Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the climatic parameter of enviroment temperature using oxygen 18 isotope analysis and carbon13 in Jazmurian playa

Arefe Shabani Eraghi [1] ✉ | **Seyed Mohammad Zamanzadeh** [2] | **Fariba Karami** [3]

1. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Geography Education, Farhangian University, Tehran, Iran. **E-mail:** a.shabani@cfu.ac.ir,
2. Associate Professor, Faculty of Geology, University of Tehran, Iran. **E-mail:** zamanzadeh@ut.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Geography Education, Farhangian University, Tehran, Iran. **E-mail:** f.karami@cfu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2024/07/13
Received in revised
2024/09/23
Accepted
2024/10/24
Published
2024/10/25
Published online
2025/12/22

Keywords:
isotope analysis,
climate,
oxygen 18,
carbon 13,
Jazmurian.

ABSTRACT

Reconstructing paleoclimate, particularly environmental temperature, plays a crucial role in understanding both current and future climate patterns. The aim of this research is to investigate the climatic conditions and estimate the ambient temperature during the Holocene period based on two sediment cores extracted from the Jazmurian Basin. Paleotemperature reconstruction was conducted using several methods, including the calculation of the standardized coefficient of variation of oxygen-18 and carbon-13 isotopes. For this purpose, the isotopic analysis of oxygen-18/oxygen-16 and carbon-13 was performed .In Jazmurian core 1, the initial temperature was estimated at 46°C. A decreasing trend of approximately 10°C was observed down to a depth of 175 cm, distributed across eight stratigraphic levels. At 175 cm, the temperature shows an increasing trend, followed by a decline at the subsequent level, and then a return to an increasing and stable trend in the next two levels .In Jazmurian core 2, the initial temperature was approximately 50°C. A sharp decrease in temperature is observed between depths of 80 to 125 cm. Subsequently, there is a slight increase of about 1°C, which remains relatively stable until a depth of 170 cm. Beyond this point, the temperature decreases again in the final two layers .The concentration of carbon-13 in core 1 ranges from 0 to 25.6, while in core 2 it varies between 25.9 and 27.1. In core 1, six carbon-13 isotope samples show a value of zero, indicating an absence of carbon-13 in those sediment layers. In contrast, core 2 displays a narrower range of variation in carbon-13 values .The isotopic and temperature variations observed in these sediment cores reflect different climatic phases during the Holocene in the Jazmurian region. Such climatic changes are often linked to cultural shifts, and the decline of ancient civilizations has frequently coincided with environmental transformations. The findings of this research may be of significant value to archaeology researchers, particularly those studying ancient Iranian civilizations.

Cite this article: Shabani Eraghi, Arefe., Zamanzadeh, Seyed Mohammad., & Karami, Fariba. (2025). Investigating the climatic parameter of enviroment temperature using oxygen 18 isotope analysis and carbon13 in Jazmurian playa. *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (79), 136-151. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.21

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.21

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Understanding current and future climate patterns requires a comprehensive knowledge of past climate dynamics. Paleoclimate reconstruction is considered one of the most reliable methods for identifying and interpreting ancient climatic processes. To accurately study and date climatic events, it is essential to incorporate interdisciplinary data and methods from fields such as chemistry, geology, physics, and archaeology. In this research, the method of oxygen isotope analysis is employed, which is grounded in the principles of geochemistry. Oxygen naturally occurs in three stable isotopes: oxygen-16, oxygen-17, and oxygen-18. These isotopes behave differently in physical processes, particularly in the hydrological cycle. For instance, water molecules (H_2O) containing lighter oxygen isotopes (such as O-16) evaporate more readily than those with heavier isotopes (such as O-18). As a result, over time, atmospheric moisture becomes enriched in lighter isotopes, while bodies of water such as oceans retain higher concentrations of heavier isotopes. his isotopic fractionation provides valuable insights into ancient climate conditions. For example, the relative abundance of oxygen-18 in ocean sediments or ice cores can serve as a proxy for past temperatures and hydrological changes. In general, ocean water is richer in heavy oxygen isotopes compared to rainwater, and this difference can be used to infer environmental variations over geological timescales.

Material and Methods

Calculation of temperature through oxygen isotopes

To obtain the temperature of the ancient water environment, it is calculated using the equation (1) through the analysis of oxygen isotopes.

equation (1) $16 - 4.14 \times (\sigma 18\ O\ Value\ of + 1) + 0.13 \times (\sigma 18\ O\ Value\ of + 1)^2$

For equation (1) it is first necessary to calculate the value of σ18 O Value of, which also requires the calculation of equation (2). In equation (2), first, the core oxygen isotope (18o'/16o') is replaced, and then the standard value of 18o/16o is replaced, and then by inserting in equation (1), the ambient temperature is obtained in degrees Celsius.

In equation (2), first, the core oxygen isotope (18o'/16o') is replaced, and then the standard value of 18o/16o is replaced, and then by inserting in equation (1), the ambient temperature is obtained in degrees Celsius.

It should be mentioned that the core oxygen isotope (sample) (18o'/16o') is usually expressed as a deviation from the ratio of a standard value of 18o/16o and expressed in units per thousand. And also the standards are extracted from the average water of the oceans. The equation of this deviation is as follows:

equation (2) $\sigma 18o = \frac{\left(\frac{18o'}{16o'} - \frac{18o}{16o}\right)}{\frac{18o}{16o}}$

Results and Discussion

The relative frequency of oxygen isotopes in sediments is closely linked to water temperature at the time of deposition. Analysis of oxygen-18 isotope data indicates a temperature of approximately 46°C in Core No. 1 of the Jazmurian Basin at a depth of 53–68 cm. A decreasing trend of about 10°C is observed down to a depth of 175 cm, distributed

