

تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه‌های میان کوهی زاگرس چین خورده (مطالعه موردی دریاچه قدیم خرم‌آباد)

چکیده

بستر دریاچه‌های قدیم با داشتن رسوبات ریزدانه و خاک حاصلخیز، مکان مناسبی برای فعالیت‌های گسترده کشاورزی و صنعتی است. بستر دریاچه قدیم خرم‌آباد نیز مکان مناسبی برای انجام این فعالیت‌هاست. به همین دلیل، آگاهی از حدود دقیق و تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه مذکور برای برنامه‌ریزی محیطی دارای اهمیت بسیار زیادی است. بستر این دریاچه در محدوده زاگرس چین‌خورده، استان لرستان، شهرستان خرم‌آباد و در دشت مرکزی (کرگاه) قرار دارد. اثبات دریاچه در منطقه مورد مطالعه و تحلیل شاخص‌های مورفومتری آن هدف اصلی این پژوهش است. برای این کار با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و انطباق آن‌ها با مدل رقومی ارتفاعی (نقشه مدل رقومی ارتفاعی^۱ ایران) و نقشه آبراهه‌ای ایران، منحنی میزان ۱۲۰۰ متر به عنوان آخرین حد گسترش دریاچه و رسوبات آن تعیین شد و از اندازه‌گیری‌های زمینی، سیستم موقعیت‌یابی جهانی^۲ برای کنترل دقیق حدود دریاچه استفاده شده است. از سامانه اطلاعات جغرافیایی ۳/۹ برای محاسبه شیب بستر دریاچه، برش، تهیه و تولید نقشه‌های جدید، ترسیم منحنی‌های هم‌ژرفا و تخمین عمق حداکثر دریاچه استفاده شده است. بر اساس نتایج پژوهش، این دریاچه در کوتاه‌ترین تشکیل و دارای وسعتی در حدود ۷۵ کیلومتر مربع، عمق حداکثر ۷۵ متر، عمق متوسط ۳۲/۲۶ متر، نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر ۰/۴۳، حجم ۲۴۱۹/۷ میلیون مترمکعب، طول خط ساحلی ۵۵/۱۱ کیلومتر، درجه تکامل خط ساحلی ۱/۸۰ بوده است.

واژه‌های کلیدی: مورفومتری، دریاچه قدیم خرم‌آباد، زاگرس چین‌خورده، کوتاه‌ترین.

1- Digital Elevation Model (DEM)
2- GPS
3- Arc Gis 9-3

مقدمه

دریاچه‌ها نقش مهمی را در ذخیره کردن آب شیرین برای استفاده حیوانات اهلی، کشاورزی و فعالیت‌های صنعتی ایفا می‌کنند. بستر دریاچه‌های قدیم نیز با داشتن رسوباتی که حاصل رسوبگذاری آب دریاچه بوده است، نقش مهمی در تشکیل کانون‌های مدنی بر عهده دارند. دریاچه‌های قدیم، مهم‌ترین و گسترده‌ترین چشم‌انداز ژئومرفیک تاثیرگذار در بستر کانون‌های مدنی در ایران به شمار می‌آیند. این چاله‌ها در دوره‌های برودتی و رطوبتی مملو از آب بوده‌اند و سواحل آن‌ها بعدها محل استقرار کانون‌های جمعیتی شده‌است (رامشت، ۱۳۸۲). به همین دلیل، مطالعه و تحلیل ویژگی‌های مورفومتری دریاچه‌ها و تعیین حدود دقیق آن‌ها برای برنامه‌ریزی محیطی به منظور بالا بردن سطح زندگی دارای اهمیت بسیار زیادی است.

اصطلاح مورفومتری را می‌توان برای تعیین اندازه‌گیری ویژگی‌های ژئومتری (هندسی) سطح زمین در یک سیستم استفاده کرد. مورفومتری اندازه‌گیری اشکال و فرم چشم‌اندازهای روی زمین است که می‌تواند در ساده‌ترین سطح هر لندفرم و در غالب پارامترهایی چون: اندازه، ارتفاع (بیشترین، کمترین و متوسط) و شیب اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری‌های یادشده این امکان را فراهم می‌آورند که ژئومورفولوژیست‌ها به مقایسه لندفرم‌های مناطق مختلف پردازند (کلر و دیگران، ۲۰۰۸: ۹۶). مورفومتری^۱ یا شکل‌سنجی را می‌توان تعیین و اندازه‌گیری ویژگی‌های ژئومتری (هندسی) و عناصر قابل اندازه‌گیری یک عارضه، نظیر: طول، عرض، ارتفاع، قطر دانه‌ها و غیره، به کاربرد (مقیمی و همکار، ۱۳۸۳: ۱۳۵). تحقیقات متعددی در مورد مورفومتری دریاچه‌ها توسط محققان مختلف انجام گرفته است؛ از جمله: رونی و کالف^۲ (۲۰۰۰)، وگا و همکاران^۳ (۲۰۰۵) و چراولی و سورانو^۴ (۲۰۰۸) تحقیقات متعددی را درباره مورفومتری دریاچه‌های کم‌عمق انجام دادند.

آمبروستی و باربانتی^۵ (۲۰۰۲) با آزمایش‌های دقیقی از میانگین انرژی‌های مختلف توده‌های آبی در ۳۱ دریاچه در ایتالیا، تفاوت میان دریاچه‌های عمیق و کم‌عمق را در ارتباط با ویژگی‌های مورفومتری و ژئوگرافیک بررسی کردند. آن‌ها همبستگی معنی‌داری بین مقدار درجه حرارت و پارامترهای مورفومتری این دریاچه‌ها به دست آوردند. اکتانیزکا و همکاران^۶ (۲۰۱۱) مورفومتری و باتی متریک دریاچه‌ها را در شرایط دینامیکی مختلف بررسی کردند؛ لیو و همکاران^۷ (۲۰۱۱) با استفاده از خط تقسیم آب مورفومتری دریاچه‌های چین را انجام دادند. وانیسا و همکاران^۸ (۲۰۱۱) به بررسی مورفومتری دریاچه‌های کم‌عمق در مناطق معتدل پرداختند. همچنین، محققان دیگری از جمله: جولز و همکاران^۹ (۱۹۹۵)، ترینر و همکاران^{۱۰} (۱۹۹۶)، دولسن و همکاران^{۱۱} (۲۰۰۱)، هویر^{۱۲} (۲۰۰۱)، آنتونی و همکاران^{۱۳} (۲۰۰۲)،

- 1- Morphometry
- 2- Rooney & Kalff
- 3- Vega et al
- 4- Cheruvellil & Soranno
- 5- Ambrosetti & Barbanti
- 6- Agnieszka et al
- 7- Liu et al
- 8- Vanesa et al
- 9- Jules et al
- 10- Trainor et al
- 11- Dolson et al
- 12- hoyer

هیسکری و همکاران^۲ (۲۰۰۵)، ناکز^۳ (۲۰۰۹)، به بررسی مورفومتری دریاچه‌های آمریکا و اروپا پرداختند. برخی از دریاچه‌های طبیعی دارای منشاء ساختمانی بوده و در گودالهای حاصل از ساختمان زمین و ناهمواری به وجود آمده‌اند (زمردیان، ۱۳۸۷: ۱۲۷). قرار گرفتن دشت‌ها در بین رشته کوه‌های زاگرس چین خورده و ایجاد حوضه‌های بسته شرایط مساعدی برای ایجاد دریاچه‌ها به وجود آورده است.

محمودی معتقد است که پس از تثبیت ساختمان زمین‌ها و ناهمواری‌های ژورایی و استقلال حوضه‌های آبگیر، تجمع آب‌های روان در محل فرودهای تاقدیسی (که بالاتر از کف ناودیسی) قرار گرفته، به شکل دریاچه‌های متعدد کوچک و بزرگ در آمده و به این ترتیب، در طی کواترنر و ابتدای دوران چهارم، چین خوردگی‌های زاگرس شاهد پیدایش دریاچه‌های فراوانی بوده که توسط خط الرأس تاقدیسی‌ها از یکدیگر جدا افتاده بودند (زمردیان، ۱۳۸۷: ۲۳۴). دریاچه قدیم تشکیل شده در دشت مرکزی خرم‌آباد (کرگه) در طی کواترنر و ابتدای دوران چهارم، در یکی از دشت‌های میان‌کوهی زاگرس چین خورده با چنین مکانیزمی به وجود آمد. بستر دریاچه مورد مطالعه، یکی از کانون‌های مدنی است که در طول تاریخ تاکنون زندگی شهری و روستایی بسیار گسترده‌ای را در بستر خود به وجود آورده است. خرم‌آباد از نخستین سکونتگاه‌های مردم ایران به شمار می‌رود. غارهای مسکون دره خرم‌آباد، از جمله غارهای یافته، پاسنگر، کنجی، گراجنه و اشکفت قمری حاوی آثار زندگی انسان غارنشین در دوره‌های موسترن است و بر اساس آزمایش رادیوکربن در غارکنجی قدمت آثار از ۴۰ الی ۵۰ هزار سال است (گرانوسکی، ۱۳۶۱: ۲۵). به همین دلیل، تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه مذکور و تعیین حدود دقیق آن برای استفاده بیشتر دارای اهمیت زیادی است. از این رو، حاتمی‌فرد (۱۳۸۹) و بیرانوند (۱۳۹۰) با دلایل علمی به اثبات، تعیین حدود و تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه‌های قدیم تشکیل شده در مناطق کوه‌دشت و سیمره پرداخته‌اند.

هدف از این پژوهش، اثبات، تعیین حدود دریاچه در منطقه و تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه مورد مطالعه، شامل وسعت دریاچه^۴ (A)، عمق حداکثر^۵ (zm)، عمق متوسط^۶ (Z)، نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر^۷، نسبت عمق^۸ (Zr)، حداکثر طول^۹ (ML)، حداکثر عرض^{۱۰} (MW)، حجم دریاچه^{۱۱} (V)، توسعه حجم^{۱۲} (DV)، توسعه خط ساحلی^{۱۳} (CLD)، طول خط ساحلی دریاچه^{۱۴} (L)، درجه تکامل خط ساحلی^{۱۵} (DL) و شیب (S) بستر دریاچه و چگونگی تشکیل آن است.

13- Anthony et al

14- Heiskary et al

15- Noges

1- Lake Extent

2- maximum depth

3- medium depth

4- the ratio of average depth to the maximum of depth

5- The relative depth

6- Maximum Length

7- Maximum Wide

8- Lake volume

9-Development of volume

10- The Coastal Line Development

11- the seaside length line

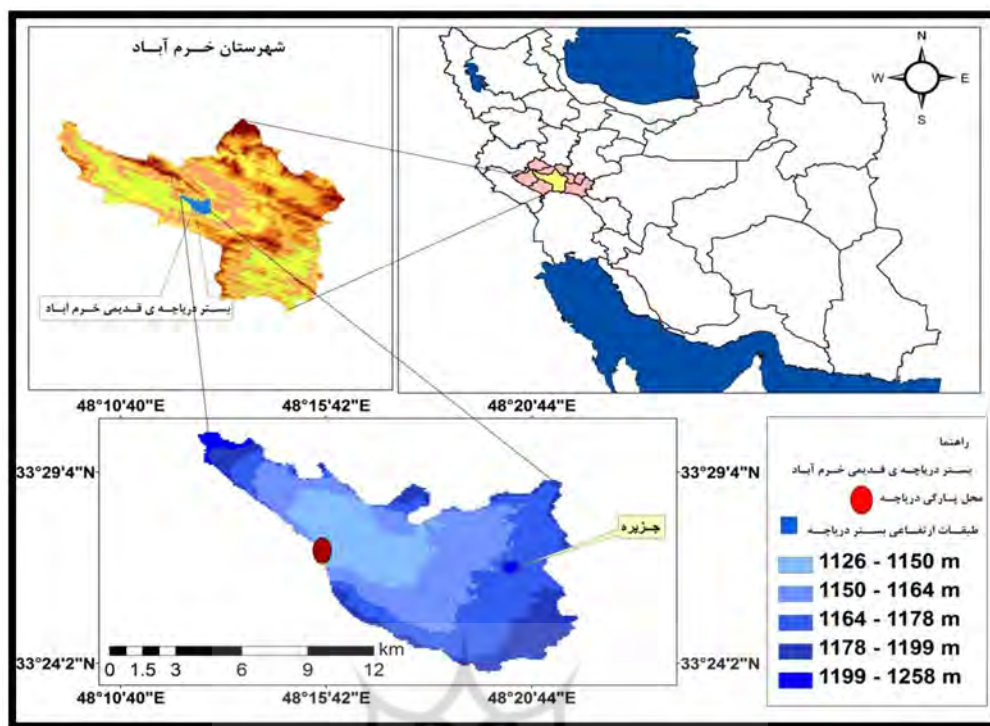
12- degree of seaside evolution line

داده‌ها و روش پژوهش

برای اثبات و تعیین حدود دریاچه در منطقه و تحلیل شاخص‌های مورفومتری آن با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و انطباق آن‌ها با مدل رقومی ارتفاعی (نقشه مدل رقومی ارتفاعی ایران) و نقشه آبراهه‌های ایران، منحنی میزان ۱۲۰۰ متر به عنوان آخرین حد گسترش دریاچه و رسوبات آن تعیین شد و از اندازه‌گیری‌های زمینی، سیستم موقعیت‌یابی جهانی برای کنترل دقیق حدود دریاچه استفاده شده است. از سامانه اطلاعات جغرافیایی ۹/۳ برای محاسبه شیب بستر دریاچه، برش، تهیه و تولید نقشه‌های جدید، ترسیم منحنی‌های هم‌ژرفا و تخمین عمق دریاچه استفاده شده است. برای بررسی و برآورد شاخص‌های مورفومتری دریاچه مذکور از پارامترهای مربوط به مورفومتری دریاچه استفاده شده است. برای اندازه‌گیری وسعت، طول خط ساحلی، عمق حداکثر، حداکثر عرض و حداکثر طول دریاچه از نقشه‌های توپوگرافی منطقه به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و انطباق آن‌ها با مدل رقومی ارتفاعی (نقشه مدل رقومی ارتفاعی ایران) با استفاده از نرم‌افزار گلوبل مپ^۱ استفاده شده است. برای محاسبه نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر، نسبت عمق، تکامل خط ساحلی، حجم، عمق متوسط، توسعه خط ساحلی و توسعه حجم از روابط ریاضی مربوط به مورفومتری دریاچه استفاده شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

دشت مرکزی خرم‌آباد با مساحت ۱۲۳ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران، در محدوده زاگرس چین‌خورده و استان لرستان به مختصات ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۴ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی شهرستان خرم‌آباد بین کوه کمره سیاه، مدبه و سفیدکوه از شمال، ارتفاعات شهنشاه باوی، خارزار در جنوب، ارتفاعات تاف، کوه کلاه، کاکاشرف و یاسین کوه در شرق، ارتفاعات یافته و سرخ‌لیمه در غرب محدود می‌شود (شکل ۱). دشت مذکور دارای مساحتی در حدود ۱۲۳ کیلومتر مربع، محیط ۹۲ کیلومتر، حداکثر طول ۳۰ کیلومتر و حداکثر عرض ۱۱ کیلومتر است. رسوبات آبرفتی دوران چهارم سراسر دشت را پوشانده‌اند. رودخانه خرم‌آباد از نقطه ورود به دشت (تنگ شیبخون) تا نقطه خروجی (روستای چمانجیر) به طول ۱۲ کیلومتر بخش شمالی دشت را با شیب ناخالص ۰/۷۵ درصد و شیب خالص ۰/۳۹ درصد و رودخانه کاکاشرف از نقطه ورود به دشت تا نقطه خروجی به طول ۱۷ کیلومتر، جنوب و جنوب شرقی آن را زهکشی می‌کند. این دو رودخانه در نزدیک روستای چمانجیر به هم پیوسته و با نام رودخانه خرم‌آباد به رود کشکان می‌ریزد.



شکل ۱) نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

یافته‌های پژوهش

شواهد دریاچه‌ای بودن دشت مرکزی خرم‌آباد

الف) شواهد موجود در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه؛ ب) مشاهدات میدانی؛ ج) بررسی‌های ژئوفیزیک؛ د) مقاطع ژئوالکتریک.

الف) شواهد موجود در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه، شامل: ۱- دوشاخه‌ای‌های منقطع؛ روی نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه آبراهه‌های دوشاخه‌ای منقطع زیادی وجود دارند. این آبراهه‌ها نمی‌توانسته در محیط و بستری که پوشیده از آب بوده، به فعالیت شکل‌زایی مبادرت کند و به‌جای اینکه به خط‌القعر منطقه کشیده شوند، در سطح اساس آب قبلی دریاچه متوقف شده‌اند (رامشت، ۱۳۸۵: ۷۴) که این نشانه دریاچه‌ای بودن منطقه، تغییر و نوسان آب دریاچه در گذشته بوده است. ۲- نقاط ارتفاعی منفرد: روی نقشه‌های توپوگرافی منطقه تعداد زیادی از نقاط ارتفاعی منفرد دیده می‌شود. این نقاط نشان‌دهنده فرایند عملکرد آبهای ساکن یا راکد و وجود دریاچه در منطقه بوده است. ۳- تراس‌های موجود در منطقه: موازی با خط ساحلی اصلی در جنوب دریاچه و در نزدیک روستای چشمه سرخ قسمتی از یک تراس دریاچه‌ای به ارتفاع در حدود ۵ متر و به طول ۱/۵ کیلومتر وجود دارد (شکل‌های ۳ و ۲). به جز این تراس، تراس قابل مشاهده دیگری در اطراف دریاچه دیده نمی‌شود. علت تشکیل نشدن تراس در اطراف دریاچه ضخامت کم آب دریاچه به طرف ساحل، پارگی و تخلیه سریع آب دریاچه بوده است.



شکل ۲) تصویر از تراس دریاچه‌ای در نزدیکی روستای چشمه سرخ خرم آباد، عکس از نگارنده



شکل ۳) نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ (۱-۵۶۵۶) خرم آباد

در دشت کرگاه خرم آباد سیستم رودخانه‌های - دریاچه‌ای حاکم بوده است. ابتدا سیستم رودخانه و بعد از آن سیستم دریاچه‌ای در این دشت حاکم شد. بعد از پارگی و خالی شدن آب دریاچه، سیستم رودخانه‌ای دوباره حاکم شد. در امتداد رودخانه خرم آباد و رودخانه کاکاشرف، در دشت سه تراس نسبتاً بزرگ دیده می‌شود (شکل ۴). این موضوع حاکی از بالا بودن حجم زیاد آبهای ورودی به رودخانه‌ها و کاهش تدریجی آب آن‌ها و پشت سر گذاشتن چهار مرحله فرسایش در بستر رودخانه بوده است. در محل پارگی دریاچه (نزدیک روستای چمنجیر) رودخانه دارای دو دیواره به ارتفاع حدود ۱۰ متر است که این نتیجه آب بردگی شدید است (مشاهدات میدانی).

ب) مشاهدات میدانی: در بازدیدهای میدانی از منطقه، گالی‌ها یا آبکندهای متعددی در منطقه مشاهده شد. دشت مرکزی خرم آباد دارای رسوبات نرم و ریزدانه‌های دریاچه‌ای است. شبکه آبهای جاری در سطح دشت متمرکز و برای رسیدن به سطح اساس رودخانه خرم آباد به کندوکاو زمین پرداخته و باعث ایجاد گالی‌های متعددی در این منطقه به

عمق حدود ۲ تا ۵ متر شده‌اند (شکل، ۵). گسترش گالی‌ها در منطقه باعث قطع شدن جاده‌ها، تخریب زمین‌های کشاورزی و به خطر افتادن خطوط انتقال نیرو می‌شود که با برنامه‌ریزی دقیق می‌توان از این کار جلوگیری کرد. در این دشت تپه‌های باستانی زیادی وجود دارد که در روی این تپه‌ها سفال‌های زیادی وجود دارد. این سفال‌ها از خاک نرم و ریزدانه بستر دریاچه ساخته شده‌اند و نشانه مدنیت در این دشت از زمان بسیار قدیم و استفاده مردم از آب دریاچه با استفاده از کوزه‌های سفالی بوده است. همچنین، کوره‌های آجرپزی موجود در این دشت که از رسوبات دریاچه‌ای برای پختن آجر استفاده می‌کرده‌اند، نشانه دیگری برای دریاچه‌ای بودن دشت مرکزی (کرگاه) در گذشته است.



شکل ۴) تصویری از تراس‌های کناره رودخانه کاکاشرف نزدیک روستای ده‌محسن



شکل ۵) تصویر یک گالی در دشت مرکزی خرم‌آباد نزدیک روستای حاج خدیجه

ج) بررسی های ژئوفیزیکی

علاوه بر موارد بالا بررسی های ژئوفیزیکی در دشت کرگاه در سه مرحله انجام شد: مرحله اول در سال ۱۳۴۷ توسط مؤسسه آب شناسی ایران برای مطالعات هیدرولوژی انجام گرفت. تعداد ۲۹ سونداژ الکتریکی در مساحتی در حدود ۶۰ کیلومتر مربع انجام شد که هدف از این مطالعات تعیین ضخامت آبرفت ده های دوران چهارم و مشخص ساختن عمق کف آهکی در منطقه بوده است. مقیاس مقاومت مخصوص سازندهای زمین شناسی دشت کرگاه در این مرحله از بالا به پایین در قسمت های مختلف به شرح زیر است (جدول ۱).

جدول ۱) مقیاس مقاومت مخصوص سازندهای زمین شناسی دشت خرم آباد

دوره های زمین شناسی	نام سازند	مقاومت مخصوص به اهم متر
آبرفت دوران چهارم	رسوبات لیمون سطحی	۲۰-۱۰
	شن قلوه سنگ خشک سطحی	۱۵۰-۱۰۰
	شن و ماسه آبدار	۱۰۰-۵۰
پلیوسن	رسوبات کنگلومرایی	۲۰-۳۰
میوسن	رسوبات گچی و نمکی	۱۰
ائوسن	رسوبات آهکی آبدار	۱۰۰
الیگومیوسن	رسوبات آهکی آسماری	۱۰۰۰

مأخذ: سازمان آب منطقه ای استان لرستان ۱۳۹۲

نتایج حاصل از این بررسی ها شامل موارد زیر است:

۱- سنگ کف آهکی در سراسر دشت دشت گسترده نشده و به وسیله گسل هایی که در امتداد شمال غرب- جنوب شرق قرار دارند، در عمق بیشتری فرورفته است.

۲- قسمت اعظم سنگ کف منطقه از لایه کم و بیش هادی با مقاومت مخصوص ۲۰ اهم متر و مربوط به رسوبات پلیوسن تشکیل شده است.

۳- سفره های آب منطقه از دو لایه رسوبات آبرفتی و کنگلومرایی و سازندهای آهکی تشکیل شده است. مرحله دوم در سال ۱۳۵۴ توسط گروه مهندسی مشاور آب و خاک با تعداد ۲۲ سونداژ الکتریکی به روش شولمبرژه در سه مقطع و در مساحتی ۳۵۰ هکتار انجام گرفت که دارای نتایج زیر هستند. تغییرات برآیند مقاومت مخصوص الکتریکی ستونی از زمین به ضخامت ۷۵ متر را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهد. تمام ارقام مقاومت مخصوص ظاهری در این محدوده نسبتاً کم و عمدتاً مؤید وجود رسوبات دانه ریز و اکثر رسی و سیلتی همراه با مقدار کمی شن و ماسه است.

مرحله سوم با هدف مطالعات بر روی آب های زیرزمینی، تشخیص مسیل های قدیمی و تفکیک لایه ها در اعماق، برآورد ضخامت رسوبات، تعیین مرز منابع آب شیرین زیرزمینی با منابع آب شور در مجاورت سازندهای تبخیری در سال ۱۳۶۰ با ۷۳ سونداژ الکتریکی انجام گرفت. در این مرحله تعداد ۱۱ مقطع الکتریکی با جهت عمومی شمال شرقی به جنوب غربی در دشت تهیه شده است. بر اساس این مطالعات، گسترش رسوبات دانه ریز رسی نشانه عمل محیط آبی آرام

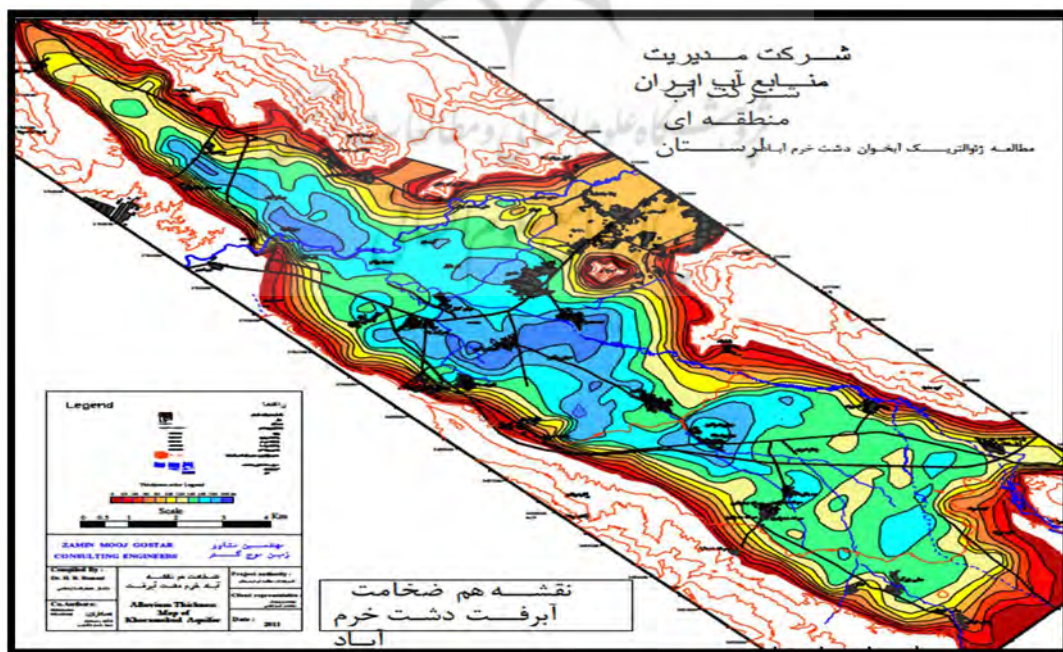
در طی مدت زمان طولانی بوده است و پیدایش قطعات تخریبی، نشانه به‌هم خوردن نظم رسوبگذاری در مقاطع زمانی محدود از فعالیت ابر سیلاب در منطقه بوده است (مؤسسه آشناسی ایران، ۱۳۴۷).

د) مقاطع ژئوالکتریک

این مقاطع با توجه به بررسی‌های ژئوفیزیک به روش الکتریکی در رسوبات دشت گرگاه توسط: ۱- مؤسسه آب-شناسی در سال ۱۳۴۷ به تعداد ۲۲ سونداژ؛ مهندسین مشاور آبکار در سال ۱۳۴۹ تعداد ۲۱ سونداژ؛ مهندسین مشاور آب و خاک برای شرکت پارسیلون در سال ۱۳۵۲ تعداد ۲۲ سونداژ و ژئوفیزیک تکمیلی تماب ۲۹ سونداژ انجام گرفته و نتایج زیر به دست آمده است. مقاومت الکتریکی در سراسر دشت کمتر از ۵۰ اهم‌متر بوده است و در مناطق دور از واریزه‌های جانبی تا کمتر از ۳۰ اهم‌متر کاهش می‌یابد. مناطق مرکزی دشت که در جریان آبی آرام واقع شده‌اند، دارای رسوبات سیلتی و رسی با مقاومت مخصوص کمتر از ۲۵ اهم‌متر است. در نتیجه‌گیری مطالعات ژئوفیزیک دشت گرگاه نکته مورد توجه این است که از نظر هیدرولوژی دشت گرگاه را می‌توان به صورت یک سنگینال دانست که سازند جوانتر مارن آهکی گورپی، آهک‌های قدیم‌تر ایلام و سروک را می‌پوشاند. همچنین، این دشت به وسیله منحنی ژئوالکتریکی ۵۰ اهم‌متر احاطه شده است (مؤسسه آشناسی ایران، ۱۳۴۷).

محدوده دریاچه

با توجه به سونداژهای ژئوالکتریک در منطقه می‌توان نتیجه گرفت که وجود رسوبات ریزدانه که میزان مقاومت الکتریکی آن‌ها کمتر از ۵۰ اهم‌متر است، نشانه فعالیت آبی راکد و رسوب در محدوده دشت مرکزی است. این محدوده در روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ با منحنی میزان ۱۲۰۰ متر (خط تعادل آب) منطبق است. در نتیجه منحنی میزان ۱۲۰۰ متر به عنوان حد دریاچه در نظر گرفته شد.



شکل ۶) نقشه هم ضخامت آبرفت دشت خرم‌آباد (مأخذ: سازمان منطقه‌ای آب لرستان ۱۳۹۲). محدوده دریاچه در دشت مرکزی خرم‌آباد که با استفاده از منحنی میزان ۱۲۰۰ متر تعیین شده، بر این نقشه منطبق است.

زمان تشکیل دریاچه

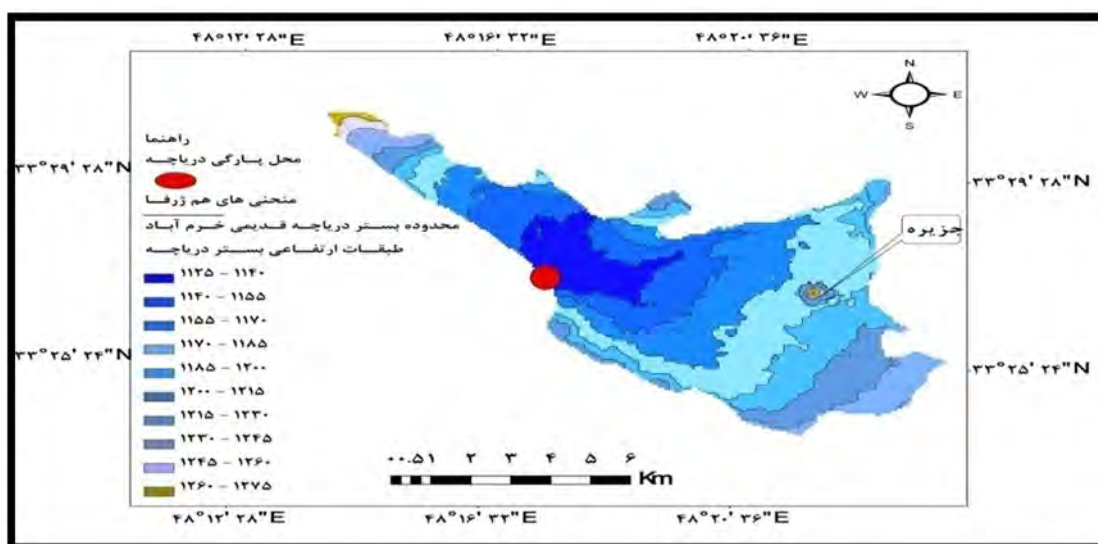
دریاچه مذکور دارای منشاء ساختمانی بوده و در گودال حاصل از ساختمان زمین و چین خوردگی‌های زاگرس چین خورده به وجود آمده است. پس از تثبیت ساختمان زمین و ناهمواری‌های ژورایی و استقلال حوضه آبگیر در منطقه، تجمع آبهای روان در طی کوتاه‌تر و ابتدای دوران چهارم در دشت مرکزی که یک ناودیس عریض بوده، دریاچه دشت مرکزی (کرگاه) خرم‌آباد را به وجود آورده است.

ویژگی‌های مورفومتری دریاچه

مورفومتری و مورفولوژی به عنوان سنجش و توصیف کمی شکل‌ها و چشم‌اندازهای زمین تعریف شده‌اند (کلر و پیتر، ۲۰۰۲: ۱۲۱). برای تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه از پارامترهایی، مانند: وسعت دریاچه (A)، عمق حداکثر (zm)، عمق متوسط (Z)، نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر ($\frac{Z}{zm}$)، نسبت عمق (Zr)، حداکثر طول (ML)، حداکثر عرض (MW)، حجم دریاچه (V)، توسعه حجم (DV)، توسعه خط ساحلی (CLD)، طول خط ساحلی دریاچه (L)، درجه تکامل خط ساحلی (DL) و شیب (S) بستر دریاچه استفاده شده است.

وسعت دریاچه

وسعت دریاچه قدیم خرم‌آباد را با حرف (A) و با واحد KM^2 نمایش دادیم. برای اندازه‌گیری وسعت دریاچه، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و انطباق آن‌ها با نقشه مدل رقومی ارتفاعی ایران و کنترل زمینی از طریق بازدید میدانی و استفاده از سیستم موقعیت‌یابی جهانی، منحنی میزان ۱۲۰۰ متر به عنوان آخرین حد پیشروی آب دریاچه و رسوب‌گذاری تعیین و وسعت دریاچه مذکور ۷۵ کیلومتر مربع تخمین زده شد. برای محاسبه دقیق‌تر مساحت دریاچه سطح آن را به طبقات ارتفاعی مختلف تقسیم کرده و مساحت هر قسمت را جداگانه حساب کرده‌ایم (شکل ۵ و جدول ۲). با توجه به اینکه خط ساحلی دریاچه منحنی میزان ۱۲۰۰ متر است، ارتفاع بیشتر از این میزان که در جدول وجود دارد، مربوط به جزیره‌ای بوده که در قسمت شرقی دریاچه وجود داشته است. طبق اطلاعات این جدول مساحت این جزیره ۶/۴ کیلومتر مربع است که این مساحت نیز جزو مساحت دریاچه محاسبه شده است. ارتفاع این جزیره ۱۲۷۵ متر از سطح دریاست که یک اختلاف ارتفاع ۱۵۰ متری در منطقه به وجود آورده است. بیشترین مساحت دریاچه بین طبقات ارتفاعی ۱۱۸۵-۱۱۷۰ متر از سطح دریا به میزان ۱۶/۶ کیلومتر مربع و کمترین مساحت آن بین طبقات ارتفاعی ۱۱۴۰-۱۱۲۵ متر به میزان ۶/۷ کیلومتر مربع؛ یعنی در عمیق‌ترین قسمت دریاچه بوده است.



شکل ۷) نقشه طبقات ارتفاعی بستر دریاچه

عمق حداکثر (Zm)

برای به دست آوردن عمق حداکثر دریاچه منحنی میزان ۱۲۰۰ متر به عنوان خط ساحلی و حداکثر گسترش دریاچه در نظر گرفته شده است. بر اساس اطلاعات جدول (۲) پست‌ترین نقطه دریاچه؛ یعنی نقطه خروجی آن که آب رودخانه خرم‌آباد در جریان است، ۱۱۲۵ متر و در قسمت جنوب غربی دریاچه بوده است. پس عمق حداکثر (Zm) دریاچه ۷۵ متر بوده است.

جدول ۲) طبقات ارتفاعی بستر دریاچه و مساحت آن

درصد مساحت منطقه	مساحت به کیلومتر مربع	طبقات ارتفاعی بستر دریاچه
۸/۹	۶/۷	۱۱۲۵-۱۱۴۰
۱۶/۸	۱۲/۶	۱۱۴۰-۱۱۵۵
۱۹/۲	۱۴/۴	۱۱۵۵-۱۱۷۰
۲۲/۱	۱۶/۶	۱۱۷۰-۱۱۸۵
۱۵/۲	۱۱/۴	۱۱۸۵-۱۲۰۰
۹/۹	۷/۴	۱۲۰۰-۱۲۱۵
۵/۷	۴/۳	۱۲۱۵-۱۲۳۰
۱/۲	۰/۹	۱۲۳۰-۱۲۴۵
۰/۹	۰/۷	۱۲۴۵-۱۲۶۰
۰/۶۷	۰/۵	۱۲۶۰-۱۲۷۵
۱۰۰	۷۵/۵	جمع

مأخذ: نقشه مدل رقومی ارتفاعی ایران

عمق متوسط^۱ (Z)

عمق متوسط دریاچه از طریق تقسیم حجم دریاچه V به مساحت کل دریاچه A محاسبه شده است (جداری عیوضی، ۱۳۷۳: ۱۷۳).

$$(1) \quad \text{عمق متوسط} = \frac{V}{A}$$

$$Z = \frac{2419.7}{75} = 32.26 \text{ متر}$$

نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر $\left(\frac{Z}{Z_m}\right)$

نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر $\left(\frac{Z}{Z_m}\right)$ برای دریاچه برابر با ۰/۴۳ بوده است.

$$(2) \quad \frac{32.26}{75} = 0.43$$

نسبت عمق^۲ (Zr)

شاخص‌های پیچیده‌تر محاسبه مورفومتری دریاچه بیشتر در ارتباط با نسبت عمق (Zr) محاسبه می‌شود. نسبت حداکثر عمق به عنوان درصدی از میانگین قطر دریاچه در واحد سطح دریاچه به دست می‌آید (نوکز^۳، ۲۰۰۹).

$$(3) \quad Zr = \frac{50 \times Z_m \times \sqrt{\pi}}{\sqrt{A_0}}$$

در این رابطه Z_m عمق حداکثر و A_0 مساحت دریاچه است.

$$Zr = \frac{50 \times 0.75 \times \sqrt{3.14}}{\sqrt{75}} = 7.76 \text{ درصد}$$

بیشتر دریاچه‌ها Zr کمتر از ۲ درصد دارند. دریاچه‌های عمیق Zr بیشتر از ۴ درصد دارند. دریاچه‌های کراتری دارای Zr ۷/۵ درصد هستند. دریاچه مذکور دارای Zr ۷/۷۶ درصد بوده است.

حداکثر طول^۴ (ML): حداکثر طول دریاچه ۱۶/۹۳ کیلومتر بوده است.

حداکثر عرض^۵ (MW): حداکثر عرض دریاچه ۱۰/۲۵ کیلومتر اندازه‌گیری شده است.

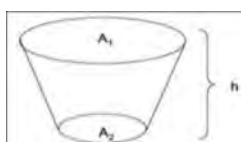
حجم (V)

برای به دست آوردن حجم دریاچه، از شکل یک مخروط استفاده شده است. سطح آن A_1 بیشترین مساحت دریاچه و پایه مخروط A_2 کمترین مساحت دریاچه است. ارتفاع این مخروط h حداکثر عمق دریاچه در نظر گرفته شده است که از رابطه ۴ به دست می‌آید (هویر^۶، ۲۰۰۱).

$$(4) \quad V = \frac{h}{3} [A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 + A_2)}]$$

$$V = \frac{80}{3} [75 + 6.7 + \sqrt{(75 + 6.7)}] = 2419.7 \text{ میلیون متر مکعب}$$

-
- 1- mean depth
 - 2- The relative depth
 - 3- Tiina Noges
 - ۴- Maximum Length
 - ۵- Maximum Wide
 - ۶- hoyer



توسعه حجم^۱ (DV)

توسعه حجم دریاچه از نسبت حجم دریاچه به حجم ته مخروطی که مساحتی برابر با مساحت سطح دریاچه دارد و ارتفاع آن برابر است با حداکثر عمق، به دست می‌آید (ویتزل^۲، ۱۹۹۰).

از رابطه ۵ $DV = (3 \times \frac{Z}{Z_M})$ و رابطه ۶ $DV = \frac{Z \times A_0}{(0.33 \times Z_M) A_0}$ قابل محاسبه است. در این روابط Z عمق متوسط، Z_M عمق حداکثر و A_0 مساحت دریاچه است.

$$DV = (3 \times \frac{32.26}{75}) = 1.3 \quad (5)$$

$$DV = \frac{32.26 \times 75}{(0.33 \times 75) 75} = 1.3 \quad (6)$$

برای بیشتر دریاچه‌ها این مقدار برابر با ۱/۳ است. میانگین DV برای دریاچه‌هایی که دارای سنگ‌هایی هستند که به سادگی فرسوده می‌شوند، ۱-۱/۵ است. مقدار DV در دریاچه‌هایی که در کالدرها، گرابن‌ها و دریاچه‌های یخچالی شکل می‌گیرند، بیشتر از ۱/۵ است. برای دریاچه مورد مطالعه مقدار DV برابر با ۱/۳ بوده است.

درجه تکامل خط ساحلی (DL)

تکامل خط ساحلی دریاچه؛ یعنی شکلی که دریاچه پس از آخرین تغییر و تحولات اقلیمی یک دوره مشخص به خود گرفته است. تکامل خط ساحلی به ماندگاری آب در دریاچه بستگی دارد. هر چه دریاچه سن بیشتری داشته باشد، ساحل آن بیشتر تکامل پیدا می‌کند.

درجه تکامل خط ساحلی (DL) نسبت طول خط ساحلی به محیط دایره‌ای منطقه که برابر با وسعت دریاچه است و آن را با رابطه ۷ نمایش می‌دهند (دولسن و همکاران^۳، ۲۰۰۹).

$$DL = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}} \quad (7)$$

L = طول خط ساحلی به کیلومتر A = مساحت به کیلومتر مربع است. با توجه به رابطه بالا، تکامل خط ساحلی برای دریاچه مورد نظر عبارت است از:

$$DL = \frac{55.11}{2\sqrt{3.14 \times 75}} = 1.80$$

درجه تکامل خط ساحلی دریاچه قدیم خرم‌آباد

بیشتر دریاچه‌ها دارای DL در حدود ۲ هستند. اکثر دریاچه‌های دایره‌ای، مانند دریاچه‌های کراتری، کتلی DL نزدیک به این واحد دارند. افزایش DL باعث کشیده شدن شکل دریاچه می‌شود. عدد به دست آمده دلیلی بر دایره‌ای

۱- Development of volume

۲- Wetzel

۳- Dolson et al

بودن شکل دریاچه در گذشته بوده است. شکل دریاچه مذکور بیشتر تحت تأثیر ساختمان و نحوه چین خوردگی زمین بوده است.

توسعه خط ساحلی^۱ (CLD)

نسبت طول گستره خط ساحلی به محیط دایره‌ای منطقه که برابر با وسعت دریاچه است و از رابطه ۸ به دست می‌آید.

$$CLD = \frac{P}{2 \times (\pi \times A)^{\frac{1}{2}}} \quad (8)$$

در این رابطه P محیط خط ساحلی و A مساحت دریاچه است.

