

بررسی ژئومورفولوژی یخچال یخار با استفاده از فناوری سنجش از دور (قله دماوند)

دکتر سعید خدائیان

عضو هیئت علمی گروه جغرافیا
دانشگاه شهیدبهشتی

دکتر پرویز ضیائیان

عضو هیئت علمی گروه سنجش از دور
دانشگاه تربیت معلم

سعیده فخاری

کارشناس ارشد ژئومورفولوژی
دانشگاه شهیدبهشتی

چکیده

یکی از مهمترین موارد اقلیمی دوران چهارم در ارتفاعات ایران، ژئومورفولوژی یخچالی و آثار یخچال‌های آن دوران به‌شمار می‌رود. در این میان یخچال‌های دماوند نیز با بیش از ۱۵ زیانه کوچک و بزرگ که آثار حیات و فعالیت در آنها دیده می‌شود، تنها بازمانده‌ی آن یخچال‌هاست. مطالعات پراکنده‌ای در یک قرن اخیر از سوی محققین ایرانی و خارجی بر روی این یخچال‌ها صورت گرفته است. اما گزارش جامعی که خصوصیات ژئومورفولوژیک و مورفودینامیک یخچال‌های این منطقه را بیان و تفسیر نماید تدوین نشده است.

در مقاله حاضر سعی بر آن است که ضمن تفسیر و تحلیل اشکال مورفولوژی یخچالی حدود و گسترش یخچال‌ها را با استفاده از فناوری سنجش از دور تعیین نماییم. روش تحقیق مبتنی بر انجام کارهای میدانی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بوده است. نتایج نشان می‌دهد که یخچال یخار دماوند تحت تأثیر افزایش دمای دوران حاضر، در حال تحلیل و ذوب تدریجی است و هسته‌های یخی موجود باقی مانده‌ی دوره‌های یخچالی گذشته است. تغذیه ناچیز یخچال‌ها از طریق ریزش بهمن‌ها کافی نیست، لیکن هنوز آثار و شواهد حیات مشهود است.

واژگان کلیدی: یخچال، دماوند، ژئومورفولوژی یخچالی، سنجش از دور، یخچال کوهستانی، یخچال یخار، تصاویر ماهواره‌ای.

مقدمه

وجود انباشت‌های یخرفتی و آبرفت‌های رودخانه‌ای ضخیم و پراکندگی پادگانه‌های رودخانه‌ای و نظایر آن نشانه‌های متعدد نوسانات اقلیمی در دوران چهارم زمین‌شناسی (پلیستوسن- هولوسن) می‌باشند. نظریات متعددی برای اثبات وجود دوره‌های اقلیمی گذشته از سوی محققین زیادی ارائه گردیده است. در این میان قوی‌ترین نظریات متعلق به هانس بوبک (۱۹۵۵) می‌باشد. یخچال یخار دماوند تحت تأثیر شرایط اقلیمی سرد و دوره‌های یخچالی دوران چهارم تشکیل شده است. آنچه که مهم است فرآیندهای فرسایشی یخچال یخار در دماوند است

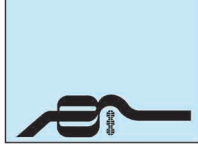
که تا کنون مطالعه و بررسی جامعی بر روی آن صورت نگرفته است. از عمده‌ترین مشکلات موجود، عدم وجود تصاویر مکانی برای بررسی یخچال‌ها، صعب‌العبور بودن منطقه و محدودیت فصلی بوده است.

