

پژوهش های جغرافیایی - شماره ۵۹، بهار ۱۳۸۶

صص ۱۲۵ - ۱۳۹

## ژئومورفولوژی یخچال های زردکوه\* ( بررسی اشکال ژئومورفولوژیک و حدود گسترش آنها)

مجتبی یمانی\*\* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۱۰/۴ تأیید نهایی: ۱۳۸۵/۳/۲۹

### چکیده

بررسی تحولات اقلیمی کواترنر و موارث اقلیمی آن یکی از جالب ترین مباحث ژئومورفولوژی ایران می باشد. در این میان بررسی آثار یخچالی و حدود گسترش آنها در نواحی کوهستانی ایران بهترین کلید برای مرزبندیهای مورفوکلیماتیک و مورفودینامیک به شمار می رود. ارتفاعات زردکوه بختیاری به صورت نواری با عرض حدود ۱۵ کیلومتر و با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی و منطبق با روند کلی زاگرس، درست در روی واحد زمین ساختی زاگرس مرتفع قرار گرفته اند. در دامنه های شمال غربی این رشته و پیرامون قله اصلی آن که بالای ۴۰۰۰ متر ارتفاع دارند، بیش از ۱۵ سیرک و زبانه یخچالی وجود دارد. این سیرکها تنها سیرکهای یخچالی موجود با هسته یخی در زاگرس بختیاری محسوب می شوند. نتایج بررسیهای مقدماتی از روی شکل های هوایی و نیز داده های میدانی تفصیلی نشان می دهد که حد اکثر گسترش زبانه های یخچالی تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر و محدود به بستر رود کوهرنگ بوده می باشد. مرز تشکیل سیرکهای یخچالی نیز حداقل تا ارتفاع ۳۴۰۰ متر بوده است. بررسیهای میدانی نشان میدهد که در حال حاضر فعالیت مشخصی در یخچالهای زرد کوه وجود ندارد و هسته های یخی موجود در زیر یخرفتهای سطحی در حال ذوب تدریجی می باشند. انتقال حجم عظیمی از یخرفتها در طول گذر از دوره یخچالی، مخروط افکنه های بزرگی در انتهای دره های یخچالی و تا مجاورت دره رود کوهرنگ تشکیل داده اند. این مخروطها تنها نمونه های موجود با منشا یخچالی در منطقه زردکوه می باشند.

**کلید واژه ها:** کواترنر، یخچال های کوهستانی، زردکوه بختیاری، تغییرات اقلیمی.

### مقدمه

تنوع اقلیمی ایران به طور عمده نتیجه موقعیت جغرافیایی و کوهستانی بودن آن است. وجود قله مرتفع بالای ۴۰۰۰ متر در رشته کوههای این سرزمین موجب شده است که در دوره های سرد کواترنری بخشهای مرتفع کوهستانی در قلمرو شرایط مورفوکلیماتیکی و تحت تاثیر آن در پهنه مورفودینامیکی یخچالی و نیواسیون<sup>۱</sup> قرار گیرد (عیوضی<sup>۲</sup>، ۱۳۷۸، ۹۷). آنچه مهم است، مطالعات انجام گرفته درباره یخچالهای دوره کواترنری در ایران چندان زیاد نیست. اندک مطالعات

\* این مقاله حاصل یک طرح پژوهشی است که هزینه های آن از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران تامین گردیده است. بدینوسیله از این حمایتها قدردانی می نماید.

E-MAIL: [myamani@ut.ac.ir](mailto:myamani@ut.ac.ir)

\*\* نویسنده مسئول ۰۹۱۲۳۱۹۷۶۸۲

1. Nivation

2. Rieben 1955

انجام گرفته نیز همگی مربوط به یک سده اخیر است (راب و همکار ۱۹۸۱، ۵۲). گرم شدن آب و هوای کره زمین در سالهای اخیر موجب اهمیت پیدا کردن اینگونه مطالعات از سوی دانشمندان است. زیرا دست یابی به نتایج تغییرات اقلیمی مستلزم انجام مطالعات دیرینه شناسی است. بدیهی است شواهد ژئومورفولوژیکی یخچالی یکی از شاخص ترین ابزارهای دستیابی به این اهداف است.

اگرچه موقعیت کنونی سرزمین ایران (عرض ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی) و تسلط شرایط خشک و نیمه خشک، تشکیل یخچالها را در این کشور محدود ساخته است و تنها در محدود نواحی مرتفع کوهستانی در حال حاضر یخچالهای بسیار کوچکی دیده می شود، ولی شواهد گسترش یخچالها در دوره های یخچالی کواترنری در اغلب نواحی کوهستانی ایران به وسیله محققان مختلف کشف و بررسی شده است. دماوند (۵۶۷۲ متر)، علم کوه (۴۸۵۰ متر)، سبلان (۴۸۱۱ متر)، اشترانکوه (۴۰۹۰ متر)، زردکوه (۴۲۲۱ متر) از مرتفعترین قله کوهستانی ایران به شمار می روند که در حال حاضر دارای یخچال فعال می باشند (وزیری، ۱۳۸۲، ۳۸-۳۲).

از اواسط نیمه اول قرن ۲۰ بتدریج پژوهشگران خارجی مطالعاتی در زمینه محیط طبیعی ایران به عمل آوردند که اغلب به صورت کتابها یا مقالاتی انتشار یافت. از چند دهه اخیر مطالعاتی تخصصی درباره علوم زمینی افزایش و پژوهشگران ایرانی نیز در این راه تلاشهایی به عمل آوردند. در این میان جدید ترین تحقیق به وسیله وزیر تحت عنوان "شناسایی مقدماتی یخچالهای طبیعی ایران" همراه با تصاویری از یخچالهای ایران انجام پذیرفته است (همان ۱۳۸۲، ۵۲-۲۰۵). اغلب محققان جهت مدلل ساختن اقلیم کواترنری در ایران به شواهد یخچالی (یخرفتها، سیرکها، ...) و خط برفمرز، شواهد بیولوژیکی و آثار دریاچه ها و کویرها تمسک جستند (پدرامی ۱۹۸۲، ۱۷-۵). بعضی از آنها با توجه به شواهد مذکور و پاره ای دلایل دیگر، تسلط دوره های خشک و سرد و گروهی وجود دوره های بارانی و دوره های سرد را در دوره پلیوستوسن در کشورمان ادعا کرده اند. دومرگان<sup>۳</sup> (۱۸۹۰)، اهلرز<sup>۴</sup> (۱۹۸۰)، دزیو<sup>۵</sup> (۱۹۹۳)، بوبک<sup>۶</sup> (۱۹۳۳)، پی. پی. گی<sup>۷</sup> (۱۹۵۹)، شارلاو<sup>۸</sup> (۱۹۶۰)، رایت<sup>۹</sup> (۱۹۶۵)، شوایتزر<sup>۱۰</sup> (۱۹۷۲)، پارسر<sup>۱۱</sup> (۱۹۷۳)، کوهله<sup>۱۲</sup> (۱۹۷۶)، بریس<sup>۱۳</sup> (۱۹۷۸)، درش<sup>۱۴</sup> (۱۹۸۰-۸۲)، هورمن<sup>۱۵</sup> (۱۹۸۰-۸۲) و دیگران همه از جمله پژوهشگران خارجی بودند که در زمینه آثار یخچالی و اقلیم کواترنری و پلیوستوسن ایران تحقیقاتی انجام دادند (نقل از پاشایی ۱۳۸۱، ۵).

