

بازسازی برف‌مرزهای یخچالی کوتاه‌تر 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 دوره یخچالی کوتاه‌تری در کوهستان بیدخوان تعیین کند. به این منظور، از روش‌های توصیفی و مطالعه کتابخانه‌ای، بازدیدهای میدانی برای شناسایی اشکال و در نهایت، روش تحلیلی استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، عکسهای هوایی منطقه به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ و ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۴۴ و داده‌های اقلیمی دمای ماهانه و نرم‌افزار Arc GIS 9.3 ابزارها و داده‌های مورد استفاده در پژوهش هستند.

سیرک‌ها و دره‌های یخچالی مهم‌ترین لندفرمهای یخچالی و شواهد تغییرات اقلیمی موجود در منطقه 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 خط تعادل برف و یخ گذشته، روش ارتفاع کف سیرک و روش رایت برای برآورد حد برف‌مرز آخرین دوره یخچالی استفاده شده است. خط برف‌مرز وورم با روش میانگین ارتفاع کف سیرک ارتفاع ۳۱۶۶ 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، کوتاه‌تری، کوهستان بیدخوان.

۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری سمیه ذهاب ناظوری است
۲. استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۴. دانشیار بخش زمین‌شناسی، دانشگاه باهنر کرمان
۵. استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۶. دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

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 علاقه بسیاری از پژوهشگران بوده است که می‌توان شروع آن را به ژاک دومرگان^۱، (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 زبان‌های 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 اظهاری 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 زبان‌های یخچالی را در حال حاضر و در آخرین دوره یخچالی تعیین کرد.

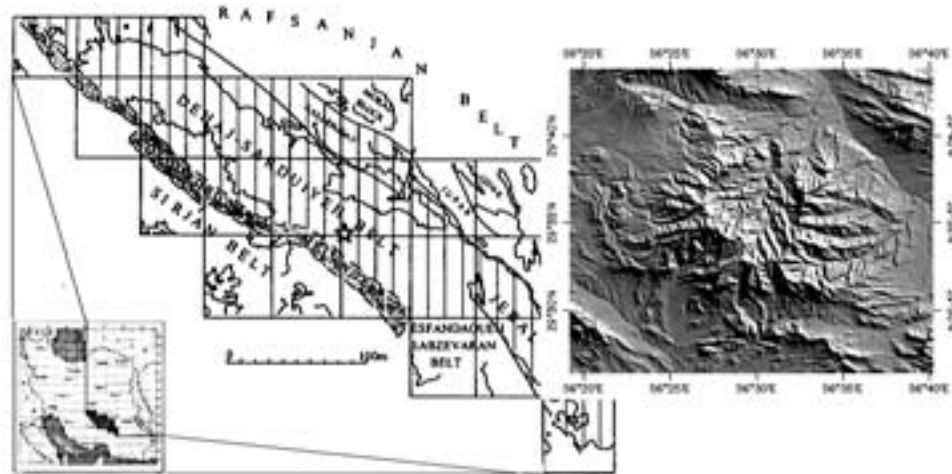
وی در مطالعه‌ای دیگر با عنوان ژئومورفولوژی یخچالهای زرکوه (۱۳۸۶)، به بررسی اشکال ژئومورفیک یخچالها و حدود گسترش آنها در زردکوه پرداخته است (رامشت و کاظمی، ۱۳۸۶)، با اتکا به شواهد و آثار ژئومورفیک باقی‌مانده از یخچالهای کواترنری در اقلید فارس به بازسازی شرایط محیطی منطقه در سردترین فاز یخچالی کواترنر پرداختند. کمترین برآورد تفاوت دمای متوسط سالانه برای ایران به وسیله محققان در عصر یخچالی بین ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد بوده است. بویک دمای متوسط سالانه 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 بویک است؛ زیرا بویک 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 بویک برآورد کرده است، بوده‌اند (نعمت‌الهی، رامشت، ۱۳۸۴: ۱۵۱).

