

## شواهد ژئومورفولوژی یخچالی پلئستوسن در دامنه شمالی کوه خَشچال<sup>۱</sup> (البرز غربی)

دکتر جلیل الدین سرور

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

نیما فرید مجتهدی

کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی)، دانشگاه تهران

nima.mojtahedi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۹

### چکیده:

شناسائی و مطالعه میراث‌های ریخت‌شناسی، نقش اساسی در نمایش روند تغییرات آب و هوایی گذشته در یک مکان جغرافیایی دارد. در این پژوهش با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و شواهد میدانی (که بخش مهمی از تحقیق را در بر می‌گیرد)، شواهد ریخت‌شناسی یخچالی در دامنه شمالی کوه خَشچال شناسائی شد. اشکال شناسائی شده شامل، اشکال کاوشی مانند: سیرک‌های یخچالی، دره یخچالی و اشکال انباشتی، یخرفت‌های یخچالی می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد در طی دوران پلئستوسن آب‌وهوای در دامنه شمالی خَشچال، دارای دمای کمتر و احتمالاً بارش بیشتر نسبت به آب‌وهوای امروزی بوده است و فرایندهای فرسایشی و شکل‌زائی یخچالی در آن عمل نموده است. در حالیکه شواهد موجود نمایانگر آن است که امروزه با توجه به ارتفاع زیاد و شرایط بارش و دمای منطقه، فرآیندهای شکل‌زائی مجاور یخچالی (ذوب و یخبندان) بر منطقه حاکم است.

واژه‌های کلیدی: تغییر آب و هوا، شواهد ریخت‌شناسی، پلئستوسن، البرز غربی، کوه خَشچال.

<sup>۱</sup>. khashchal

## مقدمه

بیش از ۱/۲ سطح ایران به وسیله نهشته‌های کواترنر پوشیده شده است، اما شناخت کمی در ایران نسبت به آن وجود دارد (احمدی، ۱۳۸۵، ۳۲۱). همچنین شناخت مناطق کوهستانی، اشکال و فرایندهای شکل‌زائی در این مناطق، به عنوان نواحی که شروع بسیاری از فرایندهای سامانه‌های فرسایشی و شکل‌زائی از این محیط می‌باشد و تاثیر عمده‌ای که بر محیط پیرامونی خود دارند، از اهمیت بالایی برخوردار است. از سوی مطالعه، شناخت و درک تغییرات آب‌وهوایی گذشته هر محل از اهمیت علمی بالایی برخوردار بوده و به طور گسترده‌ای در جهان به این امر پرداخته می‌شود. یکی از این گونه مطالعات بررسی شواهد و پدیده‌های ریخت‌شناسی است که میراث اینگونه تغییرات آب‌وهوایی می‌باشد. این مطالعه حاصل سؤال و فرضیه‌ای است که در دو مقاله قبلی نیز به آن اشاره شد:<sup>۱</sup> « با توجه اینکه آثار یخچال‌های پلیستوسن در بخش‌هایی از رشته کوه‌های البرز و بویژه در کوه‌های تالش به اثبات رسیده است، این سؤال در ذهن متبادر می‌شود که با توجه به موقعیت و شرایط جغرافیایی تقریباً مشابه در سطح استان‌های گیلان و مازندران و بالاتر بودن ارتفاع قله البرز غربی نسبت به کوه‌های تالش از یک سو و از سوی دیگر عرض جغرافیایی بالاتر کوه‌های البرز غربی نسبت به کوه‌های کرمان و یزد آیا ممکن است آثار یخچال‌های کوهستانی پلیستوسن هم مرز و هم ردیف کوه‌های تالش در شرق گیلان و غرب مازندران وجود داشته باشد؟» (سرور و فریدمجتهدی؛ ۱۳۸۵). در مجموع دو مقاله قبلی به شناسایی ریخت‌شناسی یخچالی البرز غربی (در کوه‌های بُزاین و سیلان) پرداخته شد و این سومین مقاله از مجموع مقالاتی می‌باشد که حاصل سه سال مطالعه در مناطق کوهستانی در البرز غربی (شرق گیلان و غرب مازندران) در رابطه با شناسایی پدیده‌های یخچالی و مجاور یخچالی می‌باشد و در این بررسی به شواهد ریخت‌شناسی یخچالی در دامنه‌های شمالی کوه خشچال واقع در جنوب غربی شهر تنکابن پرداخته می‌شود. امید است این گونه مطالعات مقدمه‌ای برای شناخت بیشتر و منسجم‌تر دوران کواترنر ایران باشد. به نظر بوبک (۱۹۵۳)، یخچال‌های کوهستانی در ایران توسعه چندانی ندارند. با این حال وی اذعان نمود که لندفرم‌های یخچالی ایران در گذشته متعددتر و وسیعتر از زمان کنونی بوده و حتی توانسته‌اند به طور محلی و محدود ناهمواری‌های پیرامونی خود را متاثر سازند (زمردیان، ۱۳۸۱). در یک قرن اخیر مطالعاتی توسط محققان داخلی و خارجی در شناسایی شواهد یخچال‌های کوهستانی البرز و رشته غربی آن (تالش) صورت پذیرفته است. تا قبل از سال ۱۹۵۳ از یخچال‌های البرز، بویژه یخچال‌های علم کوه و تخت سلیمان گزارش‌های پراکنده‌ای توسط محققین انجام پذیرفته است. کاملترین مطالعات انجام گرفته متعلق به هانس بوبک (۱۹۵۵) و ژان درش (۱۹۵۵) می‌باشد. اولین نقشه‌های تهیه شده از یخچال‌های علم کوه و تخت سلیمان که در بسیاری از منابع مورد استفاده قرار گرفته، متعلق به این دو نفر است (یمانی، ۱۳۸۱، ص ۲، با کمی تغییر). اخیراً درباره یخچال‌های علم کوه توسط یمانی (۱۳۸۱) مطالعاتی صورت گرفته است که در آن حدود گسترش زبانه‌های یخچالی را در حال حاضر و در آخرین دوره یخچالی تعیین نموده است. وی با توجه به شواهد موجود، حد گسترش زبانه‌های یخچالی در آخرین

<sup>۱</sup> شواهد پدیده‌های یخچالی کوهستانی پلیستوسن در ارتفاعات بزاین و بزاکوه (شرق گیلان)، فصل‌نامه سرزمین، سال سوم، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۸۵، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.

شواهد ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی) یخچالی کواترنری در البرز غربی: دامنه شمالی کوه سیلان، جغرافیا و توسعه، سال هشتم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۸۹، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

