جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال دوازدهم، شماره ۴۰، بهار ۱۳۹۳

بازسازی برف‌مرزهای یخچالی کواترنر در کوهستان بیدخوان (استان کرمان)[۱]

منصور جعفر بیگلو[۲]، مجتبی یمانی[۳]، احمد عباس‌نژاد[۴] ،
سیدمحمد زمانزاده[۵] و سمیه ذهاب ناظوری[۶]

چکیده

کوهستان بیدخوان که در منطقه اقلیمی نیمه‌خشک و خشک کمربند آتشفشانی ایران مرکزی واقع شده است، دارای اشکال موروثی می‌باشد که تاکنون مطالعه‌ای بر روی آن‌ها صورت نگرفته است. پژوهش حاضر تلاش دارد، با بررسی اشکال ژئومورفولوژیکی یخچالی، برف‌مرزها و نرخ کاهش دما را در آخرین دورهٔ یخچالی کواترنری در کوهستان بیدخوان تعیین کند. به این منظور، از روش‌های توصیفی و مطالعهٔ کتابخانه‌ای، بازدیدهای میدانی برای شناسایی اشکال و در نهایت، روش تحلیلی استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰ ، عکسهای هوایی منطقه به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ و ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۴۴ و داده‌های اقلیمی دمای ماهانه و نرم‌افزارArc GIS 9.3 ابزارها و داده‌های مورد استفاده در پژوهش هستند.

سیرک‌ها و دره‌های یخچالی مهم‌ترین لندفرمهای یخچالی و شواهد تغییرات اقلیمی موجود در منطقهٔ مورد مطالعه به‌شمار می‌روند. با استفاده از عکس‌های هوایی، و بازدیدهای میدانی، تعداد ۳۲ سیرک در منطقه شناسایی شد. سپس از میان روش‌های پنجگانه پورتر برای بازسازی خطّ تعادل برف و یخ گذشته، روش ارتفاع کف سیرک و روش رایت برای برآورد حد برف‌مرز آخرین دوره یخچالی استفاده شده است. خطّ برف‌مرز وورم با روش میانگین ارتفاع کف سیرک ارتفاع۳۱۶۶ متری و از طریق روش رایت در طبقه ارتفاعی ۳۲۰۰-۳۱۰۰ متر قرار دارند. این دو روش تقریباً نتایج مشابهی را در منطقه دارند. برف‌مرز کنونی با استفاده از داده‌های دما و ارتفاع ۵۵۰۰ متری می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد در آخرین دوره یخچالی دما در منطقه حدود ۹ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در پایکوه و مناطق مرتفع سردتر بوده است.

کلیدواژگان: برف‌مرز، یخچال کوهستانی، کواترنری، کوهستان بیدخوان.

---

۱ . این مقاله مستخرج از رسالهٔ دکتری سمیه ذهاب ناظوری است

۲. استادیار دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

۳ . دانشیار دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

۴ . دانشیار بخش زمین‌شناسی، دانشگاه باهنر کرمان

۵ . استادیار دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

۶ . دانشجوی دکترای ژئومرفولوژی دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

شرایط یخچالی و بین‌یخچالی در دوره کواترنری به‌تناوب به وقوع پیوسته و شواهد ژئومورفولوژیکی انکارناپذیری بر جای گذاشته است که از آنها می‌توان برای تعیین برف‌مرزها و حدود گسترش یخچالی و نیز مطالعه تغییرات اقلیمی آن دوره استفاده کرد. این امر بدان دلیل امکان‌پذیر است که فرایندهای بیرونی تغییردهنده شکل زمین، مانند هوازدگی، حرکات دامنه‌ای و فرسایش آبهای جاری نتوانسته‌اند به‌طور کامل آثار باقی‌مانده از فرسایش یخچالی کواترنری را از بین ببرند (محمودی، ۱۳۷۶).

بررسی آثار مورفولوژیکی یخبندانهای کواترنر ایران موضوع مورد علاقهٔ بسیاری از پژوهشگران بوده است که می‌توان شروع آن را به ژاک دومرگان[1]،(۱۲۶۹) دانست. وی از سیرک یخچالی قدیمی اشترانکوه در ارتفاع ۳۸۰۰ متر و سیرک قلیان کوه در ارتفاع ۲۴۴۰ متری نام برده است. هاگه درن در سال ۱۳۵۳ و کوهله در ۱۳۵۵ مطالعاتی در ایران مرکزی داشته‌اند. مطالعات آنها بر این مطلب تأکید دارد که آن دسته از زبانه‌های یخچالی که از نواحی مرتفع‌تر کوهستانی خوب تغذیه شده باشند، توانایی آن را داشته‌اند که تا پایکوهها پایین بیایند و نفوذ خود را در تمام دره‌ها اعمال کنند. در هر دو مورد شواهدی ارائه شده است که یخرفت‌ها تا پایکوه و مدخل خروجی دره‌ها رسیده و به نظر آنها حتی وسعت قابل توجهی از دشت را در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متری اشغال کرده‌اند. بوبک در ۱۳۳۴ اولین اظها نظر کلی درباره اقلیم ایران در کواترنر را منتشر سازد، وی معتقد بود که در طول دوران یخچالی، اقلیمی سرد و خشکتر از امروز بر ایران حاکم بوده است.