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

over eight stratigraphic levels. At 175 cm, the temperature slightly increases, followed by a minor decrease in the next layer, and then exhibits a consistent increasing trend across the subsequent two levels .n Core No. 2, the temperature is approximately 50°C at a depth of 60–80 cm. A sharp temperature drop is evident between depths of 80 and 125 cm. After this, a slight increase of around 1°C occurs, which remains stable down to a depth of 170 cm. Beyond this point, the last two layers show another decline in temperature .The concentration of carbon-13 in Core No. 1 ranges from 0 to 25.6‰. Notably, six samples from this core show a value of zero, indicating an absence of carbon-13 in those sedimentary layers. In contrast, Core No. 2 shows a narrower range, with carbon-13 values between 25.9 and 27.1‰. This suggests that isotopic variability is greater in Core No. 1 than in Core No. 2, possibly reflecting more diverse climatic or environmental conditions at the time of deposition .These results suggest a dynamic paleoclimate in the Jazmurian Basin during the Holocene, marked by temperature fluctuations and varying isotope compositions, reflecting shifts in humidity, evaporation, and regional climate phases.

Conclusion

Overall, the Holocene period has been characterized by significant climatic variability. In this study, temperature fluctuations in the Jazmurian playa were examined using two sediment cores. To reconstruct paleotemperatures, the ratios of oxygen-16 to oxygen-18 isotopes were analyzed. Generally, a more negative $\delta^{18}O$ value indicates a higher proportion of oxygen-16, which is associated with more humid conditions and lower evaporation rates—typically correlating with higher precipitation and moderate temperatures. In contrast, more positive $\delta^{18}O$ values suggest drier conditions, where increased evaporation due to higher temperatures causes preferential loss of the lighter oxygen-16 isotope. The data from both cores reveal multiple climate phases throughout the Holocene, each marked by distinct isotopic signatures and temperature trends. Such fluctuations are often linked to cultural changes, and periods of environmental stress are known to coincide with the decline of ancient civilizations. Therefore, the findings of this study can be of considerable value to researchers in archaeology, particularly those investigating the environmental factors that influenced the development and decline of ancient Iranian civilizations.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی شرایط اقلیمی و دمای محیط با استفاده از آنالیز ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ در پلایای جازموریان

عارفه شعبانی عراقی [1]✉، سید محمد زمانزاده [2]، فریبا کرمی [3]

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه آموزش جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، رایانامه: a.shabani@cfu.ac.ir
۲. دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ایران، رایانامه: zamanzadeh@ut.ac.ir
۳. فریبا کرمی، استادیار گروه آموزش جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، رایانامه: f.karami@cfu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۴/۲۳
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۸/۰۳
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۰۸/۰۴
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
آنالیز ایزوتوپی،
اقلیم،
اکسیژن ۱۸،
کربن ۱۳،
جازموریان.

چکیده

بازسازی اقلیم دیرینه از جمله دمای محیطی در شناخت اقلیم حال و آینده نقش به سزایی دارد. هدف از این پژوهش بررسی شرایط اقلیمی و محاسبه دمای محیطی دو مغزه رسوبی گرفته شده در حوضه آبریز جازموریان در دوره هولوسن است. بازسازی دمای دیرینه از روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد که جمله آن‌ها استفاده از مقدار ضریب تغییرات استاندارد شده ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ است. در این راستا از روش آنالیز ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۸ و ۱۶ و کربن ۱۳ بهره گرفته شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد. در مغزه شماره ۱ جازموریان در ابتدا دمای ۴۶ درجه وجود داشته است. سپس روند کاهشی ۱۰ درجه سانتی‌گراد تا عمق ۱۷۵ سانتی‌متری در ۸ سطح در منطقه ایجاد می‌شود، در عمق ۱۷۵ سانتی‌متری به بعد روند اندکی افزایش و در سطح بعدی کاهش و سپس روند افزایشی و ثابت در دو سطح بعدی وجود دارد. در مغزه شماره ۲ جازموریان در ابتدا دمای ۵۰ درجه مشخص است، سپس کاهش شدید دما را در عمق ۱۲۵-۸۰ وجود دارد. سپس روند اندکی افزایش یافته (۱ درجه) است و این دما تا عمق ۱۷۰ ادامه دارد، بعد از این مجدداً در دولایه انتهایی کاهش دما وجود داشته است. مقادیر کربن ۱۳ در گمانه شماره ۱ بین ۰ تا ۲۵/۶ - متغیر است و گمانه شماره ۲ میزان این پارامتر بین ۲۵/۹- تا ۲۷/۱ - متغیر است. در این منطقه در مغزه شماره ۱ مقدار ۶ نمونه ایزوتوپ کربن ۱۳ صفر است که نشان از عدم وجود ایزوتوپ کربن ۱۳ در رسوبات بوده است. در مغزه شماره ۲ دامنه تغییرات به‌طور نسبی زیاد نیست. در این منطقه نیز دماهای متفاوت به‌تبع میزان مختلف ایزوتوپ‌ها دوره‌های اقلیمی متفاوتی در هولوسن دیده می‌شود که این تغییرات اقلیمی معمولاً با تغییرات فرهنگی همراه است و ایجاد، گسترش و افول تمدن‌ها با تعدیل آب هوا مرتبط است.