دوره یخچالی گذشته (وورم) را روی دامنه شمالی، ارتفاع ۲۸۰۰ متری و گسترش زبانه‌های یخچالی دامنه جنوبی علم‌کوه را در ارتفاع ۳۰۰۰ تا ۳۱۰۰ متری شناسایی کرد (یمانی، ۱۳۸۱، ص ۱۶) و حداکثر پیشروی زبانه‌های یخچالی را در حال حاضر روی دامنه شمالی علم‌کوه، در ارتفاع ۳۷۰۰ متری و در دامنه جنوبی ارتفاع ۳۹۰۰ تا ۴۱۰۰ متری اعلام نمود. پدramی (۱۹۸۲) نیز از یک سیرک یخچالی کوچک در غرب روستای رودبارک سخن می‌گوید که در ارتفاع ۱۷۰۰ متری واقع شده است (زمردیان، ۱۳۸۱). در دامنه جنوبی البرز مطالعات از دامنه شمالی البرز جزئی‌تر می‌باشد. پدramی (۱۹۸۲) به آثار یک یخچال دره‌ای بزرگ در دره کرج، که ۹۰ کیلومتر طول داشته و تا محل کنونی شهر کرج ادامه یافته بود، اشاره نموده است (عیوضی، ۱۳۷۴). برخی از محققین نیز در مطالعات خود به تالش پرداخته‌اند، به عنوان نمونه، محمودی (محمودی، ۱۳۶۷، ص ۱۴) به یخچال‌های بزرگی که در مشرق قله بکروداغ وجود داشته و یخرفت‌های خود را در دره گرکانرود تا حوالی ارتفاع ۹۰۰ متری منتقل نموده‌اند، اشاره دارد. به عقیده محمودی (۱۳۷۴، ص ۷۷ و ۷۸) اگر آثار دخالت پدیده‌های یخچالی تالش را ملاک قرار دهیم، در کوهستان‌های گیلان در دوره‌های سرد، یخچال‌ها در ارتفاعی پائینتر از ۳۰۰۰ متر تشکیل می‌شدند. بر همین اساس با توجه به مشاهدات محلی که به وسیله وی در البرز غربی و تالش به عمل آمده، در دوره‌های سرد دوران چهارم قدیم، فرسایش یخچالی و مجاور یخچالی و آب‌های جاری و نفوذی بر حسب ارتفاع، از عوامل مسلط در دستکاری ناهمواری‌ها بوده‌اند. به نظر وی به احتمال زیاد مرز پائین سیرک‌های یخچالی در ارتفاعی ۲۶۰۰-۲۷۰۰ متری و مرز پائین تخریب بر اثر یخبندان و ذوب یخ حدود ۱۰۰۰ متری قرار داشته‌اند (محمودی، ۱۳۷۵). با توجه به مرز برف‌های دائمی در دوره‌های سرد دوران چهارم، بیشتر این کوهستان‌ها دارای یخچال محلی بوده‌اند. عیوضی (۱۳۷۴) نیز معتقد است که در دره ماسوله، یک یخچال دره‌ای مهم وجود داشته که یخرفت‌های آن در وورم اخیر تا ارتفاع ۴۰۰ متری پائین آمده بود. جدیدترین مطالعه در ارتفاعات تالش مربوط به طاحونی (۱۳۸۳) می‌باشد. در البرز غربی و شرق گیلان سرور و فریدمجتهدی برای نخستین بار شواهد ریخت‌شناسی یخچال‌های پلیستوسن در کوه‌های بُزاین (۱۳۸۵) و سیالان (۱۳۸۷) را طی دو مقاله مجزا معرفی نمودند.

### منطقه مورد پژوهش

منطقه مورد پژوهش دامنه شمالی و شمال غربی کوه خشچال را شامل می‌شود، که جزء دیواره اصلی البرز با جهت شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد. این کوه در مرز دو استان مازندران و قزوین و در جنوب شهرهای رامسر و رحیم‌آباد و جنوب روستاهای لج و میج قرار گرفته است. بلندترین کوه خشچال به ارتفاع ۳۹۱۷ متر یکی از قله مرتفع البرز غربی است. این توده کوهستانی مرز تقسیم آب بین حوضه‌های اوان<sup>۱</sup> و خشچال (زیر حوضه‌های الموت رود<sup>۲</sup>) و رودخانه‌های دوروال<sup>۳</sup> و نوشا<sup>۴</sup> به ترتیب زیر حوضه‌های رودخانه‌های پل رود<sup>۵</sup> و دوهزار<sup>۶</sup> است. دو خط‌الراس که از قله خشچال انشعاب یافته، یک خط‌الراس با جهت شمال غربی شامل قله‌های غریبه گور،

1. ovān

2. alæmut-rud

3. durvāl

4. nušā

5. polrud

6. dohezār

سُرَاش<sup>۱</sup>، هفتِ خانِی<sup>۲</sup> و شمبل<sup>۳</sup> که تا روستای میج<sup>۴</sup> امتداد یافته و خط الراس دیگر با جهتی شرقی-شمالی (شامل کوه‌های پلهم‌دشت<sup>۵</sup> و کوه بلور<sup>۶</sup>)، که به طور نسبی منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل، ۱).

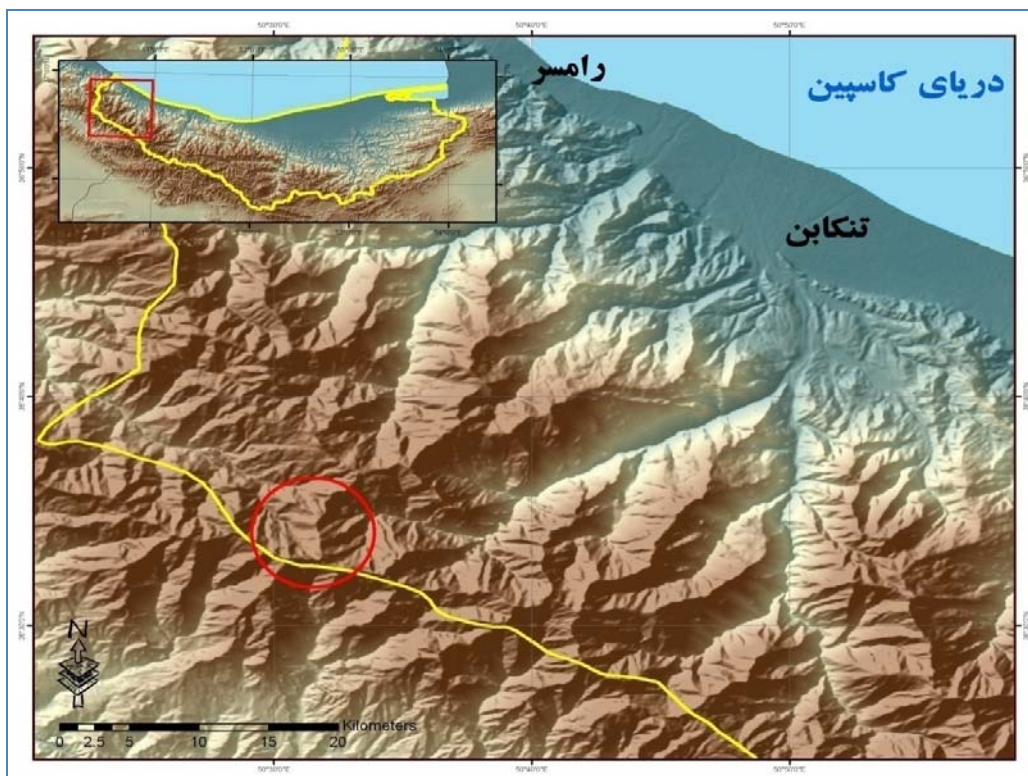
### مواد و روش پژوهش

این پژوهش عمدتاً بر اساس روش‌های میدانی و پیمایش زمینی انجام گرفته است. ابزار و اسناد مطالعات شامل: عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ قزوین-رشت، ۱:۵۰۰۰۰ لاکتراشان، هیر و گازورخان و ۱:۲۵۰۰۰ تارولات، میج و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جواهرده، رامسر و قزوین است. و تحلیل آن بر پایه استدلال قیاسی استقرایی انجام گرفته است. برای برداشت اطلاعات از دستگاه GPS و برای نمایش داده‌ها از نرم افزار ArcGIS 9.2 استفاده شد. بعد از مطالعه منابع مکتوب مرتبط با موضوع پژوهش (و حصول اطمینان از عدم مطالعه آثار ریخت‌شناسی یخچالی کوه خَشچال) مراحل پژوهش آغاز شد. اردیبهشت ماه در اولین سفر به منطقه، راه‌های دسترسی، مسیرهای صعود و موقعیت جغرافیائی و زمین‌شناسی منطقه شناسایی شد. در مرحله بعدی با تهیه نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی محدوده پژوهش مراحل مقدماتی مطالعه آغاز گشت. در مرحله اصلی پژوهش در شهریور ماه گروه مطالعاتی در سفری که به منطقه داشت، ضمن صعود به قله خَشچال به شناسایی شواهد ریخت‌شناسی یخچالی در سطح زمین پرداختند. این پیمایش ظرف مدت سه روز صورت گرفت. ابتدا از روستای میج در امتداد خط القعر رودخانه دوروال (پل رود) تا قله خَشچال مورد پیمایش قرار گرفت، در روز دوم به مطالعه ویژگی سیرک‌های یخچالی دامنه شمالی خَشچال پرداخته و در انتها با حرکت از روی خط‌الرأس شمالی خَشچال به سوی کوه‌های پلهم‌دشت و بلور تا روستای میج، پدیده‌های ریخت‌شناسی حوضه رودخانه‌های دوروال و پلهم‌دشت (پل رود) شناسایی شد. در پایان با تلفیق داده‌های حاصل از پیمایش زمینی با یافته‌های نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و عکس‌های هوایی، نقشه ریخت‌شناسی دامنه شمالی کوه خَشچال تهیه گردید.

