

بررسی مرفولوژی و نحوه فعالیت یخچال‌های سنگی دامنه شمالی کوه سبلان*

علی دلال اوغلی - دانشجوی دوره دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۸۱/۵/۱۰

چکیده

یخچال‌های سنگی یکی از مناظر مشخص ژئومرفولوژیکی هستند که در ابعاد متوسط در دامنه کوه سبلان دیده می‌شوند. یخچال‌های سنگی فعال نشان‌دهنده وجود پرمافروست آلبین است و از طرف دیگر، این پدیده‌ها ابزار مهمی در بازسازی پالتوکلیما هستند. تعداد ۱۴ یخچال سنگی در دامنه شمالی سبلان در ارتفاع ۳۴۶۰ تا ۴۴۰۰ متر از سطح دریا شناسایی شده است که حدود ۶/۴ کیلومتر مربع از سطح زمین را اشغال کرده‌اند. یخچال‌های سنگی زبانه‌ای شکل با ۸۵/۷ درصد نسبت به یخچال‌های سنگی واریخته^۱ با ۱۴/۳ درصد، بیشترین گسترش را دارند. مساحت آنها بین ۰/۰۵ تا ۱/۶۴ کیلومتر مربع متغیر می‌باشد و تشکیل آنها در حال حاضر به توپوکلیمای^۲ محلی بستگی دارد. با استفاده از مفاهیم RILA و RLA منشاء آنها مشخص گردیده است. بر اساس میزان حرکت آنها در سال، سن احتمالی یخچال‌های سنگی را می‌توان ۶۰۰۰-۳۰۰۰ سال برآورد کرد.

واژگان کلیدی: یخچال‌های سنگی، پریگلاسیر^۳، پرمافروست، توپوکلیمای، هولوسن، کوه سبلان

مقدمه

یخچال‌های سنگی به تراکمی از قطعات سنگهای تخریبی زاویه دار یخ زده اطلاق می‌شود که در سطح آنها برآمدگیها و فرورفتگیهایی دیده می‌شود و پیشانی و کناره‌های آنها دارای شیب تند می‌باشد. یخچال‌های سنگی نشان‌دهنده شرایط پرمافروست و پریگلاسیر است. آنها تحت اقلیم‌های سرد مختلف، از خشک تا مرطوب کوهستانی یا در محیط‌های گذر یخچالی - پریگلاسیر تشکیل می‌شوند (هوم لوم، ۱۹۹۶، ص ۳۷۸). در دامنه شمالی سبلان دو منطقه مرفودینامیک و سیستم شکل زائی پریگلاسیر و یخچالی قابل تشخیص است. منطقه پریگلاسیر تقریباً با پوشش گیاهی و گونه اروسیری^۴ (جوانشیر، ۱۳۶۷) یا چمنزار شبه آلبی و آلبی (شوایتزر، ۱۹۷۰، صص ۱۷۳-۱۶۵) مرزبندی مشابهی دارد. یکی از مناظر مشخص منطقه پریگلاسیر سبلان پدیده یخچال‌های سنگی است. یخچال‌های سنگی

* این مقاله مستخرج از رساله دکتری بوده که نگارنده با راهنمایی استاد ارجمند آقای دکتر مقصود خیام تهیه نموده است.

1 - Lobate

2 - Topoclimate

3 - Periglacier

4 - Euro-Siberia

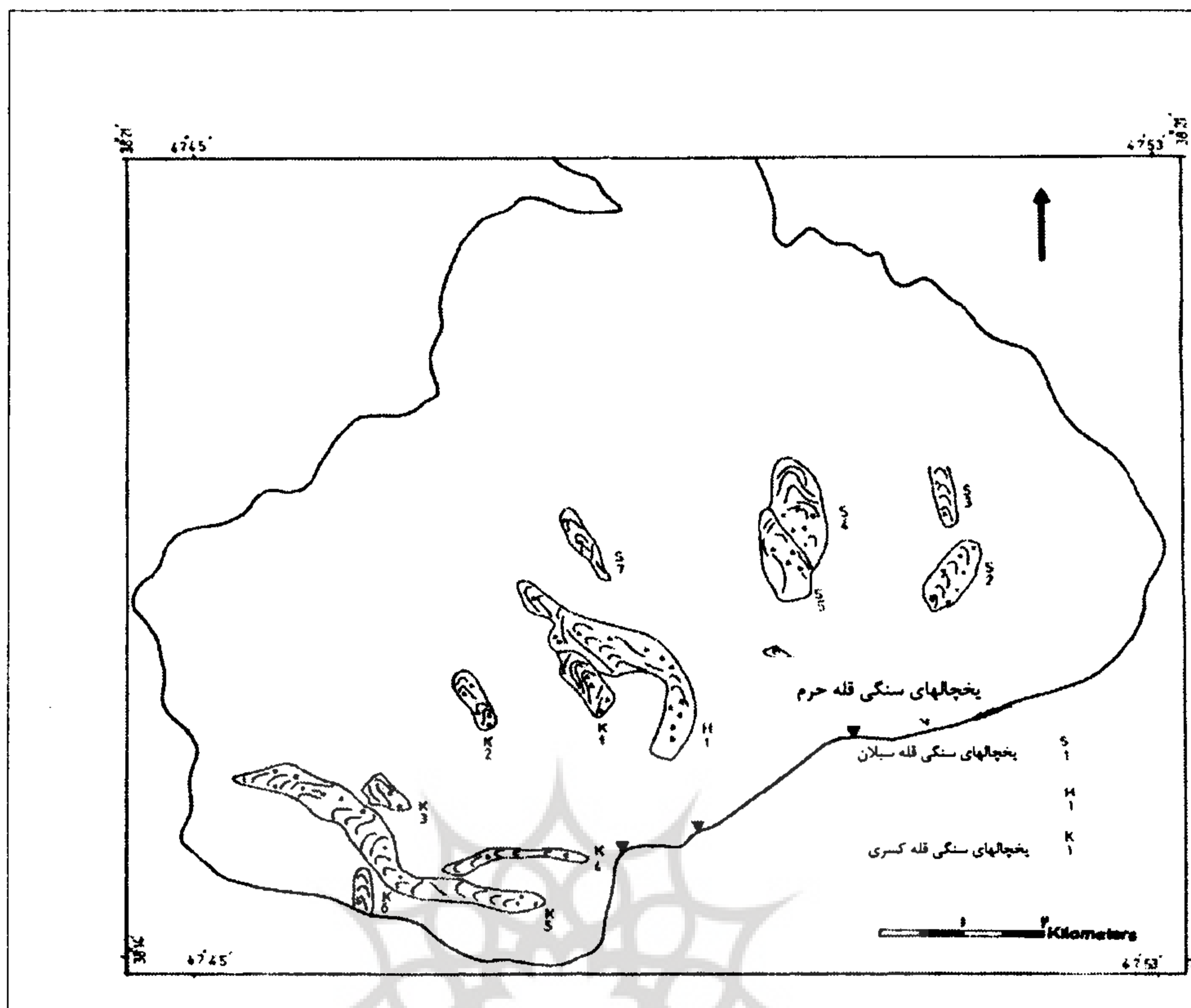
محدوده طرح برای اولین بار توسط شوايتزر در سال ۱۹۷۰ مطالعه شد. او در توصیف از یخچال‌های سبلان از وجود ۲۲ یخچال سنگی در ارتفاعات ۳۴۰۰-۴۱۰۰ متر نام برده است و آنها را از نظر ابعاد و شکل به دو تیپ یخچال‌های سنگی بزرگ زبانه‌ای شکل^۱ و تیپ کوچک واریخته تقسیم بندی کرده است.

