نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ٤٦، زمستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۱۱-۹۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۰/۲۸

بررسی تحولات اقلیمی حوضه دریاچه نمک درکواترنر پایانی

عبدا... سیف[۱]

سیدمرتضی ابطحی[۲]

چکیده

دو ویژگی مهم یعنی نوسانات شدید و متناوب اقلیمی و دیگری ظهور انسان، کواترنر را از مابقی دوران‌های زمین‌شناسی متمایز می‌کند. نوسانات اقلیمی در عرض‌های بالا با افزایش و کاهش گستره یخچالی نمایان می‌شده است. ولی در خصوص وضعیت اقلیمی عرض‌های پایین از جمله ایران، نظریات متفاوت و گاه متضادی به چشم می‌خورد. لذا در این تحقیق، با بهره‌گیری از شواهد ژئومورفیک موجود از گذشته و بررسی‌های آماری، اقلیم آخرین دوره یخچالی حوضه دریاچه نمک واقع در شمال‌غربی ایران مرکزی، بازسازی شد. بدین منظور ابتدا وضعیت بارش و دمای کنونی این حوضه بررسی و تغییرات مکانی آن در قالب نقشه‌هایی ترسیم گردید. با توجه به موقعیت برف مرز در نقاط مختلف حوضه، نسبت به بازسازی دما و بارش حوضه در دوره یخچالی ورم، اقدام و تغییرات آن با زمان حال مقایسه شد. نقشه‌های مورفوکلیماتیک حوضه در هر دو دوره به روش پلتیر، با توجه به میزان بارش و دمای سالانه تهیه گردید. نتایج حاکی از افزایش ۵/۶ درجه‌ای دما و کاهش ۱/۵ برابری بارش کنونی حوضه نسبت به دوره یخچالی ورم می‌باشد. بررسی شواهد و بقایای ژئومورفیک ناشی از تحولات اقلیمی، نتایج مذکور را تائید می کند.

واژگان کلیدی: کواترنر، هلوسن، مورفوکلیما، اقلیم، دریاچه نمک، سیرک.

۱ـ استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان. Email:abdsfe@yahoo.com

۲ـ استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

مقدمه

در دوران‌های زمین‌شناسی قبل از کواترنر، دمای زمین ۸ تا ۱۵ درجه گرم‌تر از امروز بوده است. اما در خلال آن دوره‌های با دمای پایین‌تر از امروز نیز وجود داشته است. به‌طوری که یخچال‌های آلپی و قاره‌ای در عرض‌های بالایی، میانی و حتی پایینی توسعه یافته‌اند. در یک میلیارد سال گذشته، یخچال‌ها در ۹۲۵، ۸۰۰، ۶۸۰، ۴۵۰، ۳۳۰ و ۲ میلیون سال قبل گسترش یافته‌اند که شدیدترین آن در ۸۰۰ میلیون سال پیش حادث شده، به‌طوری که تا عرض ۵ درجه پیشروی کرده‌اند (پیدویرنی[1]، ۲۰۰۶: ۱). آخرین دوره یخچالی در کواترنر یعنی حدود ۲ میلیون سال پیش آغاز شد که به عصر یخبندان معروف است. کواترنر بخش پایانی تاریخ طولانی زمین است که زمین‌شناسان آن را به ۲ دوره پلیستوسن و هلوسن تقسیم کرده‌اند. ظهور انسان و تکرار دوره‌های یخچالی و بین یخچالی دو ویژگی مهم این دوره محسوب می‌شود. لذا در دوره کواترنر با دو اقلیم مختلف یخچالی و بین یخچالی سروکار داریم.

امروزه حدود ۱۰ درصد سطح زمین را یخچال‌ها پوشانده‌اند، در حالی که در دوره یخچالی، این رقم برابر ۳۰ درصد بوده است. یخچال‌های امروزی به ۲ دسته قاره‌ای و کوهستانی (آلپی) تقسیم می‌شوند. یخچال‌های کوهستانی خود به ۳ صورت سیرکی، دره‌ای و پدیمنت مشاهده می‌گردد (پیدویرنی، ۲۰۰۶: ۱). یخچال‌های عرض‌های بالا را یخچال های سرد و یخچال‌های عرض‌های میانی و حاره را یخچال گرم می‌نامند.

با مطالعه یخچال‌ها، در رشته کوه‌های آلپ، چهار دوره اصلی یخچالی گونز، میندل، ریس و ورم مورد بررسی قرار گرفته است. در شمال اروپا سه دوره یخچالی به نام‌های الستر، ساآل و ویستول و در امریکای شمالی چهار دوره یخچالی نبراسکا، کانزاس، ایلینویز و ویسکانسین مشخص شده است (جداری عیوضی، ۱۳۸۹: ۶۹). به لحاظ زمانی ایلینویز تقریباً با دوره‌های

1- Pidwirny

ریس در آلپ و سااَل در اروپا، کانزاس با الستر و میندل، نبراسکا با گونز تا حدودی مطابقت دارد (معتمد، ۱۳۸۲: ۸۳-۸۷).

یخچال‌های کنونی ایران، روی رشته کوه‌های البرز و زاگرس دیده می‌شود که مساحتی در حدود ۲۰ کیلومترمربع را پوشش داده‌اند. بزرگ‌ترین یخچال در کوه‌های غربی البرز در منطقه تخت‌سلیمان روی شیب شمالی قرار گرفته است. در البرز شرقی ۲ یخچال کوچک روی قله دماوند، در زاگرس ۵ یخچال با پهنای حداکثر ۵۰۰ متر و ارتفاع ۱۵۰ متر و در سبلان ۷ یخچال در شیب های شمالی، شرقی و غربی وجود دارد (فریگنو، ۱۹۸۸: ۳۲). بر اساس مطالعات بوبک (۱۹۶۳: ۴۰۳)، مهم‌ترین مناطق یخچالی پلیستوسن در رشته کوه‌های البرز و زاگرس واقع شده‌اند. محمودی (۱۳۶۷: ۳۰) مناطقی از ایران را که تحت سیطره فرسایش یخچالی قرار داشته‌اند را مشتمل بر نواحی کوهستانی غربی بالاتر از مدار ۳۵ درجه و با ارتفاع بیشتر از ۱۸۰۰ متر، مناطق آذربایجان و شمال، ارتفاعات بالاتر از ۳۸۰۰ متر و در ایران مرکزی قلل کوهستان‌های مرتفع می‌داند. موسوی و همکاران (۲۰۱۰: ۹۳) به کمک عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، ۵ منطقه یخچالی شناسایی کرده‌اند. ۲ منطقه در بالاترین ارتفاع رشته کوه‌های البرز (دماوند و تخت سلیمان)، ۲ منطقه دیگر در زردکوه و اشتران کوه در رشته کوه‌های زاگرس و پنجمین منطقه در کوه سبلان در شمال‌غربی ایران واقع شده است.