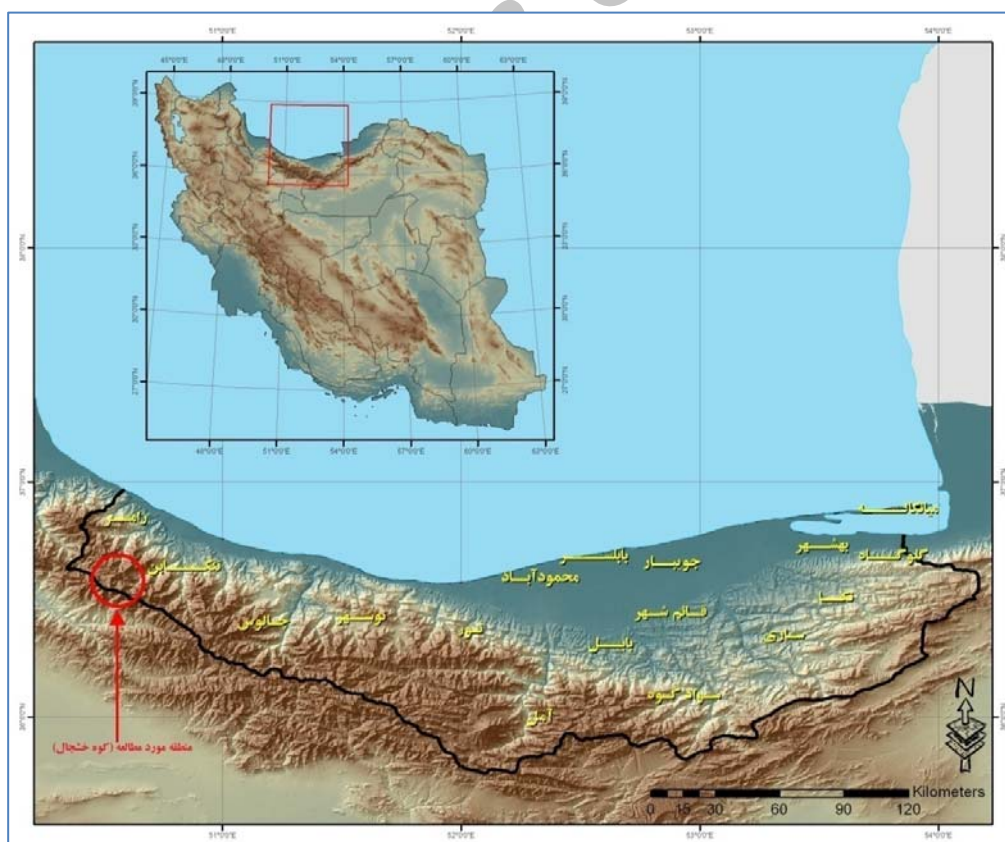
### توپوگرافی

کم ارتفاع‌ترین نقطه ارتفاعی منطقه مورد پژوهش دره رودخانه پل‌رود (دو راهی روستاهای "لج<sup>۷</sup>" و "میج<sup>۸</sup>") با ارتفاع ۲۲۰۰ متر است. چون منطقه مورد پژوهش شامل دو حوضه رودخانه دوروال و پلهم‌دشت از سرشاخه و اولین زیر حوضه‌های رودخانه پل‌رود می‌باشند، بنابراین به طرف شرق، غرب و جنوب روستاهای مورد اشاره، خط‌الرأس‌های منطقه ظاهر می‌گردد. تمامی قلل و نقاط ارتفاعی بیش از ۲۵۰۰ متر ارتفاع دارند. بیشترین ارتفاع مربوط به قله خَشچال با ارتفاع ۳۹۱۷ متر است. از قله خَشچال ۲ خط الراس امتداد یافته که مرز میان رودخانه‌های دوروال و پلهم‌دشت است.

1. SOURASH  
2. HAFT E KHANI  
3. SHAMBAL  
4. MIJ  
5. pala:m-dašt  
6. bulur  
7. læj  
8. mij

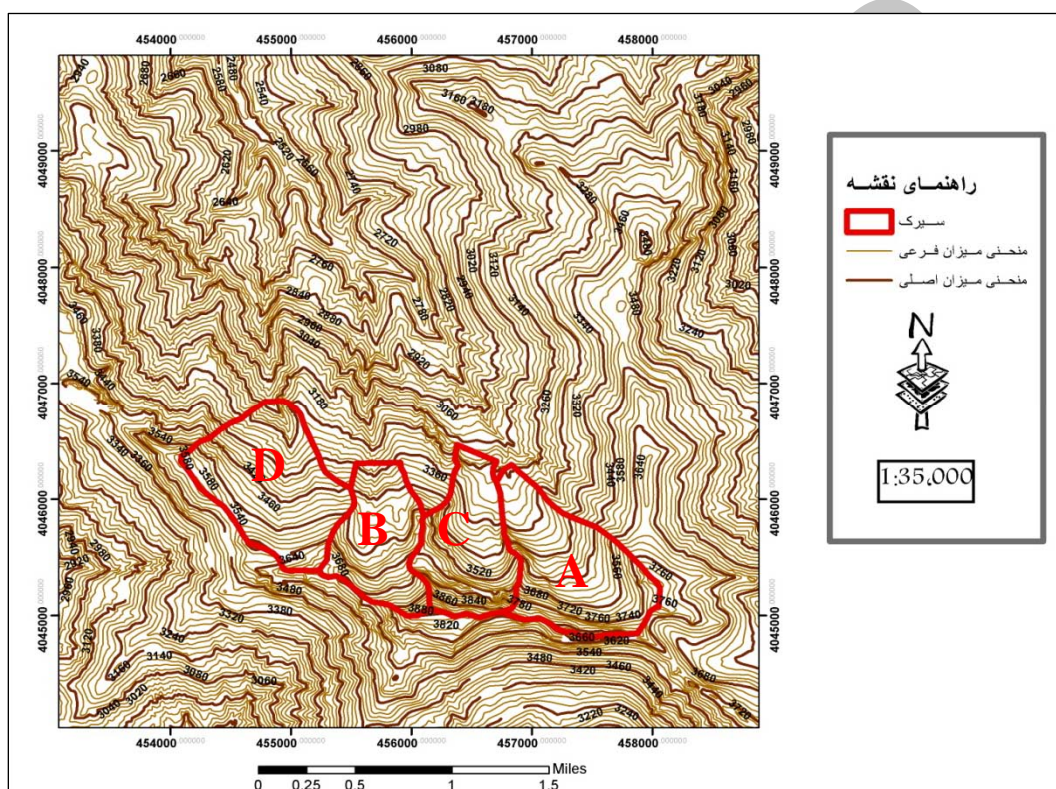


شکل شماره ۱. موقعیت منطقه مورد پژوهش و کوه خشچال در مرز استان‌های مازندران و قزوین