روش مطالعه

بررسی یخچال‌های سنگی که از اهداف مشخص این مقاله می باشد و مطالعه ژئومرفولوژیکی این پدیده در دو بخش انجام شد. ابتدا عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ تهیه و پس از مطالعه مقدماتی آنها در طول فصول تابستان سالهای ۱۳۷۹، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۰ بررسیهای میدانی انجام گرفت. در این مسافرتها ضمن اینکه حرکت یخچال‌های سنگی و ساختار درونی آنها مورد بررسی بودند، ویژگی پدیده‌های مورد نظر از جمله ضخامت قطعات سنگهای تخریبی در بخش پیشانی، پهنا، طول و ارتفاع خط شروع یخچال‌های سنگی با استفاده از آلتیمر در روی زمین کنترل شدند. در کل، تعداد ۱۴ یخچال سنگی در دامنه شمالی سبلان شناسایی گردید که با توجه به دامنه قلّه‌های محل تشکیل، به ترتیب از شرق به غرب از سبلان (۱) تا کسری (۴) نامگذاری شده اند (جدول شماره ۱).

جدول ۱- مشخصات یخچال‌های سنگی دامنه شمالی سبلان

نام یخچال سنگی	تیپ (از نظر دینامیکی)	شکل	طول (متر)	عرض (متر)	مساحت (کیلومتر مربع)	ارتفاع پیشانی (متر)	ارتفاع خط شروع یخچال سنگی (RILA)	جهت	آزموت
سبلان ۱	غیرفعال	واریخته	۱۲۰۰	۸۰	۰/۰۹۶	۴۴۰۰	۴۴۲۰	NE	۶۲
سبلان ۲	فعال	زبانه‌ای	۱۰۰۰	۴۰۰	۰/۴۵	۳۸۰۰	۳۹۸۰	NE	۲۵
سبلان ۳	غیرفعال	زبانه	۱۰۵۰	۲۵۰	۰/۲۲۵	۳۶۲۰	۳۸۰۰	N	۰
سبلان ۴	غیرفعال	زبانه	۱۵۰۰	۴۲۵	۰/۶۴	۳۶۲۰	۳۹۰۰	NW	۳۳۶
سبلان ۵	فعال	زبانه‌ای	۱۲۰۰	۴۰۰	۴۸	۳۸۲۰	۴۰۲۵	NW	۳۳۶
سبلان ۶	غیرفعال	زبانه‌ای	۸۰۰	۲۰۰	۰/۰۵	۴۲۴۰	۴۲۸۰	NW	۳۰۴
سبلان ۷	غیرفعال	زبانه‌ای	۱۰۵۰	۲۰۰	۰/۲	۳۵۲۰	۳۴۲۰	NW	۳۲۹
حرم ۱	فعال	زبانه‌ای	۳۰۰۰	۴۰۰-۸۰۰	۱/۵۷۵	۳۵۲۰	۳۹۸۰	NE	۲۲
کسری ۱	غیرفعال	زبانه‌ای	۱۳۰۰	۵۰۰	۰/۳	۳۶۰۰	۳۷۴۰	NW	۳۲۰
کسری ۲	غیرفعال	زبانه‌ای	۸۰۰	۳۰۰	۰/۲۲۵	۳۵۶۰	۳۷۴۰	NW	۳۳۰
کسری ۳	غیرفعال	واریخته	۳۵۰	۶۵۰	۰/۲	۳۳۴۰	۳۴۶۰	SW	۲۳۵
کسری ۴	غیرفعال	زبانه‌ای	۹۵۰	۱۲۵	۰/۱۲	۳۵۲۰	۳۸۴۰	W	۲۷۳
کسری ۵	غیرفعال	زبانه‌ای	۴۱۰۰	۴۰۰	۱/۶۴	۳۲۰۰	۴۲۰۰	W	۲۸۰
کسری ۶	غیرفعال	زبانه‌ای	۶۵۰	۲۲۵	۰/۱۵	۳۶۰۰	۳۸۰۰	N	۱۴



