



Recovery the extent of the pluvial lake area of hole Masile based on lake terraces in the Quaternary

Arefe Shabani Eraghi¹ , Mojtaba Yamani²

1. Department of Geography Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

Email: A.shabani@cfu.ac.ir

2. (Corresponding Author) Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: myamani@ut.ac.ir

Article Info

Article Type:

Research Article

Article History:

Received:

11 Oct 2025

Received in revised form:

12 Nov 2025

Accepted:

10 Feb 2026

pp.67-82

Keywords:

Playa,
Pluvial lake,
Terrace,
Quaternary,
Masile Depresion.

ABSTRACT

Landslides are a natural hazard that annually causes significant loss of life and property in mountainous, landslide-prone, or earthquake-prone areas. In this study, the susceptibility of landslide occurrence in the Margoon watershed located in Sepidan County, Fars Province, was investigated using three machine learning algorithms including support vector machine (SVM), generalized linear model (GLM), and random forest (RF). The analyzed data included geomorphological, climatic, and human parameters along with landslide maps. The models were trained using 70% of the data and their performance was evaluated with the remaining 30% of the data. The results showed that the random forest and support vector machine algorithms have a higher ability to predict landslide-prone areas. The findings of this study can be an effective guide for planning and managing landslide risk reduction in this area.

Cite this article: Shabani eraghi,A and yamani,M . (2026). Recovery the extent of the pluvial lake area of hole Masile based on lake terraces in the Quaternary. (e234800). *Quantitative Geomorphological Research*, 14(4). 67-82.

Doi: [10.22034/gmpj.2025.555804.1589](https://doi.org/10.22034/gmpj.2025.555804.1589)

Extended Abstract

Introduction

The last and shortest geological period is the Quaternary. One of the most important features of this period is irregular climate changes. The evidences and legacies of this unique period began and continues about 2.5 million years ago, and the last part of this period that has continued until now is the Holocene period. Today, Iran's playas are in arid conditions, but the geomorphological and sedimentological evidences of these areas have indicated significant changes in their climatic and natural conditions in the Quaternary. In this period glacial and interglacial condition in high latitudes and high mountains of mid-latitudes in areas far from the lands covered with ice, the level of lakes rose and there were lakes in the closed basins of arid or semi-arid areas today as well. Many studies conducted on the Holocene and Quaternary climate in Iran have pointed to dry and cold climatic conditions in the glacial period and relatively humid and warm in the interglacial period. Some authors have also proposed the event (rainy period) and assumed that the amount of precipitation is greater during the glacial period. Some scientists also attach importance to the increase in rainfall during that period and consider the changes in these areas to be caused by the cooling of the air and decrease in evaporation, and instead of rainy periods, they use the term cold periods. The simultaneity of rainy or cold periods of low latitudes with glacial or interglacial periods of high latitudes in different regions is one of the topics that is of interest to researchers.

Methodology

This research was carried out in Masileh, Depression which covers of Qom, Isfahan and Semnan provinces. The method of this research is the examination of geographical data and information, field studies, laboratory and remote sensing. The purpose of this research is to determine the extent of the Pluvial Lake of hill Mesileh including (Hoz-e-Sultan Basin, Mareh Basin and Salt Lake) based on geomorphological evidence (lacustrine terrace) in the

Quaternary. In the field studies, the presence of a lake terrace in a specific area, the height of the levels was determined and samples were taken from their surface for laboratory analysis. This depression is located between the southern elevations of Middle Alborz in the north, the volcanic elevations in the west, the heights of Tafarsh and Kashan in the south and southwest, and the desert plain in the east of a large triangular area. Inside this triangle, there are basins and holes, which includes the salt lake, the Hoz-e-Sultan Basin, and the Marah basin. The maximum height of this basin is 3588 meters (Karkas peak) in the southern heights and the minimum is 800 meters in the salt lake.

Results and discussion

The studied watershed consists of 9 smaller sub-basins with an area of 18639 square kilometers. Hoz-e-Sultan playa with an area of 69.60 square kilometers, Hoz-e- Mereh with an area of 27.90 square kilometers and salt lake with an area of 1865 square kilometers are located in this basin. The exploratory terrace in Mesila basin at an altitude of 805 meters above sea level shows the extent of the paleo lake, which has an area of 6190 square kilometers, which includes each salt lake, Hoz-e- Mareh and Hoz-e- Sultan. This range shows that in the paleo climatic periods, when the dominance of rainy conditions was accompanied by a decrease in evaporation, these three basins were shared by a single lake. Based on these results, based on the height of its bottom, 802 meters above the sea level, the lake had 3 meters of water at the time of its expansion. Also, according to the height of the playa floor of Hoz-e- Sultan, which is 799 meters above sea level, this playa had 6 meters of water as a result of the extent of the said lake, and the salt lake with a floor height of 786 meters above sea level had 19 meters of water as a result of the extent of the said lake. The results of grain measurement and calcimetry analyzes of the sediments collected from the studied area have shown a peaceful sedimentation environment in the past and are proof of an ancient lake environment in this area.

Conclusion

Many studies conducted on the Holocene and Quaternary climate in Iran have pointed to dry and cold conditions in the glacial period and relatively humid and warm in the interglacial period. Some authors have also proposed the event (rainy period) and assumed that the amount of precipitation was greater during the glacial period. Some scientists also attach some importance to the increase in rainfall in that period and consider the changes in these areas to be caused by the cooling of the air and decrease in evaporation, and instead of rainy periods, they use the term cold periods. The simultaneity of rainy or cold periods of low latitudes with glacial or interglacial periods of high latitudes in different regions is one of the topics that is of interest to researchers. Mostofi and Feri's studies show that first the water enters the Mareh reservoir, and after it is filled, it enters the Hoz-e-Sultan reservoir from the last two reservoirs, and when the water rises a few meters in the Hoz-e-Sultan reservoir, it returns to the Mareh reservoir. The overflow of these two basins is discharged into the salt lake (Mostofi and Feri, 1959). These studies also confirm the possibility of the existence of this integrated lake, as well as Krinsley's studies also indicate the existence of Pluvial lakes in the central Iran regions in the past, which have led to the current situation and the loss of the lakes due to climate change and has left playas in central Iran.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

بازیابی حدود گسترش دریاچه پلویال چاله مسیله براساس پادگانه های دریاچه ای در کواترنری

✉ عارفه شعبانی عراقی^۱، مجتبی یمانی^۲

۱- گروه آموزش جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. رایانامه: A.shabani@cfu.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: myamani@ut.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۷/۲۲

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۹/۱۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۱۱/۲۱

صص. ۸۲-۶۷

واژگان کلیدی:

پلایا،

پادگانه دریاچه پلویال،

کواترنری،

مسیله

دیرینه ژئومورفولوژی به مطالعه تاریخچه (سیر تحولات) ویژگی‌ها و پراکندگی لندفرم‌های جغرافیایی سطح زمین می‌پردازد. در واقع بازیابی آثار برجای مانده در محیط طبیعی مانند شواهد ژئومورفولوژیکی و رسوبات سطح زمین که شواهد تغییرات اقلیمی چندین هزار ساله را در خود حفظ می‌کند. هدف این پژوهش تعیین گستره دریاچه پلویال چاله مسیله در ایران مرکزی براساس شواهد ژئومورفولوژیکی (پادگانه دریاچه‌ای) در کواترنری می‌باشد. منطقه مورد مطالعه این پژوهش چاله مسیله در ایران مرکزی که شامل (حوض سلطان، حوض مره و دریاچه نمک) است. روش این پژوهش در ابتدا بررسی کتابخانه‌ای پژوهش‌های سایر محققان و داده‌های موجود بوده است. سپس بررسی‌های دورسنجی با تصاویر گوگل ارث انجام گرفته است و در نهایت مطالعات میدانی (مشاهده پادگانه‌های منطقه، برداشت نمونه و تعیین ارتفاع آنها) و آنالیزهای آزمایشگاهی است. در مطالعات میدانی وجود پادگانه دریاچه‌ای در منطقه مشخص، ارتفاع سطوح تعیین و نمونه‌هایی برای انجام آنالیز-های آزمایشگاهی از سطح آنها برداشت شده است. نتایج آنالیزهای دانه سنجی و کلسیمتری نمونه‌های مورد مطالعه نشان از محیط رسوب‌گذاری آرام دریاچه‌ای در گذشته است. نتایج حاکی از آن است که شواهد پادگانه دریاچه‌ای در حوضه مسیله که در ارتفاع ۸۰۵ متری از سطح دریا در منطقه است نشان‌دهنده گستره دریاچه دیرینه ای با مساحتی معادل ۶۱۹۰ کیلومتر مربع بوده است، سه چاله دریاچه نمک، حوض مره و حوض سلطان امروز در گذشته به هم متصل بوده و در گستره این دریاچه قرار داشتند.

استناد: شعبانی عراقی، عارفه و یمانی، مجتبی . (۱۴۰۵). بازیابی حدود گسترش دریاچه پلویال چاله مسیله براساس پادگانه های دریاچه ای در کواترنری. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۱۴ (۴)، ۸۲-۶۷.