شواهد تغییر اقلیم پلئیستوسن و هلوسن در ایران از طریق سیستم‌های مختلف ژئومورفیک که شامل رسوبات دریاچه‌ای (وان زئیست و رایت ۱۹۳۶، وان زئیست و بوتما ۱۹۷۷، کلتز و شهرابی ۱۹۸۶، جمالی و همکاران ۲۰۰۸ و رمضانی و همکاران ۲۰۰۸) کویرها و پلایاها (کرینسلی، ۱۹۷۰)، مورن‌های یخچالی (بوبک، ۱۹۳۷؛ هاگه درن و همکاران ۱۹۷۵؛ کهل ۱۹۷۶ و ۲۰۰۸، پرو ۱۹۸۴) و اشکال جنب یخچالی (هاگه درن و همکاران ۱۹۷۸)، گنبدهای نمکی (بوچ و همکاران، ۲۰۰۲)، رسوبات آبرفتی (چارلاو، ۱۹۵۸؛ ویتا فینزی ۱۹۶۹)، دشت سر و مخروط افکنه‌ها (ویس ۱۹۷۴، ریگارد و همکاران ۲۰۰۶) به‌علاوه تراس‌های رودخانه‌ای و ساحلی (اهلرز ۱۹۶۹،۱۹۷۱، گرونرت ۱۹۷۷) است، مطالعه

شده است (کهل، ۲۰۰۸). در زمینه آثار یخچالی و اقلیم کواترنر و پلئیستوسن ایران، می‌توان به مطالعات دومورگان (۱۸۹۰)، بوبک (۱۹۳۳)، پی.پ.گی (۱۹۵۹)، شارلاو (۱۹۶۰)، رایت (۱۹۶۵)، شوایتزر (۱۹۷۲)، پارسر (۱۹۷۳)، کوهله (۱۹۷۶) بریس (۱۹۷۸)، درش (۸۲–۱۹۸۰)، هورمن (۸۲–۱۹۸۰)، اهلرز (۱۹۸۰) و دزیو (۱۹۹۳) اشاره کرد (یمانی، ۱۳۸۶).

از جمله محققان داخلی که روی یخچال‌ها، به‌صورت گسترده مطالعه کرده مرحوم منوچهر پدرامی است. پدرامی بر اساس مطالعات خود نقشه‌ای از خطوط برف مرز ایران در دوره یخچالی ورم ارائه می‌دهد که تا حد زیادی با واقعیت‌ها منطبق است. رامشت (۱۳۸۱: ۱۷) در زمینه یخچال‌شناسی ایران مرکزی تحقیقاتی انجام داده است و با تکیه بر شواهد ژئومورفیک و آثار فرسایشی، یخچال‌ها را تا ارتفاع ۱۶۰۰ متری در چندین نقطه از ایران مرکزی از جمله زفره مطالعه نموده و به پایین آمدن زبانه‌های یخی تا محدوده دشت‌ها تأکید کرده است. یمانی در سال ۱۳۸۶، با مطالعه شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچالی در دامنه‌های کرکس، نتیجه گرفت که دمای هوا در آخرین دوره یخچالی در این منطقه بین ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد سردتر از شرایط کنونی بوده است. رفیعی (۱۳۸۸: ۱۰) در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد آثار یخچالی کهک قم را مطالعه و اقلیم آن را طی دوره‌های یخچالی بازسازی کرد. زمانی (۱۳۸۸: ۱۹۳) حدود گسترش یخچال‌ها را در البرز مرکزی مطالعه و حد برف مرز را ۲۷۴۹ متر تعیین نمود.

در این تحقیق برآنیم با مطالعه حد و گستره برف مرز دوره ورم در حوضه دریاچه نمک، تغییرات مکانی آن را بررسی و تأثیرات آن را روی بارش و دمای سالانه و مناطق مورفوکلیماتیک بررسی نماییم.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی واقع شده است

(شکل ۱). این حوضه از دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی تا دامنه‌های شمالی ارتفاعات جنوبی کاشان و کرکس و از دامنه‌های شرقی زاگرس تا دشت کویر را شامل می‌شود. مساحت محدوده مورد مطالعه برابر با ۹۲۵۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد. که از این میان حدود ۴۲۰۲۶ کیلومترمربع آن را مناطق کوهستانی و ۵۰۵۲۴ کیلومتر مربع باقیمانده را دشت‌ها و دریاچه‌ها می‌پوشاند. طیف ارتفاعی از ۸۰۰ متر در اطراف دریاچه نمک تا ۴۳۷۵ متر در ارتفاعات حوضه جاجرود متغیر است (شکل ۲،۳و۴). در این حوضه دو چاله بزرگ و چند چاله کوچک، آب‌های اطراف را بخود جذب می‌نماید (دریاچه نمک، حوض سلطان و کویر میقان). این حوضه یکی از حوضه‌های هفت‌گانه حوضه ایران مرکزی است. حوضه دریاچه نمک در قلمرو ۳ زون زمین‌شناسی قرار دارد: قسمت اعظم آن در زون ایران مرکزی، بخش شمالی آن در زون البرز و بخش غربی آن در زون سنندج–سیرجان. میانگین بارندگی سالیانه در حوضه مطالعاتی کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر در بخش‌های جنوب شرقی تا بالغ بر ۸۰۰ میلی متر در ارتفاعات شمال متغیر است و رژیم بارش از نوع مدیترانه‌ای است.

در این تحقیق، دما و بارش حوضه دریاچه نمک تحت شرایط حال حاضر و آخرین دوره یخچالی ورم مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا به منظور بررسی وضعیت کنونی اقلیم این حوضه، آمار مربوط به دما و بارش ۵۰ ساله ۳۲ ایستگاه موجود در حوضه و اطراف آن که از آمار دقیق و طولانی‌تری برخوردار بودند انتخاب گردید. پس از جمع‌آوری آمار مورد نیاز و بازسازی آنها، میزان و نوع همبستگی این متغیرها با عامل ارتفاع در محیط آماری اس پی اس اس[1] محاسبه و مدل‌های مورد نیاز برای برآورد دما و بارش در ارتفاع های مختلف استخراج شد. جهت ترسیم نقشه‌های همدما و همباران از مدل ارتفاعی رقومی حوضه که به کمک خطوط تراز نقشه‌های توپوگرافی در محیط آرک مپ[2] تهیه شده بود استفاده گردید.