شکل ۱- نقشه ژئومرفولوژی، یخچال‌های سنگی را در دامنه شمالی سبلان نشان می‌دهد

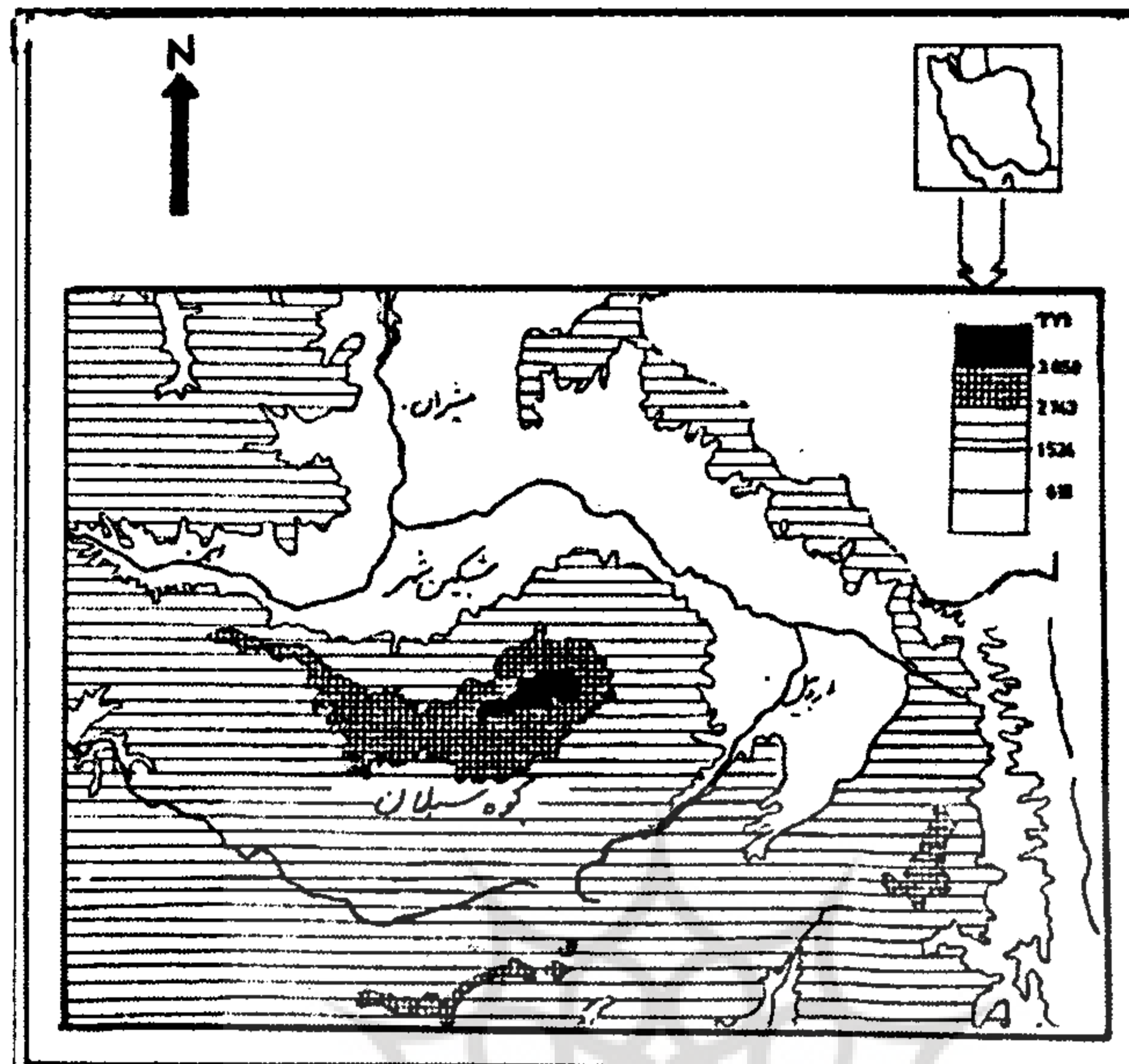
معرفی منطقه مورد مطالعه

کوه سبلان در جنوب مشگین شهر بین عرضهای جغرافیایی 38° و $19'$ تا 38° و $07'$ شمالی و طولهای جغرافیایی $36'$ و 47° تا $58'$ و 47° شرقی قرار گرفته و از سه جهت بوسیله دشتهای آبرفتی احاطه شده است (شکل شماره ۲). کوه سبلان از شرق به غرب از سه قله معروف سلطان یا سبلان بزرگ (۴۸۱۱ متر)، قله حرم (۴۶۱۲ متر) و قله آغام داغ یا کسری (۴۵۷۳ متر) تشکیل گردیده که در داخل یک کالدرای بزرگ جای گرفته‌اند. سنگهای سبلان از ائوسن تا واپسین دوره یخچالی را شامل می‌شود و از دیدگاه شیمیایی، ترکیب آندزیتی، ریولیتی و داسیتی دارند (باباخانی و دیگران، ۱۳۶۹، ص ۱۰۹). آب و هوای سبلان از نوع اقلیم ارتفاعات محسوب می‌شود. میزان میانگین بارش در ایستگاه موئیل (ارتفاع ۲۳۰۰ متر) ۴۰۹ میلی متر و در ارتفاع ۴۱۰۰ متر حداکثر ۸۱۴ میلی متر تخمین زده می‌شود و میزان متوسط دمای سالیانه در بالاترین قله $7/5$ درجه سانتی گراد محاسبه شده است (جوانشیر، ۱۳۶۷).

یخچال‌های سنگی و آب و هوا

پژوهندگان معروفی از جمله هوم لوم (۱۹۸۲، ص ۶۰) و بارش (۱۹۸۸، ص ۸۴) یخچال‌های سنگی فعال کوهستانهای مرتفع را از اشکال سیستم پرمافروست آلی یا سیستم فرسایش پریگلاسیر کامل می‌دانند و بر این باور هستند که تشکیل این پدیده‌ها به آب و هوای کاملاً پریگلاسیر با درجه حرارت متوسط سالانه منفی و حداقل در صورت امکان به پرمافروست ناپیوسته بستگی دارد و پائین‌ترین مرز یخچال‌های سنگی با متوسط درجه حرارت 2°C

- مشخص می‌شود (بارش، ۱۹۸۸، ص ۷۱ و هوم لوم، ۱۹۹۸، ص ۳۷۷). برعکس بررسیهای بیرینه و تام (۱۹۸۲، ص ۳۸۴) دمای نزدیک به صفر درجه سانتی گراد را برای مرز پایینی این پدیده‌ها نشان می‌دهد.