توسعه خط ساحلی بیشترین تغییرات بین دو دوره زمانی را نشان می‌دهد. کمترین مقدار (CLD) در نتیجه تشکیل دریاچه‌های دایره‌ای، کم عمق و کوچک در طی دوره‌های مرطوب به وجود می‌آید. همچنین، پس از دوره‌های بارانی بی‌نظمی دریاچه‌ها از نظر حجم افزایش پیدا می‌کند و مقدار (CLD) بیشتر می‌شود. مزیت استفاده از (CLD) منعکس کننده پتانسیل دریاچه‌ها برای توسعه تمام کرانه ساحلی است. (CLD) نشان‌دهنده شکل دایره است. مقدار (CLD) بین ۱ تا ۲ نشان‌دهنده دریاچه‌های نیمه‌مدور و مقدار (CLD) بیشتر از ۲ نشان‌دهنده دریاچه‌های بیضی شکل است. برای دریاچه‌هایی که تحت تأثیر جری‌ان‌های طغیانی رودخانه‌های کوهستانی هستند (CLD) بیشتر می‌شود (وانیسا و همکاران^۲، ۲۰۱۱).

مقدار (CLD) برای دریاچه مذکور برابر با ۱/۸۰ بوده است. با توجه به رقم به دست آمده شکل دریاچه به نیمه‌مدور

$$CLD = \frac{55.11}{2 \times (3.14 \times 75)^{\frac{1}{2}}} = 1.80$$

بوده است. این شکل متأثر از ساختمان و نحوه چین خوردگی زمین بوده است.

طول خط ساحلی (L)

بر اساس منحنی میزان ۱۲۰۰ متر طول خط ساحلی دریاچه مذکور برابر ۵۵/۱۱ کیلومتر بوده است.

شیب بستر دریاچه

بر اساس اطلاعات جدول (۳) بیشترین مساحت بستر دریاچه دارای شیبی بین ۱-۲ درجه است که به سمت جنوب غربی محل پارگی دریاچه شیب بیشتر و به ۲-۵ درجه می‌رسد. میانگین شیب بستر دریاچه ۰/۹۴ درجه است که این دلیلی بر راکد بودن آب در سطح دریاچه در زمان گذشته بوده است. شیب بالاتر از ۵ درجه در محدوده مورد مطالعه مربوط به جزیره‌ای است که در سمت شرق دریاچه وجود داشته است.

جدول ۳) کلاس‌بندی شیب بستر دریاچه قدیم خرم‌آباد

شیب به درجه	مساحت به کیلومتر مربع	درصد مساحت منطقه
۰-۱	۲۰/۹	۲۷/۶۸
۱-۲	۲۶/۲	۳۴/۷۰
۲-۵	۱۸/۶	۲۴/۶
۵-۱۲	۸/۳	۱۱
۱۲-۲۰	۱/۵	۲
جمع	۷۵/۵	۱۰۰

مأخذ: نقشه مدل رقومی ارتفاعی ایران

علل نابودی دریاچه

با پایان یافتن آخرین دوره یخچالی، شرایط گرم و مرطوبی در ایران آغاز شد و میزان بارندگی افزایش یافت؛ به طوری که حدود ۵۵۰۰ تا ۶۰۰۰ سال پیش به حداکثر خود که ۴ تا ۵ برابر میزان متوسط امروزی بود، رسید. متعاقب آن، آب دریاچه‌های داخل بالا آمد و به بالاترین سطح خود رسید (مرادی غیاث آبادی، ۱۳۸۴). به علت حجم زیاد آب‌های ورودی به دریاچه خرم‌آباد و گنجایش کم محیط دریاچه بر نگهداری آب و مقاومت نکردن سنگ‌های اطراف که از جنس آهک هستند و انحلال این سنگ‌ها در قسمت جنوب غربی دریاچه، نزدیک روستای چمنجیر پارگی به وجود آمد و آب دریاچه به طور کامل تخلیه شد. تشکیل نشدن تراس‌های متعدد در سطح دریاچه و ایجاد یک دره عمیق در قسمت خروجی دریاچه دلیلی بر این موضوع است.



شکل ۸) عکس ماهواره‌ای از بستر دریاچه قدیم خرم‌آباد

نتیجه گیری

قرار گرفتن دشت‌ها در بین رشته کوه‌های زاگرس چین‌خورده و ایجاد حوضه‌های بسته شرایط مساعدی برای ایجاد دریاچه‌ها در طی کواترنر و ابتدای دوران چهارم به وجود آورده است. دریاچه مورد مطالعه در ابتدای دوران چهارم و کواترنر، در دشت مرکزی خرم‌آباد یکی از دشت‌های میان‌کوهی زاگرس چین‌خورده به وجود آمده است. مطالعات ژئوفیزیک و ژئوالکتریک، علایم و نشانه‌های روی نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه مانند *آبراهه‌های دوشاخه‌ای* منقطع، نقاط ارتفاعی منفرد در سطح دریاچه و تراس‌های موجود در منطقه وجود دریاچه را در منطقه اثبات می‌کنند. بر اساس این مطالعات، تغییرات برآیند مقاومت مخصوص الکتریکی ستونی از زمین به ضخامت ۷۵ متر را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. تمام ارقام مقاومت مخصوص الکتریکی ستونی از زمین به ضخامت ۷۵ متر را در محدوده دانه‌ریز و اکثر رسی و سیلتی همراه با مقدار کمی شن و ماسه است. بر این اساس، گسترش رسوبات دانه‌ریز رسی نشانه عمل محیط آبی آرام در طی مدت زمان طولانی بوده است. مقاومت الکتریکی در سراسر دشت کمتر از ۵۰ اهم متر بوده است و در مناطق دور از واریزه‌های جانبی تا کمتر از ۳۰ اهم متر کاهش می‌یابد. مناطق مرکزی دشت که در جریان آبی آرام واقع شده‌اند، دارای رسوبات سیلتی و رسی با مقاومت مخصوص کمتر از ۲۵ اهم متر است. در نتیجه‌گیری مطالعات ژئوفیزیک دشت کرگاه، نکته مورد توجه این است که از نظر هیدرولوژی دشت کرگاه را می‌توان به صورت یک سنگینال دانست که سازند جوانتر مارن آهکی گورپی، آهک‌های قدیم‌تر ایلام و سروک را می‌پوشاند. همچنین، این دشت به وسیله منحنی ژئوالکتریک ۵۰ اهم متر احاطه شده است. بستر دریاچه مورد مطالعه، یکی از کانون‌هایی است که زندگی شهری و روستایی بسیار زیادی را در بستر خود در طول تاریخ تاکنون به وجود آورده است. به همین دلیل، تحلیل شاخص‌های مورفومتری دریاچه و تعیین حدود دقیق آن برای برنامه‌ریزی محیطی به منظور استفاده انسان‌هایی که در این منطقه زندگی می‌کنند، دارای اهمیت بسیار زیادی است. براساس نتایج تحقیق، دریاچه دارای وسعتی در حدود ۷۵ کیلومتر مربع، عمق حداکثر ۷۵ متر، عمق متوسط ۳۲/۲۶ متر، نسبت عمق متوسط به عمق حداکثر ۰/۴۳، حجم ۲۴۱۹/۷ میلیون مترمکعب، طول خط ساحلی ۵۵/۱۱ کیلومتر، درجه تکامل خط ساحلی ۱/۸۰ بوده است. بستر دریاچه با میانگین شیب ۰/۹۴ درجه دارای حجم بسیار زیاد رسوباتی است که به این منطقه منتقل شده است. این رسوبات نرم و ریزدانه در مقابل فرسایش آبی حساس بوده و آبهای جاری در منطقه با فرسایش این رسوبات ژئوفرم‌های زیادی، از قبیل گالی‌ها و برش‌های رودخانه‌ای در سطح منطقه به وجود آورده‌اند. با تعیین دقیق حدود دریاچه می‌توان از فرسایش آبی در منطقه جلوگیری کرد. به علت حجم زیاد آبهای ورودی به دریاچه و مقاومت نکردن سنگ‌های سدکننده؛ همچنین، آهکی بودن سنگ‌ها و انحلال سنگ‌های آهکی در قسمت جنوب‌غربی دریاچه نزدیک روستای چمانجیر پارگی به وجود آمده و آب دریاچه یک‌دفعه تخلیه شده است. تشکیل نشدن تراس‌های متعدد در سطح دریاچه و ایجاد یک دره عمیق در قسمت خروجی دریاچه دلیلی بر این موضوع است.

منابع

- ۱- بیرانوند، حجت‌اله. (۱۳۹۰). بررسی ویژگی‌های مورفومتری دریاچه سیمره، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، با راهنمایی دکتر مسعود معیری، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا.
- ۲- جداری عیوضی، جمشید. (۱۳۷۳). *جغرافیای آبها*، انتشارات دانشگاه پیام نور، صص ۲۳۰.
- ۳- حاتمی فرد، رامین. (۱۳۸۹). *تحولات پالئوایدروژئومورفولوژی کوه‌دشت*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، با راهنمایی دکتر محمدحسین رامشت، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا.
- ۴- رامشت، محمدحسین. (۱۳۸۲). *دریاچه‌های دوران چهارم بستر مدینیت در ایران*، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد پانزدهم، صص ۱۳-۳۷.
- ۵- _____ (۱۳۸۵). *نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)*، تهران: سمت، چاپ دوم، ۲۶۸ص.
- ۶- زمردیان، محمدجعفر. (۱۳۸۷). *ژئومورفولوژی ایران*، فرایندهای اقلیمی و دینامیکی بیرونی، جلد دوم، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۶۷ص.
- ۷- زمردیان، محمدجعفر. (۱۳۸۷). *ژئومورفولوژی ایران*، فرآیندهای ساختمانی و دینامیک‌های درونی، جلد اول، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۱ص.
- ۸- سازمان منطقه‌ای آب استان لرستان، ۱۳۹۲.
- ۹- گران‌توسکی، کشاورزی، کیخسرو. (۱۳۶۱). *تاریخ ایران از زمان باستان تا امروز*، تهران: چاپ پویش، ۶۵۴ص.
- ۱۰- مرادی غیاث‌آبادی، رضا. (۱۳۸۴). *ایران سرزمین همیشگی آریاییان*، روزنامه شرق، مجله رشد جغرافیا، ش ۱۴۵۲.
- ۱۱- مقیمی، ابراهیم و محمودی، فرج‌اله. (۱۳۸۳). *روش تحقیق در جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)*، تهران: انتشارات قومس، ۲۸۴ص.
- ۱۲- مؤسسه آبشناسی ایران. (۱۳۴۷). گزارش بررسی زمین‌شناسی قسمت جنوب غربی خرم‌آباد، صص ۳۸.
- ۱۳- مؤسسه آبشناسی ایران. (۱۳۴۷). گزارش بررسی و مطالعات ژئوفیزیک دشت خرم‌آباد به روش الکترونیک، صص ۵۳.
- ۱۴- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، خرم‌آباد (۱-۵۶۵۶)، چم‌باغ (۴-۵۶۵۶) و سراب دوره (۱-۵۶۵۷).
- ۱۵- نقشه رقومی ارتفاعی ایران (Dem).
- 16- Agnieszka, E. Lawniczak. Choinski, A. kurzyca, I.(2011). Dynamics of lake Morphometry and Bathymetry in Various Hydrological Conditions, polish J.of Environ. stud. Vol. 20, No,pp: 931-940.
- 17- Ambrosetti, W. & L. barbanati.(2002). Physical limnology of Italian lakes. 1. Relation between morphometry and heat content. Journal of Limnology, 61,pp: 147-157.
- 18-Anthony, L. Swinehart and George, R. Parker.(2002). The potential role of lake basin Morphometry in the formation and development of peatlands in Indiana, Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907-1155 USA, Proceedings of the Indiana Academy of Science 1 ,pp:32-44.
- 19- Cheruvilil, K. S. & P. A. Soranno.(2008). Relationships between lake macrophyte cover and lake and landscape features. *Aquatic Botany*, 88,pp: 219-227.
- 20- Dolson, R. McCann, K. and Rooney, N.(2009). Lake morphometry predicts the degree of habitat coupling by a mobile predator Dept of Integrative Biology, Univ. of Guelph, Guelph, ON, N1G

- 2W1, Canada, M. Ridgway, Harkness Laboratory of Fisheries Research, Ontario Ministry of Natural Resources, Trent Univ., Peterborough, ON, Canada. Journal compilation, pp: 1230-1238.
- 21-Heiskary, S. and Lindon, M. (2005). Interrelationships Among Water Quality, Lake Morphometry, Rooted Plants and Related Factors for Selected Shallow Lakes of West-Central Minnesota, Minnesota Pollution Control Agency Environmental Analysis & Outcomes Division, pp:141.
- 22-hoyer, M. 2001, A Beginner's Guide to Water Management Lake Morphometry University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Department of Fisheries and Aquatic Sciences 7922 NW 71st Street, pp, 39.
- 23-Jules, M. Blais and Jacob, K. 1995, The influence of lake morphometry on sediment focusing Department of Biology, McGill University, *Limnol. Oceanogr.*, 40(3), 582-588.
- 24-Keller, E.A., Pinter, N. 2002, Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape, Prentice Hall, New Jersey, Keller, E.A., Chacón.
- 25-Keller, E.A. R. El Hamdouni, 2008, Assessment of Relative Active Tectonic Southwest Border of the Sirra Nevada, *Geomorphology* 96, 150- 173.
- 26- Noges, T. 2009, Relationships between morphometry, geographic location and water quality parameters of European lakes, *European surface lakes Hydrobiologia* (633:33-43.
- 27- Liu, W. Zhang, Q. Liu, G, 2011, Effects of Watershed Land Use and Lake Morphometry on the Trophic State of Chinese Lakes: Implications for Eutrophication Control, *Clean – Soil, Air, Water*, 39 (1), 35-42.
- 28- Rooney, N. & J. Kalff, 2000, Inter-annual variation in submerged macrophyte community biomass and distribution: the influence of temperature and lake morphometry. *Aquatic Botany*, 68: 321-335.
- 29-Trainor, K. Church, M. 1996, Lake Morphometry assessment and characterization, Department of Geography the University of British Columbia Vancouver, British Columbia, V6T1Z2, PP 45.
- 30-Vanesa Y. Bohn, Gerardo M. E. Perillo and Maria, C. Piccolo, 2011, Distribution and morphometry of shallow lakes in a temperate zone (Buenos Aires Province, Argentina), *Asociación Ibérica de Limnología*, Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409, *Limnetica*, 30 (1): 89-102.
- 31-Vega, J. C., J. J. Dehoyos, J. Aldasoro, J. Demaguel & H. Fraile. 2005, Nuevos datos morfométricos para el Lago de Sanabria. *Limnetica*, 24, pp 115-122.
- 32- Wetzel, R. G.(1990) Land-water interfaces: metabolic and limnologic regulators *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 24: 6-24.