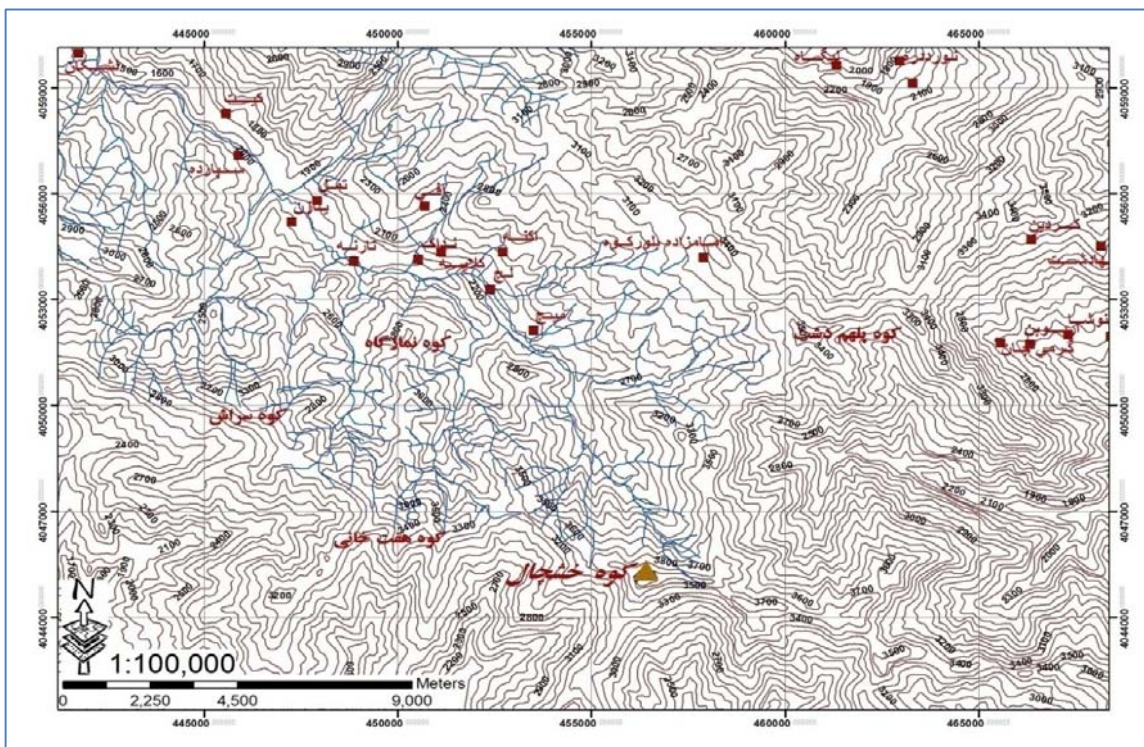
شکل شماره ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه در مازندران و جنوب شهر تنکابن

اولین خط‌الراس شمال‌غربی است. که نقاط ارتفاعی آن به ترتیب عبارتند از کوه غریبه گور<sup>۱</sup> ۳۶۷۵، پیاز چاک<sup>۲</sup> ۳۴۳۳، زرد<sup>۳</sup> ۳۴۹۹، شمبل<sup>۴</sup> ۲۹۳۳، کوه تالاسر<sup>۵</sup> ۲۳۹۴ متر، که حوضه رودخانه‌های خشچال و اردی<sup>۶</sup> از سرشاخه‌های رودخانه اوان زیر حوضه رودخانه الموت (حوضه شاهرود) را از رودخانه پل رود جدا می‌کنند. خط‌الراس بعدی با جهت جنوبی-شمالی تا کوه پلهم‌دشت (به ارتفاع ۳۵۲۴ متر) کشیده شده و از این قله دو شاخه یکی با جهت شمال‌غربی کوه اسبه‌بنه<sup>۷</sup> را شامل می‌شود که مرز تقسیم آب بین حوضه دوروال زیر شاخه پل‌رود با حوضه نوشا زیر حوضه رودخانه دوهزار است و شاخه دیگر با جهت شمال شرقی تا کوه بلور به ارتفاع ۳۴۳۱ متر امتداد یافته و مرز بین رودخانه‌های پلهم‌دشت و پیلارتبار<sup>۸</sup> (حوضه پل‌رود) با لگارود<sup>۹</sup> و رودخانه لاکتراشان<sup>۱۰</sup> (حوضه چالکرود) می‌باشد.

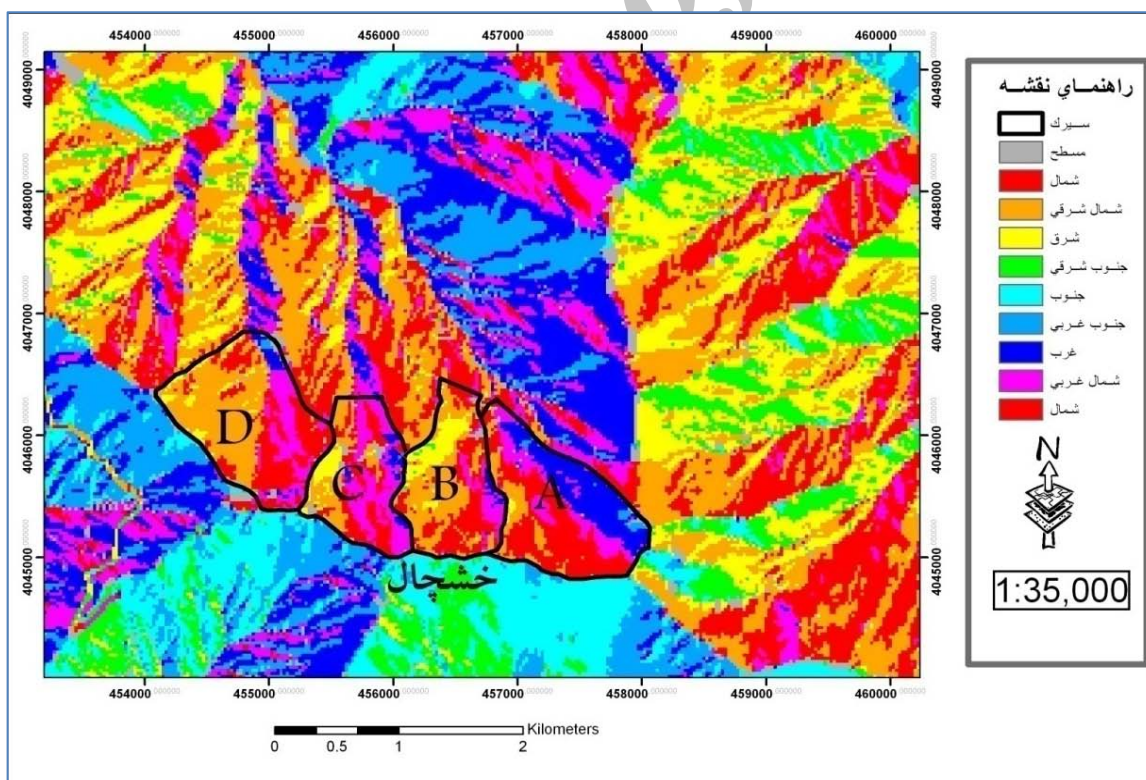


شکل شماره ۳. توپوگرافی منطقه مورد پژوهش

1. Qaribeh ghoor
2. Piazh kash
3. zard
4. Shambel
5. Talasar
6. Urdi
7. Asbeh Boneh
8. Pilar tabar
9. Laghah rud
10. Laktarashan