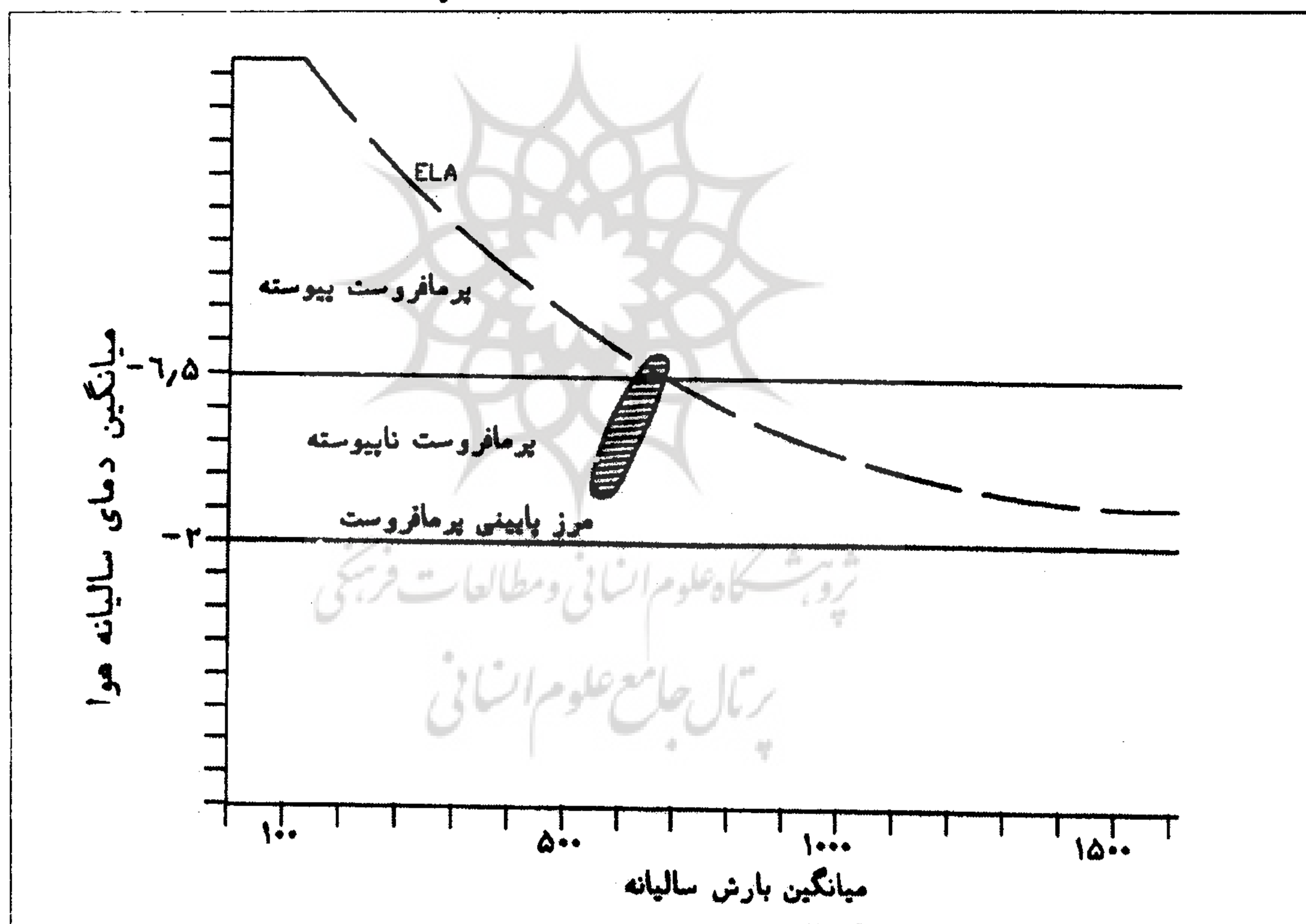
شکل ۲- نقشه موقعیت کوه سبلان

با توجه به دیدگاههای فوق، دمای پائین‌ترین مرز یخچال‌های سنگی فعال سبلان (۲)، سبلان (۵) و حرم (۱) به ترتیب در ارتفاعات ۳۸۲۰، ۳۸۰۰ و ۳۵۲۰ متر با قبول میزان لیس ریت نزدیک به ۰/۵۲ درجه سانتی گراد در ازاء هر صد متر در دامنه شمالی سبلان (جوانشیر، ۱۳۶۷) می‌توان (۰) تا (۱-) درجه سانتی گراد در نظر گرفت. این خطوط در ارتفاع ۳۵۸۰ تا ۳۸۷۰ متر تقریباً با اختلاف اندکی در پائین‌ترین مرز یخچال‌های سنگی فوق یعنی پایین‌ترین مرز پرمافروست ناپیوسته پدیدار می‌شوند؛ بدین ترتیب بر اساس نظریه بیرینه و تام (۱۹۸۲) از ارتفاع ۳۸۲۰-۳۵۶۰ متر تا ۴۰۴۰-۴۴۲۰ متر (خط تعادل یخچالی جدید) در پوشش پرمافروست ناپیوسته است. با مقایسه ارتفاع خط تعادل یخچال‌های سبلان و ارتفاع پایین‌ترین مرز یخچال‌های سنگی (RSA)، اختلاف ارتفاع ۴۸۰ تا ۶۰۰ متر بدست می‌آید. بدین ترتیب با توجه به اختلاف ارتفاع کم بین خط تعادل یخچالی جدید و RSA، پهنای طبقه فعالیت پرمافروست بسیار کم است.

استفاده از بعضی از مفاهیم ژئومرفولوژیکی نظیر خط تعادل یخچالی و مناطق مختلف پرمافروست، روابط توپوگرافیک و کلیماتیک بین یخچال‌های طبیعی و یخچال‌های سنگی را مشخص می‌سازد. برای برقراری ارتباط و همبستگی بین ویژگیهای اقلیمی مناطق یخچال‌های سنگی با مناطق اشغال شده بوسیله یخچال‌های طبیعی از روش متورولوژیکی ارائه شده بوسیله هه برلی^۱ (هوم لوم، ۱۹۹۸، ص ۳۸۹) (شکل شماره ۳) استفاده شده است. در این دیاگرام در روی محور افقی، میانگین بارندگی سالانه و در روی محور عمودی، میانگین دمای سالانه نشان داده شده

است. در دیاگرام خط تعادل یخچالی به صورت خط منقطع، خط همدمای (-2°C) به عنوان مرز پایینی پرمافروست ناپیوسته و ایزوترم $(-6/5^{\circ}\text{C})$ نیز بطور تجربی مرز پایینی پرمافروست پیوسته در نظر گرفته شده است. سه منطقه ژئومرفولوژیکی را می توان در دیاگرام تشخیص داد که عبارتند از:

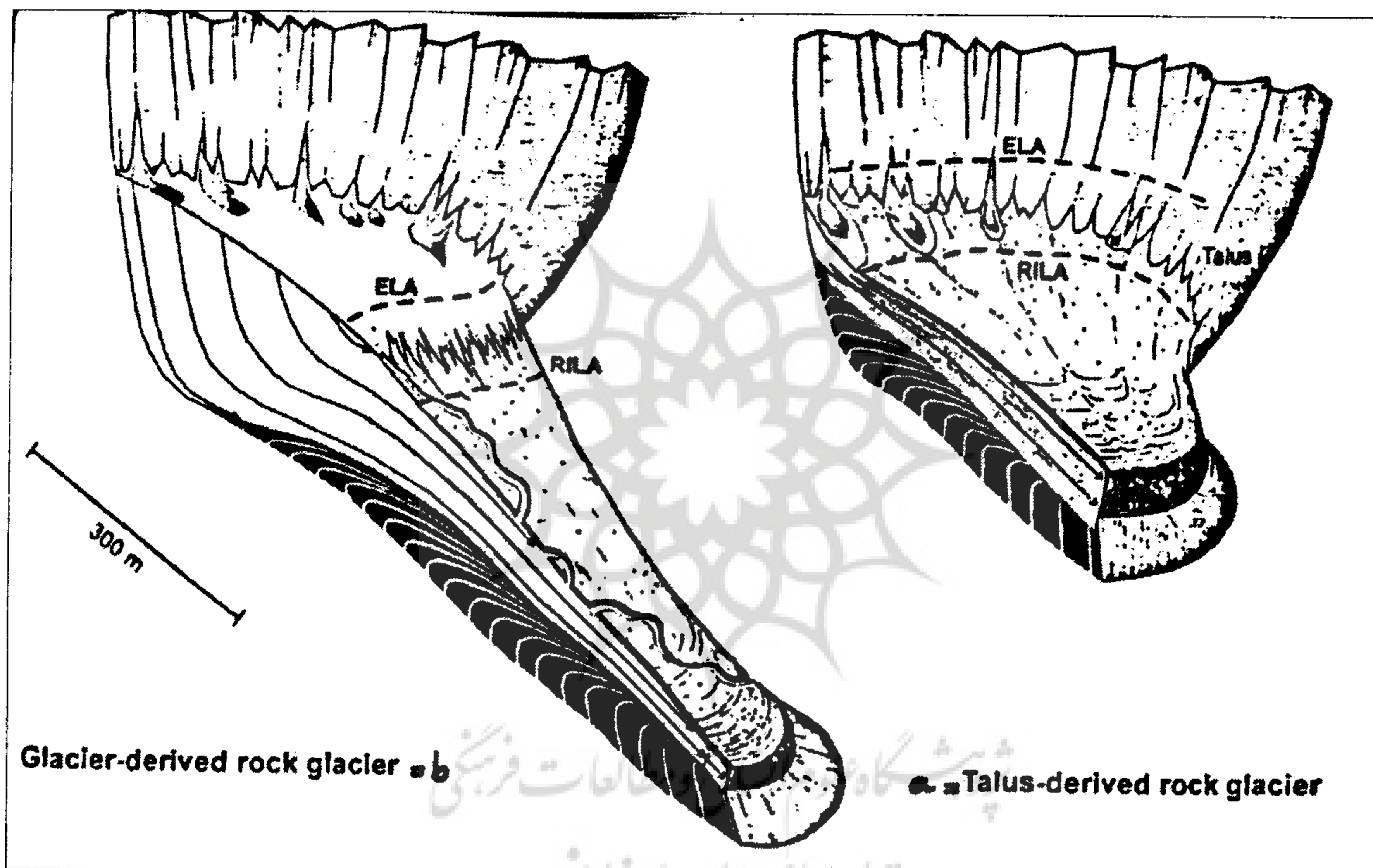
- (۱) منطقه یخچالی پتانسیل در بالاتر از خط تعادل؛
 - (۲) منطقه پریگلاسیر با پرمافروست (منطقه تشکیل یخچال های سنگی)؛
 - (۳) منطقه بدون پرمافروست پائین تر از (-2°C) موقعیت احتمالی منطقه یخچال های در داخل محدوده پرمافروست ناپیوسته قرار می گیرد.
- بیشتر یخچال های یخی و یخچال های سنگی سبلان پایین تر از خط تعادل یخچالی تجربی و در داخل محدوده پرمافروست ناپیوسته با بارش سالانه ۵۵۰ تا ۸۱۴ میلیمتر و متوسط دمای سالانه (-3°C) تا (-7°C) می باشند.



شکل (۳) دیاگرام دما و بارش (TP) موقعیت تقریبی ارتفاع خط تعادل یخچالی جدید و پایین ترین مرز پرمافروست (-2°C) را نشان می دهد. شروع اشکال وابسته به پرمافروست فقط در سمت چپ دیاگرام امکان پذیر است که بوسیله منحنی خط تعادل یخچالی و خط همدمای (-2°C) محدود گردیده است. موقعیت فعلی سبلان با استفاده از داده های موجود هواشناسی توسط هاشور مشخص شده است.

تیپ یخچال‌های سنگی

ژئومرفولوگها پارامترهایی نظیر مرفولوژی، دینامیک، ژنتیک یا فرایند تشکیل و موقعیت توپوگرافی را برای طبقه‌بندی یخچال‌های سنگی در نظر می‌گیرند (همیلتون و والی، ۱۹۹۵، صص ۷۳-۸۰). بر اساس ساختار درونی، یخچال‌های سنگی به دو گروه یخچال‌های سنگی با منشأ یخی و یخچال‌های سنگی با منشأ تالوس تقسیم می‌شوند (شکل شماره ۴). گروه اول در پای یخچال‌های معمولی تشکیل می‌شوند و دارای هسته‌های یخی هستند؛ در صورتیکه گروه دوم در پای دامنه تالوس یا پای پرتگاهها و دیواره‌های تند سنگی بوجود می‌آیند و واریزه‌های تشکیل دهنده آنها بوسیله یخ سیمانی می‌شوند.



شکل ۴- شکل ایده آلی دو تیپ یخچال سنگی بر اساس ساختار درونی (a) یخچال سنگی با منشأ تالوس (b) یخچال سنگی با منشأ یخی. در هر دو تیپ لایه فعال (سیاه) به ضخامت ۱-۳ متر حدود ۴۰٪ تخلخل دارد. در یخچال سنگی با منشأ یخی هسته جامد یخی ۳۰٪ کل ضخامت پدیده را تشکیل می‌دهد. در تیپ با منشأ تالوس از نظر حجم ۳۰٪ پدیده، واریزه بوده، اما ۶۰٪ کل ضخامت روانه را تشکیل می‌دهد. در هر دو تیپ یخچال سنگی متوسط تخلخل پایین ترین لایه ۴۰٪ فرض شده است. (اقتباس از هوم لوم، ۲۰۰۰، ص ۵۲).

از نظر شکل و مرفولوژی یخچال‌های سنگی بر اساس نسبت طول به عرض آنها به دو گروه واریخته و زیانه ای شکل (شکل شماره ۵) طبقه‌بندی می‌شوند (بارش، ۱۹۸۸، ص ۸۱ و هوم لوم، ۱۹۸۲، ص ۵۹). در یخچال‌های سنگی واریخته، طول پدیده از پهناي آن کمتر است؛ اما در نوع زیانه ای شکل، طول از پهنا بیشتر است.



شکل ۵- شکل شماتیک، دو تیپ یخچال سنگی موجود در دامنه شمالی سبلان را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی براساس شکل توپوگرافی می‌باشد (L) یخچال سنگی واریخته، (T) یخچال سنگی زبانه‌ای شکل (اقتباس از هامیلتون و والی، ۱۹۹۵، ص ۷۸۴).