استناد: شعبانی عراقی، عارفه؛ زمانزاده، سید محمد؛ و کرمی، فریبا (۱۴۰۴). بررسی شرایط اقلیمی و دمای محیط با استفاده از آنالیز ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ در پلایای جازموریان. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۹)، ۱۵۱-۱۳۶.
http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.21

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

مقدمه

شناخت اقلیم حال و آینده مستلزم درک و شناخت اقلیم گذشته و نحوه عملکرد آن است. یکی از معتبرترین روش‌های شناخت و بازسازی روند اقلیم دیرینه آنالیزهای ایزوتوپی است. برای مطالعه و تاریخ‌گذاری رویدادهای اقلیمی، بهره‌گیری از یافته‌های علوم دیگر از قبیل شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک باستان‌شناسی و ...اجتناب‌ناپذیر است. در این تحقیق از روش ایزوتوپ‌های اکسیژن که مبانی مطالعاتی آن در حیطه علم شیمی است استفاده شده است. عنصر اکسیژن به‌طور طبیعی دارای سه ایزوتوپ (۱۶،۱۷،۱۸) است، ایزوتوپ‌ها در فرایندهای فیزیکی به شکل متفاوت عمل می‌کنند. برای مثال مولکول آب (H_2O) حاوی سه ایزوتوپ اکسیژن است که در سه اندازه مختلف بخار می‌شود. موکول‌های آب با ایزوتوپ‌های سبک‌تر، سریع‌تر از ایزوتوپ‌های سنگین‌تر تبخیر می‌شوند. لذا با گذر زمان پهنه‌های آبی از ایزوتوپ‌های سنگین‌تر غنی می‌شوند؛ بنابراین اقیانوس‌ها از نظر محتوای این نوع عناصر غنی‌تر از آب باران هستند (گیت[1]، ۱۹۹۳، ۱۸). براین اساس می‌توان ایزوتوپ را تابعی از دمای آب دانست و دمای آب دیرینه را نیز از آن برآورد نمود. چرا که در آب‌های گرم ایزوتوپ‌های سبک‌تر زودتر تبخیر می‌شوند و آب‌ها چگال‌تر باقی می‌مانند. در اقالیم سرد، تراکم موکول‌های آب سنگین کمتر است. در اقلیم سرد، تراکم موکول‌های آب سنگین کمتر است. این واقعیت‌ها نشانه‌هایی برای بازسازی اقلیم دیرینه می‌باشد. رابطه بین این رفتارها و نیز رفتار عناصر اقلیمی نظیر دما نسبتاً خطی است، تغییرات محیطی و اقلیمی، سیگنال‌های ژئوشیمیایی را در رسوبات دریاچه‌ای به جای می‌گذارند که می‌تواند در تفسیر شرایط محیطی و اکولوژیکی گذشته استفاده شود (می‌یرز،۲۰۰۳، ۵۷). ویژگی‌های ژئوشیمیایی رسوبات منبع اطلاعات مهمی هستند که جنبه‌های مختلفی مانند منشأ حوضه، وضعیت تکتونیکی، محیطی و تکامل اکولوژیکی را در خود ثبت کرده‌اند. با این حال، ردیابی عناصر ثبت شده در رسوبات ممکن است شامل اطلاعات دیرینه اقلیم جدیدی باشد که به ارائه محدودیت‌های مهمی در رابطه با محیط رسوب‌گذاری رسوبات و آب‌وهوا می‌پردازد (پاناگیوتراس و همکاران، ۲۰۱۲، ۱۲۳). ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ برای بررسی شرایطی محیطی و اقلیمی بکار می‌رود. در محیط‌های دریاچه‌ای مقدار ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ با تغییرات دما و نسبت بارش/تبخیر در ارتباط است (لنگ و مارشال، ۲۰۰۴، ۹۸).

عوامل زیادی می‌تواند کنترل‌کننده ترکیبات ایزوتوپی آب دریاچه‌ها باشد که شناخت آن‌ها دقت زیادی را نیاز دارد. جهت شناخت بیشتر عوامل کنترل‌کننده مقادیر ایزوتوپی در این دریاچه‌ها شناخت سازوکارهای احتمالی مؤثر بر ترکیبات ایزوتوپی اسناد دریاچه‌ای ضروری است. لذا در این جا خلاصه‌ای از سازوکارها مطرح می‌شود، مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ باریده شده بر روی دریاچه‌ها با دما و مقادیر ایزوتوپی آب مشخص می‌شود که در کوتاه مدت در سیستم‌های باز مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها با میانگین بارش شبیه است. تغییرات ایزوتوپی آب دریاچه در طی زمان به تغییرات دمایی، فصلی بودن بارش، تغییرات منشأ بارش وابسته است و افزایش دما منجر به مثبت‌تر شدن مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ می‌شود. بارش‌های سرد زمستانه معمولاً حاوی مقادیر ایزوتوپی منفی‌تری هستند به این صورت با تمرکز بارش‌های زمستانه مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها به طرف مقادیر منفی‌تر کشیده می‌شود. در سیستم‌های بسته در طولانی‌مدت تبخیر نقش بیشتری بر روی تغییرات اکسیژن ۱۸ آب دریاچه‌ها دارد که این توسط برداشت ایزوتوپ‌های سبک‌تر اکسیژن ۱۶ از سیستم انجام می‌شود؛ بنابراین مقادیر را به طرف مثبت‌تر پیش می‌برد. در مناطقی از جهان که تبخیر از بارش بیشتر است مانند بیشتر مناطق ایران این تغییرات نسبت P:E می‌تواند مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها باشد. مکانیزم عملکرد آن به این صورت است که در دوره کاهش آب ورودی E>P ایزوتوپ‌های سبک‌تر اکسیژن ۱۶ توسط تبخیر برداشته شده و در نتیجه مقادیر ایزوتوپی به طرف مقادیر مثبت‌تر کشیده می‌شود و در دوره P>E مقادیر ایزوتوپی منفی‌تر می‌گردند (نورالهی، ۱۳۸۹، ۴۲). جهت شناخت بیشتر عوامل کنترل کننده مقادیر ایزوتوپی در این دریاچه‌ها، ابتدا شناخت سازوکارهای احتمالی مؤثر بر ترکیبات ایزوتوپی اسناد دریاچه‌ای می‌باشد. مقادیر اکسیژن ۱۸ باریده شده بر روی دریاچه‌ها، با دما و مقادیر ایزوتوپی

