

آثار یخساری در ایران

فاطمه نعمت‌الهی¹، محمدحسین رامشت^{2*}

1- مربی، گروه جغرافیای ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی آبداه، شیراز، ایران.

2- دانشیار جغرافیای ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

پذیرش: 83/11/21

دریافت: 82/12/20

چکیده

بررسی آثار مورفولوژیکی یخبندانهای کواترنر ایران موضوع مورد علاقه بسیاری از محققان بوده است که می‌توان شروع آن را به ژاک دومرگان¹ (1890م.) نسبت داد. در این میان ردیابی پاره‌ای از پدیده‌ها سهلتر بوده و پاره‌ای دیگر به واسطه غیر محتملتر بودن آن کمتر مورد ارزیابی محققان قرار گرفته است. از آن جمله می‌توان به وجود آثار یخسارها یا کلاهکهای یخی² اشاره کرد.

بررسی و تحلیل آمار اقلیمی ثبت شده فعلی در ایران از یکسو و وجود نقاط یا محلهایی که نسبت به نواحی مجاور از نظر برودتی تفاوت‌های چشمگیری از خود نشان می‌دهند، سبب شد که نظر ژئومورفولوژیست‌ها به این نقاط جلب شده و پراکندگی آنها در ایران مشخص شود. بدیهی است با توجه به تخمینهای دما و حرارت محیطی در گذشته، می‌توان حدس زد که این نقاط در گذشته (در دوره‌های سرد) نسبت به نقاط مجاور از خود ویژگیهای برودتی بیشتری نشان می‌دادند و چنانچه از نظر توپوگرافی نسبتاً هموار و دمای آنها مشابه ارتفاعات برآورد شود؛ در این صورت احتمال وجود کلاهکهای یخی در عصر یخبندان در آنها افزایش پیدا می‌کند.

لازم به ذکر است که این مقاله از یک طرح تحقیقاتی گرفته شده و با حمایت مالی وزارت نیرو به انجام رسیده است؛ همچنین با اتکا به روش رایت و تحلیل رقومی داده‌های هواشناسی مضبوط نسبت به بازسازی شرایط دمایی در دوره سرد اقدام صورت گرفته است؛ سپس با تعیین گستره آن در ایران نسبت به ردیابی آثار یخسارهای محتمل در زاگرس اقدام شده است.

E-mail: Mrameshat@yahoo.com

*نویسنده مسئول مقاله:

1. Domorgan

2. در ادبیات فارسی چون واژه‌های متعدد برای مفهوم پهنه‌های یخی وجود ندارد، لذا در اینجا واژه یخسار به‌عنوان یک واژه عام به کلیه پهنه‌های یخی با هر وسعتی اطلاق شده است.



نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، که آثار این پدیده در دشت نمدان فارس به استناد برآوردهای اقلیمی شواهد مورفیک ارضی و پاره‌ای شواهد رسوبی وجود دارد. بنابراین شایان ذکر است که با این روش، وجود آثار یک پهنه یخی (یخسار) برای اولین بار در ایران به اثبات می‌رسد. **کلید واژه‌ها:** یخسار، یخچال، خط برف دائمی، تعادل آب و یخ، پادگانه، نمدان.

1- مقدمه

سرزمین ایران دارای مکانهایی است که از نظر دمایی نسبت به نواحی مجاور خود دارای برودت بیشتری می‌باشند. این مناطق را که معمولاً تا حدود زیادی برای مردم شناخته شده است، اصطلاحاً «چاله‌های برودتی» می‌نامند. لازم به ذکر است که توضیح درباره علت بروز چنین ویژگیهای دمایی، وظیفه اقلیم‌شناسان است.

در اینجا با این پیش فرض که چاله‌های برودتی فعلی در عصر یخبندان بسیار سردتر از نواحی مجاور بوده‌اند، این احتمال مطرح می‌شود که در دوره‌های سرد، تشکیل پهنه‌های یخی در آنها مشروط به فراهم بودن شرایط توپوگرافی امکانپذیر بوده است. در این صورت بررسیهای اولیه اقلیمی و تعیین موقعیت مکانی چاله‌های برودتی در ایران ما را قادر می‌سازد که ردیابی آثار یخساری در این مکانها دنبال شود.

تغییرات اقلیمی برای بسیاری از محققان از ابعاد گوناگون به‌عنوان یک سوژه جذاب مطرح بوده است. اقلیم‌شناسان، جغرافیدانان، محیط‌شناسان، زمین‌شناسان از یک سو و محققان علوم گیاهی و جانوری و پاره‌ای از مورخان علوم تاریخی از سوی دیگر سعی کرده‌اند تا با علاقه‌مندی خاصی به موضوع تغییرات اقلیمی بپردازند و همچنین به تحلیل درباره علل این پدیده، تأثیراتی که چنین تغییراتی در رفتار و مهاجرت، تغییرات گونه‌ای، انقراضها و... نحوه مکانیسم آن می‌گذارد، اقدام کنند. در این میان ژئومورفولوژیست‌ها نیز با دیدگاه و معرفت‌شناسی خاصی به این پدیده اندیشیده‌اند.

تلاش زمین-ریخت‌شناسان¹ بیشتر در جهت شناخت تأثیراتی است که تغییرات اقلیمی بر سیستمهای فرسایشی و فرم اراضی داشته است. این اطلاعات (که به‌صورت شواهد و آثار فرمی بر صحنه طبیعت باقی مانده) کمک شایانی به دیگر محققان در درک بهتر محیطهای اقلیمی گذشته کرده است. از این رو دست یافتن به اطلاعاتی در زمینه گستره و چگونگی عملکرد دوره‌های تناوبی اقلیمی امکانپذیر گشته است.

1. geomorphologists

تاریخ یخچال‌شناسی براساس یافته‌های تجربی مکتوب و قابل دسترسی، بیشتر به اوایل قرن نوزدهم میلادی باز می‌گردد. افسانه‌های اساطیری ملل که مورد توجه ولیکوفسکی بوده و به‌عنوان یک روش در تحلیل و تعقیب تغییرات کاتاستروف اقلیمی در سطح بین‌المللی به کار گرفته شده است، بخوبی نشان می‌دهد که چنین حوادثی را بشر ماقبل تاریخ، بخوبی تجربه کرده و با تمسک به اسطوره‌سازی نسبت به انتقال آن به نسلهای بعدی اقدام کرده است [1]. اشاره پاره‌ای از فلاسفه قدیم یونانی به از میان رفتن زمین و خلقت جدید آن با چهار واقعه آب، باد، آتش و یخ و یا به‌کارگیری واژه خورشید به جای واژه دوره یا عصر در این فرهنگ همگی حکایت از قدمت آشنایی بشر با عوامل ایجادکننده دوران یخچالی دارد [2].

در اروپای قرن هجدهم، وجود سنگهای سرگردان¹ فراوان که در پهنه وسیعی از سرزمینهای اروپای شمالی، انگلیس، سوئیس و مناطق مجاور آن دیده می‌شد، ذهن محققان علوم زمین را به خود مشغول کرد؛ از همین رو «تئوری یخچالی»²، موضوع بحث‌انگیز اما پرتطرفدار در توجیه انباشت این سنگهای غریبه در شمال اروپا به شمار می‌رفت.