Doi: 10.22034/gmpj.2025.555804.1589

مقدمه

آخرین و کوتاه‌ترین دوره زمین‌شناختی، دوره کواترنری است. یکی از مهم‌ترین خصیصه‌های این دوره تغییرات نامنظم آب‌وهوایی است. شواهد و موارث این دوره منحصر به فرد از حدود ۲/۵ میلیون سال پیش آغاز شده و ادامه دارد و آخرین قسمت این دوره که تا زمان حال ادامه پیدا کرده دوره هولوسن است که با گسترش انسان فرهنگی و تغییرات آب و هوایی و گرم‌تر شدن زمین آغاز شده است. بررسی شواهد زمین‌شناختی، ژئومورفولوژیک و ... به عنوان موارث تغییرات اقلیمی در این دوره ما را به شناخت محیط طبیعی از گذشته تا کنون و برنامه‌ریزی برای آینده آماده کرده و کمک می‌کند. آثار و شواهد این دریاچه‌ها در عرض‌های میانی و عرض‌های پایین به ویژه در خشک‌ترین بیابان‌های کنونی کره زمین مانند بیابان آتاکاما آمریکا جنوبی، بیابان‌های باختری مصر و سودان، صحرای بزرگ آفریقا و عربستان و مناطق خشک ایران مرکزی را می‌توان یافت (صمدزاده، ۱۳۹۵، ۱۴۸). دریاچه‌های بارانی، پیکره‌های آبی انباشته شده در داخل حوضه‌های بسته، تحت تاثیر رطوبت بیشتر به عنوان برآیند تغییرات دمایی و بارشی در گذشته هستند (اندرسون و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۳۱). بررسی زمین‌شناسی دریاچه‌های شور فعلی حاکی از آنست که اولا وسعت دریاچه‌ها در گذشته بسیار زیادتر از امروز بوده است و ثانياً اکثراً به ارتفاعات رسوبی تخریبی و تبخیری مشرف هستند که از شستشوی همین رسوبات و ورود آنها به دریاچه‌ها، میزان املاح سریعاً افزایش می‌یابد و تبخیر شدید هم مزید بر علت شده و سرزمین‌های پست محل تجمع رسوبات نمک و گچ گردیده و به صورت کویر درآمد است (درویش‌زاده، ۱۳۷۱، ۱۴۱). دریاچه‌های شور که امروزه دائمی نیستند و در دوره‌های خشک آب‌وهوایی ممکن است خشک شوند دریاچه موقت محسوب می‌گردند، هر چند که ممکن است وسعت این دریاچه در گذشته زیاد و در اکثر مواقع پرآب بوده باشند. رسوبات مربوط به این محیط شامل تناوب سیکل‌های تبخیری-آواری و غالباً تبخیری است (عبدی، ۱۳۸۹، ۴۳). پادگانه‌های دریاچه‌ای در زمین‌شناسی یک عارضه پله‌مانند شامل یک سطح ژئومورفیک شیب‌دار و مسطح می‌باشد که پله نامیده می‌شود و معمولاً از یک طرف بوسیله یک دامنه پر شیب صعودی که پله یا سراسیمبی است، محدود می‌شود. پادگانه‌های دریاچه‌ای نشان‌دهنده خطوط ساحلی قبلی دریاچه‌های غیر یخچالی و یخچالی است. تشکیل پادگانه‌های دریاچه‌ای تحت تاثیر شرایط محیطی و فعالیت‌های تکتونیکی قرار داشته است و بطور کلی تشکیل پادگانه‌ها نتیجه ترک سطوحی است که قبلاً به وسیله آب پوشیده و در زیر آب قرار داشته‌اند (شرفی و همکاران، ۱۳۹۴، ۸۹). پادگانه‌ها از بهترین شواهد بازسازی شرایط پالئوژئومورفولوژیکی دیرینه در محیط‌های ساحلی دریاها و دریاچه‌ها است. نوسان سطح آب و به تبع آن، پیشروی و پسروی‌های سطح آب، پادگانه‌ای ساحلی را به وجود آورده است. تعداد پادگانه‌های دریایی و دریاچه‌ای را می‌توان تابعی از فازهای مختلف تغییرات اقلیمی و زمین‌ساختی دانست. با مطالعه پادگانه‌ها می‌توان تغییرات سطح آب دریاچه‌ها را بازسازی کرد. نهشته‌های دریاچه‌ای از دیرباز برای بازسازی محیط‌های گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفته است. نهشته‌های دریاچه‌ای اغلب نگاشت‌های چینه‌شناسی پیوسته‌ای را در معرض نمایش می‌گذارند که می‌تواند سری‌های زمانی دقیق‌تری از تغییرات رسوب‌گذاری در مقیاس زمان و مکان مختلف را در بر بگیرد (صمدزاده، ۱۳۹۵، ۶۷). هدف از پژوهش تعیین گستره دریاچه پلویال و دیرینه چاله مسیله در ایران (شامل حوض سلطان، حوض مره و دریاچه نمک) براساس شواهد ژئومورفولوژیکی (پادگانه دریاچه‌ای) در کواترنری و با استفاده از روش‌های کتابخانه‌ای، سنجش‌ازدور، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی در کواترنری می‌باشد. گروه مطالعاتی شرکوفسکی و همکاران ۱۹۴۸ در منطقه انارک و پلایاهای جنوب شرق ایران به استناد به نتایج آزمایش‌های رسوبی و گرده‌شناسی برخورد کردند و شرایط معتدل‌تر گذشته ایران را به اثبات رساندند.

بویک ۱۹۵۳ با مطالعه عکس‌های هوایی و با بررسی‌های زمین‌های اطراف دشت کویر و مسیله وجود شرایط مرطوب‌تر گذشته را در ایران مرکزی نسبت به شرایط امروزی آن در نوشته‌ای تحت عنوان (کویر بزرگ مسیله) تشکیل آن را با تردید قبول کرده است. هوکریده و همکاران ۱۹۶۲ با مطالعه شواهد زمین‌شناسی دوران چهارم در منطقه کرمان و جنوب شرق ایران مرکزی، شرایط مرطوب ایران را در گذشته مشخص کرد و گزارش‌های خود را در این زمینه ارائه داد.

کرینسلی ۱۹۷۲ با مطالعه عکس‌های هوایی و مشاهدات میدانی با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژی و تکتونیکی در پلایاهای ایران شرایط مرطوب گذشته را در ایران اثبات کرد. محمودی ۱۳۶۷ با توجه به شرایط مرفولوژیک موجود، تغییرات آب‌وهوایی ایران مرکزی را نسبت به زمان حال محتمل دانست. ابطحی و سیف ۱۳۸۹ با بررسی تحولات اقلیمی حوضه دریاچه نمک در کواترنر پایانی پرداختند. نتایج حاکی از افزایش ۵۶ درجه‌ای دما و کاهش ۱۰۵ برابری بارش کنونی حوضه نسبت به دوره یخچالی وورم است و آنها وجود تراس‌های دریاچه‌ای در حاشیه دریاچه نمک و حوض سلطان که در ۳ سطح ردیابی شناسایی شده بود را بیانگر وجود دریاچه‌ای عظیم با سطح اساس بالاتر در گذشته دانسته‌اند.

هدایی آرانی ۱۳۹۱ با بررسی شواهد مرفولوژیکی گسترش دریاچه نمک در کواترنری پسین پرداخت و نتایج حاصل از مخروطافکنه‌های دلتایی سه توالی زمانی را از لحاظ رسوبگذاری و ارتفاع نشان داد، همچنین نتایج حاصل از پادگانه‌ها و خطوط ساحلی به‌طور مشخص سه سطح تغییرات تراز آب دریاچه‌ها را در گذشته مشخص کرد. شاه زیدی ۱۳۹۵ به بررسی تحولات شکل زایی چاله‌لوت در کواترنری با تأکید بر بازسازی پادگانه‌های دریاچه‌ای پرداخت و به شناسایی ۷ سطح فرسایشی یا به عبارتی پادگانه‌های دریاچه‌ای در بخش شرقی و شمالی آن پرداخت. براساس اصل انطباق این سطوح به خوبی دوره‌های مرطوب‌تر را با شدت و ضعف متعدد مشخص می‌کند. مقصودی و همکاران ۱۳۹۶ به تعیین گستره دریاچه پلوویال لوت براساس شواهد رسوبی و ژئومورفولوژیکی پرداختند و حدود گستره دریاچه را تعیین و دوره مرطوب‌تری را در گذشته تأیید کرده‌اند. هدایی آرانی و همکاران ۱۳۹۶ به ردیابی و بازسازی حدگسترش دریاچه نمک در کواترنر به کمک شواهد ژئومورفولوژیک؛ راهبردی در شناخت و مدیریت پتانسیل‌ها و بحران‌های دریاچه نمک پرداخته است و نتایج آن نشان دهنده پیوستگی دریاچه‌های نمک و حوض سلطان در کواترنر هستند. یمانی و همکاران ۱۳۹۹ به بازسازی حدود گسترش پلایای میقان در کواترنری پسین براساس شواهد رسوبی و ژئومورفیک پرداختند و نتایج این پژوهش که سطوح پادگانه دریاچه اطراف پلایا و شواهد رسوب‌شناسی از کل حوضه نشان داد که این پلایا در گذشته دریاچه دائمی بوده است. شعبانی عراقی و همکاران ۱۴۰۰ به بازیابی سکانس‌ها و گستره دریاچه دیرینه در پلایای جازموریان براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای پرداختند و نتایج حاکی از آنست که سه سطح دریاچه براساس پادگانه‌های مختلف اطراف چاله نشان‌دهنده گستره این دریاچه در دوره‌های اقلیمی گذشته بوده است. شعبانی و یمانی ۱۴۰۲ به تعیین حدود گستره دریاچه پلوویال پلایای دامغان براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در کواترنری پرداختند و دو گستره را برای دریاچه دیرینه در این منطقه تعیین حدود کردند. تراسما در سال (۲۰۱۱) به توسعه حوضه دریاچه در هولوسن و تاثیر آن بر پویایی در یک دریاچه در جنوب استونی پرداخته است آنها با استناد به شواهد داده‌های سنجش از دور و همچنین نمونه‌های مختلف در رابطه با شکل دریاچه به این نتیجه رسیدند که شکل دریاچه ویک در آغاز هولوسن محدب بوده و امروزه مقعر است و علل آن را تشریح کردند. کارمن کاستانداو و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی منشا و تکامل دریاچه سارینینا در حوضه مرکزی ابرو پرداختند و با استفاده از داده‌ها و شواهد محیطی در بازدیدهای میدانی و آنالیزهای گوناگون رسوبی نحوه تشکیل و تکامل را در گذر زمان شرح دادند. اس جی آرزهانیکو و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی وقایع کاتاستروفیک فاز خروجی از کواترنری دریاچه بایکال پرداخته است و بیان می‌کند این حوضه رسوبی آرشیو تغییرات زیست محیطی زیادی است و او علل عقب نشینی دریاچه در دوره مذکور را با شواهد و روش‌های گوناگون تشریح می‌کند