[1] Gate

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

آب مشخص می‌شود (رابرت[1] و جونز[2]، ۲۰۰۷، ۶۵). در کوتاه‌مدت در سیستم‌های باز مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها مشابه میانگین بارش است. تغییرات ایزوتوپ آب دریاچه‌ها مشابه میانگین بارش است. تغییرات ایزوتوپی آب دریاچه‌ها در طی زمان، به تغییرات دمایی، فصلی بودن بارش و تغییرات منشأ بارش وابسته می‌شود. افزایش دما منجر به مثبت‌تر شدن مقادیر اکسیژن ۱۸ می‌شود. بارش‌های سرد زمستانه معمولاً حاوی مقادیر ایزوتوپی کمتری هستند. به این صورت با تمرکز بارش‌ها در زمستان، مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها به طرف مقادیر منفی‌تر کشیده می‌شوند. در سیستم‌های بسته در طولانی مدت، تبخیر نقش بیشتری بر روی تغییرات اکسیژن ۱۸ آب دریاچه‌ها دارد که توسط برداشت‌های ایزوتوپی سبک‌تر اکسیژن ۱۶ از سیستم انجام می‌شود؛ بنابراین مقادیر را به طرف مثبت‌تر پیش می‌برد. در مناطقی از جهان مانند بیشترمناطق ایران که تبخیر از بارش بیشتر است، این تغییرات می‌تواند مهمترین عامل کنترل کننده مقادیر ایزوتوپی آب دریاچه‌ها باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳،۱۷).

برای مطالعه و تاریخ‌گذاری های رویدادهای اقلیمی، بهره گیری از یافته های علوم دیگر نظیر شیمی، باستان شناسی، زیست شناسی، زمین‌شناسی و ... اجتناب‌ناپذیر است (عساکره ، ۱۳۸۶). در میان مطالعات ایزوتوپی بیشترین توجه به کربن ۱۳ و ۱۲ و اکسیژن ۱۸ و ۱۶ است که آثار را در مواد آلی گیاهانو جانوران، ترکیبات غیر آلی برجای می گذارند. اهمیت ایزوتوپ ها برای ارزش بخشیدن به ادراک ما در مورد سیستم های بیولوژیکی است. با استفاده از این مطالعات می توان مجموعه متون ارزشمندی را از بازسازی‌های دیرینه اقلیمی شناسی فراهم آورد(گیریفیتس، ۱۹۹۸). خواص ایزوتوپی دو عنصر اکسیژن و کربن به علت اهمیت و کاربرد فراوان آنها در مطالعات دیرینه محیط شناسی بسیار حائز اهمیت است. تشابه ایزوتوپ کربن ۱۳ بین گیاهان و جانوران با مکان و محیط آنها ابتدا توسط گریک ۱۹۵۳ مطرح شد. بعد از آن برخی مطالعات میدانی و آزمایشگاهی دلایل تغییرات جزئی ۱ تا ۲ درصدی کربن ۱۳ بین ارگانیسم ها و موادغذایی آنها مطرح کرد.

هدف از این پژوهش بررسی دمای محیطی چاله جازموریان با استفاده از آنالیز ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ است که بتوان به کمک آنها اطلاعاتی از شرایط محیطی و اقلیمی منطقه به عنوان آرشیوی از شرایط اقلیمی سرد و گرم این منطقه در دوره هولوسن فراهم آورد. با محاسبه انباشت ایزوتوپ $\delta^{18}O$ و $\delta^{16}O$ و مقایسه این نسبت با نسبت‌های استاندارد جهانی و نتایج کربن ۱۳ می‌توان به تفسیر تغییرات محیطی پرداخت.

پیشینه پژوهش

ابوطالبی (۱۳۸۸) در پژوهشی خود به بررسی تغییرات اقلیمی با استفاده از آنالیز ایزوتوپ پایدار اکسیژن در پلیستوسن تا هولوسن بر روی دریاچه بختگان پرداخته است، نتایج نشان می‌دهد در دریاچه بختگان دو دوره آب و هوای گرم و معتدل، دو دوره آب و هوای سرد و معتدل یا خشک، دو دوره آب و هوای سرد و معتدل و پنج دوره آب و هوای گرم و خشک دیده می‌شود.

نورالهی(۱۳۸۹) در پژوهشی با استفاده از آنالیز ایزوتوپ اکسیژن به پوسته‌های استراکودهای دریاچه‌ای در دریاچه پریشان استان فارس به تحلیل رفتارهای اقلیمی منطقه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی باعث افزایش تدریجی مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در طی دوره مطالعاتی شده است که نشان‌دهنده یک روند خشکی ضعیف در منطقه تا به امروز است.

لشکری و همکاران(۱۳۹۰) به تحلیل دیرینه دریاچه اقلیم دریاچه دشت ارژن فارس با استفاده از آنالیز ایزوتوپ اکسیژن پرداختند. نتایج نشان می‌دهد. منفی بودن مقادیر ایزوتوپی بیان کننده شرایط اقلیمی سرد و مرطوب در طی دوره هولوسن در این محیط است و دامنه تغییرات در مقادیر ایزوتوپی در این بازه زمانی نشان دهنده نوسانات اقلیمی در این ناحیه است به‌طوری‌که نتایج مقادیر ایزوتوپ اکسیژن به خوبی این تغییرات را نمایش می‌دهد. با توجه به مقادیر ایزوتوپ

[1] Robert
[2] Jones

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

۱۸ در طول دوره موردبرر سی م شخص شد که دریاچه در ۱۱ هزار سال گذ شته شرایط گرم و خ شک‌تری را ن سبت به دوره‌های بعدی پشت سر گذاشته است.