شاید اولین کسی که به منطقه زرد کوه مسافرت کرده است، دزیو باشد. او که در سال ۱۹۳۳ م سفری پژوهشی برای انجام مطالعات ژئومورفولوژیکی و زمین شناسی به منطقه زرد کوه انجام داد. او می نویسد: در رشته کوههای غرب ایران یخچالهایی را دیده که تاکنون کسی آنها را توصیف نکرده است. در این میان آخرین مطالعات انجام گرفته در مورد

<sup>3</sup> Du Morgan. J. 1890

<sup>4</sup> E. Ehlers 1980

<sup>5</sup> Desio 1933

<sup>6</sup> H. Bobek 1933

<sup>7</sup> P. Peggy

<sup>8</sup> Sharlav 1960

<sup>9</sup> Wright 1965

<sup>10</sup> Schweitzer 1972

<sup>11</sup> B.H. Purser 1973

<sup>12</sup> Kohle 1976

<sup>13</sup> Bris 1978

<sup>14</sup> J. Dresch 1980

<sup>15</sup> Harman 1980

یخچال های زرد کوه بختیاری به وسیله کریستف پروی<sup>۱۶</sup> در سال ۱۹۸۰ م انجام گرفت (پروی ۱۳۶۹، ۷۰-۵۵). وی موضوع یخبندان کواترنری را در قسمتهای داخلی زرد کوه بختیاری به عنوان رساله دکتری خود در دانشگاه آگسبورگ آلمان غربی به انجام رسانیده است. وی علاوه بر تشریح اشکال یخچالی موجود، سطوح متفاوتی را برای یخچال های منطقه ارائه کرده و نمای کلی سیرکهای موجود را از طریق ترسیم نیمرخ هایی به تصویر کشید.

آنچه مسلم است، شواهد ژئومورفولوژی یخچالی یکی از مشخص ترین میراثهای تحولات اقلیمی دوره کواترنری در ایران به شمار می رود (محمودی ۱۳۶۷، ۹). بنابراین ابتدا هدف بررسی ژئومورفولوژیکی یخچالهای زرد کوه بختیاری به عنوان معدود مناطق تحت قلمرو یخچالها در ارتفاعات زاگرس در آن دوران و از طرفی تعیین مرزها، وسعت و حدود گسترش این یخچالها در حال حاضر و در گذشته می باشد.

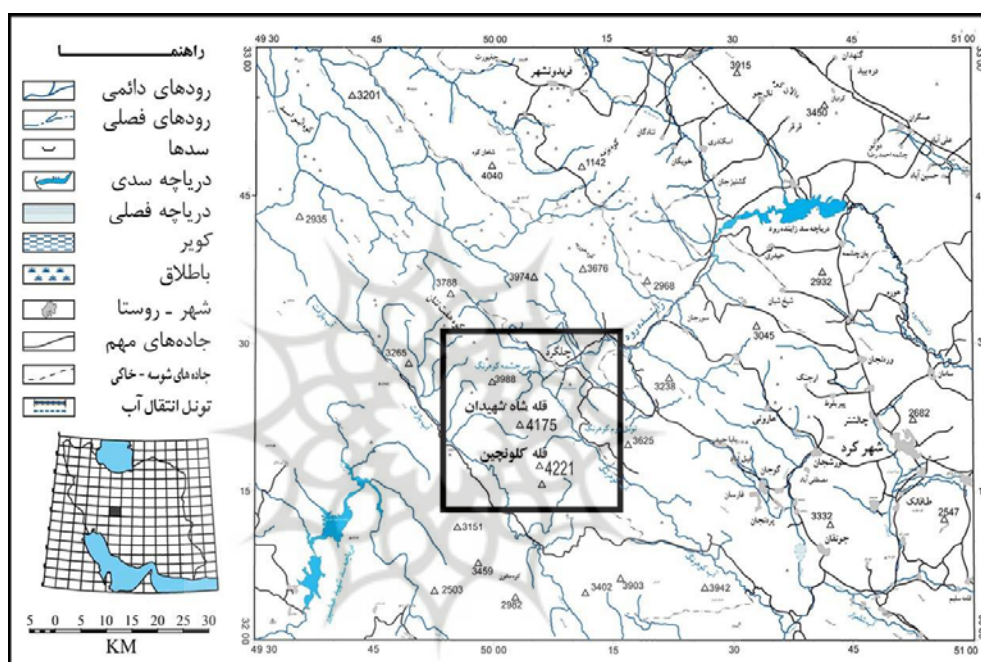
#### محدوده مورد بررسی

زردکوه در استان چهار محال و بختیاری قرار گرفته است و تنها شامل یک قله منفرد نمی شود، بلکه ارتفاعاتی را در این محدوده در بر می گیرد که بلندای آن به طور معمول بیش از ۴۰۰۰ متر است (نقشه ۱). این قله بترتیب از جنوب شرقی به شمال غربی شامل کوه میلی ۴۰۰۰ متر، قله درویش کزلی ۴۰۱۰ متر، قله چری ۴۱۰۰ متر، خرسان ۴۰۵۰ متر، کلونچین ۴۲۲۱ متر، شاه شهیدان ۴۱۸۰ متر، سردان ۴۰۰۰ متر، قله لاسوزو ۳۹۸۸ متر، قله آب سفید ۴۰۵۰ متر و قله هفت تنان ۴۱۸۰ متر می باشند. قله مذکور به عنوان مناطق مهم کوهنوردی ایران به شمار می روند و همه ساله بویژه در فصل تابستان عده زیادی از علاقه مندان به این رشته در سطح ملی و بین المللی به خود جلب می کند. نقشه ۱ یک کروکی کوهنوردی است که با تفکیک یالها، مسیر های صعود به قله های معروف این رشته را نشان می دهد (مقیم ۱۳۸۰، ۱۹۸-۱۸۴). در این میان قله کلونچین با ارتفاع ۴۲۲۰ متر و بعد از آن قله شاه شهیدان با ارتفاع ۴۱۸۰ متر بلند ترین قله های این رشته عظیم کوهستانی را تشکیل می دهند. موقعیت ریاضی این دو قله به ترتیب ۳۲ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی می باشد. قله های کلونچین و شاه شهیدان تقریباً در امتداد یک نصف النهار با مختصات ۵۰ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی واقع شده اند. این رشته کوهستانی مرتفع با عرض متوسط ۱۵ کیلومتر از سمت شمال شرق و جنوب غرب بترتیب به وسیله رود خانه های آب کوه رنگ و آب بازفت احاطه شده است. امتداد رشته زرد کوه شمال غربی - جنوب شرقی بوده و دقیقاً از روند تراست زاگرس پیروی می کند. تمام دره های پیرامون این رشته با همان روند دره های گسلی است (درویش زاده ۱۳۷۶، ۱۰۳). شهر چلگرد بزرگترین آبادی موجود در این نقشه بوده و تونلهای معروف کوه رنگ در این قسمت، آب کوه رنگ را که از انشعابات و سرشاخه های رود کارون محسوب می گردد از طریق تونل حفر شده در کوه کارکنان به سرشاخه های رودخانه زاینده رود منتقل می کند (نقشه ۶).