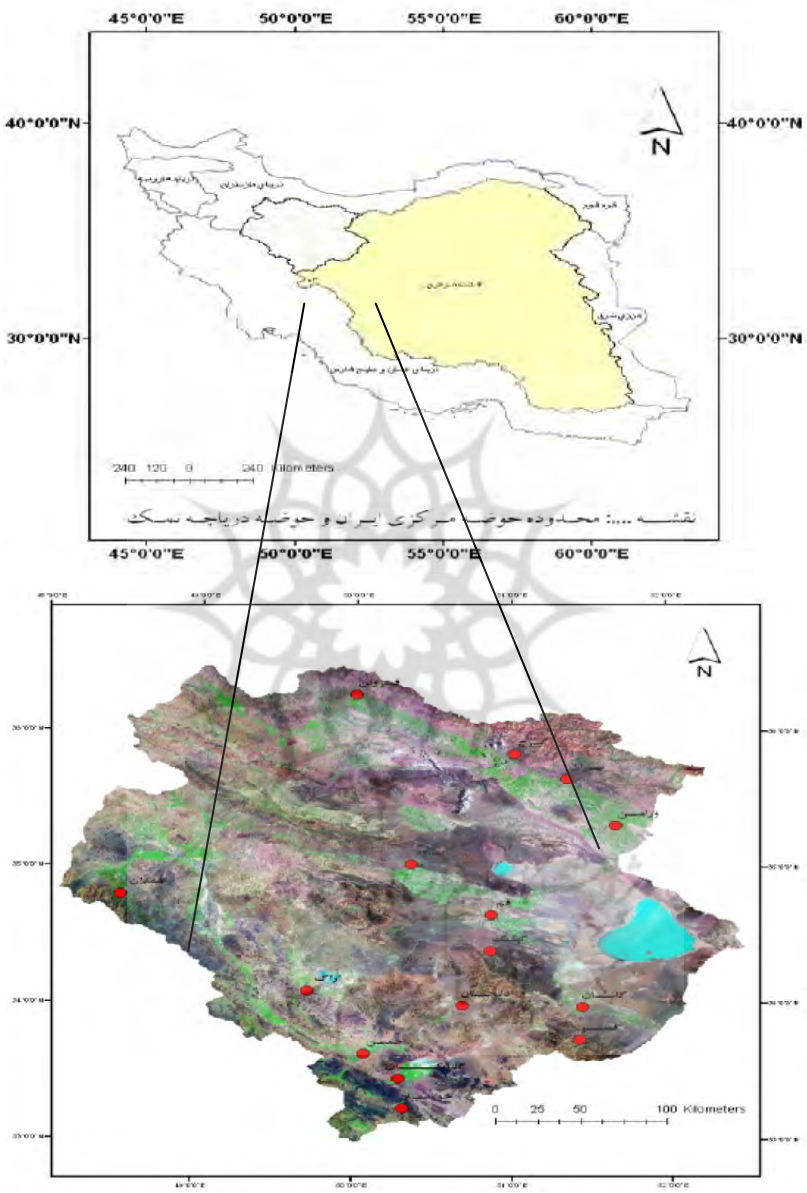
1- SPSS
2- Arc Map

شیوه تعیین دما در آخرین دوره یخچالی بر حد برف مرز استوار بود. برف مرز خطی است که در بالاتر از آن برف تغییر حالت نمی‌دهد و به آب تبدیل نمی‌شود. برای تعیین برف مرز روش‌های مختلفی وجود دارد. پورتر[1] در مطالعه کوهستان‌های یخچالی عرض‌های پایین، از ۵ روش برای بازسازی ارتفاع خط تعادل (خطی که در آن گسترش یخچال به وسیله انباشت بر ذوب یخ طی عمل برداشت برتری دارد.) استفاده می‌کند. وی معتقد است از آنجا که این روش‌ها از نظر شیوه با یکدیگر تفاوت دارند، بنابراین، نتایج حاصل از این روش‌ها با یکدیگر قابل مقایسه نیستند. این ۵ روش عبارتند از: الف) روش ارتفاع کف سیرک، ب) روش بررسی یخرفت‌های جانبی قسمت بالای دره، ج) روش آستانه‌های یخبندان، د) روش نسبت ارتفاع، ه (روش نسبت انباشتگی – مساحت (زمانی، ۱۳۸۸: ۱۵). یکی دیگر از روش‌های تعیین خط برف مرز روش رایت است که در این تحقیق از آن استفاده شده است. در این روش با تعیین مکان سیرک‌ها و ارتفاع آنها، ارتفاعی به عنوان خط برف مرز دائمی در نظر گرفته می‌شود که ارتفاع ۶۰ درصد سیرک‌ها بالاتر از آن باشد (رامشت، ۱۳۸۴: ۱۳).

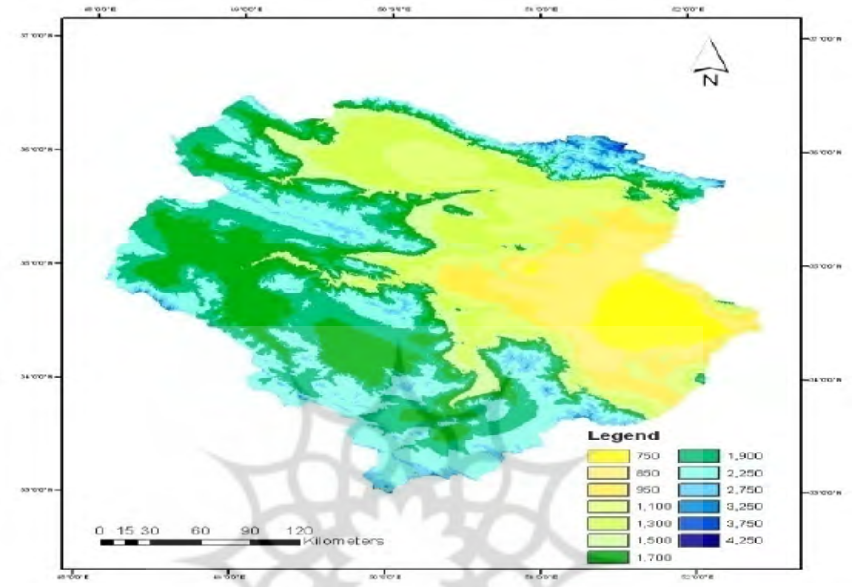
با در نظر گرفتن دمای میانگین سالانه معادل صفر برای خط برف مرز، میانگین دمای سالانه کل حوضه محاسبه گردید. با استفاده از رابطه بین بارش و دما، میزان بارش در ورم تخمین زده شد. در مرحله بعد صحت نتایج، از طریق بررسی شواهد دیگر مانند تراس‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای، مخروط افکنه‌ها و تمدن‌های انسانی و غیره مورد ارزیابی قرار گرفت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

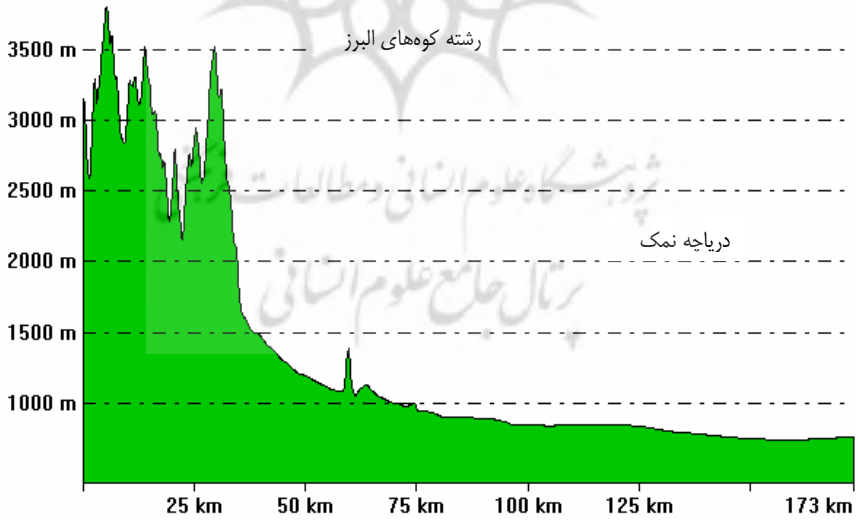
1- Porter



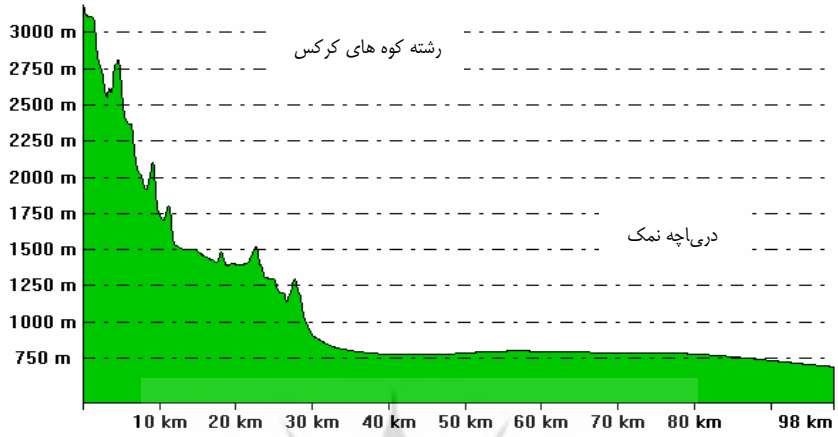
شکل (۱) محدوده حوضه دریاچه نمک در ایران مرکزی و تصویر ماهواره‌ای آن