پیشینه و سابقه تحقیق

آثار مورفولوژیکی یخبندان‌های دوره کوآترنری در ایران حداقل از اواخر قرن ۱۹ شناخته شده است. برای مثال ژاک دومورگان (۱۸۹۰) در توصیف وضع طبیعی لرستان از سیرک یخچالی قدیمی اشتراک‌کوه در ارتفاع ۳۸۰۰ متری نام برده است. همچنین تعدادی از گروه‌های کوهنوردی و مکتشفین از کشورهای مختلف از جمله کشورهای آلمان، فرانسه، اتریش که برای فتح قله دماوند به این منطقه مسافرت نموده‌اند، کامل‌ترین مطالعات انجام گرفته متعلق به هانس بوبک (۱۹۵۵) و ژان درش (۱۹۵۵) می‌باشد. او در اولین اقامتش در ایران در سال ۱۹۳۴ میلادی به طور دقیق درباره کوه دماوند به پژوهش پرداخت و توجه‌اش را به ژئومورفولوژی و تغییرات آن معطوف کرد.

پژوهش یخچال بوبک در البرز مرکزی هنوز منبع معتبر و قابل ارجاعی است. همچنین محققین داخلی از جمله دکتر فرج‌الله محمودی در مقاله‌ای در نشریه پژوهش‌های جغرافیایی در مورد یخچال‌های ایران پژوهشی انجام داده است. همچنین دکتر یمانی در مجله پژوهش‌های جغرافیایی درباره یخچال علم کوه مقاله‌ای تحت عنوان ژئومورفولوژی یخچال علم کوه ارائه کرده است.

مهندس وزیری عضو هیئت علمی دانشگاه خواجه نصیر نیز، شاید بتوان گفت تنها کسی است که درباره یخچال‌های کوهستانی ایران تحقیقات وسیعی انجام داده‌اند. همچنین تحقیقات دیگری در این زمینه توسط مهندس میثم طولی از دانشکده‌ی مهندسی ژئوماتیک که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای LissIII,ETM, TM و PAN از ماهواره IRS که بر روی یخچال‌های علم چال استفاده کرده است.



چارچوب تحقیق و روش کار

زمین‌شناسی منطقه اغلب توسط گسل‌های معکوس شکسته شده است. کوه آتشفشان دماوند با قله برفگیر که جریان گدازه با ترکیب میانه تا اسیدی به همراه سنگ‌های آذر آواری این کوه بر روی نهشته‌های کهن‌تر قرار گرفته‌اند.

محدوده مورد مطالعه از واحدهای سنگی ترشیری و مزوزوئیک و به تعداد کمتر پالئوزوئیک تشکیل شده است. از این میان واحدهای سنگی مزوزوئیک (سازندهای شمشک، دلیچای، لار) گسترش قابل ملاحظه‌ای در منطقه دارند و به طور عمده به عنوان پی‌سنگ آتشفشان دماوند شناخته می‌شوند.

گدازه‌ها را می‌توان به دو گروه اولیون بازالتهای و تراکی آندزیتی تقسیم‌بندی نمود. اولیون بازالتهای گسترش بسیار محدودی دارند و تنها در حوالی پلور و ارتفاعات شرق دره هزار قابل مشاهده هستند. تراکی آندزیتها سازنده اصلی مخروط دماوند بوده و حجمی معادل ۴۰۰ کیلومتر مربع را شامل می‌شوند. (جداری عیوضی، ۱۳۷۴)

رسوبات دوران چهارم در محدوده تحت بررسی صرفاً شامل رسوبات و مخروط‌های واریزه‌ای و نیز یخرفت‌های قدیمی و جدید یخچال یخار کوه دماوند است.

یخچال طبیعی

توده‌ای طبیعی با ابعاد بزرگ از یخ بلوری (در روی حوضه برفگیر) است که در سطح زمین در نتیجه تجمع و سپس تبدیل نزولات جوی جامد (برف) تشکیل شده و دائماً در حال حرکت می‌باشد. یخچالهای طبیعی در مناطقی تشکیل می‌شوند که به علت پایین بودن دمای متوسط سالانه (در حدود صفر درجه سانتیگراد و کمتر)، میزان انباشتگی برف از ذوب آن بیشتر باشد.