ایستگاه هواشناسی کوه رنگ که در نزدیکی آبادی چلگرد استقرار یافت پر باران ترین نقطه داخلی کشور با بارش متوسط سالیانه بیش از ۱۲۰۰ میلیمتر محسوب می شود. اقلیم این محدوده، سرد کوهستانی است و بارشها به طور عمده بصورت برف است (علیچانی ۱۳۷۶، ۱۴۷). این منطقه بیلاق تعدادی از طوایف کوچ نشین و عشایر بختیاری را تشکیل می دهد. ایل راه این طوایف از طریق همین ارتفاعات و دامنه های زرد کوه و از طریق دره بازفت به سوی دامنه های جنوبی زاگرس در استان خوزستان می باشد (یمانی ۱۳۶۹، ۳۵).

<sup>16</sup> -Christoph Preu 1980

در این بخش از ارتفاعات زرد کوه بیش از ۱۵ سیرک یخچالی بزرگ و کوچک در ارتفاع ۳۴۰۰ تا ۴۰۰۰ متر وجود دارد (نقشه ۳). با استناد به بررسی تصاویر ماهواره ای، عکسهای هوایی منطقه، با آنکه قله مرتفع واقع شده در محدوده نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ شهر کرد که زرد کوه بختیاری پهنه کوچکی از آن را تشکیل می دهد، بسیار فراوان است، اما شواهد یخچالی از جمله سیرکهای قدیمی در آنها دیده نمی شود. در این میان نمونه های دیگری از شواهد یخچالی را به طور مشخص می توان در دامنه های شمالی ارتفاعات دنا در استان فارس و نیز دامنه های شمالی رشته اشترانکوه در استان لرستان مشاهده کرد. سیرکهای موجود در این دو بخش نیز علاوه بر تراکم حجم زیادی از یخرفتهای قدیمی، هنوز دارای هسته های یخی متعلق به دوره های یخچالی گذشته می باشند (عیوضی، ۱۳۸۲، ۷۷).



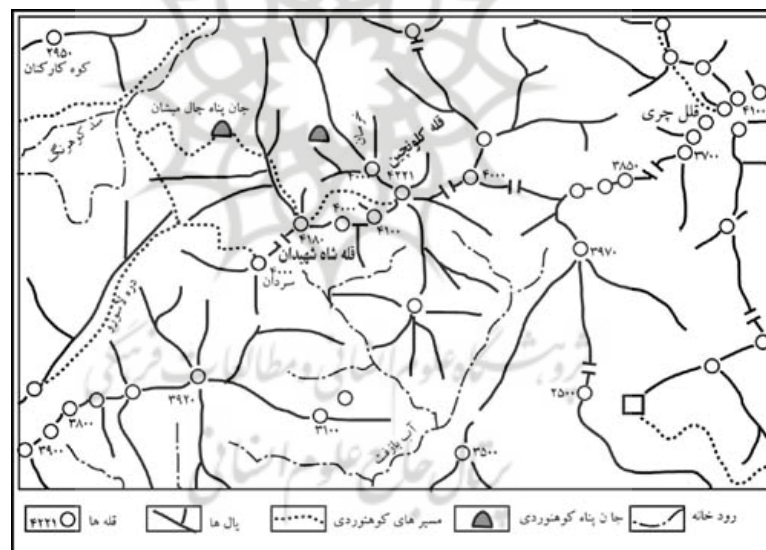
نقشه ۱ موقعیت محدوده تحت بررسی در چهار گوش نقشه شهر کرد

## مواد و روشها

بررسی وضعیت یخچالهای زرد کوه و تجزیه و تحلیل تحولات یخچالی منطقه نیازمند یک طرح تحقیق منسجم بوده است. در این راستا، شرح ویژگیهای ژئومورفولوژیک و عوارض یخچالی به طور عمده به روش توصیفی انجام پذیرفته است. مقایسه حدود گسترش و مرز بندی های یخچالی و مهمتر از آن شواهد تحولات یخچالی در آخرین دوره یخچالی با عصر حاضر به روش تحلیلی انجام گرفته است. تکنیک کار مقایسه داده ها از طریق مطالعات پیشین و طرحهای انجام گرفته در سایر نقاط ایران در خصوص این موضوع می باشد. مهمترین بخش کار، ارتباط نتایج حاصل از بررسیها و فرایند تشکیل لندفرمهای کوآترن و سپس تلفیق نتایج ژئومورفولوژیک، توپوگرافیک و زمین شناسی بوده است. در تمامی مراحل تحقیق، یافته های پژوهش کاملاً مستند به انجام کارهای میدانی و مشاهدات روی زمین بوده است. طی کارهای میدانی، تجهیزات و ابزارهای کار میدانی تا پناهگاه کوهنوردی چال میشان در ارتفاع ۳۱۷۰ متر و در پایین دست قله شاه شهیدان (۴۱۸۰ متر) منتقل شده و از این جان پناه به عنوان ایستگاه استفاده شده است (نقشه ۱). سپس طی روزهای متوالی

به دفعات موقعیت، ارتفاع و ویژگیهای ژئومورفولوژیک و حدود سیرکها و زبانه های یخچالی موجود در پیرامون قله این محدوده بررسی و به روی نقشه توپوگرافی انتقال داده شده است. در تمام مراحل از دستگاه GPS برای ثبت موقعیت و ارتفاع عوارض مذکور در حین انتقال به روی نقشه ها استفاده شده است. علاوه بر این عکسهای متعددی از عوارض ژئومورفولوژی مطالعه شده تهیه شده است. در تمامی مراحل انجام کار میدانی، توپوگرافی منطقه و اشکال مورفولوژی آن از طریق عکسهای هوایی پوشش مشترک و نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی کنترل و هم زمان گزارش مقلّماتی تهیه شده است.

مهمترین ابزارهای فیزیکی تحقیق را عکسهای هوایی مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، سال ۱۳۳۴ سازمان جغرافیایی کشور تشکیل داده اند. از این عکسها به عنوان ابزار مشاهده غیر مستقیم عوارض ژئومورفولوژیک منطقه استفاده شده است. از نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش شهرکرد برای بررسی وضعیت ساختمانی و زمین شناسی منطقه و نیز تفکیک سازند های دوره کواترنری برای انتقال روی نقشه ژئومورفولوژی استفاده شده است (منبع ۹). نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ در واقع نقشه پایه مطالعات را برای کنترل زمینی و تکمیل اطلاعات هیدروگرافی و سطوح ارتفاعی و نیز تطبیق با نتایج حاصل از اندازه گیری با دستگاه GPS استفاده شده است. در پایان کار با استفاده از سمبل های ویژه ژئومورفولوژی این لندفرمها به روی نقشه ژئومورفولوژی انتقال داده شده و به نمایش در آمده است (نقشه ۶).