شکل شماره ۴. توپوگرافی منطقه مورد پژوهش



شکل شماره ۵. نقشه جهت شیب کوه خشیال

ساختمان زمین‌ساختی کوه خشچال و چین‌شناسی منطقه مورد پژوهش: راستای عمومی ساختمان‌های زمین‌شناسی منطقه، شمال‌غربی-جنوب‌شرقی است. این ساختمان‌ها بوسیله انبوهی از گسل‌هایی که عمدتاً از نوع راندگی هستند، بوجود آمده‌اند. چین‌خوردگی‌ها منطقه عمدتاً با گسل‌ها بریده شده و ارتباط بین ساختمان‌های تاقدیسی و ناودیسی اکثراً از بین رفته است. ساختمان چین‌خورده منطقه ناودیس معکوس کوه "بلور" می‌باشد. این ساختمان ناودیسی که توالی پرمین بالا تا کرتاسه را شامل می‌گردد، در بخش شمالی کوه خشچال دیده می‌شود. محور این ناودیس در کوه "بلور" و "گورس‌چال" واقع شده و در بخش جنوب به گسل شمالی خشچال محدود می‌شود. در بخش شمالی به تاقدیس برگشته غرب "لاکتراشان" می‌پیوندد. گسل‌ها مهمترین عامل سازنده ساختمان زمین‌شناسی و ریخت‌شناسی منطقه هستند. راندگی‌های منطقه عمدتاً از جنوب به شمال حرکت کرده‌اند. مهمترین گسل‌های محدوده عبارتند از راندگی‌های جنوب و شمال خشچال و گسل راستا لغز "نوشا". راندگی‌های شمال و جنوب خشچال باعث شده‌اند تا بلندترین ارتفاعات منطقه شکل بگیرند. راندگی جنوب خشچال با سوی رانش شمالی باعث قرار گرفتن لایه‌های سازند باروت در منطقه الموت در کنار سازندهای مربوط به پرمین و تریاس شده است. راندگی شمال خشچال با سوی رانش شمال، باعث بلند شدن لبه لایه‌های سازند الیکا و شمشک به سمت بالا و حتی برگشتگی آنها در بالادست رودخانه "پل‌رود" در جنوب روستای "میج" شده است و مرز جنوبی ناودیس شمال خشچال می‌باشد. سازند الیکا (تریاس) شامل دولومیت‌های خاکستری روشن تا کرم، نازک تا ضخیم لایه و توده‌ای است که در خشچال بین سازند نسن و دولومیت‌های سازند الیکا (پرتو آذر، ۱۳۷۴) قرار دارد و قله خشچال از این سازند تشکیل شده است. از لحاظ ارتفاعی دومین لایه در قله خشچال، که دربرگیرنده بخش‌های بالادست سیرک‌های A، B و C می‌باشد، شامل سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری و خاکستری تیره چرت‌دار، ضخامت سازند نسن در کوه خشچال در حدود ۱۲۰ متر است. بخش میانی سیرک‌های B، C و D از سازند روته تشکیل شده است. دو افق سنگ آهک چرت‌دار نسبتاً سخت فرسای در بالا و پائین و یک افق نرم فرسای در وسط می‌باشد. به صورت نوار خاوری-باختری از شمال کوه خشچال تا دره سه‌هزار<sup>۱</sup> گسترش دارد. بخش‌های خروجی سیرک‌های شمالی کوه خشچال، روی سازند دورود (ماسه، شیل و آهک-ماسه‌ای) شکل گرفته است. سازند شمشک، آهک اوریتولین‌دار و سنگ‌های گدازه‌ای و آذرآواری خاکستری تیره، به ترتیب دامنه‌های شمالی کوه خشچال در حوضه پل‌رود است. بخش وسیعی از منطقه توسط رسوبات آتشفشانی زیر دریایی مورد بحث پوشیده شده است.

<sup>۱</sup> . shezār

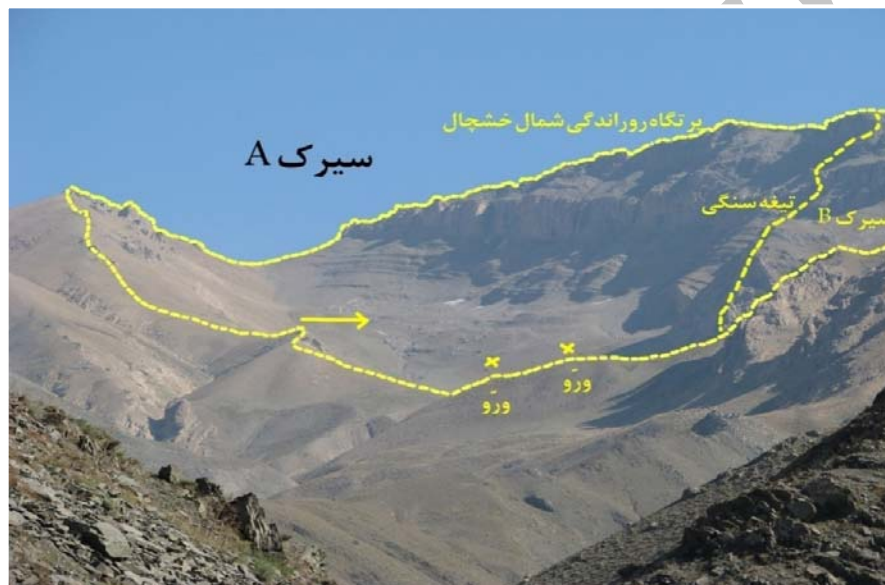




سیرک A: این سیرک در شرق کوه خَشچال در منتهی‌الیه حوضه رودخانه دوروال قرار دارد (عرض  $36^{\circ} 33' 11''$  شمالی و طول  $50^{\circ} 31' 32''$  شرقی). در پژوهش حاضر، این سیرک را به دلیل بدون نام بودن قله مسلط به آن سیرک A می‌نامیم و در نقشه هم با همین حرف نشان داده شده است (شکل-3، 8 و 12). این سیرک دارای جهت جنوب شرقی-شمال غربی می‌باشد (شکل-5) دامنه‌های آن دارای جهت غرب، شمال غرب و شمالی است. جهت قرارگیری دامنه‌ها، در دریافت بارش بیشتر و جذب انرژی گرمایی کمتر موثر است. نقاط ارتفاعی 3779، 3764، 3819، 3859، 3766، 3888، 3554، 3353 متر پیرامون این سیرک را محصور و به آن مسلط می‌باشند. این سیرک از قسمت بالا دست به سمت دهنه خروجی در سازندهای Pn، Prlm1 توسعه یافته است. خط‌الراس غربی آن، تیغه سنگی (اریت) میان سیرک A و B می‌باشد. دامنه جنوبی این سیرک به وسیله دیواره صخره‌ای پرتگاه مانند روران‌دگی شمال خَشچال، محدود می‌شود. طول این سیرک 1600 و عرض آن 700 متر و عمق متوسط می‌باشد. منظر عمومی این سیرک، یک سیرک وانی شکل را تداعی می‌کند. لبه سیرک توسط برآمدگی‌هایی دارای شیب معکوس است و به طرف بیرون حالت پرتگاهی دارد. یخرفت‌های فراوان، به ابعاد متفاوت از تخت سنگ‌های بزرگ تا اندازه شن، کف سیرک را پوشانده است. پهنه‌های یخ در کف سیرک زیر پوشش ضخیم یخرفت‌های قدیمی پنهان مانده‌اند و پستی و بلندی‌های مشخصی در کف سیرک ایجاد کرده است. همچنین واریزه‌های ناشی از عمل میکانیکی تناوب یخبندان و ذوب یخ در قلمرو جنب یخچالی فعلی نیز، در میان یخرفت‌ها مشاهده می‌شود، که پوشش سطحی آن را به وجود آورده است. پهنه‌های یخ و برف مربوط به شرایط اقلیمی حاضر در زمان پیمایش زمینی (شهریور ماه) در کف سیرک و شکاف‌های موجود در پرتگاه گسلی مشاهده شد.

سیرک شرقی خَشچال (سیرک B): این سیرک درست در زیر قله 3917 متری خَشچال در جهت شرقی واقع شده است (عرض  $36^{\circ} 33' 11''$  شمالی و طول  $50^{\circ} 31' 10''$  شرقی). در این پژوهش آنرا سیرک شرقی خَشچال می‌نامیم و در روی نقشه به نام سیرک B مشخص شده است (شکل-9، 8 و 13). جهت این سیرک جنوبی-شمالی است (شکل-3 و 5). جهت دامنه‌ها شمالی، شمال غربی و شمال شرقی است. نقاط ارتفاعی 3577، 3635، 3917، 3888، 3353 متر بر چاله سیرک مشرف‌اند. این سیرک از اریت به سمت دهانه خروجی در سازندهای TRdle، Pn و Prlm1 تشکیل شده است. خط‌الراس غربی آن تیغه سنگی (اریت) میان سیرک B و C می‌باشد. روران‌دگی شمال کوه خَشچال به شکل پرتگاهی است که، دیواره و دامنه‌ی جنوبی آن را شکل می‌دهد. طول سیرک 1200 و عرض آن 800 متر و عمق متوسط آن می‌باشد. شکل سیرک به صورت آمفی تئاتر است و در لبه خارجی سیرک ورو مشاهده شد. همانند سیرک A، کف این سیرک نیز از یخرفت‌ها و واریزه‌های حاصل از تناوب یخبندان و ذوب در اقلیم فعلی پوشیده شده است. همچنین پرتگاه مسلط به این سیرک دارای واریزه‌های ریزشی فراوانی است که در حجم وسیعی در کف سیرک و به خصوص در پای دیواره اصلی مشاهده می‌شود. پستی و بلندی‌های ناشی از فرسایش یخچالی قدیمی در کف سیرک از دیگر عوارض قابل اشاره است. ولی دریاچه‌ای در کف سیرک مشاهده نگردید.