مواد و روش‌ها

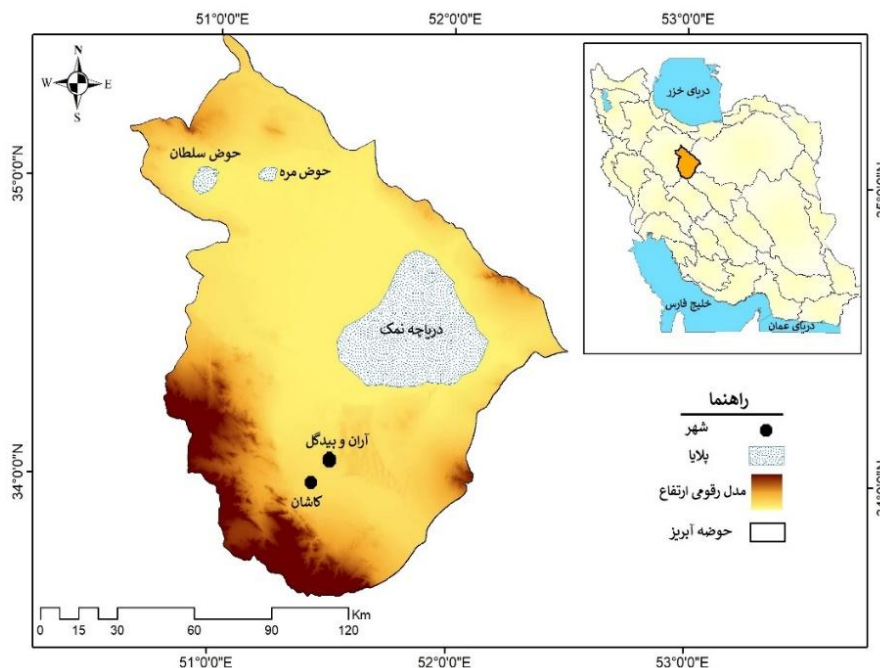
منطقه مورد مطالعه

چاله مسیله: نیمی از استان قم، بیش از ۸۰ درصد وسعت شهرستان‌های کاشان، آران و بیدگل و قسمتی از شهرستان نطنز از استان اصفهان، و گرمسار از استان سمنان را در بر می‌گیرد. این چاله بین ارتفاعات جنوبی البرز میانی در شمال و ارتفاعات آتشفشانی و فرقان و ساوه در مغرب و بلندی‌های تفرش و کاشان در جنوب و جنوب‌غربی و دشت کویر در مشرق منطقه بزرگ مثلثی شکل قرار دارد. در داخل این مثلث حوضه‌ها و چاله‌هایی وجود دارد که حوضه که شامل دریاچه نمک، حوض سلطان و حوض مره است. بیشینه ارتفاع این حوضه ۳۵۸۸ متر (کوه کرکس) در ارتفاعات جنوبی و کمینه آن ۸۰۰ متر در دریاچه نمک است (شکل ۱).

در حوضه مسیله تعدادی رودخانه با مساحت آبخیز کم از دامنه‌های شمالی رشته کوه کرکس سرچشمه گرفته و به سمت دشت کاشان و دریاچه نمک جریان پیدا می‌کنند. این رودخانه‌ها از مشرق به مغرب شامل رودخانه جهق، قهرود، بن رود و چم رود است (ابطحی و سیف، ۱۳۸۹، ۱۰۴). در چاله مسیله دو رودخانه قمرود و قره‌چای پس از تلاقی با یکدیگر با نام رودخانه مسیله ادامه مسیر می‌دهد (رحمتی زاده و جعفری، ۱۳۹۱، ۴۹۸).

حوضه آبریز دریاچه نمک بخش‌هایی از استان‌های تهران، البرز، قزوین، زنجان، مرکزی، همدان، اصفهان، سمنان و قم را دربرمی‌گیرد. شیب تدریجی این حوضه به سوی شرق است و سه چاله اصلی آن شامل دریاچه نمک، دریاچه حوض سلطان و کویر میقان هستند (رضایی و همکاران، ۲۰۱۷، ۷۶). این منطقه بدلیل شرایط اقلیمی ویژه دارای پوشش گیاهی کمی است (فریدونی و همکاران، ۱۳۹۴، ۴۳).

پلایای حوض سلطان و حوض مره دریاچه شور موقتی است، براساس تقسیم‌بندی سوننفلد ۱۹۹۱، این دریاچه حوضه رسوبی درون قاره‌ای محسوب می‌شود. دریاچه فصلی کنونی حوض سلطان با عمق ۲۰-۵۰ سانتی‌متر و در شمال غربی حوضه مسیله قرار گرفته است (فیاضی و همکاران، ۲۰۰۷، ۳۵). دریاچه حوض سلطان و محیط پیرامون آن، خصوصیات مورفولوژیکی مناطق نیمه‌خشک را داراست (شاهینی، ۱۳۷۸، ۲۴). این پلایا شامل دو چاله جدا از هم یکی به نام حوض -سلطان و دیگری به نام حوض مره که با آبراهه باریکی به هم وصل می‌شود (کرینسلی، ۱۹۷۰). حوضه غربی (حوض سلطان) بیضوی شکل است و در جهت شرقی-غربی کشیدگی دارد، شیب آن از شرق به غرب و مرکز چاله در جنوب غربی آن می‌باشد. حوضه شرقی (حوض مره) با جهت شمال‌غربی-جنوب‌شرقی، مانند حوض سلطان بیضی شکل ولی کمی مرتفع‌تر، این منطقه علاوه بر رواناب‌ها از رودهای شور و قره‌چای نیز بهره می‌گیرد. در پلایای حوض سلطان حرکات کوهزائی و فوران‌های آتشفشانی در انتهای کرتاسه و ابتدای ائوسن منجر به تشکیل آتشفشان‌های ائوسن در شمال و بخش‌های مرکزی ایران مخصوصاً در اطراف این پلایا شده است. گسل خوردگی ناشی از فعالیت‌های، آتشفشانی منجر به تشکیل یک گراین در منطقه شده که بعداً توسط دریاچه نمک پر شده است (رضائیان لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۰، ۵۲). گسل‌های طولانی و ممتدی در کوه‌های جنوبی در غرب چاله مشاهده می‌شود جهت اصلی این گسل فقط در بعضی نقاط به وسیله رسوبات مخروط‌افکنه محو می‌گردد که خود نشان‌دهنده حرکات تکتونیکی جدید در منطقه است (کرینسلی، ۱۹۷۰).



شکل ۱: موقعیت مورد مطالعه حوضه آبریز چاله مسیله

داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش از اطلاعات و داده‌های کتابخانه‌ای، آماری، مطالعات میدانی، مطالعات آزمایشگاهی و دور سنجی استفاده شده است. ابزارهای این پژوهش عبارت‌اند از نرم‌افزارهای جغرافیایی (گوگل ارث، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS))، ابزارهای آزمایشگاهی و ابزارهای مشاهدات میدانی و نمونه برداری.

در ابتدای انجام این پژوهش سعی بر آن شده تا نتایج محققان گذشته در مورد این موضوع و این منطقه مورد بررسی قرار گرفته شود و داده‌های زمین‌شناسی، رسوبی، تکتونیکی و ژئومورفولوژیکی محدود مورد بررسی جمع‌آوری گردیده و شناخت نسبت به محیط ایجاد شود.

با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و تصاویر گوگل ارث با استفاده از تکنیک دورسنجی، خطوط ساحل قدیمی مورد بررسی قرار گرفته است تا موقعیت‌های احتمالی پادگانه‌های دریاچه‌ای مشخص شود. سپس در بازدید میدانی محدوده‌های مورد نظر بررسی و شواهد محیطی و رسوب‌شناسی در اطراف پلایا و حواشی آنها برای اولین بار در منطقه جنوب غربی حوض سلطان، پادگانه‌های دریاچه‌ای شناسایی و موقعیت دقیق آنها مشخص گردید. در تحقیقات گذشتگان اشاره‌ای به این آثار و شواهد نشده بود.