محققان بعدی غالباً به نتایجی بر خلاف نظریه وی دست یافته‌اند؛ از آن جمله شارلاو است که به اقلیم سرد و مرطوبتر از امروز اعتقاد دارد (عیوضی، ۱۳۷۲: ۳۱–۱۵). اهلرز در ۱۳۵۹ ابراز داشت: این دو نظریه نه تنها در تضاد نیستند بلکه، هر دو گویای نتایج و شرایطی هستند که در طول زمان بر این سرزمین حاکم بوده است (اهلرز، ۱۳۶۵: ۲۰۷).

(یمانی، ۱۳۸۱) در پژوهشی ضمن تفسیر و تحلیل اشکال مورفولوژی یخچالی در ارتفاعات علم کوه، حدود گسترش زبانه‌های یخچالی را در حال حاضر و در آخرین دورهٔ یخچالی تعیین کرد.

1. De Morgan 1890

Archive of SID

www.SID.ir

وی در مطالعه‌ای دیگر با عنوان ژئومورفولوژی یخچالهای زرکوه (۱۳۸۶)، به بررسی اشکال ژئومورفیک یخچالها و حدود گسترش آنها در زردکوه پرداخته است (رامشت و کاظمی، ۱۳۸۶)، با اتکا به شواهد و آثار ژئومورفیک باقی‌مانده از یخچالهای کواترنری در اقلید فارس به بازسازی شرایط محیطی منطقه در سردترین فاز یخچالی کواترنر پرداختند.کمترین برآورد تفاوت دمای متوسط سالیانه برای ایران به وسیله محققان در عصر یخچالی بین ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد بوده است. بوبک دمای متوسط سالیانه ایران را ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد کمتر از حد فعلی برآورد کرده است، ولی این رقوم برای پاره‌ای مناطق بسیار بیشتر از رقوم برآوردی بوبک است؛ زیرا بوبک برآوردهای خود را متکی به نقاط خاصی معطوف کرده است و اگر افت آهنگ دما برای ارتفاعات بیشتر در نظر گرفته شود، استنباط می‌شود که نقاط مرتفع‌تر به‌طور قطع سردتر از آنچه بوبک برآورد کرده است، بوده‌اند (نعمت‌الهی، رامشت، ۱۳۸۴ :۱۵۱).

(رامشت و دیگران، ۱۳۹۰: ۵۹) در منطقه ماهان کرمان در عرض جغرافیایی ۲۹درجه و ۵۰ دقیقه تا۳۰ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی خط مرز برف دایمی را ۲۹۰۰ متر محاسبه کرده‌اند. (معیری و همکاران، ۱۳۸۷) مواریث و سیرک‌های یخچالی را در ارتفاعات۲۲۴۰ تا ۳۸۰۰ متری حوضه صفاشهر در عرض۳۰ درجه و۲۰ دقیقه تا۳۰ درجه و ۴۸ دقیقه شناسایی کردند.

هدف این پژوهش، شناسایی شواهد ژئومورفولوژیکی و تعیین برف‌مرزهای آخرین دوره یخبندان در کوهستان بیدخوان و مقایسه آن با شرایط دمایی حال حاضر است.

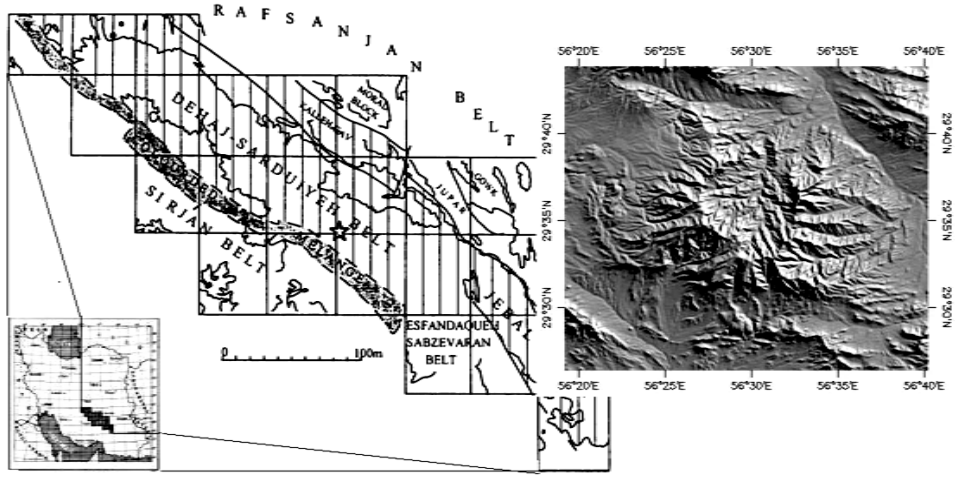
منطقه مورد مطالعه

کوهستان بیدخوان در۴۰ کیلومتری جنوب شهرستان بردسیر در محدوده‌ای به طول جغرافیایی ´۲۵ و°۵۶ تا ´۳۰ و°۵۶ و عرض جغرافیایی ´۳۵ و°۲۹ تا´۴۰ و°۲۹ شمالی و شمال‌غرب کمربند دهج-ساردوئیه و در مرز آن با دشت بردسیر قرار دارد. این کوهستان محدوده‌ای به پهنای تقریبی۴۰۰ کیلومترمربع را اشغال کرده است و ارتفاع تقریبی بلندترین قله آن از سطح دریاهای آزاد حدود۳۸۰۰ متر می‌باشد (خلیلی،۱۳۹۰). ساختمان آتشفشان بیدخوان به صورت تناوبی از مواد آذرآواری وگدازه است که با توجه به شکل عمومی محصولات فورانی، به نظر می‌آید حاصل فوران‌های مکرر آتشفشان بیدخوان باشند. به همین جهت می‌توان از آن به‌عنوان یک استراتوولکان نام برد (خلیلی و همکاران، ۲۰۱۰). دیمیترویچ و همکاران، ۱۹۷۳، در تقسیم‌بندی ساختاری خود

Archive of SID

www.SID.ir

در گزارش "زمین‌شناسی ناحیه کرمان" موقعیت آتشفشان بیدخوان را در نوار دهج- ساردوئیه می‌داند. او بخشی از نوار ارومیه- دختر را که در استان کرمان قرار دارد را دهج ـ ساردوئیه نامیده است.