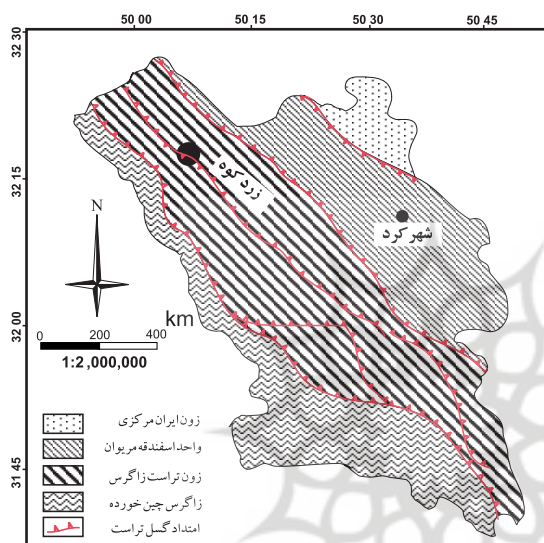
نقشه ۲: کروکی قله ها و پالهای ارتفاعات زردکوه که مسیرهای صعود را نشان می دهد (مقیم، ۱۸۹).

### زمین شناسی منطقه

ارتفاعات زردکوه بختیاری در بلندترین بخش واحد زمین ساختی تراست زاگرس یا زاگرس مرتفع قرار گرفته است (درویش زاده ۱۳۷۶، ۱۰۳). نقشه ۳ موقعیت این واحد مورفوتکتونیک را در پهنه ایران و استان چهارمحال و بختیاری نشان می دهند.

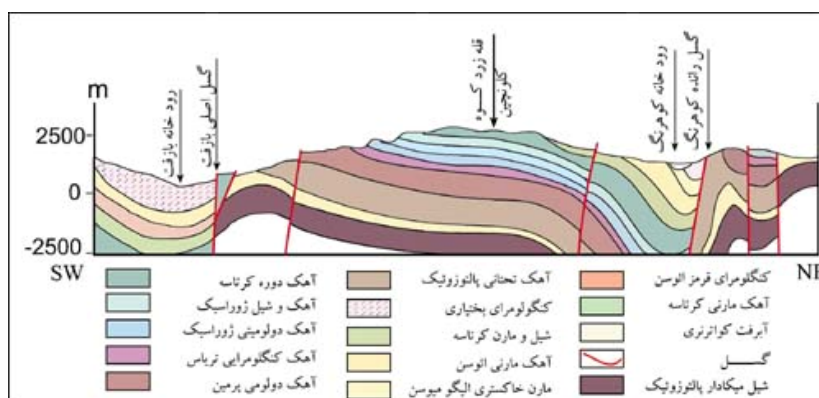
امتداد و روند واحدهای زمین ساختی در این بخش به طور کامل از روند ساختمانی زاگرس پیروی می کند و دارای امتداد شمال غربی جنوب شرقی است. مشخص ترین شکل ساختمانی، روند گسلهای تراست زاگرس می باشد که مرز مشخصی برای تعیین حدود این واحد های مورفوتکتونیک به شمار می رود. گسل اصلی و مهم تراست زاگرس که در

واقع بزرگترین گسل ایران به شمار می رود (عیوضی، ۱۳۷۸، ۳۵)، مرز شمال شرقی ارتفاعات زردکوه را تشکیل می دهد. این گسل درست از مشرق آبادی دیمه و فاصله ۷ کیلومتری شهر چلگرد در پای زردکوه و با همان روند عبور می کند. مرز جنوب غربی این ارتفاعات نیز به وسیله گسل بازفت تعیین شده است (نقشه ۳ و ۶). این دو گسل اصلی و مهم در واقع مرزهای بسیار مشخص برای واحد ساختمانی زاگرس مرتفع که بلندترین نقاط آن را قله شاه شهیدان و کلونچین تشکیل داده است، به شمار می رود (نقشه ۶). حوضه زاگرس در این منطقه شامل دو واحد ساختمانی متمایز است که شامل واحد ساختمانی زاگرس چین خورده و واحد ساختمانی زاگرس مرتفع می باشد (نقشه ۳). از ویژگیهای این واحد، وجود طاقدیس ها و ناودیس های به هم فشرده با جهت شمال غربی - جنوب شرقی است که تحت تاثیر گسلهای ذکر شده ساخت فلسی نقشه با شیب ساختمانی شمال شرقی دارند (درویش زاده، ۱۳۷۶).



شکل ۳: واحد های مورفوتکتونیک اسنان چهار محال و بختیاری و موقعیت زردکوه بختیاری در واحد زمین ساختمانی منطقه تراست زاگرس (م ش ۱۸).

به طور کلی سنگهای تشکیل دهنده محدوده یخچالهای مطالعه شده از سنگهای آهکی با مقاومتهای تقریباً یکسان تشکیل شده است (شکل ۴). مرتفع ترین بخشهای ارتفاعات بختیاری از سنگهای آهکی اوربیتولین دار دوره کرتاسه تشکیل شده و سیرکهای یخچالی تحت بررسی همگی در این سازند ایجاد شده اند. جوانترین رسوبات را آبرفتیهای مخروط افکنه ای کوآترنر تشکیل میدهد که بستر دره رود گوهرنگ را در مشرق زردکوه پوشانیده است. علاوه بر این ضخامتی از کنگلومرای بختیاری به صورت دگر شیب در سطح دره بازفت رسوبات قدیمی را پوشانده است.



شکل ۴: مقطع عرضی زمین شناسی ارتفاعات زردکوه (ماخذ: سازمان زمین شناسی کشور، نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، شهرکرد)

### مرزهای یخچالی و حدود گسترش یخچالها در زردکوه بختیاری

در حال حاضر وجود قطعات یخرفتی در ارتفاعات منطقه و دره های مجاور آن می تواند تا حدودی مرزهای یخچالی گذشته را تعیین کند. هر چند اختلاف عمده ای که بین یخچالهای زردکوه و علم کوه در ارتفاعات تخت سلیمان و البرز وجود دارد، به طور عمده در ویژگیهای سنگ شناسی است. با توجه به این که قطعات یخرفتی منطقه علم کوه و دره های پیرامون آن، به طور عمده از سنگهای گرانیتی و مقاوم تشکیل شده است، بنابر این تفکیک و شناسایی یخرفتی بودن آنها به سهولت امکان پذیر است. در حالی که یخرفتهای موجود در حواشی ارتفاعات زردکوه به دلیل آنکه از آهک های دولومیتی با مقاومت نه چندان زیاد تشکیل شده است، از این رو طی این دوره طولانی و بعد از آخرین فاز یخچالی، به شدت هوازده و خرد شده اند و تشخیص منشأ یخرفتی بودن آنها به سختی امکان پذیر است. تنها شواهدی که می تواند وجود آنها را اثبات کند، قطعات بزرگ یخرفتی است که هنوز به طور کامل هوازده و خرد نشده اند. مهمتر از آن، شکل تراکم آنها در ارتباط با مورفولوژی دامنه های مسلط به دره های یخچالی است.

