آثار یخچال های دوران چهارم در حومه اصفهان

دکتر م. ح. رامشت[1]
گروه جغرافیا- دانشگاه اصفهان

چکیده

آنچه در مورد آثار یخچالی به‌ویژه در منطقهٔ ایران مرکزی بیان شده، بیش‌تر متکی بر یک اصل سنتی بر مبنای «خط برف دائمی» بوده است. این اصل اگرچه مبنای عمومی در مورد وجود یخچال‌ها در ایران است، ولی هرگز به مفهوم وجود نداشتن آثار یخچالی در پائین‌تر از این حد نباید تلقی شود.

چنین پیش فرضی، احتمال وجود آثار یخچال های دوران چهارم را در مناطقی از ایران که ارتفاع آن ها بیش تر از سه هزار متر نبوده است، منتفی می سازد و محققان، حتی اگر شاهد آثاری از این دست بوده اند، به اشتباه یا از کنار آن گذشته اند و یا درصدد انکار آن برآمده اند.

آنچه در شمال شرق شهر اصفهان به فاصلهٔ ۴۰ تا ۵۰ کیلومتری از آن، در منطقهٔ عمومی «زفره» و کوه های «مارشنان» دیده می شود، حکایت از آن دارد که در گذشته ای نه چندان دور، این منطقه جولانگاه عملکرد یخ به صورت متمرکز و حتی یخ های ورقه ای نیز بوده است.

به استناد مطالعاتی که در سال ۱۳۸۱ در این منطقه صورت گرفت، نزدیک به ۹۰ سیرک کوچک یخچالی، معبرهای متعدد عبور یخ همراه با مورن های جانبی، دره های یوشکل متعدد و لندفرم های موجدار شناسایی شدند و براساس روش **رایت**، معلوم شد دمای محیطی در این منطقه، در دوره های سرد، نسبت به دمای فعلی (متوسط سالانه)، نه درجهٔ سانتی گراد تفاوت دارد.

نکتهٔ قابل توجه در نتایج این تحقیق انومالی، تفاوت های حرارتی محیط است. به طوری که این تفاوت ها در دشت ها اندک و در ارتفاعات افزایش می یابد. به عبارت دیگر، دمای دشت های منطقه، در دورهٔ سرد، نسبت به دمای فعلی آن ها تفاوت چند درجه ای دارد، ولی هرچه به ستیغ کوهستان ها نزدیک تر می شویم، این تفاوت بیش تر و بیش تر می شوند. به طوری که سیستم های شکل زا در ارتفاعات، با سیستم های شکل زای کنونی به کلی تفاوت دارند. ولی چنین تفاوتی در سیستم های شکل زای دشت ها دیده نمی شود.

واژگان کلیدی

مرز برف دائمی، کریخی، سیستم شکل زا، یونیفورمیتاریانیسم، تعادل آب و یخ، یخسار.

مقدمه

نوسانات اقلیمی و آثار آن در چهره پردازی پوستهٔ خارجی زمین، از جمله موضوعات قابل توجهی است که در متون قدیم ایران زمین، بعضاً بدان ها اشارات عمیقی شده است. از آن جمله، تفسیر شیخ الرئیس **ابوریحان بیرونی** در مورد سنگواره ها و بازشناسی مواریث اقلیمی دوره های سرد و گرم است.[2]

آن چه مسلم است، یخ و یخچال در ایران، از نظر وسعت و ابعاد با آنچه در اروپا و آمریکا اتفاق افتاده است، قابل مقایسه نیست. این امر سبب شده است که محققان کم تر به این موضوع بپردازند و یا در جست وجوهای خود، با ذهنیتی که از عملکرد یخ در اروپا و یا دیگر مناطق سرد دنیا داشته اند، به چهرهٔ زمین در این مناطق نیز بنگرند. همین پیش زمینهٔ ذهنی سبب شده است که راز آثار یخ و یخچال ها از دید آن ها پنهان بماند و یا نتوانند با اطمینان نسبت به آن، سخنی بنویسند و یا بر زبان آورند.

یخچال ها و ویژگی های آن ها، برای دانشمندان شاخصی در نحوهٔ تغییرات سیاره ای محیط محسوب می شوند؛ به طوری که با مطالعهٔ مستمر و دقیق رفتار سیستم های یخچالی، از چگونگی تغییرات محیطی آگاهی می یابند. ضمن آن که یخ های یخچالی کنونی که به واسطه شرایط خاص جغرافیایی از دیرزمان تا به حال وجود داشته اند، دفترهای ثبت رخدادها و نوسانات حرارتی و رطوبتی در مقیاس قاره ای هستند و از آن ها به عنوان منابع ارزشمند طبیعی که قادر به رمزگشایی تحولات گذشته اند، یاد می شود.[3]

اگرچه نمی توان در مورد تاریخ یخچال شناسی، همانند تاریخ علوم دیگر، تنها به مدارک ثبت شدهٔ اروپاییان متکی بود، ولی می توان باور داشت که یافته های تجربی مکتوب و قابل دسترس در

مورد یخچال ها، بیش تر به اوایل قرن نوزدهم باز می گردند.

افسانه های اساطیری ملل که مورد توجه **ولیکوفسکی**[۴] بوده اند و به عنوان یک روش در تحلیل و تعقیب تغییرات کاتاستروف اقلیمی در سطح بین المللی به کار گرفته شده اند، به خوبی نشان می دهند که بشر ماقبل تاریخ، چنین حوادثی را به خوبی تجربه کرده و با تمسک به اسطوره سازی، برای انتقال آن به نسل های بعدی اقدام کرده است. اشارهٔ پاره ای از فلاسفهٔ قدیم یونانی به برپا شدن و از میان رفتن جهان با چهار واقعهٔ آب، باد، آتش و خاک و یا به کارگیری واژهٔ خورشید به جای دوره در این فرهنگ، همگی حکایت از قدمت آشنایی بشر با عوامل ایجادکنندهٔ دوران یخچالی دارد.

در اروپای قرن هجدهم، وجود سنگ های سرگردان[۵] فراوان در پهنهٔ وسیعی از سرزمین های اروپای شمالی، انگلیس، سوئیس و مناطق مجاور آن، ذهن محققان علوم زمین را به خود مشغول می کرد. از همین رو، تئوری یخچالی[۶] موضوع بحث برانگیز، اما امیدوارکننده ای در توجیه انباشت این سنگ های غریبه در شمال اروپا، به شمار می آمد.

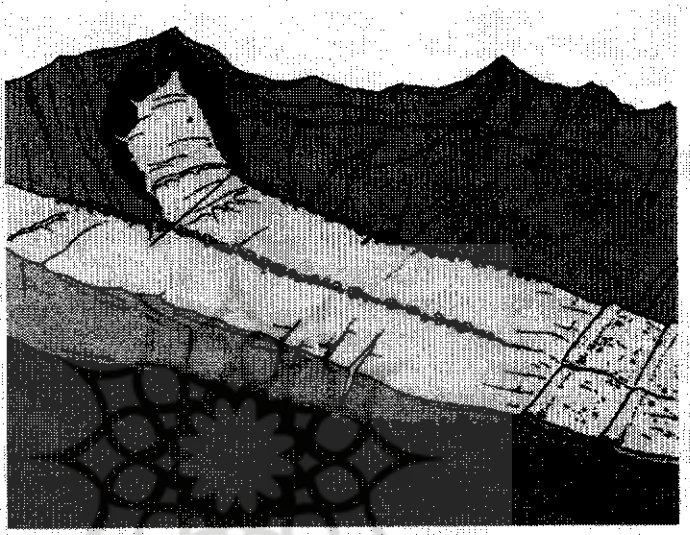
اگرچه تعیین تاریخ دقیق آغاز تفکر مغزهای جست وجوگر در مورد چنین بینشی، هنوز در پردهٔ ابهام است، ولی می توان گفت، با آغاز قرن نوزدهم، جست وجو در مورد این که ویژگی ها و فرم های ناشی از فرسایش های یخچالی کدامند، مورد توجه اکثر محققان علوم طبیعی قرار گرفت.

براساس مقبولیتداستان طوفان **نوح(ع)** که در چارچوب یک پدیدهٔ کاتاکلیسم در آن زمان مطرح بود، گفته می شد، با عالمگیر شدن چنین طغیانی، قطعات و توده های متعدد و بزرگ یخی جدا شده از مناطق قطبی، در سطح آب شناور شدند و با پایان یافتن طغیان و ذوب پاره های یخ شناور که به مناطق پایین تر جابه جا شده بودند، مواد و رسوبات و صخره های همراه با آن ها در سطح، باقی ماندند و ما امروز شاهد بقایای آن ها هستیم.

با پایان قرن نوزدهم، تئوری جدیدی که به تئوری جابه جایی یخ[۷] شهرت داشت، قوت گرفت.[۸]

این تئوری، بیش تر به تغییرات اقلیمی معطوف بود و اگرچه از تاریخ دقیق و مشخصی که برای اولین بار آن را طرح کرد، اطلاعی در دست نیست، ولی به درستی و وضوح می توان گفت، چنین تفکری، یک واقعیت پذیرفته شدهٔ ناگهانی نبود و طرح و پذیرفته شدن آن، مراحل خاصی را پشت سر گذاشته و با گذشت زمان و مشاهدات متعدد، رفته رفته چنین بینشی تبلور و شکل گرفته است.