عزیزی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی ارتباط اسناد ایزوتوپ اکسیژن دریاچه‌های زریوار، میرآباد، بختگان و پریشان با بارش های منطقه در عصر یخبندان کوچک پرداخته است و نتایج نشان می‌دهد در دریاچه‌های زریوار و میرآباد مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ($O18\partial$) به طرف مقادیر مثبت‌تر میل کرده است، درحالی‌که این مقادیر در دریاچه‌های پریشان و بختگان به سمت ارقام منفی‌تر گرایش داشته‌اند. شواهد ایزوتوپی حاکی از خشکتر بودن شرایط اقلیمی دریاچه‌های زریوار و میرآباد در عصر یخبندان کوچک نسبت به حال حاضر می‌باشد. همچنین این شواهد نشان می‌دهند که دریاچه‌های پریشان و بختگان در این عصر، شرایط اقلیمی سرد و مرطوب‌تری را تجربه کرده‌اند. ناهمگونی اقلیمی در این عصر می‌تواند نشانگر تغییرات الگوهای گردشی جو در ایران باشد.

جمالی و همکاران (۲۰۰۹) استفاده از اسناد گرده‌شناسی دریاچه آلمالو واقع در شمال غرب ایران ارتباط برخی تغییرات محیطی را با حوادث تاریخی برر سی می‌کنند مغزه بردا شتی از این دریاچه پی شینه ۳۷۰۰ سال‌های را از شرایط محیطی منطقه فراهم کرده ا ست. در این تحقیق سعی شده تغییرات پو ش شی را با تغییرات اقلیم و حوادث تاریخی منطقه مرتبط سازند. طبق این مطالعه در عصر یخبندان کوچک سطح آب این منطقه بالا بوده است. که می‌توانسته به دلیل کاهش دمای تابستانه و افزایش بارش سالانه در منطقه باشد.

واعظی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با بررسی مغزه ۵ متری از پلایای جازموریان وقایع اقلیمی آخرین دوره یخچالی را نشان دادند که تغییرپذیری در موسمی‌های تابستانه اقیانوس هند و بادهای غربی عرض‌های میانه چه تأثیری بر تغییرات محیطی در اواخر پلیستوسن دارد.

بلاس والرو گار سیز (۲۰۰۳) نیز به برر سی الگوهای تنوع هیدرولوژیکی منطقه‌ای در مرکز جنوبی دریاچه آلتیپلانو در طول ۵۰۰ سال گذ شته با ا ستفاده از داده‌های ر سوبی و نتایج آنالیزهای ژئو شیمی پرداخت و در نهایت اقلیم این دوره را بازسازی کرد.

هندرسون و همکاران(۲۰۰۳) با بررسی ایزوتوپ اکسیژن و کربن سخت‌پوستان آبزی و دانه‌های ریز روبات دریاچه کینگای واقع در شمال شرق تبت به تفسیر تغییرات اقلیمی در ۳۰۰ سال اخیر می‌پردازد.

تیلور و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از تحلیل ایزوتوپ اکسیژن موجود در مغزه‌های یخی، ناهمگونی مکانی مشخصی را در انعکاسات اقلیمی قطب طی آخرین دوره یخزدایی نشان داده است.

مارتا مارچگیانو و همکاران(۲۰۱۸) به بررسی فازهای خشک و مرطوب در مرکز ایتالیا در طی اواخر پلیوستوسن توسط شواهد استراکودها در دریاچه تراسیمینو پرداخته است و با استفاده از داده‌های رسوبی و نتایج آنالیزهای آن‌ها همچنین شواهد محیطی دیگر تغییرات اقلیمی این دوره را در این منطقه تشریح کردند.

جی اس هونک و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی دیرینه‌شناسی کواترنری در تالاب‌های بیابانی و دریاچه‌های پلووال در حو ضه دریاچه سودا، کویر مرکزی موجاوه در کالیفرنیا امریکا پرداختند و تغییرات اقلیمی را با ا ستناد به شواهد محیطی و روش‌های آزمایشگاهی گوناگون تحلیل کردند. پژوهش حاضر نیز سعی دارد این پژوهش را بر اساس روش‌های معتبر و آزمای شگاهی کارآمد و به روز که موردا ستفاده در پژوهش‌های سایر پژوه شگران در ایران و جهان در محیط‌های دریاچه‌ای که از حساس‌ترین مناطق به تغییرات اقلیمی هستند و آثار این تغییرات در رسوبات آن‌ها قابل‌شناسایی است، بررسی کند.

روش‌شناسی

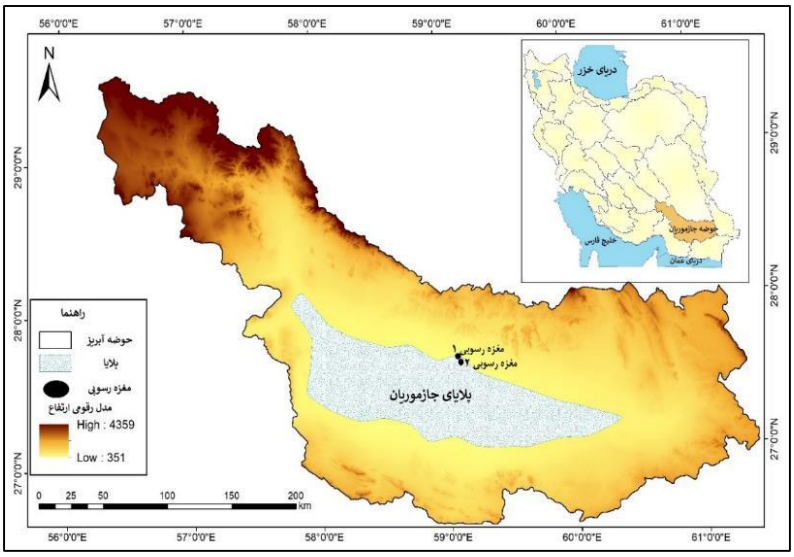
موقعیت منطقه موردمطالعه

چاله جازموریان در استان کرمان و سیستان و بلوچستان واقع در نیمه جنوبی کشور 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 خلیج‌فارس جدا می‌شود(شعبانی، ۱۳۹۹، ۴۳). آب‌وهوای این منطقه به‌شدت متأثر از ارتفاع از سطح دریا و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