شکل۱: موقعیت آتشفشان بیدخوان که با ستاره در کمربند آتشفشانی دهج- ساردوئیه (دیمیترویچ و همکاران، ۱۹۷۳، با تغییرات) نشان داده شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور رسیدن به اهداف پژوهش، از روش‌های توصیفی، مطالعهٔ کتابخانه‌ای برای بررسی مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش، بازدیدهای میدانی برای کنترل اطلاعات نقشه‌های پایه، شناسایی اشکال یخچالی و در نهایت، روش تحلیلی استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، عکسهای هوایی منطقه به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ و مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۴۴ ابزار اصلی در این پژوهش هستند.

برای ترسیم نقشه پراکندگی سیرک‌های منطقه و نقشه‌های دیگر نرم‌افزار Arc GIS 9.3 به‌کار برده شده است. از طریق نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، تعداد ۳۲ سیرک در منطقه شناسایی شد. سپس از میان روشهای پنجگانه پورتر(Porter,2001) برای بازسازی خطّ تعادل برف و یخ گذشته، از روش ارتفاع کف سیرک و روش رایت برای برآورد

Archive of SID

www.SID.ir

حد برف‌مرز آخرین دوره یخچالی استفاده گردید.

در روش رایت با تعیین مکان سیرکهای کوچک و گذراندن خط ۶۰ درصد از آنها ، برف‌مرز دائمی تعیین می‌شود (رامشت و نعمت‌اللهی، ۱۳۸۴ :۱۳). همچنین با توجه به رابطهٔ همبستگی میان عناصر، دما و ارتفاع، دمای کنونی و برف‌مرز زمان حال در منطقه محاسبه و با دمای دوره وورم که براساس برف‌مرز بازسازی شده است، مقایسه گردید.

بحث و نتایج

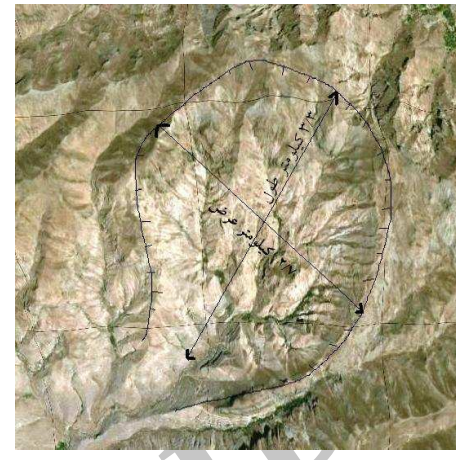
شواهد ژئومورفولوژیکی یخچالی کوهستان بیدخوان

در آخرین دوره یخچالی کواترنر تراکم برف در منطقه به‌ویژه در نواحی مرتفع کنونی به اندازه‌ای بوده است که بالا رفتن دما در فصل تابستان قادر به ذوب کلیه برف نبوده است. تراکم مازاد برفهای ذوب نشده در درازمدت، ذخیره قابل توجهی در حفره‌های کوهستانی تشکیل می‌داده و بدین ترتیب به تدریج سیرکهای متعدد در دامنه‌های مختلف تشکیل شده است. با وجود گذشت هزاران سال از ذوب یخچال فرایند یخبندان و ذوب یخ در دوره‌های جدید (هولوسن) و متلاشی شدن جدار پرتگاههای مسلط به سیرک‌های یخچالی قدیمی، هنوز این عارضه در منطقه قابل شناسایی می‌باشد. در دامنه جنوب‌غربی یک سیرک بزرگ به صورت حفره مرکب گود و عظیمی با دیواره‌های سنگی پرشیب با طول حدود ۳/۳ کیلومتر و عرض تقریباً ۷/۲ کیلومتر، به چشم می‌خورد. در شکل ۲ تصویر این سیرک و انعکاس آن در نقشه توپوگرافی نشان داده شده است. تئوری‌های متفاوتی در زمینه تکامل سیرک وجود دارد. بررسی سیرک‌های می‌تواند نقش فرایندهای مورفودینامیکی در شکل‌گیری آنها را توجیه کند. در واقع، شکل سیرک‌ها انعکاسی از عوامل توپوگرافی، زمین‌شناسی، نوع و مدت اثر یخچال‌ها است (چورلی[1]، ۱۵۹:۱۹۸۴).