براساس مقبولیت تئوری طوفان نوح (ع) که در چارچوب یک پدیده کاتاکلیسم³ در آن زمان مطرح بود، گفته می‌شد که با فراگیر شدن چنین طغیانی، قطعات و توده‌های متعدد و بزرگ یخی جدا شده و از مناطق قطبی در سطح آب شناور شده‌اند؛ سپس با پایان یافتن طغیان و ذوب پاره‌های یخ شناور که به مناطق پایینتر جا به جا شده بودند، مواد، رسوبات و صخره‌های همراه با آنها در سطح باقی مانده‌اند که امروز بقایای آنها مشاهده می‌شود. با پایان قرن نوزدهم میلادی تئوری جدیدی که به تئوری «جابه‌جایی یخ»⁴ شهرت داشت، قوت گرفت. در سال 1821م. ونتز⁵ (که یک مهندس سوئیس بود) مقاله‌ای را برای انجمن هلوتیک⁶ ارسال کرد. او در مقاله خود این موضوع را که یخچالهای سوئیس بمراتب وسیعتر از امروز بوده‌اند، طرح کرده بود. اگرچه همه به این موضوع اذعان داشته و دارند که اقلیم از حدود سال 1600 تا اواسط قرن نوزدهم از اعتدال بیشتری برخوردار بوده است، اما بر این نکته هم تأکید می‌شود که یخچالها در پاره‌ای از مناطق بسیار گسترده‌تر از امروز بوده‌اند و چنین دوره‌ای را تحت عنوان «دوره یخچالی کوچک»⁷ می‌شناسند. شواهد فراوان در الپ،

1. erratic rocks

2. glacial theory

3. cataclism

4. ice transport

5. J. Venetz

6. Helvetic society

7. little ice age



اسکاندیناوی و ایسلند دلیل بر آن است که اقلیم در قرون وسطا ملایمتر از امروز بوده و مزارع و یا شبکه‌های ارتباطی موجود در آن زمان بعداً مورد هجوم بهمنها یا جریانهای تغذیه شونده یخچالی قرار گرفته‌اند. برای مثال معادن نقره در دره چامونیکس¹ در طول قرون وسطا دایر بوده و بعداً به‌وسیله بهمن یخچالی مدفون شده است و یا دهکده پرتیوس² تا سال 1600 م. در زیر یخچال برنوا³ در سویس مدفون بوده است. اگرچه که نظریه و نتر به‌وسیله افراد متعددی بحث و نقادی شده و مخالفان آن بیشتر از افراد مدافع بوده است؛ اما بدون تردید باید گفت جین لویس رودلف اگازیس (1808-1873 م.) کسی است که بیشترین تلاش را در توسعه و مدلل کردن این نظریه به‌عمل آورده است. نام اگازیس⁴ سویسی در تبیین دوره‌ها و مطالعات یخچالی مقدم بر هر کس دیگری است. او یک جانورشناس بود و روشی را که برای مطالعات خود برگزیده بود، بسیار ساده بود. او یخچال‌شناسی را با تشریح و توصیف یخچالهای فعلی و تأثیرات فرسایشی آن روی صخره‌های بستری و دیگر قطعاتی که همراه با آنها حمل می‌شد آغاز کرد و با یادداشت‌برداری از ویژگیهای شکلی رسوبات فرسایش یافته یخچالی، اصول فرم‌شناسی یخچال‌شناسی دیرینه را بنیان نهاد. وی بر این نکته تأکید داشت که چون چنین فرمهایی تنها می‌تواند ناشی از فرایند فرم‌سازی یخچالی باشد، با تعمیم آن نتیجه می‌گرفت که اگر چنین ویژگیهایی روی سنگها و رسوباتی یافت شود که خیلی پایینتر از حد یخچالهای فعلی باشند، باید استنباط کرد که قبلاً یخچالها گسترده‌تر از امروز بوده‌اند و چنین دوره‌ای را «عصر حاکمیت بزرگ یخبندانها»⁵ نامگذاری کرده‌اند [3، ص 345].

بررسی آثار مورفولوژیکی یخبندانهای کواترنر ایران موضوع مورد علاقه بسیاری از محققان بوده است که می‌توان شروع آن را به ژاک دومرگان⁶ (1890 م.) و کارهای جدی بوبک⁷ نسبت داد. تحقیقات و بررسیهای هانس بوبک در سال 1933 م. شروع شد و در سال 1955 م. منتشر گردید [4].

8. Chamonix

9. Perthuis

10. Brenva

1. Louis Rodolphe Agassiz

2. great ice age

3. Domorgan

4. Bobek

در سال 1933م. مطالعه جدی درباره آثار مستقیم یخبندان کواترنر در کوههای ایران با کارهای هانس بوبک در البرز، ارتفاعات کردستان و دزیو¹ در زرد کوه شروع شد. بوبک با بررسی مورنهای رشته کوه البرز و زاگرس، آن را شواهدی بر یخبندان قبل از وورم در این ارتفاعات معرفی کرد. این مطالعات او را بر آن داشت که در سال 1955م. اولین اظهار نظر کلی درباره اقلیم ایران در کواترنر را منتشر سازد. وی معتقد بود که در طول دوران یخچالی، اقلیمی سرد و خشکتر از امروز بر ایران حاکم بوده است. محققان بعدی غالباً به نتایجی بر خلاف نظریه وی دست یافته‌اند؛ از آن جمله شارلاو است که به اقلیم سرد و مرطوبتر از امروز اعتقاد دارد [5، صص 15 - 31].

اهلر² در سال 1980م. 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 بوده‌است [6، ص 207]. پس از بوبک و دزیو محققان زیادی اعم از خارجی و ایرانی در این باره کار کرده‌اند؛ از جمله رایت³ روی ارتفاعات زاگرس در امتداد مرز ایران و عراق کار کرد و خط دائمی برف در دوره وورم را در ارتفاع 1800 متری ردیابی نمود؛ همچنین رایت در جنوب غرب ازنا در اشترانکوه، سیرک یخچالی جبهه شمالی را در 3000 متر و یخرفت‌ها را در دره‌های کوچک تا ارتفاع 2600 متر مشاهده کرد.

هاگه درن⁴ در سال 1974م. و کوهله⁵ در سال 1976م. مطالعاتی در ایران مرکزی داشته‌اند. مطالعات آنها بر این مطلب تأکید دارد که آن دسته از زبانه‌های یخچالی که از نواحی مرتفعتر کوهستانی خوب تغذیه شده باشند، توانایی آن را داشته‌اند که تا پایکوهها پایین بیایند و نفوذ خود را در تمام دره‌ها اعمال کنند. در هر دو مورد شواهدی ارائه شده است که یخرفت‌ها تا پای کوه و مدخل خروجی دره‌ها رسیده و به نظر آنها حتی وسعت قابل توجهی از دشت را در ارتفاع 2000 تا 2200 متری اشغال کرده‌اند [7، صص 13-20].

رامشت ضمن تأیید یافته‌های افراد مذکور نسبت به انتشار تصاویر بی‌نظیری از سنگهای سرگردان یخچالی در ارتفاع 1600 متری در منطقه مطالعه هاگه درن (شیرکوه یزد) اقدام کرده و به پایین آمدن زبانه‌های یخی تا این ارتفاع تأکید ورزیده است [8، ص 97]. کوهله در کوه

5. Desio

6. Dekart Ehlers

1. Wright

2. Hagedorn

3. kuhle



چوپار واقع در جنوب کرمان آثار دو یخبندان بزرگ کواترنر را بررسی کرده و آنها را به دوره ریس و وورم نسبت داده است [9، ص 60].