شکل (۲) نقشه هیپسومتری حوضه دریاچه نمک



شکل (۳) نیمرخ ارتفاعی رشته کوه‌های البرز تا دریاچه نمک



شکل (۴) نیمرخ ارتفاعی رشته کوه های کرکس تا دریاچه نمک

نتایج

در جدول ۱ ایستگاه‌های هواشناسی منتخب، مختصات جغرافیایی، میانگین دما و بارش سالانه آورده شده است. به منظور تحلیل دمای کنونی حوضه از آمار ۵۰ ساله میانگین دمای ۳۲ ایستگاه هواشناسی منتخب استفاده گردید. همبستگی ارتفاع و دما به‌صورت معادله خطی ۱ با ضریب همبستگی۰/۹۲ می‌باشد. با اعمال رابطه مذکور در مدل ارتفاعی حوضه در محیط آرک مپ نقشه دمای کنونی حوضه بدست آمد (شکل ۵). بر این اساس دمای حداقل، حداکثر و میانگین حوضه دریاچه نمک به ترتیب برابر ۳/۶- ، ۱۷/۹ و ۷/۳ درجه سانتیگراد می‌باشد.

$$T=22.43 – 0.006H \quad (1)$$

رابطه‌سنجی بین ارتفاع و بارش نشان داد که بین این دو پارامتر رابطه‌ای خطی با ضریب همبستگی ۰/۹۵ به صورت معادله ۲ برقرار است.

$$P = 40/88+0/135H \quad (2)$$

نقشه میانگین بارش سالانه حوضه به کمک رابطه ۲ و مدل ارتفاعی حوضه تهیه شد (شکل ۶). بارش حداقل، حداکثر و میانگین بارش حوضه به ترتیب برابر ۱۴۲/۵، ۶۲۷/۲ و

۳۸۰/۳ میلی‌متر می باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان بارش از شمال به جنوب و از غرب به شرق حوضه روند کاهشی دارد اما دما بر عکس روند افزایشی را نشان می‌دهد.

به کمک نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و فرم خاص خطوط تراز، موقعیت سیرک‌های حوضه دریاچه نمک تعیین گردید (شکل۷). با انجام سفرهای میدانی در بعضی از نقاط حوضه، سیرک‌های مشخص شده بر روی نقشه ردیابی شد (شکل ۸). با توجه به موقعیت و ارتفاع ۷۱۶ سیرک شناسایی شده در حوضه (جدول ۲) و بر اساس روش رایت، حد برف مرز این حوضه ۲۸۰۰ متر محاسبه شد. یعنی ۶۰ درصد سیرک‌های مشخص شده دارای ارتفاعی بالاتر از ۲۸۰۰ متر هستند (شکل ۹).

با در نظر گرفتن میانگین دمای سالانه صفر درجه در خط برف مرز و با بهره گیری از رابطه دما و ارتفاع نقشه میانگین دما در دوره سرد ترسیم گردید (شکل ۱۰). مقدار حداقل، حداکثر و میانگین آن به ترتیب برابر ۹/۲-، ۱۲/۳ و ۱/۷ درجه سانتی‌گراد بود. یعنی میزان افت دمای این حوضه در دوره سرد نسبت به حال حاضر ۵/۶ درجه سانتیگراد می‌باشد. رابطه دما با بارش در این حوضه به صورت خطی با ضریب همبستگی ۰/۸۵ و به صورت معادله ۳ است.

$$P= -25/24T+605/2 \quad (3)$$

از آنجایی که این رابطه با گذر زمان تغییر نمی‌کند و ثابت است، به منظور تهیه نقشه بارش دوره سرد از آن استفاده گردید (شکل۱۱). بر این اساس میزان حداقل، حداکثر و میانگین بارش حوضه به ترتیب برابر ۲۹۵/۳، ۸۳۸/۹ و ۵۶۱/۹ میلی‌متر بدست آمد. اختلاف بارش دوره سرد با حال حاضر برابر ۱۸۱/۶ میلی‌متر می‌باشد یعنی بارش دوره سرد حدود ۱/۵ برابر حال حاضر بوده است.

مناطق مورفوکلیماتیک حوضه دریاچه نمک در دو دوره یخچالی ورم و حال حاضر به روش لوئیس پلتیر[1] (۲۰۰۳: ۲) تهیه گردید. در این روش به کمک پارامترهای دما و بارش سالانه، ۹ منطقه با عناوین: یخچالی، مجاور یخچالی، بوریل (توندرا و تایگا)، اقیانوسی، سلوا

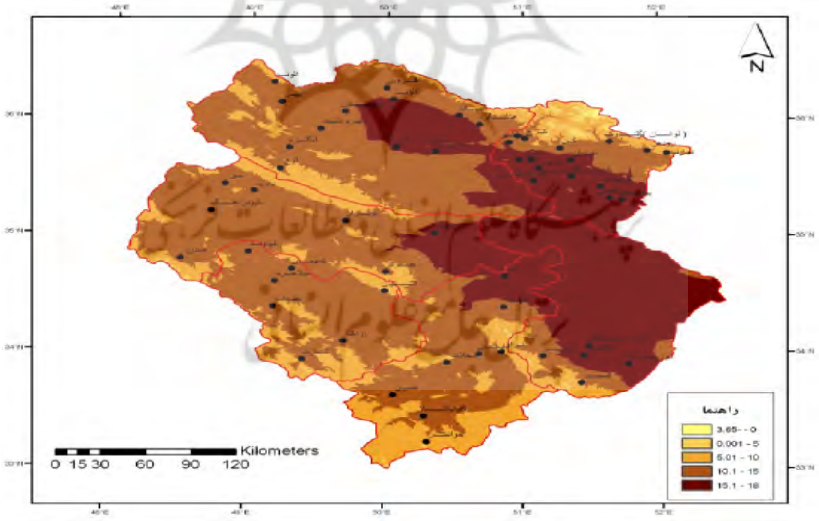
1- Louis Peltier

(جنگل پرباران)، معتدل، ساوان، نیمه‌خشک و خشک با بهره‌گیری از نمودار مناطق مورفوژنتیک پلتیر (شکل ۱۲) تفکیک می‌گردد (فولر، ۲۰۰۳). بدین منظور ابتدا نمودار مذکور وارد محیط آرک مپ شد و محور مختصات آن بر اساس بارش و دما تعریف گردید. سپس نقشه‌های دما و بارش حال حاضر و دوره یخچالی ورم حوضه ترکیب شد. جدول پیوست این نقشه حاوی میزان دما و بارش سلول های آن را مشخص می کرد. دو لایه نقطه‌ای که محل سلول‌های آن با کمک مقادیر دما و بارش حال حاضر و دوره یخچالی مشخص شده بود تهیه و با نمودار پلتیر تطابق داده شد. بدین ترتیب مناطق مورفوکلیماتیک به‌طور دقیق روی نمودار مشخص گردید. حاصل آن نقشه‌های مورفوکلیماتیک حال حاضر و دوره یخچالی ورم حوضه بود (نقشه‌های ۱۳ و ۱۴). جدول ۳ مساحت هر یک از مناطق موفوکلیماتیک را در شرایط یخچالی ورم و حال حاضر نشان می‌دهد.