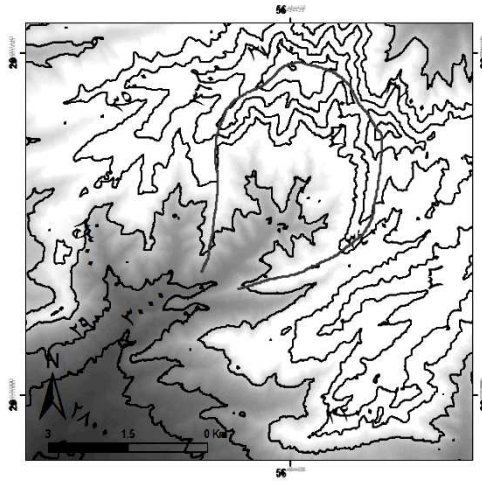
1. Chorley, 1984

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲: سیرک بزرگ جنوب غربی تصویر Ikonos2010



انعکاس سیرک مذکور در نقشه توپوگرافی ۵۰۰ متراختلاف ارتفاع راس و کف

یکی از موارد مهم ، نقش انکارناپذیر در توسعه اشکال فرسایشی مقاومت سنگ‌شناسی در برابر جریان انرژی می‌باشد. در ساخت و پرداخت توسط یک یخچال میزان مقاومت در برابر انرژی یخچال در بعضی جاها در راستای حفظ مواریث یخچالی عمل می‌کند (یمانی،۱۳۸۱) و در برخی جاها برعکس عمل می‌کنند (یمانی،۱۳۸۶). با توجه به بررسی‌های انجام شده، سیرک‌های منطقه از نوع سیرک معتدل هستند. برای بیشتر یخچال‌های معتدل عرض‌های پائین، مهمترین عوامل کنترل‌کننده یخچال، میزان بارش فصل تجمع و دمای فصل فرساب می‌باشد (پورتر، ۱۹۷۷).

(لوئیس، ۱۹۴۰) فرایند دخالت آب ذوبان[1] را در تشکیل سیرک مورد بررسی قراد داد. به عقیده ایشان، آب ذوبان به دو صورت نقش مهمی در فرسایش سیرک یخچالی برعهده دارد؛ الف. در دیواه راسی سیرک که در معرض اتمسفر قرار دارد، تغییرات دما نزدیک نقطه انجماد منجر به یخ شکافتگی می‌شود؛ ب. در زیر یخ، دما به کمتر از صفر درجه می‌رسد و آب ذوب به سطح سنگ رسیده و یخ‌شکافتگی مشابهی در عمق قابل توجه اتفاق می‌افتد. این دو عمل با یکدیگر منجر به ایجاد سیرک‌های عمیق‌تری می‌شوند. به نظر می‌رسد با توجه به قرارگیری کوهستان بیدخوان در

1. Meltwater

Archive of SID

www.SID.ir

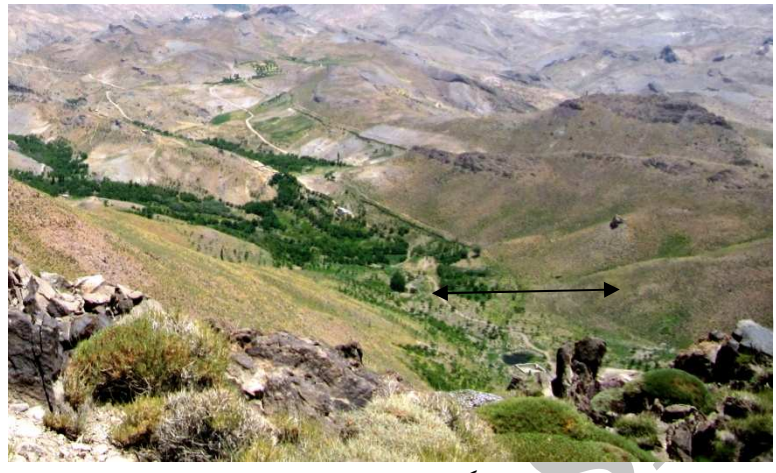
کمربند نیمه خشک ایران مرکزی، این فرایندها نقش مؤثری در تشکیل سیرک‌های منطقه داشته‌اند. دره‌های یخچالی، حاصل عملکرد یخچالهای دره‌ای می‌باشد که از انواع متداول یخچالهای کوهستانی به‌شمار می‌آیند. در این نوع یخچالها به جای جریان آب، جریان یخ وجود دارد که مکانیسم و عملکرد آن با توسعه مدل‌هایی مورد بررسی قرار گرفته است (رجبی و بیاتی خطیبی، ۱۳۸۷). دره‌های یخچالی ضمن اینکه یک لندفرم عمده و جالب یخچالهای کوهستانی است ضمناً شاخصی از مراحل تحول چشم‌انداز یخچالی نیز به‌شمار می‌آید. دانشمندان مراحل تحول دره‌های یخچالی را بررسی کرده‌اند. شکل‌گیری سیرکهای مجزا و پراکنده به‌عنوان مرحله جوانی، توسعه آرت و هورن از شاخص‌های مرحله بلوغ در این نوع چشم‌اندازها می‌باشد (ساگدن و براین، ۱۹۹۰، به نقل از رجبی ۱۳۸۷). در این میان توسعه دره‌های یخچالی وضعیتی مابین دارد بدین معنی که، یک مرحله بالاتر از مرحله جوانی و مرحله توسعه یافته فرسایش یخچالی است. این دره‌ها به‌عنوان لندفرم مهم سیستم فرسایش یخچالی هم از نظر نیمرخ طولی و هم از نظر عرضی قابل بررسی‌اند. ولی نیمرخ عرضی از نظر توپوگرافی و مورفولوژی بیشتر مورد توجه محققان بوده است. شکل اولیه و اصلی دره‌های یخچالی کوهستان بیدخوان ، با توجه به حاکمیت سیستم فرسایش غیریخچالی که در واقع حداقل ده هزار سال را شامل می‌شود و در این مدت شکل دره‌های گذشته که متأثر از عملکرد یخ بوده‌اند، تاحدودی از طریق فرایندهای دامنه‌ای، شکل‌گیری واریزه‌ها و به عمق بردگی مجرای رودخانه دچار دگرگونی شده‌اند. در حال حاضر اکثر این دره‌های وسیع مکان‌های مناسبی برای استقرار سکونتگاهها و کشت باغات روستائیان منطقه شده است (شکل۳). مسلماً نقش این تغییرات در مقابل مدت زمان دوره یخچالی کواترنر جزئی خواهد بود. دره‌های یخچالی بیدخوان از نظر ژنز و ماهیت کاملاً توسعه یافته نیست. مورفولوژی دره‌ها تا حدودی گویای ضخامت و عمق یخ و همچنین مدت زمان کوتاه استقرار آن در مقایسه با دره‌های یخچالی مشابه در کوهستان آلپ می‌باشد.