کم ارتفاع ترین سیرک یخچالی منطقه که به خوبی از روی شکلهای هوایی و نیز نقشه های توپوگرافی با توجه به مورفولوژی کنونی قابل تشخیص است در ارتفاع ۳۴۰۰ متری واقع شده است. این سیرک درست در انتهای دره ای به نام لاسبز و در پای پرتگاهی در دامنه شمال غربی قلّه شاه شهیدان قرار دارد پرتگاه مذکور در نتیجه کاوش یخچالی ایجاد شده و مسلط بر سیرک مذکور می باشد (شکل ۵). سیرک کوچک دیگری نیز تقریباً در همین ارتفاع و درست در بالا دست جان پناه چال میشان واقع شده است (شکل ۱). یخرفتهای این سیرک تا ارتفاع ۳۲۰۰ متری پایین آمده است (شکلهای ۶-۷). در این توده یخرفتی، قطعات چندان درشت دانه نیستند، اما قطعاتی با قطر بیش از یک متر نیز به ندرت در بین آنها دیده می شود.



شکل ۵: سیرک چال میشان در ارتفاع ۳۴۰۰ متر. پیشانی یخرفتی این سیرک دارای شیب معکوسی است و تمامی از بارش و ذوب برف زمستانی از طریق حفره های زیر زمینی به داخل یخرفتها نفوذ می کند.

### بازسازی شرایط دمایی در آخرین دوره یخچالی

یکی از شاخصهای تعیین مرزهای مناطق مورفوکلیماتیک، در نظر گرفتن متغیرهای متوسط دمای سالیانه و بارندگی می باشد. از آنجا که میزان بارش و تغییرات دما همبستگی معناداری را در رابطه با ارتفاع نشان می دهند، از این رو برای بازسازی شرایط دمایی کنونی و گذشته منطقه از متغیرهای متوسط دمای سالیانه ایستگاه هواشناسی چلگرد (منبع ۱۰) و نیز مبنا قرار دادن ارتفاع کف سیرک های یخچالی موجود در بلندی های زردکوه استفاده شده است. با توجه به اینکه ارتفاع کف پایین ترین سیرک یخچالی موجود حدود ۳۴۰۰ متر می باشد، در نتیجه با توجه به مبانی نظری تحقیق افت دما در

ازای هر ۱۰۰۰ متر برابر ۶/۵ - ۷ درجه سانتیگراد است، بر این اساس متوسط دما در آخرین دوره یخچالی در ایستگاه چلگرد که ارتفاع آن حدود ۲۴۰۰ متر و دمای متوسط سالیانه آن برابر ۸/۵۶ درجه می باشد در آخرین دوره یخچالی حدود ۲/۵ درجه سانتیگراد بوده است. البته یاد آوری این نکته ضروری است که شرایط ویژه کوهستانی منطقه و تاثیرات محلی به احتمال زیاد تاثیر منفی در افت دما در گذشته داشته است. به گونه ای که اختلاف متوسط دما در حال حاضر با آخرین دوره یخچالی را می توان برابر ۴ - ۴/۵ درجه سردتر از شرایط کنونی در نظر گرفت. چنانچه این رقم صحیح باشد، متوسط دما در بلند ترین سیرک یخچالی منطقه در حال حاضر باید ۴- درجه سانتیگراد باشد. اما در شرایط کنونی شواهدی مبنی بر تشکیل یخچال در این منطقه وجود ندارد.

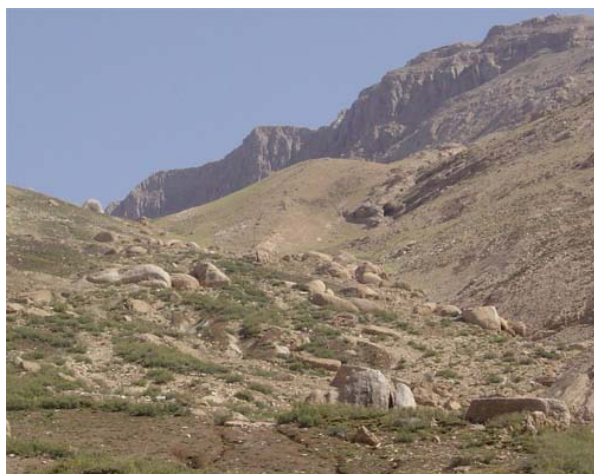
بدیهی است علت این امر کاهش میزان بارش در زمان حاضر و ذوب کامل آن در طول دوره گرم سال می باشد. زیرا در زاگرس بختیاری ارتفاعات دیگری به بلندی زرد کوه وجود دارد ولی شواهد یخچالی به گستردگی یخچالهای زرد کوه در آنها وجود ندارد. فراوانی سیرکهای یخچالی در دامنه های شمالی البرز نیز حاکی از وجود چنین شرایطی است.



**شکل ۶:** سیرک و دره یخچالی لاسبز در شمال غربی قله شاه شهیدان. این عکس درست از بالای قله شاه شهیدان و از ارتفاع ۴۱۸۲ متری گرفته شده است.

البته قطعات درشت با منشا یخچالی تا ارتفاع ۲۵۰۰ متری نیز دیده می شود ( شکل ۷). این قطعات از نظر ارتفاع پایین ترین شواهد یخرفتی در منطقه زردکوه به شمار می روند. هر چند در بالا دست مخروط افکنه های موجود در حاشیه دره کوهرنگ قطعات درشت به فراوانی دیده می شوند، اما مورفولوژی آنها و موقعیت مخروط افکنه آنها این نکته را ثابت می کند که هر چند منشا یخچالی دارند ولی موقعیت کنونی آنها، جابجایی به وسیله شبکه زهکشی موجود را اثبات می کند.

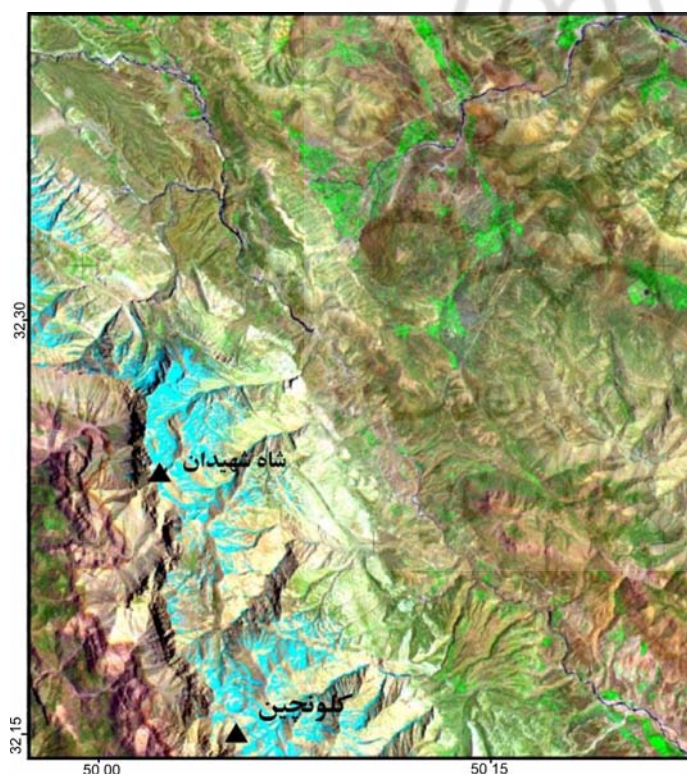




**شکل ۷:** قطعات بزرگ یخرفت در یکی از دره های دامنه شمالی شاه شهیدان. این یخرفتها تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر پایین آمده اند. قطر بعضی از این قطعات بیش از ۵ متر است.