عرض جغرافیایی است. بلندترین نقطه حوضه که در دیواره‌های کوهستانی شمال آن واقع است، حدود ۴۴۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد، این ارتفاع در فرونشست جازموریان در نواحی مرکزی به حدود ۳۵۰ متر کاهش می‌یابد و از آنجا مجدداً در جهت جنوب بر ارتفاع اراضی افزوده می‌شود تا آنکه بر بلندی‌های بشاگرد ختم می‌شود(شعبانی و صاحب‌زاده، ۱۳۹۳). منطقه جازموریان به‌واسطه شرایط آب‌وهوای خشک و گرم در طول سال، عموماً خشک و کم‌آب است. در خشکی و کم‌آبی جازموریان بالا بودن میزان دمای هوا و تبخیر و تعرق اهمیت دارند، بخصوص دمای بیشینه هوا در تمام فصول سال پتانسیل تبخیر و تعرق بالایی نشان می‌دهد. میزان بارش سالانه در بلندی‌های شمال جازموریان بیش از ۱۵۰ میلی‌متر در نوسان است در حالی که در بخش گستره و پست جنوبی میزان بارش کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در سال تجاوز نمی‌کند رطوبت هوا از تالاب جازموریان به سمت مشرق کاهش می‌یابد. میزان بارندگی سالانه در ارتفاعات شمال‌غربی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر، در بخش شرقی آن بلافاصله در شرق ایرانشهر بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر و میزان بارندگی در جنوب‌غربی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در سال است. در مرکز جازموریان و در عمق این فرورفتگی، یک پلایای فصلی به طول تقریباً ۶۵ کیلومتر و عرض ۴۵ کیلومتر وجود دارد که در دوره بارندگی و زمستان به زیر آب و سپس در تابستان خشک می‌گردد. در حوضه جازموریان ۹۱ رودخانه کوچک و بزرگ جریان دارد که مهم‌ترین و بزرگ‌ترین آن را رودهای فصلی تا دائمی هلیل‌رود، رود بمپور تشکیل می‌دهد که به تالاب جازموریان وارد می‌شوند (نگارش و لطیفی،۱۳۸۷). ارتفاع متوسط حوضه از سطح دریا در واقع بیانگر شرایط اقلیمی حاکم بر حوضه است، زیرا در ارتفاع بارندگی بیشتر و تبخیر کمتر از مناطق پست بوده و نزولات نیز به شکل برف می‌باشد. وضعیت توپوگرافی و شیب منطقه در حوضه آبریز جازموریان به گونه‌ای است که و کلیه اراضی داخل حوضه دارای شیب ۰ تا ۷ درجه است (شعبانی و یمانی، ۱۴۰۰، ۴۳).



شکل (۱). موقعیت منطقه موردمطالعه

مواد و روش‌ها

مراحل اصلی در این مطالعه شامل نمونه‌برداری، آماده‌سازی، جداسازی و آنالیز ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ است. این نمونه‌ها در موسسه CSIC زیر نظر دانشگاه زاراگوسا اسپانیا انجام شده است. در این پژوهش داده‌ها و اطلاعات میدانی و آزمایشگاهی استفاده شده است. در بازدید میدانی از پلایای جازموریان در ابتدا به شناسایی مکان مناسب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای محل گمانه‌زنی برای حفر و برداشت نمونه مشخص گردید. سعی بر این بوده است که مناطقی باشند در حاشیه و از نظر موقعیتی در مسیر سیلاب نباشند تا خطای داده‌های رسوبی کم باشد و بیشتر شرایط اقلیمی دریاچه را نشان دهد. در این‌گونه پژوهش‌ها حداقل لازم است دو مغزه برداشت شود تا بتوان داده‌ها صحت سنجی شوند. برداشت دو مغزه رسوبی با مغزه‌بردار (Corer) روسی اوگر (Auger)، به‌صورت دستی انجام شده است. مغزه اول با عمق ۲۰۵ سانتی‌متر از عمق ۵۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

سانتی‌متر زمین آغاز شده است و دارای ۱۳ طبقه می‌باشد و مغزه دوم با عمق ۲۰۰ سانتی‌متر از عمق ۶۰ سانتی‌متر آغاز شده و دارای ۶ طبقه می‌باشد. هر دو مغزه از حاشیه پلایای فعلی در قسمت شمالی برداشت گردیده است و موقعیت مکانی آن‌ها از هم حدود پنج کیلومتر فاصله دارد. سپس نمونه‌ها آماده‌سازی شدند و برای انجام آنالیز ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ و کربن ۱۳ به آزمایشگاه ارسال گردیدند. بعد از اعلام نتایج توسط آزمایشگاه به تجزیه‌وتحلیل و محاسبه دما محیط با استفاده از این آنالیز آغاز گردید.

محاسبه دما از طریق ایزوتوپ‌های اکسیژن

برای به دست آوردن دمای محیط دیرینه آب از طریق آنالیز ایزوتوپ‌های اکسیژن با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد(Petrizzo et al.2022).

$$16 - 4.14 \times (\sigma 18\ O\ Value\ of + 1) + 0.13 \times (\sigma 18\ O\ Value\ of + 1)^2 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

برای رابطه (۱) ابتدا لازم است مقدار $\sigma 18\ O\ Value\ of$ محاسبه شود که آن نیز خود، نیاز به محاسبه رابطه (۲)دارد. در رابطه (۲) ابتدا ایزوتوپ اکسیژن مغزه ($\frac{18o\prime}{16o\prime}$) جایگزین می‌شود و سپس مقدار استاندارد $\frac{18o}{16o}$ جایگزین می‌شود و سپس با جایگذاری در رابطه (۱) میزان دمای محیطی برحسب درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید. قابل ذکر است که ایزوتوپ اکسیژن مغزه (نمونه) ($\frac{18o\prime}{16o\prime}$) معمولاً به صورت انحراف از نسبت یک مقدار استاندارد $\frac{18o}{16o}$ و برحسب واحد در هزار بیان می‌شود. همچنین استانداردها از میانگین آب اقیانوس‌ها استخراج می‌شود. معادله این انحراف به شکل زیر است (عساکره،۱۳۸۶، ۸۲)