(رامشت و دیگران، ۱۳۹۰: ۵۹) در منطقه ماهان کرمان در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی خط مرز برف دائمی را ۲۹۰۰ متر محاسبه کرده‌اند. (معیری و همکاران، ۱۳۸۷) موارد و سیرک‌های یخچالی را در ارتفاعات ۲۲۴۰ تا ۳۸۰۰ متری حوضه صفاشهر در عرض ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۰ 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 در ۴۰ 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 تقریبی ۴۰۰ کیلومتر مربع را اشغال کرده است و ارتفاع تقریبی بلندترین قله آن از سطح دریاهای آزاد حدود ۳۸۰۰ متر می‌باشد (خلیلی، ۱۳۹۰). ساختمان آتشفشان بیدخوان به صورت تناوبی از مواد آذرآواری و گدازه 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). دیمیتروویچ و همکاران، ۱۹۷۳، در تقسیم‌بندی ساختاری خود

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 - ساردوئیه نامیده است.



شکل ۱: موقعیت آتشفشان بیدخوان که با ستاره در کمربند آتشفشانی دهج - ساردوئیه (دیمتریویچ و همکاران، ۱۹۷۳، با تغییرات) نشان داده شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور رسیدن به اهداف پژوهش، از روش‌های توصیفی، مطالعه کتابخانه‌ای برای بررسی مبانی نظری و پیشینه 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 به کار 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 خط تعادل برف و یخ گذشته، از روش ارتفاع کف سیرک و روش رایت برای برآورد

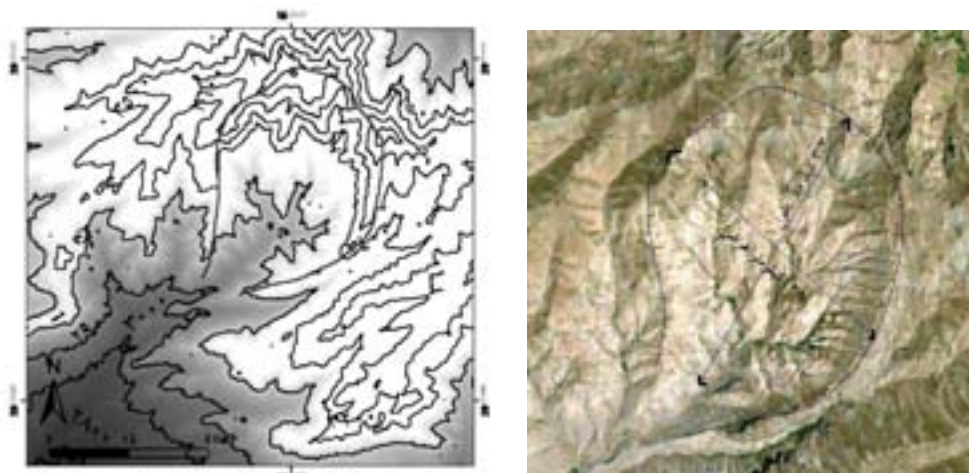
حد برف‌مرز آخرین دوره یخچالی استفاده گردید.

در روش رایج 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 رابطه 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، ۱۹۸۴: ۱۵۹).



شکل ۲: سیرک بزرگ جنوب غربی تصویر انعکاس سیرک مذکور در نقشه توپوگرافی Ikonos2010
۵۰۰ متر اختلاف 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 فرسایش می‌باشد (پورتر، ۱۹۷۷). (لوئیس، ۱۹۴۰) فرایند دخالت آب ذوبان^۱ را در تشکیل سیرک مورد بررسی قرار داد. به عقیده ایشان، آب ذوبان به دو صورت نقش مهمی در فرسایش سیرک یخچالی برعهده دارد؛ الف. در دیواره 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