#### شواهد ژئومورفولوژی یخچالی در زردکوه

با استناد به مشاهده غیر مستقیم از طریق شکل‌های هوایی (مقیاس ۱:۵۵۰۰۰) منطقه و نیز تصویر ماهواره ای (نقشه ۵)، شواهد ژئومورفولوژی یخچالی موجود در این بخش را می توان به دو گروه کلی تفکیک کرد. این دو گروه شامل اشکال فرسایشی و اشکال تراکمی یخچالی می باشند.



**شکل ۸:** بلندی های زرد کوه بختیاری در تصویر ماهواره ای لندست (سنجنده TM سال ۱۹۸۵).

#### اشکال کاوشی و فرسایشی یخچالی

##### الف) سیرکهای یخچالی:

همان گونه که در نقشه ژئومورفولوژی (شکل ۱۴) دیده می شود، بیش از ۱۵ سیرک یخچالی بزرگ و کوچک در دامنه های شمال شرقی رشته مرتفع زردکوه و با فاصله اندکی از یکدیگر قرار گرفته اند. کف این سیرکهای یخچالی در حال حاضر به وسیله توده ای از قطعات یخرفت پوشیده شده است. در اکثر این سیرکها، آثاری از یخ در بخش سطحی

یخچال دیده نمی شود. ولی وجود حفره های مدور و گرد در سطح یخرفتهای موجود در داخل سیرک ها که به صورت دره های کور<sup>۱۷</sup> و بسته دیده می شوند، حاکی از ذوب یخ مدفون شده در زیر قشر یخرفتی است (شکل ۹).

تمامی سیرکهای یخچالی در شیب ساختمانی سازند های آهک دولومیتی دوره کرتاسه حفر شده اند. در دامنه های جنوب غربی زردکوه که جبهه جنوب غربی این سیرکها را تشکیل می دهد، یک پرتگاه ممتد گسلی مرتفع با شیب تقریباً عمودی تشکیل شده است. این دامنه پر شیب به دره رود بازفت مسلط می باشد. وسیع ترین سیرک های یخچالی در دره های شمالی و شمال شرقی قله های شاه شهیدان و کلونچین واقع شده است (شکل ۱۰).

تعدادی از این سیرکها نیز در قله های کوه چری در مشرق زردکوه و تعدادی نیز در پای قله های غربی این ارتفاعات قرار گرفته است. شکل ۵ یکی از این سیرک های یخچالی را که دامنه های شمالی کوه شاه شهیدان و در ارتفاع ۳۴۰۰ متری قرار گرفته است نشان می دهد. این سیرک که کم ارتفاع ترین سیرک یخچالی منطقه میباشد در پای پرتگاه مرتفعی تشکیل شده است. وجود رشته های یخرفتی در حاشیه این سیرک یخچالی نشان دهنده حجم زیاد یخ موجود در این سیرک می باشد که در حال تحلیل و ذوب تدریجی است. با این وجود قطعات یخ در میان یخرفتهای سطحی حاکی از وجود هسته های یخی در زیر یخرفتهای موجود است (شکل ۱۱).

### ب) دره های یخچالی

دره های موجود در دامنه های شمالی زردکوه به طور عمده منشاء یخچالی دارند. پوشش وسیعی از قطعات یخرفتی در بستر این دره ها وجود دارد. اما به دلایل سنگ شناسی، این دره ها شکل منظم یخچالی ندارند. در قسمتهای بالادست این دره ها به دلیل حجم زیاد قطعات یخرفتی در کف آنها و نفوذ پذیری زیاد این قطعات موجب شده است که شکل اولیه خود را حفظ کند. زیرا شبکه سطحی هنوز نتوانسته است بطور گسترده در شستشو و تغییر شکل آنها نقش چندانی ایفا کند (شکل ۱۰). با این وجود در سطوح ارتفاعی پائینتر از ۳۰۰۰ متر شبکه زهکشی سطحی موجب حفر وسیع قطعات یخرفت در داخل دره ها شده است. به گونه ای که در این سطوح ارتفاعی آثار کمتری از یخرفت در بستر دره ها دیده می شود. این دره ها تا خط تغییر شیب پای دامنه زردکوه و تا مجاور پادگانه های رودخانه کوه رنگ امتداد پیدا کرده اند.

### ج) برف چالها

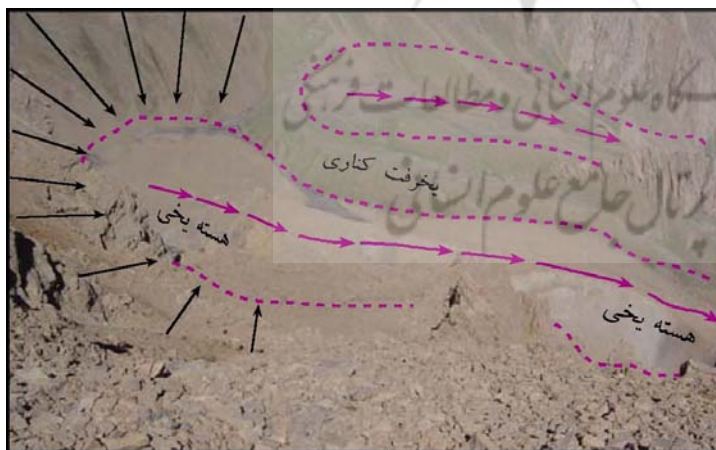
در حال حاضر در امتداد یالها و مجاور خط الراسهای ارتفاعات زردکوه بختیاری، دره های کم شیب و مدوری وجود دارد که مورفولوژی سیرک را ندارند و در طول سال برف ناشی از ریزش بهمن در آنها باقی می ماند. در درون این برفچالها آثاری از یخرفت دیده نمی شود، لیکن تغییر شیب کوژ پایین دست این برفچالها (که مسلط به دره های یخچالی می باشد) حاکی از تأثیر فرسایش در نتیجه انباشته شدن برف و تخریب مکانیکی ناشی از توالی یخبندان و ذوب یخ در آنها می باشد. قطعات خرد شده در نتیجه سقوط بهمنهای زمستانی در توالی دوره های بارش تخلیه می شود.



**شکل ۹:** حفره های موجود در یخرفتهای سطحی در نتیجه ذوب هسته های یخی به صورت کتل در یخرفتهای سیرک یخچالی چال میشان



**شکل ۱۰:** قله های شاه شهیدان به ارتفاع ۴۱۸۱ متر و کلونچین به ارتفاع ۴۲۲۱ متر بلند ترین قله ارتفاعات بختیاری را تشکیل می دهند. دره یخچالی جبهه غربی قله کلونچین (۴۲۲۱ متر) که بزرگترین یخچال منطقه محسوب می گردد. سطح این دره تماما از قطعات یخرفت پوشیده شده است.