نام بروکز¹ محقق کانادایی نیز در مطالعات دوران چهارم ایران نام آشنایی است [10، صص 191 - 228]. فرج‌ا... محمودی [11، ص 5 - 43]، جداری عیوضی [12، ص 73] و حسن احمدی [13، صص 1-566] نیز از جمله ژئومورفولوژیستهای دیگری هستند که ضمن مطالعات پراکنده در ایران نسبت به تحلیل وقایع دوران چهارم ایران دارای نظرهای مستقلی هستند. از جمله محققان ایرانی که در مورد کواترنر و یخچالها، بویژه، مرز برف دائمی در ایران تلاش ارزشمندی کرده‌اند، مرحوم منوچهر پدرامی است [14، ص 88]؛ اگرچه عمر کوتاه او مانع از آن شد که بتواند دست‌نوشته‌های ارزشمند خود را به چاپ برساند ولی همین مقدار نیز نشان می‌دهد که او تا چه اندازه به مسائل مربوط به یخچالها در ایران اشراف داشته است.²

از جمله ویژگی کار وی مطالعات ناپیوسته در مناطق مختلف کوهستانی است، او که در همه قسمت‌های شمالی، مرکزی و غربی کار کرده است، به دنبال ردیابی و شناسایی آثار یخچالی بوده و نسبت به تعیین خط برف دائمی برای نقاط مختلف ایران اقدام کرده است؛ بنابراین حاصل مطالعات او نقشه مرز برف دائمی کوهستانهای ایران است که در کتاب ژئومورفولوژی ایران به همت جداری عیوضی در سال 1367 هـ. ش. به چاپ رسیده است. در سالهای اخیر محققان جوان، دست به انتشار اطلاعات جدیدی در مورد یخچالهای ایران زده‌اند؛ از آن جمله می‌توان به کارهای بیاتی خطیبی [15، ص 38]، مغیث [16]، طالبی [17]، رواقی [18]، دلال اغلی [19]، شایان [20] و یمانی [21، صص 1-18] اشاره کرد. لازم به یادآوری است که در هیچ کدام از کارهای انجام شده حتی به وسیله محققان خارجی و یا داخلی اشاره‌ای به وجود یخسار و آثار آن در ایران نشده است. هدف این مقاله بیشتر تعیین «چاله‌های برودتی» ایران و بررسی ویژگیهای ژئومورفیک آنهاست؛ بنحوی که بتوان به ردیابی آثار یخسارهای احتمالی گذشته در این نواحی پرداخت.

3- ترمینولوژی و روش کار

1. Brooks

5. دست‌نوشته‌های منوچهر پدرامی که به زبان انگلیسی و بالغ بر شصت صفحه است، چاپ نشده است ولی نگارنده آن را مطالعه کرده و جداری عیوضی نیز در کتاب «ژئومورفولوژی ایران» بخوبی از آن بهره‌مند شده است.

حرکت یخ در سطح زمین به دو صورت متمرکز (یخچالهای کوهستانی) و غیرمتمرکز (ورقه‌ای) رخ داده است و بر حسب این حرکات، پدیده‌های متعددی به وجود آمده است. از جمله مهمترین آثار یخچالی در کوهستانهای ایران آثار سیرکهای یخچالی است. از جمله آثار دیگر فرمیک ناشی از عملکرد یخ، سطوح موجدار و ناهموار است. این سطوح بیشتر به واسطه حرکت ورقه‌های یخی همراه با زبانه‌های یخچالی کوهستانی به وجود می‌آیند و بر حسب وسعت پهنه یخی در زبان انگلیسی اصطلاحات متعددی در مورد آن به کار می‌رود که از آن جمله می‌توان به

Ice Aprons, Tidewater Glacier, Cirque Glaciers, Valley Glacier, Ice fields, Ice shelves, Glacier tongues, Ice Streams, Ice cape, Ice sheets

اشاره کرد.

آنچه که در اینجا مدنظر است، باید «کلاهکهای یخی»¹ نامیده شود؛ زیرا وسعت آنها اندک است ولی چون در فرهنگ فارسی واژه یخسار در مورد تمامی پهنه‌های یخی به کار گرفته شده است، لذا در این مقاله نیز همین واژه به کار برده شده است.

با توجه به هدف این طرح در ابتدا نسبت به تحلیل 452 ایستگاه اقلیمی در ایران اقدام شد؛ سپس مجموع ایستگاههایی که در چهار ماه از سال، دمایی کمتر از 4 تا 5 درجه سانتیگراد را نشان می‌دادند، انتخاب گردیدند؛ سپس براساس روش کریگینگ و رابطه ارتفاع - دما نسبت به گسترش دمای نقطه‌ای ثبت شده به مناطق مجاور اقدام شد. به این ترتیب امکان مشخص شدن پهنه‌هایی از ایران که دارای دمای متوسط کمتر از 5 درجه سانتیگراد در طول چهار تا پنج ماه از سال را داشتند، فراهم آمد. با توجه به دمای برآورد شده برای ایران در عصر سرد (که معادل 5 تا 6 درجه کمتر از دمای فعلی در نظر گرفته شده است)، امکان مشخص کردن مناطقی که در عصر یخبندان می‌توانسته‌اند کانون عملکرد یخ محسوب شوند، فراهم آمد. به این ترتیب دشت نمدان فارس به واسطه داشتن شرایط توپوگرافی مناسب از میان این مناطق نامزد و به عنوان یکی از نقاط احتمالی برای بررسی و ردیابی آثار یخساری انتخاب شد. با انتخاب این منطقه کار بررسیهای دقیقتر صحرایی برای ردیابی آثار یخساری در منطقه آغاز شد.

4- بحث

1. کلاهکهای یخی (Ice capes) از نظر وسعت بسیار محدودتر از دیگر پدیده‌های پهنه‌ای یخ می‌باشند.



4-1. چاله‌های برودتی در ایران

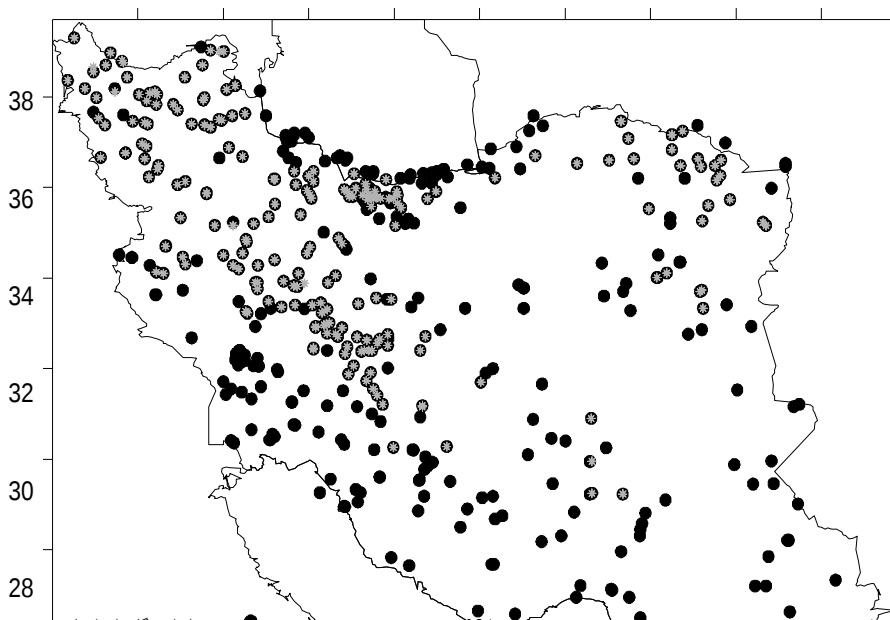
در میان نواحی مختلف ایران نقاط چندی به سرد بودن و برف و بوران‌خیزی شهرت دارند. این نقاط معمولاً در مسیر جاده‌های اصلی و یا نقاطی دور از مسیرهای جاده‌ای واقع شده‌اند که از نقطه نظر ویژگیهای سرزمینی شرایط یکسان و برابری ندارند.