در شکل (۴) نمونه‌ای از دره‌های شرقی بیدخوان بر روی نقشه توپوگرافی نمایش داده شده است. سیرک‌های کوچک به صورت دره‌های معلق بر دره اصلی مشرف هستند. عرض این دره در بالادست حدود ۳۰۰ متر است که به سمت پائین‌دست از عرض دره کم می‌شود (شکل۴و۵). توپوگرافی نرم و هموار، وسعت زیاد و جهت رو به شرق از ویژگی عمومی این گونه دره‌هاست. این دره‌ها بر خلاف شرایط معمول، همانگونه که طاحونی (۱۳۸۳) در تالش بررسی کرده است،

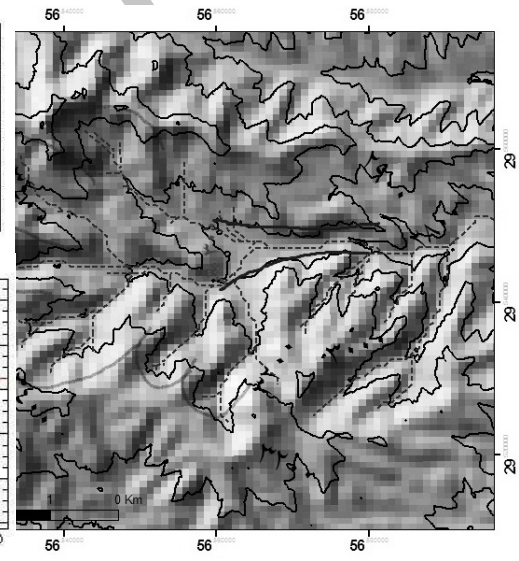
Archive of SID

www.SID.ir

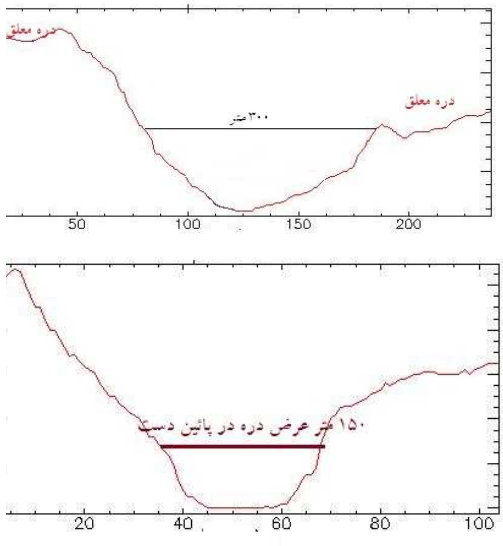
به سمت بالادست عریض می‌شوند.



