پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال چهارم، شماره ٤، بهار ١٣٩٥
صص. ٨٦-٧٢

مناطق مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک کنونی و آخرین دوره یخچالی درکوهستان بیدخوان

سمیه ذهاب ناظوری- دکتری ژئومورفولوژی، مدرس دانشگاه فردوسی مشهد
احمد عباس نژاد* - دانشیار بخش زمین‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
منصور جعفر بیگلو - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
سید محمد زمان زاده - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ١٣٩٤/٠٤/١٢ تأیید نهایی: ١٣٩٤/١٢/٢١

چکیده

شواهد ژئومورفولوژی یخچالی در مناطق کوهستانی نقش بسزایی در شناخت وضعیت اقلیمی گذشته و بازسازی شرایط مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک حاکم در کواترنری پسین دارد. هدف این پژوهش، تعیین و بازسازی مرزهای مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک در آخرین دوره یخچالی وورم و شناسایی مرزهای این قلمروها در کوهستان بیدخوان می‌باشد. به این منظور، از روش‌های توصیفی و مطالعه‌ی کتابخانه‌ای، بازدیدهای میدانی برای شناسایی اشکال و درنهایت روش تحلیلی استفاده‌شده است. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ ، عکس‌های هوایی منطقه به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ١٣٣٤ و ۱:۲۰۰۰۰ سال ١٣٤٤ و داده‌های اقلیمی دما و بارش ماهانه و نرم‌افزار Arc GIS 9.3ابزارها و داده‌های مورداستفاده در پژوهش هستند. در این راستا، 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 برای برآورد حد برف مرز آخرین دوره یخچالی استفاده‌شده است. نتایج نشان می‌دهد در حال حاضر مرز پائین قلمرو قاره‌ای خشک به‌طور متوسط در ارتفاع ۳۱۵۰ متری، قلمرو نیمه‌خشک ارتفاعات ۲۵۰۰ تا ۳۱۵۰ متری را شامل می‌شود. بر اساس مرز برف تعیین‌شده در آخرین دوره یخچالی کواترنر حد پائینی قلمرو مجاور یخچالی ٣١٦٦ متر می‌باشد که منطبق با برف مرز پیشین می‌باشد و ارتفاعات کمتر از ٣١٦٦ متر تحت قلمرو قاره‌ای خشک بوده‌اند.

***واژگان کلیدی:** کواترنری، مورفوکلیماتیک ،مورفودینامیک ، کوهستان بیدخوان.*

* نویسنده مسئول: E-mail: aabasnejad35@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بر اساس پراکندگی تیپ‌های ناهمواری و لندفرم‌های مشخص که با مناطق اصلی آب‌وهوایی(مناطق مورفوکلیماتیک) کنترل می‌شود، (بوبک ۱۹۶۳) ۵ منطقه مورفوکلیماتیک: یخچالی، مجاور یخچالی، معتدل، نیمه‌خشک و خشک در ایران تشخیص داده است. این مناطق مرفوکلیماتیک هم برای امروز و هم برای دوره‌های یخچالی و بین یخچالی پلئیستوسن موردقبول همگان می‌باشد ولی تعیین مرز این مناطق برای مراحل یخچالی و بین یخچالی کواترنری زمانی ممکن خواهد بود که پراکندگی کامل شکل‌های شاخص مناطق مرفوکلیماتیک شناخته‌شده باشد. برای تمایز مناطق مورفوکلیماتیک نه‌تنها باید فرایندهای غالب را در هر ناحیه به‌حساب آورد، بلکه ضروری است که حضور اشکال و لندفرم‌های کواترنر را در نظر داشت(زمانی، ۱۳۸۸). تمایز بین اشکال موروثی قدیمی با اشکال معاصر برای درک تکامل چشم‌انداز در طول زمان ضروری است. ولی تقسیم‌بندی سطح زمین به مناطق مورفوکلیماتیک متفاوت بر اساس دلایل مختلف، کاری پیچیده است. مناطق زیادی از دنیا وجود دارند که هنوز اطلاعات کافی درباره آن‌ها نداریم(آسیای مرکزی و آمریکای لاتین)، بنابراین تحدید مرزها بین این مناطق کار آسانی نیست (تریکار و کایلو ۱۹۶۵[1])

بنابراین تحدید مرزهای مورفوکلیماتیک در هر منطقه نیازمند بررسی‌ها و مطالعات دقیق در همان منطقه است و نمی‌توان به‌راحتی مرزهای مورفودینامیک یک منطقه را به بر اساس مناطق هم‌جوار ترسیم نمود. اگرچه، هر یک از مناطق مورفوکلیماتیک تحت تأثیر فرایندهای مورفوژنتیک مسلط در آن منطقه اشکال ناهمواری خاص خود را دارا می‌باشد، و در یک سیستم ژئومورفیک متغیرهای زمان، ناهمواری اولیه، زمین‌شناسی و اقلیم متغیرهای اصلی و مستقل هستند (چورلی و همکاران،۱۶،۱۹۷۱)، اما نقش اقلیم در شکل‌زایی بسیار زیاد می‌باشد. تغییر اقلیم به معنی تغییر عوامل بیرونی شکل‌زایی است اما به‌غیراز تغییرات اقلیمی نحوه حدوث تغییرات نیز در ایجاد سیستمهای شکل زا و پدیده‌های ژئوموفیک از اهمیت خاصی برخوردار است.

آثار تغییرات مورفودینامیک در قالب مناطق مورفوژنیک به‌ویژه میراث‌های تغییرات اقلیمی کواترنری در بخش عمده ایران‌مرکزی مشخص نیست و مطالعات پیشین منجر به ارائه نظریاتی شده است که تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند. از سویی ارتباط مشخصی بین ژئومورفولوژی ، ساختمان مناطق و فرایندهای شکل زایی کنونی و گذشته برقرار نشده است. ازجمله مطالعات قبلی عمدتاً بر روی شیرکوه متمرکز بوده است و بخش‌های شرقی‌تر و جنوبی‌تر ازجمله کوه‌های جوپار کرمان تنها اشاره مختصری به وجود سیرک‌های یخچالی شده است . درحالی‌که تعیین قلمروهای مورفودینامیکی گذشته نیازمند پیوستگی جغرافیایی بیشتری است. ازاین‌رو در نوار کوهستانی بخش غربی ایران مرکزی که کوهستان بیدخوان از شاخص‌ترین بلندی‌های بخش مرکزی آن را تشکیل می‌دهد می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای تعمیم این قلمروها موردبررسی قرار گیرند. مطالعه این منطقه کوهستانی و تعمیم آن با مطالعات پیشین که بر روی ارتفاعات ایران مرکزی انجام‌گرفته است، می‌تواند نوارپیوسته تری را در حاشیه ایران مرکزی تشکیل دهد که یقیناً یافته‌ها مستندتر خواهند بود و خلأ موجود در این ناپیوستگی کمتر خواهد شد. ازآنجاکه بررسی آثار و شواهد تغییرات اقلیمی و جابه‌جایی مرزهای مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک به‌عنوان یکی از مباحث مهم در ارتباط با تغییرات اقلیمی کواترنری مطرح است(نعمت الهی و رامشت، ۱۳۸۴). در این بخش بر اساس داده‌ها، شرایط محیطی حاکم درگذشته را بازسازی و بر اساس آن مناطق مورفوکلیماتیکی و مورفودینامیکی کوهستان بیدخوان در شرایط کنونی و آخرین دوره یخبندان کواترنری مرزبندی می‌شود.