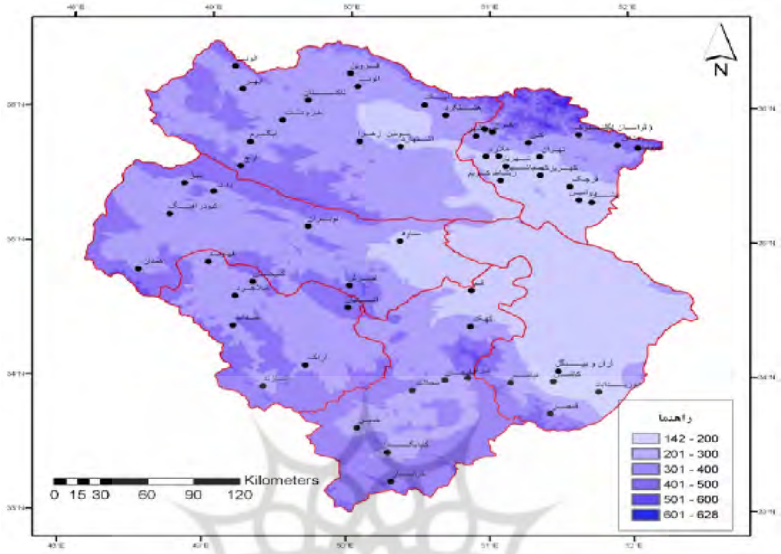
جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منتخب حوضه دریاچه نمک

ردیف	ایستگاه	طول	عرض	ارتفاع	بارش	دما
۱	اراک	۴۹،۷۷	۳۴،۱	۱۷۰۸	۳۴۵،۲۷	۱۳،۶۵
۲	اردستان	۵۲،۳۸	۳۳،۳۸	۱۲۵۲	۱۰۴،۸۲	۱۷،۵۰
۳	آوج	۴۹،۲۲	۳۵،۵۷	۲۰۳۴	۳۴۵،۵۲	۱۱،۱
۴	بروجرد	۴۸،۸	۳۳،۹	۱۶۳۲	۴۷۴،۴۰	۱۳،۶۴
۵	دامنه فریدن	۵۰،۴۸	۳۳،۰۲	۲۳۰۰	۳۲۳،۰۶	۱۰،۰۱
۶	درگزین	۴۹،۰۷	۳۵،۳۵	۱۸۷۰	۳۲۹،۵۳	۱۰،۹۰
۷	دودهک	۵۰،۶۳	۳۴،۰۶	۱۴۰۰	۱۴۲،۹۶	۱۵،۱۰
۸	دوشان تپه	۵۱،۳۳	۳۵،۷	۱۲۰۹	۲۵۴،۷۷	۱۷،۲۰
۹	دوزج	۴۹،۸۲	۳۵،۴	۲۱۰۰	۲۲۶،۴۸	۱۰،۳۷
۱۰	گرکان آشتیان	۴۹،۹۷	۳۴،۵۵	۱۷۴۱	۲۸۲،۵۱	۱۳،۱۰
۱۱	گرمسار	۵۲،۲۷	۳۵،۲	۸۲۵	۱۲۳،۵۴	۱۷،۵۸
۱۲	قزوین	۵۰،۰۰	۳۶،۲۵	۱۲۷۸	۳۱۸،۸۵	۱۳،۸۸
۱۳	گلپایگان	۵۰،۲۸	۳۳،۴۷	۱۸۷۰	۲۴۹،۰۱	۱۲،۹۵
۱۴	قم	۵۰،۸۵	۳۴،۷۰	۸۷۷	۱۵۷،۶۶	۱۸،۰۳
۱۵	همدان(فرودگاه)	۴۸،۵۳	۳۴،۸۵	۱۷۴۹	۳۰۵،۴۸	۱۱،۰۰
۱۶	همدان(نوژه)	۴۸،۷۲	۳۵،۲۰	۱۶۷۹	۳۳۱،۶۲	۱۰،۸۰
۱۷	اصفهان	۵۱،۶۶	۳۲،۶۲	۱۵۵۰	۱۱۸،۱	۱۵،۹

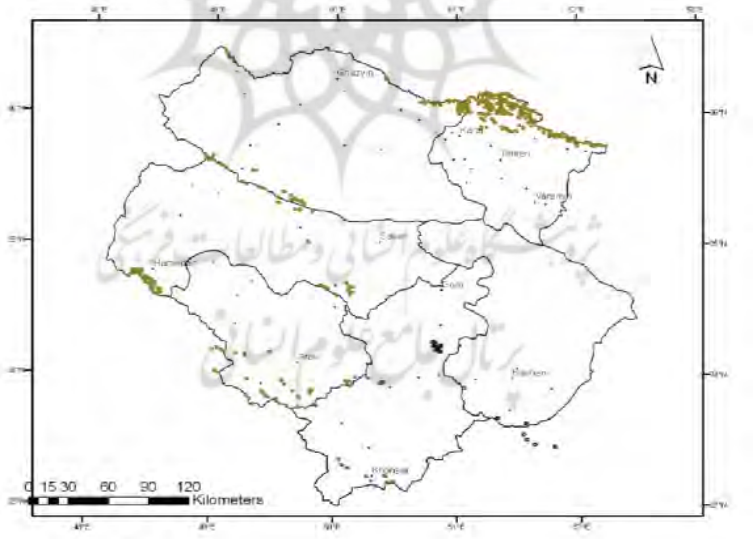
۱۸	کرج(سینوپتیک)	۵۰،۹۰	۳۵،۹۲	۱۳۱۲	۲۷۲،۸	۱۳،۵
۱۹	کرج(دانشکده)	۵۱،۰۳	۳۵،۸	۱۳۲۱	۲۴۰	۱۴
۲۰	کاشان	۵۱،۴۵	۳۳،۹۸	۹۸۲	۱۳۸،۹	۱۸،۹
۲۱	خوانسار	۵۰،۳۲	۳۳،۲۳	۲۳۰۰	۳۵۲،۹	۱۱،۶۶
۲۲	خنداب	۴۹،۲۰	۳۴،۴۰	۱۷۴۲	۳۳۱،۲	۱۵،۸
۲۳	خرمدره	۴۹،۱۸	۳۶،۱۸	۱۵۷۵	۳۰۹،۶	۱۰،۹۰
۲۴	ملایر	۴۸،۸۲	۳۴،۲۸	۱۷۲۵	۳۰۹،۳	۱۳،۳۱
۲۵	نطنز	۵۱،۹	۳۳،۵۳	۱۶۸۴	۱۴۳،۸	۱۴،۷۰
۲۶	ساوه	۵۰،۳۳	۳۵،۰۵	۱۱۰۸	۲۰۲،۲	۱۸،۲
۲۷	شمس آباد	۴۹،۷۳	۳۳،۸۲	۲۴۰۰	۳۴۱،۳	۱۱،۵
۲۸	تفرش	۵۰،۰۳	۳۴،۶۸	۱۹۳۰	۲۹۴	۱۲،۶
۲۹	تاکستان	۴۹،۶۵	۳۶،۰۵	۱۳۲۵	۲۳۹،۷	۱۳،۵
۳۰	تهران	۵۱،۳۲	۳۵،۶۸	۱۱۹۰	۲۲۹،۹	۱۷،۱
۳۱	ورامین	۵۱،۶۵	۳۵،۳۱	۱۰۰۰	۱۶۲،۷	۱۶،۶
۳۲	زنجان	۴۸،۴۸	۳۶،۶۸	۱۶۶۳	۳۰۴،۲	۱۱،۱



