بازیابی سکانس‌ها و گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه در پلایای جازموریان براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در کواترنری

عارفه شعبانی‌عراقی: *دکترای ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران*
مجتبی یمانی*: *استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران*
ابوالقاسم گورابی: *دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران*
راضیه لک: *دانشیار دانشکده‌ی علوم زمین، تهران*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچه‌ی مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۲)
DOR: 20.1001.1.22517812.1400.11.2.8.8

چکیده

محیط طبیعی متأثر از اقلیم و تغییرات آن، اشکال ژئومورفیک مختلفی دارد. حاکمیت فازهای مختلف آب‌وهوایی و تغییر بیلان ماده و انرژی، به عملکرد سیستم‌های متفاوت شکل‌زایی در محیط منجر می‌شود. دریاچه‌های دیرینه یکی از اشکال ژئومورفیک دوره‌ی کواترنری است که امروزه بسیاری از این دریاچه‌ها یا به طور کامل خشک شده و از بین رفته‌اند، یا دریاچه‌های موقت و گاه دائمی دارند. پلایای جازموریان واقع در جنوب شرقی کشور که امروزه در منطقه‌ی آب‌وهوایی خشک قرار دارد، درگذشته شرایط اقلیمی متفاوتی را تجربه کرده و شواهد رسوبی و ژئومورفولوژیک مبتنی بر وجود دریاچه در منطقه برجای مانده‌است. در حاشیه‌ی این دریاچه، آثار و شواهد ژئومورفیک از جمله پادگانه‌های دریاچه‌ای وجود دارد که بهترین شاهد برای بازسازی سطح آب دریاچه در گذشته است. قرار گرفتن این پادگانه‌ها در ارتفاع‌های مختلف، تغییرات سطح آب دریاچه‌های قدیمی را نسبت به شرایط کنونی نشان می‌دهد. هدف از این پژوهش، بازسازی پادگانه‌های دریاچه‌ای به عنوان شواهد پالئوژئومورفولوژیک حوضه و تعیین وسعت و عمق دریاچه‌ی جازموریان در گذشته است. این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی، آزمایشگاهی و نرم افزاری انجام شد. پس از بررسی منطقه برای اولین بار، پادگانه‌های دریاچه‌ای در منطقه شناسایی شد. در مرحله‌ی بعد، نمونه‌های برداشت شده از این سطوح به صورت آزمایشگاهی بررسی و دریاچه‌ای بودن آنها تأیید شد. سپس با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و نقشه‌کشی براساس ارتفاع پادگانه‌های دریاچه‌ای ثبت شده، سطوح گستره‌ی دریاچه تعیین و در نهایت، حدود این سطوح با توجه به سایر عوامل طبیعی مانند شیب، جهت شیب، شبکه زهکشی و بررسی‌های زمین‌شناسی تصحیح شد. نتایج حاکی از آن است که سه سطح پادگانه‌ای در پلایای جازموریان در ارتفاع مختلف در غرب دریاچه‌ی فصلی کنونی ـ که بیانگر فازهای مختلف اقلیمی و گسترش این دریاچه در گذشته است ـ مشخص و وسعت دریاچه‌ی کهن نیز در این منطقه بازیابی شد.

واژگان کلیدی: پادگانه‌ی دریاچه‌ای، پلایا، جازموریان، دیرینه‌شناسی، کواترنری.

* نویسنده مسئول: myamani@ut.ac.ir

۱ـ مقدمه

دریاچه‌های کواترنری یا همان پلایاهای امروز، از تیپ‌های مهم ژئومورفویک در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Yechili and Wood, 2002) که در نقاط مختلف جهان مانند جنوب آمریکا، آفریقا، آسیا و استرالیا دیده می‌شود (Halliday et al, 1995). در گذر زمان و به دلایل گوناگون، سطح زمین تغییرات اقلیمی زیادی متحمل شده‌است. این تغییرات اقلیمی در موقعیت‌های جغرافیایی، به شکل‌های متفاوتی بروز کرده و بر حسب ویژگی‌های منطقه‌ای و مکانی آثار متفاوتی بر جای نهاده‌است. بررسی نحوه‌ی تغییرات اقلیمی در طول کواترنری به لحاظ مواریث این دوره و به دلیل عظمت تغییرات حاصل از تحولات اقلیمی در سطح زمین، اهمیت زیادی دارد. پژوهش‌های محیط دریاچه‌ای در جایگاه خود می‌تواند به درک بیشتر تحولات اقلیمی کمک شایانی کند (Salehipour et al, 2020)؛ زیرا پلایا یک حوضه‌ی درون قاره‌ای است که به تغییرات اقلیمی حساس می‌باشد (Roy et al, 2006). همچنین بیشتر دریاچه‌های جهان چند صد تا ده‌ها هزار سال قدمت دارند و در بازه زمانی زمین‌شناسی، دریاچه‌ها کوچک‌تر و پس از مدتی خشک می‌شوند و از بین می‌روند (Day, 2006). دو ویژگی اصلی دریاچه‌ها، یکی حساسیت و ارتباط مستقیم آنها با تغییرات آب‌وهوایی و دیگری، مطالعات توالی عمودی دریاچه‌هاست که می‌توان تغییرات را از سواحل به مرکز دریاچه از دیدگاه رسوب-شناسی و تغییرات شیمیایی آب بررسی کرد. همچنین یکی از بهترین شواهد برای بازسانی شرایط پالئوژئومورفولوژیکی در محیط‌های ساحلی دریایی و دریاچه‌ای، استفاده از داده‌های خطوط ساحلی است که می‌تواند فازهای مختلف تغییرات اقلیمی را مشخص کند. یک پادگانه‌ی دریاچه‌ای بیانگر پهنه و ساحل قدیمی مربوط به یک دوره‌ی یخچالی، مجاور یخچالی یا غیر یخچالی است (Pirazzoli, 2005). دوران یخچالی و بین‌یخچالی در ایران در عرض‌های جغرافیایی مختلف، آب‌وهوای متفاوتی را ایجاد کرده‌است. در دوران یخچالی که اکثر نقاط اروپا آب‌وهوای سرد و خشک داشته-اند، در عرض‌های جغرافیایی مختلف ایران آب‌وهوای سرد و مرطوب، گرم و مرطوب و گرم و خشک حاکم بود (Asghari Moghadam, 2011). از جمله شواهد ژئومورفولوژیکی که به تعیین حدود دریاچه‌ها کمک می‌کند، پادگانه‌های دریاچه‌ای است. پادگانه‌های دریاچه‌ای شامل یک سطح ژئومورفیک شیب‌دار و مسطح است که خطوط ساحلی قبلی دریاچه‌ها را نشان می‌دهد. یک پادگانه‌ی دریاچه‌ای می‌تواند به وسیله‌ی سایش و فرسایش مواد تشکیل-دهنده‌ی خطوط ساحلی، انباشت‌های رسوبی در محیط‌های آبی کم‌عمق تا کمی پدیدار شده یا ترکیبی از این فرآیندها تشکیل شود. با توجه به اندازه‌ی کوچک دریاچه‌ها نسبت به محیط‌های آبی دریایی، پادگانه‌های دریاچه‌ای روی هم رفته به طور چشمگیری کم‌عرض است و نسبت به پادگانه‌های دریایی توسعه‌ی کمتری دارد. مورفولوژی پادگانه‌ها، درک مفیدی از تاریخ تحولات دریاچه‌ای فراهم می‌آورد و به شناخت فرآیندهای دریاچه‌ای در مقیاس‌های محلی و قاره‌ای کمک می‌کند.

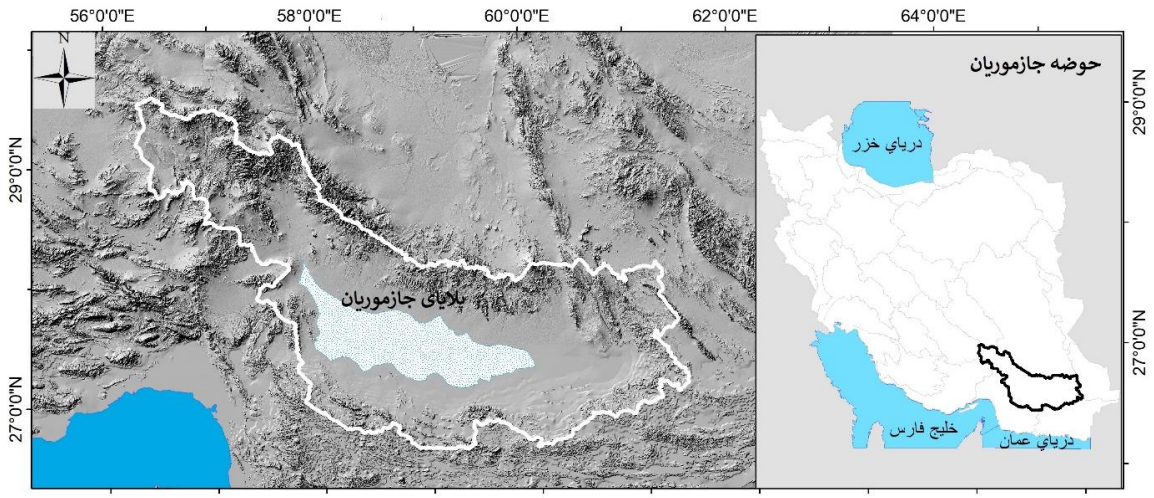
پژوهشگران متعددی درباره‌ی دریاچه‌های کواترنری در ایران و جهان تحقیق کرده‌اند؛ از جمله آنها Hedin است که در سال ۱۹۱۰، بریدگی تند روی پادگانه (تراس) لسی نزدیک روستای طُرود استان سمنان، بخش شرقی منطقه‌ی مورد مطالعه را نشانه‌ای از موقعیت گذشته‌ی دریاچه‌ی دشت کویر می‌داند. Bobek (۱۹۵۶) با مطالعه‌ی عکس‌های هوایی و بررسی زمین‌های اطراف دشت پلایا از طریق شواهد ژئومورفولوژیکی، به اثبات شرایط مرطوب‌تر گذشته نسبت به امروز می‌پردازد. Gabril (۱۹۵۷)، آثار جزر و مد خطوط ساحلی قدیمی را به طور متناوب در اطراف دشت کویر و

ارتفاعات دو کوه جزیره‌شکل ــ که کاملاً در رسوبات کویری فرورفته‌اند ــ مشاهده کرده‌است و آنها را نشان از شرایط اقلیمی متفاوت منطقه می‌داند. Huckaride و همکاران (۱۹۶۲) با مطالعه‌ی شواهد زمین‌شناسی دوران چهارم در منطقه‌ی کرمان و جنوب ــ شرق ایران مرکزی، شرایط مرطوب ایران را در گذشته مشخص کردند و گزارش‌های خود را در این زمینه ارائه دادند. Eberland (۱۹۶۵) با بررسی شبکه زهکش زاگرس مرکزی، به وجود دریاچه‌های پلوویال در این کوهستان اشاره و تپه شاهدهای موجود در حد واسط بین دشت و کوهستان را به عنوان تراس‌های باقی‌مانده از این دریاچه معرفی کرد. Morrisone (۱۹۶۸) در توصیف دریاچه‌های پلوویال دنیا، همه‌ی چاله‌های داخلی و بسته‌ی ایران را به عنوان دریاچه‌ی پلوویال معرفی کرده‌است. Dogel و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی با عنوان بازسازی پالئوژئوهیدرولوژی دریاچه‌ی خشک مرکزی استرالیا (دریاچه‌ی ایری Eyre) درکواترنری پسین مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از مدل دیجیتال ارتفاع به این نتیجه رسیدند که دریاچه در زمان اوج، سه برابر مساحت فعلی را در کواترنری پسین تجربه کرده‌است. Horton (۲۰۰۴) با بررسی تأثیرات تغییرات سطح آب‌های خلیج‌فارس بر جوامع انسانی به این نتیجه رسید که تغییرات سطح آب خلیج‌فارس در شکل‌گیری تمدن‌های جهان مؤثر بوده‌است. Kuzughlo (۲۰۱۰) نیز ده پادگانه‌ی دریاچه‌ای را در دریاچه‌ی وان ترکیه یافت که پایین‌ترین سطح تراس دریاچه‌ای، در ارتفاع ۷ متری از سطح دریاچه با سن ۲۷۹۰۰ سال قبل قرار دارد و بالاترین سطح ارتفاعی این تراس، در ارتفاع ۸۸ متری با سن حدود ۳۴۰۰۰ سال قبل از سطح دریاچه. Castaneda و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی منشأ و تکامل دریاچه-ی سارینینا در حوضه مرکزی ابرو پرداختند و با استفاده از داده‌ها و شواهد محیطی در بازدیدهای میدانی و واکاوی‌های گوناگون رسوبی، نحوه‌ی تشکیل و تکامل دریاچه را در گذر زمان شرح دادند. Marlon و همکاران (۲۰۱۸) از طریق بازسازی سوابق دریاچه از شواهد گرده و ... ، به بررسی الگوهای رطوبت در ابتدای هولوسن در شبه‌جزیره‌ی ایبری پرداختند و مدل‌های پالئوکلیما را با آنها تطبیق دادند. در نهایت، تغییرات اقلیمی این دوره را در منطقه تعیین کردند. Hong و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی دیرینه‌شناسی کواترنری در تالاب‌های بیابانی و دریاچه‌های پلوویال در حوضه‌ی دریاچه سودا، کویر مرکزی موهیو در کالیفرنیای امریکا پرداختند و تغییرات اقلیمی را با استناد به شواهد محیطی و روش‌های آزمایشگاهی گوناگون تحلیل کردند. Shabani Eraghi (۲۰۱۳) به بررسی شواهد مرفولوژیکی و رسوب-شناسی میقان به منظور تعیین حدود گسترش آن در کواترنری پرداخت و با استناد به داده‌ها و شواهد تکتونیکی و مورفولوژیکی در منطقه، شرایط مرطوب‌تری را با وسعت بیشتر دریاچه‌ی پلوویال در هولوسن بیان کرد. Salehi pour milani و همکاران (۲۰۱۵) نیز با استفاده از مطالعه‌ی پادگانه‌های دریاچه‌ای، به بازسازی سطوح دیرینه‌ی دریاچه‌ی ارومیه در پلیوستوسن پایانی پرداخت. طی مطالعات میدانی آنها، ۲۴ پادگانه‌ی دریاچه‌ای شناسایی و ۸ سطح ارتفاعی از این طریق برای دریاچه‌ی ارومیه تعریف شد. Shahzaidi (۲۰۱۵) به بررسی تحولات شکل‌زایی چاله لوت در کواترنری (با تأکید بر بازسازی پادگانه‌های دریاچه‌ای) پرداخت و به شناسایی ۷ سطح فرسایشی یا به عبارتی پادگانه‌های دریاچه-ای در بخش شرقی و شمالی آن پرداخت و براساس اصل انطباق این سطوح، دوره‌های مرطوب‌تر را با شدت و ضعف متعدد به خوبی مشخص کرد. Maghsoudi و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از داده‌های سنجش از دور و داده‌های آزمایشگاهی، به تعیین گستره‌ی دریاچه‌ی پلوویال لوت براساس شواهد رسوبی و ژئومورفولوژیکی پرداختند و حدود گستره‌ی دریاچه را تعیین و دوره‌ی مرطوب‌تری را در گذشته تأیید کردند. Yamani و همکاران (۲۰۲۰) براساس

شواهد رسوبی و ژئومورفیک، به بازسازی حدود گسترش پلایای میقان در کواترنری پسین پرداختند و با استناد به تراس دریاچه‌ای و شواهد رسوبی لاگ‌های اکتشافی، محدوده‌ی دریاچه در گذشته را تعیین کردند. یکی از وظایف عمده‌ی ژئومورفولوژیست‌ها در پژوهش در مورد محیط‌های دیرینه، شناسایی و تهیه‌ی نقشه‌ی خطوط ساحلی دریاچه-های دیرینه است که تغییرات هیدرولوژیکی را از شرایط مرطوب به خشک نشان می‌دهد. این مطالعات، براساس ارتفاع پادگانه‌های دریاچه‌ای با بازسازی حجم و ابعاد دریاچه‌های دیرینه و بررسی شرایط اقلیمی صورت می‌گیرد. پادگانه‌ها از بهترین شواهد بازسازی شرایط پالئوژئومورفولوژیکی دیرینه در محیط‌های ساحلی دریاها و دریاچه‌ها است؛ زیرا نوسان سطح آب و به تبع آن پیشروی و پسروی‌های آب، آنها را در ساحل به وجود آورده‌است. با بررسی تعداد پادگانه‌ها می‌توان فازهای مختلف تغییرات اقلیمی را مشخص و تغییرات گستره‌ی دریاچه‌ها را تعیین کرد. هدف این پژوهش، شناسایی شواهد پادگانه‌های دریاچه‌ای جازموریان برای اولین بار، بررسی نوسانات سطح آب و سطوح گستره‌ی دریاچه-ی دیرینه در گذشته براساس ارتفاع و مکان‌گزینی پادگانه‌ها با ادغام شرایط طبیعی و ژئومورفولوژیکی در منطقه‌ی جازموریان است تا تأثیر تغییرات اقلیمی بر شواهد ژئومورفولوژی در این منطقه مشخص شود.

۲ـ منطقه‌ی مورد مطالعه

چاله‌ی جازموریان در استان کرمان و سیستان و بلوچستان، در نیمه‌ی جنوبی کشور واقع است. حوضه آبریز جازموریان از شمال توسط کوه‌های لاله‌زار، جبال‌بارز و کوه شهسواران از حوضه آبریز کویر لوت و از جنوب، توسط کوه‌های بشاگرد از حوضه آبریز دریای عمان و خلیج فارس جدا شده‌است. پلایای جازموریان در چاله‌ی فرونشستی جنوب شرقی ایران واقع شده‌است که از اطراف به ارتفاعات برخورد می‌کند و مرکز چاله با کمترین شیب ارتفاع، پست‌ترین نقطه در این حوضه آبریز به شمار می‌رود. وضعیت توپوگرافی و شیب منطقه در حوضه آبریز جازموریان به گونه‌ای است که تمام زمین‌های درون حوضه، ۰ تا ۷ درجه شیب دارد. در محدوده‌ی مرکزی و حدود پلایای فعلی، همه‌ی سطوح دارای شیب ۰-۵ درصد است که از شیب بسیار کم و یکنواخت منطقه حکایت دارد و تقارن چاله در چهار جهت نیز شرایط بستر دریاچه را در گذشته تأیید می‌کند. از نظر زمین‌شناسی نیز حوضه‌ی جازموریان، یک فرورفتگی است که با گسل‌های پیرامون حوضه و کوه‌ها احاطه شده‌است. علت ایجاد فرورفتگی جازموریان، فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی عمان در شمال مکران است (Darvish zade, 1970). Shtoklin (۱۹۷۰)، این پدیده‌ی فروافتادگی را به رخدادهای نئوژن ــ کواترنری نسبت می‌دهد، ولی Krinsley (۱۹۷۰) زمان تشکیل آن را پلیوستوسن می‌داند.



شکل ۱: نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی منطقه

۳ـ مواد و روش

روش این پژوهش، سیستمی است که در آن با جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و بررسی عوامل تأثیرگذار بر پژوهش، نتایج ادغام و نتیجه‌گیری برای موضوع ارائه شده‌است. گردآوری داده‌ها شامل چند مرحله است که عبارتند از: اسناد و منابع کتابخانه‌ای، اطلاعات و داده‌های آماری، منابع و مدارک تصویری، داده‌های مطالعات سنجش‌ازدور، میدانی و تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی. از ابزارهای این پژوهش می‌توان به ابزارهای فیزیکی شامل (نقشه‌ها و تصاویر، ابزارهای میدانی (نمونه‌برداری)، ابزارهای تصویربرداری، اندازه‌گیری و ابزار آزمایشگاهی) و ابزارهای مفهومی شامل نرم-افزارهای مختلف اشاره کرد. در این پژوهش، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی به عنوان پایه و اساس قرار گرفته‌است. مراحل میدانی به طور خلاصه عبارتند از: بازدید اولیه (شناسایی)، کنترل زمینی و اندازه‌گیری (ثبت)، نمونه‌برداری (برداشت) و بازدید نهایی. در ابتدا با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و تصاویر ماهواره‌ای با تکنیک‌های سنجش‌ازدور، خطوط ساحلی قدیمی و موقعیت‌های احتمالی پادگانه‌های دریاچه‌ای در اطراف پلایا بررسی شد. در بازدید میدانی و بررسی شواهد محیطی در اطراف پلایا و حواشی آنها، پادگانه‌های دریاچه‌ای برای اولین بار شناسایی و موقعیت دقیق آنها مشخص شد. سپس با استفاده از GPS دو فرکانسه‌ی سازمان زمین‌شناسی کشور، ارتفاع آنان تعیین و پروفیل‌هایی از ارتفاع و سطح آنها ثبت شد. همچنین برای بررسی ویژگی‌های رسوبی پادگانه‌های دریاچه برای تشخیص ماهیت رسوبی، از این مناطق نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل دانه‌سنجی[1]، تعیین اندازه ذرات رسوبی و تشخیص شرایط رسوب‌گذاری و حمل، به آزمایشگاه منتقل و بررسی شد. سپس بر اساس نتایج این واکاوی، از شاخص M/S ـ که از نسبت Mud به Sand به دست می‌آید و (شاخص ساحل دریاچه) است ـ استفاده شد. افزایش مقدار این شاخص، عمق آب را نشان می‌دهد و کاهش مقدار آن، نشان‌دهنده‌ی ساحل دریاچه است؛ زیرا رسوب درشت‌دانه به انرژی بیشتری برای حمل نیاز دارد و برعکس. سپس با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و تکنیک-های نقشه‌کشی، سطوح گستره‌ی دریاچه با تکنیک کورلیشن در نرم‌افزار Arc GIS بازسازی شد و در نهایت، سطوح دریاچه‌ی دیرینه در گستره‌های مختلف براساس عوامل محیطی مانند شیب عمومی چاله در جهات مختلف، ارتفاع

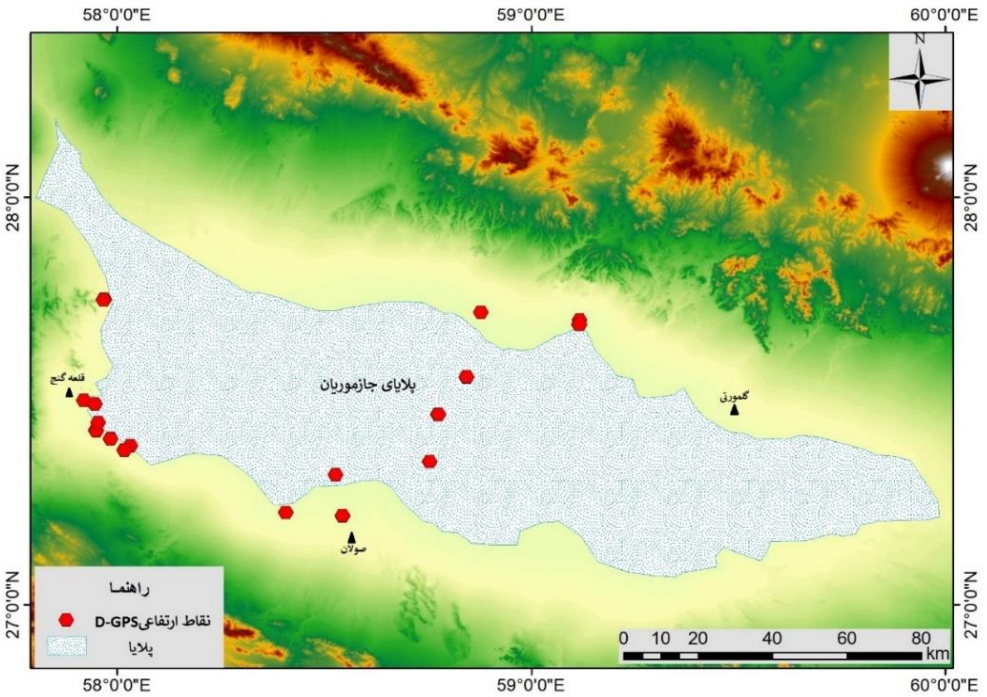
[1] Granolomery

پادگانه‌های دریاچه‌ای، شواهد شبکه زهکشی و ویژگی‌های خاک و زمین‌شناسی تصحیح و منطبق شد. نتایج این پژوهش، ارائه‌ی نقشه‌های پالئوژئومورفولوژی محدوده‌های دریاچه‌ی دیرینه‌ی جازموریان در کواترنری است.

۴ـ یافته‌ها (نتایج)

شناسایی شواهد ژئومورفولوژیکی (پادگانه‌های دریاچه‌ای) در پلایای جازموریان

در خصوص بررسی شرایط مورفولوژیکی متأثر از شرایط اقلیمی در پلایای جازموریان و تعیین حدود گستره‌ی این دریاچه در کواترنری، کار دقیقی انجام نشده‌است و محققان پیشین نظرات متفاوتی را درباره‌ی اقلیم منطقه بیان کرده‌اند؛ به همین دلیل، در ابتدا برای شناسایی پادگانه‌های دریاچه‌ای به عنوان شواهد ژئومورفولوژی دریاچه‌ی دیرینه در پلایای جازموریان، بازدید از پلایا از شمال‌غرب منطقه آغاز شد و به سمت جنوب‌غربی و جنوب منطقه ادامه یافت و پس از برخورد با محدوده‌ی ریگ‌زار در جنوب شرقی چاله مسیر، از محدوده‌ی میانی و مرکز چاله به سمت شمال پلایا دنبال شد و محدوده‌ی شمالی پلایا به طور کامل بررسی شد. در بازدیدهای میدانی، برای اولین بار سه سطح پادگانه‌ای در قسمت غرب و جنوب غربی شناسایی شد. سپس این محدوده‌ها براساس موقعیت جغرافیایی، اندازه رسوبات و یکپارچکی بافت رسوبات در اطراف پلایای جازموریان، به عنوان پادگانه‌های دریاچه‌ای مشخص شد. همچنین برای تعیین ارتفاع دقیق پادگانه‌ها و مرکز پلایا، از جی‌پی‌اس دو فرکانسه‌ی D- GPS سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده و نقاط مختلف مرکز، حواشی و سطح پادگانه‌ها تعیین ارتفاع شد که موقعیت آنها در (شکل ۲) مشخص شده‌است.

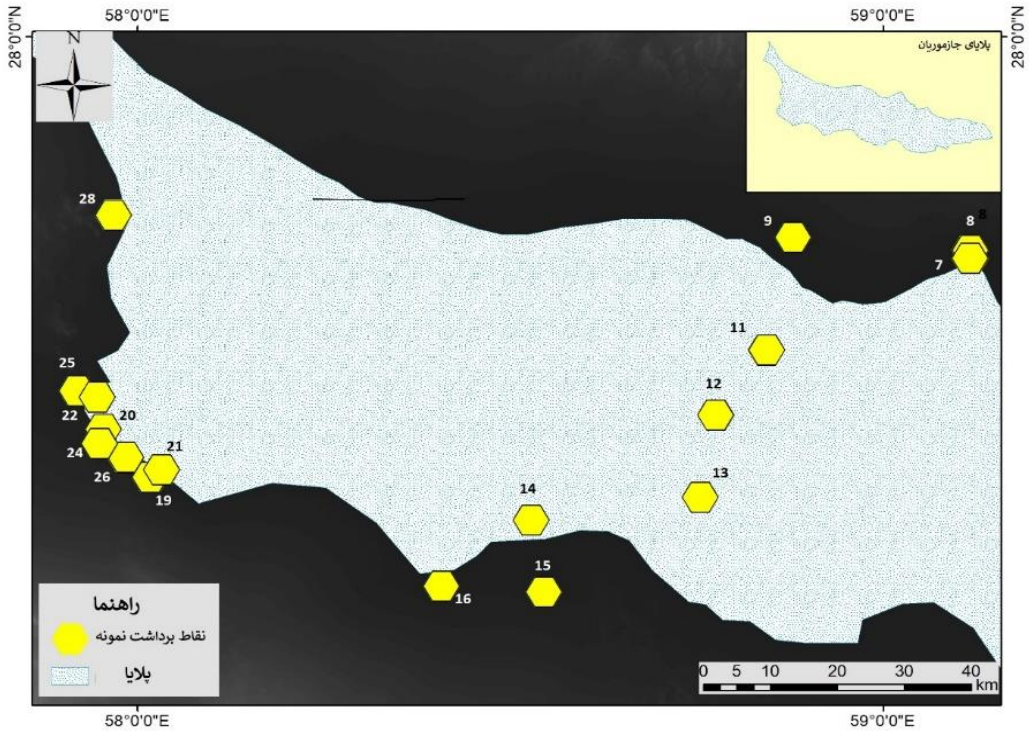


شکل۲: نقشه‌ی نقاط تعیین ارتفاع شده با جی‌پی‌اس منطقه‌ی جازموریان

در بازدید میدانی، ۲۰ نمونه رسوب سطحی پلایا و پادگانه‌های دریاچه‌ای از عمق ۱۰ سانتی‌متری برداشت شد. سپس برای بررسی ویژگی‌های رسوب‌شناسی، نمونه‌ها از نظر دانه‌سنجی تجزیه و تحلیل شد. از این نمونه‌ها، ۴ نمونه از مرکز

چاله، ۴ نمونه از شمال منطقه، ۴ نمونه از جنوب و ۸ نمونه از سطح پادگانه‌های دریاچه‌ای در قسمت غرب و جنوب‌غربی است که در (شکل ۴)، موقعیت برداشت نمونه‌ها مشخص شد.

شکل ۳: برداشت نمونه‌های سطح پادگانه دریاچه‌ای در پلایای جازموریان



شکل ۴: نقشه‌ی نقاط نمونه‌های رسوبی برداشت‌شده در پلایای جازموریان

تحلیل آنالیز دانه‌سنجی نمونه‌های سطحی و پادگانه‌ی دریاچه‌ای جازموریان

برای بررسی اندازه ذرات رسوبی نمونه‌ها و تحلیل رسوب‌شناسی آنها با توجه به شرایط ته‌نشست رسوبات، نمونه‌ها در آزمایشگاه دانه‌سنجی شد. تیپ رسوبی نمونه‌های مرکز پلایا جازموریان ــ که از سطح زمین در عمق ۱۰ سانتیمتری برداشت شد ــ ریزدانه بودن رسوبات این منطقه را نشان داد. تیپ رسوبی ۱۶ نمونه رسوب پادگانه‌های دریاچه‌ای در منطقه‌ی جازموریان، از بیشترین درصد به کمترین شامل این موارد است: پنج نمونه گل ماسه‌ای، چهار نمونه سیلت ماسه‌ای، سه نمونه سیلت، دو نمونه ماسه رسی، یک نمونه ماسه گلی و یک نمونه ماسه. همچنین نمونه‌هایی که از مرکز

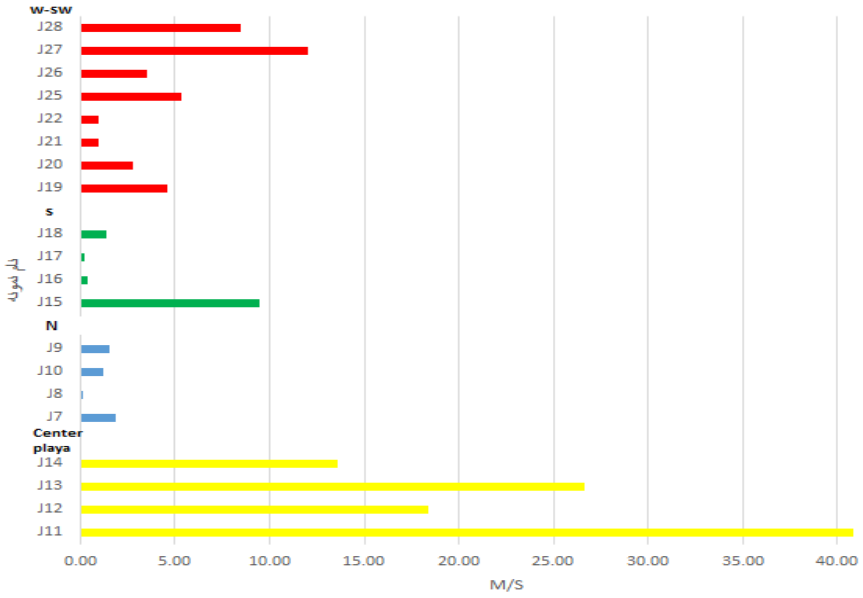
پلایا تهیه شد به دلیل ریزدانه بودن، در طبقه‌بندی فولک در تیپ رسوبی سیلت قرار گرفت. نتایج این آنالیز در جدول شماره‌ی ۱ مشخص شده‌است.

جدول ۱: اندازه‌ی ذرات تراس و مرکز پلایا (رسوبات سطحی) جازموریان

مثلث فولک	مقدار >63µ	درصد <63 µ	عمق(Cm)	نام نمونه
		مرکز پلایا		
سیلت	2.39	97.61	10	J11
سیلت	5.16	94.84	10	J12
سیلت	3.62	96.38	10	J13
سیلت	6.87	93.13	10	J14
		شمال		
گل ماسه‌ای	34.68	65.32	10	J7
ماسه	90.13	9.87	10	J8
گل ماسه‌ای	44.74	55.26	10	J10
گل ماسه‌ای	39.53	60.47	10	J9
		جنوب		
سیلت	9.59	90.41	10	J15
ماسه رسی	74.21	25.79	10	J16
ماسه رسی	84.24	15.76	10	J17
گل ماسه‌ای	42.13	57.87	10	J18
		غرب		
سیلت ماسه‌ای	17.79	82.21	10	J19
سیلت ماسه‌ای	26.49	73.51	10	J20
گل ماسه‌ای	50.24	49.76	10	J21
ماسه گلی	51.66	48.34	10	J22
سیلت ماسه‌ای	15.79	84.21	10	J25
سیلت ماسه‌ای	22.03	77.97	10	J26
سیلت	7.66	92.34	10	J27
سیلت	10.55	89.45	10	J28

همچنین در تحلیل‌های دانه‌سنجی نمونه‌ها، از نسبت M/S ـ که شاخص ساحل دریاچه است ـ استفاده شد. مقدار این نسبت مشخص می‌کند که اگر مقدار افزایش یابد، عمق آب زیاد می‌شود و اگر کاهش یابد، نشان‌دهنده‌ی ساحل دریاچه است. این نسبت، از تقسیم درصد زیر ۶۳ میکرون به مقدار درصد بالای ۶۳ میکرون به دست آمده‌است. اگر رسوب درشت‌دانه باشد؛ یعنی برای حمل کردن آن به انرژی بیشتری نیاز است. اما اگر رسوب بیشتر گلی باشد، ورودی آب‌ها کم است؛ زیرا رسوبات در محیطی آرام رسوب کرده‌اند و آب‌های ورودی، تلاطمی را به وجود نیاورده‌است (Mosavi Herami, 1998). نتایج این نمودار مشخص می‌کند که مقدار نمونه‌های شمالی، جنوبی و غربی پلایا کم است

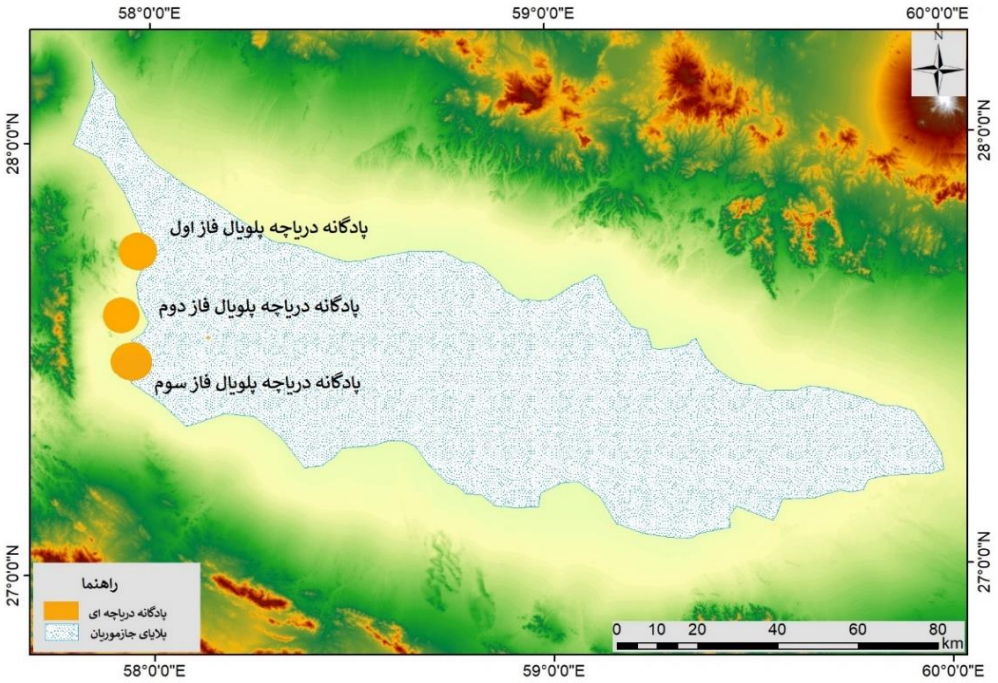
و بیانگر محیط حاشیه‌ی پلایا و ساحل دریاچه‌ی دیرینه در سطح پادگانه‌ها می‌باشد. اما چهار نمونه‌ی شماره‌ی ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ ــ که از مرکز پلایای فعلی و در واقع عمیق‌ترین بخش دریاچه‌ی گذشته گرفته شده‌است ــ عمق بیشتر آب در این محدوده را نشان می‌دهد و رسوبات نیز به دلیل دور بودن از ساحل، نسبت به نمونه‌های پادگانه‌ای که در ساحل دریاچه قرار دارند، ریزدانه‌تر هستند؛ زیرا در مرکز چاله، عمق بیشتری از آب قرار داشته‌است. این نسبت، در نمودار ۵ برای نمونه‌های جازموریان مشخص شده‌است.



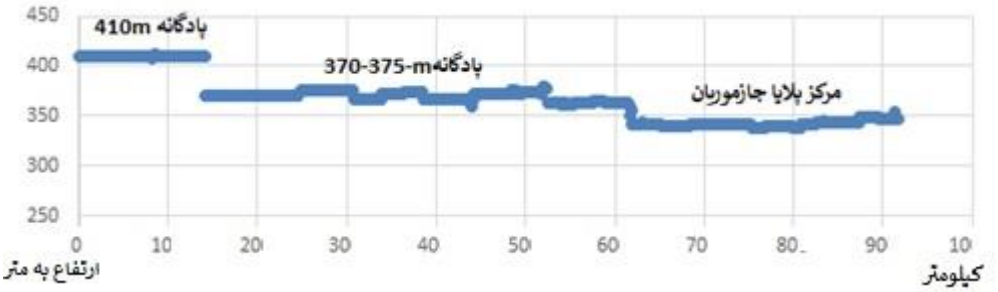
شکل ۵: نسبت M/S در نمونه‌های سطحی و پادگانه‌های جازموریان

بازسازی سطوح ارتفاعی پادگانه‌های دریاچه‌ای پلایای جازموریان

پس از شناسایی محدوده‌ی پادگانه‌های دریاچه‌ای، تعیین ارتفاع و تحلیل ویژگی‌های رسوبی آنها، بازسازی گستره‌ی دریاچه دیرینه مشخص شد. داده‌های ارتفاعی منطقه‌ی جازموریان (شکل ۷) حاکی از آن است که پادگانه‌ها در سه سطح ارتفاعی ۳۷۰ متر، ۳۷۵ متر و محدوده‌ی ۴۱۰ متر از سطح دریا قرار دارد. این محدوده‌ها، ارتفاع آب دریاچه‌ی گذشته‌ی جازموریان را نشان می‌دهد و در محدوده‌ی غرب و جنوب‌غربی پلایا واقع شده‌است (شکل ۶).

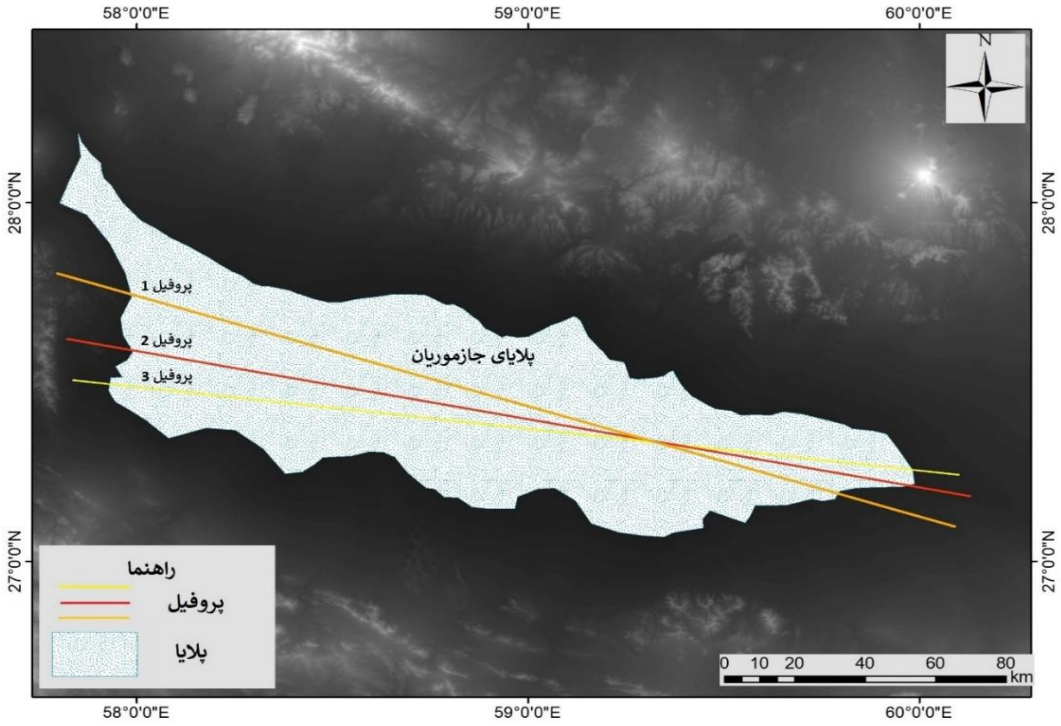


شکل۶: نقشه‌ی موقعیت پادگانه‌های دریاچه‌ای جازموریان



شکل۷: نمودار نقاط ارتفاعی تعیین شده در پلایای جازموریان

برای بررسی موقعیت پادگانه‌های دریاچه‌ای نسبت به پلایای جازموریان، نیمرخ طولی آنها نیز ترسیم و بررسی شد. از سطح پادگانه‌ها به مرکز و محدوده‌ی انتهایی پلایا، پروفیل‌هایی رسم شد که در شکل ۸، محدوده‌ی آنها مشخص شده‌است. براساس نیمرخ طولی از پلایا از سطح پادگانه‌ها، فروافتادگی چاله به عنوان بستر دریاچه برای تشکیل و وجود آن بررسی شد.



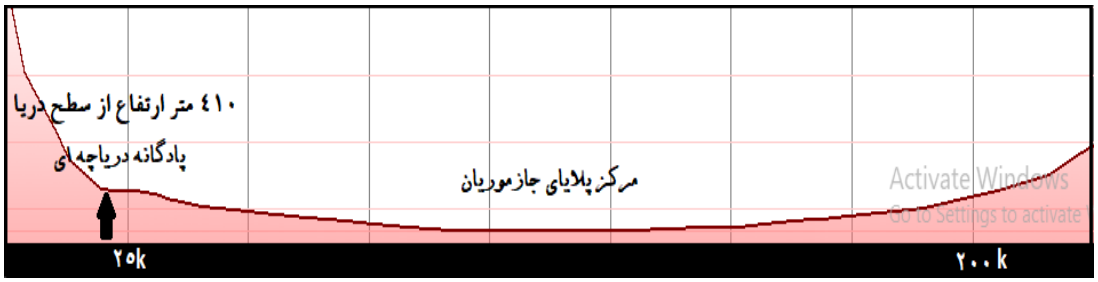
شکل۸: نقشه‌ی موقعیت نیمرخ‌های طولی در پلایای جازموریان

در ابتدا، بازسازی فاز اول و بیشترین گستره‌ی دریاچه دیرینه‌ی منطقه‌ی جازموریان بر اساس پادگانه‌های دریاچه‌ای شناسایی‌شده در محدوده‌ی غربی پلایا انجام شد. این محدوده به عنوان اولین سطح پادگانه‌ی دریاچه‌ای، در شکل ۹ مشخص است. این سطح به دلیل موقعیت مکانی (نزدیکی به ارتفاعات و نبودن در بستر رودخانه‌ها) از بین نرفته و شواهد آن در محیط باقی مانده‌است. همچنین باید بیان کرد که پادگانه‌ها در جازموریان به صورت پلکانی مشخص نیستند، بلکه به صورت سطحی یکنواخت وجود دارند.

شکل ۹: سطح پادگانه‌های دریاچه‌ای در غرب پلایای جازموریان

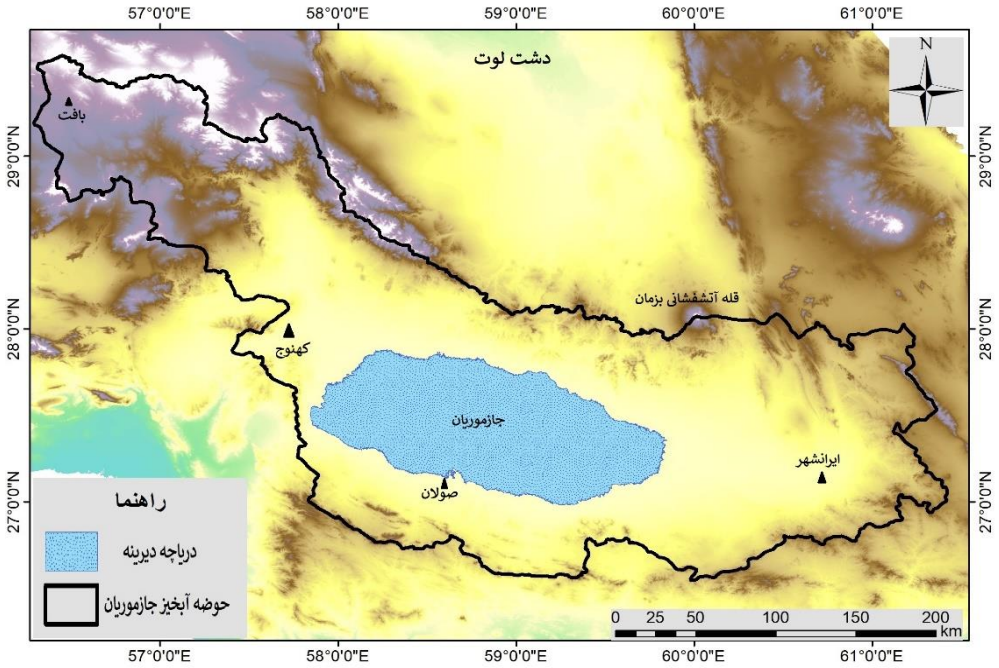
در شکل ۱۰، نیمرخ طولی از این پادگانه به مرکز و حاشیه‌ی پلایا ترسیم شد. ارتفاع دقیق این پادگانه نیز با GPS برداشت شد. این پادگانه در ارتفاع ۴۱۰ متر از سطح دریا قرار داشت و با عمیق‌ترین سطح در مرکز چاله جازموریان ـ که کمترین نقطه‌ی تعیین ارتفاع شده در این چاله با ارتفاع ۳۳۸ متر از سطح دریا است ـ حدود ۷۲ متر اختلاف را در

شرایط فعلی نشان می‌دهد. از ارتفاع این پادگانه، با فرض ثبات یا عملکرد تقریباً یکسان تکتونیکی در چاله جازموریان استفاده و گستره‌ی حد آب دریاچه تعیین شده‌است؛ البته به دلیل فقدان داده‌های سنی، زمان تشکیل و وجود این دریاچه در جازموریان مشخص نیست. اما این سطح، بیشترین حد گستره‌ی دریاچه را در منطقه نشان می‌دهد.



شکل ۱۰: نیمرخ طولی پادگانه دریاچه‌ای در ارتفاع ۴۱۰ متری از سطح دریا در پلایای جازموریان

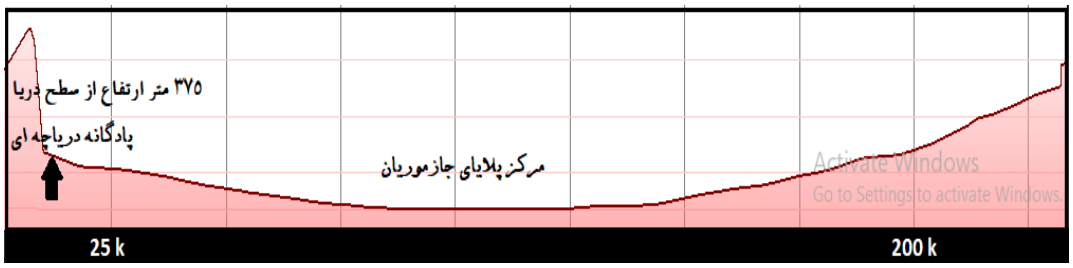
ارتفاع این پادگانه‌ی دریاچه‌ای با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و تکنیک کانتور، در نرم‌افزار Arc Gis به عنوان منحنی هم ارتفاعی در محدوده‌ی پلایایی رسم شد. این منحنی، حد گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه براساس این سطح پادگانه است. گستره‌ی دریاچه براساس پادگانه‌ی دریاچه‌ای غرب چاله جازموریان، در ارتفاع ۴۱۰ متر از سطح دریا بیشترین پیشروی دریاچه در دوران کواترنری را در این منطقه مشخص می‌کند (شکل ۱۱)؛ زیرا پادگانه‌ای بالاتر از این حد تاکنون شناسایی نشده‌است. مساحت گستره‌ی دریاچه در این فاز، ۱۱۹۳۵ کیلومتر مربع است که در نقشه مشخص شده-است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: نقشه‌ی حدود گستره‌ی دریاچه براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در ارتفاع ۴۱۰ متری غرب پلایای جازموریان

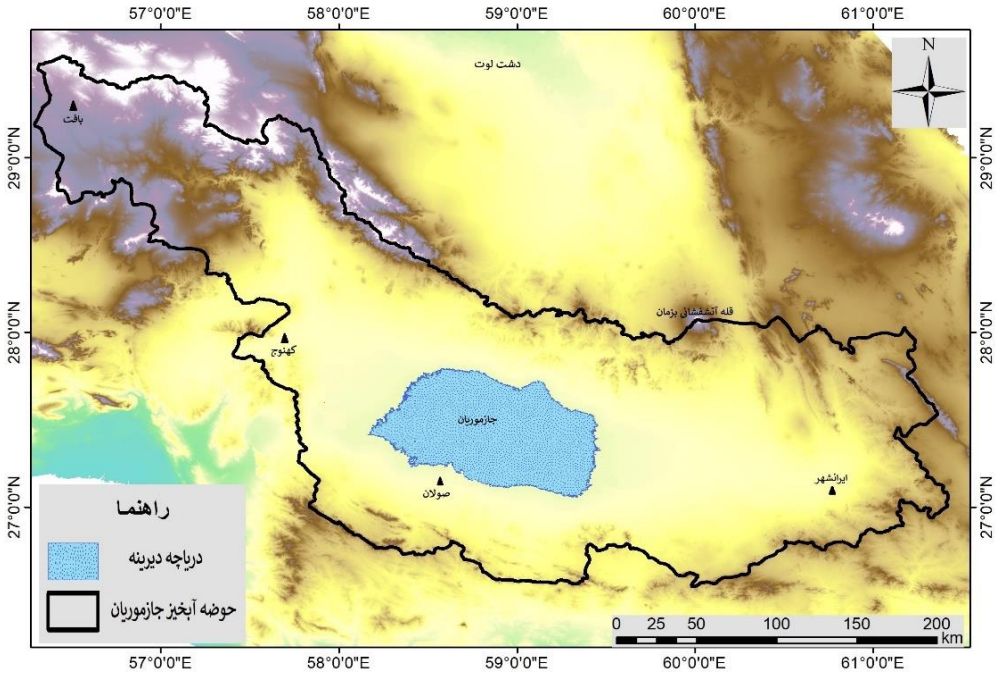
سپس پادگانه‌های دریاچه‌ای با ارتفاع ۳۷۵ متر از سطح دریا، در جنوب غربی چاله شناسایی و محـدوده‌ی آن تعیـین شد. تصویر این محدوده در شکل ۱۲ مشخص است و شکل ۱۳، نیمرخ طولی این پادگانه را نسبت به مرکـز و حاشـیه‌ی پلایا مشخص می‌کند. این محدوده، دومین سطح پادگانه دریاچه‌ای است و پایین‌تر از سطح قبلی قرار دارد که با توجه به کاهش ارتفاع نسبت به پادگانه غربی منطقه، پسروی آب دریاچه را در این دوره نشان می‌دهد.

شکل۱۲: سطح پادگانه‌ی دریاچه در جنوب غرب پلایای جازموریان



شکل۱۳: نیمرخ طولی پادگانه‌ی دریاچه‌ای در ارتفاع ۳۷۵ متری از سطح دریا در پلایای جازموریان

ارتفاع این پادگانه‌ی دریاچه‌ای نیز با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و تکنیک کانتور، در نرم‌افزار Arc Gis به عنوان منحنی هم ارتفاعی در محدوده‌ی پلایایی رسم شد. این منحنی حد گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه، براساس این سطح پادگانـه را در شکل ۱۴ مشخص و دومین سطح دریاچه‌ای را در چاله جازموریان تعیین کرد. این پادگانه با توجه به ارتفاع مرکز چاله، حدود ۳۷ متر عمق آب را برای دریاچه تخمین زده‌است. در نتیجه با تعیین تراز این حد ارتفاعی در پلایا، گستره-ی دریاچه‌ی دیرینه مشخص و این سطح بعد از سطح پادگانه‌های دریاچه‌ای ۴۱۰ متر ــ که بیشترین پیشروی حد دریاچه را نشان می‌دهد ــ دومین حد گذشته‌ی دریاچه بوده‌است که متأسفانه به دلیل فقدان داده‌های سـنی، زمـان آن مشـخص نیست. مساحت این سطح از دریاچه، ۶۵۷۹ کیلومتر مربع است.



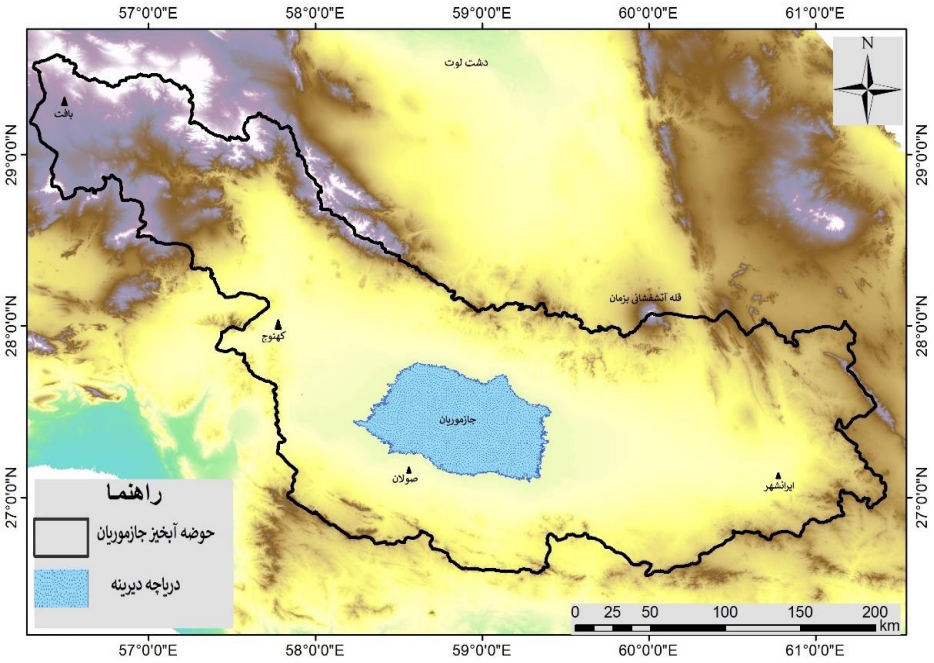
شکل۱۴: نقشه‌ی حدود گستره‌ی دریاچه براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در ارتفاع ۳۷۵ متری جنوب غرب پلایای جازموریان

سپس محدوده‌ی پادگانه‌های دریاچه‌ای با ارتفاع ۳۷۰ متر از سطح دریا، در جنوب غربی چاله مشخص شد. این محدوده، سومین سطح پادگانه در این پلایاست که در شکل ۱۵ مشخص شده‌است. شکل ۱۶ نیز نیمرخ طولی این پادگانه را نسبت به مرکز و حاشیه‌ی پلایا مشخص می کند.

شکل ۱۵:سومین سطح پادگانه‌ی دریاچه در جنوب غربی پلایای جازموریان

شکل۱۶: نیمرخ طولی پادگانه‌ی دریاچه‌ای در ارتفاع ۳۷۰ متری از سطح دریا در پلایای جازموریان

ارتفاع این پادگانه‌ی دریاچه‌ای نیز با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و تکنیک کـانتور، در نـرم‌افـزار Arc Gis بـه عنوان منحنی هم ارتفاعی در محدوده‌ی پلایایی رسم شد.



شکل ۱۷: نقشه‌ی حدود گستره‌ی دریاچه براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در ارتفاع ۳۷۰ متری جنوب غرب پلایای جازموریان

این منحنی، حد گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه را براساس این سـطح پادگانـه در شـکل ۱۷، مشـخص و سـومین سـطح دریاچه‌ای را در چاله‌ی جازموریان تعیین می‌کند. این پادگانه با توجه به ارتفاع مرکز چاله حدود ۳۲ متر، عمـق آب را برای دریاچه‌ی گذشته مشخص کرده‌است و با تعیین تراز این حد ارتفاعی در پلایا، گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه مشـخص شده‌است. این محدوده، کمترین سطح دریاچه در گذشته را براساس ارتفاع پادگانه‌های دریاچه‌ای نشان می‌دهد. مساحت این گستره، ۵۴۸۶ کیلومتر مربع است.

البته حد ارتفاعی تعیین شده در سه سطح برای دریاچه‌ی دیرینه در جازموریان، براساس شواهد مرفولوژیکی، شیب و ویژگی‌های زمین‌شناسی تعیین می‌شود و گستره‌ی دریاچه، محدوده‌ی دقیق و مشخصی را نشـان مـی‌دهـد. در نقشـه‌ی زمین‌شناسی، محدوده‌ی پلایا از رسوبات رسی و حواشـی آن مخـروط‌افکنـه و تـراس‌هـای رودخانـه و دریاچـه را در کواترنری نشان می‌دهد و از نظر خاک‌شناسی نیز محدوده‌ی میانی چاله را پلایا و سطوح نمکی در برگرفته‌است و ایـن مطالب نیز شواهد وجود دریاچه را در منطقه تأیید می‌کند.

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش، شرایط اقلیمی و به تبع آن تحولات ژئومورفیکی دریاچه‌ی پلوویال جازموریان را با استناد به پادگانـه-های دریاچه‌ای ــ که بیانگر خطوط ساحلی دریاچه‌های گذشته در پلایاهای امروز است ــ بررسی کرده‌است. در پلایـای جازموریان برای اولین‌بار سطوح پادگانه‌ای شناسایی و حدود گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه تعیین شـد و تـاکنون در هـیچ پژوهشی پادگانه‌های این منطقه مشخص نشده‌است. با توجه به ابعاد کوچک دریاچه‌ها نسبت به محیط‌های آبی دریـایی،

پادگانه‌های دریاچه‌ای روی هم رفته به طور چشمگیری کم‌عرض هستند و نسبت به پادگانه‌های دریایی، توسعه‌ی کمتری دارند و با گذشت زمان، آثار و شواهد آنها در محیط می‌تواند نامشخص باشد. بالا آمدن سریع آب دریاچه‌ها بعد از دوره‌ی تعادل می‌تواند به حفظ پادگانه‌ها منجر شود. با توجه به شواهد ژئومورفولوژیکی، در منطقه‌ی جازموریان سه سطح پادگانه‌های دریاچه‌ای برجای مانده‌است که اولین آنها در غرب پلایای فعلی جازموریان در ارتفاع ۴۱۰ متری از سطح دریا، دریاچه‌ای با عمق ۷۲ متر آب و گستره‌ی ۱۱۹۳۵ کیلومتر مربع را در گذشته نشان می‌دهد که این سطح بیشترین حد دریاچه‌ی دیرینه‌ی شناسایی‌شده در منطقه است. در محدوده‌ی غربی چاله سطح دوم پادگانه در ارتفاع ۳۷۵ متر از سطح دریا، دریاچه‌ای با عمق ۳۷ متر و گستره‌ی ۶۵۷۹ کیلومتر مربع را در گذشته نشان می‌دهد و در محدوده‌ی جنوب غربی سطح پادگانه‌ای، با اختلاف ارتفاع ۵ متر در ارتفاع ۳۷۰ متری از تراس قبلی جدا می‌شود و دریاچه‌ای با عمق ۳۲ متر و گستره‌ی ۵۴۸۶ کیلومتر مربع را نشان می‌دهد که کمترین حد دریاچه‌ی دیرینه با توجه به شواهد شناسایی‌شده در منطقه بوده‌است. شرایط اقلیمی حاکم متفاوت در هر دوره‌ای در منطقه، گستره‌ی دریاچه‌ای متفاوتی را ایجاد کرده است. در واقع در دوره‌های مساعد، دریاچه‌هایی با وسعت بیشتر و شوری آب کمتر وجود داشته و در شرایط آب و هوایی نامساعد از لحاظ ویژگی‌های بارشی، دریاچه‌ی با وسعت کمتر و شوری بیشتر شکل می‌گرفته‌است.

Krinsley در سال (۱۹۷۲) با مطالعه‌ی عکس‌های هوایی و مشاهدات میدانی با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژی و تکتونیکی در پلایاهای ایران، شرایط مرطوب گذشته را در ایران اثبات کرد. مطالعات او بیان می‌کند که در عصر یخبندان در چاله جازموریان، دریاچه‌ای بزرگ با گستره و عمق متغیر وجود داشته‌است که نتایج این پژوهش آن را تأیید می‌کند. همچنین Vaezi و همکاران (۲۰۱۹) با استناد به واکاوی‌های گوناگون ژئوشیمی، به بررسی شواهد تنوع آب‌وهوایی در دوره‌ی پلیوستوسن ـ هولوسن پرداختند و نتایج آنان، شرایط اقلیمی مرطوب‌تر را در گذشته در منطقه تأیید کرد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. Maghsoudi و همکاران (۲۰۱۶) براساس شواهد رسوبی و ژئومورفولوژیکی، به تعیین گستره‌ی دریاچه‌ی پلوویال لوت پرداختند. آنها با شناسایی سه سطح پادگانه در ارتفاع‌های ۳۳۰، ۴۱۰ و ۳۵۰، گستره‌های دریاچه در این منطقه را تعیین کردند که با توجه به نزدیکی موقعیت جغرافیایی لوت به جازموریان و شرایط اقلیمی تقریباً مشابه، سه فاز دریاچه‌ای جازموریان نیز تأیید می‌شود. Yamani و همکاران (۲۰۲۰)، به بازسازی حدود گسترش پلایای میقان در غرب چاله پادگانه‌ای پرداختند که دریاچه‌ای با عمق ۱۵ متر آب را در کواترنری نشان می‌داد. Salehipour milani و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از مطالعه‌ی پادگانه‌های دریاچه‌ای، به بازسازی سطوح دیرینه‌ی دریاچه‌ی ارومیه پرداختند. طی مطالعات میدانی آنها، ۲۴ پادگانه‌ی دریاچه‌ای شناسایی و ۸ سطح ارتفاعی تعیین شد. البته فقدان امکانات مالی برای سن‌سنجی پادگانه‌ها و تعیین دقیق زمان وجود دریاچه، از مشکلات اساسی مطالعات پالئوژئومورفولوژی جهان و این پژوهش است؛ امید است پژوهشگران به اجرای این تجزیه و تحلیل و روشن‌تر شدن شرایط اقلیمی در زمان‌های گذشته، همت گمارند تا ابهامات در زمینه‌ی شرایط اقلیمی ایران برطرف شود.

۶ـ سپاس گزاری

این مقاله از رساله‌ی دکتری مصوب در دانشکده‌ی جغرافیای دانشگاه تهران استخراج و تحت حمایت مالی صـندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) انجام شد. بدین وسیله از حمایت این صندوق تشکر و قدردانی مـی-شود.

منابع

1. Asghari Moghadam, M. R., 2011 - Another view on the climatic conditions of Iran during the glacial period, Geography Quarterly, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, 217 p. (in Persian)
2. Bobec, H., 1953-54. Klima and landschaft Iran, Wine.
3. Carmen Castañedaa, F.; Graciab, J.; Rodríguez-Ochoac, R.; Zarrocad, M.; Roquée, C.; Linaresd, R.; Desi, G.; 2017. Origin and evolution of Sariñena Lake (central Ebro Basin) A piping-based model.pdf.
4. Darvishzadeh, Ali., 1991. Geology of Iran, Amirkabir Publishing(in Persian).
5. Day, T., 2006. lakes and Rivers, Biomes of the earth. pp5- 9.
6. Encyclopedia of Coastal Science, Springer, New York.
7. Gabriel, A., 1957. *Ein* Beitrag zur Gliederung und Landschaftskunde des innerpersischen W~stengurtels: Geogr. Gesell.
8. Halliday, F., 1995. Islam and the Myth of Confrontation: Religion and Politics in the Middle East (London: IB Tauris, 1995), Two Hours That Shook the World: September II, 200I-Causes and Consequences (London: Saqi, 2002).
9. Hedin, S. A., 1910. Zu Land nach Indien Durch Persian, Seistan, Belutschistan: Leipzig, F. A. Brockhaus, 2 v.
10. Horton, B., 2004. Human responses to Holocene sea level change in the Persian Gulf, By Universitiy of Pennsylvania and University of Durham UK.
11. Huckriede, R.; Kursten, M.; & H. Venlaff, 1962. Zur geologie des gebiets Zwischen Kerman und Saghand Iran Beihefet Zum, *Geologisschen Jahrbuch*, 51, 1-19.
12. krinsley, 1970. Deserts of Iran and its Geomorphological and Paleoclimatological Characteristics, Translated by Abbas Pashaei, Geographical Organization of the Armed Forces. (in Persian).
13. Kuzucuog Lu, C.; Christol, A.; Mouralis, D.; Dog˘ u, A. F.; Akko¨, Pru.; Ebru Fort, M.; Brunstein, D.; Zorer, H.; Fontugne, M.; Karabiyk lu, M.; Scallet, S.; Reyss, J. L.; & H. Guilou, 2010. Formation of the Upper Pleistocene terracesof Lake Van (Turkey), *Journal of Quaternary SSciences*, 25(7), 1124-1131.
14. Maghsoudi, Mehran.; Shabani Eraqi, Arefe.; & M. Bani Safar, 2016. Determining the extent of Plovial Lut Lake based on sedimentary and geomorphological evidence, *Quaternary Quarterly*, 2(3), 229-241. (in Persian).
15. Morrison, R. B., 1968. Mean of time-stratigraphic division and long-distance correlation of quaternary successions, Assoc Quaternary Research, 7th Cong., Usa.
16. Mousavi Harami, Reza., 1998. Sedimentology, Astan Quds Razavi Publications. (in Persian).
17. Pirazzoli. P. A., 2005. Marine Terraces.in M.L, Scheartz, ed., pp 632-633.
18. Roy, P. D.; Smykatz-Kloss, W.; & R. Sinha, 2006. Late Holocene geochemical history inferred from Sambhar and Didwana playa sediments, Thar Desert, India: comparison and synthesis, *Quaternary International*, 144(1), 84-98.

19. Salehipour Milani, A., 2015. Reconstruction of morphodynamic conditions of Holocene terraces in Urmia Lake, under the guidance of Dr. Mojtaba Yamani and Ebrahim Moghimi, Faculty of Geography, University of Tehran. (in Persian).
20. Salehipour Milani, A., Lak, R., & M. Yamani, 2020, History of Urmia Lake water level fluctuations in the Late Pleistocene, *Journal of Space Geography*, 10(38), 23-38. (in Persian).
21. Shabani Eraqi, A., 2013. Study of morphological evidence and sedimentology of Miqhan Playa in order to determine the extent of its spread in the Quaternary, undergraduate thesis under the guidance of Dr. Mojtaba Yamani, Faculty of Geography, University of Tehran. (in Persian).
22. Shahzidi, S., 2016. Luteal Formation Developments in the Quaternary (with Emphasis on the Reconstruction of Lake Barracks), *Geography and Environmental Planning*, Volume No. 2 (Sequence 62). (in Persian).
23. Vaezia, A.; Ghazbana, F.; Tavakolib, V.; Joyanto Routhc.; Naderi Benid, A. M.; Thomas S.; Bianchie, J.; Curtise, H.; & H. Kylinc, A Late Pleistocene-Holocene multi-proxy record of climate variability in the Jazmurian playa, southeastern Iran.
24. Yamani, M.; Shabani Eraqi, A.; Zamanzadeh, S. M.; Gorabi, A. A.; & N. Ashtari, 2020. Reconstruction of Miqhan playa in the Late Quaternary based on sedimentary and geomorphic evidence, *Sepehr Geographical Information Quarterly*, 29(116), 89-114. (in Persian).
25. Yechieli, Y., & W. W. Wood., (2002). Hydrogeologic processes in saline systems: playas, sabkhas, and saline lakes. *Earth-Science Reviews*. 58(3-4), 343-365.

Recovery of sequences and extent of ancient lake in Jazmourian Playa based on lake terraces in Quaternary

Arefe Shabani eraghi: *Doctor of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran,Iran*
Mojtaba Yamani[1]: *Professor of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran*
Abolghasem Goorabi: *Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran*
Razieh Lak: *Associate Professor of Sedimentology ,Research Institute for Earth Sciences, GSI, Tehran, Iran*

Article History (Received: 2021/06/2 Accepted: 2021/07/3)

Extended abstract

1-Introduction

The natural environment is affected by climate, and its changes have different geomorphic forms. The dominance of different climatic phases and changes in the balance of matter and energy cause different shaping systems in the environment. Ancient lakes are one of the geomorphic forms of the Quaternary period, and today many of these lakes are either completely dry or have temporary and sometimes permanent lakes. One of the major functions of geomorphologists in studying ancient environments is to identify and map the shores of ancient lakes that show hydrological changes from wet to dry conditions. These studies are based on the height of lake terraces by reconstructing the volume and dimensions of ancient lakes and studying climatic conditions. Terraces are one of the best evidence of the reconstruction of ancient paleo geomorphological conditions in the coastal environments of the seas and lakes because the water level fluctuation and, consequently, the advancement and regression of water have created them on the coast. By examining the number of terraces, different periods of climate change can be identified, and changes in the extent of lakes can be determined.

2-Methodology

This research has been done using the library, field, laboratory, and software studies. After visiting the area, lake terraces were identified for the first time in the area. In the next step, samples taken from these surfaces were analyzed in a laboratory, and their lake nature was confirmed. Then, using remote sensing and mapping techniques based on the height of the recorded lake terraces, the lake area levels were determined, and finally, the limits of these levels were corrected according to other natural factors such as slope, aspect, drainage pattern, and geological studies.

3-Results

In the Jazmourian region, according to geomorphological evidence, three levels of lake terraces remain, the first of which is located in the west of the current Jazmourian plateau at an altitude of 410 meters above sea level and shows a lake with a depth of 72 meters and an area of 11935 square kilometers in the past. It shows that this level is the highest level of an ancient lake in the region that has been identified. In the western part of the hole, the second level of the garrison is located at an altitude of 375 meters above sea level and shows a lake with a depth of 37 meters and an area of 6579 square kilometers in the past. It separates from the previous terrace and shows a lake with a depth of 32 meters and an area of 5486 square kilometers, which was the lowest limit of the ancient lake, according to the evidence identified in the area. Different climatic conditions in each period in the region have created a different lake area. In fact, in favorable periods, there were lakes with more area and less water salinity, and in unfavorable weather conditions, in terms of rainfall characteristics, the lake was formed with less area and more salinity.

4-Discussion & Conclusions

The results show that three levels of terrace in Jazmourian Playa at different heights in the west of the current seasonal lake, which indicates different climatic periods and the expansion of the lake in the past, were identified, and the extent of the ancient lake in this area was restored. Krinsley (1972) proved the past wet conditions in Iran by

[1] **Corresponding Author: myamani@ut.ac.ir**

studying aerial photographs and field observations based on geomorphological, hydrological, and tectonic evidence in Iranian beaches. His studies show that there was a large lake in the Jazmourian hole in the Ice Age with varying width and depth, which is confirmed by the results of this study. Vaezi et al. (2019) also examined the evidence of climate diversity in the Pleistocene-Holocene period based on various geochemical analyses. Their results confirmed the region's wetter climatic conditions in the past, which is consistent with the results of this study. Of course, the lack of financial facilities for dating terraces and determining the exact time of the lake is one of the main problems of paleogeomorphological studies in the world and this research. Iran should be eliminated.

Key Words: Jazmourian, Quaternary, Lake terrace, Playa, Paleontology