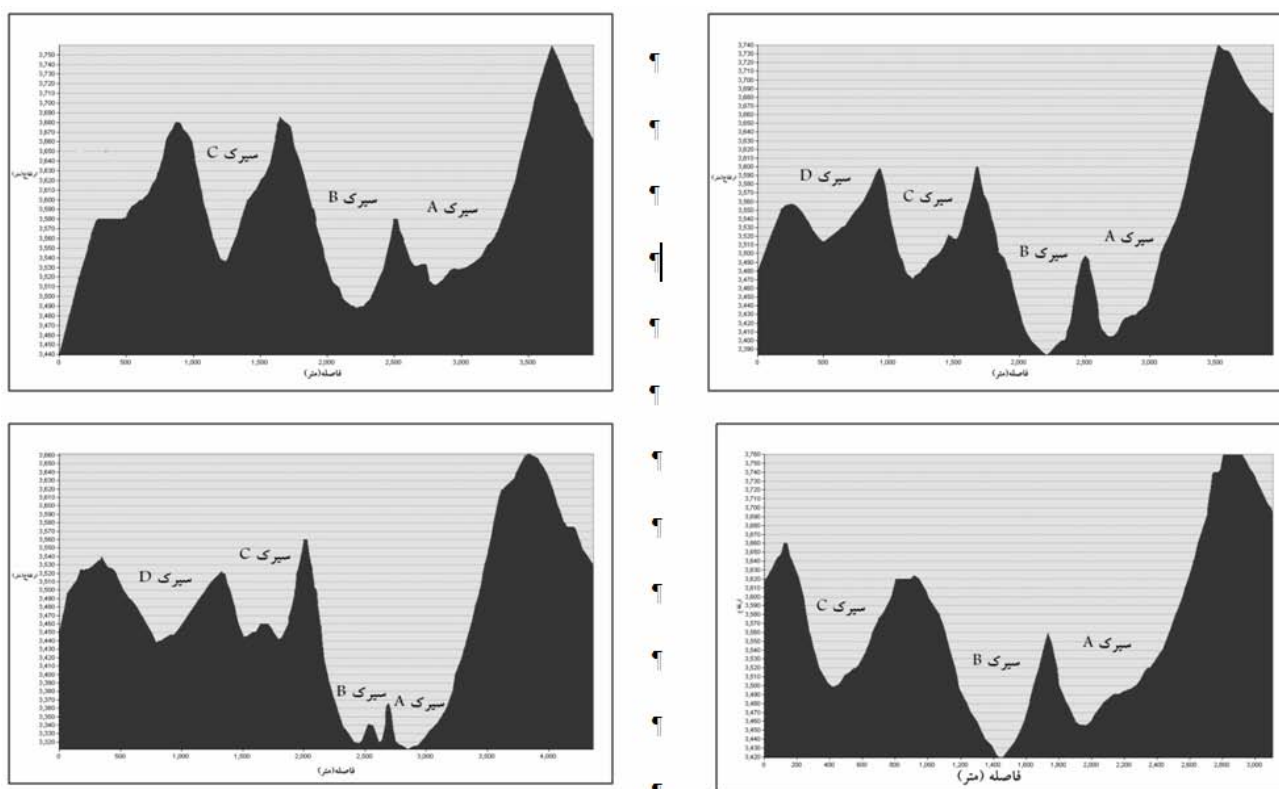
سیرک غربی خشچال (سیرک C): در زیر کوه خشچال در جهت غربی سیرک دیگری قرار دارد که ما آنرا سیرک غربی خشچال می‌نامیم که روی نقشه با حرف C مشخص شده است (شکل ۱۱، ۳ و ۱۲). این سیرک دارای عرض  $36^{\circ} 33' 14''$  شمالی و طول  $50^{\circ} 30' 57''$  شرقی است و نقاط ارتفاعی ۳۶۷۸، ۳۷۰۷، ۳۹۱۷، ۳۶۳۵، ۳۵۷۷ متری به آن مسلط می‌باشند. جهت آن جنوبی-شمال غربی است (شکل ۳- و ۱۳). سازندهای که این سیرک در آن شکل گرفته شامل،  $Pr, Pn, TR, dle$  و  $Pd, s, sh$  می‌باشد. طول و عرض آن به ترتیب، ۹۶۳ و ۷۹۴ متر و عمق متوسط آن ۴۵۰ متر است. شکل این سیرک نیز همانند سیرک B آمفی تاتری و دامنه‌های جنوبی آن به پرتگاه رورانندی شمال خشچال متکی است. لازم به ذکر است یک سیرک کوچک برف-بهمنی (سیرک G) در زیر قله (جهت غربی) در داخل سیرک C تشکیل شده است، که جهت آن جنوب شرقی-شمال غربی است (شکل ۵) و در کف سیرک حجم عظیمی یخرفت مشاهده شد که با سنگ‌ها و ورایزه‌های ریزشی از پرتگاه رورانندی خشچال مخلوط می‌باشد.



شکل شماره ۸. نمایی از سیرک A، جهت دید جنوب غربی-شمال شرقی می‌باشد.



شکل شماره ۹. نمایی از سیرک B



شکل شماره ۱۰. نیمرخ‌های عرضی A، B، C، و D، نیمرخ‌ها از شرق به غرب می‌باشد. سمت چپ شرق است.