یخچال‌های سنگی زبانه‌ای شکل

بزرگترین یخچال‌های سنگی محدوده طرح از تیپ زبانه‌ای شکل هستند که در دامنه شمالی سبلان تعداد ۱۲ یخچال (۸۶ درصد) از این تیپ می‌باشد و بین ۶۵۰ تا ۳۰۰۰ متر طول دارند و پهنای آنها بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ متر است. ظهور هسته‌های یخی در محل ترموکارست‌های سطحی بهترین دلیل برای منشاء یخی زبانه‌ای شکل فعال می‌باشد. توپوگرافی سطح این یخچال‌ها، بالا و پایین رفتگی‌هایی مورب از خود نشان می‌دهند. به طرف پایین دست و در نزدیکی کناره‌ها و ترمینال، در جهت حرکت ناهمواریهای سطحی به شکل لیفه‌های طویل مورب درآمده‌اند. این برآمدگیها بوسیله حرکت یخچال‌های قابل توصیف هستند که بخشهایی از یخچال‌های سنگی بویژه در قسمت پیشانی، حداکثر تنش فشاری را تحمل می‌کنند (هوم لوم، ۱۹۸۲، ص ۶۳). سطح این روانه‌ها بوسیله لایه‌ای از مواد درشت پوشیده شده و در زیر آنها عناصر دانه ریز قرار دارد.

یخچال‌های سنگی واریخته

یخچال‌های سنگی واریخته در مقایسه با یخچال‌های سنگی زبانه‌ای اغلب ابعاد کوچکتر و ضخامت کمتری دارند. ۱۴/۳ درصد از یخچال‌های سنگی منطقه از تیپ واریخته بوده و غیرفعال می‌باشند و شبیه تراس درپای دامنه‌های تند سنگی و پرتگاهها با نگاههای مختلف تشکیل کرده‌اند. سطح آنها نیز بوسیله پوششی از قطعه سنگهای تخریبی زاویه دار پوشیده شده و مواد متشکله زیرین عناصر ریزی می‌باشد. رأس آنها در پای دامنه‌های تند قرار دارد.

یخچال‌های سنگی فعال و غیرفعال

یخچال‌های سنگی منطقه را از نظر دینامیک بر اساس نقطه نظرهای بارش و کینگ (۱۹۷۵، ص ۱۰) و هوم لوم (۱۹۸۸، ص ۱۶۴) می‌توان به دو تیپ فعال و غیرفعال تفکیک نمود. یخچال‌های سنگی سبلان (۲) و (۵) و حرم (۱) در

گروه فعال قرار می‌گیرند؛ زیرا که پیشانی و کناره‌های آنها دارای شیب تند در حدود 40° (شوایتزر، ۱۹۷۰، ص ۱۷۴) هستند و سطح آنها بدون پوشش گیاهی است. ناپایداری و ریزش پیشانی آنها مخصوصاً در یخچال سنگی حرم (۱) نشانگر فعالیت روانه می‌باشد (همان، ۱۹۷۰). بقیه یخچال‌های سنگی به علت داشتن شیب ملایم در جبهه و پوشیده شدن سطح آنها بوسیله گیاهان، غیرفعال محسوب می‌شوند.

تعیین منشاء یخچال‌های سنگی با استفاده از رابطه RILA

یکی از مشکلات عمده مطالعات در مورد یخچال‌های سنگی، چگونگی تعیین منشاء مختلف آنها می‌باشد و برای نیل به هدف مذکور هوم لوم (۱۹۸۸، ص ۱۶۵) دو مفهوم جدید یعنی: ۱- ارتفاع خط شروع یخچال‌های سنگی یا RILA و ۲- سطح ظهور یخچال سنگی یا RLA^۱ را با توجه به (شکل شماره ۶) تعریف و ارائه نموده است. واژه RILA به ارتفاع رأس یخچال سنگی اطلاق می‌شود. این ارتفاع بر اساس روش هوم لوم (۱۹۸۸) در یخچال‌های سنگی با منشاء تالوس بطور واضح با شکستگی شیب دامنه مشخص می‌شود و در یخچال‌های سنگی با منشاء یخی ارتفاعی است که پایین‌تر از آن، قطعه سنگهای خرد شده بطور کامل یک یخچال طبیعی را می‌پوشانند. این خط بایستی در یخچال‌های سنگی با منشاء یخی با خط تعادل یخچالی جدید منطبق بوده و یا در نزدیکی آن قرار بگیرد، اما در یخچال‌های سنگی با منشاء تالوس، پایین‌تر از خط تعادل یخچالی خواهد بود.