انواع یخچال

یخچال‌های طبیعی را بسته به میزان توسعه یافتگی آنها، شکل و ارتباط بین منبع تغذیه و محدوده تخلیه آنها به سه دسته اصلی تقسیم می‌کنند.

- ۱- یخچال‌های قاره‌ای
- ۲- یخچال‌های اسکاندیناوی یا متوسط
- ۳- یخچال‌های کوهستانی یا آلبی

روش مطالعه یخچال‌های طبیعی

۱- روش مشاهده مستقیم و پژوهش میدانی

در این روش با حضور در منطقه و عملیات میدانی پارامترهای مختلف یخچال تعیین می‌گردد. این امر نیازمند به کارگیری امکانات و تجهیزات خاصی نظیر تجهیزات کوهنوردی، یخ نوردی و همچنین تجهیزات خاص مطالعه و تحقیق بر روی یخچال‌های طبیعی است. ولی دارای معایبی نیز می‌باشد. اول این که به دلیل قرار گرفتن اکثر یخچال‌های طبیعی در مناطق صعب العبور کوهستانی دسترسی به آنها بسیار سخت است. دوم این که این

بازمانده یکی از مهمترین یخچال‌های کوهستانی از گستره یخچال‌های دوران چهارم زمین‌شناسی در پهنه‌ی ایران یخچال‌های قله دماوند است. هدف اصلی این تحقیق معرفی یخچال یخار از دیدگاه ژئومورفولوژی و تعیین حدود گسترش آن در حال حاضر با استفاده از فناوری سنسجش از دور است. علاوه بر آن سعی شده از طریق نقشه‌های ژئومورفولوژی و توپوگرافی و نرم‌افزار Arc Gis موقعیت و وسعت و حدود آن تعیین گردد. برای بررسی ژئومورفولوژی یخچال یخار مراحل زیر به صورت پیوسته انجام گرفته است:

- ابتدا گردآوری مطالعات پیشین و دست یافته‌های محققین قبلی و نیز تجزیه و تحلیل اطلاعات زمین‌شناسی منطقه از طریق نقشه‌ها انجام شده است.

- بخش عمده‌ای از نتایج کار با استناد به مطالعات و کار میدانی بوده و استفاده از نقشه توپوگرافی به عنوان ابزار اصلی و استفاده از تصاویر ماهواره ETM و PAN و Liss برای اندازه‌گیری و تعیین حدود یخچال استفاده گردیده است که از سازمان جغرافیایی و سازمان فضایی مربوط به سالهای ۲۰۰۱، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ می‌باشد. کار میدانی در دو نوبت در ماه‌های تیر و مرداد هر کدام به مدت ۵ روز انجام گرفته است.

موقعیت و حدود منطقه

یخچال یخار در کوه دماوند در رشته کوه البرز مرکزی و در نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ پوشش سراسری به شماره اندکس ۶۴۶۱۷ قرار گرفته است. قله دماوند با ارتفاع ۵۵۷۱ متر در مختصات جغرافیایی ۵۲ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه عرض شمالی واقع شده است. این قله مرتفع‌ترین نقطه ایران به شمار می‌رود. رشته کوه البرز با روند چین خوردگی شرقی - غربی ادامه چین خوردگی آلپ می‌باشد. رودخانه هراز که در بخش باختری قله قرار دارد به سمت دریای خزر جریان دارد. رودخانه شاه بلاغی-دلیچای- حبله‌رود در بخش جنوبی و رودخانه تار و رودبار در بخش مرکزی جریان دارند.

مهمترین قله پیرامون قله شامل کوه سنگ نو (۲۹۹۶ متر) کوه نسوم زوی (۳۸۰۰ متر) کوه وارو (۳۵۷۸ متر) به طور کلی کوه دماوند ۱۹ قله بر روی یال‌های خود دارد که ارتفاع آنها از ۳۰۰۰ تا ۵۲۰۰ متر نوسان دارد. همچنین دارای ۱۶ یال است. (مقیم، ۱۳۸۱) که در این میان یخچال یخار با وسعت ۱/۸ کیلومتر مربع بیشترین وسعت را در بین سایر یخچال‌ها دارا می‌باشد که در کف تلخ رود پوشیده از یخرفت است.