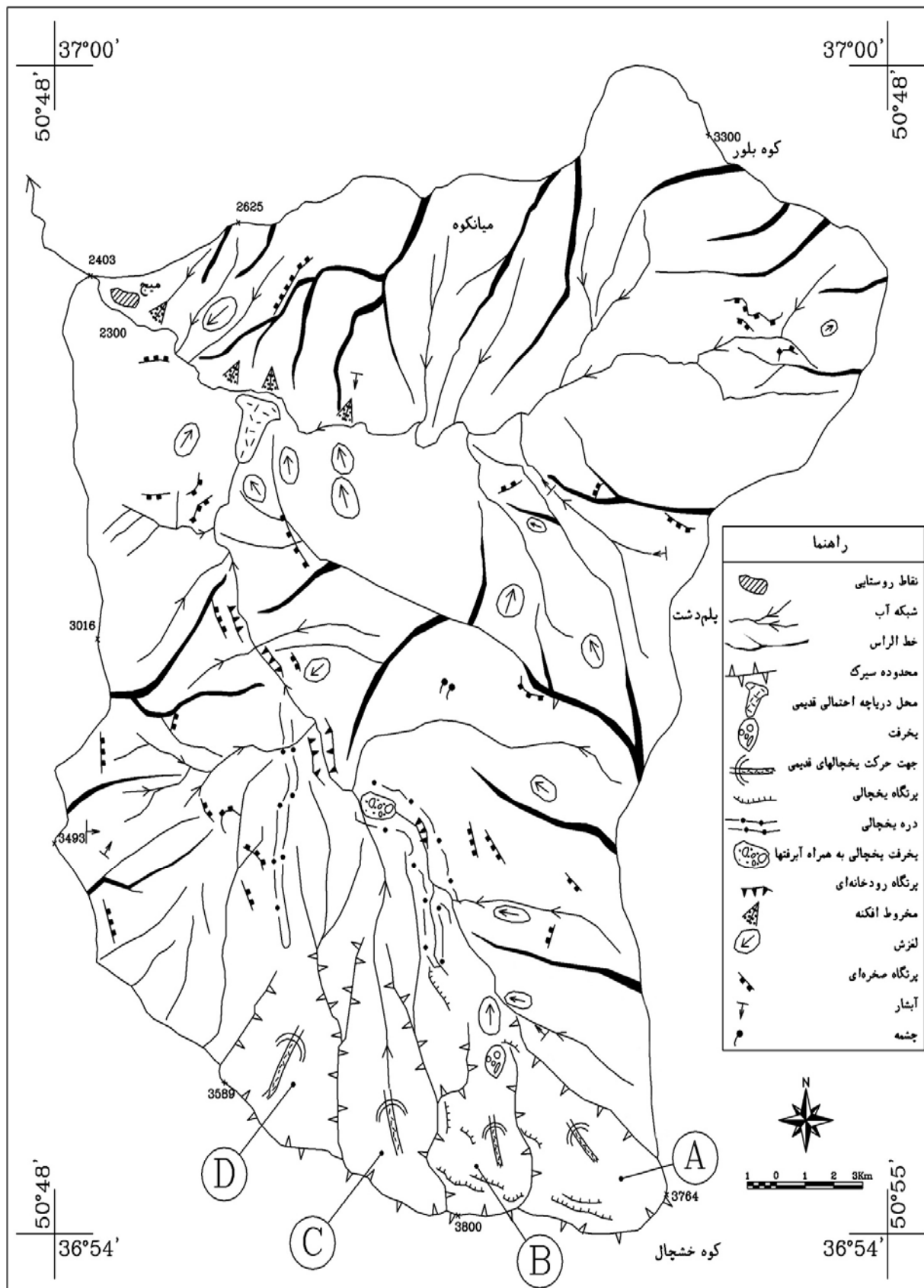
شکل شماره ۱۱. نمائی از سیرک B، بخشی که در داخل سیرک خطچین کشیده شده است، محل وجود یخ‌های یخچال قدیمی است که در زیر واریزه‌ها مدفون شده است.



شکل شماره ۱۲. نمائی از سیرک برف-بهمنی C، نمائی دید از کف دره در پای سیرک

سیرک برف-بهمنی غریبه گور (سیرک D): در مجموع ۱۱ سیرک برف-بهمنی در دامنه شمالی کوه خشچال در خط‌الراس غربی آن مشاهده شده است. در اینجا فقط به شرح، ویژگی یکی از این سیرک‌ها که از همه بزرگتر و نقش عمده‌ای در شکل‌زائی دامنه‌ای که بر روی آن قرار گرفته، اکتفا می‌شود: در زیر قله غریبه‌گور در خط‌الراس شمال‌غربی خشچال سیرک دیگری مشاهده می‌گردد که دارای عرض  $۱۶^{\circ} ۳۳' ۳۶''$  شمالی و طول  $۱۷^{\circ} ۳۰' ۵۰''$  شرقی می‌باشد. به لحاظ قرارگیری این سیرک در زیر قله غریبه‌گور آنرا سیرک غریبه‌گور می‌نامیم و در نقشه با حرف D مشخص شده است (شکل-۱۳). به دلیل اینکه خط‌الراس خشچال در این محل دارای ارتفاع کمتری است (به طور متوسط ۳۵۰۰ متر) این سیرک از لحاظ شکل‌زائی تکامل کمتری یافته است. به همین دلیل می‌توان آنرا از نوع سیرک‌های برف-بهمنی تلقی نمود. نقاط ارتفاعی ۳۵۸۹، ۳۵۴۷، ۳۶۷۷، ۳۶۷۵ متر بر آن مسلط است. جهت سیرک جنوبی-شمالی است (شکل-۵). طول سیرک ۸۲۷ عرض آن ۸۶۷ و عمق متوسط آن می‌باشد. سیرک از نوع سیرک‌های ساده قیفی شکل است و دهانه آن به پرتگاهی ختم نمی‌شود. سطح سیرک برخلاف سیرک‌های قبلی دارای کمترین میزان یخرفت‌های یخچالی و مجاور یخچالی است و به دلیل اینکه پرتگاه رواندگی شمال خشچال در دامنه جنوبی آن وجود ندارد واریزه کمتری در آن به چشم می‌خورد.

اشکال انباشتی یخچالی، در سرشاخه‌های دره پل‌رود، برخلاف دره‌های شرقی آن، همچون دره دوهزار، سه هزار (کوه سیلان)، دره سرد آب رود (علم کوه) سهم کمتری در ژئومورفولوژی یخچالی دارد. عمده‌ترین آثار آن، مربوط به یخرفت‌های کناری و میانی در بخش محدب‌مئاندر دره در چند نقطه محدود در ارتفاعات بوده، که احتمالاً ماندگاری آن به دلیل دور بودن از محل فرسایش رودخانه‌ای می‌باشد، که سیلاب‌های بزرگ نتوانسته‌اند آن‌ها را متلاشی و از محل خارج نمایند در نقطه‌ای از دره که آثار یخرفت‌های کناری به چشم می‌خورد نیز آثار بهم‌خوردگی ناشی از تخریب سیلاب در آن مشاهده شد (شکل-۱۴). در انتها نشانه‌های از وجود یخرفت‌های انتهایی در حوالی روستای میج در ارتفاع ۲۳۰۰ متری به چشم می‌خورد.



شکل شماره ۱۳. نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

شکل شماره ۱۴. یخرفت‌های کناری در مناطق بالادست در پل‌رود بالاتر از محل روستا میج



شکل شماره ۱۵. نمونه‌ای از یخرفت‌های میانی باقیمانده در کف دره پل‌رود در مناطق بالادست روستای میج

### بحث و نتیجه‌گیری

در منطقه مورد پژوهش سه عامل زمین‌ساخت، ریخت‌شناسی و به ویژه تغییرات آب و هوایی با عملکرد مشترک سبب شکل‌گیری یخچال‌های پلیستوسن در منطقه شدند که امروزه آثار و شواهد ریخت‌شناسی آن (به ویژه سیرک‌های یخچالی) در دامنه شمالی کوه خشچال مشاهده می‌شود. عملکرد فازهای کوهزایی و راندگی و گسلش در منطقه سبب بالا آمدن زمین‌های منطقه شده است. این امر دو تاثیر عمده در فراهم آمدن شرایط مناسب برای شکل‌گیری یخچال‌ها در کوه خشچال دارد. بالا آمدن و ارتفاع یابی این کوه سبب پدید آمدن شرایط مناسب (خط تعادل یخچال) و بیلان مثبت برای تجمع برف و تشکیل یخچال گشت. از سوی دیگر عملکرد گسل‌های راندگی خشچال سبب شکل‌گیری دیواره پرتگاه خط گسل در دامنه شمالی و جنوبی آن شد. این گسل خط الراس اصلی کوه خشچال را تشکیل می‌دهد. جهت این دیواره شمالی، شمال غربی می‌باشد که با توجه به زاویه میل خورشید منطقه، که در فصل زمستان از شرق به غرب و در تابستان از شمال شرقی به جنوب غربی است سبب جلوگیری از تابش مستقیم خورشید به خط‌الرأس‌های شمالی کوه خشچال و ایجاد شرایط سایه دارد. موقعیت توپوگرافیک و جغرافیایی این توده کوهستانی در خط‌الرأس اصلی البرز و جهت شیب و محل قرارگیری سیرک‌ها در دامنه شمال غربی، شمالی (شکل). در تطابق کامل با مسیر ورود توده‌های هوای سرد و بارش‌زائی غربی و شمال غربی می‌باشد که به منطقه وارد می‌شوند. نکته دیگر ماندگاری بیشتر برف در دامنه‌های شمالی نسبت به دامنه‌های جنوبی در اقلیم فعلی است. موارد ذکر شده، حاکی از نقش بسیار مهم عوامل منطقه‌ای و محلی همچون توپوگرافی، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع در فراهم آوردن شرایط مساعد دارد. اما با وجود ثبات نسبی این عوامل در طول دوران چهارم، عملکرد فرسایش