سپس نمونه‌های رسوبی از سطوح پادگانه دریاچه‌ای بر اساس داده‌های مدل رقومی ارتفاع SRTM در امتداد یک نیمرخ (شکل ۷ و ۸) برداشت گردید زیرا منحنی تراز پیرامون دریاچه نسبت به کف کنونی حوض سلطان تفاوت ارتفاعی ندارد از این رو تنها یک نیمرخ می‌تواند به کل دریاچه تعمیم داده شود. نمونه‌های برداشت شده برای انجام آنالیزهای دانه‌سنجی، مورفوسکوپی و PH متری به آزمایشگاه منتقل و انجام گردید.

همچنین با استفاده از GPS ارتفاع پادگانه اکتشافی تعیین شد این پادگانه در ارتفاع ۸۰۵ از سطح دریا در منطقه قرار دارد که در نهایت با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و نقشه‌کشی (کورلیشن) به بازسازی سطوح گستره دریاچه براساس عوامل گوناگون محیطی از جمله شیب عمومی چاله در جهات مختلف، ارتفاع پادگانه‌های دریاچه‌ای، شواهد شبکه زهکشی

پرداخته شد. سپس نقشه مساحت و حد گستره با اتصال نقاط همتراز در قالب نقشه پالئوژئومورفولوژی دریاچه ارائه گردید. بعد از تعیین حدود دریاچه مسیله در گذشته محدوده گستره تعیین شده از نظر اطلاعات زمین‌شناسی، توپوگرافی و ژئومورفولوژی این منطقه بررسی و گستره دریاچه‌ای بودن آن نیز تایید شد. در نهایت این اطلاعات با گزارشات و نظرات سایر پژوهشگران مقایسه و بررسی شد.



شکل ۲: آماده سازی نمونه‌های آزمایشگاهی

نتایج و بحث

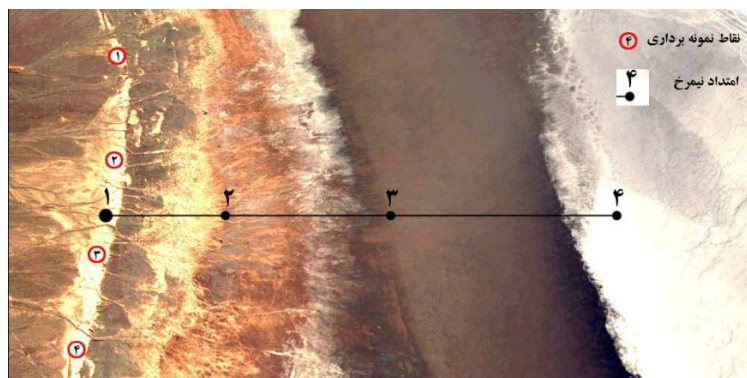
شواهد میدانی از پادگانه دریاچه‌ای

پلایاهای ایران امروزه در شرایط اقلیمی خشکی هستند ولی شواهد ژئومورفولوژیکی و رسوب‌شناسی این مناطق حاکی از تغییرات قابل توجهی در اوضاع اقلیمی و طبیعی آنها در دوره کواترنری بوده است. در کواترنری به موازات دوره‌های یخچالی و بین‌یخچالی در عرض‌های بالا و کوه‌های مرتفع عرض‌های میانی در نواحی دور از سرزمین‌های پوشیده از یخ سطح دریاچه‌ها بالا آمده و در حوضه‌های بسته مناطق خشک یا نیمه خشک امروز نیز دریاچه‌هایی وجود داشته است (عیوضی، ۱۳۸۷، ۷۱). با بررسی و انجام مطالعات سنجش‌ازدوری محدوده‌های احتمالی وجود پادگانه‌های دریاچه‌ای در منطقه در ابتدا مشخص گردید. پس از بررسی‌های میدانی و حضور در مناطق مورد نظر وجود یک پادگانه در شمال غربی حوضه و قسمت جنوب غربی حوض سلطان در مختصات ۳۴.۵۷ عرض شمالی ۵۰.۵۳ طول شرقی و ۳۴.۵۶ عرض شمالی و ۵۰.۵۴ طول شرقی تعیین گردید. با توجه به تحولات ژئومورفولوژیکی و رسوب‌شناسی قسمتی از این پادگانه از دوران گذشته باقی مانده است. پادگانه-های دریاچه-ای از شواهد ژئومورفولوژیکی گستره دریاچه‌های پلیال دوره کواترنری هستند. با تعیین ارتفاع پادگانه اکتشافی با جی‌پی‌اس ارتفاع ۸۰۵ متری از سطح دریا برای پادگانه تعیین گردید (شکل شماره ۶).

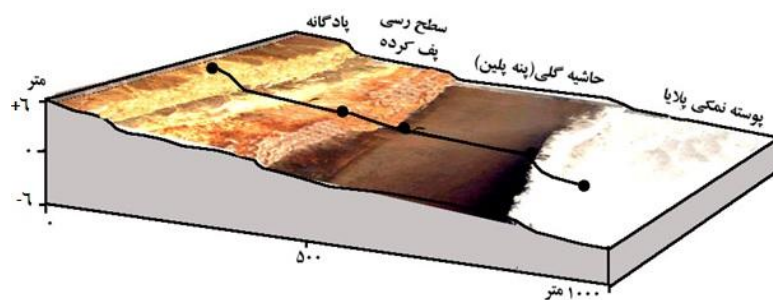


شکل ۶: تصویر ماهواره ای لندست از پادگانه دریاچه‌ای

سپس امتداد پروفیل نقشه برداری شده به طول ۱۰۰۰ متر اختلاف ارتفاع پادگانه اخیر دریاچه حوض سلطان را ۵/۷۰ متر نشان می‌دهد. از این پادگانه ۴ نمونه رسوبی از عمق ده سانتیمتری برداشت گردیده است.



شکل ۷: امتداد نیمرخ برداشت شده به طول ۱۰۰۰ متر از کناره جنوب شرقی چاله حوض سلطان



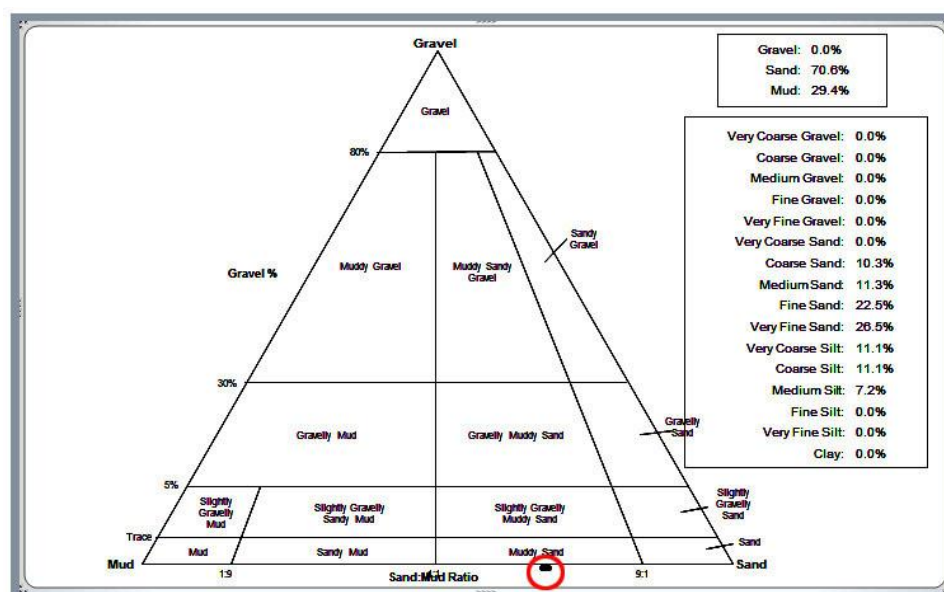
شکل ۸: بلوک دیاگرام پروفیل عرضی تراز یابی شده از پادگانه ۵/۷۰ متری در کناره جنوب شرقی حوض سلطان

آنالیز دانه-سنجی نمونه‌های برداشت شده انجام شد. شکل شماره ۷ و ۸ موقعیت نقاط نمونه برداری شده با فاصله حدود ۲۰۰ متر را نشان می‌دهد. تقریباً بافت هر چهار نمونه یکسان بوده و بیش از ۶۰ درصد رسوب پادگانه از رس و سیلت نرم تشکیل شده است که نشانگر شرایط آرام محیط دریاچه در زمان رسوب گذاری است. حدود ۳۰ درصد این رسوب از سولفات کلسیم تشکیل شده است. PH نمونه‌های برداشت شده بین ۸ تا ۹ تغییر می‌کند و مقدار سدیم آن ناچیز می‌باشد. کاهش سدیم نتیجه شستشوی بارانی طی پستیروی تراز آب دریاچه می‌باشد (جدول ۱). در شکل شماره ۹ متوسط درصد بافت ذرات رسوبی نشان داده شده است. در شکل شماره ۱۰ نمودار نیمه‌لگاریتمی بافت نمونه شاخص رسوب پادگانه که نشانگر آن است که بیش از ۶۰ درصد نهشته‌ها قطری کمتر از ۱۲۵ میکرون داشته و حاکی از محیط آرام دریاچه‌ای در زمان نهشته گذاری است.