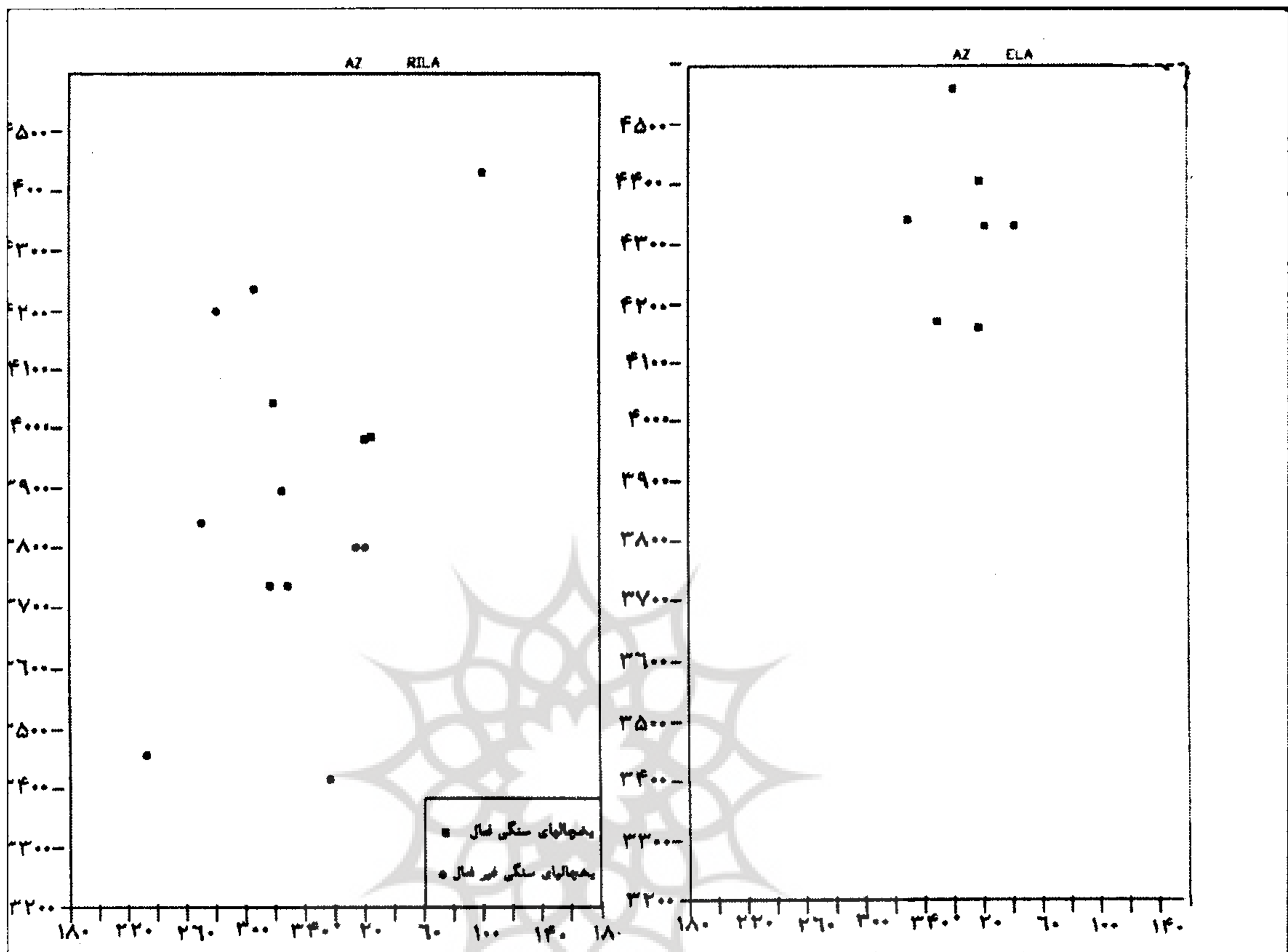


شکل ۶- مدل شماتیک، معنی توپوگرافی و ژئومرفولوژیکی مفاهیم سطح ظهور یخچال سنگی (RLA) و ارتفاع خط شروع یخچال سنگی (RILA) را نشان می‌دهد.

ارتفاع رأس یخچال‌های سنگی بر اساس روش بالا در محدوده طرح محاسبه گردیده و نتایج مربوط به اندازه‌گیریها در شکل شماره (۷) نشان داده شده است. در جهت قائم، ارتفاع رأس یخچال‌های سنگی بین ۳۴۲۰ تا ۴۴۲۰ متر تغییر می‌کند. بطور کلی به استثنای دو مورد RILA در تمام یخچال‌های سنگی پایین‌تر از خط تعادل قرار گرفته است. خط RILA در یخچال سنگی سبلان (۱) بالاتر از خط تعادل قرار گرفته و بدون تردید یخچال سنگی مذکور دارای منشاء تالوس می‌باشد؛ اما در یخچال سنگی حرم (۱) این خط با خط تعادل منطبق یا خیلی نزدیک به آن

1 - Rock glacier initiation line altitude./ Rock glacier appearance level.

قرار گرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یخچال معمولی در زیر قطعه سنگهای خردشده قرار دارد.



شکل ۷- دیاگرام رابطه بین خط تعادل یخچالی جدید و RILA را نشان می‌دهد، (a) دیاگرام پراکندگی آزمون و ارتفاع شروع تمام یخچال‌های سنگی، (b) دیاگرام پراکندگی خط تعادل یخچال‌های یخی.

سن یخچال‌های سنگی فعال

هرچند تعیین سن دقیق یخچال‌های سنگی مشکل است؛ اما در ابتدا ارتباط مورن‌ها با یخچال‌های سنگی اجازه بازسازی کرونولوژی نسبی یخچال‌های سنگی را فراهم می‌سازد. با توجه به شواهد و دلایل زیر، دوره هولوسن به عنوان دوره اصلی تشکیل یخچال‌های سنگی در سبلان پیشنهاد می‌شود:

۱- تمام یخچال‌های سنگی در ارتفاع بالاتر از جدیدترین مورن‌های انتهایی قرار دارند.

۲- در سیرک دامنه شمال غربی قلّه سلطان یخچال سنگی بر روی جدیدترین مورن‌های انتهایی گسترش یافته

است.

۳- بر روی جریان‌های جدید، گدازه دامنه قلّه کسری که در واپسین مرحله یخبندان بیرون ریخته (باباخانی و

دیگران، ۱۳۶۹، ص ۱۰۷) و آثار یخچالی را تخریب کرده است، یخچال‌های سنگی بر روی این روانه‌ها قرار

گرفته‌اند، در نتیجه فعالیت یخچال‌های سنگی از گدازه‌ها جدیدتر می‌باشد.

حساسیت یخچال‌های سنگی بزرگ و کوچک در برابر تغییرات آب و هوا متفاوت است (سرانو و مارتینز،

۲۰۰۰، ص ۱۵۸). یخچال‌های سنگی کوچک در برابر تغییرات آب و هوا بسیار حساس می‌باشند و شواهدی از تغییرات اقلیمی کوتاه مدت بشمار می‌روند در حالیکه یخچال‌های سنگی بزرگ در برابر تغییرات اقلیمی با دوره بیش از هزار ساله حساس هستند (الیفانت، ۱۹۸۷، ص ۶۱). با توجه به این که یخچال‌های سنگی منطقه مورد مطالعه دارای ابعاد متوسط، (۰/۰۵ تا ۱/۶۴ کیلومتر مربع) هستند و با تغییرات اقلیمی بلند مدت قابل تطبیق می‌باشند، انتظار می‌رود که این یخچال‌های سنگی در یک دوره زمانی بیش از هزار ساله تکامل یافته‌اند. از سوی دیگر اوین و آسیر^۱ (نقل از بارش، ۱۹۸۸، ص ۸۲) معتقد هستند که یخچال‌های سنگی فعال نمی‌توانند بیش از ده هزار سال سن داشته باشند. با ارزیابی نقطه نظرهای فوق کافی است که بگوییم نظریه‌های مذکور و شواهد ارائه شده در بالا، تعلق یخچال‌های سنگی سبلان را به دوره هولوسن تأیید می‌کنند؛ اما موضوعی که اهمیت دارد، زمان لازم برای تشکیل یخچال‌های سنگی است. سن احتمالی این پدیده‌ها را با استفاده از میزان جابجایی سالانه یخچال‌های سنگی می‌توان محاسبه کرد. حرکت یخچال‌های سنگی با استفاده از روشهای زیر تشخیص داده شده است:

۱- با مقایسه موقعیت فعلی پیشانی یخچال‌های سنگی با موقعیت آنها در روی عکسهای هوایی سال ۱۳۳۵ تغییر مکان پیشانی یخچال‌های سنگی مشخص می‌شود.