زمین‌شناسی منطقه

بر اساس نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش دماوند، قله دماوند در زون البرز مرکزی قرار گرفته است. به طور کلی محدوده تحت بررسی دارای چین‌های با روند شرقی - غربی است. این امتداد هر چه به سمت غرب می‌رویم روند شمال غربی - جنوب شرقی می‌گیرد. ساختمان



روش بسیار زمان‌بر و دارای هزینه زیادی می‌باشد.

۲- روش ترکیبی

روش ترکیبی روشی است که به همراه استفاده از روش‌های مستقیم در مطالعات یخچال به کار گرفته می‌شوند. از مهمترین این روشها، به کارگیری فناوری سنجش از دور می‌باشد.

از مزایای روش فوق، این است که با استفاده از آن می‌توان برآورد صحیحی از منطقه تحت پوشش را به دست آورد و تغییرات را در فاصله‌های زمانی با دقت مناسب بررسی کرد. همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف و انجام آنالیزها و اعمال الگوریتم‌های مختلف می‌توان شاخص‌های متفاوتی از یخچال را بررسی نمود. در این پژوهش از این روش یعنی روش ترکیبی استفاده شده است.

اشکال مرفولوژی یخچالی

یخچال جریان مرفولوژیکی مشخصی دارد. بنابراین در پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی یخچالها قلمرو خاصی را به خود اختصاص می‌دهند که در آنها فرآیندهای رسوبی سبب تجمع و تغییر شکل یخ می‌شوند. یخچال را می‌توان نوعی سیستم رسوبی در نظر گرفت که در پاسخ به کاهش یا افزایش نیرو اجرا می‌شود و در آن ماده (الف) تجمع می‌یابد. (ب) حمل می‌شود. (ج) رسوب می‌کند. این ماده ممکن است به شکل برف، یخ، یخاب یا مواد تخریبی باشد. (یمانی، ۱۳۸۴)

۱- سیرک یخچالی

مشخص‌ترین شکل حاصل از فرسایش یخچال‌ها در پهنه ایران وجود سیرک‌های یخچالی است. در واقع در حال حاضر بهترین کلید برای تعیین حدود گسترش و موقعیت آنها است. با کمک نرم‌افزار GIS این سیرک‌ها از روی تصاویر ماهواره استخراج می‌شوند، لازم به ذکر است که در مشاهدات میدانی این سیرک‌ها شناخته شده‌اند.

در گذشته، مهندس وزیری که در زمینه یخچالها بررسی می‌نماید، در کتاب خود (شناسایی یخچالهای طبیعی ایران) اشاره کرده بودند که در این جا سیرک یخچالی وجود ندارد. احتمالاً منظور ایشان سیرک فعال بوده است. ولی در مشاهدات میدانی نگارنده مقاله که در تاریخ ۸۷/۴/۲۴ از منطقه مورد مطالعه صورت گرفت مشاهده شد که سیرک‌هایی در ارتفاع ۳۲۰۰ متری دیده می‌شود که کف سیرکها در اینجا بدون یخ مشاهده شده و به شکل نیمه دیگی با دیوارهایی با شیب تند است. عمیق شدن سیرک نتیجه عمل حفر و ساییدگی آرام در کف یخچال است. این پدیده در اثر حرکت یخ برفی در قسمت زیرین انجام می‌شود.