**شکل ۱۱:** یخچال شمال غربی قله شاه شهیدان در انتهای دره لاسبز (این عکس از قله شاه شهیدان گرفته شده است).

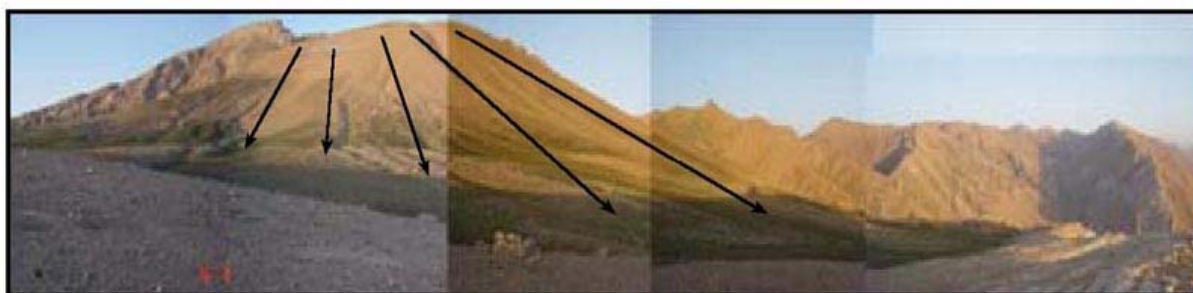
### اشکال تراکمی یخچالی

#### الف) یخرفتها

همان گونه که ذکر شد، در کف تمامی سیرکهای یخچالی و در حاشیه آنها پوشش ضخیمی از قطعات یخرفتی در ابعاد متفاوت رسوب کرده است. وجود یخرفتهای حاشیه‌ای در پاره‌ای از این سیرکها نشانگر حجم یخچال در دوره یخچالی گذشته است (شکل ۱۱). به دلیل بارش سنگین برف در طول زمستان، مرطوب بودن دامنه‌ها و دامنه زیاد نوسان

دما در طول سال، هوازگی مکانیکی و انحلال موجب تخریب و متلاشی شدن یخرفتهای آهکی شده است. از اینرو قطعات درشت در میان این یخرفتها به ندرت دیده می شود. رویش پوشش گیاهی و فعالیتهای زیستی در پاره‌ای از نقاط موجب انسجام بیشتر این قطعات شده است.

آنچه مهم است حد گسترش این یخرفتها در دره‌های منتهی به دره رودخانه کوه‌رنگ حداکثر تا ارتفاع ۲۵۰۰ متر دیده می‌شود و این نشانگر آن است که طول زبانه‌های یخچالی در دامنه‌های زردکوه چندان زیاد نبوده است.

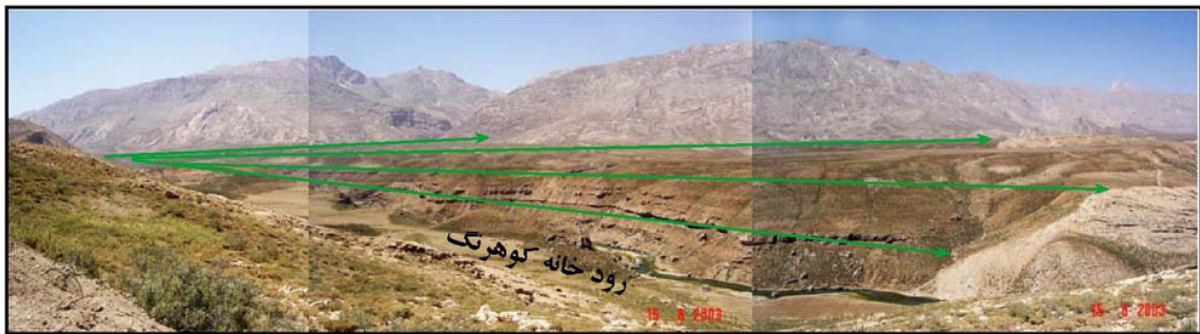


شکل ۱۲: یخرفتهای خارج شده از سیرک چال میشان تا ارتفاع ۳۲۰۰ متر پایین آمده است. این یخرفتها به شدت هوازده شده است، به طوری که قطعات درشت بندرت در آن دیده می‌شود.

#### ب) مخروط‌های آبرفتی قدیمی با منشاء یخچالی

شایان ذکر است که در تمامی نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ شهرکرد (که بخش عمده‌ای از ارتفاعات زاگرس بختیاری، فارس، خوزستان و کردستان را در برمی‌گیرد) تنها در دره رودخانه کوه‌رنگ تعدادی مخروط افکنه قدیمی با وسعت زیاد وجود دارد. از آنجا که در این نقشه صرفاً ارتفاعات زردکوه و یخچالهای کوهستانی آن قرار گرفته اند، می‌توان نتیجه گرفت که منشاء این مخروط‌های آبرفتی رسوبات یخرفتی این یخچالها است بویژه آنکه وسعت این مخروط‌های آبرفتی به طور دقیق با وسعت و تعداد سیرکهای یخچالی بالادست دره‌های منتهی به این مخروط‌ها همبستگی نشان می‌دهد. بزرگترین آنها (شکل ۱۴) در بالادست روستای بیرگان قرار گرفته است. مساحت این مخروط حدود ۶ کیلومتر مربع می‌باشد. سطح این مخروطها به وسیله شبکه سطحی بطور عمیقی حفر شده است، به طوری که دره‌های کرده شده با دامنه‌های مرتفع و شیب کاملاً پرتگاهی به بستر این دره‌ها مسلط می‌باشند.

رودخانه کوه‌رنگ نیز قاعده این مخروطها را به طور عمیق حفر کرده است. حفر این مخروط‌ها به وسیله رودخانه کوه‌رنگ به طور مشخص و به عنوان یکی از بهترین شواهد ژئومورفولوژیکی موجود، حاکی از گذار از یک دوره مرطوب به یک دوره خشک می‌باشد. زیرا بعد از دوره یخچالی به دلیل کاهش نیروی جریان، میزان بار رسوبی رودخانه‌ها کاهش یافته و متقابلاً عمل حفر در مرحله گذار از دوره یخچالی آغاز شده و تکوین یافت. بویژه آنکه ذوب تدریجی برف جریان عمده‌ای را در دره‌های یخچالی پیرامون دره کوه‌رنگ ایجاد نمی‌کند که بتوانند حجم زیادی از یخرفتها را در حال حاضر به پائین دست منتقل کرده و رسوب دهند.



شکل ۱۳: مخروط افکنه قدیمی وسیع در پای دره یخچالی خرسان که در نتیجه شستشوی یخرفتها و تراکم آنها در بستر دره کوهرنگ تشکیل شده است. انشعابات این رودخانه، دره های عمیقی در این مخروط حفر کرده است.