رابطه (۲)

$$\sigma 18o = \frac{\left(\frac{18o'}{16o'} - \frac{18o}{16o}\right)}{\frac{18o}{16o}}$$

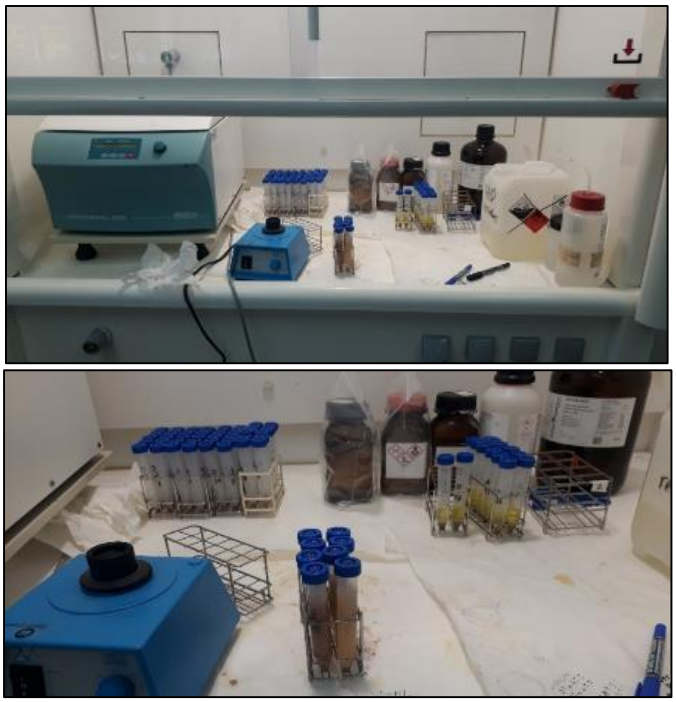
ارزش‌های منفی بیانگر کاهش ایزوتوپ اکسیژن و ارزش‌های مثبت بیانگر افزایش ایزوتوپ‌های سنگین‌تر است. هر ده قسمت در هزار کاهش در میزان $\sigma 18\ O$ نشان دهنده یک درصد کاهش نسبت به ($\frac{18o\prime}{16o\prime}$) مغزه از مقدار استاندارد است. غلظت ایزوتوپ ۱۸ بیانگر دوره یخچالی و کاهش آن دوره بین یخچالی را نشان می‌دهد.



شکل (۲). تصاویر برداشت نمونه‌برداری با مغزه گیر در پلایای جازموریان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

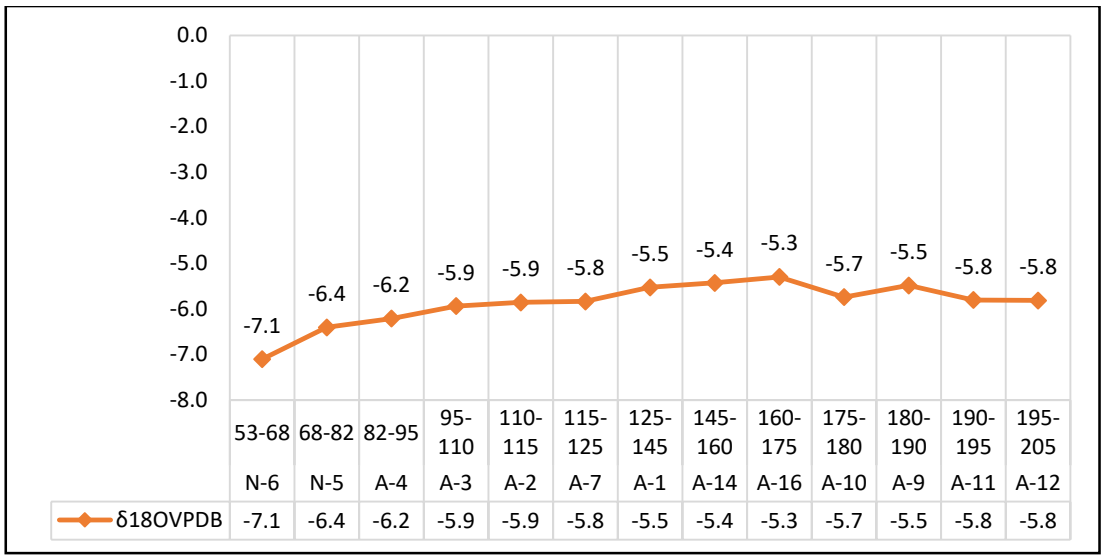


شکل (۳). آماده‌سازی نمونه‌های رسوب برای آنالیزهای ایزوتوپ اکسیژن ۱۸

نتایج و بحث

نتایج آنالیز ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در حوضه جازموریان