یک بررسی اجمالی از 452 ایستگاه اقلیمی و سینوپتیک ایران نشان می‌دهد که 217 ایستگاه سه تا چهار ماه از سال دارای دمای کمتر از پنج درجه سانتیگراد می‌باشند، (شکل 1). نکته جالب آنکه طیف ارتفاعی این ایستگاهها از 44 متر تا 2900 متر در نوسان است. از سوی دیگر این ایستگاهها از نظر عرض جغرافیایی بین عرض 29/23 درجه تا 39/3 درجه شمالی قرار گرفته‌اند و دمای متوسط فصل سرد آنها از 5/35 - تا 4/5 درجه سانتیگراد در نوسان است (جدول 1).

جدول 1 پراکندگی جغرافیایی - ارتفاعی و دمایی ایستگاهها

دامنه ارتفاعی	دامنه عرض جغرافیایی	دامنه دمایی
44 - 2900 متر	29/23 - 39/3	4/5 - 5/35 درجه سانتیگراد
پارس آباد - دیزین	ساردوئیه - ماکو	شاه‌آباد - دیزین

توزیع ارتفاعی و موقعیت مداری ایستگاههای مذکور این حقیقت را بخوبی نشان می‌دهد که عامل اصلی در ایجاد چنین نقاط برودتی تنها عامل ترفیع مکانی و یا عرض جغرافیایی نمی‌توانسته باشد و نشان می‌دهد که شرایط ویژه‌ای در بروز این خصیصه برودتی مؤثر بوده است. علت چنین وضعیتی از نظر اقلیم‌شناسی هرچه باشد از دیدگاه ژئومورفولوژی ردیابی تأثیرات آن بر مورفولوژی این نقاط از یکسو و بازسازی دامنه و وسعت چنین تأثیراتی در دوره‌های یخچالی بسیار مهم و ارزنده است [22، ص 20].



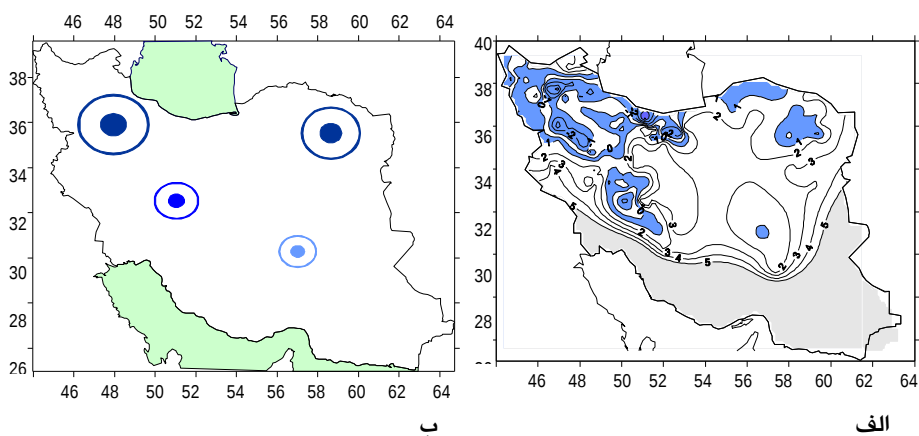
شکل 1 در شکل بالا 217 ایستگاه (که دمای سه تا چهار ماه از آنها کمتر از 5 درجه سانتیگراد است) با رنگ روشنتری نمایش داده شده است.

با توجه به اینکه مطالعات یخچال‌شناسی در ایران، همگی بر کاهش برودت ایران در آخرین دوره سرد نسبت به زمان فعلی دلالت دارد، لذا شناسایی مناطقی که چند ماه از سال دارای دمای کمتر از پنج درجه سانتیگراد هستند می‌تواند به‌عنوان مناطقی که در دوره‌های یخچالی حداقل در بخشی از سال دچار یخزدگی می‌شده‌اند، تلقی شوند؛ زیرا کمترین برآورد تفاوت دمای متوسط سالیانه برای ایران به‌وسیله محققان در عصر یخچالی بین 5 تا 6 درجه سانتیگراد بوده است¹؛ این به آن معنا است که اگر دمای متوسط مناطقی در حال حاضر حدود 5 درجه سانتیگراد و یا کمتر است، در آن زمان به صفر نزول می‌کرده و یخزدگی در آن حادث می‌شده است. البته از این نکته نباید غافل بود که تحلیل آماری که در اینجا به آن توجه شده است، از دیدگاه زمانی با آنچه برای اقلیم‌شناسان معمول است، اندکی تفاوت دارد.

1. بوبک دمای متوسط سالیانه ایران را 5 تا 6 درجه سانتیگراد کمتر از حد فعلی برآورد کرده است، ولی این رقوم برای پاره‌ای مناطق بسیار بیشتر از رقوم برآوردی بوبک است؛ زیرا بوبک برآوردهای خود را متکی به نقاط خاصی معطوف کرده است و اگر افت آهنگ دما برای ارتفاعات بیشتر در نظر گرفته شود، استنباط می‌شود که نقاط مرتفعتر به‌طور قطع سردتر از آنچه بوبک برآورد کرده است، بوده‌اند.

به عبارتی در اینجا به جای به‌کارگیری مفهوم نجومی از زمان بیشتر به زمان رخدادی تأکید شده است. در این صورت نباید تصور کرد که مبنای ارزیابیهای ما از زمان حتماً و به‌طور اجبار باید اقلیدسی باشد؛ زیرا تغییر بسیاری از پدیده‌ها یا رخدادها تابع زمان رخدادی بوده است و به جای تحلیل وقوع آنها در چارچوب زمان تقویمی وقوع و رخ دادن آنها و میزان شدت آنها تحلیل می‌شود. بنابراین آنچه در این تحلیلها اعتبار و ارزش پیدا می‌کند، تعداد و شدت وقوع آنها است و نه زمان وقوع آنها. لذا در این مورد با توجه به دماهای ثبت شده، وقوع آنها تحلیل شده است.