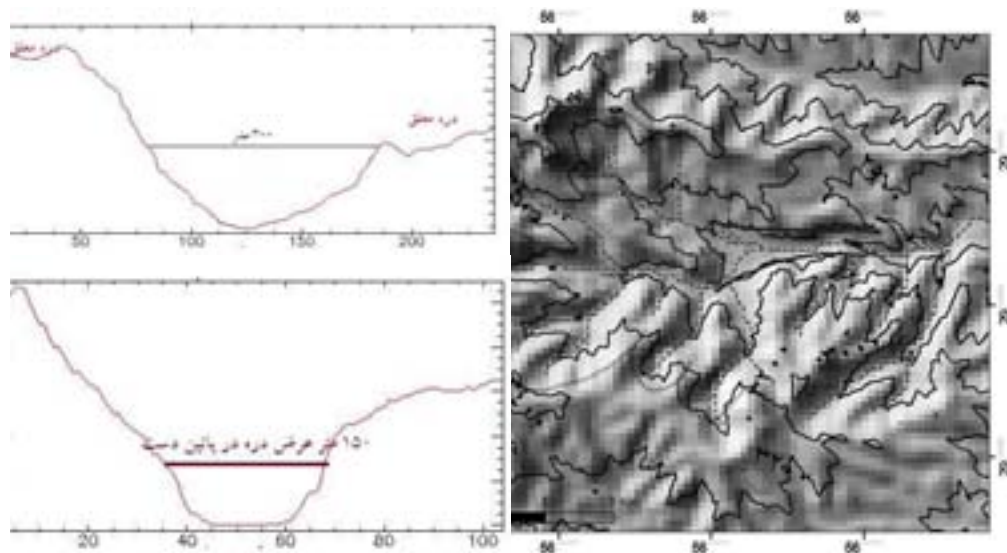
کمربند نیمه خشک ایران مرکزی، این فرایندها نقش مؤثری در تشکیل سیرک‌های منطقه داشته‌اند. دره‌های یخچالی، حاصل عملکرد یخچالهای دره‌ای می‌باشد که از انواع متداول یخچالهای کوهستانی به‌شمار می‌آیند. در این نوع یخچالها به جای جریان آب، جریان یخ وجود دارد که مکانیسم و عملکرد آن با توسعه مدل‌هایی مورد بررسی قرار 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 غیر یخچالی که در واقع حداقل ده هزار سال را شامل می‌شود و در این مدت شکل دره‌های گذشته که متأثر از عملکرد یخ بوده‌اند، تا حدودی 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 (شکل ۳). 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 (شکل ۵و۴). 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،

به سمت بالادست عریض می‌شوند.



شکل ۳: استقرار سکونتگاهها و باغات در دره‌های وسیع یخچالی



شکل ۴: دره یخچالی اصلی و دره‌های معلق مشرف در یال شرقی بیدخوان

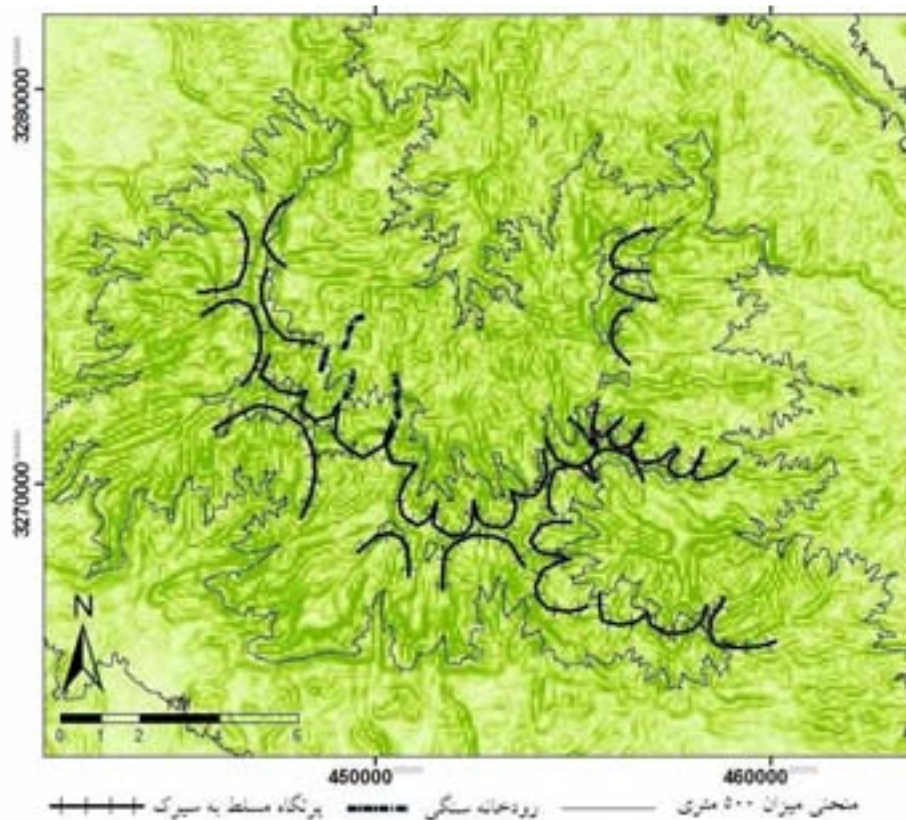
شکل ۵: نیمرخ‌های عرضی بالادست و پائین‌دست دره

تحلیل داده‌ها و بازسازی برف‌مرز آخرین دوره یخچالی در کوهستان بیدخوان

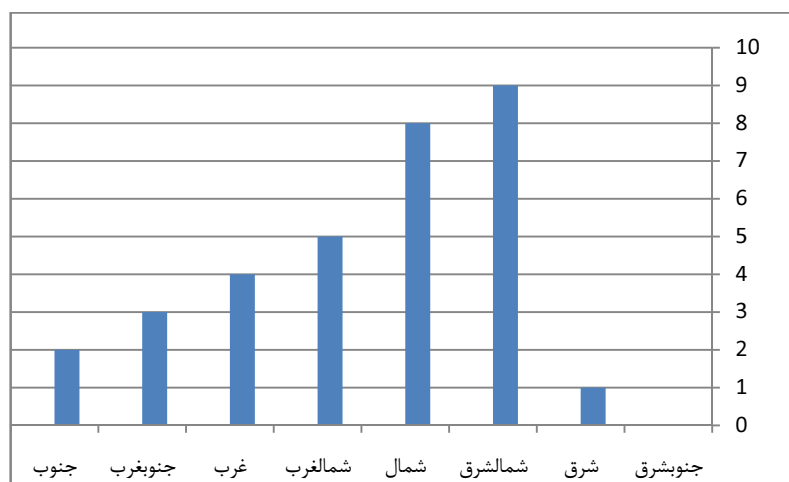
با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، موقعیت ۳۲ سیرک یخچالی در منطقه شناسایی (شکل ۶) و اطلاعات آنها در جدول شماره ۱ وارد شد. پائین‌ترین سیرک‌های منطقه در ارتفاع ۲۹۰۰ متری و در جهت شمال‌شرق و بالاترین سیرک منطقه در ارتفاع ۳۳۰۰ قرار دارد. بر اساس روش ارتفاع کف سیرک برای برآورد حد برف‌مرز، خط برف‌مرز وورم در منطقه، ارتفاع ۳۱۶۶ متری را نشان می‌دهد (جدول ۲). بر اساس روش رایث که ارتفاع ۶۰ درصد سیرک‌ها را به‌عنوان برف‌مرز در نظر می‌گیرد (جدول ۱)، ۶۰ درصد سیرک‌های منطقه در ارتفاع ۳۱۰۰-۳۰۰۰ 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 در این جهات تشکیل شدند به دلیل تغذیه کم، فرصت تکامل نداشته و در اثر فرسایش بعدی اثری از آنها باقی نمانده است. بیشترین سیرک‌های 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.



شکل ۶: موقعیت سیرک‌های یخچالی در کوهستان بیدخوان



شکل ۷: فراوانی سیرک‌های بیدخوان در جهات مختلف

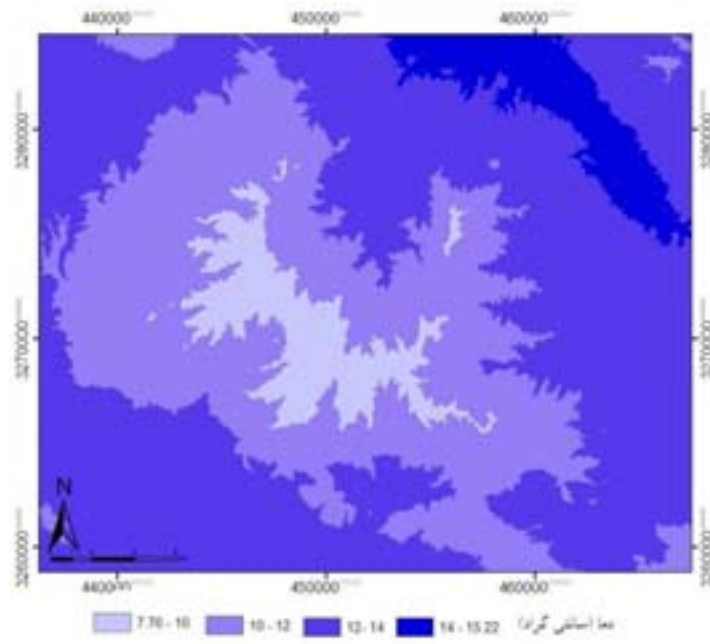
جدول ۱: فراوانی تجمعی سیرکهای یخچالی در کوهستان بیدخوان

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

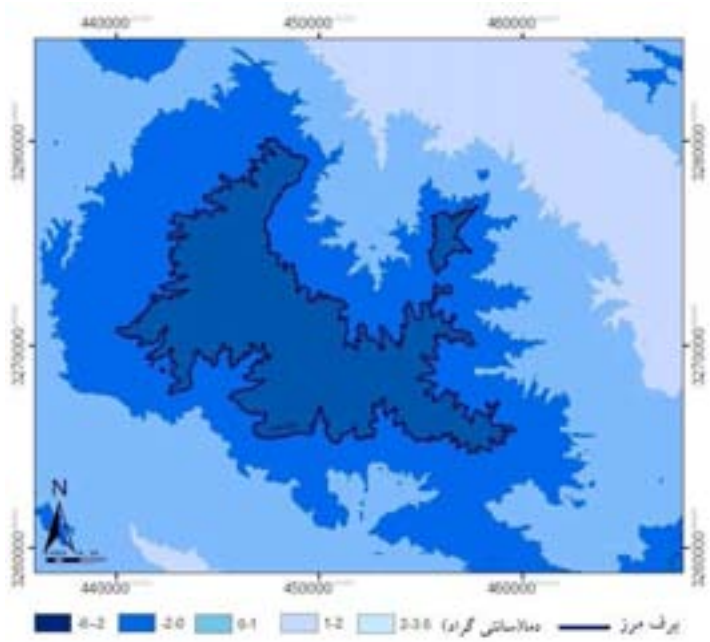
جدول ۲: توزیع فراوانی سیرکهای یخچالی در کوهستان بیدخوان

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	۳۳۰۰		
	۳۲۰۰	۳۲۳۳	۳۱۲۵	۳۳۳۴	۳۱۳۷	۳۰۷۷	۳۰۰۰	-
میانگین ارتفاع	۳۱۶۶٫۶۳	سیرک‌های رو به قطب	۳۱۴۷٫۱۶	سیرک‌های رو به استوا	۳۲۱۶٫۶۶	اختلاف در دو 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 و ۱۱ درجه در مناطق مرتفع سردتر بوده است.



شکل ۸: نقشه دما کنونی کوهستان بیدخوان



شکل ۹: نقشه دمای وورم و برف‌مرز کوهستان بیدخوان

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، خط برف‌مرز وورم در منطقه، ارتفاع ۳۱۶۶ متری را نشان می‌دهد این رقم خط میانگین دمای صفر درجه سانتیگراد را بر روی ارتفاعات منطقه نشان می‌دهد.

همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین ارتفاع کف سیرک‌های یخچالی منطقه با گذراندن خط 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.

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، ۲۱، ش ۴، 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)، موارث یخچالی در حوضه صفاشهر استان فارس، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، علوم انسانی، جلد ۳۲، شماره ۴، 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؛ ش ۲۳؛
۱۰. نعمت‌الهی، فاطمه؛ رامشت، محمدحسین (۱۳۸۴)، آثار یخساری در ایران، مدرس علوم انسانی، س ۹، ش ۴، صص ۱۹-۱؛
۱۱. هاگه دورن. ه (۱۳۵۷)، برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران، ترجمه احمد شمیرانی و ایرج مومنی، صص ۱۳-۲۰؛

۱۲. یمانی، مجتبی (۱۳۸۱)، ژئومورفولوژی یخچال‌های علم کوه، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۲، 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.