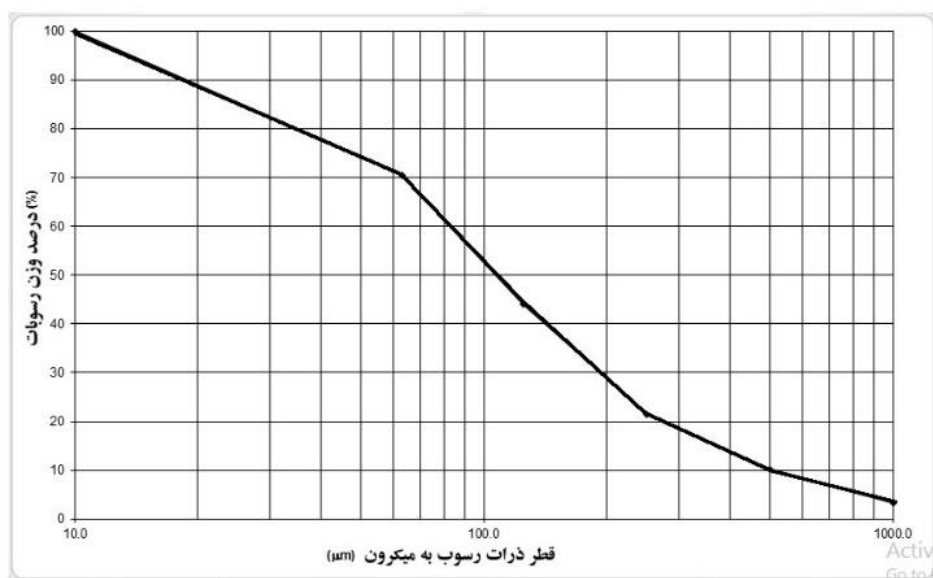
جدول شماره ۱: دانه‌سنجی و طبقه‌بندی اندازه ذرات

نمونه ۴	نمونه ۳	نمونه ۲	نمونه ۱	طبقه بندی اندازه ذرات
۱/۳	۴/۱۱	۲	۲/۷۸	$2000 <$
۵/۱	۵/۱	۴/۴	۳/۶۷	۲۰۰۰
۱۱/۴	۸/۷	۱۲/۵	۱۳/۸۳	۱۰۰۰

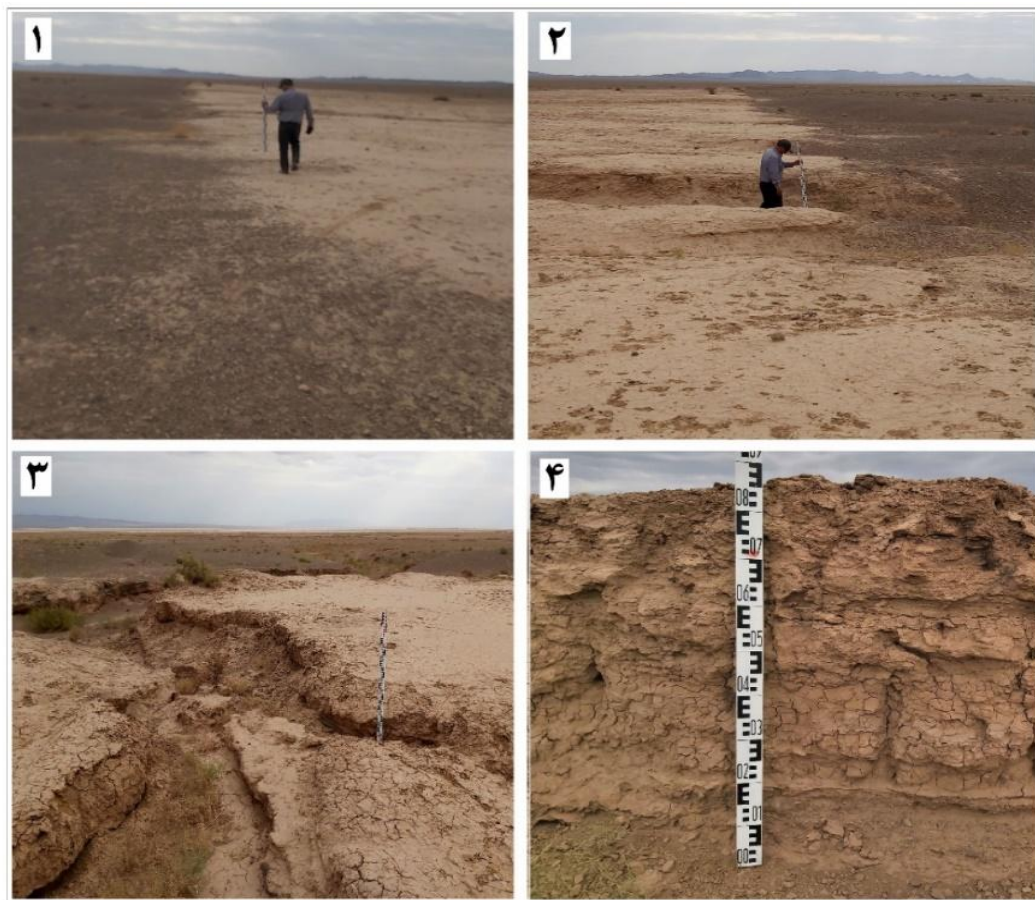
۵۰۰	۳۳/۲	۲۸/۱	۲۱/۱۲	۲۳/۴
۲۵۰	۴۹/۹	۵۱/۶	۴۱/۲	۳۸/۴
۱۲۵	۵۹/۲۴	۶۲/۱	۷۵/۸	۷۶/۲
۶۳	۶۸/۴۲	۷۵/۴	۸۴/۳	۸۹/۵
۶۳>	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰



شکل ۹: موقعیت چهار نمونه رسوبی برداشت شده از پادگانه دریاچه‌ای در دیاگرام فولک.

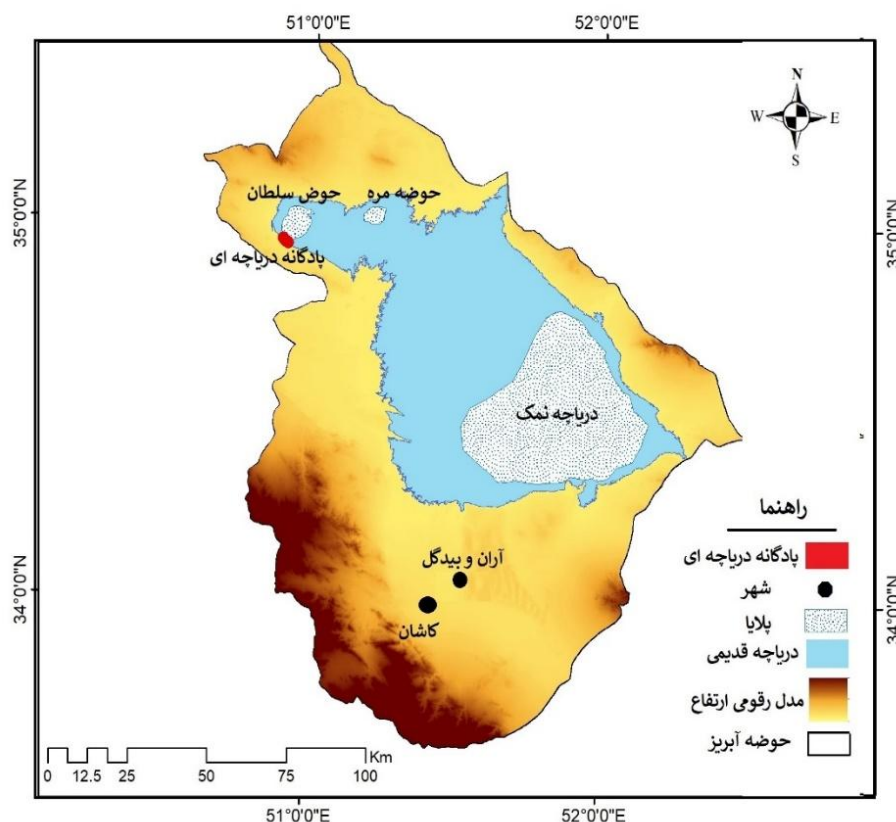


شکل ۱۰: نمودار نیمه لگاریتمی بافت نمونه شاخص رسوب پادگانه دریاچه‌ای



شکل ۱۱: مورفولوژی پادگانه (۱) بخش بالادست پادگانه که بخشی از آن توسط نهشته گذاری مخروط افکنه‌ها پوشیده شده است. (۲) حد پایین دست پادگانه در ارتفاع ۵/۷۰ متر نسبت به بوسته نمکی کف دریاچه. (۳) پایین رفتن تراز دریاچه موجب تشکیل گالی‌ها در سطح پادگانه و حفر عمیق آنها شده است. (۴) مقطع عمودی پادگانه در کناره یکی از گالی‌ها که ساختمان رسوب‌شناسی آن را نشان می‌دهد.