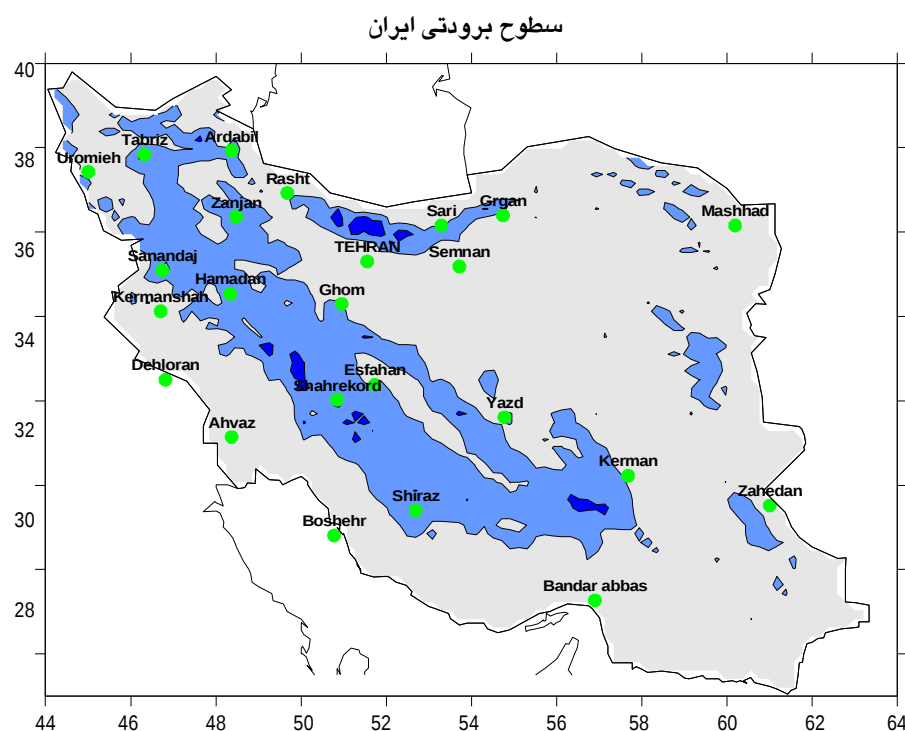
با این مقدمه، چنانچه توزیع فضایی چنین رخدادهایی روی نقشه ایران ترسیم شود، استنباط می‌شود که حداقل چهار کانون برودتی در ایران وجود خواهند داشت که نسبت به یکدیگر از استقلال نسبی مکانی برخوردارند، (شکل 2).



شکل 2 کانونهای برودتی ایران

اگر اطلاعات ارتفاعی به این مجموعه افزوده شود، مناطقی از ایران که در برودت نقطه‌ای سهمیم خواهند بود، مشخص می‌شوند. ناگفته نماند که برای این کار به‌طور اجبار از همبستگی فصول سرد و ارتفاع به‌صورت منطقه‌ای استفاده شده است و البته بین این دو پارامتر تنها در منطقه یا کانون شمال و شمال غرب ایران همبستگی 0/82- به‌دست آمد. با این تفصیلهای چنانچه نسبت به دخالت داشتن ارتفاع در حرارت نقطه‌ای (ایستگاهها) نیز مبادرت شود، نقشه 3 به‌دست می‌آید که دقیقاً بیانگر حاکم بودن فصل سرد در سطحی از ایران است که دمایی کمتر از 5 درجه سانتیگراد را تجربه کرده است. حال اگر کمترین رقوم برآورد شده، یعنی تفاوت دمای متوسط ایران در کوتاه‌ترین (که 5 درجه سانتیگراد است) برای مناطقی از ایران منظور شود نشان

می‌دهد که چهار ماه از سال دمای کمتر از 5 درجه را تجربه کرده‌اند. بنابراین استنباط می‌شود که چه وسعتی از ایران در دوره سرد کوتاه‌تر دارای دمای صفر درجه بوده‌اند و به عبارتی در بخشی از سال فرایندهایی یخچالی در آن حاکم بوده است (شکل 3).



شکل 3 سطوح برودتی ایران؛ در شکل بالا لکه‌های تیره نشان‌دهنده مناطقی از ایران است که دمای متوسط صفر درجه سانتیگراد را در سه تا چهار ماه از سال در عصر یخبندان تجربه کرده‌اند.

بدیهی است که در تمامی نواحی ایران میزان تفاوت یا انومالی حرارتی نسبت به حال حاضر یکسان نبوده است ولی نکته مهم آن است که (حداقل در ایران مرکزی) آنومالی‌های حرارتی تابعی از ارتفاع محیطی بوده است [23، ص 60]؛ به این معنا که هرچه ارتفاع اراضی بیشتر شود، میزان تفاوت حرارت محیطی آن با زمان حاضر نیز بیشتر می‌شود. این نکته به آن معنا است که برای مثال اگر تفاوت دمای متوسط سالیانه گذشته و کنونی در دشتی با ارتفاع 1600 متر برابر 4 درجه سانتیگراد باشد. همین اختلاف برای دشتی در ارتفاع 2100 متری به مراتب بیشتر از 4 درجه سانتیگراد خواهد بود.



قانون مذکور از نظر ژئومورفولوژی اهمیت فراوانی دارد؛ زیرا دشتهای کم ارتفاع به واسطه تفاوت اندک دما در دوره‌های سرد با زمان حاضر از نظر سیستمهای فرسایشی با شرایط امروز چندان تفاوتی نداشته‌اند، حال آنکه همین سطوح در ارتفاعات بالا، از نقطه نظر سیستمهای فرسایشی تفاوتهای آشکاری از خود نشان می‌دهند. این به آن معنا است که اگر دشتی با ارتفاع کم در دوران سرد دارای سیستم فرسایشی فلوویال بوده، در حال حاضر نیز ممکن است از نقطه نظر سیستم فرسایشی با گذشته چندان تفاوتی نداشته باشد؛ حال آنکه دشت دیگری در همین منطقه با ارتفاع بالا، از نقطه نظر حاکم بودن سیستم فرسایشی با زمان دوره سرد تفاوت چشمگیری خواهد داشت؛ به نحوی که اگر در حال حاضر حاکم بودن با سیستم فلوویال است، در زمان گذشته به طور قطع سیستم فرسایش یخچالی یا جنب یخچالی در آن حاکم بوده است لازم به ذکر است که احتمال این حاکم بودن با افزایش ارتفاع دشت بشدت افزایش پیدا می‌کند.

با توجه به نکات مذکور برای ردیابی احتمالی آثار یخسارها، جستجو برای شناسایی اراضی هموار در سطوحی که متوسط بروودت صفر درجه سانتیگراد را در چهار یا پنج ماه از سال تجربه کرده‌اند، آغاز شده است (شکل 3).

4-2. سطوح هموار و شواهد یخسارها

بررسیهای اولیه نشان می‌دهد که اراضی هموار در بین کوهستانهای زاگرس به صورت نوارهای بین طاق‌دیسی که به پایابی ختم می‌شود، فراوانند. این پایاب‌ها همگی از نظر ژئومورفولوژی یکسان نیستند، اگر چه غالباً تغییرات اقلیمی که منطقه با آن روبه‌رو بوده یکسان است. پاره‌ای از این دریاچه‌ها یا چاله‌ها بر خلاف قاعده عمومی بدون تراس هستند. به عبارت دیگر شواهد ژئومورفیک، نوسان آبی سطوح خود را ثبت نکرده‌اند، حال آنکه اطلاعات اقلیمی در دسترس نشان می‌دهد که این مناطق دچار نوسانهای اقلیمی و رطوبتی بوده و لذا سطح آب آنها باید چنین نوسانهایی را در حاشیه ساحلی خود به صورت تراسهای دریاچه‌ای ضبط و ثبت کرده باشد. مذاقه، بیشتر در این زمینه نشان می‌دهد که دریاچه‌هایی که ارتفاع عمومی آنها از 2100 متر بیشتر است، چنین وضعیتی دارند. به عبارت دیگر ارتفاع 2100 متر در منطقه زاگرس مرکزی خط قرمز تشکیل نشدن تراسهای دریاچه‌ای است.

آثار تراسهای دریاچه‌ای در حاشیه غالب دریاچه‌های خشک شده و یا موجود فعلی مانند بختگان، قم، گاوخونی و... گزارش شده است [24، ص 1]. شایان ذکر است که عدم وجود

تراس در حاشیه پاره‌ای از دریاچه‌های منطقه زاگرس مانند دریاچه کافت‌می‌تواند ناشی از چند احتمال باشد. احتمال اول کمی عمق و ضخامت آب در آنهاست. این فرض با توجه به اینکه میزان رطوبت محیطی به مراتب بیشتر از حال بوده و بعضاً اینگونه دریاچه‌ها در حال حاضر دارای آب هستند، مطرح شده است. در نتیجه نمی‌توان کمبود ضخامت آب در دوران سرد را عامل تشکیل نشدن تراسها دانست؛ بویژه آنکه دریاچه‌های مجاور آنها که از نظر بیلان آبی از آنها ضعیف‌ترند، دارای تراسهای متعدّدند.

احتمال دوم وجود دریاچه‌های مملو از آب با یخزدگی ممتد در تمام سال یا بخش عمده‌ای از سال است. در این حالت علی‌رغم وجود آب، به‌خاطر تغییر فیزیکی حالت آب و یخزدگی سواحل، امکان ایجاد تراس بر اثر حرکت آب سلب و انتظار به‌وجود آمدن بریدگیهای شیب و سطوح پادگانه‌ای از میان می‌رود. نبودن تراس در دریاچه‌های زاگرس میانی با ارتفاع بیش از 2100 متر این فرض را محتمل می‌سازد.

نکته قابل توجه دیگر آن است، دشتهایی که با این ارتفاع در زاگرس مرکزی وجود دارند غالباً بدون نقاط سکونتگاهی قدیمی بوده و توسعه‌چندانی نیافته‌اند. به عبارتی از نظر مدنی بودن سابقه طولانی ندارند و علی‌رغم وجود اراضی هموار و آب شیرین فراوان، دهکده یا شهر قابل توجهی در آنها به‌وجود نیامده است. از جمله این دشتهای می‌توان از دشت بکان، نمدان و اسپاس در فارس یاد کرد. این نکته بخوبی نشان می‌دهد که برودت، عامل مهمی در عدم تبلور و نضج کانونهای مدنی در اینگونه دشتهای بوده است؛ این در حالی است که دریاچه‌های دوران چهارم به‌عنوان هسته‌های اولیه مدنی بودن در ایران معرفی می‌شوند [25، ص 35].

در زمان حاضر عامل برودت خود سبب کم بودن توسعه یافتگی اینگونه دشتهاست و این عامل محدود کننده به طریق اولی در گذشته با توجه به برودت زیاد آن زمان با شدت بیشتری عمل می‌کرده است.

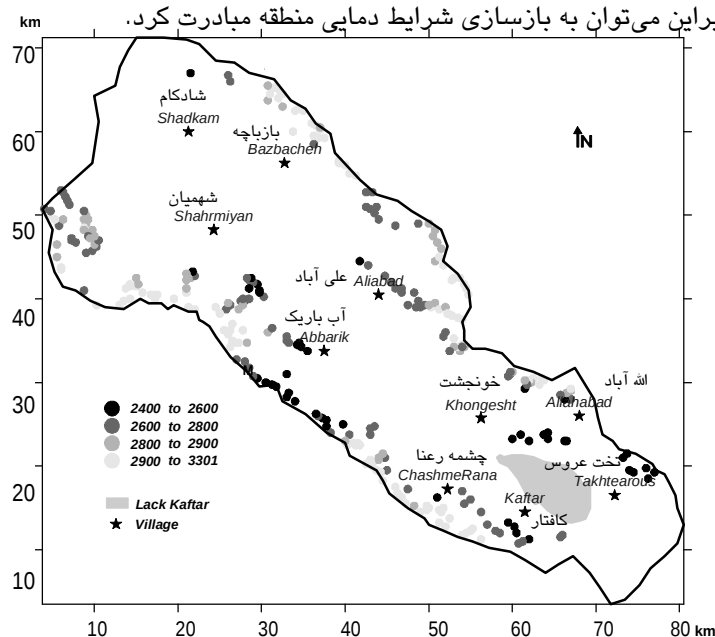
از شواهد دیگری که می‌تواند مبین پوشش یخی این سطوح در دوران سرد یخچالی تلقی شود، وجود بیش از یک خط تالوگ در درون این دشتهاست. معمولاً در دشتهای میان کوهی آبراهه‌ها از اطراف دشت به سوی یک خط در داخل دشت زهکشی می‌شوند؛ به عبارتی یک خط همگرایی در داخل دشت به‌وجود می‌آید که می‌تواند آبهای وارد شده را زهکشی کند.

در دشتهایی که به جای جریانهای آبی، سطوحی یخی در آنها تشکیل می‌شده است، چنین وضعیتی مشاهده نمی‌شود؛ زیرا معبرهای عبور یخ پس از خروج از کوهستان و ورود به دشت، استقلال نسبی مسیر خود را حفظ کرده، بر خلاف جریان سیال آب از به هم پیوستن

و تجمع در یک مسیر واحد پرهیز می‌کنند. مطالعه شکل‌شناسی میدانی از فرم دره‌ها و همچنین بررسی و فرم‌شناسی مجازی این فرمها روی نقشه‌های توپوگرافی نیز دلالت بر همین امر دارد [26، ص 12].

4-3. شواهد آماری اقلیمی

مطالعات یخچال‌شناسی اقلیمی در منطقه نمدان فارس نشان می‌دهد که تعداد زیادی اثر سیرک یخچالی در کوهستانهای مشرف به این دشت وجود دارد که در فصل زمستان به ذخیره برف می‌پردازند و آثار سیرکها را بخوبی عیان می‌سازند (شکل 4). مطالعه این سیرکها ما را قادر می‌سازد که به روش رایت¹ بتوان مرز برف دائمی در دوره یخچالی را معین کرد. این مرز نشان می‌دهد که دمای متوسط سالیانه صفر درجه سانتیگراد، در ارتفاع 2800 متر قرار داشته است. بنابراین می‌توان به بازسازی شرایط دمایی منطقه مبادرت کرد.

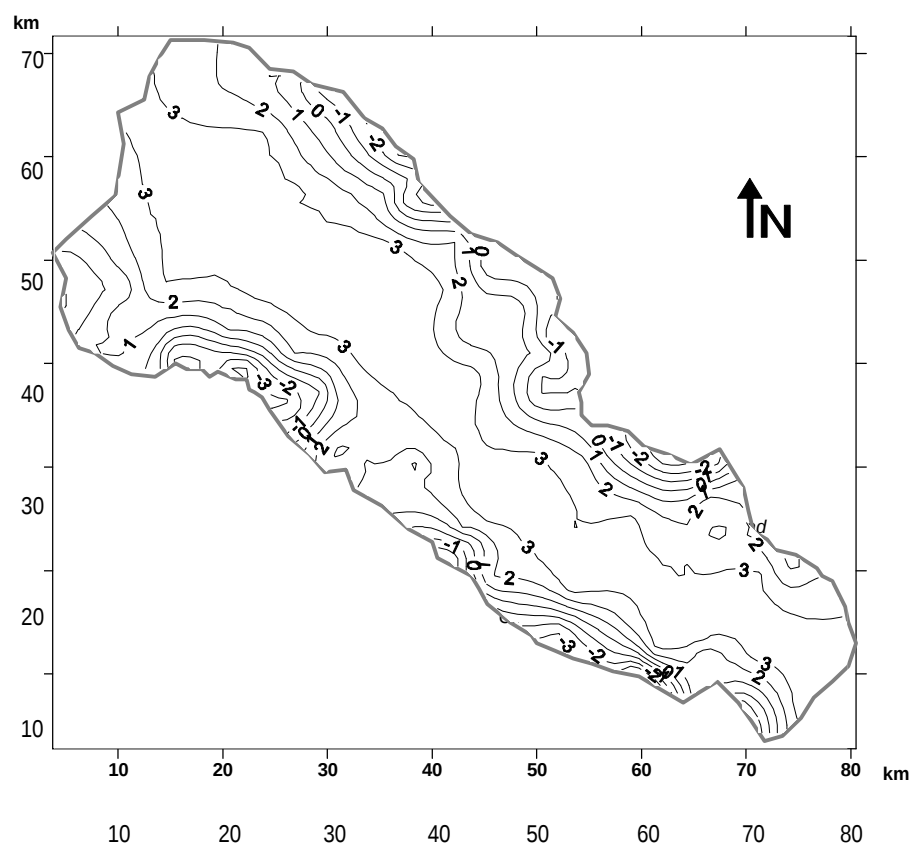


شکل 4 توزیع آثار شناسایی شده سیرکهای یخچالی در نمدان فارس

همان گونه که در شکل 5 دیده می‌شود، بالاترین خط همدمای متوسط سالیانه در این دشت،

1. در این روش با تعیین مکان سیرکهای کوچک و گذراندن خط شصت درصد از آنها، به تعیین خط برف دائمی مبادرت می‌شود.

3 درجه سانتیگراد است. اگرچه در این دمای متوسط سالیانه ظاهراً تداوم یخزدگی نباید وجود داشته باشد، ولی نکته مهم در این موضوع خط تعادل آب و یخ است. به طور کلی در مناطقی که یخچالهای کوهستانی وجود دارند، این زبانها قادرند بعد از پایین آمدن زبانهای یخی و عبور از مرز برفهای دائمی بر حسب شرایط محیطی، حتی در محیطهایی که دمای متوسط سالیانه آنها بیشتر از صفر درجه سانتیگراد است، هم تداوم پیدا کنند. این دوام بستگی به دمای محیطی از یکسو و میزان تغذیه یخ از سیرکها دارد. براساس مطالعات طالبی در زفره (ارتفاع 2100 متر در دامنه برفآفتاب) و براساس پژوهشهای مغیث (ارتفاع 1400 متر) در دامنه نسا پیشکوههای زاگرس «خط تعادل آب و یخ»¹ گزارش شده است [16، ص 48؛ 17، ص 65].



1. خط تعادل آب و یخ به ارتفاعی گفته می شود که زبانهای یخچالی قادر می باشند تا در محیطهای غیر یخچالی به سمت پایین حرکت کنند و این ارتفاع همیشه کمتر از خط برف دائمی است.



شکل 5 نقشه دمای متوسط سالانه دشت نمدان در عصر یخچالی

اما قابل توجه است که در تمامی این گزارشها، خط همدمای 5 تا 5/5 درجه سانتیگراد متوسط سالانه از این نقاط ارتفاعی گذشته است. به عبارت دیگر به جای آنکه خط تعادل آب و یخ به وسیله ارتفاع مکانی بیان شود، می‌توان از خط دمایی که معادل با آن است، بهره گرفت. در این صورت می‌توان نتیجه گرفت اگرچه خط تعادل آب و یخ در دامنه‌های نسا و برآفتاب و یا عوامل محلی دیگر تفاوت ارتفاعی دارند ولی از نقطه نظر دمایی، رقوم مشترک و یکسانی را بیان میدارند که این دما رقوم 5 درجه سانتیگراد برای متوسط دمای سالانه محیطی را نشان می‌دهد. با توجه به این استدلال، هنگامی که یخچالها در کوهستانهای اطراف دشت نمدان به سمت دشت حرکت می‌کرده‌اند الزاماً نباید انتظار ذوب آنها را بعد از عبور از مرز برف دائمی داشت بلکه خط تعادل یخ و آب بمراتب پایینتر از مرز برف دائمی بوده است. اما این نکته که ارتفاع چنین خطی در نمدان فارس چه حدی داشته است، مسأله‌ای است که براساس شواهد ژئومورفیک اثری از آن به دست نیامد و این موضوع خود دلیل آن است که خط تعادل آب و یخ در منطقه دشت نمدان وجود نداشته است؛ یعنی اینکه پایینترین نقطه این دشت بالاتر از خط تعادل آب و یخ قرار می‌گرفته و سطح این دشت بویژه در نواحی شمالی که ارتفاع بیشتری داشته و از منابع یخی مهمتری بهره‌مند بوده است، پوشیده از یک پوشش یخی، آن هم در بخش عمده‌ای از سال بوده است (شکل 6).

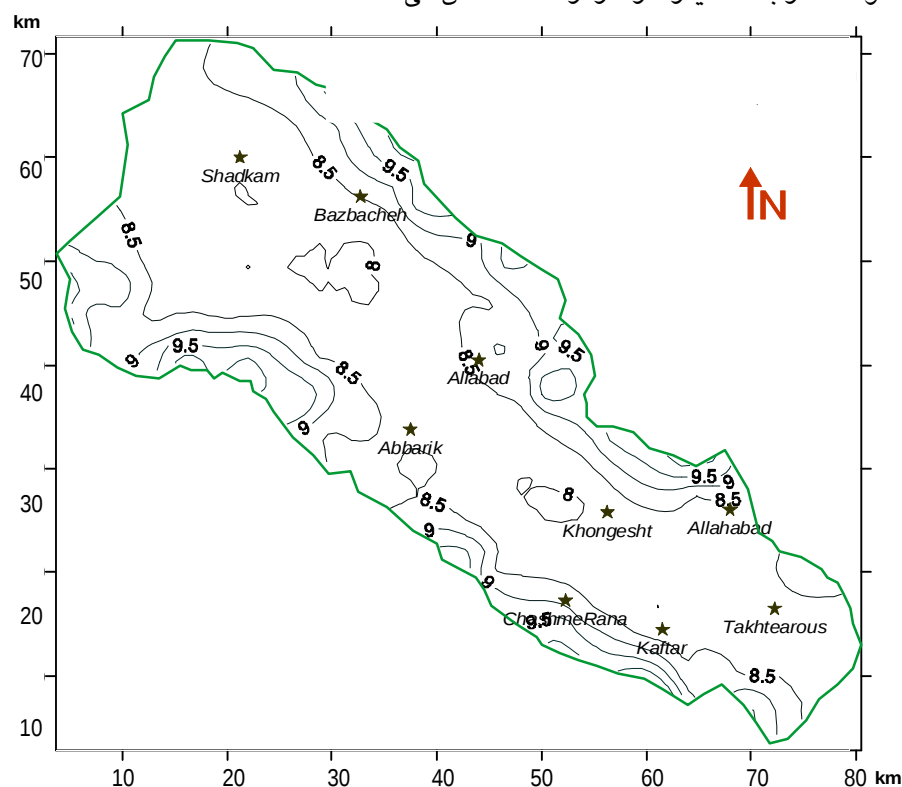


شکل 6 نمای بازسازی شده دشت نمدان فارس در عصرحاکم بودن یخچالها

5- آنومالی حرارتی دشت نمدان در عصر یخچالی نسبت به زمان حال

با توجه به تفاوت دمای منطقه در زمان گذشته و حال، آنومالی دمای فعلی با گذشته در این

دشت در شکل 7 نشان داده شده است. این نقشه تفاوتی معادل 8 درجه در میانه دشت و حدود 10 درجه سانتیگراد را در ارتفاعات نشان می‌دهد.¹



شکل 7 میزان تفاوت نقطه‌ای دمای متوسط سالیانه نسبت به عصر یخبندان در دشت نمدان فارس

6 - نتیجه‌گیری

مطالعات یخچال‌شناسی اخیر، بویژه در ایران مرکزی، نشان می‌دهد که انتظار وجود آثار یخساری در این منطقه چندان دور از ذهن نبوده است. بنابراین می‌توان به استناد عوامل و

1. آمارهای اقلیمی تحلیل شده در این تحقیق مربوط به ایستگاههای اقلید، آباد، ایزد خواست، سده، کافت و حنا است.



آثار ژئومورفولوژی و تحلیل‌های آماری اقلیمی به شواهد قطعی درباره عملکرد پهنه‌های یخی در بخش‌های هموار و حتی نقاط مرتفع ایران دست یافت. از جمله دلایلی که در منطقه نمدان فارس به وجود آثار عملکرد پهنه‌های یخی کمک کرد و می‌توان به آن اشاره نمود، عبارتند از:

- 1- بازسازی رقومی شرایط اقلیمی گذشته به روش رایت؛
- 2- نبودن آثار تراس‌های دریاچه‌ای در حاشیه دریاچه کافت، به عنوان شاهی بر وجود یخ در دریاچه به جای آب؛
- 3- چند محوره بودن خط‌القدر در دشت نمدان؛
- 4- شکل و فرم دره‌های اصلی و معبرها در دشت و حاشیه آن؛
- 5- وجود آثار متعدد سیرک‌های یخچالی در ارتفاعات مشرف به دشتها؛
- 6- عدم وجود نشانه‌های مدنی قدیمی در این دشت، علی‌رغم وجود آب شیرین و خاک نسبتاً مطلوب؛
- 7- تحلیل‌های اقلیمی از شرایط حرارتی محیط.

بدیهی است اینگونه مطالعات ضمن بهتر روشن کردن وضعیت طبیعی سرزمین در زمان گذشته می‌تواند راهبردهای کلان در توسعه منطقه‌ای و بهروری از منابع آبی را برای برنامه‌ریزان بیش از پیش روشن سازد؛ زیرا عملکرد یخها همواره با باره‌سازی سفره‌های مطلوب آبی همراه تلقی شده است؛ در این صورت اگرچه فعالیت‌های یخچالی به صورت متمرکز می‌تواند چنین سفره‌هایی را ایجاد کند ولی حرکت ورقه‌ای یخ و یا سطوح پهنه‌ای یخی شرایط تجمع رسوب و ایجاد سفره‌های ذخیره آبی را نداشته و قادر به ایجاد سفره‌های بزرگ و مطلوب آبی نیستند و در عوض ثمره عملکرد آنها بیشتر منتهی به ایجاد لایه‌ای از خاکهای مناسب کشاورزی است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که یخچال‌های پهنه‌ای فرایند مثبتی در تحول و ایجاد خاکهای مطلوب کشاورزی به شمار می‌آیند.

7- تشکر و قدردانی

در اینجا از حمایت مالی معاونت آب وزارت نیرو که بخشی از هزینه‌های مربوط به این طرح را متقبل شده است، قدردانی می‌شود.

8- منابع

- [1] Velikovsky, Immanuel; worlds in collision; London : 1950.
- [2] —————; Earth in pheaval gardencity; N.y, Doubleday, 1955.
- [3] Kauffman, Judson; Physical geology; New Jersey: Printice Hall; 1990.
- [4] Boobek, H; Klima and landschaft Iran; Wien, 1955.
- [5] جداری عیوضی، جمشید؛ ژئومورفولوژی ایران؛ دانشگاه پیام نور، 1372.
- [6] اهلرز. دکارت؛ مبانی کشورشناسی ایران؛ ترجمه م. رهنمائی؛ مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب، 1365.
- [7] هاگه دورن. ه؛ «برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه»؛ نشریه انجمن جغرافیدانان ایران؛ ترجمه احمد شمیرانی و ایرج مومنی؛ 1357.
- [8] رامشت، م. ح؛ «تغییرات رطوبتی ایران در کواترنر»؛ مجله منابع طبیعی دانشگاه تهران؛ ش 49، 1371.
- [9] پروی. کریستف؛ «یخبندان کواترنر در قسمتهای داخلی کوهستان زردکوه در رشته زاگرس»؛ پژوهشهای جغرافیایی؛ ترجمه ثروتی. محمد رضا؛ دانشگاه تهران، ش 26، 1369.
- [10] Brooks, I. A.; Geomorphological evidence for climatic change in Iran during the last 20000 Years. P. P. H. communities in the estern mediterranean rigion in later prehistoriy; *British Archeological Reports, International Series*, I133(i and ii), 1982.
- [11] محمودی، فرج ا...؛ «تحول ناهمواریهای ایران در کواترنر»؛ مجله پژوهشهای جغرافیایی دانشگاه تهران؛ ش 23، 1367.
- [12] احمدی، حسن؛ سازندهای دوره کواترنر؛ دانشگاه تهران، 1378.
- [13] پدرامی. منوچهر؛ «سن مطلق کواترنر»؛ مجله دانشکده علوم؛ ج 17، ش 3 و 4، 1367.
- [14] بیاتی خطیبی، مریم؛ «نقش برفساب در تغییر دامنه‌های شمالی سبلان وقوشه داغ»؛ رشد جغرافیا. ش 55، 1379.
- [15] مغیث. مرضیه؛ «ردیابی آثار یخچالی در دره هنجن»؛ رساله کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد، 1379.
- [16] طالبی. محمدرضا؛ «آثار یخچالی در زفره اصفهان»؛ رساله کارشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد، 1380.
- [17] رواقی، ف؛ «آثار یخچالی در حوضه آبی طرق»؛ پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد، 1379.
- [18] دلال اوغلی. علی؛ «پژوهش در سیستمهای مورفوژنز مؤثر در دامنه شمالی سبلان و شکل‌گیری دشت انباشتی مشکین شهر»؛ رساله دکتری، دانشگاه تبریز، 1381.
- [19] شایان، سیاوش؛ دینامیک بیرونی کواترنر و نقش آن در مدیریت محیطهای کوهستانی، زاگرس؛ پایان‌نامه دکترای دانشگاه تربیت مدرس، 1379.
- [20] یمانی. مجتبی؛ «یخچالهای علم کوه»؛ مجله پژوهشهای جغرافیایی؛ ش 42، 1382.



- [21] شوشتری، ن؛ «آثار یخچالی سلفچگان»؛ رساله کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد، 1382.
- [22] رامشت، م. ح؛ «آثار یخچالی زفره»، طرح پژوهشی؛ ش 80035، دانشگاه اصفهان، 1381.
- [23] Krinsley, Daniel B; «A Geomorphological and paleoclimatological study of The playas of Iran»; *Geologocal Survay United States Department of The Interior Washington, D. C;* 20242, 1970.
- [24] رامشت، م. ح؛ «دریاچه‌های دوران چهارم بستر مدنیت در ایران»؛ مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان؛ ج 15، ش 1 و 2، 1380.
- [25] انتشاری، زهرا؛ «تحلیل مجازی فرم و فرایند در نقشه‌های توپوگرافی»؛ مجله سپهر، ش 45، 1382.