یخچالی و مجاور یخچالی در این توده کوهستانی و شواهد حاصل از آن همچون سیرک و یخرفت‌های موجود، نشان از تغییرات آب‌وهوایی با دمای پائینتر و احتمالاً بارش بیشتر از امروز است، به‌طوریکه مابین خط تعادل یخچالی در این عرض جغرافیایی در زمان حال (۴۲۰۰ متر) و ارتفاع کف سیرک‌ها (ارتفاع ۳۵۰۰ متری) یک اختلاف ۷۰۰ متری مشاهده می‌شود. از لحاظ دیگر شواهد یخچالی، به ویژه اشکال انباشتی در منطقه خشچال و در طول دره پل‌رود، آثار کمتری نسبت به دره‌های مجاور همچون دوهزار (سیلان) و سرد آب‌رود (علم کوه) مشاهده می‌گردد. ذوب و ناپدید شدن یخچال‌های کوه خشچال علیرغم ثبات نسبی دیگر عوامل همچون توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی و با توجه به وجود آثار و شواهد ریخت‌شناختی موجود، نشان از روند گرمایش و تغییرات آب‌وهوا از آخرین پسروری یخچال‌ها به ویژه در اواخر دوران پلیستوسن و هولوسن تا به امروز دارد. بنابراین آب‌وهوای منطقه در دوران پلیستوسن حاکی از شرایط دمایی پائینتر و احتمالاً بارش بیشتر می‌باشد. با توجه به موارد ذکر شده، یخچال‌های کوه خشچال از نوع یخچال‌های محلی دره‌ای بوده که تحت‌تاثیر ناهمواری‌های بسترشان قرار دارند. زبانه ناشر این یخچال با توجه به شواهد تا روستای میج در ارتفاع ۲۳۰۰ متری پائین آمده است. شواهد انباشتی در طول دره در مکان‌هایی که عرض دره بیشتر بوده مشاهده می‌شود که بیشتر شامل یخرفت‌های جانبی و یخرفت‌های میانی بودند. به احتمال زیاد به دلیل ارتفاع پائینتر، یخچال‌های خشچال نسبت به یخچال‌های مجاوردر سیلان و علم کوه سریعتر ذوب شده است و به همین دلیل فرایندهای فرسایشی مجاور یخچالی مدت زمان بیشتری بر منطقه نسبت به ارتفاعات بلندتر حکفرما بوده است. دلیل کم بودن شواهد و نهشته‌های تراکمی یخچالی در مناطق بالادست دره پل‌رود را می‌توان مدت زمان بیشتر فعالیت فرایندهای فرسایشی مجاور یخچالی (به ویژه سیلاب‌های بعد از دوره یخچالی) همین امر نسبت داد.

#### منابع

۱. اونق، مجید؛ (۱۳۶۹): "بررسی تحول ژئومورفولوژیکی حوضه آبریز قره‌سو"؛ پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد تحقیقات عالی؛ تهران.
۲. اهلرز، اکارت؛ (۱۳۶۵): ترجمه محمد تقی رهنمایی؛ "مبانی کشور شناسی جغرافیایی"؛ جلد اول موسسه جغرافیایی سحاب؛ تهران.
۳. احمدی، حسن؛ (۱۳۸۵): "سازندهای کوآترنر(مبانی نظری و کاربرد آن در منابع طبیعی"؛ دانشگاه تهران؛ تهران.
۴. ثروتی، محمد رضا؛ (۱۳۸۱): "ژئومورفولوژی منطقه ای ایران"؛ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح؛ تهران.
۵. جداری عیوضی، جمشید؛ (۱۳۷۴): "ژئومورفولوژی ایران"؛ دانشگاه پیام نور؛ تهران.
۶. خیام، مقصود؛ (۱۳۷۰): "اشکوب‌های مورفوزنی و تحلیلی از محیط طبیعی کوهستانی سهند"؛ ۲۷؛ ص: ۷-۲۳.
۷. دلال اوغلی، علی؛ (۱۳۸۲): "ارتفاع خط تقارن یخچالی در کوهستان سبلان"؛ فضای جغرافیایی؛ سال سوم؛ ۱۰؛ ص: ۱-۱۲.
۸. رامشت، محمد حسین و شوشتری، (۱۳۸۳): "آثار یخساری و یخچالی در سلفچگان قم"؛ تحقیقات جغرافیایی؛ سال نوزدهم؛ ۷۳؛ ۲؛ ص: ۱۳۲-۱۱۹.



۹. زمردیان، محمد جعفر؛ (۱۳۸۳): "ژئومورفولوژی ایران، فرایندهای اقلیمی و دینامیک‌های بیرونی"؛ دانشگاه فردوسی مشهد؛ مشهد.
۱۰. سازمان جغرافیای نیروهای مسلح؛ (۱۳۸۳): نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰؛ هیر II ۶۰۶۳؛ لاکترشان 6163 III؛ رامسر ۶۱۶۳IV.
۱۱. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ (۱۳۷۵): نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰؛ قزوین ۱۴-NJ۳۹.
۱۲. سازمان نقشه برداری کشور؛ (۱۳۸۲): نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰؛ هالوکله III SE ۶۱۶۳؛ تمل III NE ۶۰۶۳ و جواهرده I SE ۶۰۶۳، تارولات.
۱۳. سازمان نقشه برداری کشور؛ (۱۳۸۰): عکسهای هوایی ۱:۴۰,۰۰۰؛ شماره‌های ۰۸-۲۶ تا ۰۸-۳۱.
۱۴. سازمان زمین شناسی کشور؛ نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰؛ جواهرده و رامسر.
۱۵. سرور، جلیل الدین و فریدمجتهدی، نیما؛ (۱۳۸۵): "شواهد پدیده‌های یخچال‌های کوهستانی پلیستوسن در ارتفاعات بزبن و بزاکوه (شرق گیلان)"؛ سرزمین؛ سال سوم؛ ۱۲؛ صص: ۷۴-۸۷.
۱۶. شواهد ریخت شناسی (ژئومورفولوژی) یخچالی کواترنری در البرز غربی: دامنه شمالی کوه سیلان، جغرافیا و توسعه، سال هشتم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۸۹، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۱۷. طاحونی، پوران؛ (۱۳۸۳): "شواهد ژئومورفولوژیک فرسایش یخچالی پلیستوسن در ارتفاعات تالش"؛ پژوهشهای جغرافیایی؛ ۵۰؛ صص: ۵۴-۳۱.
۱۸. علایی طالقانی، محمود؛ (۱۳۸۱): "ژئومورفولوژی ایران"؛ قومس؛ تهران.
- ۱۹- فیروزی، بهار و همکاران؛ (۱۳۸۳): نقشه‌های زمین شناسی رامسر و جواهرده ۱:۱۰۰,۰۰۰؛ سازمان زمین شناسی کشور.
- ۲۰- محمودی، فرج الله؛ (۱۳۶۷): "تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنر"؛ پژوهشهای جغرافیایی؛ دانشگاه تهران؛ ۲۳؛ صص: ۴۳-۵.
- ۲۱- محمودی، فرج الله؛ (۱۳۷۵): "سیمای طبیعی و زمین شناسی گیلان، کتاب گیلان"؛ گروه پژوهشگران ایران؛ تهران.
- ۲۲- مشایخی، حبیب الله؛ (۱۳۸۰): نگاهی همه سویه به تنکابن "انجمن آثار و مفاخر فرهنگی؛ تهران.
- ۲۳- یمانی، مجتبی؛ (۱۳۸۱): "شواهد ژئومورفولوژی یخچالهای علم کوه"؛ پژوهشهای جغرافیایی؛ دانشگاه تهران؛ ۴۲، صص: ۱۷-۱.