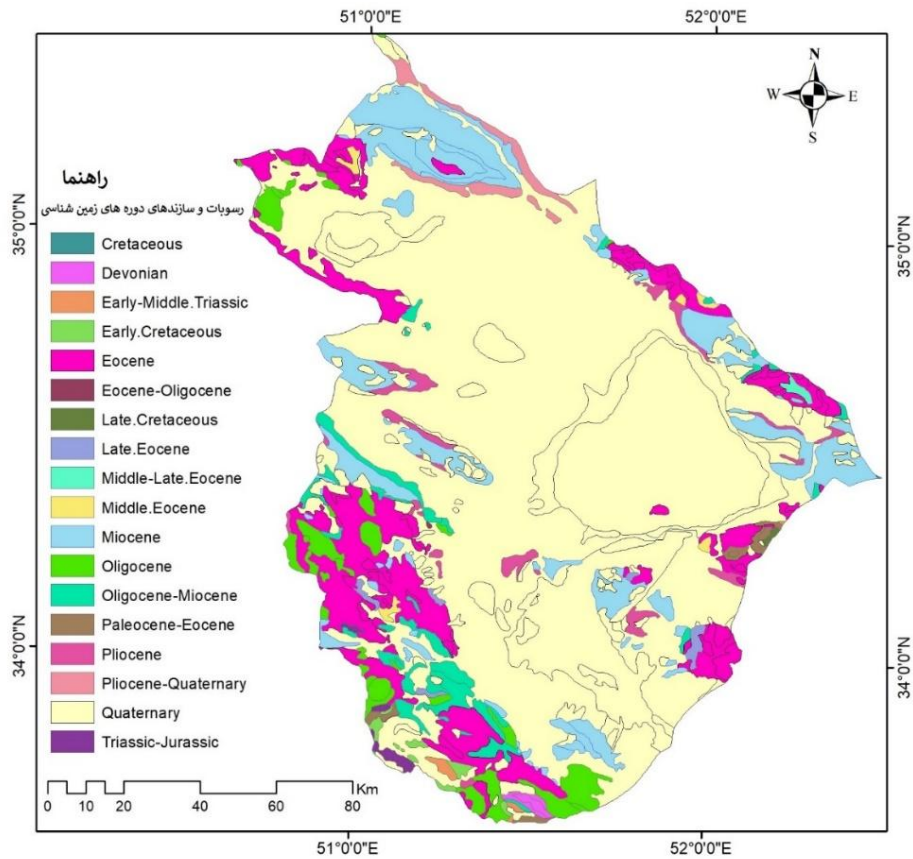
با انجام مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌ها و مشخص شدن ماهیت دریاچه‌ای بودن آنها با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور به تعیین گستره دریاچه دیرینه این منطقه پرداخته شده است. بعد از تعیین ارتفاع پادگانه مذکور براساس حد ارتفاعی با استفاده از GIS حد ارتفاعی ۸۰۵ متری برای گستره دریاچه دیرینه در نظر گرفته است و براساس سطوح ارتفاعی این منطقه تعیین حدود گردید (شکل شماره ۶). گستره تعیین شده دریاچه دیرینه در برگیرنده، دریاچه نمک، حوض سلطان و حوض مره است و نشان می‌دهد در دوران کواترنری شرایط اقلیمی برای وجود دریاچه‌ای با این وسعت فراهم بوده است و یک دریاچه واحد با مساحت ۶۱۹۰ کیلومتر مربع در منطقه وجود داشته است (شکل شماره ۱۲).



شکل ۱۲: گستره حدود دریاچه قدیمی با استناد به شواهد پادگانه‌های دریاچه‌ای

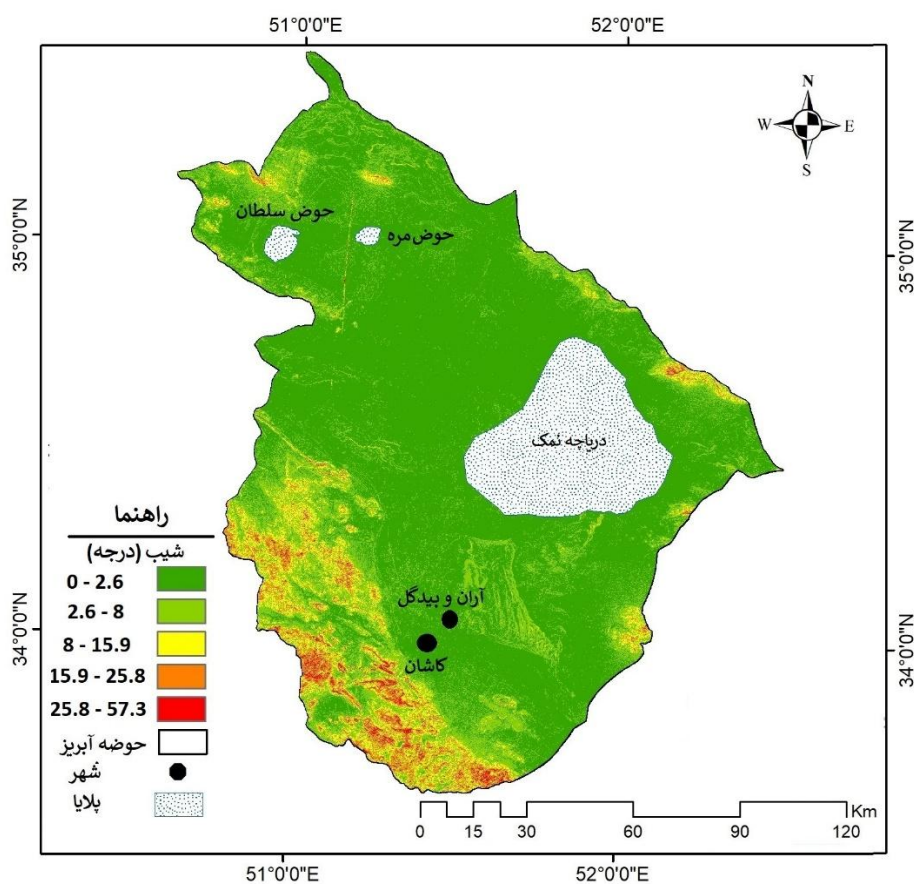
بسیاری از مطالعات انجام شده در مورد اقلیم هولوسن و کواترنری در ایران به شرایط اقلیمی خشک و سرد در دوران یخچالی و نسبتاً مرطوب و گرم در دوران بین یخچالی اشاره کرده‌اند. برخی نویسندگان نیز رخداد(دوره بارانی) را طرح کرده‌اند و فرض را بر بیشتر بودن مقدار بارش در دوران یخچالی گذاشته‌اند. بعضی از دانشمندان نیز برای افزایش بارش آن دوره اهمیت جزئی قائل بوده و تحولات این مناطق را ناشی از سرد شدن هوا و کاهش تبخیر می‌دانند و به جای دوره‌های بارانی از اصطلاح دوره‌های سرد استفاده می‌کنند. همزمان بودن دوره‌های بارانی یا سرد عرض‌های پایین با دوره‌های یخچالی یا بین یخچالی عرض‌های بالا در مناطق مختلف یکی از موضوع‌هایی است که مورد توجه پژوهشگران است (عیوضی، ۱۳۸۷). در این راستا بعد از تعیین گستره دریاچه برای تایید محدوده تعیین شده، داده‌های زمین‌شناسی، شیب منطقه و پهنه‌های ژئومورفولوژیکی بررسی گردید.

بررسی نقشه ۱۳ حوضه مورد مطالعه نشان می‌دهد که سازندهایی با سن زمین‌شناسی مختلف در حوضه مورد مطالعه وجود دارد اما حدود گستره تعیین شده دریاچه دیرینه در این حوضه پوشیده از ته‌نشست رسوبات جدید کواترنری است و اطلاعات زمین‌شناسی و رسوبی نیز محدوده دریاچه دیرینه در این منطقه را براساس رسوبات و سن آنها در دوره کواترنری تایید می‌کند (شکل شماره ۱۳).



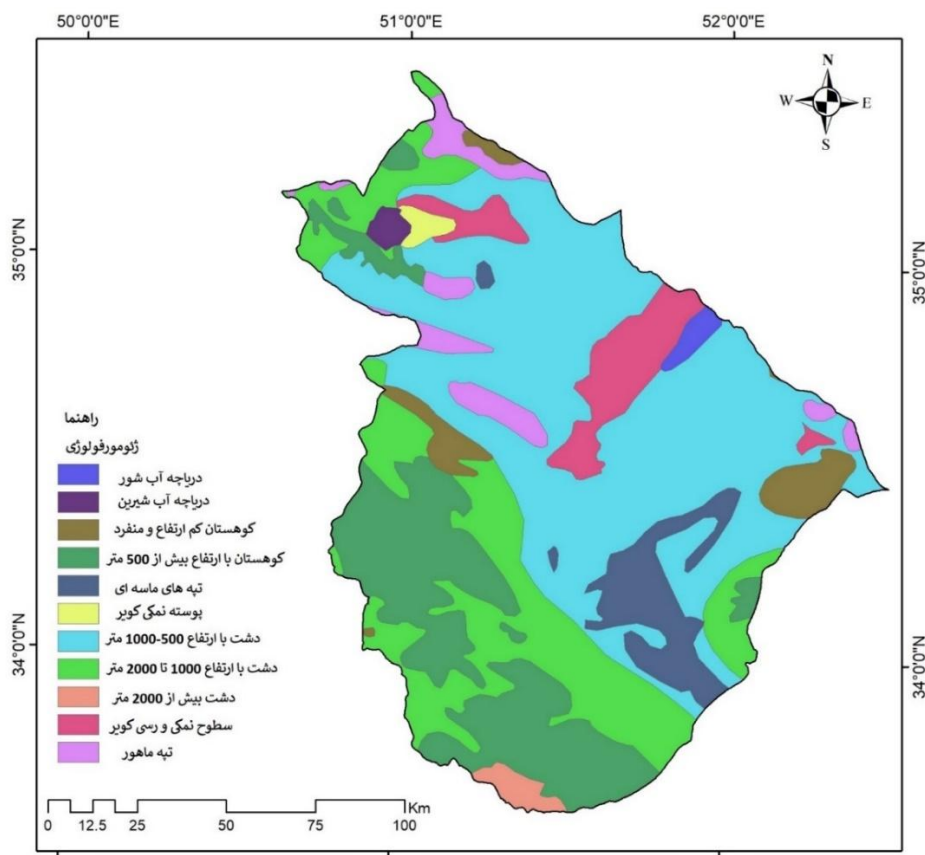
شکل ۱۳: نقشه سن رسوبات حوضه آبریز (مشتق شده از نقشه زمین شناسی)