[1] Tricart, J., Cailleux, A.(1965)

Archive of SID

www.SID.ir

در زمینه پهنه‌بندی مورفوژنتیک می‌توان به افرادی چون دیویس[۱]، پنک[۲]،بودل[۳]، ترول[۴] و پلتیر[۵] اشاره کرد. دیویس به سه نوع فرایند شکل‌زائی وابسته به اقلیم اعتقاد داشته است که شامل: آب‌های جاری در مناطق مرطوب، یخ در مناطق یخچالی و باد در مناطق خشک عامل تغییر شکل ناهمواری‌ها است. پنگ در سال ۱۹۰۹ سه اصطلاح خشک، مرطوب و برفی را برای سه منطقه مورفوژنتیکی که ازلحاظ اقلیم، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی از یکدیگر متمایز هستند به کار برد و تأکید داشت که این مناطق در دوره‌های سرد و گرم پلئیستوسن به‌طور متناوب جابه‌جا شده‌اند. بودل ۱۹۴۸ سیستم ژئومورفولوژی اقلیمی را مطرح نمود و هم‌زمان با او کارل ترول در ارتباط با رابطه اقلیم و پراکندگی فرایندها و عوامل ژئومورفیک هفت منطقه مورفوژنتیک را ارائه نمود. در سال ۱۹۵۰ پلتیر نه سیستم مورفوژنتیک مستند بر کنترل ژئومورفیک دما و بارش روی فرایندهای شکل‌زائی ارائه کرد(به نقل ازجداری عیوضی،۱۳۸۵).

برای تمایز مناطق مورفوکلیماتیک نه‌تنها باید فرایندهای غالب را در هر ناحیه به‌حساب آورد، بلکه ضروری است که امکان حضور اشکال و لندفرم‌های کواترنر را در نظر داشت. مطالعه تغییرات اقلیمی در کارهای پنک[۶] و بروکنر[۷] (۱۹۰۱-۱۹۰۸) در بررسی سن یخچال‌های آلپ نمود دارد. بودل(۱۹۴۸) بر اهمیت لندفرم‌های دیرینه تأکید نمود؛ و در سال ۱۹۶۳ اصطلاح"کلیماتوژنتیک ژئومورفولوژی" را برای تشریح نظام مطالعه اشکال موروثی توسعه‌یافته در شرایط اقلیمی متفاوت و قیاس و استنتاج توالی محیط‌های اقلیمی در طول زمان پیشنهاد نمود.

برای مطالعه‌ی تحول پیکرشناسی نواحی کوهستانی، پژوهشگران سعی می‌کنند مرز برف‌ها را در دوره‌های یخچالی و بین یخچالی تعیین کنند. بررسی آثار مورفولوژیکی یخبندان‌های کواترنر ایران موضوع موردعلاقه‌ی بسیاری از پژوهشگران بوده است. اولین کوشش در شناسایی مناطق مورفوژنتیک و مورفودینامیک ایران با تحقیقات هانس بوبک (۱۹۳۴) شروع شد که آثار یخچال‌های کواترنری در ارتفاعات غرب ایران را موردبحث قرارداد. او بر اساس پراکندگی تیپ‌های ناهمواری مشخص که با رژیم آب و هوایی مناطق اقلیمی بزرگ کنترل می‌شوند پنج منطقه مورفودینامیک به شرح زیر در ایران مشخص کرده است: ۱. منطقه یخچالی و نیواسیون ۲. منطقه سولی‌فلوکسیون و سایر اشکال کریوتورباسیون۸ ۳. منطقه فرسایش نرمال (فرسایش آب‌های جاری) ۴. منطقه پدیمانتاسیون ۵. منطقه مورفودینامیک بادی. هاگه درن در سال۱۳۵۳ وکوهله در ۱۳۵۵ مطالعاتی در ایران‌مرکزی داشته‌اند. مطالعات آن‌ها بر این مطلب تأکید دارد که آن دسته از زبانه‌های یخچالی که از نواحی مرتفع‌تر کوهستانی خوب تغذیه‌شده باشند، توانایی آن را داشته‌اند که تا پای کوه‌ها پایین بیایند و نفوذ خود را در تمام دره‌ها اعمال کنند. در هر دو مورد شواهدی ارائه‌شده است که یخرفتها تا پای کوه و مدخل خروجی دره‌ها رسیده و به نظر آن‌ها حتی وسعت قابل‌توجهی از دشت را در ارتفاع۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰متری اشغال کرده‌اند. براین اساس اهداف این مطالعه شناسایی لندفرم‌ها و تعیین حدود گسترش یخچال‌ها ، بررسی نقش اقلیم دیرینه وکنونی در فرایندهای مورفودینامیکی ، تعیین ELA[۹] برای دوره یخچالی وورم و تعیین مناطق مورفوکلیماتیک کنونی و مقایسه آن با دوره یخچالی وورم در کوهستان بیدخوان می‌باشد.

1 –W.M.Davis

2 -A.Penck

3 -J.Budel

4 -C.Troll

5 -L. Peltier

6 -Penck

7 -Bruckner

7-Cryoturbation پدیده های ناشی از یخ بستن فصلی و ذوب آن در مناطق خیلی سرد

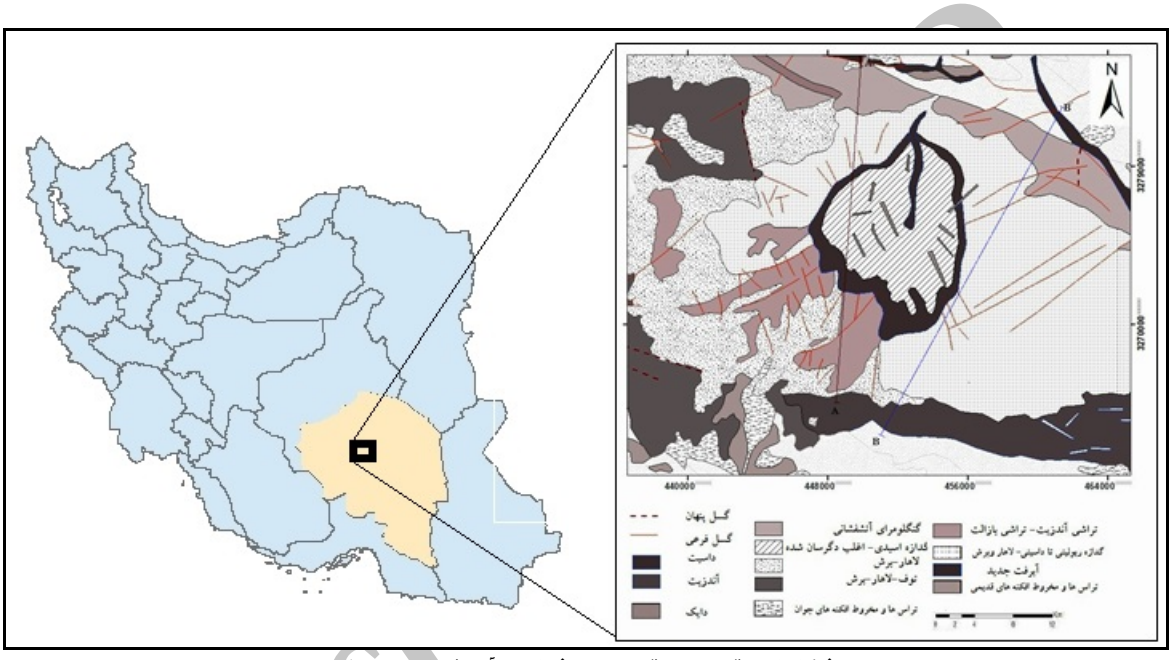
9 -Equilibrium Line Altitude

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه موردمطالعه

آتشفشان بیدخوان در بخش جنوب شرقی نوار آتشفشانی ایران مرکزی در استان کرمان واقع‌شده است. ساختمان آتشفشان بیدخوان به‌صورت تناوبی از مواد آذرآواری و گدازه است که با توجه به شکل عمومی مواد فورانی، به نظر می‌آید آتشفشان بیدخوان حاصل فوران‌های مکرر می‌باشد، به همین جهت می‌توان از آن به‌عنوان یک استراتوولکان نام برد(خلیلی و همکاران، ۲۰۰۸) بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آتشفشان بیدخوان در نقشه‌های بردسیر و چهار گنبد واقع‌شده است. طبق نقشه‌های فوق ترکیب این مجموعه آتشفشانی عمدتاً آندزیتی و داسیتی همراه با لاهارهای عظیمی در دامنه است(خلیلی مبرهن، ۱۳۹۰).



شکل۱: موقعیت و نقشه زمین‌شناسی آتشفشان بیدخوان

ترکیب کلی سنگ‌شناسی و مواد فورانی بیدخوان با توجه به نقشه زمین‌شناسی(شکل۱) ۱:۱۰۰۰۰۰ چهار گنبد و بردسیر به شرح زیر می‌باشد:

– گدازه‌های اسیدی و برش که اکثراً دگرسان شده‌اند– توف برش اسیدی، آگلومریت و لاپیلی توف – کنگلومرا با قلوه‌سنگ‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی– لاهار و برش–گدازه ریوداسیتی تا آندزیتی ، لاهار و برش– خاکستر آتشفشان، لاهار و برش و) تراس ها و آبرفت‌های کواترنر(Q)، این محصولات در بخش‌های شمال، شمال شرق، شرق و کمی در جنوب آتشفشان بیدخوان رخنمون دارند. این بخش عمدتاً شامل انواع پادگانه‌های قدیمی و جوان و آبرفت‌ها می‌باشد.

با توجه به رابطه‌ی همبستگی میان عناصر، دما، بارش و ارتفاع، دما و بارش کنونی منطقه محاسبه شد. به‌وسیله‌ی نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی ، بازدیدهای میدانی، موقعیت تعداد ۳۲ سیرک در منطقه شناسایی شد. از میان روش‌های پنج‌گانه پورتر(پورتر، ۲۰۰۱، ۱۰۶۸) برای بازسازی خطّ تعادل برف و یخ گذشته، روش ارتفاع کف سیرک[1] برای برآورد حد برف مرز آخرین دوره یخچالی استفاده‌شده است. هنگامی‌که یخچال فقط سیرک را انباشته می‌کند، ELA، ثابت و پایدار، بالاتر از میانگین ارتفاع کف سیرک قرار نمی‌گیرد. بنابراین، ارتفاع کف سیرک می‌تواند بیانگر

[1] Cirque-Floor altitude

www.SID.ir

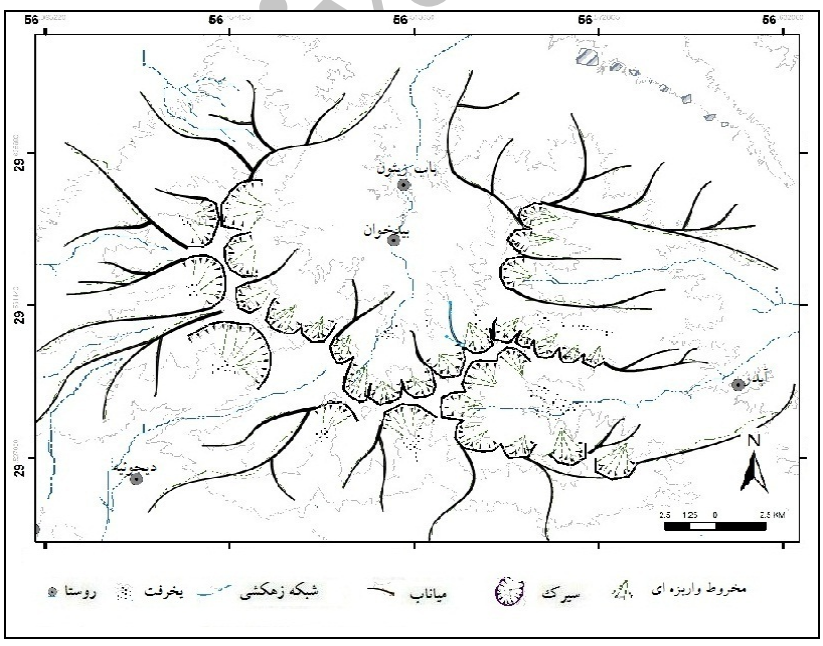
ارتفاع خط تعادل‌های پیشین باشد. استفاده از این روش موقعی منطقی خواهد بود که یخچال‌های پلئیستوسن در آستانه سیرک‌ها خاتمه یافته‌اند، در چنین مواردی، هنگامی‌که برف‌مرزها در پایان دوره پلئیستوسن، به بالاتر از سطح سیرک جابه‌جا شده‌اند یخچال‌های سیرکی از بین رفته‌اند، یعنی اینکه موقعیت دقیق افت ELA، را نمی‌توان به‌طور مستقیم محاسبه کرد (پورتر، ۲۰۰۱، ۱۰۶۸).

با استفاده از نرم‌افزارGIS و داده‌های به‌دست‌آمده، ارتفاع برف مرز زمان حال در منطقه نیز محاسبه شد . همچنین مناطق مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک کنونی و کواترنری منطقه بر اساس میانگین دما و بارش سالانه و شواهد ژئومورفولوژیکی تقسیم‌بندی می‌شوند .

بحث و نتایج

بازسازی ارتفاع برف مرز دیرین در کوهستان بیدخوان

با استفاده از عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، موقعیت ۳۲ سیرک یخچالی در منطقه شناسایی (شکل ۳) و اطلاعات آن‌ها در جدول ۱ وارد شد. پایین‌ترین سیرک‌های منطقه در ارتفاع ۲۹۰۰ متری و در جهت شمال شرق و بالاترین سیرک منطقه در ارتفاع۳۳۰۰ قرار دارد. بر اساس نظر پورتر، هنگامی‌که یخچالی فقط سیرک را پر می‌کند(ELA) برف مرز دائمی آن معمولاً خیلی بالاتر از میانگین ارتفاع کف سیرک(CF) نمی‌باشد. بنابراین روش ارتفاع کف سیرک (مناسب برای تعیین ارتفاع) خط‌های تعادل گذشته است (پورتر، ۲۰۰۱، ۱۰۶۸) بر اساس روش ارتفاع کف سیرک برای برآورد حد برف مرز، خطّ برف مرز باقی‌مانده در منطقه، ارتفاع ۳۱۶۶.۶۳ متری را نشان می‌دهد(جدول۱).



شکل ۲: موقعیت سیرک‌های یخچالی در کوهستان بیدخوان

www.SID.ir

جدول۱ .توزیع فراوانی سیرک‌های یخچالی در کوهستان بیدخوان

جهت سیرک‌ها	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق
ارتفاع سیرک (متر)	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۷۰	۳۰۰۰	۲۹۰۰		
	۳۳۰۰	۳۳۰۰	۳۱۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰		
		۳۳۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰		
			۳۱۰۰	۳۳۰۰	۳۱۵۰	۳۰۰۰		
				۳۳۰۰	۳۱۵۰	۳۰۰۰		
					۳۲۰۰	۳۱۰۰		
					۳۲۰۰	۳۱۰۰		
					۳۳۰۰	۳۱۰۰		
						۳۲۰۰		
						۳۳۰۰		
	۳۲۰۰	۳۲۳۳.۳۳	۳۱۲۵	۳۲۳۴	۳۱۳۷.۵	۳۰۷۰	–	–
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

– مناطق مورفوکلیماتیک و سیستم‌های فرسایش کنونی کوهستان بیدخوان

به‌منظور بررسی مناطق مورفوکلیماتیک کنونی، از داده‌های بارش و دمای سالانه ایستگاه‌های سینوپتیک بافت و سیرجان در نزدیک به کوهستان بیدخوان استفاده شد. بر اساس محاسبه گرادیان همبستگی دما و ارتفاع(معادله۱) و میانگین دمای زمستان و ارتفاع (معادله۲) و بارش و ارتفاع(معادله۳) نقشه‌های دمای کنونی(شکل۳) دمای زمستان کنونی(شکل۴)،بارش(شکل۵)ترسیم گردید.

سطوح ارتفاعی مناطق مورفوکلیماتیک بر اساس میانگین دمای سالانه و میانگین بارش سالانه، و شواهد ژئومورفولوژیکی ترسیم گردید. بر این اساس در مناطق مرتفع (ارتفاع بالای ۳۱۶۶متر) منطقه با میانگین دمای سالانه کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد(۱۰–۷/۵) و میانگین بارش سالانه ۴۷۰–۶۰۰ میلی‌متر شرایط مورفوکلیماتیک معتدل(با تأثیر فصول) غلبه دارد. در این منطقه هوازدگی مکانیکی و شیمیایی حداقل تا متوسط و جابه‌جایی و تخریب توده‌ای مواد در حد متوسط می‌باشد، ولی فعالیت فصلی دارای اهمیت است. عمل یخبندان زیاد و اثر باد متوسط می‌باشد.

در ارتفاعات کمتر از ۳۱۶۶ متر(طبقه ارتفاعی۳۱۶۶– ۲۵۰۰متر) با میانگین دمای بالای ۱۰ درجه و میانگین بارش ۴۷۰–۲۴۰ میلی‌متر، مورفوکلیمای نیمه‌خشک غلبه دارد. در این منطقه اثر تخریب یخچالی و هوازدگی مکانیکی حداقل و جابه‌جایی توده‌ای مواد کم و غیرمتداول است، ولی فرایندهای جریانی در آن به حداکثر می‌رسد و گاهی سیل‌های اتفاقی

Archive of SID

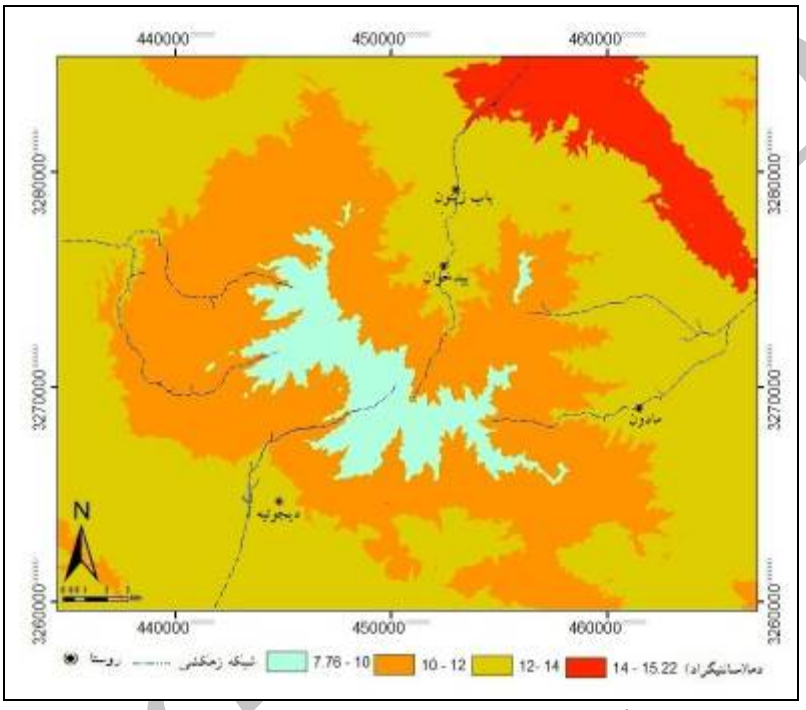
www.SID.ir

با ایجاد دره‌ها و فرسایش زیاد ظاهر می‌شود. با افزایش دما و کاهش بارش در دشت‌های اطراف کوهستان بیدخوان شرایط خشک حاکم می‌باشد.

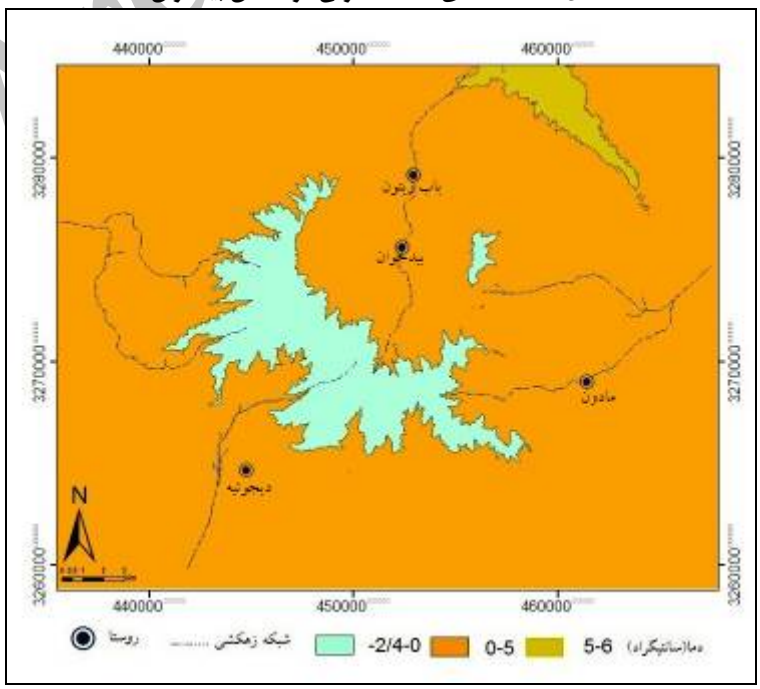
معادله گرادیان دما ۱ $y=25.34-0.0046h$

معادله گرادیان دمای زمستان ۲ $y= 0.0052h+ 17,466$

معادله گرادیان بارش۳ $y= 0.1924h- 193.2$

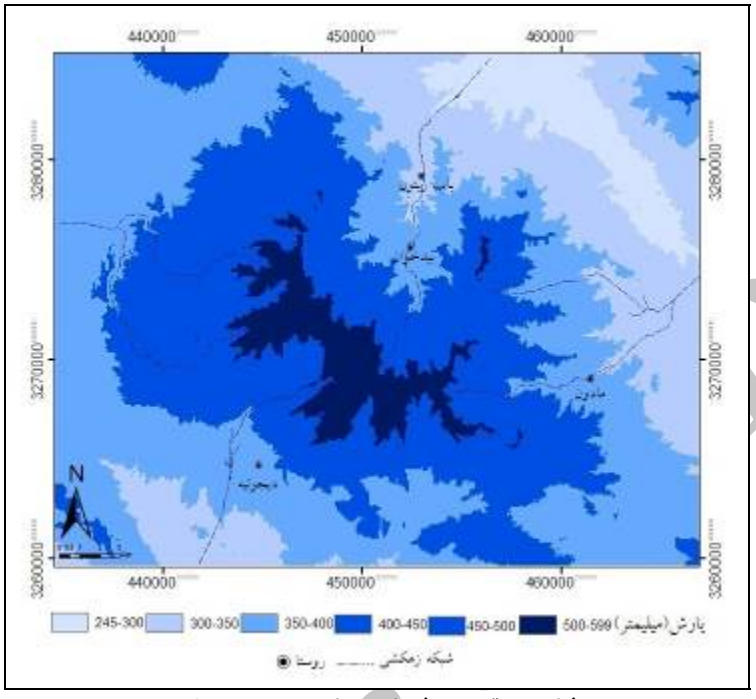


شکل۳: نقشه دمای سالانه کنونی کوهستان بیدخوان



www.SID.ir

شکل٤: نقشه دمای زمستان کوهستان بیدخوان

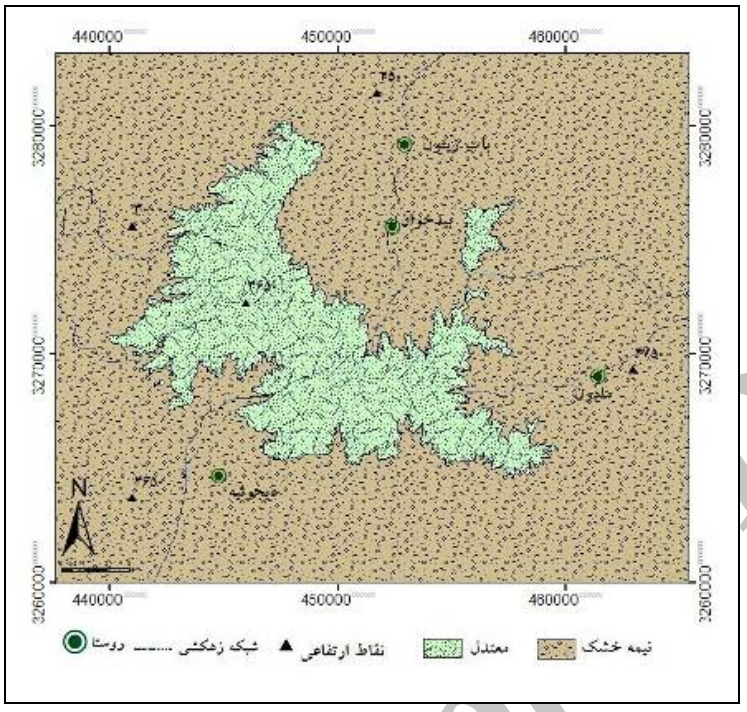


شکل٥: نقشه بارش کنونی کوهستان بیدخوان

بر اساس گرادیان ارتفاعی دما در منطقه، خط هم‌دمای صفر درجه، در ارتفاع۵۵۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد (حدود ۲۳۰۰ متر بیشتر از ارتفاع برف مرز وورم) که در منطقه موردمطالعه با توجه به سطوح ارتفاعی در شرایط کنونی هیچ یخچالی تشکیل نمی‌شود. اگرچه ممکن است در برخی مناطق این کوهستان‌ها در طی چندین سال در محل سیرک‌ها به‌صورت جزئی برف‌چال‌های کوچکی ایجاد شود. در شرایط اقلیمی کنونی بر اساس گرادیان دما و مشاهدات میدانی، از ارتفاع ۳۲۰۰ متر به بالا در منطقه با توجه به ماندگاری برف در حدود ۴ ماه، آذر ، دی، بهمن و اسفند و دماهای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد، در منطقه عامل اصلی فرسایش تخریب مکانیکی ناشی از یخبندان می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل٦: مناطق موفوکلیماتیک کنونی کوهستان بیدخوان

جدول۲: حدود مناطق موفوکلیماتیک کنونی کوهستان بیدخوان

منطقه‌مورفوکلیماتیک	حدارتفاعی(متر)	بارش(میلی‌متر)	دمای میانگین سالانه (درجه سانتی‌گراد)
معتدل	بیشتر از۳۱۵۰	۶۰۳- ۴۳۰	۷/۸ -۱۰/۷
نیمه‌خشک	کمتر از ۳۱۵۰	۴۳۰- ۲۴۳	۱۰/۷ - ۱۵

مناطق مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک آخرین دوره یخچالی کوهستان بیدخوان

بر اساس ارتفاع برف مرز منطقه (دمای صفر درجه برای ارتفاع ۳۱۶۶متری) دمای گذشته برای ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه بر اساس رابطه همبستگی بین دما و ارتفاع محاسبه و پس از محاسبه گرادیان خطی بین دمای دوره وورم و ارتفاع ، نقشه دما گذشته ترسیم گردید. بر اساس گرادیان همبستگی دما و بارش بر اساس دمای گذشته بارش گذشته نیز بازسازی گردید.

معادله ۴ رگرسیون دمای گذشته $Y=-0/006h + 16/6$ $R2=920$

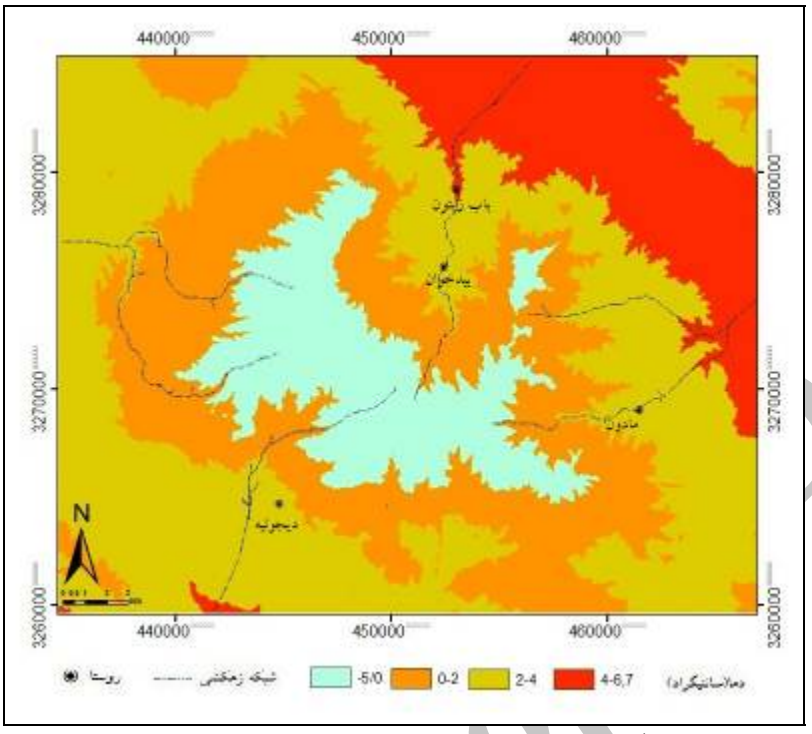
رگرسیون دما و بارش معادله۵ $Y= - 32/12T + 416/5$ $R2=1$

جدول ۳: محاسبه میانگین سالانه دما و بارش دوره وورم در ایستگاه‌های سیرجان و بافت

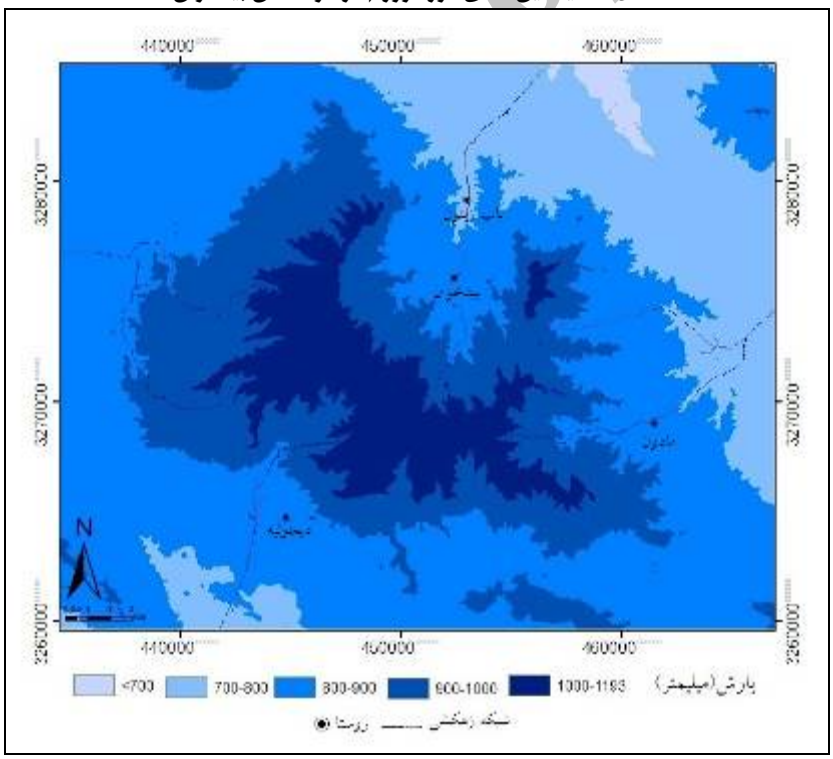
ایستگاه	ارتفاع	بارش وورم	بارش کنونی	دمای وورم	دمای کنونی
سیرجان	1739.4	۴۵۱	141.5	9.98	16.92
بافت	2280	۶۲۲/۶	261.6	6.2	14.27

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۷: میانگین دمای دوره وورم در کوهستان بیدخوان



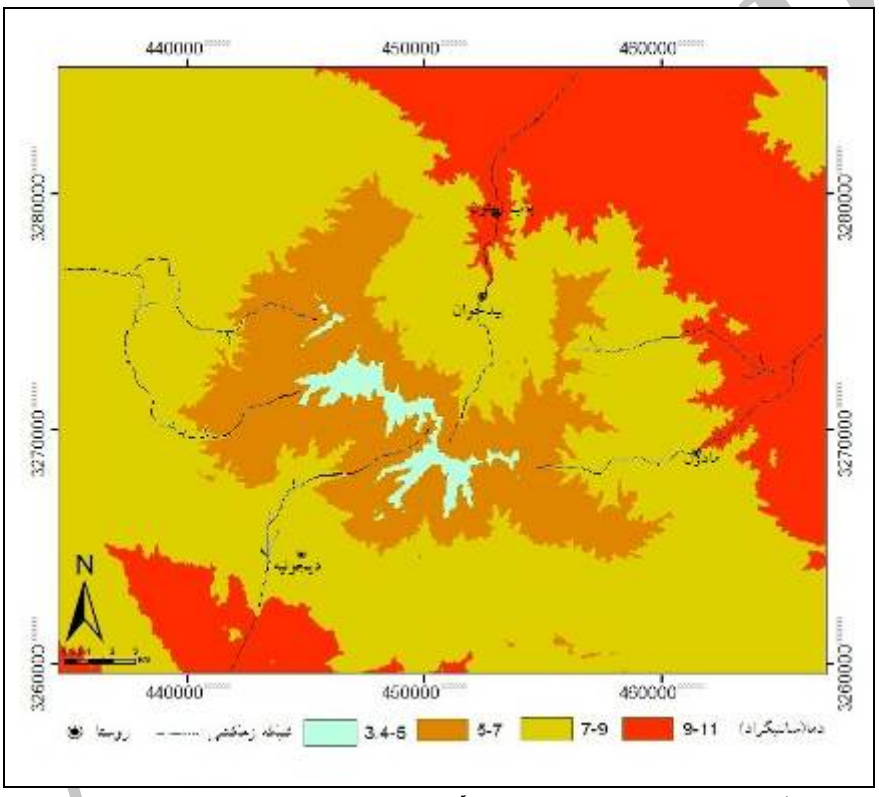
شکل ۸: میانگین بارش دوره وورم در کوهستان بیدخوان

برای ترسیم نقشه هم‌دمای منطقه در دوره گرم‌ترین ماه دوره سرد کواترنر، متوسط دمای سالانه برای کف سیرک‌های یخچالی ۴ تا ۶ درجه سانتی‌گراد برای تیرماه در نظر گرفته می‌شود(پدرامی، ۱۳۶۱، ص۴۷). طبق نظر پدرامی درباره دمای تابستان (که باید حداکثر ۶ درجه سانتی‌گراد در کف سیرک باشد). بر این اساس دمای میانگین

www.SID.ir

ماه‌های اردیبهشت تا شهریور به‌عنوان فصل ذوب (طبق مطالعات: سوین[۱] و همکاران، ۲۰۰۳ در بازسازی خط تعادل یخچالی گذشته)در نظر گرفته‌شده است و دمای میانگین فصل ذوب هر ایستگاه با در نظر گرفتن حداکثر کاهش دمای محاسبه‌شده در آخرین دوره یخچالی (۱۲ درجه سانتی‌گراد)(طبق مطالعات: رایت، ۱۹۸۳ در جنوب غربی اشترانکوه ، رایت، ۱۹۹۶ در مطالعه تغییرات اقلیم جهان بعد از آخرین دوره یخچالی- مهرشاهی و بقائی،۱۳۹۱ در حوضه فخرآباد یزد)، رگرسیون گرادیان دما و ارتفاع فصل ذوب گذشته محاسبه گردید. با این روش دمای فصل ذوب در کف سیرک‌ها در بیدخوان ۶/۷ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید.

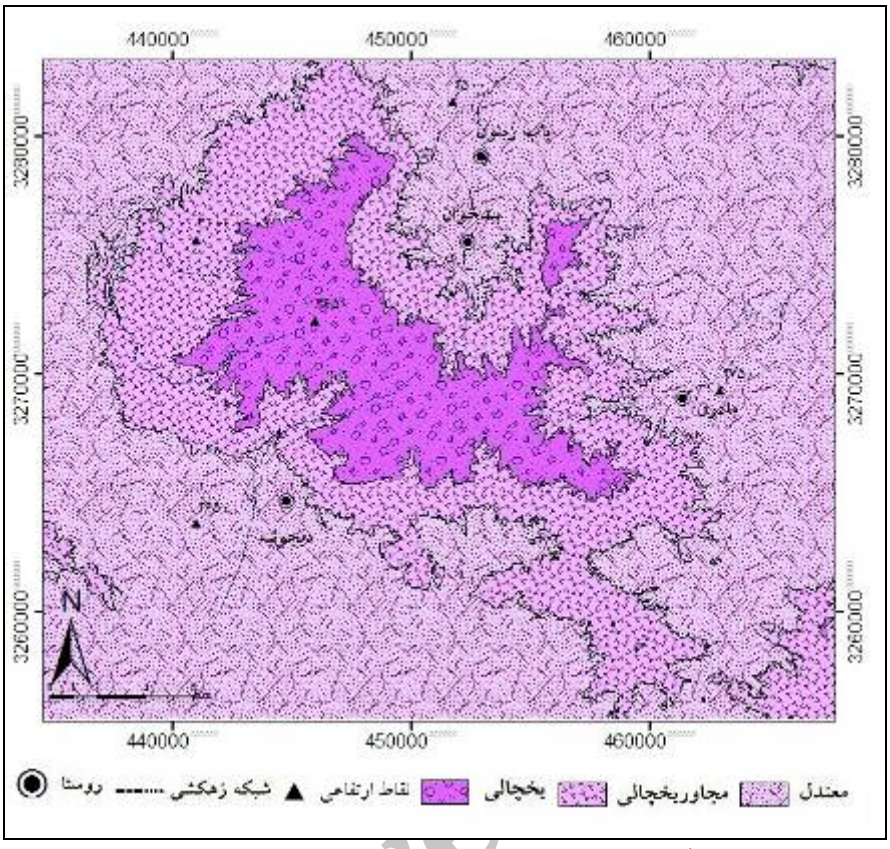
رگرسیون فصل ذوب (اردیبهشت تا شهریور) معادله ۶ $Y=-0/0049\ T+22/194$



شکل ۹: دمای میانگین فصل ذوب آخرین دوره یخبندان در کوهستان بیدخوان

[۱] Svein etal, 2003

www.SID.ir



شکل ۱۰: مناطق موفوکلیماتیک وورم کوهستان بیدخوان

لندفرم‌های باقیمانده در منطقه،که شامل سیرک‌های یخچالی، دره‌های یخچالی، و یخرفت‌هاست (شکل۱۱ نمونه یخرفت ها و دیواره بین دو سیرک)؛ گویای حاکمیت مورفودینامیک یخچالی در منطقه موردمطالعه است. بر اساس ۵ منطقه مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک(بوبک،۱۹۶۳) مناطق با میانگین دمای تابستان کمتر از ۶/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالانه کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد ارتفاعات بالای ۳۱۶۶ متر در منطقه می‌باشد که تحت تأثیر مورفوکلیماتیک یخچالی بوده‌اند. در (جدول۴) حدود ارتفاعی مورفوکلیماتیک کوهستان بیدخوان آورده شده است.

شکل۱۱: یخرفت ها و ستیغ بین دو سیرک یخچالی در بیدخوان

متوسط سالانه دما در حال حاضر در ارتفاعات ۳۱۶۶ متر حدود ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد است. برای اینکه در این ارتفاع یخچالی درگذشته تشکیل‌شده باشد، دمای وورم باید حدود ۱۱ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از امروز بوده باشد. در سطوح ارتفاعی ۳۱۶۶-۲۹۰۰متر سیستم فرسایش مجاور یخچالی می‌باشد. یخ شکافتگی و جابه‌جایی مواد درنتیجه یخبندان و ذوب یخ در این منطقه بر سایر فرایندها غلبه دارد. در این منطقه هوازدگی مکانیکی به‌ویژه سایش

Archive
www.SID.ir

برفی(نیواسیون) حداکثر است. در دوره وورم بیش‌تر پهنه‌های محدوده موردمطالعه تحت حاکمیت هوازدگی مکانیکی متوسط تا شدید قرار داشته‌اند و فعالیت هوازدگی شیمیایی در حداقل بوده است. لندفرم‌های باقی‌مانده در منطقه که شامل شیب‌های واریزه‌ای و مخروط‌های واریزه‌ای و تالوس می‌باشد؛ شاهدی از توسعه فرسایش مجاور یخچالی می‌باشد. در محدوده‌هایی که درگذشته فرایندهای شیمیایی ضعیف حاکم بوده و در شرایط کنونی تحت سلطه هوازدگی شیمیایی ضعیف تا متوسط قرار دارد؛ پوشش‌های کم‌عمقی از خاک تکامل نیافته فراهم آمده است. همچنین، بخش عمده‌ای از حرکات دامنه‌ای که در منطقه اتفاق می‌افتند، بر بستری از مواد به‌شدت خورد شده ناشی از فرسایش مجاور یخچالی می‌باشد. ارتفاعات کمتر از ۲۹۰۰ متر منطقه که در آن عمل یخچال متوسط تا کم، همچنین هوازدگی مکانیکی و شیمیایی حداقل تا متوسط می‌باشد، تحت مورفوکلیمای معتدل می‌باشد.

جدول٤: حدود مناطق موفوکلیماتیک دوره وورم کوهستان بیدخوان(با در نظر گرفتن دمای فصل ذوب)

منطقه مورفوکلیماتیک	حدارتفاعی(متر)	دمای میانگین سالانه (درجه سانتی‌گراد)	دمای میانگین فصل گرم (درجه سانتی‌گراد)
یخچالی	۳۱۶۶ به بالا	۰ تا ۵-	۰ تا ۶/۷
مجاور یخچالی	۳۱۶-۲۹۰۰	۰ تا۲	۶/۷ تا ۸
معتدل	۲۹۰۰>	۲تا ۶/۷	۸ تا ۱۱/۵

نتیجه‌گیری

با استفاده از روش میانگین ارتفاع کف‌سیرک‌ها خطّ برف مرز وورم پسین در کوهستان بیدخوان در ارتفاع ۳۱۶۶ متری، و بر اساس فراوانی ۶۰ درصد سیرک‌ها در طبقه ارتفاع ۳۰۰۰-۳۱۰۰ متر می‌باشد. همچنین، اختلاف ارتفاع برف مرز گذشته در جبهه شمالی و جنوبی کوهستان بیدخوان حدود ۷۰ متر می‌باشد. با توجه به نقشه توپوگرافی منطقه، درنتیجه‌ی متوسط ارتفاع بیشتر در یال جنوبی، دریافت بارش در دامنه‌های جنوبی افزایش و قدرت فرسایش افزایش پیدا می‌کند درنتیجه یخچال‌ها قادرند تا ارتفاع پائین‌تری توسعه پیدا کنند.

بر اساس گرادیان ارتفاعی دما درکوهستان بیدخوان، خط همدمای صفر درجه، در ارتفاع۵۵۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد (حدود ۲۳۰۰ متر بیشتر از ارتفاع برف مرز وورم) بنابراین در این کوهستان با توجه به سطوح ارتفاعی در شرایط کنونی هیچ یخچالی تشکیل نمی‌شود.

متوسط سالانه دمای بیدخوان در حال حاضر در ارتفاع ۳۱۶۶ متر حدود ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد است. برای اینکه در این ارتفاع یخچالی درگذشته تشکیل‌شده باشد، دمای وورم باید حدود ۱۱ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از امروز بوده باشد. با توجه به اینکه کوهستان بیدخوان آتشفشانی می‌باشد، تشکیل لندفرم‌های یخچالی از ویژگی‌های لیتولوژیک آتشفشانی آن تأثیر پذیرفته است. یکسان نبودن مقاومت گدازه‌های آتشفشانی و مواد آذرآواری که در زیر آن‌ها قرار دارند بر نحوه عملکرد فرسایش در هر واحد چینه‌شناسی تأثیر گذاشته است، زیرا گدازه‌ها از مواد آذرآواری که اغلب دارای بافت درشت و جوش نخورده می‌باشند ، مقاومت بیشتری در مقابل فرسایش دارند.یکی از دلایل مهم تشکیل یخچال‌ها در این کوهستان، خصوصیت آتشفشانی و پوشش واریزه‌ای ضخیم در سطح یخچال‌ها بوده است. لایه‌های ضخیم واریزه باعث کاهش نرخ ذوب‌شده و با توجه به افزایش دما در فصل ذوب، باعث تشکیل یخچال‌ها شده است.

طبق بررسی‌های انجام‌شده در مطالعات میدانی، وجود سیرک‌های یخچالی، یخرفت‌ها در ارتفاعات مختلف کوهستان موردمطالعه، شاهدی بر مورفوکلیمای یخچالی در آخرین دوره یخچالی می‌باشد. ازآنجایی‌که شرایط اقلیم کنونی حاکم بر

Archive of SID

www.SID.ir

این مناطق نمی‌تواند منجر به چنین اشکالی گردد، با توجه به تطابق یافته‌های این تحقیق با مطالعات محققان دیگر در مناطق مختلف ایران به‌ویژه در عرض‌های جغرافیایی نزدیک به محدوده موردمطالعه(رامشت و کاظمی،۱۳۸۶ در اقلید فارس- رامشت و پوردهقان،۱۳۸۷ در دهبکری بم، رامشت و دیگران ، ۱۳۹۰در حوضه تیگرانی ماهان و ....) تأثیر دوره‌های سرد گذشته به‌صورت مورفودینامیک یخچالی و مجاور یخچالی در منطقه غیرقابل‌انکار می‌باشد. در بیش‌تر مطالعات که در مناطق مرکزی ایران توسط محققان دیگر صورت گرفته است، تأثیر دورهای یخبندان کواترنری در ارتفاعات ایران مرکزی اثبات‌شده است.اگر بر اساس حاکمیت دوره‌های سرد و خشک در طول کواترنر در منطقه بخواهیم حدود گسترش یخچال‌ها و همچنین برف مرز گذشته را تفسیر کنیم؛ با توجه به ارتفاع برف مرز گذشته، میزان افت دما در طول وورم، باید حدود ۱۱ درجه سانتی‌گراد در بیدخوان باشد. مطالعات دیگری که در ایران مرکزی انجام‌شده است، شامل تحقیقات: (نعمت الهی، رامشت،۱۳۸۳، ۱۵۶)در دشت نمدان فارس(زاگرس) مرز برف این منطقه را ارتفاع ۲۸۰۰ متری محاسبه کردند. بر اساس مطالعه (رامشت و کاظمی،۱۳۸۶) در حوضه اقلید فارس، برف‌مرزگذشته در این منطقه در ارتفاع ۲۹۶۰ متری قرار داشته است. همچنین، (رامشت و پوردهقان ،۱۳۸۷)، معتقدند که سیرک بزرگ دهبکری بم یکی از بزرگ‌ترین سیرک‌های یخچالی ایران (۸۲ کیلومترمربع) در کواترنر است و ذخیره عظیم برف و ساختمان ویژه زمین‌شناسی، در ایجاد آن مؤثر بوده است، برف مرز این منطقه را در ارتفاع ۲۶۴۰ متری برآورد کردند. (مهرشاهی، ۱۳۸۹) در دره‌ی خضرآباد یزد ، شواهدی که از فعالیت‌های یخچالی در این دره تشخیص داده‌اند که عبارت‌اند از: مورن‌های کناره‌ای و میانی و سیرک‌های یخچالی اصلی و فرعی. سیرک اصلی در بالاترین قسمت دره در ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متری است. (رامشت و دیگران ،۱۳۹۰)، در حوضه تیگرانی ماهان (عرض جغرافیایی ۲۹/۵۰ تا ۳۰/۵) ارتفاع ۲۹۰۰ متری را برای برف مرز برآورد کردند.(رامشت و بقایی نیا،۱۳۹۰)، در دامنه‌های شمالی شیرکوه(عرض جغرافیایی ۳۰/۳۱تا ۳۱/۴۰) ارتفاع ۲۹۰۰ متری را برای برف مرز برآورد کردند، طبق تحقیقات ایشان دما بیش از ده درجه سانتی‌گراد در منطقه نسبت به امروز کاهش داشته است. ازاین‌رو در نوار کوهستانی بخش غربی ایران مرکزی که کوه بیدخوان از شاخص‌ترین بلندی‌های بخش مرکزی آن را تشکیل می‌دهند، مطالعات انجام‌شده بر روی برف مرزها ارتفاع حداقل ۲۵۰۰ متر در دره خضرآباد تا حداکثر ۳۱۶۶ متر در بیدخوان را نشان می‌دهد.

منابع

- پدرامی، منوچهر(۱۳۶۷)، سن مطلق کوارترنر، مجله دانشکده علوم؛ ج ۱۷ ، ش ۳ .
- جداری‌عیوضی، جمشید (۱۳۸۵)، کارائی مدل‌پلتیر در طبقه‌بندی مناطق یخچالی، طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران.
- خلیلی مبرهن، شهرام(۱۳۹۰)، آتشفشان شناسی،ژئوشیمی و پتروژنز آتشفشان بیدخوان واقع در جنوب بردسیر- استان کرمان، رساله‌ی دکترا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، ۲۶۵ ص.
- رامشت، محمدحسین؛ کاظمی، محمدمهدی (۱۳۸۶)، آثار یخچالی در حوضه اقلید فارس، رشد آموزش جغرافیا، دوره ۲۱، شماره ۴، صص۱۱-۳.
- 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.
- رامشت ، محمدحسین؛پوردهقان ، داوود(۱۳۸۷)، یخ در آتش: آثار یخچالی در منطقه بم،۱۴۴-۱۲۹
- زمانی، حمزه (۱۳۸۸)، شواهد و حدود گسترش یخچال‌های کواترنری در البرز مرکزی ، پایان‌نامه دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران. اساتید راهنما: یمانی، مجتبی، جداری‌عیوضی، جمشید.

Archive of SID

www.SID.ir

- هاگه دورن.ه. ۱۳۵۷. برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران، ترجمه احمد شمیرانی و ایرج مومنی.صص۱۳-۲۰.
- نعمت اللهی، فاطمه؛ رامشت، محمدحسین(۱۳۸۴)، آثار یخساری در ایران، مدرس علوم انسانی، دوره ۹، شماره ۴، صص ۱۶۲-۱۴۳.
- مهرشاهی، داریوش(۱۳۸۹)، یافته‌های علم شواهد فعالیت‌های یخچالی در ارتفاعاتی خارج از محدوده‌ی شیرکوه، رشد آموزش جغرافیا، دوره ۲۴، شماره ۹۱، صص ۱۱-۱۲.
- *Brooks, I. A.(1982). Geomorphological evidence for climatic change in Iran during the last 20000 Years. P. P. H. communities in the estern mediterranian rigion in later prehistoriyBritish Archeological Reports, International Series, I133(i and ii).*
- *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 Reference to and Zones: Rome, 1961, UNESCO, P. 403-413.*
- *Bobek, H. (1934). Reise in Nordwest Persien 1934 [Travel in northwest Persia 1934: Zeitschrift der Gesellschaft fur Erdkunde zu Berlin, Vols. 9/10, PP. 359-369.*
- *Budel, J. (1948). Das system der klimatischen geomorphologie, Verdandlungen Deutscher Geographentag, vol.27, PP.65-100.*
- *Chorley, Richard J, and Carson, Michael A. (1971). Introduction to Fluvial Geomorphology, New York, Routledge.*
- *Dimitrijevic, M.D. (1973). Geology of Kerman region: geological .survey of Iran, Rep.No yu/52,334P.*
- *Khalili, Sh., Viccaro, M., Cristofolini, R., Ahmadipour, H. (2008). Differentiation of high-K calcalkaline magmas at Mount Bidkhan volcano (Central Iranian Volcanic Belt), Geochemica and cosmochemica Acta. Special supplement, A467.*
- *Porter, Stephen C. (2001). Snowline depression in the tropics during the Last Glaciation, Quaternary Science Reviews, No. 20.*
- *Tricart, J., Cailleux, A.(1965). Introduction a la Gromorphologie Climatique. SEDES, Paris, 306P*

Archive of SID

www.SID.ir