شکل (۵) نقشه همدما حوضه دریاچه نمک



شکل (۶) نقشه همباران حوضه دریاچه نمک

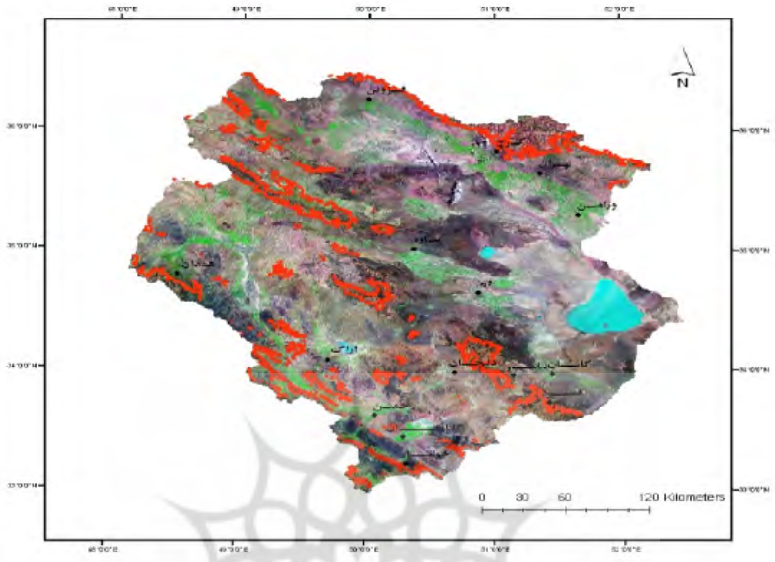


شکل (۷) موقعیت سیرک‌های حوضه دریاچه نمک

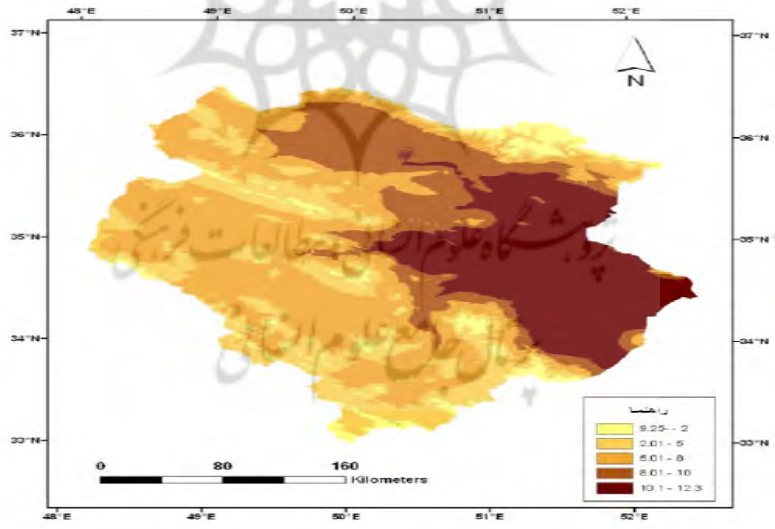
شکل (۸) سیرک یخچالی در ارتفاع ۲۸۰۰ متری کوه‌های نراق

جدول (۲) تعداد و ارتفاع سیرک‌های حوضه دریاچه نمک

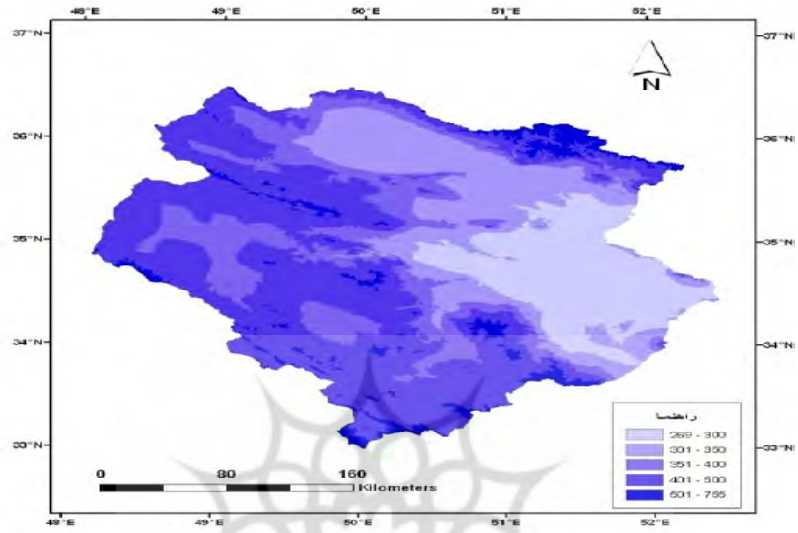
ردیف	ارتفاع	تعداد سیرک	درصد	ردیف	ارتفاع	تعداد سیرک	درصد
۱	۲۶۰۰–۲۵۰۰	۹۱	۱۲،۷	۱۰	۳۵۰۰–۳۴۰۰	۱۶	۲،۲
۲	۲۷۰۰–۲۶۰۰	۱۰۹	۱۵،۲	۱۱	۳۶۰۰–۳۵۰۰	۳۳	۴،۶
۳	۲۸۰۰–۲۷۰۰	۹۰	۱۲،۶	۱۲	۳۷۰۰–۳۶۰۰	۲۴	۳،۴
۴	۲۹۰۰–۲۸۰۰	۸۴	۱۱،۷	۱۳	۳۸۰۰–۳۷۰۰	۷	۱
۵	۳۰۰۰–۲۹۰۰	۸۸	۱۲،۳	۱۴	۳۹۰۰–۳۸۰۰	۱۱	۱،۵
۶	۳۱۰۰–۳۰۰۰	۴۶	۶،۴	۱۵	۴۰۰۰–۳۹۰۰	۹	۱،۳
۷	۳۲۰۰–۳۱۰۰	۵۳	۷،۴	۱۶	۴۱۰۰–۴۰۰۰	۵	۰،۷
۸	۳۳۰۰–۳۲۰۰	۳۳	۴،۶	۱۷	۴۲۰۰–۴۱۰۰	۲	۰،۳
۹	۳۴۰۰–۳۳۰۰	۱۴	۲	۱۸	۴۳۰۰–۴۲۰۰	۱	۰،۱
کل		۷۱۶	۱۰۰				