شکل۳: استقرار سکونتگاهها و باغات در دره‌های وسیع یخچالی



شکل۴: دره یخچالی اصلی و دره‌های معلق مشرف در یال شرقی بیدخوان



شکل۵: نیمرخ‌های عرضی بالادست و پائین‌دست دره

www.SID.ir

تحلیل داده‌ها و بازسازی برف‌مرز آخرین دوره یخچالی در کوهستان بیدخوان

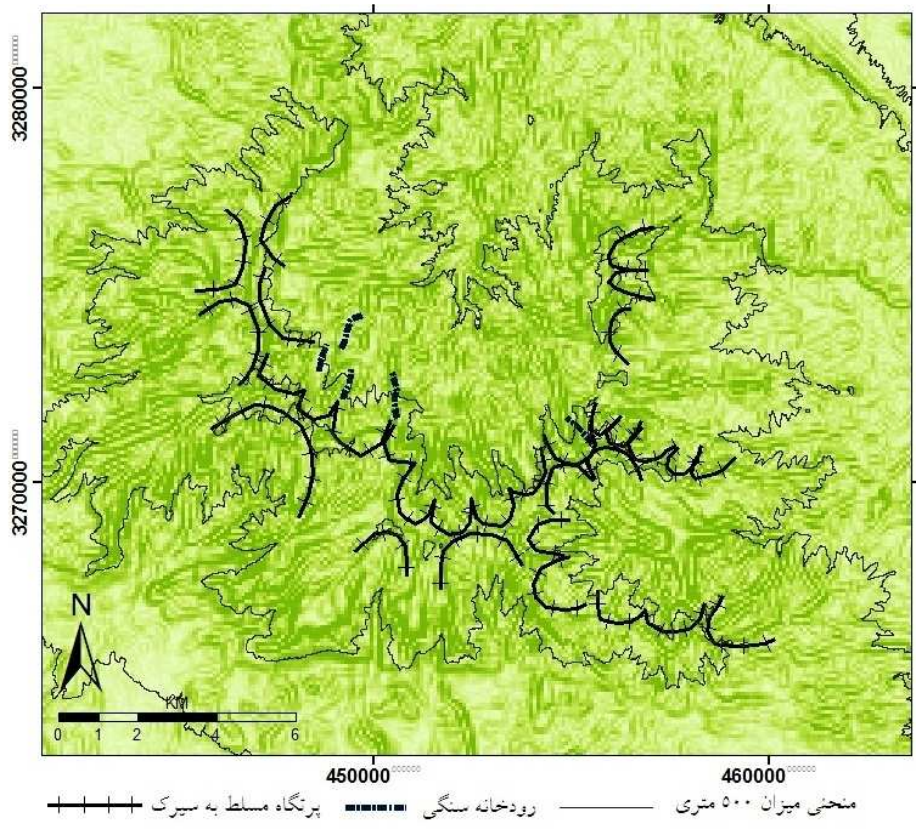
با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، موقعیت ۳۲ سیرک یخچالی در منطقه شناسایی (شکل۶) و اطلاعات آنها در جدول شماره ۱ وارد شد. پائین‌ترین سیرک‌های منطقه در ارتفاع ۲۹۰۰ متری و در جهت شمال‌شرق و بالاترین سیرک منطقه در ارتفاع۳۳۰۰ قرار دارد. بر اساس روش ارتفاع کف سیرک برای برآورد حد برف‌مرز، خطّ برف‌مرز وورم در منطقه، ارتفاع ۳۱۶۶ متری را نشان می‌دهد (جدول۲). بر اساس روش رایت که ارتفاع ۶۰ درصد سیرک‌ها را به‌عنوان برف‌مرز در نظر می‌گیرد (جدول۱)، ۶۰ درصد سیرک‌های منطقه در ارتفاع ۳۰۰۰–۳۱۰۰ متر واقع شده‌اند.

توزیع سیرک‌های منطقه و جهت ناهمواری‌ها

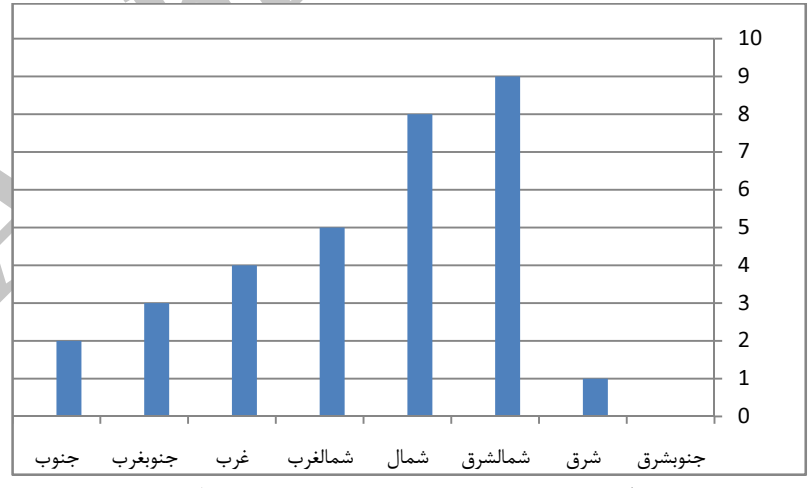
نکته قابل توجه اینکه در کوهستان بیدخوان، جهت جنوب‌شرق هیچگونه سیرک یخچالی شناسایی نشد و در جهت شرق تنها یک سیرک شناسایی شد، در این جهات به دلیل دریافت انرژی بیشتر خورشیدی (ماندگاری برف و یخ کمتر است) و سیرک‌های یخچالی در این جهات در منطقه تکامل نیافته‌اند و اگر هم در دوره یخچالی دیرین سیرک‌های کوچک دراین جهات تشکیل شدند به دلیل تغذیه کم، فرصت تکامل نداشته و در اثر فرسایش بعدی اثری از آنها باقی نمانده است. بیشترین سیرکها یخچالی منطقه در دامنه‌های رو به قطب تشکیل شده است؛ که به دلیل دریافت انرژی کمتر خورشیدی ماندگاری برف و یخ بیشتر است. سیرک‌های دامنه جنوبی بیشتر متأثر از ارتفاع بیشتر دامنه جنوبی کوهستان بیدخوان نسبت به دامنه شمالی هستند. همانگونه که در جدول ۲ اشاره شده است،۷۱ درصد سیرک‌ها در جهات رو به شمال (قطب) و ۱۵ درصد آنها در جهات رو به جنوب (استوا) واقع شده‌اند. در شکل ۷ فراوانی سیرکهای بیدخوان در جهات مختلف نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۶: موقعیت سیرک‌های یخچالی در کوهستان بیدخوان



شکل۷: فراوانی سیرکهای بیدخوان در جهات مختلف

Archive
www.SID.ir

جدول۱: فراوانی تجمعی سیرکهای یخچالی در کوهستان بیدخوان

ارتفاع	فراوانی	فراوانی تجمعی	درصد تجمعی
۳۰۰۰–۲۹۰۰	۱	۱	۳/۱
۳۱۰۰–۳۰۰۰	۶	۷	۲۱/۸
۳۲۰۰–۳۱۰۰	۱۲	۱۹	۵۹/۳۷
۳۳۰۰–۳۲۰۰	۶	۲۵	۷۸/۱۲
۳۴۰۰–۳۳۰۰	۷	۳۲	۱۰۰

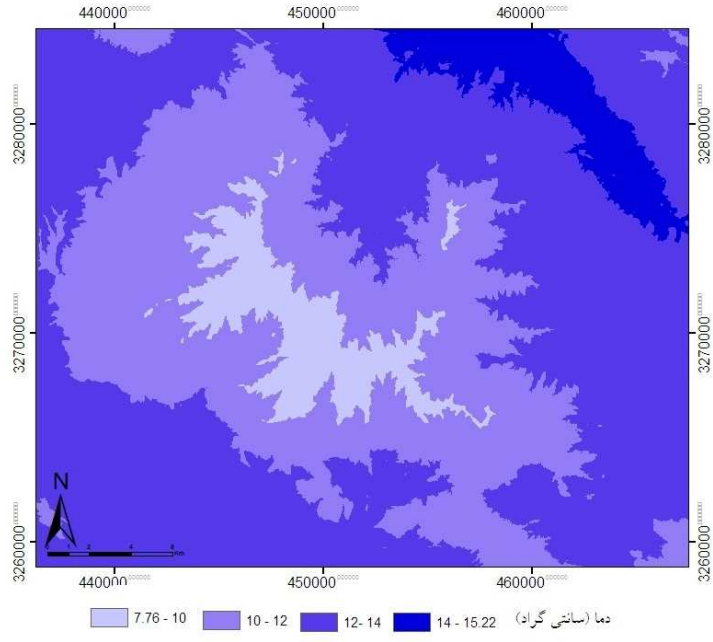
جدول۲: توزیع فراوانی سیرکهای یخچالی در کوهستان بیدخوان

جهت سیرک‌ها	جنوب	جنوبغرب	غرب	شمالغرب	شمال	شمالشرق	شرق	جنوبشرق
ارتفاع سیرک (متر)	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۷۰	۳۰۰۰	۲۹۰۰	۳۰۰۰	
	۳۳۰۰	۳۳۰۰	۳۱۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰		
		۳۳۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰		
			۳۱۰۰	۳۳۰۰	۳۱۵۰	۳۰۰۰		
				۳۳۰۰	۳۱۵۰	۳۱۰۰		
					۳۲۰۰	۳۱۰۰		
					۳۲۰۰	۳۱۰۰		
					۳۳۰۰	۳۲۰۰		
						۳۳۰۰		
	۳۲۰۰	۳۲۳۳	۳۱۲۵	۳۲۳۴	۳۱۳۷	۳۰۷۷	۳۰۰۰	–
میانگین ارتفاع	۳۱۶۶.۶۳	سیرک‌های رو به قطب	۳۱۴۷.۱۶	سیرک‌های رو به استوا	۳۲۱۶.۶۶	اختلاف دردو دامنه	۶۹.۵	
درصد فراوانی سیرک‌های رو به قطب			٪۷۱	درصد فراوانی سیرک‌های رو به استوا			٪۱۵	

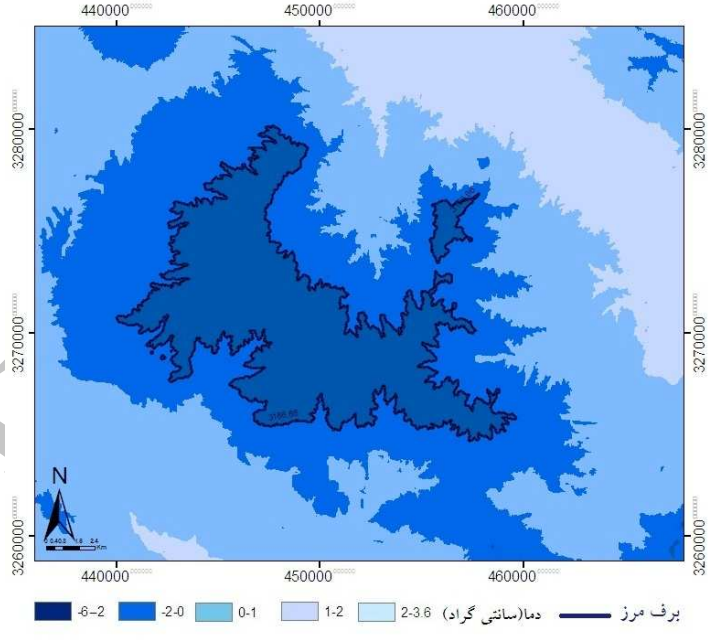
برف‌مرز کنونی با استفاده از داده‌های دما (ایستگاههای سینوپتیک سیرجان و بافت) و ارتفاع ۵۵۰۰ متری می‌باشد که با توجه به ارتفاع منطقه و دمای کنونی در منطقه در حال حاضر شرایط یخچالی وجود ندارد. مقایسه نقشه دمای کنونی و نقشه دمای بازسازی شده وورم نشان می‌دهد در آخرین دوره یخچالی دما در منطقه حدود ۹ درجه در پایکوه و۱۱ درجه در مناطق مرتفع سردتر بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۸: نقشه دما کنونی کوهستان بیدخوان



شکل۹: نقشه دمای وورم و برف‌مرز کوهستان بیدخوان

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

مشاهدات میدانی در کوهستان بیدخوان وجود اشکال شاخص مناطق یخچالی از جمله سیرک‌ها و دره‌های یخچالی را ثابت می‌کند. پس از شناسایی سیرک‌های منطقه اقدام به ترسیم برف‌مرز منطقه گردید. بر اساس روش ارتفاع کف سیرک برای برآورد حد برف‌مرز، خطّ برف‌مرز وورم در منطقه، ارتفاع ۳۱۶۶ متری را نشان می‌دهد این رقم خطّ میانگین دمای صفر درجهٔ سانتیگراد را بر روی ارتفاعات منطقه نشان می‌دهد.

همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین ارتفاع کف سیرکهای یخچالی منطقه با گذراندن خطّ ۶۰ درصد از آنها برابر با طبقه ارتفاعی ۳۰۰۰-۳۱۰۰ متر می‌باشد. با استفاده از این دو روش ارتفاع تقریباً یکسانی برای برف‌مرز گذشته بدست آمد. برف‌مرز کنونی با توجه به گرادیان دما ۵۵۰۰ متر است.

میانگین مرز برف در دامنه‌های شمالی و جنوبی به ترتیب ۳۲۲۰ و ۳۱۲۹.۱۳ متر بوده است که حدود ۹۱ متر اختلاف ارتفاع را نشان می‌دهد. با توجه به توپوگرافی کوهستان بیدخوان بلندترین ارتفاعات در دامنه جنوبی کوهستان واقع شده‌اند ولی با این وجود از نظر فراوانی حدود ۷۱ درصد سیرک‌ها در دامنه‌های رو به استوا و در جهات غربی واقع شده‌اند که نشانگر تاثیر جهت ناهمواری‌ها در شکل‌گیری سیرک‌های یخچالی منطقه است.

همچنین، مقایسه نقشه دمای کنونی و نقشه دمای بازسازی شده برای دوره وورم نشان می‌دهد، در آخرین دوره یخچالی دما در منطقه حدود ۹ درجه در پای‌کوه و ۱۱ درجه در مناطق مرتفع سردتر بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. اهلرز، دکارت (۱۳۶۵)، مبانی کشورشناسی ایران؛ ترجمه م. رهنمائی؛ مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب؛

۲. جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۲)، ژئومورفولوژی ایران؛ دانشگاه پیام نور؛

۳. خلیلی مبرهن، ش (۱۳۹۰)، آتشفشان‌شناسی، ژئوشیمی و پتروژنز آتشفشان بیدخوان واقع در جنوب بردسیر- استان کرمان، رسالهٔ دکترا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، ۲۶۵ ص؛

۴. رامشت، محمدحسین؛ کاظمی، محمدمهدی(۱۳۸۶)، آثار یخچالی در حوضه اقلید فارس، رشد آموزش جغرافیا، د۲۱، ش۴، صص ۱۱-۳؛

۵. رامشت، محمدحسین؛ لاجوردی، محمود؛ لشکری، حسن؛ محمودی محمدآبادی، طیبه (۱۳۹۰)، ردیابی آثار یخچال‌های طبیعی، مطالعه موردی: یخچال طبیعی حوضه تیگرانی ماهان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۲، شماره ۲، صص ۵۹-۷۸؛

۶. رجبی، معصومه؛ بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۷)، بررسی لندفرم دره‌های یخچالی مطالعه موردی: دره‌های یخچالی کوهستان سهند، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۰۵-۱۲۱؛

۷. معیری، مسعود؛ رامشت، محمدحسین؛ تقوایی، مسعود؛ تقی‌زاده، محمدمهدی (۱۳۸۷)، مواریث یخچالی در حوضه صفاشهر استان فارس، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، علوم انسانی، جلد ۳۲. شماره۴، صص ۱۰۹-۱۳۰؛

۸. طاحونی، پوران (۱۳۸۳)، شواهد ژئومورفولوژیک فرسایش یخچالی در ارتفاعات تالش، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۷، صص ۵۵-۳۱؛

۹. محمودی، فرج‌الله (۱۳۶۷)، تحول ناهمواریهای ایران در کواترنر، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تهران؛ ش۲۳؛

۱۰. نعمت‌الهی، فاطمه؛ رامشت، محمدحسین (۱۳۸۴)، آثار یخساری در ایران، مدرس علوم انسانی، س۹، ش۴، صص ۱۹-۱؛

۱۱. هاگه دورن.ه (۱۳۵۷)، برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران، ترجمه احمد شمیرانی و ایرج مومنی، صص۱۳-۲۰؛

Archive of SID

www.SID.ir

۱۲. یمانی، مجتبی (۱۳۸۱)، ژئومورفولوژی یخچال‌های علم کوه، پژوهش‌های جغرافیایی، ش۴۲، صص ۱۸-۱؛

۱۳. یمانی، مجتبی (۱۳۸۶)، ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه (بررسی اشکال ژئومورفولوژیک و حدود گسترش آن‌ها)، پژوهش‌های جغرافیایی، صص ۱۳۹-۱۲۵؛

14. **Bobek, H., (1963), Nature and Implications of Quaternary Climatic Changes in Iran, In:Changes of Climate, Proceedings of Symposium on Changes of Climate with Special;**
15. **Khalili Mobarhan.S and H. Ahmadpour, Using Magma Mixing/Mingling Evidence for Understanding Magmatic Evolution at Mount Bidkhan Stratovolcano (South-East Iran), Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 21(2): 137-153 (2010);**
16. **Lewis W. V., The Function of Meltwater in Cirque , Geographical Review, Vol. 30, No. 1 (Jan., 1940), pp. 64-83;**
17. **Porter, S.C., (1977), Present and past glaciation threshold in the Cascade Range, Washington, U.S.A.: topographic and climatic controls, and paleoclimatic implications. Journal of Glaciology 18, 101–116;**

    Porter, S.C., (2001), Snowline Depression in the Tropics during the Last Glaciations;
18. **Quaternary Science Reviews, No. 20;**
19. **Reference to and Zones, Rome, (1961), UNESCO, pp. 403-413.**

Archive of SID

www.SID.ir