۲- در حال حاضر قطعات سنگها از پیشانی شیب دار یخچال‌های سنگی ریزش می‌کنند و این فرایند حاکی از حرکت آنهاست.

۳- در روی یخچال‌های سنگی قطعه سنگهای بزرگی به ارتفاع یک متر از ابتدا تا انتهای آن در نقاط مختلف شناسایی گردید و بعد از گذشت یک سال قطعه سنگهای مصون از هوازگی مخصوصاً در قسمت پیشانی در جهت حرکت یخچال‌های سنگی یعنی به سمت انتهای روانه‌ها شیبدار شده بودند.

با توجه به جدول شماره (۱) طویل‌ترین یخچال سنگی فعال منطقه یعنی حرم (۱) ۳۰۰۰ متر طول دارد و نیز با توجه به شواهد موجود، این یخچال سنگی دارای هسته جامد یخی می‌باشد. چون میزان حرکت این پدیده‌ها را نمی‌توان در مدت کوتاه بطور دقیق شناسایی کرد و همچنین به علت نبود امکانات اندازه‌گیری مانند وسایل حفاری از نتایج اندازه‌گیریهای محققان دیگر استفاده شده است. بارش (۱۹۹۶) میزان حرکت این نوع یخچال‌ها را حدود ۱-۰/۵ متر در سال محاسبه کرده‌اند (نقل از هوم لوم، ۱۹۹۶، ص ۳۶۴). در این صورت یک دوره زمانی ۳۰۰۰-۶۰۰۰ برای تشکیل آن لازم بوده است. یعنی تقریباً همزمان با دوره هولوسن بالایی معادل با دوره نیمه‌بورآل اروپا^۲ و مرحله یخچالی جدید آمریکای غربی می‌باشد. به نظر پژوهشگرانی نظیر هوم لوم (۱۹۸۲، ص ۶۵) هولوسن بالایی دوره اصلی تشکیل و تکامل یخچال‌های سنگی کوههای آلپ و عرضهای بالایی می‌باشد.

1 -Evin and Assir

2 -Subboreal

نتیجه گیری

در هولوسن پسین (۵۵۰۰ سال قبل) تقریباً همزمان با مرحله نیمه بورآل اروپا و مرحله یخچالی جدید آمریکای غربی شرایط آب و هوا از گرم و خشک به اقلیمی مرطوبتر و معتدلتر تغییر می کند. (ون زایست و رایت، نقل از مهرشاهی، ۱۳۸۰، ص ۷). این تغییر اقلیم در بعضی نقاط موجب پیشروی و بازسازی یخچالها می شود. بنظر می رسد که در این دوره یخچالهای یخی منطقه بازسازی می شوند، اما انتظار می رود که یخچالها بسیار کوچک بوده اند و به علت سرعت کم یخچالها و فروانی قطعات سنگهای تخریبی و انتقال ناچیز آنها از سطح یخچالهای یخی در نهایت به تشکیل یخچالهای سنگی منجر می شود.

در زمان حاضر پهنای طبقه فعالیت پرمافروست حدود ۴۸۰ تا ۶۰۰ متر یعنی یک نوار باریک می باشد. تحت چنین شرایطی تشکیل یخچالهای سنگی مشکل است و بنابراین توپوکلیم را می توان عامل عمده کنترل کننده این پدیده نام برد که با ایجاد شرایط ویژه و مناسب تشکیل این پدیده ها را امکان پذیر می سازد.



منابع و مآخذ

- ۱- باباخانی، علیرضا؛ ل، لسکویه، و، ریو، ۱۳۶۹؛ شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش اهر مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰؛ سازمان زمین شناسی کشور؛ ۱۲۳ صفحه.
- ۲- جوانشیر، عزیز؛ ۱۳۶۷؛ طرح مطالعاتی سبلان، مطالعات هواشناسی و اکولوژی دانشگاه تبریز.
- ۳- مهرشاهی، داریوش؛ ۱۳۸۰؛ آشنایی با پژوهش های دیرینه محیطی کواترنر پایانی در دریاچه زیروار کردستان؛ رشد آموزش جغرافیا؛ شماره ۵۷؛ ص ۴-۸.
- 4- Barsch, D. 1988. Rockglaciers. In: M. J. Clark (Editor), *Advances In Periglacial Geomorphology*. Wiley, London, pp 69-90.
- 5- Barsch, D. king, L. 1975. An attempt to date fossil rock glaciers in Grison, swiss Alps. *Questiones Geographicae, poznon* 2, 5-14.
- 6- Birnie, R. v. Thom, G. 1982. Preliminary observations on two rock glacier in south georgia, Falklands Islands Dependencies. *Journal of Glaciology* 28, 377-386.
- 7- Hamilton, S. J. Whalley, W. B. 1995. Rock glacier nomenclature: a re-assessment. *Geomorphology* 14, 73-80.
- 8- Humlum, O. 1982. Rock glacier types on Disko, Central west Greenland. *Geografiska Tidskrift* 82, 59-66.
- 9- Humlum, O. 1988. Rock glacier appearance level and rock glacier initiation line altitude: a methodological approach to the study of rock glaciers. *Arctic and Alpine Research* 20, 160-178.
- 10- Humlum, o. 1988. Rock glaciers on the Faereo Islands the North Atlantic. *Journal of Quaternary Science* 13(4), 293-307.
- 11- Humlum, O. 1996. Origin of rock glaciers: observations from Mellemfjord, Disko Island, Central west Greenlan. *Permafrost and peiglacial processes* 7, 361-380.
- 12- Humlum, O., 1998. The climatic significance of rock glaciers. *Permafrost and periglacial process* 9, 375-395.
- 13- Humlum, O. 2000. The geomorphic significance of rock glaciers: estimates of rock glacier debris volumes and headwall recession rates in west Greenland. *Geomorphology* 35, 41-67.
- 14- Olyphant, G. A. 1987. *Rock glacier response to abrupt changes in talus production*. Allen Unwin, Boston 55-64.
- 15- Schweizer, G. 1970. Der Kuh-e-sabaln (Nordwestiran). *Beitrauge asiatischer Hochgebirge*, Tuubinger Geographische studien 34, 163-178.
- 16- Serrano, E., Martinez, J. L., 2000. Rock glaciers in the South shetland Islands, western Antarctica. *Geomorphology* 35, 145-162.