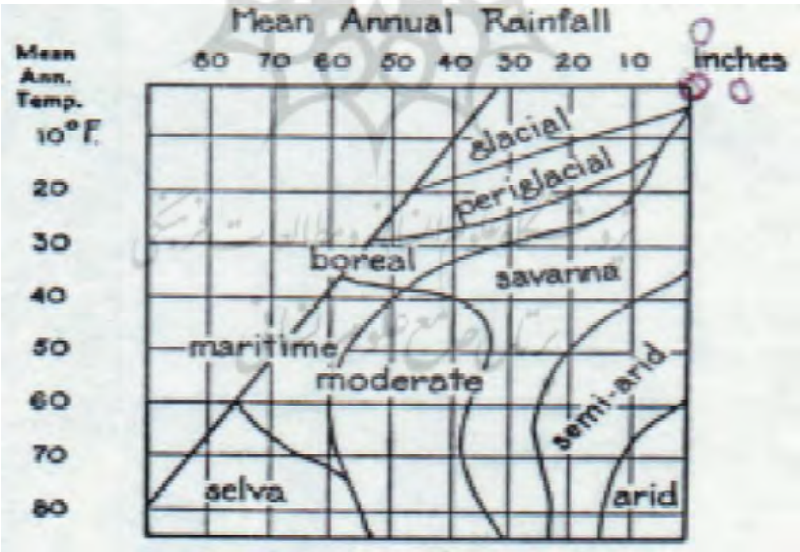
شکل (۹) خطوط برف مرز حوضه دریاچه نمک در ورم



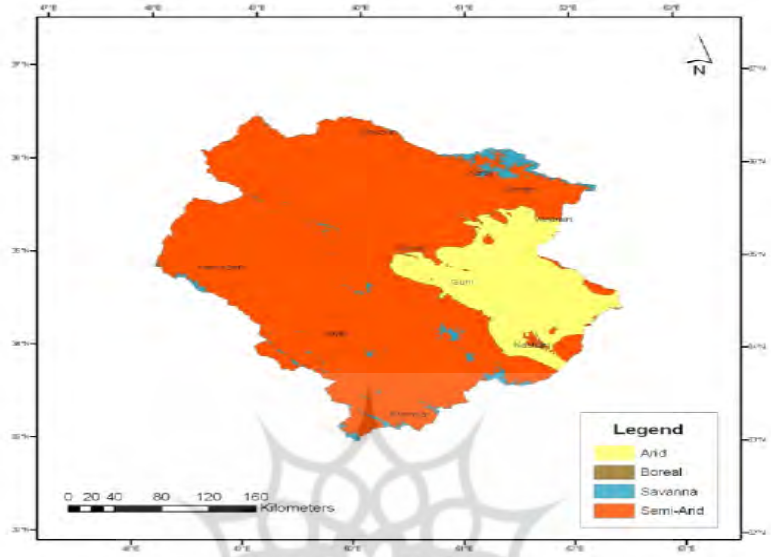
شکل (۱۰) نقشه همدما حوضه دریاچه نمک در ورم



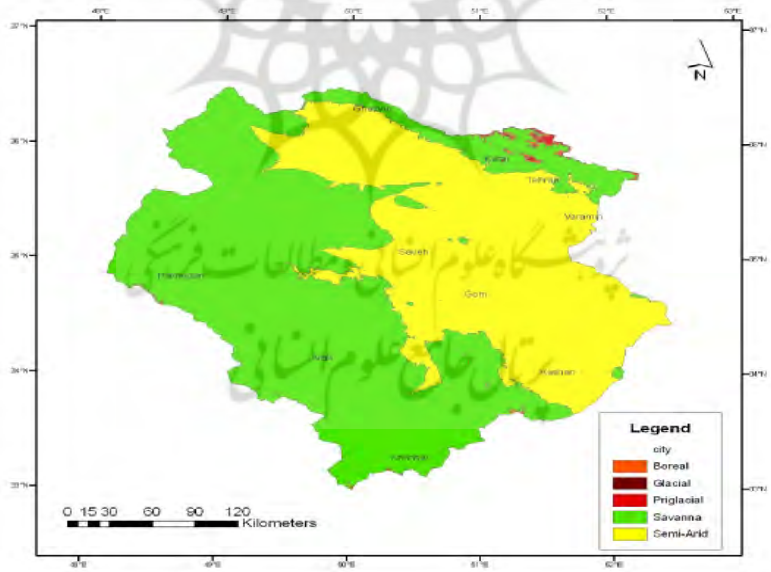
شکل (۱۱) نقشه همباران حوضه دریاچه نمک در ورم



شکل (۱۲) نمودار مناطق مورفوکلیماتیک پلتیر



شکل (۱۳) نقشه مناطق مورفوکلیماتیک حوضه دریاچه نمک در حال حاضر



شکل (۱۴) نقشه مناطق مورفوکلیماتیک حوضه دریاچه نمک در ورم

جدول (۳) مساحت مناطق مورفوکلیماتیک حوضه دریاچه نمک در ورم و حال حاضر

مناطق مورفوکلیماتیک		یخچالی	مجاور یخچالی	بوریل	ساوانا	نیمه‌خشک	خشک
ورم	هکتار	۱۷،۱	۱۴۲۲۴،۷	۴۰۱۲۹،۹	۵۴۰۰۲۴۹،۸	۳۸۱۹۸۱۸،۵	۰
	درصد	۰،۰۰۰۲	۰،۱۵	۰،۴۳	۵۸،۲۳	۴۱،۱۹	۰
حال	هکتار	۰	۰	۲۲۴،۴	۲۲۰۹۵۹،۵	۷۴۲۱۳۴۴،۱	۱۶۳۱۹۱۲
	درصد	۰	۰	۰،۰۰۲	۲،۳۸	۸۰،۰۲	۱۷،۶

بحث و نتیجه‌گیری

کاهش ۱/۵ برابری بارش و افزایش ۵/۶ درجه‌ای متوسط دمای حوضه دریاچه نمک نسبت به آخرین دوره یخچالی ورم، تغییرات اقلیمی و ژئومورفیک بسیاری را به‌دنبال داشته است. همان‌گونه که در نقشه‌های مورفوکلیماتیک حوضه در دو مـقطع زمانی حال و ورم دیده می‌شود، یخچال‌ها، که یکی از عوامل موفوکلیماتیک تأثیرگذار در فرم اراضی دوره ورم بوده در حال حاضر به کلی حذف شده و تنها شواهدی از آنها به صورت سیرک، دره‌های یو شکل و غیره باقی مانده است. در حالی که منطقه مورفوکلیماتیک خشک با فرم‌های فرسایش خاص خود به‌ویژه فرسایش بادی جایگزین منطقه نیمه‌خشک شده است. در آخرین دوره یخچالی، بیشترین مساحت حوضه تحت پوشش ساوانا (۵۸ درصد) و پس از آن منطقه نیمه خشک بوده در حالی که اکنون بیشترین مساحت حوضه تحت سیطره مورفوکلیمای نیمه خشک (۸۰ درصد) و پس از آن مورفوکلیمای خشک (۱۷/۶درصد) می‌باشد.