نقشه شیب منطقه نشان می‌دهد بیشتر سطح حوضه را به ترتیب شیب ۰ تا ۲/۶ درجه که کمترین شیب است در برگرفته است و بعد از آن شیب ۲۶ تا ۸ درجه بیشترین وسعت را دارد. شیب‌های بیش از ۸ درجه مربوط به جنوب غربی حوضه است که محدوده کوهستان را در منطقه نشان می‌دهد. با توجه به بررسی نقشه شیب حوضه بسترگستره تعیین شده دریاچه دیرینه در این حوضه کاملاً دارای شیب کم و سطح هموار بوده است و این موضوع خود دلیل شرایط توپوگرافی مساعد برای گستره دریاچه دیرینه در این مکان است (شکل شماره ۱۴).



شکل ۱۴: نقشه شیب حوضه آبریز

نقشه پهنه‌های لندفرمی منطقه نشان می‌دهد در این حوضه کوهستان‌های کم ارتفاع و منفرد، کوهستان با ارتفاع بیش از ۵۰۰ متر، دریاچه آب شور، دریاچه آب شیرین و محدوده وسیعی از حوضه را به ترتیب وسعت دشت‌ها با ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و محدوده کمی ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر در برگرفته است. همچنین سطوحی از تپه‌های ماسه‌ای، پوسته نمکی کویر، سطوح نمکی و رسی کویر و تپه-ماهور در بر گرفته است. با توجه به تعیین حدود دریاچه دیرینه این نقشه نشان می‌دهد که بیشتر سطح گستره این دریاچه را محدوده دشت با ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر در برگرفته که به نوعی بستر دریاچه دیرینه را نیز تداعی می‌کند (شکل شماره ۱۵).



شکل ۱۵ : نقشه پهنه‌های لندفرمی منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

حوضه آبریز مورد مطالعه از ۹ زیرحوضه کوچکتر به مساحت ۱۸۶۳۹ کیلومتر مربع تشکیل شده است. پلايای حوض سلطان با مساحت ۶۹.۶۰ کیلومتر مربع، حوض مره با مساحت ۲۷.۹۰ کیلومتر مربع و دریاچه نمک با مساحت ۱۸۶۵ کیلومتر مربع در این حوضه آبریز قرار دارند. پادگانه اکتشافی در حوضه مسیله در ارتفاع ۸۰۵ متری از سطح دریا نشان‌دهنده گستره دریاچه دیرینه است که مساحتی یا ۶۱۹۰ کیلومتر مربع مشخص شده است که هر دریاچه نمک، حوض مره و حوض سلطان را در برمی‌گیرد. این گستره نشان می‌دهد در دوره‌های اقلیمی گذشته که تسلط شرایط بارانی با کاهش تبخیر همراه بوده در منطقه حاکم بوده است، این سه حوضه توسط دریاچه واحد با هم مشترک بوده‌اند. براساس این نتایج حوض مره براساس ارتفاع کف خود ۸۰۲ متر از سطح دریا در زمان گستره دریاچه مذکور ۳ متر آب داشته است. همچنین با توجه به ارتفاع کف پلايای حوض سلطان که ۷۹۹ متر از سطح دریاست این پلايا در نتیجه گستره دریاچه مذکور ۶ متر آب داشته است و دریاچه نمک با ارتفاع کف ۷۸۶ متر از سطح دریا در نتیجه گستره دریاچه مذکور ۱۹ متر آب داشته است. نتایج آنالیزهای دانه‌سنجی و کلسیمتری رسوبات پادگانه‌ای برداشت شده از منطقه مورد مطالعه نشان از محیط رسوب‌گذاری آرام در گذشته داشته است و گواه محیط دریاچه‌ای دیرینه در این منطقه می‌باشد.

بررسی تحقیقات قبلی که داده‌های این پژوهش را تایید می‌کند عبارتند از:

مطالعات مستوفی و فری ۱۹۵۹ نشان می‌دهد که ابتدا آب وارد حوض مره شده و پس از پر شدن آن از مسیل دو حوض گذشته وارد حوض سلطان می‌شود و هنگامی که آب در حوض سلطان چند متر بالا آمد به طرف حوض مره باز می‌گردد و سرریز این دو حوضه به دریاچه نمک تخلیه می‌شود این مطالعات نیز امکان وجود این دریاچه یکپارچه را تأیید می‌کند. مطالعات کرینسلی نیز نشان‌دهنده وجود دریاچه‌های پلویال در مناطق ایران مرکزی در گذشته است که بدلیل تغییرات آب‌وهوایی شرایط به حالت کنونی و از بین رفتن دریاچه‌ها در حال حاضر انجامیده و پلایاهایی را در ایران مرکزی برجای گذاشته است. مطالعات هدایی آرانی ۱۳۹۱ نشان می‌دهد نتایج حاصل از تغییرات تراز آب در پلایاها بالاترین ارتفاع خود را در ارتفاع ۸۲۴ متری از سطح آب‌های آزاد قرار داشته است. بنابراین می‌توان چنین ارزیابی نمود که میانگین ارتفاع ۸۵۸ متری از سطح دریاچه‌های آزاد نشان‌دهنده حد نهایی گسترش دریاچه نمک در کواترنری پسین می‌باشد. مطالعات هدایی آرانی ۱۳۹۶ و نیز نشان می‌دهد پیوستگی دریاچه‌های نمک و حوض سلطان در کواترنر وجود داشته است.

منابع

- آقائباتی، س.ع. ۱۳۸۵، زمینشناسی ایران، انتشارات سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۹۳ ص.
- سیف، ع، ابطحی، س م، (۱۳۹۲)، بررسی تحولات اقلیمی حوضه دریاچه نمک در کواترنر پایانی، مجله علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ۴۶، صص ۹۱-۱۱۱
- ابطحی، س م، و سیف، ع. (۱۳۹۱). بررسی فشار جمعیت انسانی بر محیط زیست مطالعه موردی حوضه مسیله کاشان. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)، ۲۳ (۲ (پیاپی ۴۶))، ۱۰۱-۱۱۶
- رحمتی زاده، ا، و جعفری، م. (۱۳۹۳). بررسی اثرات احداث سدهای ۱۵ خرداد و غدیر ساوه بر روند بیابان زایی دشت مسیله قم. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱ (۳)، ۴۹۴-۵۰۶.
- رضاییان لنگرودی، س، (۱۳۹۰)، بررسی رسوب‌شناسی ژئوشیمی رسوبی و رخساره‌های رسوبی پلایای حوض سلطان با مطالعه مغزه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، دانشکده علوم زمین، استاد راهنما سعید فرج الله و راضیه لک درویش زاده، ع، (۱۳۷۱)، شرایط زمین شناسی ایجاد کویرها و بیابانهای ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری
- عبدی، ل، (۱۳۸۹)، ژئوشیمی رسوبات تبخیری پلایای میقان اراک پلایای میقان اراک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، به راهنمایی دکتر حسین رحیم‌پور بناب، دانشکده علوم، دانشگاه تهران
- عیوضی، جمشید، ۱۳۸۷، ژئومورفولوژی ایران، دانشگاه پیام‌نور
- شاهینی، ش، (۱۳۷۸)، دریاها دریاچه‌ها و تالاب‌های ایران، گزارش داخلی مرکز تحقیقات منابع آب ایران
- شاه‌زیدی، س، (۱۳۹۵)، تحولات شکل‌زایی چاله لوت در کواترنری (با تأکید بر بازسازی پادگانه‌های دریاچه‌ای)، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی دوره شماره ۲ (پیاپی ۶۲)
- شرفی، س، (۱۳۹۴)، زمین‌باستان‌شناسی حوضه رودخانه سیمره در قلمرو پادگانه‌های دریاچه‌ای هولوسن، رساله دکتری به راهنمایی دکتر مقصودی و یمانی، دانشگاه تهران دانشکده جغرافیا، گروه جغرافیای طبیعی. رشته جغرافیای طبیعی-ژئومورفولوژی
- شعبانی عراقی، ع، (۱۳۹۲)، بررسی شواهد مورفولوژیکی و رسوب‌شناسی چاله میقان به منظور تعیین حدود گسترش آن در کواترنری، پایان‌نامه کارشناسی به راهنمایی دکتر مجتبی یمانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- شعبانی عراقی، ع، یمانی، م، گورابی، ا، لک، ر. (۱۴۰۰)، بازایی سکناس‌ها و گستره‌ی دریاچه‌ی دیرینه در پلایای جازموریان براساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در کواترنری. پژوهش‌های فرسایش محیطی. ۱۱ (۲): ۲۷-۴۶
- شعبانی عراقی، ع، یمانی، م. (۱۴۰۲). تعیین حدود گستره دریاچه پلویال پلایای دامغان بر اساس پادگانه‌های دریاچه‌ای در کواترنری. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۱۳، ۵۷-۷۲
- صمدزاده، ر، (۱۳۹۵)، تغییرات محیطی کره زمین در کواترنر، دانشگاه آزاد اسلامی، ص ۴۱۲