۲- زبانه‌های یخچالی

در محدوده مورد مطالعه که پهنه‌ای با مساحت ۴۵/۰۹ کیلومترمربع

است، چندین زبانه یخچالی کوچک و بزرگ وجود دارد که طول هر یک از آنها متغیر است و بستگی به میزان تغذیه و شیب عمومی دره یخچالی دارد. بزرگترین زبانه یخچالی شامل یک زبانه به طول ۲/۷ کیلومتر است که این زبانه به سمت جنوب جریان یافته و وارد دره یخار می‌شود. این زبانه یخچالی که تحت تأثیر فرآیندهای مؤثر و غالب مورفولوژی سطحی یکسانی ندارد و در آن یخرفتهای سطحی دیده می‌شود، از قطعات خرده سنگ با ابعاد کوچک و تقریباً بزرگ تشکیل شده که در واقع ویژگی یخچال‌های سیاه را دارد و این یخرفتها مانع از ذوب شدن یخچال می‌شوند و در واقع آنها را محافظت می‌کنند.

۳- شیارهای یخچالی

شیارها تعدادی از فرورفتگی‌ها هستند که از جریان یخ ناشی شده‌اند. با این که شیارها از نظر حجم و اندازه جزء اشکال کوچک محسوب می‌شوند الگوی ایجاد آنها متفاوت است. گاهی این شیارها امتدادی مستقیم دارند و بسیار گرد شده‌اند، بدون این که در ساختمان سنگ بستر تغییری ایجاد کرده باشند. آنها در مقیاس کوچکتر ممکن است شکلی پیچ و خم‌دار با خطوط جریانی ملایم داشته باشند یا لبه‌های شیار برآمده باشند و در قسمت‌ها نشانه‌های هلالی شکل مشاهده شوند که نشان دهنده قطع شدگی‌های نامنظم‌اند. انواع مختلف شیارهای یخچالی در منطقه مورد مطالعه از ارتفاع ۴۰۰۰ متر به بالا دیده می‌شوند. (مقیمی، ۱۳۸۷)

۴- پنی تانت

در قلمروهای کم آب و حد بالاتر از مرز برف‌های دائمی، غالباً برداشت به صورت تبخیر مستقیم از یخ صورت می‌گیرد. در این صورت حفره‌های مخروطی شکلی بر سطح یخچال‌ها تشکیل می‌شوند. در حداصل این مخروط‌ها با یخ‌بستن مجدد بخشی از تبخیر مستقیم به تدریج برجستگی‌های کله قندی شکلی به وجود می‌آیند که پنی تانت نامیده می‌شوند. (محمودی، ۱۳۷۸، ص ۱۴۶)

نمونه‌های بسیاری از پنی تانت در سطح یخچال‌ها و برفچال‌ها از ارتفاع ۴۵۰۰ متری در دامنه‌ی جنوبی و از ارتفاع ۴۰۰۰ متری در دامنه‌ی شمالی و شرقی به بالا قابل مشاهده است همچنین در یخچال داخل دهانه‌ی اصلی مخروط دماوند نیز، پنی تانت در سطح وسیعی وجود دارد. ارتفاع ستون‌های مخروطی شکل پنی تانت در برخی نقاط در مخروط دماوند تا ۵۰ سانتی متر هم می‌رسد. (2002, Kaab)

حرکات دامنه‌ای

شکل یک دامنه تابعی از فرم اولیه، ساختمان زمین‌شناسی و جنس مواد و تغییرات بعدی حاصل از فرآیندهای تخریبی است. فرم اولیه یک دامنه که در اثر عوامل درونی به وجود آمده با گذشت زمان به وسیله عوامل بیرونی به صور مختلف هوازدگی، تخریب، جابه‌جایی، شکل ثانویه‌ای به خود می‌گیرد که می‌تواند به آهستگی بخزد (خزش) به طور آزاد فروآزاد فروافتد



یخچالها تأثیر به سزایی دارد.

روش‌های استخراج یخچال از تصاویر ماهواره‌ای

این روش‌ها به سه دسته تقسیم می‌شود:

۱- استخراج چشمی مرز یخچال (روش دستی)

۲- با استفاده از نسبت‌های بین بانندی تصاویر

۳- استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی

در این پژوهش ما از روش دوم و سوم استفاده کرده‌ایم.

- استفاده از نسبت‌های بین بانندی:

در این روش ۱- ترکیبات مختلفی از باندها بکار برده شده‌اند. ۲- نسبت

انعکاس باندهای TM4/TM5 و TM3/TM5، با در نظر گرفتن یک سری

آستانه‌ها برای بازسازی مرز حوضه یخچالی مورد استفاده قرار گرفته

است.

- استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی

با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده برای

باندهای مناسب می‌توان مرز حوضه یخچالی را مشخص نمود.

اگر چه استفاده از روش‌های طبقه‌بندی دقت بالایی را در بازسازی

مرزهای حوضه یخچالی بدست می‌دهند اما بهترین نتیجه با افزودن

اطلاعات و داده‌های اضافی و تفسیر چشمی بدست می‌آید.

استخراج حوضه یخچالی با استفاده از تصاویر Landsat

استفاده از روش ISODATA برای باندهای ۵ و ۱ و ۴ سنجنده ETM

یخچال‌ها را با دقت نسبتاً مطلوبی به دست می‌دهد که طبقه‌بندی نظارت

نشده با ۱۶ کلاس و ۱۶ بار تکرار انجام شد. بهترین نتیجه با استفاده از روش

طبقه‌بندی و با استفاده از داده‌های کمی GIS بدست آمد.

نتایج

مورفولوژی کنونی یخچال یخار دماوند عمدتاً تحت تأثیر دوران

چهارم به وجود آمده و در حال حاضر در حال تکامل هستند. لیکن شواهد

موجود از جمله سیرک‌هایی که فاقد یخ هستند و دره‌هایی که از یخ تهی

شده‌اند و همچنین یخرفتهای بسیار عظیمی که روی هم انباشته شده‌اند،

تماماً حاکی از این مسئله است که یخچال‌های کنونی نه تنها بسیار محدودتر

از گذشته می‌باشند بلکه دینامیک آن‌ها نیز بسیار کندتر از گذشته عمل

می‌کند.

از این رو با توجه به مطالبی که مورد بحث قرار گرفت، می‌توان نتایج به

دست آمده را به شرح زیر فهرست نمود:

۱- شرایط کنونی و اقلیم حاضر برای تشکیل یخچال در ارتفاعات

ایران مناسب نیست. بلکه وجود هسته‌های یخی فسیل شده در دوره‌های

یخچالی در ارتفاع بالای ۴۵۰۰ متر امکان تداوم حرکت و تغذیه مجدد را

فراهم می‌کند. اما آنچه به نظر می‌رسد این مقدار تغذیه یخچال نتواند میزان

ذوب سالانه را جبران نماید. از طرفی بارش برف سالانه در سطح یخچال تا

(ریزش) در امتداد یک سطح گسیختگی بلغزد (لغزش) یا مانند دوغابی جریان پیدا کند (جریان).

۱- ریزش: در منطقه مورد مطالعه ریزش به صورت واریزه‌ای و ریزش برف فراوان است. برف‌ها در سطح دامنه‌ها به صورت واریزه‌ای و ریزش بهمین‌ها به وفور دیده می‌شود که در ذیل تصاویری از آن را می‌بینید.

در این منطقه که ریزش برف فراوان است برف‌ها در سطح دامنه‌ها به صورت بهمین سقوط می‌کنند. مسیر حرکت بهمین‌ها روی دامنه‌ها اغلب فرو کنده شده است. همچنین در اینجا چون شیب زیاد است ریزش واریزه‌ای به شکل مشخص دیده می‌شود. واریزه‌ها متناسب با ابعاد و وزن مخصوص و شکل خود به صورت مخروطه‌های واریزه‌ای درآمده‌اند که در چنین حالتی آن را سنگریز متعادل می‌گویند. این مخروطه‌های واریزه‌ای در ارتفاع ۲۸۰۰-۳۰۰۰ متری در دره یخچال یخار قابل رؤیت هستند.

۲- لغزش: توده‌ای از مواد از ناحیه بالایی دامنه جدا شده و در طول آن پایین می‌آیند و مواد و مصالح در پایین قرار می‌گیرد. منطقه مورد مطالعه چون از لحاظ دینامیکی بسیار فعال می‌باشد بنابراین ما مواردی از لغزش‌ها را شاهد هستیم. این لغزش‌ها غالباً در رسهای هوازده یا در واریزه‌های کم عمق بر روی بستر سنگ اتفاق می‌افتد. سطح لغزش در این نوع حرکت تقریباً با سطح توپوگرافی و شیب موازی است و توده خاک آشفته شده جابه‌جا و منتقل می‌شود.

حدود و گسترش یخچال یخار

آنچه که از شواهد برمی‌آید این است که یخچال یخار و به طورکل یخچال‌های قله دماوند در حال پسروی هستند که یکی از علل آن تغذیه کم و کاهش نزولات جوی در سال‌های اخیر می‌باشد. همچنین وجود یخرفته‌ها که تعیین کننده حدگسترش یخچالها در گذشته می‌باشند.

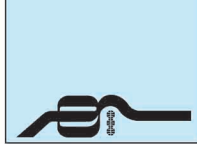
احتمالاً این یخرفته‌ها مربوط به آخرین دوره یخچالی پلیوستوسن فوقانی (دوره یخچالی ورم) است. اشکال موجود حاکی از پسروی یخچال‌ها در این منطقه می‌باشند. در دامنه رو به جنوب در حوضه یخار که در تصویر هم قابل دیدن می‌باشد، ناشی از ذوب شدن یخ در دامنه به صورت پله پله است تا اینکه در انتها کاملاً یخچال ذوب شده و از بین رفته است.

در این پژوهش که با استفاده از فناوری سنجنش از دور انجام شده است این نتیجه به دست آمد که مساحت یخچال یخار نسبت به آنچه که قبلاً توسط محققین دیگر صورت گرفته بود در حال کاهش است. استاد فریرز وزیر مساحت یخچال یخار را ۲ کیلومترمربع اندازه‌گیری کرده بود، ولی ما با استفاده از ترکیب بانندی تصویر ETM و IRS و نرم‌افزار GIS مساحت یخچال را ۱/۸ کیلومترمربع اندازه‌گیری کردیم. این رقم نشان دهنده کاهش محدوده یخچال است که عوامل آن شامل:

۱- کاهش نزولات جوی و کاهش تغذیه یخچال

۲- گرم شدن میزان درجه حرارت زمین که باعث ذوب یخچالها در سطح زمین و همچنین در این منطقه می‌شود.

۳- حرارت ناشی از خروج دود از دهانه آتشفشان دماوند که بر روی



شماره 6461HV.

۳- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تصاویر ماهواره‌ای IRS، (Landsat TM و PAN) سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۴.

۴- سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی دماوند مقیاس ۱:۱۰۰۰۰.

۵- سازمان سنجش از دور ایران، تصاویر ماهواره‌ای TM و Landsat ETM مربوط به سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۱ و ۲۰۰۰.

۶- کک، روزه، ترجمه فرج‌الله محمودی، (۱۳۶۸) ژئومورفولوژی، جلد اول ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک بیرونی، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- محمودی، فرج‌الله (۱۳۶۷)، تحول ناهمواریهای ایران در کواترنر، مجله پژوهش‌های جغرافیایی سال بیستم، شماره ۲۳.

۸- مقیم، علی (۱۳۸۱)، کوهنوردی در ایران، انتشارات سبز.

۹- مقیمی، ابراهیم، (۱۳۸۷) ژئومورفولوژی اقلیمی، قلمرو سرد و یخچالی، چاپ اول انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰- یمانی، مجتبی (۱۳۸۴) ژئومورفولوژی یخچال علم‌کوه (مقاله) مجله پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۴۲.

۱۱- وزیر، فریبرز (۱۳۸۲)، شناسایی مقدماتی یخچالهای طبیعی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ایران.

12- Kaab.A. Monitoring high-mountain terrain deformation from digital aerial imagery and ASTER data ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2002, number 57, page (39-52).

حدودی توسط دمای فصلی ذوب می‌گردد، به گونه‌ای که در طول تابستان اثری از برف زمستانی در سطح یخچال دیده نمی‌شود. بنابراین امکان تغذیه سطحی نیز منتفی است.

۲- با توجه به شواهد موجود، یخچال یخار در حال تحلیل و از بین رفتن است. به عبارتی افزایش دمای دوره‌ای موجب ذوب تدریجی این یخچال می‌گردد. عدم تغذیه کافی، بالا بودن برف مرز دائمی (۵۵۰۰-۴۸۰۰ متر) و اشکال سطحی در یخچال تأیید کننده این نظریه هستند.

۳- بخش عمده‌ای از یخ سطحی به طور مستقیم در اثر تابش خورشید در طول روز تخییر می‌گردد. علاوه بر این در زیر قشر یخرفت سطحی که به طور کامل سطح زبانه را پوشانیده‌اند، یخ بلورین و خالص و فاقد یخرفت داخلی وجود دارد. این مسئله حاکی از تشکیل آن در گذشته دور است. همچنین ذوب یخ در زیر پوشش یخرفتی در اثر دمای بالاتر پوشش یخرفت موجب تحلیل سطحی زبانه می‌گردد. فرونشینی پناهگاه تخت فریدون به قسمی نتیجه همین فرآیند است.

۴- دما در تمامی اوقات سال در سطح یخچال از شرایط زیر صفر یا نزدیک به آن برخوردار نیست. به گونه‌ای که در طول تابستان به طور مستقیم یخ سطحی در معرض ذوب قرار دارد.

۵- با استفاده از تصویر ماهواره‌ای IRS و تلفیق آن با تصاویر Landsat موقعیت یخچال شناسایی و محدوده یخ مشخص گردید.

۶- استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت نشده در شناسایی محدوده یخچال مفید می‌باشد ولی سایه‌ها نیز جزء یخچال طبقه‌بندی گردیده است. ۷- در این مطالعه به علت فقدان اطلاعات زمینی مناسب از منطقه یخچالی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده استفاده نگردید.

۸- در هر نوع مطالعه بر روی یخچالهای طبیعی، تهیه DEM مناسب و با دقت از منطقه یخچالی ضروری می‌باشد که در این تحقیق DEM تهیه گردید.

۹- کلیه محصولات تولیدی و خروجی از داده‌های سنجش از دور شامل مدل ارتفاعی زمین، حوضه آبریز یخچالی، تصاویر ماهواره‌ای رادر سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد نموده و بدین ترتیب راه برای ادامه‌ی مطالعات و تحقیق در منطقه یخچالی دماوند هموار می‌باشد.

۱۰- حد گسترش زبانه یخچالی در آخرین دوره یخچالی گذشته (وورم) در ارتفاع ۲۸۰۰ متری قرار داشته است. در حالی که امروزه حد گسترش زبانه یخچالی در ارتفاع ۳۸۰۰-۴۰۰۰ متری است که شاهد آن یخرفتهای جدید در دامنه‌ها می‌باشد.

۱۱- استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت نشده در شناسایی محدوده یخچال مفید می‌باشد، اما سایه‌ها نیز جزء یخچال طبقه‌بندی می‌شوند.

منابع و مأخذ

۱- جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۲- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی شیت ۱:۵۰۰۰۰ رینه‌به