### نتیجه گیری

یخچالهای زردکوه بختیاری به عنوان وسیعترین و گستردهترین یخچالهای موجود در منطقه زاگرس بختیاری به شمار می روند. مطالعات انجام شده نشان می دهد که بیش از ۱۵ سیرک یخچالی بزرگ و کوچک در دره های با ارتفاع بالای ۳۴۰۰ متر تشکیل شده است. کف تمامی این سیرک ها به وسیله قطعات کوچک و بزرگ یخرفت پوشیده شده است (شکل ۴). فعالیت کاوشی شبکه زهکشی سطحی روی این یخرفتها موجب شده است که در پاره ای نقاط یخ مدفون شده در زیر یخرفتها رخمون پیدا کند و این پدیده نشانگر چگونگی تشکیل حفره های کتل در سطح زبانه یخچالی، تداوم بطئی حرکت یخ در بالادست دره های مرتفع و تامین بخشی از دبی چشمه ها در نتیجه ذوب یخهای فسیل شده می باشد. نتایج این پژوهش نشان می دهد که در حال حاضر شرایط تشکیل یخچال در ارتفاعات زردکوه بختیاری تقریباً وجود ندارد و آثار و شواهد موجود به طور عمده باقیمانده و میراث دوره های یخچالی گذشته می باشد.



شکل ۱۴: مورفولوژی سیرکهای یخچالی در ارتفاعات زردکوه بختیاری

با توجه به انجام کارهای میدانی روی شواهد یخچالی موجود در ارتفاعات زردکوه در حال حاضر یخچال فعال عمده‌ای که دارای حرکت سالیانه باشد دیده نمی‌شود. تنها در سیرکهای بالای ۳۸۰۰ متر در اثر تراکم برف و سقوط بهمنهای زمستانی بطور محدود یخچال تغذیه می‌شود و همین مساله باعث حرکت‌های بسیار بطئی در آنها می‌گردد. شکافهای محدود موجود در یخرفتهای انتهایی سیرکهای یخچالی در این ارتفاع بیانگر وجود این حرکت می‌باشد. لیکن در سایر سیرکهای یخچالی موجود در سطوح پائین دست، چنین فعالیتی دیده نمی‌شود. تغییرات سالیانه توپوگرافی سطحی یخرفتها نیز به دلیل ذوب هسته‌های یخی مدفون در زیر پوشش یخرفت سطحی و نیز فعالیت آبهای جاری است. وجود دره‌های کور و حفره‌های مدور بسته در سطوح سیرکها و در سطح یخرفتهای دره ای حاکی از این فرایند است. عملکرد این حفره‌های فرونشینی به طور عمده نتیجه عملکرد ذوب هسته یخی زیرین و انحلال یخرفتها در نتیجه آهکی بودن جنس آنها است.

حدود گسترش زبانه‌های یخچالی در زردکوه با توجه به شواهد موجود و مشاهدات میدانی حداکثر تا بستر دره کوه‌رنگ و در ارتفاع ۲۵۰۰ متری می‌باشد. در حالی که در دامنه‌های شمالی البرز شواهد گسترش یخچالی تا ارتفاعات زیر ۲۰۰۰ متر نیز مشاهده می‌شود. شاید دبی زیاد رودخانه‌ها و آهکی بودن سازندهای زمین‌شناسی منطقه موجب شده است که شواهد ژئومورفولوژیکی یخچالها بویژه در ارتفاع پائین تر از ۲۵۰۰ متر از بین برود.

علاوه بر این مرز تشکیل یخچالها و شرایط برف‌مرز حدود ۴۰۰ متر بالاتر از البرز می‌باشد. زیرا ارتفاع کف پائین ترین سیرک یخچالی موجود در زردکوه بالای ۳۴۰۰ متر است در حالی که در البرز سیرکهای یخچالی زیر ۳۰۰۰ متر نیز بطور محدود وجود دارد. اما با توجه به شرایط دمایی و بارش در حال حاضر خط برف مرز، بالای ۴۸۰۰ متر می‌باشد. بنابراین شرایط تشکیل یخچال در محدوده ارتفاعات زردکوه وجود ندارد و یخچال‌های موجود و هسته‌های یخی موجود نیز باقیمانده یخچالهای آخرین دوره یخچالی می‌باشند. این قطعات یخچالی بتدریج در حال ذوب شدن می‌باشند. وجود حفره‌های ناشی از ذوب هسته‌های یخی در میان یخرفتهای سطحی موجود در دره‌ها و سیرکها در نتیجه این فرآیند تشکیل شده است. از طرفی فراوانی چشمه‌های موجود با دبی زیاد در اواخر دوره گرم سال، حاکی از تغذیه آنها از ذوب هسته‌های یخی فسیل شده در زیر پوشش یخرفتی و آبهای حاصل از ذوب برفهای زمستانی است.

وجود چندین مخروط افکنه قدیمی با وسعت و حجم بسیار زیاد در خروجی دره‌های منتهی به سیرکهای یخچالی زردکوه بختیاری نشانگر آن است که تمامی این مخروط افکنه‌ها نتیجه حجم زیاد بار رسوبی با منشاء یخرفتهای باقی مانده از دوره‌های یخچالی گذشته می‌باشد. زیرا چنین مخروط افکنه‌هایی در سایر نقاط زاگرس بختیاری به کلی دیده نمی‌شود. حفر عمیق این مخروط افکنه‌ها به وسیله شبکه زهکشی سطحی یکی از دلایل مهم این تحولات می‌باشد.

### منابع

- ۱- پروی، کریستف، ترجمه محمد رضا ثروتی، یخبندان کواترنر در قسمتهای داخلی کوهستان زرد کوه در رشته زاگرس، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۲۶، سال ۲۳، شهریور، ۱۳۶۹، صص ۳۵-۴۸.
- ۲- پاشائی، عباس، دانیل کلینسلی، کویر های ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن، ۱۳۸۱، سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- ۳- جداری عیوضی، جمشید، ۱۳۷۸، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

- ۴- درویش زاده، علی، ۱۳۷۶، زمین شناسی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۵- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شهر کرد.
- ۶- سازمان هواشناسی کشور، آمار و اطلاعات ایستگاههای هواشناسی کوهرننگ و شهر کرد.
- ۷- علیجانی، بهلول، آب و هوای ایران، ۱۳۷۶، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۸- مرکز سنجش از دور ایران، تصویر ماهواره ای لندست TM منطقه زاگرس، ۱۹۸۵.
- ۹- مقیم، علی، کوهنوردی در ایران، ۱۳۸۰، انتشارات روزنه.
- ۱۰- محمودی، فرج ا...، شهریور ۱۳۶۷، تحول ناهمواریهای ایران در کواترنر، مجله پژوهش های جغرافیایی سال بیستم شماره، ۲۳ صص ۷-۴۸.
- ۱۱- وزیری، فریرز، ۱۳۸۲، هیدرولوژی کاربردی در ایران، کتاب دوم، شناسایی مقدماتی یخچال های طبیعی ایران، ناشر سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- ۱۲- یمانی، مجتبی، ۱۳۶۹، توان شناسی طبیعی و انسانی مناطق برای سکونت گزینی، مطالعه موردی استان چهار محال و بختیاری، پایان نامه، دانشگاه تهران، گروه جغرافیا.

13-Pedrami, M. 1982, Pleistocene Glaciation's and Paleoclimate in Iran, 1982, Geol. Surv, Iran, Tehran.

14- Rob. h. & Dott, Ir, Pleistocene Glaciations and the Rise of Man. 1981. Third Edition. Evolution OF The Earth .

15- Rieben, E. H.1955. The Geology of the Tehran Plain. An. J. Science, 253, 617-639.

16- Robert.l. Bates and Julia.A. Jackson, 1980. Glossary of the Geology, second edition, pops. Prkin & Squire.