- فریدونی، م، پناهی، ف، موسوی س ح، خسروی ح، ۱۳۹۴، بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی بر بیابانزایی اراضی محدوده دریاچه نمک با استفاده از داده‌های دورسنجی، نشریه مدیریت بیابان، شماره ۵، ص ۴۰-۵۲
- محمودی، ف، ۱۳۶۷، تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنری، مجله پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تهران، شماره ۲۳
- مقصودی، م، شعبانی عراقی، ع، بنی صفار، م. (۱۳۹۵). تعیین گستره دریاچه پلوویال لوت با استناد به شواهد رسوبی و ژئومورفولوژیکی، *دو فصلنامه کواترنری ایران*
- هدایی آرانی، م. (۱۳۹۰)، شواهد مورفولوژیکی گسترش دریاچه نمک در کواترنر پسین، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، به راهنمایی مجتبی یمانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- هدایی آرانی، م، ۱۳۹۶، مقاله ردیابی و بازسازی حدگسترش دریاچه نمک در کواترنر به کمک شواهد ژئومورفولوژیک؛ راهبردی در شناخت و مدیریت پتانسیل‌ها و بحران‌های دریاچه نمک، اولین همایش بحران دریاچه نمک و پدیده گرد و غبار در حوضه مرکزی ایران
- یمانی، م، شعبانی عراقی، ع، زمان زاده، س م، گورابی، ا، و اشتری، ن. (۱۳۹۹). بازسازی حدود گسترش پلاپای میقان در کواترنری پسین براساس شواهد رسوبی و ژئومورفیک. *اطلاعات جغرافیایی*، ۲۹ (۱۱۶)، ۸۹-۱۰۲.
- Aganbati, S.A. 2006, Geology of Iran, publications of the Organization of Geology and Mineral Exploration of the country, 593 p.
- Abtahi, S., & Seif, A. (2012). Investigation of human population pressure on environment Case study: Masile basin of Kashan. *Geography and Environmental Planning*, 23(2), 101-116.
- Abdi, Leila, (2010), Geochemistry of Evaporite Sediments of Mighan Arak Playa, Mighan Arak Playa, Master's Thesis in Geology, under the guidance of Dr. Hossein Rahimpour
- Arzhannikov SG, Ivanov A V., Arzhannikova A V., et al. Catastrophic events in the Quaternary outflow history of Lake Baikal. *Earth-Science Rev.* 2018;177:76-113. doi:10.1016/j.earscirev.2017.11.011
- Bonab, Faculty of Science, University of Tehran
- Bobec. H, 1953-54, Klima and landschaft Iran, Wine
- Carmen Castañedaa, F. Javier Graciab, Rafael Rodríguez-Ochoac, Mario Zarroca^{d,1}, Carles Roqué^e, Rogelio Linares^d, Gloria Desi^{۲۰۱۷}, Origin and evolution of Sariñena Lake (central Ebro Basin) A piping-based model.pdf.
- Darvishzadeh, Ali, (2008), Geological conditions of the creation of deserts and deserts in Iran, a collection of articles of the seminar examining the issues of desert and desert areas
- Eyvazi, Jamshid, 1387, Geomorphology of Iran, Payam Noor University
- Fereyduni, M., Vali, A. A., Panahi, F., Mousavi, S. H., & Khosravi, H. (2015). Effect of Land Use Changes on Desertification Using Remote Sensing In Daryacheh Namak Area. *Desert Management*, 3(5), 40-52. doi: 10.22034/jdmal.2015.18329
- Fayazi, F., Lak, R. and Nakhaei, M. (2007). Hydro-geochemistry and brine evolution of Maharlu saline Lake, Southwest of Iran, Carbonates and Evaporites, Vol. 22, pp 34-42
- Folk, R.L., 1960. "Petrology and origin of the Tuscarora, Rose Hill, and Keefer Formations, Lower and Middle Silurian of Eastern West Virginia", *Journal of Sedimentary Petrology*, 30, p. 1-58. - Folk, R.L., 1980. "Petrology of Sedimentary Rocks", 3rd ed., Hemphill Publication Co., Austin, Texas, 182 p.
- habani eraghi A, Yamani M, Goorabi A, Lak R. Recovery of sequences and extent of ancient lake in Jazmourian Playa based on lake terraces in Quaternary. *E.E.R.* 2021; 11 (2) :27-46
- Hedai Arani, Mojtabi, (2013), Morphological Evidences of the Expansion of Salt Lake in the Late Quaternary, Master's Thesis, under the guidance of Mojtabi Yamani, Faculty of Geography, University of Tehran

- Huckriede, R., Kursten, M., & Venlaff, H., 1962. Zur geologie des gebiets Zwischen Kerman und Saghand Iran Beiheft Zum Geologisschen Jahrbuch. 51: 1-19
- Rezaei, A., Pirnazar, M. and Yazdzad, H., 2017. Investigation of water border changes in Qom Salt Lake with the help of satellite images and remote sensing techniques. The 1st Conference on the Salt Lake Crisis and The Dust Phenomenon in The Central Basin of Iran, Qom, 26-27 April: 1-9
- Rahmatizadeh, A., & Jafary, M. (2014). Construction of 15- Khordad and Ghadir dams and its effect on desertification trend of Masileh plain at Qom province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 21(3), 496-506. doi: 10.22092/ijrdr.2014.12122
- Rezaian Langroudi, (2016), Sedimentological study of sedimentary geochemistry and sedimentary facies of Sultan Basin playa by studying cores, Master's thesis, Tarbiat Moallem University, Faculty of Earth Sciences, supervisor Saeed Farajollah and Razia Lak
- Sonnenfeld, P. (1991). Evaporite basin analysis, In Force, E.R., (ed.), Sedimentary and Diagenetic Mineral Deposits: A basin analysis approach to exploration, pp 159-169.
- Shahini, S., (1999), Iran's seas, lakes and wetlands, internal report of Iran Water Resources Research Center
- Shahzeidi, S. S. (2016). Formative evolutionary trend of Loot in Quaternary cycle. Geography and Environmental Planning, 27(2), 119-130. doi: 10.22108/gep.2016.21819
- Sharfi, Siamak, (2014), Geoarchaeology of the Simreh River Basin in the territory of the Holocene Lake Fortifications, Doctoral Thesis under the guidance of Dr. Maqsoodi and Yamani, University of Tehran, Faculty of Geography, Department of Natural Geography. Field of natural geography-geomorphology
- Shabani Iraqi, Arefeh, (2012), investigation of morphological and sedimentological evidence of Chale Miqan in order to determine the limits of its expansion in the Quaternary, bachelor's thesis under the guidance of Dr. Mojtabi Yamani, Faculty of Geography, University of Tehran
- Seif, A., & Abtahi, S. M. (2014). A Survey of Climatic Changes of Namak Lake Basin in the Late Quaternary. Journal of Geography and Planning, 17(46), 91-111.
- Shabani Eraghi, A., & Yamani, M. (2023). Determining the Extent of Pluvial Lake of Damghan Playa Based on the Lake Terraces in the Quaternary. Geographical Planning of Space, 13(1), 57-72. doi: 10.30488/gps.2021.289291.3411
- Samadzadeh, Rasoul, 2015, Earth's environmental changes in the Quaternary, Islamic Azad University, p. 412
- Terasmaa J 2011. Lake basin development in the Holocene and its impact on thesedimentation dynamics in a small lake (southern Estonia). Estonian Journal of Earth Sciences, doi: 10.3176/earth.2011.3.04
- Mahmoudi, Faraj A., 1989, Evolution of Iran's ruggedness in the Quaternary, Tehran University Geographical Research Journal, No. 23
- Maghsoudi, M., Shabani Araghi, A., & Bani Safar, M. (2016). Determination of pluvial Lake Range of Lut based on sedimentary and geomorphological evidences. Quaternary Journal of Iran, 2(3), 229-241. doi: 10.22034/irqua.2016.701940
- Mostofi, B., and Frei, E., 1959, The main sedimentary of Iran and their oil prospect. Proc. 5th world petrol. Congr. New-York, Sec. 1.
- Yamani, M., Shabanieraghi, A., Zamanzadeh, S. M., Goorabi, A., & Ashtari, N. (2021). Reconstruction of Mighan Playa extension in Late Quaternary Period based on sedimentary and geomorphic evidences. Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 29(116), 89-102. doi: 10.22131/sepehr.2021.242862