از شواهد این دوره مرطوب و سرد در حوضه دریاچه نمک می‌توان به موارد مختلفی اشاره کرد. از جمله آنها سیرک‌های یخچالی موجود در ارتفاعات بالای ۲۵۰۰ متر حوضه، در رشته کوه‌های البرز مرکزی در جناح شمالی حوضه، کرگز در ارتفاعات جنوبی کاشان، کهک قم، سلفچگان، الوند همدان و رشته کوه‌های زاگرس در جناح غربی حوضه می‌باشد. وجود تراس دریاچه‌ای در حاشیه دریاچه نمک و حوض سلطان، که توسط نگارنده در ۳ سطح ردیابی شده، بیانگر وجود دریاچه‌ای عظیم با سطح اساس بالاتر در گذشته است. این تغییر سطح اساس، تراس‌های آبرفتی موجود در رودخانه‌های منتهی به دریاچه نمک را توجیه می‌کند. از جمله آنها تراس‌های آبرفتی رودخانه جاجرود می‌باشد که از کوه‌های البرز مرکزی

سرچشمه می‌گیرد. همچنین وجود مخروط افکنه‌های متوالی قمرود، قره‌چای و جاجرود در حاشیه دریاچه، خود مبین تغییرات سطح اساس و شرایط اقلیمی حوضه دریاچه نمک است. سنگ‌های کربناته با ویژگی غیردریایی (آب شیرین) که در دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، چشمه‌های آب گرم و سرد و یا در غارها و در اثر فرایندهای شیمیایی و یا فعالیت موجودات زنده به جای گذاشته می‌شوند و یا همان تراورتن‌ها، شاهدی بی‌بدیل در تغییرات اقلیمی این حوضه است. بر اساس مطالعات صورت گرفته در مناطق کوهستانی جنوب کاشان در منطقه زردکوه ساحل و سفید آب، کفتارخون، فین و شوراب، معادن عظیم سنگ‌های تراورتن مشاهده شده است (ملک شهمیرزادی، ۱۳۸۲: ۱۳۶-۱۳۹). این تراورتن‌ها وابسته به چشمه‌هایی هستند که با رسوب‌های آهکی و دولومیتی در پیوند بوده و در گذشته از آنها آب‌های اشباع شده از بیکربنات کلسیم به‌طور مداوم خارج می شده است. برخی از این چشمه‌ها که در افق‌های پایین‌تری قرار گرفته‌اند هم‌اکنون نیز دارای آب اشباع شده از بیکربنات کلسیم است که به‌طور مداوم خارج می‌شود. آثار تمدن‌های بزرگی چون سیلک کاشان خود نشان از وجود حاکمیت شرایط محیطی مناسب برای کشاورزی و دامداری دارد. مطالعه رسوبات اطراف تپه‌های سیلک، نشان از رودخانه‌ای بودن این رسوبات دارد. رودخانه‌ای که در زمانی معادل ۵ تا ۷ هزار سال گذشته به‌طور دائم جاری بوده است. مطالعه گیاهان گذشته سیلک به کمک بقایا و زغال‌های موجود نشان از استقرار گونه های کنار رودخانه‌ای و مناطق استپی مانند تبریزی، صنوبر و نوعی از تیره غازپایان دارد (ملک شهمیرزادی، ۱۳۸۳: ۱۱۰). تناوب رسوبات دریاچه‌ای و تبخیری دریاچه نمک، گلاسی‌های فرسایشی متعدد، فرسودگی و عقب‌نشینی مناطق کوهستانی و ضخامت بسیار زیاد رسوبات آبی را از شواهد دیگر حاکمیت اقلیم سرد و مرطوب در آخرین دوره یخچالی می‌توان نام برد.

منابع

۱ـ جداری عیوضی، جمشید (۱۳۸۹)، «ژئومورفولوژی ایران»، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۲ـ رفیعی، غلامرضا (۱۳۸۸)، «آثار یخچال‌های طبیعی کهک»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژِی، دانشگاه اصفهان.

۳ـ رامشت، محمدحسین (۱۳۸۱)، «آثار یخچالی زفره»، طرح پژوهشی، شماره ۸۰۰۳۵، دانشگاه اصفهان

۴ـ زمانی، حمزه (۱۳۸۸)، «شواهد و حدود گسترش یخچال‌های کواترنر در البرز مرکزی»، پایان‌نامه دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران.

۵ـ زمردیان، محمدجعفر (۱۳۸۷)، «***ژئومورفولوژی ایران، فرایندهای اقلیمی و دینامیک‌های بیرونی***»، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۶ـ سازمان جغرافیایی کشور، «نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰، کاشان، آران، تهران، گلپایگان، اراک، ساوه، خرم‌آباد، همدان، کبودرآهنگ، زنجان، قزوین و چالوس».

۷ـ کرینسلی، دانیل (۱۳۸۱)، «***کویرهای ایران***»، ترجمه عباس پاشایی، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیرو های مسلح.

۸ـ محمودی، فرج ا... (۱۳۶۷)، «تحول ناهمواری های ایران در کواترنر»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، دانشگاه تهران،شماره ۲۸:۲۳-۳۶.

۹ـ معتمد، احمد (۱۳۸۲)، «***جغرافیای کواترنر***»، انتشارات سمت.

۱۰ـ ملک شهمیرزادی، صادق (۱۳۸۲)، «سلسله گزارش های باستان‌شناسی (۳)، نقره کاران سیلک، گزارش فصل دوم طرح بازنگری سیلک»، انتشارات پژوهشکده باستان‌شناسی.

۱۱ـ ملک شهمیرزادی، صادق، (۱۳۸۳)، «سلسله گزارش‌های باستان‌شناسی(۵)، سفالگران سیلک، گزارش فصل سوم طرح بازنگری سیلک»، انتشارات پژوهشکده باستان‌شناسی.

۱۲ـ یمانی، مجتبی، (۱۳۸۶)، «ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۵۹: ۱۲۵-۱۳۹.

۱۳ـ یمانی، مجتبی؛ جداری عیوضی، جمشید و گورابی، ابوالقاسم (۱۳۸۶)، «شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچالی در دامنه‌های کرکس»، ***فصل‌نامه مدرس علوم انسانی***، شماره ۵۰: ۲۳۰-۲۰۷.

14- Bobek, H. (1963), "Nature and Implications of Quaternary Climatic Changes in Iran, In: Changes of Climate, Proceedings of Symposium on Changes of Climate with Special Reference to and Zones: Rome, 1961, UNESCO, p. 403-413.

15- Kehl, M. (2008), "Quaternary Climate Change in Iran-The State of Knowledge", ***Erdkunde***, Vol. 63, No. 1, Pp. 1-17

16- Ferringo, J. (1988), "Glaciers of the Middle East and Africa-Glacoers of Iran", Satellite Image Atleas of Glaciers of the World.

17- Fowler, R. and Petersen, J. (2003), "A Spatial Representation of Louis Peltiers Weathering, Erosion and Climatic Graphs Using Geographic information Systems (GIS), Proceedings", esri.com/library/usercof/proco4/docs/pap 1752.pdf.

18- Moussavi, M.S. (2009), A New Glacier Inventory of Iran, Annals of Glaciology 50(53).

19- Pidwirny, M. (2006), "Introduction to Glaciation", ***Fundamentals of Physical Geography,*** 2nd Edition, Date Viewed, http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10ad.html.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی