ضریب کرویت نمونه‌ها را نشان می‌دهد. ضریب کرویت بیانگر اختلاف بین طول بزرگ، طول کوچک و ضخامت و بین ۰/۳–۰/۶ متغیر است. گستردگی دامنهٔ ضریب کرویت بیانگر کشیدگی دانه‌های رسوب و عدم کرویت آن است. به‌عبارت دیگر، حاکی از حرکت رسوب در داخل یخ است. شکل ۱۱ نمودار میله‌ای ضریب گردی

www.SID.ir

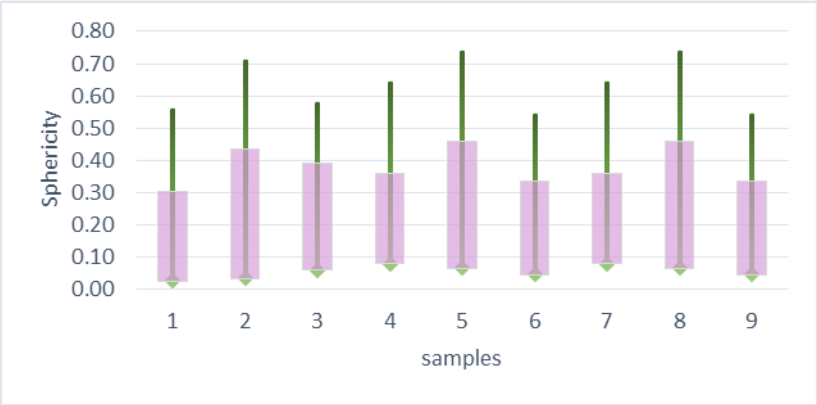
نمونه‌هاست و کاهش تغییرات ضریب گردی دانه‌ها بیانگر عدم‌غلتیدن ذرات است. به‌عبارت دیگر، فاصله‌گرفتن این شاخص از ۱، بیانگر عدم کاهش برجستگی‌های رسوب و حاکی از منشأ یخچالی رسوبات است. عدم وجود روند خاصی در نمونه‌ها حاکمیت فعالیت‌های یخچالی در قلمرو کوهستان بزسینا را نشان می‌دهد.

شکل ۸. کوهستان دالامپر و مورن‌های پایین‌دست

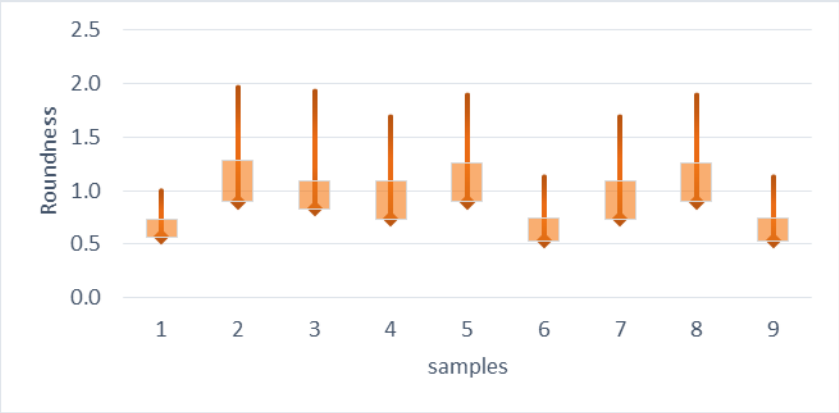


شکل ۹. نمودار تجمعی درصد رسوبات نمونه‌ها

www.SID.ir



شکل ۱۰. نمودار میله‌ای از ضریب کرویت



شکل ۱۱. نمودار میله‌ای از ضریب گردی

بحث و نتیجه‌گیری

سیرک‌ها، دره‌های یخچالی و مورن‌ها شواهد گسترش یخچال‌ها در دورهٔ کواترنری در قلمروهای کوهستانی است. کوهستان بزسینا در نزدیکی مرز ایران، ترکیه و عراق است و قلهٔ دالامپر در شمال بزسینا دقیقاً در مرز مشترک ایران، عراق و ترکیه قراردارد. نتایج حاصل از بررسی آماری سیرک‌ها، رگرسیون دما- ارتفاع، شواهد میدانی و بررسی‌های رسوب‌شناسی در این ناحیه نشان داد که فرسایش یخچالی در مناطق فوق وجود داشته است. سیرک‌های بزرگ و کوچک، دامنه‌های پرشیب، دره‌های پرشده با رسوبات درهم یخچالی و بریدگی‌های شیب، آثار خود را در این مناطق کوهستانی برجای گذاشته است. همچنین، آثار فرسایش تراکمی این یخچال‌ها شامل مورن‌ها در جلوی سیرک‌ها و بر روی دامنه‌ها قابل‌شناسایی است. اگرچه ارتفاع این نواحی کمتر از کوهستان‌های البرز و سبلان است، آثار یخچالی برجای‌مانده از عصر یخبندان بسیار گسترده است. مطالعات نشان می‌دهد کاهش دمای هوا در آخرین دورهٔ یخچالی حدود ۵ درجهٔ سانتی گراد کمتر از میانگین دمای سالیانهٔ فعلی بوده است. حتی اگر میزان بارش مانند زمان حال فرض شود، پذیرش تغییرات اعمال‌شده توسط یخبندان و حرکت یخچال‌های کوهستانی اجتناب‌ناپذیر است. نتایج حاصل از برف‌مرز دایمی و انطباق آن با شواهد میدانی، با شواهد سیرک‌های بزرگ خود را نشان داد، به‌طوری که سه سیرک بزرگ در ارتفاع ۳۰۰۰ متری کوهستان بزسینا شناسایی شد. سیرک قسمت شمال‌شرقی بزرگ‌تر از دو سیرک دیگر است. سیرک اخیر به وسیلهٔ تیغه‌ای سنگی از سیرک دوم جدا شده است که در سمت شمال آن مورن‌های کناری قابل مشاهده است. قوس مورنی سیرک مذکور نسبتاً مرتفع (حدود ۲۵ متر) از کف سیرک است. گودی سیرک را دریاچه اشغال کرده است و دارای دالانی یخی است. سیرک سوم از نظر موقعیت کمی به طرف شرق متمایل است و ۵۰ متر پایین‌تر از سیرک دوم قراردارد. شواهد میدانی و نتایج حاصل از تحلیل‌های شکل‌سنجی، آثار فرسایش کاوشی و تراکمی یخچال‌ها را در

Archive

www.SID.ir

ارتفاعات پایین‌تر نیز نشان داد، به‌طوری که گسترش مورن‌های یخچالی بزسینا تا ابتدای دشت مرگور ادامه می‌یابد. بیشتر روستاهای این محدوده مانند روستای کیسیان و کچله روی مورن‌ها شکل گرفته است. همچنین، از نهشته‌های بسیار درشت و درهم یخچالی با گردشدگی بسیار کم و فاقد جورشدگی تشکیل شده است. تحلیل دانه‌سنجی نمونه‌های رسوب تراس رودخانهٔ باراندوز حاکی از عملکرد و افزایش دخالت آب با دورشدن از سیرک‌هاست، در عین حال گستردگی دامنهٔ ضریب کرویت بیانگر کشیدگی دانه‌های رسوب و عدم کرویت آن است که ممکن است حاکی از حرکت رسوب در داخل یخ باشد. کاهش تغییرات ضریب گردی دانه‌ها بیانگر عدم غلتیدن ذرات است که حاکمیت فعالیت‌های یخچالی در قلمرو کوهستان بزسینا را نشان می‌دهد. مقایسهٔ ضرایب گردی و کرویت نمونه‌های برداشت‌شده از رسوبات یخچالی در تحقیقات پاورز (۱۹۵۳) نیز بر موارد فوق تأکید دارد.

مقایسهٔ نتایج این پژوهش با سیف و ابراهیمی (۲۰۱۴) در ارتفاعات زردکوه نشان داد که ارتفاع کف سیرک‌ها برای تعیین برف‌مرز دایمی مناسب نیست. همچنین، نتایج این پژوهش در خصوص ارتفاع حدود ۲۵۰۰ متری برای قلمرو سیرک‌ها با مطالعات سیف و ابطحی (۲۰۱۴) دربارهٔ دریاچهٔ نمک نیز مطابقت دارد. سیف (۲۰۱۵) ارتفاع مورن‌ها را در ارتفاع انتهای مورن‌ها ۳۱۲۱ متر بیان کرده است، در حالی که این ارتفاع در کوهستان بزسینا تا ۱۷۰۰ متر هم دارای شواهد میدانی است که ممکن است به موقعیت این کوهستان در مسیر جریان‌های غربی و عرض جغرافیایی بالاتر مربوط باشد. البته، مقایسهٔ نتایج مطالعات اخیر در زمینهٔ ارتفاع مورن‌ها با یمانی و همکاران (۲۰۱۴) در غرب کردستان تقریباً مطابقت دارد. محدودهٔ مورد مطالعهٔ این پژوهش به محدودهٔ مورد مطالعهٔ قهرودی و همکاران (۲۰۱۴) بسیار نزدیک است. به همین دلیل نتایج مشاهدات میدانی در دامنه‌های کوهستان بزسینا و قلمرو مورن‌ها با نتایج پژوهش اخیر مطابقت دارد. البته، در پژوهش مذکور ارتفاع برف‌مرز دایمی در آخرین دورهٔ سرد بر اساس رگرسیون دمای زمستان و ارتفاع بوده است.

منابع

جداری عیوضی، جمشید (۱۳۸۳). *ژئومورفولوژی ایران*، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۸۹ص.

علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۸). *ژئومورفولوژی ایران*، نشر قومس، ۸۳ ص.

قهرودی، منیژه (۱۳۹۰). تخمین و مقایسهٔ قلمرو برف‌های دائمی در عصرهای یخچالی و بین یخچالی؛ مطالعهٔ موردی حوضهٔ رود هراز، *نشریهٔ جغرافیا و توسعه*، ۲۵: ۹۷-۱۱۰.

قهرودی، منیژه؛ نصرتی، کاظم و عبدلی، اسماعیل (۱۳۹۴). تخمین برف مرز در آخرین دورهٔ یخچالی در حوضهٔ دالاخانی، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۵۸: ۲۳۱-۲۴۶.

قهرودی، منیژه؛ ثروتی، محمدرضا و حسنی قارنایی، رسول (۱۳۹۲). تحلیل ناپایداری‌های حاصل از نهشته‌های یخچالی در حوضهٔ زود زاب کوچک، *فضای جغرافیایی*، ۴۳: ۱-۱۷.

یمانی، مجتبی؛ مقیمی، ابراهیم؛ عزیزی، قاسم و باخویشی، کاوه (۱۳۹۲). تعیین قلمروهای مورفوکلیماتیک هولوسن در بلندی‌های غرب استان کردستان، ۴۵(۴)، زمستان: ۱-۱۴

یمانی، مجتبی؛ جداری عیوضی، جمشید و گورابی ابولقاسم (۱۳۸۸). شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچالی در دامنه‌های کرکس، *مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیایی*، ۵۰: ۲۰۷-۲۳۰.

Alaei Taleghani, M. (2009). *Geomorphology of Iran*, Ghoomes Publish, 83pp.

Allan, T.R. (1998). Topographic Context of Glaciers and Perennial Snow fields, Glacier National Park, Montana, *Geomorphology*, 21.

Bobek, H. (1937). *Die Rolle der Eiszeit in Nordwestiran*, In: Z. Gletscherk, 25: 130-183.

Chris, R.; Stokes, S.; Gurney, D.; Shahgedanova, M. and Popovnin, V. (2006). Late – 20th Century Changes in Glacier Extent in the Caucasus Mountains, Russia/Georgia, *Journal of Glaciology*, 52(176).

Clayton, L.; Attig, J.W.; Ham, N.R.; Johnson, M.D.; Jennings, C.E. and Syverson, K.M. (2007). Ice-walled-lake plains: Implications for the Origin of Hummocky Glacial Topography in Middle North America, *Geomorphology* 97 Elsivier: 237-248.

Erinc, S. (1952). *The Present Glaciation in Turkey, Reprinted from Proceedings*, $VIII_{Th}$ General assembling XVII Congress, International Geographical Union, Washington, Printed in USA.

Friedman, G.M.; Sanders, J.E. and Kopaska Merkel, D.C. (1992). *Principles of Sedimentary Deposits: Stratigraphy and Sedimentology*, Macmillan Publishing Company, New York, 717pp.

Ghahroudi Tali, M. (2011). The estimation and comparison of the extent of snowline in glacial and peri-glacial periods, the case of Haraz River Basin, *Geography and Development*, 25: 97-110.

Ghahroudi Tali, M.; Abdoli, E. and Nosrati, K. (2012). Estimate of Snow-line in the past Glacial in Dalakhani Basin, *Geography and Environmental Planning*, 58-2: 231-246.

Ghahroudi Tali, M. and Hassani Gharnaie, R. (2012). Evolution of glacial landforms in Iraq and Iran borders,

Archive of SID

www.SID.ir

Geological Conference of Kurdistan, November 14-16, Sulaimani, Kurdistan Region, Iraq.
Ghahroudi Tali, M.; Sarvati, M.R. and Hassani Gharnaie, R. (2014). Analysis of deposits instability in Zab-e-kouchak basin, *Geographical space*, 43: 1-17.
Iran Meteorological Organization (2012). World weather records. http://www.irimo.ir/english/ statistics/synopH
Jedari Eivazi, J. (2004). *Geomorphology of Iran*, Payamnoor publish, 89 pp.
Krumbein, W.C. (1941). Measurement and Geological Significance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles, *Journal of Sedimentary Petrology*, 11: 64-72.
Krumbein, W.C. (1940). Flood gravels of San Gabriel Canyon, California, *Geological Society of America Bulletin*, 51: 639-676.
Kurter, A. (1986). Glacier of the Middle East and Africa- glacier of Turkey, U.S. Geological Survey Professional part 1386- G-1.
Kurter, A. and Sungur, K. (1980). Present Glaciation In Turkey, In World Glacier Inventory, *Proceeding of the Workshop at Federal*, Switzerland, 17-22 Sep. 1987, International Association of Hydrological Science , Publication 126: 155-160.
Pedrami, M. (1982). Pleistocene glaciation and Paleoclimate of Iran, GEO1, Survay of Iran Tehran, Summary presented at *INQUA Congress.*
Porter, S.C. (2001). Snowline Depression in the Tropics during the Last Glaciations, *Quaternary Science Reviews*, 20, 1068 pp.
Powers, M.C. (1953). A New Roundness Scale for Sedimentary Particles, *Journal of Sedimentary Petrology*, 23(2): 117-119.
Sarikaya, M.A. (2012). Recession of the Ice Cap on Mount Agri (Ararat) Turkey From1976 to 2011 and its Climate Significance, *Journal of Asian Earth Science*, 49: 190-194.
Seif, A. (2015). Equilibrium-line altitudes of Late Quaternary Glaciers in the Oshtorankuh Mountain, Iran, *Quaternary International*, 374: 126-143.
Seif, A. and Abtahi, M. (2014). A Survey of Climatic Changes of Namak Lake Basin in the Late Quaternary, *Journal of Geography and Planning*, Tabriz, 46: 91-111.
Seif, A. and Ebrahimi, B. (2014). Combined Use of GIS Experimental Function for The Morphometric Study of Glacial Cirques, Zardkuh Mountain, *Iran .Quaternary International*: 1-14.
Wadell, H. (1932). Volume, Shape and Roundness of Rock Particles, *Journal of Geology*, 40: 443-51.
Wentworth, C.K. (1919). A Laboratory and Field Study of Cobble Abrasion, *American Journal of Science*, 27: 507-521.
Wright, H.E. (1962). *Pleistocene glaciation in Kurdistan*, In: Eiszeitalter u. Gegenwart 12: 131–164.
Yamani, M.; Jedari Eyvazi, J. and Gorabi, A. (2007). The Geomorphological Traces of Glaciers Boundaries in Karkas Mountains, *Modares Journal of Human Science*, 50: 207-230.
Yamani, M.; Moghimi, E.; Azizi, G. and Bakhiashi, K. (2014). Determination of Holocene Morphoclimatic Regions in Highlands of the West and Northwest of Kurdistan Province, *Physical Geography Research*, 4(4): 1-14.

Archive of SID

www.SID.ir