اگر گفته شود قوی ترین انگیزه در مورد پیدایش چنین بینشی در سوئیس وجود داشته است، یعنی جایی که یخچال ها در همهٔ تقاطش مشاهده می شوند، تعجب نخواهد داشت. در سال ۱۸۲۱، جی. ونتس[۹] که یک مهندس سویسی بود، برای انجمن Helvetic Society مقاله ای فرستاد و در آن مطرح کرد که یخچال های سویس به مراتب وسیع تر از امروز بوده اند.



اگرچه همه به این موضوع اذعان داشته و دارند که اقلیم از حدود سال ۱۶۰۰ تا اواسط قرن نوزده از اعتدال بیش تری برخوردار بوده است، اما بر این نکته هم تأکید می شود که یخچال ها در پاره ای از مناطق بسیار گسترده تر از امروز بوده اند. چنین دوره ای را **دورهٔ یخچالی کوچک**[۱۰] می نامند.

شواهد فراوانی در آلپ و اسکاندیناو و ایسلند دال بر این است که اقلیم در قرون وسطا ملایم تر از امروز بوده است و مزارع و یا شبکه های ارتباطی موجود در آن زمان، بعداً مورد هجوم بهمن ها یا جریان های تغذیه شوندهٔ یخچالی قرار گرفته اند. ما می دانیم، برای مثال معادن نقره در درهٔ **چامونیکس**[۱۱] در طول قرون وسطا دایر بوده اند و بعداً توسط بهمن یخچالی دفن شده اند و یا دهکدهٔ پرتویس[۱۲] تا سال ۱۶۰۰ در زیر یخچال برنوا[۱۳] مدفون بوده است.

اگرچه نظریهٔ ونتس به وسیلهٔ افراد متعددی مورد بحث و نقد قرار گرفته و مخالفان آن بیش تر از مدافعانش بوده اند، اما بدون تردید باید گفت، **جین لویس رودلف اگازیس**[۱۴] کسی است که بیش ترین تلاش را در توسعه هدفمند کردن این نظریه به عمل آورده است.

نام این جانورشناس سوئیسی، در تبیین دوره ها و مطالعات یخچالی، مقدم بر هر کس دیگری است. وی برای مطالعات خود، روشی بسیار ساده برگزید. او یخچال شناسی را با تشریح و توصیف یخچال های فعلی و تأثیرات فرسایشی آن بر صخره های بستری و دیگر قطعاتی که همراه با آن ها حمل می شدند، آغاز کرد و با یادداشت برداری از ویژگی های فرمیک رسوبات فرسایش یافتهٔ یخچالی، اصول

فرم شناسی این علم (یخچال شناسی) دیرینه را بنیان نهاد.

او بر این نکته تأکید داشت که چنین فرم هایی تنها می توانند ناشی از فرایند فرم سازی یخچالی باشد. بنابراین با تعمیم آن نتیجه گرفت که اگر چنین ویژگی هایی روی سنگ ها و رسوباتی یافت شود که خیلی پائین تر از حد یخچال های فعلی هستند، می توان گفت قبلاً یخچال ها گسترده تر از امروز بوده اند. او این دوره را عصر حاکمیت بزرگ یخبندان ها[15] نامید.

بدیهی است، چنین استدلالی در چارچوب دکترین **یونیفورمیتاریانیسم**[16] قرار می گیرد و آگازیس با استفاده از چنین اصلی، در سال ۱۸۳۰ نظریهٔ خود را تحکیم بخشید.

در آغاز قرن بیستم (۱۹۰۸ ـ ۱۹۰۱) **آلفرد پنک و بروخنر**، تناوبی از مراحل یخچالی را که به وسیلهٔ مراحل بین یخچالی از یکدیگر جدا می شده اند، گزارش دادند و برای اولین بار، رابطهٔ این تحولات را با مایل محور زمین بیان کردند. آنچه آن ها در مورد این تغییرات گفتند، با عنوان «سیکل بروخنر» شهرت دارد. آن ها انعکاس بروز تغییرات اقلیمی روی فرم اراضی رودخانهٔ دانوب را بازشناسی کردند و به همین بهانه، نام دوره های یخچالی را از نام شعبه های رودخانه های دانوب گرفتند که مؤید چنین رخدادهایی بودند.[17]

در سال ۱۹۳۰ ب. **ابرل** پژوهش هایی را در مورد یخچال های آلپ آغاز کرد و گزارش مفصلی در این زمینه منتشر ساخت. وی به صراحت اذعان کرد، غیر از چهار دورهٔ یخچالی که بروخنر بدان ها اشاره کرده است، آثار دو دورهٔ سرد قدیمی تر دیگر نیز قابل ردیابی است و نام آن را دونائو وبیبر گذاشت. البته در مورد یخبندان بیبر و دونائو تردیدهایی وجود دارد. ولی آثار وجود چهار دورهٔ بعدی به خوبی شناخته و نیز با بررسی رسوب های دریایی تأیید شده است.[18]

اولین اظهارنظر کلی دربارهٔ آثار مرفولوژیکی یخبندان های کواترنری ایران، توسط **ژاک دومرگان**[19] در سال ۱۸۹۰ صورت گرفته است. وی از سیرک یخچالی قدیمی اشتران کوه (در ارتفاع ۳۸۰۰ متری) و سیرک دیگری در قلیان کوه (در ارتفاع ۲۴۴۰ متری) نام برده است.

دزیو[20] در سال ۱۹۹۳ در منطقهٔ زردکوه، ضمن خبر دادن از وجود چندین یخچال کوچک فعلی، به آثار یخبندان های گستردهٔ قدیمی اشاره کرده است. آثار یخچالی این منطقه، توسط افراد دیگری چون **کریستف پروی**[21] نیز مورد بررسی قرار گرفته اند.

در سال ۱۹۳۳ مطالعهٔ جدی دربارهٔ آثار مستقیم یخبندان کواترنر در کوه های ایران، با کارهای **هانس بوبک** در البرز و ارتفاعات کردستان و دزیو در زردکوه شروع شد. بوبک با بررسی مورن های وورم در رشته کوه البرز و زاگرس، آن را شواهدی بر یخبندان قبل از وورم در این ارتفاعات می داند. این مطالعات وی را بر آن داشت، در سال ۱۹۵۵ اولین اظهارنظر کلی در مورد اقلیم ایران در کواترنر را منتشر سازد. وی معتقد بود، در طول دوران یخچالی، اقلیمی سرد و خشک تر از امروز بر ایران حاکمیت داشته است.

اکثر محققان بعدی، به نتایجی برخلاف نظریهٔ وی دست یافته اند. از آن جمله **شارلاو** است که به اقلیم سرد و مرطوب تر از امروز اعتقاد دارد.[22]

اهلرز[23] در سال ۱۹۸۰ ابراز داشت، این دو نظریه نه تنها در تضاد نیستند، بلکه هر دو گویای نتایج و شرایطی هستند که در طول زمان بر این سرزمین حاکم بوده است.

کارهای **رونیون**[24] نشان می دهد، ۱۸ تا ۲۰ هزار سال پیش، سلول های پرفشار قطبی، به صورت مورب از جنوب غربی به سوی شمال شرقی، از اقیانوس اطلس تا ایران استقرار می یافته اند. بنابراین در سمت مشرق جبههٔ قطبی و پرفشارهای مداری و واگرای بین حاره ای، به عرض های بالا کشیده شده اند.

وی اعتقاد دارد، بین ۱۲ تا ۲۰ هزار سال پیش، قلمروی تسلط پرفشارهای مداری، به طور قابل ملاحظه ای به سمت شمال غربی گسترش یافته و وسعت بیابان ها در حدود ۱۲ هزار سال قبل مساوی و حتی بیش تر از وسعت بیابان های کنونی بوده است. او از این مسأله نتیجه می گیرد، گسترش حداکثر بیابان، در طول حداکثر دورهٔ یخچالی یا بین یخچالی اتفاق نیفتاده، بلکه در دوره های حدواسط (۱۲ هزار سال قبل) عملی شده است؛ موقعی که پرفشارهای دینامیکی هم از منطقهٔ قطبی و استوایی تغذیه شده اند.[25]

پس از بوبک و دزیو محققان زیادی اعم از خارجی و ایرانی، در این مورد کار کرده اند. از جمله **رایت**[26]، در فاصلهٔ سال های ۱۹۶۳ تا ۱۹۶۸، روی ارتفاعات زاگرس در امتداد مرز ایران و عراق کار کرده و خط دائمی برف در دورهٔ وورم را در ارتفاع ۱۸۰۰ متری ردیابی کرده است. همچنین در جنوب غرب ازنا در اشتران کوه، سیرک یخچالی جبههٔ شمالی را در سه هزار متری و یخ رفت ها را در دره های کوچک تا ارتفاع ۲۶۰۰ متری، مشاهده کرده است.

هاگه درن[27] در سال ۱۹۷۴ و **کوهله**[28] در سال ۱۹۷۶، در ایران مرکزی مطالعاتی انجام داده اند که بر این مطلب تأکید می کنند، آن دسته از زبانه های یخچالی که از نواحی مرتفع کوهستانی خوب تغذیه شده باشند، می توانند تا پای کوه ها پائین بیایند و نفوذ خود را در تمام دره اعمال کنند. در هر دو مورد، یخ رفت ها تا پای کوه و مدخل خروجی دره ها رسیده اند و به نظر آن ها، حتی وسعت قابل توجهی از دشت را در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متری اشغال کرده اند.

رامشت (۱۳۷۱) ضمن تأئید یافته های نامبردگان، تصویرهای بی نظیری از سنگ های سرگردان یخچالی در ارتفاع ۱۶۰۰ متری منطقهٔ هاگه دورن منتشر و بر پائین آمدن زبانه های یخی تا این ارتفاع تأکید کرد.

کوهله آثار دو یخبندان بزرگ کواترنر در کوه چوپار واقع در جنوب کرمان را بررسی کرده و آن‌ها را به دوره‌های ریس و وورم نسبت داده است.[۲۹]

فرج‌الله محمودی، جدار عیوضی و **حسن احمدی** نیز از جمله ژئومرفولوژیست هایی هستند که ضمن مطالعات پراکنده در ایران، دربارهٔ تحلیل وقایع دوران چهارم ایران نظرات مستقلی دارند. در این میان، حسن احمدی در به کارگیری یافته های دوران یخچالی در برنامه ریزی، توانایی های ارزشمندی از خود نشان داده است.

از جمله محققان ایرانی که در مورد یخچال ها، به ویژه خط برف دائمی در ایران تلاش ارزشمندی کرد، مرحوم **منوچهر پلرامی** است. اگرچه عمر کوتاه او مانع از آن شد که بتواند دست نوشته های ارزشمند خود را به چاپ برساند، ولی همین مقدار نیز نشان می دهد، وی تا چه اندازه به مسائل مربوط به یخچال ها در ایران اشراف داشته است.

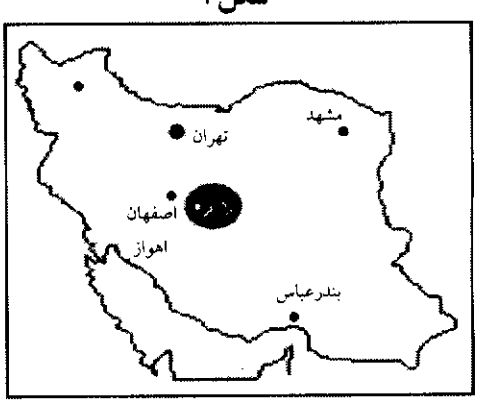
از جمله ویژگی های کار وی، مطالعات نابیوسته در مناطق مختلف کوهستانی است. وی که در هر جا کار کرده (شمال، مرکز و غرب) به دنبال ردیابی و شناسایی آثار یخچالی بوده و نسبت به تعیین خط برف دائمی برای نقاط گوناگون ایران اقدام کرده است. نقشهٔ خط برف دائمی کوهستان های ایران، حاصل مطالعات اوست.

موقعیت منطقهٔ مطالعاتی

منطقهٔ زفره ناحیه ای است در شرق اصفهان که نزدیک ۵۰ کیلومتر، تا محدودهٔ شهری اصفهان فاصله دارد. این منطقه در ۴۵۵ کیلومتری جنوب پایتخت ایران (تهران) قرار گرفته است و از شمال به اردستان، از جنوب به کوهپایه و از شرق به نایین ختم می شود.

منطقهٔ زفره در استان اصفهان و از نظر تقسیمات اداری در زمرهٔ بخش کوهپایه از توابع شهرستان اصفهان محسوب می شود و در مجموع ۳۵ دقیقه طول و ۱۸ دقیقه عرض جغرافیایی را در برمی گیرد. بدین نحو که از غربی ترین نقطهٔ آن نصف النهار ۵۲ درجه و ۵ دقیقه و از شرقی ترین نقطهٔ آن نصف النهار ۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه می گذرد.

شکل ۱



از جانب شمال به مدار ۳۳ درجه و ۳ دقیقه و از جنوب به مدار ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقهٔ عرض شمالی محدود می شود (شکل ۱).

دسترسی به منطقه

منطقهٔ مورد مطالعه، از نظر دسترسی امکانات نسبتاً خوبی دارد؛ به طوری که دو محور عمدهٔ ارتباطی کشور، یعنی محور یزد ـ اصفهان از جنوب و محور کاشان ـ اردستان ـ نایین از نواحی شمالی آن می گذرند. حدفاصل این دو محور ارتباطی که جهت تقریبی شرقی ـ غربی دارد، توسط پنج محور آسفالتهٔ مواصلاتی شمالی جنوبی، به منطقهٔ مطالعاتی متصل می شود. این محورها که دسترسی به منطقه را تا ارتفاع ۳۱۰۰ متری ممکن می سازند و از مدخل یک سیرک یخچالی در ارتفاع ۲۶۵۰ متری می گذرند، عبارتند از:

۱. شمالی جنوبی سگزی ـ ورتون
۲. شمالی جنوبی سگزی ـ زفره
۳. سگزی ـ فشارک، مزرعه حاجی
۴. کوهپایه ـ کردآباد، شاه ناصر
۵. کوهپایه ـ علون آباد.

تغییرات اقلیمی و تعادل آب و یخ

تغییرات محیطی مربوط به یخچال ها عبارتند از: تغییر دما، بارش، تغییر سطح اساس دریاها و دریاچه ها، سیکل آب در اقیانوس ها و تغییر در میزان و نوع تبادل جهانی انرژی و یخ سپهر.

یخچال ها و ویژگی های آن ها، برای دانشمندان شاخصی در نحوهٔ تغییرات سیاره ای محیط محسوب می شوند؛ به طوری که با مطالعهٔ مستمر و دقیق رفتار سیستم های یخچالی، از چگونگی تغییرات محیطی آگاهی می یابند.

یخچال ها به شدت با عناصر محیطی خود در تعامل و تعادل هستند و چون حساسیت زیادی در برابر آن ها از خود نشان می دهند، اندک تغییری در شرایط محیطی، در آن ها منعکس می شود. از این رو، بسیاری از یخچال های دره ای، شاخص های مطلوب و حساسی در شناخت تغییرات اندک و غیرمحسوس محیطی به شمار می آیند. به عبارت دیگر، خط تعادل طبیعی توسط آن ها تعریف می شود. یخچال هایی که در آستانه و یا حول و حوش خط تعادل به سر می برند، حیاتشان به نحوهٔ تغییر این خط بستگی دارد؛ زیرا تغییرات اقلیمی به جابه جایی خط تعادلی منجر می شوند. بنابراین قسمت هایی از توده های یخی یخچال که نزدیک خط تعادل واقع می شوند، تحت تأثیر تغییر و جابه جایی خط تعادلی قرار می گیرند و منطقهٔ انباشت یخی آن ها به شدت بزرگ یا کوچک می شود.

گرم شدن موجب ارتفاع گرفتن زبانه های یخی و کاهش باران، معمولاً سبب کندی در حرکت یخ می شود. این بدان مفهوم است که «البیدو»[۳۰] کاهش یافته است. به طور کلی، یخچال های کوچک کوهستانی در شناخت و ردیابی تغییرات محیطی، نقش مهم تری در برابر کلاهک های یخی دارند. با وجود این نباید فراموش کرد که واکنش هر سیستم در برابر هر تغییری، تابعی از زمان پاسخ[۳۱] آن سیستم است. اقلیم شناسان مبادلهٔ انرژی بین اتمسفر، هیدروسفر و لیتوسفر را در «مدله نمودن» انرژی جو بدون یخ سپهر منطقی نمی دانند. به عبارت دیگر، منطقهٔ یخزدهٔ زمین را دارای نقشی عمده و گاه استثنائی در رفتار مبادلهٔ انرژی تلقی می کنند. این اهمیت، تنها در بیلان انرژی خلاصه نمی شود و بسیاری از پدیده های دیگر، از جمله حیات در کرهٔ زمین را نیز دربرمی گیرد.[۳۲]

تغییر ارتفاع خط برف های دائمی و زبانه های یخچال های کوهستانی در قاره ها، و گسترش پهنه های یخی (یخسارها) در دوره های سرد و گرم، تعادل آب و یخ در قاره ها را تعریف می کنند.

در دوره های یخچالی، پهنهٔ وسیعی از قارهٔ نیمکرهٔ شمالی در استیلای توده های گستردهٔ یخ های قاره ای بود؛ به نحوی که بیست تا سی ودو درصد از سطح قاره ها را می پوشانده است. در حال حاضر، تنها هفت تا ده درصد از سطح قاره ها تحت پوشش یخ قرار دارند.[۳۳]

به غیر از یخچال های قاره ای، یخچال های کوهستانی هم در این دوره فعال بوده اند؛ به نحوی که آثار زبانه های یخی تا چند هزار متر پائین تر از حد فعلی قابل ردیابی است. به طور کلی می توان گفت، ارتفاع زبانه های یخی، در ادوار یخچالی به شدت کاهش و در دوره های میان یخچالی افزایش می یافته است.

در حال حاضر، بیش از ۱۵۸۰۰,۰۰۰ کیلومتر مربع از اراضی زمین که کمی کم تر از مساحت آمریکای جنوبی است، در اشغال سطوح یخی است و ۷۵ درصد از آب های شیرین در سیارهٔ زمین را شامل می شود؛ اگرچه پراکندگی این اراضی در مناطق گوناگون متفاوت است (جدول ۱).

این وسعت در دوران چهارم به صورت متناوب دستخوش تغییر بوده است. به عبارت دیگر، نسبت آب و یخ در کره، مهم ترین نتیجهٔ طبیعی تغییرات اقلیمی تلقی شده است. وسعت یخچال های فعلی تنها یک سوم وسعت آن زمان است و ذوب همین مقدار یخ می تواند سطح آب دریاهای آزاد را نزدیک ۷۰ متر بالا ببرد.

فرم های ناشی از سیستم فرسایش یخچالی، ابعاد متنوعی دارند

جدول ۱. توزیع پوشش های یخی قاره ها

قطب جنوب	۱۳۵۸۶۰۰۰ کیلومتر مربع
گروئلند	۱۷۰۰۰۰۰ "
کانادا	۲۰۰۰۰۰ "
روسیه	۸۲۰۰۰ "
ایالات متحده	۷۵۰۰۰ "
چین و تبت	۳۳۰۰۰ "
آمریکای جنوبی	۲۶۰۰۰ "
ایسلند	۱۲۰۰۰ "
اسکاندیناوی	۳۱۰۰ "
آلپ	۲۹۰۰ "
نیوزیلند	۱۰۰۰ "
گینهٔ جدید	۱۵ "
آفریقا	۱۲ "

که از آن جمله می توان از پهنه های یخی[۳۴]، کلاهک های یخی[۳۵]، جریان های یخی[۳۶]، پوشش های یخی[۳۷]، یخچال های کوهستانی[۳۸] و زبانه های یخی[۳۹] نام برد. هر کدام از این پدیده ها فرم های ویژه ای به وجود می آورند که بعد از پایان یافتن حاکمیت دورهٔ سرد، به خوبی قابل بازشناسی و تفکیک از یکدیگرند.

ردیابی آثار یخچالی در زفره

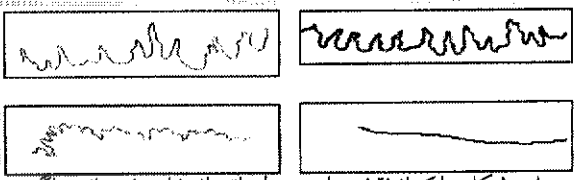
در اولین گام برای دنبال کردن آثار یخچالی در منطقهٔ زفره، به بررسی فرم شناسی براساس شاخص های مرفیک در نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مبادرت شد.

نقشه های ۱/۵۰۰۰۰ توپوگرافی، عوارض و ناهمواری ها را به صورت نمادین و با ترسیم خطوط هم ارتفاع نمایش می دهند. به این خطوط میزان منحنی گفته می شود که اگرچه ظاهراً تنها ارقام ارتفاعی نقاط از سطح دریا را نشان می دهند، ولیکن حقیقت چیز دیگری است. براساس شاخص های فرم شناسی می توان به اتکای سه عامل خطوط میزان منحنی، الگوهای آبراهه ای و نحوهٔ توزیع قلل، نه تنها شکل بسیاری از پدیده های ژئومرفیک که جنس و حتی فرایندهایی را که مسبب

اصلی به وجود آمدن چنین اشکالی شده اند، را در نقشه های فوق الذکر بازشناسی کرد.

خطوط میزان منحنی، صرف نظر از ارقامشان، فرم های متعددی دارند. برای مثال می توان آن ها را از دیدگاه فرم شناسی به منحنی های ساده، موجدار، پالسی، سینوسی و ... طبقه بندی کرد (شکل ۲).

شکل ۲. فرم های مختلف خطوط میزان منحنی در نقشه های ۱/۵۰۰۰۰ مسطحاتی



این شکل ها که از نقشه های مسطحاتی انتخاب شده اند، اگرچه می توانند در هر چند مورد ارتفاع یکسانی داشته باشند، ولی فرم همسانی ندارند و کاملاً از یکدیگر متمایزند. علت اصلی این تغییر فرم می تواند ناشی از دو عامل باشد:

الف) تغییر در جنس زمین

ب) اختلاف در فرایند حاکم بر منطقه

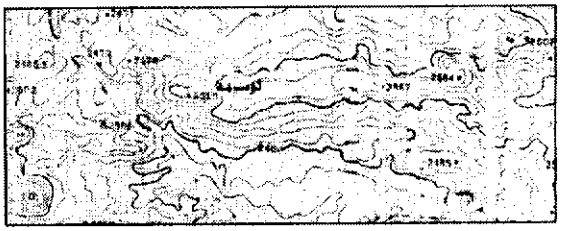
فرم های آبراهه ای نیز چنین وضعیتی دارند و برحسب فرم، به الگوهای نقطه ای واگرا، نقطه ای همگرا، شعاعی، موازی، و ... طبقه بندی می شوند.

توزیع قلل در نقشه های مسطحاتی، از عناصر دیگر تعریف کنندهٔ فرم های ارضی است. از این رو، نحوهٔ توزیع آن ها را در فرم های پراکنده و خطی تفکیک می کنند.

با اتکا به اصول سه گانهٔ فرم شناسی، در گام اول نسبت به شناسایی فرم های شاخص در نقشه های مسطحاتی اقدام و نسبت به احتمال وجود فرم های ناشی از سیستم ها و فرایندهای خاص یخچالی مبادرت شد.

شکل ۳. توپوگرافی تپه ماهوری با قلل منفرد، شاخص فعالیت یخ

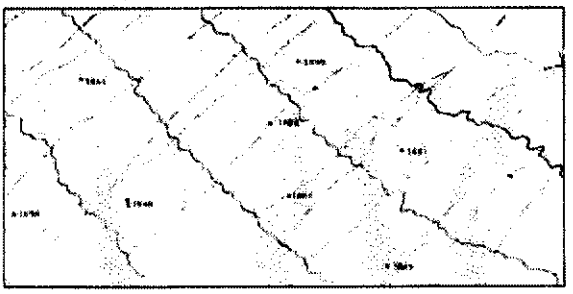
با توجه به اصول فوق، بررسی های اولیه روی نقشه های منطقه،



حاکمیت فرم زائی جنب یخچالی را تأیید می کردند. فرم اراضی در این مناطق به صورت اراضی تپه ماهوری با قلل متعدد و پراکنده قابل شناسایی است و بیش تر در نوار کوهستانی بین محل اتصال کوه و دشت قرار گرفته است (شکل ۳).

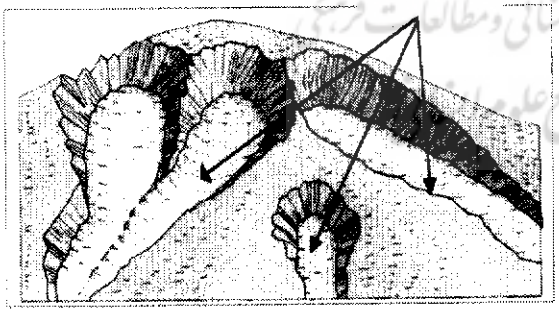
فرم خطوط میزان منحنی نیز وجود دو سیستم فرسایشی کاملاً متمایز آب و یخ را نشان می دهند (شکل ۴).

شکل ۴. فرم های ناشی از حاکمیت فرسایش آب های روان

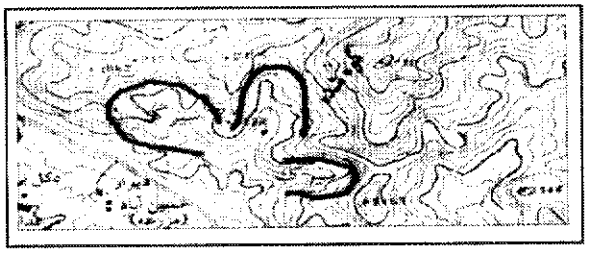


بررسی نقشه های توپوگرافی در کوهستان، فرم های مربوط به سیرک را نیز تأئید کرد و درنتیجه تعداد متنابهی اثر سیرک شناسایی شد. آثار سیرک های یخچالی روی نقشه های توپوگرافی فرم خاصی دارند که در صورت واقع شدن چنین اشکالی در ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر، احتمال انتساب آن ها به فعالیت های یخچالی قریب به یقین است (شکل های ۵ و ۶). تعداد زیادی سیرک نیز در مناطق کوهستانی شناسایی شدند و از آن رو که برای محاسبهٔ خط برف دائمی در دوران سرد، به شمارش

شکل ۵. دیاگرام فرم سیرک یخچالی



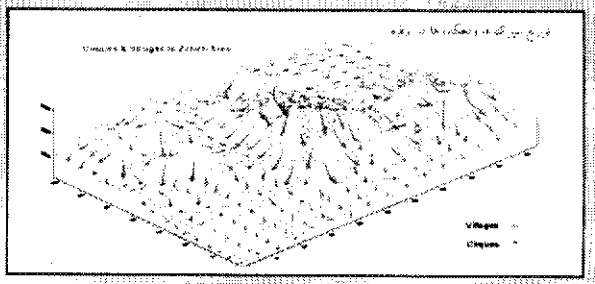
شکل ۶. انعکاس آثار سیرک های یخچالی در نقشه های توپوگرافی منطقهٔ زفره



سیرک های کوچک نیاز بود، مجموعاً بالغ بر ۱۰۳ سیرک کوچک و بزرگ شناسایی شد.

این تعداد سیرک شامل چندین سیرک هستند که خود یک سیرک بزرگ را به وجود آورده اند. نحوهٔ توزیع سیرک های منطقه، در نقشهٔ شمارهٔ ۷ نمایش داده شده است.

شکل ۷



شکل ۸

شکل ۹

با توجه به بررسی نقشه های منطقه، آثار عملکرد فرایند آب در دشت و یخ در پای کوه و ارتفاعات، تا حد زیادی مسجل شد.

در مرحلهٔ بعد، با توجه به اطلاعات به دست آمده، به ردیابی شواهد و آثار هریک از فرم های فوق در یک عملیات صحرایی مبادرت شد.

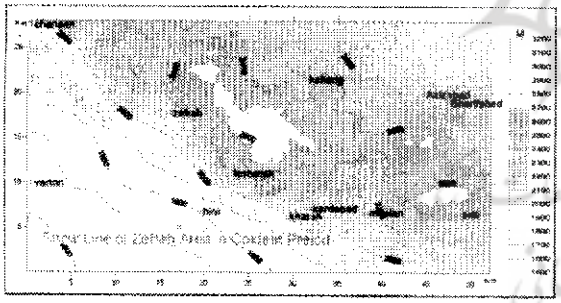
در جریان این عملیات، فرم های U شکل دره ای که حاصل عملکرد یخ هستند، در مدخل ورودی به دهکدهٔ زفره شناسایی شدند. این فرم ها با فرم های V شکل که حاصل عملکرد روان آب ها در منطقهٔ پائین دست تر هستند، به خوبی قابل مقایسه اند (شکل های ۸ و ۹).

تعیین مرز خط برف دائمی به روش رایت

براساس سیرک های شمارش شده و بر طبق روش رایت، خط ۶۰ درصد، خط برف دائمی در منطقه را تعریف می کند. به عبارت دیگر، این خط ارتفاعی را برای ما تعیین می کند که ۶۰ درصد از سیرک ها، بالاتر از آن قرار می گیرند. این خط رقوم ۲۶۸۰ متر را در منطقه به ما نشان می دهد. به عبارت دیگر، در سردترین دورهٔ سرمای منطقه، در این ارتفاع، همیشه برف وجود داشته و یا به مفهومی دیگر، دمای متوسط سالانهٔ دما روی این خط، معادل صفر درجهٔ سانتی گراد بوده است.

خط برف دائمی در دامنه های پر آفتاب این منطقه، نسبت به دامنه های نسار، نزدیک به ۲۰۰ متر تفاوت دارد. بدین معنی که ارتفاع یخ در دامنه های نسار تنها به خاطر وضعیت تابش، ۲۰۰ متر پائین تر از منطقهٔ مورد مطالعه بوده است. در شکل ۱۰ موقعیت منطقهٔ همیشه یخزده و خط برف دائمی در منطقهٔ زفره نشان داده شده است.

نقشهٔ ۱۰. خط برف دائمی و منطقه ای که پوشیده از یخ دائمی بوده است.



با توجه به خط مرز برف دائمی نزدیک به ۴۹ کیلومتر مربع از منطقهٔ مورد مطالعه در قلمرو یخزدگی دائم قرار داشته است. وسعت این منطقه، از نظر ظرفیت ذخیره سازی یخ و تغذیهٔ یخچال ها، اهمیت خاصی دارد.

بازسازی شرایط دمای گذشته

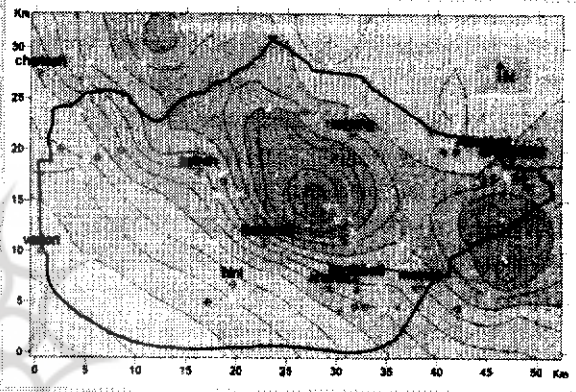
با تعیین خط برف دائمی در دوره ای که یخ ها به پائین ترین ارتفاع خود میل کرده و آثاری از خود به جای گذارده اند، شرایط لازم برای برآورد و تخمین دمای متوسط سالانهٔ منطقه، با استفاده از افت آهنگ دما فراهم شد.

بدین منظور، برداشت پروفیل همزمان دما با فرض حاکمیت ادیاباتیک، در ساعت ۸ صبح انجام و رابطهٔ دما و ارتفاع با شش

روش محاسبه ای آزموده شد. این آزمون ها نشان دادند، بیش ترین همبستگی با رابطهٔ خطی ساده تطبیق دارد و کاهش دما در ازای هر یک صدمتر ترفیع مکانی، ۰/۸ درجهٔ سانتی گراد برآورد شد.

با توجه به این که ارتفاع ۲۷۰۰ متر (مرز برف دائمی) خط دمای صفر سالانه محسوب می شود، و با توجه به تغییر ارتفاع در منطقه، می توان خطوط هم دمای آن زمان را محاسبه کرد. این کار با توجه به ۲۵ هزار گره برداشت شده ارتفاعی در فایل GRD اعمال و پس از تصحیحات ترسیمی، برای ساختن نقشهٔ هم دمای آن زمان اقدام شد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱. نقشهٔ دمای متوسط سالانهٔ منطقهٔ زفره در دورهٔ حاکمیت یخچال ها



نقشهٔ فوق سه سلول برودتی جدا از یکدیگر را در منطقه نشان می دهد که قوی ترین آن ها متعلق به کوه های مارشنان است. اختلاف دمای متوسط سالانه در منطقه، نزدیک به ۹ درجهٔ سانتی گراد است که عامل ارتفاع، چنین تفاوتی را همانند زمان ما به دمای محیطی تحمیل کرده است.

بازسازی شرایط رطوبتی محیط در گذشته

یکی دیگر از شاخص های اقلیمی تعیین کنندهٔ شرایط محیطی، میزان رطوبت و تغییرات آن است. این شاخص چند ویژگی مهم محیطی را در کنترل دارد، از آن جمله پوشش گیاهی، میزان تغذیهٔ یخ یخچال ها، روان آب ها و سطح دریاچه های داخلی را می توان نام برد.

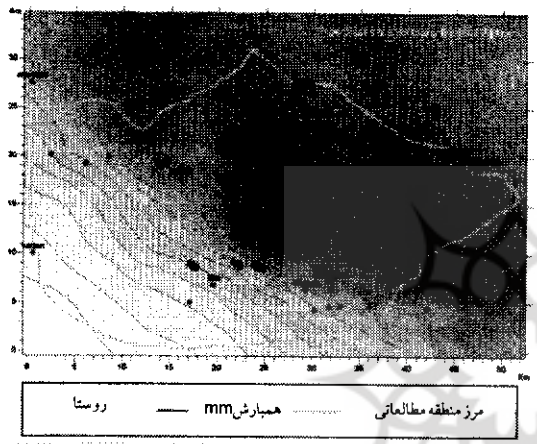
در فرم سازی محیطی، این عامل در چند سیستم شکل زا ظهور و انعکاس می یابد: در مناطق کوهستانی و ارتفاعات، بیش تر به صورت سیستم یخچالی، در پای کوه ها به صورت پهنه های یخی، در منطقهٔ حاشیه به صورت پیشروی زبانه های یخی و ابذوبان، و در مناطق پائین تر به صورت رواناب و در چاله های پائین دست تر به صورت سیستم شکل زای آب های راکد.

هریک از این سیستم ها شکل زایی مخصوص به خود را دارند و شکل های ناهمواری ویژه ای به وجود می آورند. بنابراین اگرچه وسعت، شدت و گسترش هریک از سیستم های فوق به میزان دمای محیطی بستگی دارد، ولی به هرحال، موتور اصلی آن ها رطوبت محیطی است. رطوبت محیطی در شکل زایی میکرو و موارد دیگر نیز تأثیر فراوان دارد که در این جا جای بحث آن نیست.

اولین گام در بازسازی شرایط رطوبتی گذشته، داشتن تصویری از بیلان آبی آن زمان است. نظر به این که اطلاعات مورد نیاز در این زمینه در دسترس نبود، برای دستیابی به چنین مقصودی، با اتکا به افت آهنگ رطوبت فعلی و رابطهٔ آن با ارتفاع اقدام شد.

ابتدا، با رابطه سنجی میزان بارش ایستگاه های دامنهٔ برآفتاب منطقه، و بستگی آن با تغییرات ارتفاعی، به ساختن بارش فعلی مبادرت شد. این نقشه با توجه به ۲۵ هزار گره ارتفاعی در منطقه و رابطهٔ ترفیع مکانی با بارش ساخته شده است (شکل ۱۲).

شکل ۱۲. نقشهٔ بارندگی منطقهٔ زفره در زمان فعلی

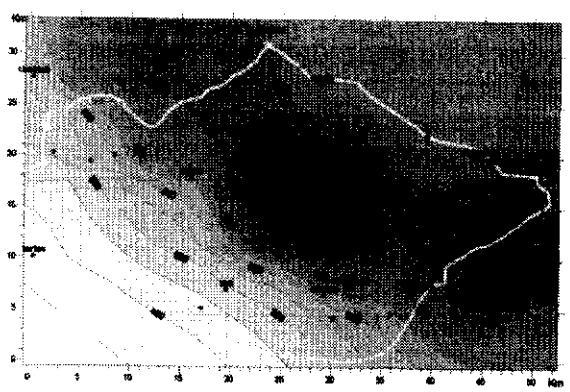


در مرحلهٔ بعدی، با توجه به نقشهٔ دمای فعلی که تصویری از دمای نقطه ای منطقه در اختیار ما قرار می دهد، به رابطه سنجی بین دما و رطوبت نقطه ای زمان حال مبادرت شد. این رابطه سنجی بین بیش از ۲۲ نقطه به عمل آمد و حاصل آن، رابطهٔ زیر با ضریب همبستگی ۸۹/. بود.

$$T = 20.42 - 0.044P$$

با توجه به ثابت بودن رابطهٔ دما و رطوبت در زمان، اکنون شرایط بازسازی رطوبت گذشتهٔ منطقه، براساس دمای محیطی فراهم آمده که حاصل این رابطه نقشهٔ شمارهٔ ۱۳ است.

شکل ۱۳. نقشهٔ رطوبت محیطی گذشته در منطقهٔ زفره



این نقشه میزان رطوبت را در زمانی که دمای محیطی به پائین ترین حد خود میل کرده است، نشان می دهد.

نقشهٔ فوق به خوبی نشان می دهد، کانون بارش در منطقهٔ کوه مارشتان، همانند شرایط امروزی، ۳۲۰۰ متر ارتفاع دارد. البته سلول رطوبتی فعلی، از نظر میزان رطوبت، بارش به مراتب کم تری دریافت می کند.

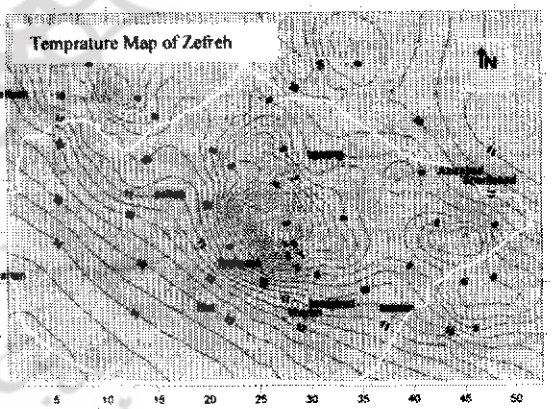
مقایسهٔ شرایط اقلیمی حال و گذشته

الف) انومالی های حرارتی

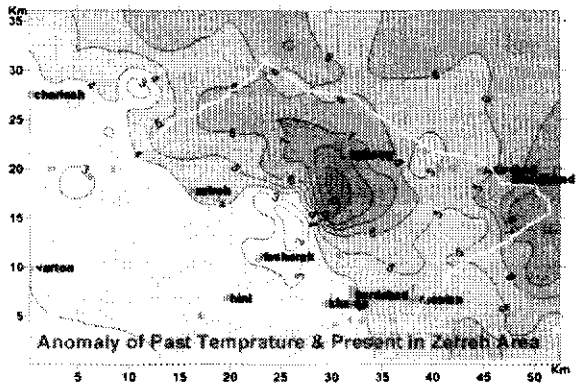
از مقایسهٔ نقشه های ۱۱ و ۱۴ می توان میزان اختلاف دمای متوسط سالانهٔ منطقه را دریافت. با وجود این که چنین مقایسه ای به صورت بصری امکانپذیر است، از تلفیق دو فایل GRD دمای گذشته و حال، نقشهٔ ثالثی به وجود می آید که تفاوت نقطه ای حرارتی سالانه به دست خواهد آمد. نقشهٔ ۱۵ که حاصل چنین تلفیقی است، رقوم تفاوت دمای نقطه ای مناطق را نسبت به زمان حال نشان می دهد.

از مقایسهٔ نقشه های فوق نکات ذیل قابل توجهند:

شکل ۱۴. دمای متوسط سالانهٔ نقطه ای منطقهٔ زفره در دورهٔ ثبت آماری



شکل ۱۵. نقشهٔ تفاوت های نقطه ای دما در دورهٔ حاکمیت یخچال ها و حال حاضر



- میزان تفاوت دمای متوسط سالانهٔ نقاط در دورهٔ حاکمیت یخچال ها نزدیک به ۹ درجهٔ سانتی گراد بوده است که با تفاوت های نقطه ای ثبت شدهٔ امروزی، تفاوت چندانی ندارد.
- میزان تفاوت دمای محیطی گذشته با زمان فعلی که به ۹ درجهٔ سانتی گراد می رسیده، برای همهٔ نقاط یکسان نبوده و تحت تأثیر ارتفاع افزایش می یافته است؛ به طوری که کم ترین تفاوت مربوط به دهکدهٔ ورتون و بیش ترین مقدار مربوط به ارتفاعات مارشتان است.

ب) انومالی رطوبتی

مقایسهٔ نقشه های ۱۲ و ۱۳ نشان می دهد، میزان رطوبت محیطی نیز در دوره ای که دمای محیط به میزان نه درجهٔ سانتی گراد کاهش یافته، با مقدار بارش های فعلی تفاوت چشمگیری داشته است.

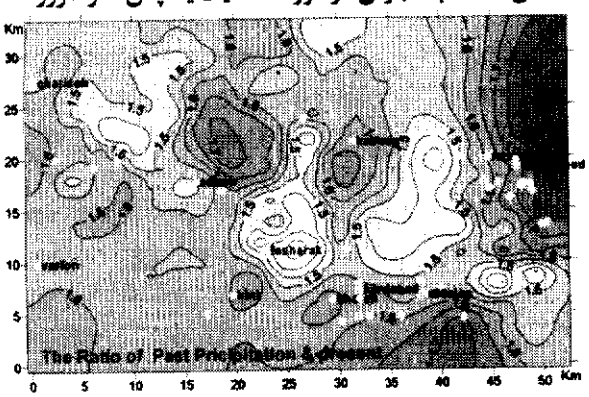
میزان تفاوت بارش نقطه ای در دورهٔ حاکمیت یخچال ها رقم قابل توجهی را نشان می دهد و در مقام مقایسه با دورهٔ فعلی، نزدیک به دو برابر است. حال آن که چنین تفاوتی در میزان دما دیده نمی شد. به عبارت دیگر، کاهش دما در دورهٔ حاکمیت یخچال ها تنها موجب افزایش رطوبت نشده، بلکه تغییر نسبتاً مهمی را در تفاوت های نقطه ای بارش در دوره های سرد را نیز سبب می شده است.

برای نشان دادن میزان و نحوهٔ تغییر رطوبت محیطی با نسبت گرفتن میزان بارش در دورهٔ حاکمیت یخچال ها و بارش امروز و اعمال آن در دو فایل GRD بارش گذشته و زمان حال، سعی شده این تفاوت نشان داده شود که نتیجهٔ آن نقشهٔ شمارهٔ ۱۶ است.

این نقشه به خوبی نشان می دهد که میزان بارش در آن زمان تقریباً ۱/۸ برابر امروز و به عبارت دیگر، رطوبت محیطی نزدیک به دو برابر شرایط فعلی بوده است.

این مطلب نشان می دهد، فرضیهٔ حاکمیت دوره های سرد و خشک تراز امروز، حداقل در این ناحیه صدق نمی کند؛ اگرچه تفاوت های موجود، دلالت بر تغییر کلان سیستم های جوی نیز ندارد و تنها از نظر اقلیم شناسی سینوپتیک، فرکانس و شدت الگوهای زمستانی در منطقه زیادتر از امروز بوده است. به این نکته نیز باید اذعان کرد که همین مقدار تفاوت در رطوبت و دمای محیطی، در

شکل ۱۶. نسبت بارش در دورهٔ حاکمیت یخچال ها و امروز



سیستم های شکل زای منطقه تغییر اساسی به وجود آورده است. به نحوی که در حال حاضر، از دو سیستم شکل زای یخچالی و جنب یخچالی، نشانی در دست نیست.

با توجه به آثار فرم های به جا مانده می توان نتیجه گرفت، حاکمیت دمای گذشته و این میزان تغییر در رطوبت و دمای محیط، در ناحیهٔ مورد مطالعه سه سیستم متفاوت فرسایشی را فراهم کرده است.

در شکل ۱۷ سعی شده است، محدوده عملکرد این سه سیستم، یعنی فرسایش یخچالی، جنب یخچالی و هرزآب ها و رواناب ها و بالاخره سیستم فرسایش آب های راکد که حوزهٔ عملکرد بالاترین حد داغابه های دریاچهٔ گاوخونی را تعریف می کرد، نشان داده شود.

به عبارت دیگر، کاهش برودت و افزایش رطوبت محیط در گذشته نسبت به شرایط فعلی، موجب حاکمیت دو سیستم فرسایشی خاص در منطقه شده بود که امروزه وجود ندارند و اگرچه از نظر اقلیم مداری چنین تفاوت هایی قادر به شکل دادن سیستم های فرسایشی نبوده اند، ولی عامل ارتفاع، شرایط لازم را برای فرسایش یخچالی و جنب یخچالی فراهم می آورده است.

تأثیر سیستم های فرسایشی در توزیع فضایی روستاها و مزرعه ها

شکل گیری کانون های مدنی، تابع ویژگی های مرفیک مناطق است. برای مثال در سواحل ویژگی های خطوط ساحلی، در مناطق درون قاره ای دریاچه ها و مسیرهای حرکت یخچال ها و در کوهستان ها زبانه های یخی، نقش عمده ای در این زمینه داشته اند؛ به طوری که در مورفولوژی شهری به عنوان اصل از آن یاد می شود.

بررسی نقشهٔ توزیع مزرعه ها و روستا در منطقهٔ زفره، چند نکتهٔ مهم را بر ما روشن می سازد:

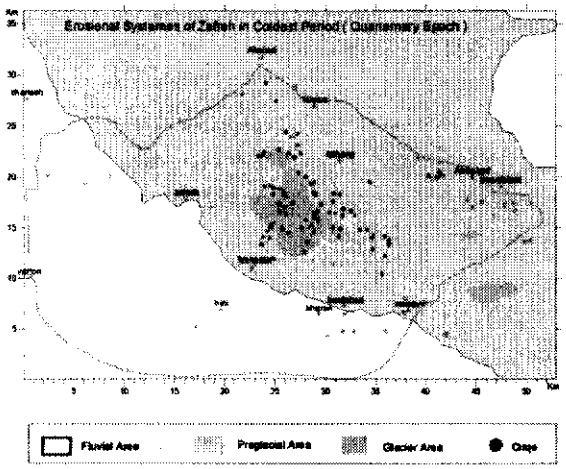
ـ مناطق کوهستانی که قبلاً در حاکمیت فرسایش یخچالی بوده اند، برای استقرار روستاهای دائمی مطلوب و مناسب نبودند. بنابراین در این محدوده، هیچ روستای دائمی شکل نگرفته است.

ـ منطقهٔ حدفاصل خط برف دائمی و پائین آمدن زبانه های یخی (۲۷۰۰ ـ ۲۱۰۰ متری) محل استقرار تعداد زیادی مزرعه است. اگر چه این مزرعه ها غالباً خالی از سکنه هستند، ولی به عنوان مزرعه و باغ ییلاقی تلقی شده اند و معمولاً با ذخیره سازی آب در استخرها، فضاهای مصفایی را به وجود آورده اند.

ـ حد پائین آمدن زبانه های یخی در منطقه را می توان خط اسکان دائمی تلقی کرد. این حد محل استقرار روستاهای اصلی و مهم منطقه است که غالباً از قدمت بیش تری نیز برخوردارند. البته از مطالعهٔ اسامی آن ها نیز می توان به صحت این نکته تأکید کرد. دهکده های فشارک، کرداباد، زفره، خاران، کهنگ و چاریسه از جملهٔ این دهکده ها هستند که همگی حول و حوش خط ۲۱۰۰ متر، یعنی آخرین حد پائین آمدن زبانه های یخی شکل گرفته اند.

در شکل ۱۸ سعی شده است، شمایی از منطقهٔ زفره در دورهٔ حاکمیت یخچال ها به نمایش گذارده شود.

شکل ۱۷. سیستم های فرسایشی حاکم در منطقه در دورهٔ سرما



محورهای عمدهٔ حمل یخ در منطقه

اگرچه تعداد معبرهای مستقل که کار حمل یخ ها را به عهده داشته اند، بالغ بر نوزده معبر بزرگ و کوچک است که تعداد چهار معبر آن حرکت شمالی و مابقی حرکت جنوبی داشته اند. ولی به طور کلی می توان یادآور شد، در دورهٔ حاکمیت یخچال ها پنج محور عمدهٔ یخچالی، یخ ذخیره شده در منطقهٔ برف های دائمی را به سطح اساس منطقه که دریاچهٔ گاوخونی و دق سرخ بود، حمل می کردند. معبرهایی که سطح اساس آن ها دریاچهٔ گاوخونی بود عبارتند از:

ـ زفره با دو شاخهٔ اصلی شرقی و شمالی، ۱۳ و ۱۴ کیلومتر

ـ فشارک، ۶/۲ کیلومتر

ـ کرداباد، ۱۲ کیلومتر

ـ موسیان با دو شاخهٔ شرقی و شمالی، ۲/۸ و ۱۱/۱ کیلومتر

معبرهایی که سطح اساس آن ها دق سرخ بود عبارتند از:

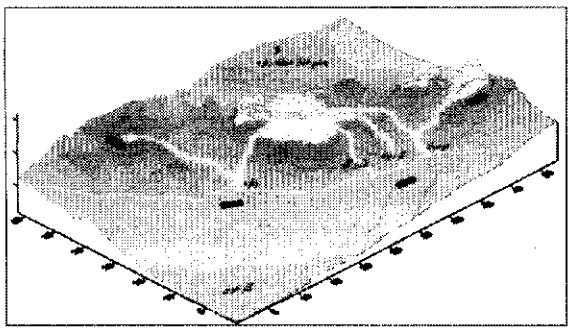
ـ نیسیان ـ مبارکه، با چهار شاخهٔ لانود، گهنگ، نیسیان، مبارکه)، ۲۲ کیلومتر

ـ کهسان ـ نیسیان، ۱۱ کیلومتر

ـ هاشم آباد ـ مبارکه، ۱۱ کیلومتر

ـ واشه ـ نیسیان، ۱۱ کیلومتر (شکل ۲۰).

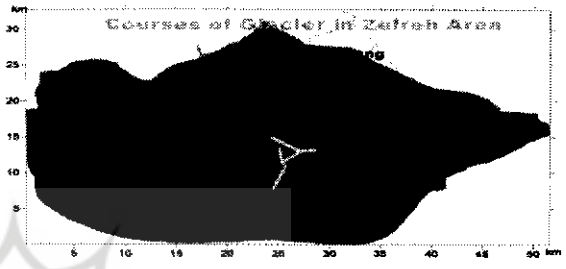
شکل ۱۸. چشم انداز منطقهٔ زفره در دورهٔ حاکمیت یخچال ها



لازم به ذکر است که شواهد ژئومرفیک در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۱۵۵۰ متری نشان از داغابه‌های دریاچهٔ گاوخونی دارند. اگرچه زبانه‌های یخی قادر به ورود به دریاچه نبودند و در حدود ارتفاع ۲۱۰۰ متری منطقهٔ ابندویان بودند، ولی برای پیوستن مستقیم زبانه‌های یخی به دریاچه، تنها ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر پائین آمدن بیش‌تر لازم نبود تا چنین امری محقق شود.

ارتفاع ۲۱۰۰ متری در دامنهٔ جنوبی منطقه، یعنی نقطهٔ ابندویان زبانه‌های یخی، محل شکل گیری و استقرار کانون‌های اصلی روستایی به شمار می‌آیند و دهکده‌های بزرگ منطقه مانند: زفره و فشارک، کرداباد، کهنگ، موسیان، فهستان، مبارکه و نیسیان از آن جمله‌اند.

شکل ۱۹. محورهای عمدهٔ حمل یخ در منطقهٔ زفره



مرز برف دائمی در آن سوی کوهستان ۲۰۰ متر پائین‌تر (۲۵۰۰ متری) و آثار زبانه‌های یخی تا ارتفاع ۱۴۰۰ متری، یعنی نزدیک به ۶۰۰ متر، پائین‌تر از دامنهٔ برآفتاب دیده می‌شود. با این وصف، در بخش شمالی منطقهٔ زفره، توپوگرافی منطقه شرایط لازم برای حرکت متمرکز یخ را کم‌تر فراهم آورده است. به همین دلیل، آثار دره‌های یخچالی کم‌تر دیده می‌شود. در مقابل، شکل دره‌های زفره، فشارک و کرداباد آثار حرکت متمرکز یخ را به خوبی نشان می‌دهند. به طوری که در مدخل ورودی دهکدهٔ زفره و دهکدهٔ حاجی در مسیر فشارک، درهٔ ناشی عملکرد یخ و مورن‌های بر جای ماندهٔ آن به خوبی قابل شناسایی است (شکل ۲۰).

با توجه به برداشت پروفیلی از آثار بر جای مانده در زفره، ضخامت یخ ۱۰ متر و ابعاد دره در این مقطع به شرح زیر اندازه گیری شد.

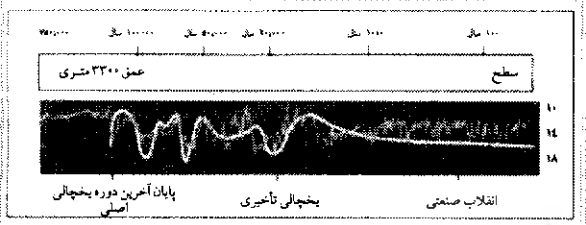
- عرض کف دره، ۸۰ متر
- عرض فوقانی دره، ۱۳۰ متر
- شیب دره در مقطع اندازه گیری شده، ۲/۷ درصد
- شیب دیوارهٔ دره، ۲۶ درصد

شکل ۲۰. مورن‌های جانبی در دهکدهٔ حاجی در مسیر فشارک

حال ممکن است این سؤال مطرح شود که وقوع چنین چشم‌انداز طبیعی در منطقه را به چه زمانی می‌توان نسبت داد.

براساس مطالعات کورت ساپله در مورد کریخچالی در تینشان تبت (شکل ۲۱) که تقریباً هم عرض این منطقه است، در ۲۱ هزار سال پیش، حاکمیت اقلیم سردی تجربه شده است؛ به طوری که در آن زمان، پوشش‌های یخی در نقاط هم عرض ما در آمریکا، تمامی ایالات نیویورک و واشینگتن را می‌پوشانده است (شکل ۲۲).

شکل ۲۱. نوسانات حرارتی یک کریخی در تبت که با اندازه‌گیری میزان اکسیژن ۱۸ به دست آمده است.



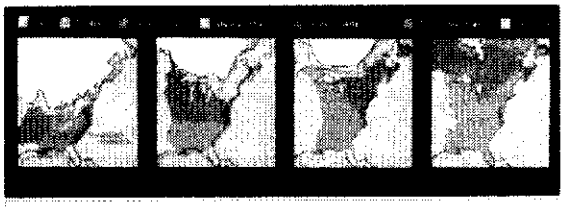
بدیهی است، مطالعات سن گذاری این پدیده‌ها می‌تواند پاسخ به این سؤال باشد، ولی باید بسیاری از احتمالات را با نتایج منطقی حدس زد. برای مثال، با توجه به آثار یخچالی موجود در منطقه، می‌توان به یک دوره حاکمیت اقلیم سرد و مرطوب اعتراف کرد، اما آیا دورهٔ یخچال تأخیری که در ۲۱ هزار سال پیش بوقوع پیوسته است، می‌تواند چنین فرم‌هایی را به وجود آورده باشد. مثبت بودن پاسخ به این سؤال، مشروط به تداوم دورهٔ سرد و استمرار آن در یک دورهٔ نسبتاً طولانی است.

برای معلوم کردن استمرار این دوره، باید میزان ذخیره‌سازی و تداوم آن را برای حرکت یخ و رسیدن به ارتفاع ۲۱۰۰ متری بررسی کرد.

براساس مطالعات یخچال شناسان، معمولاً برای حرکت یخ، ضخامتی معادل ۱۰ متر لازم است. با توجه به برآورد میزان بارندگی جامد در منطقهٔ همیشه یخزده، سالانه نزدیک به ۲/۵ میلیون متر مکعب ذخیره‌سازی یخ در این ناحیه صورت می‌گرفته است که با توجه به وسعت ۴۶ کیلومتر مربعی آن، هر سال به طور متوسط نزدیک به نیم متر بارش جامد ذخیره می‌شده است. بنابراین زمان استمرار بارش در منطقه، برای میل یخ به حرکت، نزدیک ۲۰ تا ۳۰ سال تداوم لازم دارد. از طرف دیگر، برای طی مسیر و رسیدن به ارتفاع ۲۱۰۰ متری، با فرض حرکت یخ به مقدار ۳ متر در سال، برای طولانی‌ترین معبر (لانود ـ کهنگ ـ مبارکه، به طول حدود ۲۲ کیلومتر)، هفت هزار سال و برای کوتاه‌ترین معبر، یعنی معبر فشارک با ۶ کیلومتر مسیر، دو هزار سال استمرار دورهٔ یخچالی لازم بوده است.

اکنون باید این ارقام را با فاز سرد در ۲۱ هزار سال پیش و مدت استمرار آن مقایسه کرد. بر اساس مطالعات ساپله در مورد کریخچال تبت، فاز گفته شده حداقل پنج هزار سال استمرار داشته است. با

شکل ۲۲



مرز یخچال‌ها ۵۰۰ سال پیش | ۱۰ هزار سال پیش | ۱۳ هزار سال پیش | ۲۱ هزار سال پیش

این تفاصیل، نسبت دادن این پدیده ها به دورهٔ ۲۱ هزار سال پیش، چندان دور از ذهن نمی نماید.

نتیجه گیری

مطالعات مربوط به پالئوژئومرفولوژی در ایران نباید به کارهای پژوهشی گذشته محدود شود و چنین به نظر آید که تمام حقایق دوران چهارم ایران توسط پیشینیان گفته شده اند. دقت جوان ترها در این مسائل، نکات مبهم گذشتهٔ طبیعی سرزمین ما را مرتفع خواهد کرد و این همه، با به کارگیری روش های جدید میسر خواهد شد.

بررسی‌های ژئومرفولوژی می‌تواند با جهت گیری های خاص، ابعاد کاربردی بسیاری در زمین باستان شناسی و "Antiont Topography" از یکسو و پیوند آن با مطالعات تاریخی و اجتماعی و اقلیمی داشته باشد و تحول و نگرش نوینی را برای علوم دیگر نیز فراهم آورد.

آنچه در بررسی های یخچال شناسی زفره تجربه شد، نشان می دهد، کم تر تفسیر و تعبیر روشن و جامعی از آثار یخ و یخچال ها و یخسارها در ایران در دسترس است و بر جغرافیدانان جوان است که در این بعد، تلاش همه جانبه ای را در دستور کار خود قرار دهند.

زیرنویس

۱. دانشیار دانشگاه اصفهان ۲. احمد آرام، ۱۳۷۶.

3. Curt Suplee, 1998
4. Immanuel Velikovsky, 1995
5. Erratic Rockes
6. Glacial theory
7. Ice Transport
8. Judson Kauffman 1990
9. J. Venetz
10. Little Ice Age
11. Chamonix
12. Perthuis
13. Brenva
14. Jean Louis Rodolphe Agassiz (1808-1873)
15. Great Ice Age
16. Uniformitarianism

۱۷. گونز، میندل، ریس، ورم ۱۸. خدیجه اسدیان، ۱۳۶۸

19. Domorgan
20. Desio
21. K. Proy, 1980

۲۲. جداری عیوضی، ۱۳۷۸

23. Dekart. Ehlers
24. Ronion, 1980

۲۵. محمودی، ۱۳۶۷

26. wright
27. Hogedorn
28. kuhle

۲۹. ثروتی، ۱۳۶۹

30. Albation
31. Respons time

۳۲. کاویانی، ۱۳۸۰

33. Brady. C 1984
34. Ice Sheet
35. Ice Caps
36. Ice Streams
37. Ice Shelve
38. Valley Glaciers
39. Ice Tangues

۴۰. این ارتفاع در مناطق گوناگون متفاوت است.

منابع

۱. آرام، احمد (۱۳۶۶). علم در اسلام. انتشارات سروش. تهران. ص ۸۷ـ۶۱.

۲. گوردن. مبانی زمین شناختی ماقبل تاریخ. ترجمهٔ خدیجهٔ اسدیان. دانشگاه تهران. ۱۳۶۴.

۳. پدرامی. منوچهر (۱۳۶۷). سن مطلق کوارترنر. مجلهٔ دانشکده علوم. جلد ۱۷. شماره ۳ و ۴.

۴. جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۲). ژئومرفولوژی ایران. دانشگاه پیام نور. ص ۳۱ـ۱۵.

۵. رامشت، م ح (۱۳۸۰). دریاچه های دوران چهارم بستر مدنیت در ایران. فصلنامهٔ جغرافیا. شمارهٔ ۶۰.

۶. کلانت. دیتر و ثروتی، محمدرضا (۱۳۷۸). جغرافیای طبیعی دریاها و سواحل. سمت. ص ۱۹۰.

۷. کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۷). مبانی اقلیم شناسی. سمت.

۸. کاویانی، محمدرضا (۱۳۸۰). میکروکلیماتولوژی. سمت.

۹. محمودی، فرج الله (۱۳۶۷). تحول ناهمواری های ایران در کوارترنر. مجلهٔ پژوهش های جغرافیایی دانشگاه تهران. شمارهٔ ۲۳. ص ۴۳ـ۵.

۱۰. موحد دانش، علی اصغر (۱۳۷۳). هیدرولوژی آب های سطحی ایران. سمت.

11. Berry, C.E, (1990). Universe and Earth Sciences. Time Warner Inc.

12. Brady. n, (1974). The Nature and Properties of Soils. Macmillan Publishing Co, Newyork. p 239-300.

13. Budel, Julius, (1994). Climatic Geomorphology. Princeton University Press. Newjersey.

14. Curt Suplee, (1998). Unlocking The Climate Puzzel. National Geography. Vol 193. No.5. P 38-72.

15. Kauffman, Judson (1990). Physical Geology. Printice Hall. New Jersey.

16. Krinsley, Daniel B. (1970). AGeomorphological and Paleoclimatological Study of The Playas of Iran. Geological Departmet of Interior. Washington. D.C.

17. Lorenz, (1964). The problem of deducing the climate from the governing equations.

18. Nicolis, C. (1987). Long-term climatic variability and chotic dynamics. *Tellus*. Vol. 39A. p 1-9.

19. Tarbuck, Edward. J, (1998). Earth Science. Merrill Publishing Company. London.

20. Velikovsky, Immanuel. worlds in collision. 1950. London. Gollancz.

21. Velikovsky, Immanuel. Earth in pheaval. 1655. Gardencity N.y, Doubleday.

22. Write, H.E, N.Y. (1963). Preliminary Pollen Studies at Lacke Zeribar, Zagros Mountains, Southwest Iran. Science.