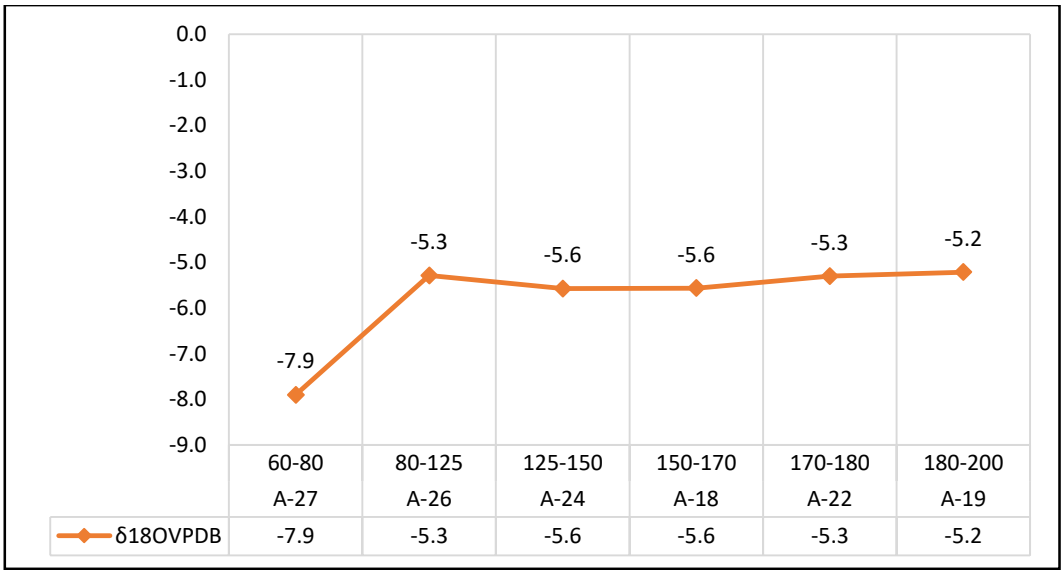
همان‌طور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود مغزه شماره (۱) داری ۱۳ نمونه است. مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در گمانه ۱ جازموریان بین ۷/۱- تا ۵/۳ - متغیر است، بیشترین میزان آن با عمق ۵/۳- در عمق ۱۶۰-۱۷۵ سانتی‌متر است و کمترین میزان آن با مقدار ۷/۱- در عمق ۵۳-۶۸ سانتی‌متر است. در گمانه ۲ جازموریان مقدار ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ بین ۷/۹- تا ۵/۲ - متغیر است، بیشترین میزان در این مغزه با مقدار ۵/۲- در انتهای مغزه با عمق ۱۸۰-۲۰۰ سانتی‌متری است و کمترین آن با مقدار ۷/۹- در عمق ۸۰-۶۰ سانتی‌متر است.



شکل (۴). مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در گمانه رسوبی ۱ حوضه جازموریان

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]



شکل (۵). مقادیر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در گمانه رسوبی ۲ حوضه جازموریان

محاسبه دما از طریق ایزوتوپ‌های اکسیژن

برای به دست آوردن دمای محیط دیرینه آب از طریق آنالیز ایزوتوپ‌های اکسیژن با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد و ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ از نسبت اکسیژن ۱۸ به اکسیژن ۱۶ و براساس رابطه (۲) به دست می‌آید. ارزش‌های منفی بیانگر کاهش ایزوتوپ اکسیژن و ارزش‌های مثبت بیانگر افزایش ایزوتوپ‌های سنگین‌تر است. هر ده قسمت در ۱۰ هزار کاهش در میزان ($\sigma 18$) نشان دهنده یک درصد کاهش نسبت به مغزه از مقدار استاندارد است. غلظت ایزوتوپ ۱۸ بیانگر دوره یخچالی و کاهش آن دوره بین‌یخچالی را نشان می‌دهد.

دمای محاسبه شده در مغزه شماره ۱ جازموریان بین ۳۶ تا ۴۴ درجه سانتی‌گراد متغیر است. بیشترین دما در عمق‌های ۶۸-۵۳ سانتی‌متر و کمترین دما در عمق ۱۷۵- ۱۴۵ سانتی‌متری از سطح زمین است.

در مغزه شماره ۲ جازموریان دما بین ۵۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است، بیشترین دما در عمق ۸۰-۶۸ سانتی‌متری از سطح زمین و کمترین دما در عمق ۲۰۰-۱۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین محاسبه شده است.

جدول (۱). دما محاسبه شده از رابطه (۱) ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ گمانه شماره ۱

شماره نمونه	عمق نمونه	$\delta^{18}O_{VPDB}$	دما (سانتی‌گراد)
۱	53-68	-7.1	۴۶,۰۹
۲	68-82	-6.4	۴۲,۱۴
۳	82-95	-6.2	۴۱,۰۴
۴	95-110	-5.9	۳۹,۴۰
۵	110-115	-5.9	۳۹,۴۰
۶	115-125	-5.8	۳۸,۸۶
۷	125-145	-5.5	۳۷,۲۶
۸	145-160	-5.4	۳۶,۷۳
۹	160-175	-5.3	۳۶,۲۰
۱۰	175-180	-5.7	۳۸,۳۲
۱۱	180-190	-5.5	۳۷,۲۶
۱۲	190-195	-5.8	۳۸,۸۶
۱۳	195-205	-5.8	۳۸,۸۶

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

جدول (۲). دما محاسبه شده از رابطه (۱) ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ گمانه شماره ۲

شماره نمونه	عمق نمونه	$\delta^{18}O_{VPDB}$	دما (سانتی‌گراد)
۱	60-80	-7.9	50.75
۲	80-125	-5.3	36.20
۳	125-150	-5.6	37.70
۴	150-170	-5.6	37.70
۵	170-180	-5.3	36.20
۶	180-200	-5.2	35.68

دامنه تغییر ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ مغزه شماره یک برابر با ۱/۳ و برای مغزه شماره ۲ برابر با ۲/۷ است. در این میان اعداد هرچقدر منفی‌تر باشند نشان از وجود بیشتر اکسیژن ۱۶ بوده و چون در مخرج کسر ایزوتوپ اکسیژن ۱۶ است در داده‌های ما خروجی عدد منفی‌تری است و این نشان دهنده شرایط مرطوب‌تر محیطی می‌باشد و تبخیر کمتری را در محیط نشان می‌دهد. وقتی اعداد بزرگ‌تر می‌شود نشان می‌دهد که بر اثر تبخیر و سبک‌تر بودن مقدار کمتری از ایزوتوپ اکسیژن ۱۶ وجود دارد و نشان از محیط‌هایی است که شرایط خشکی بر محیط غالب بوده است. این وضعیت در دریاچه‌های بسته در مناطق خشک مانند پلایای جازموریان. در بحث غنی‌شدگی ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ مقدار این ایزوتوپ از ایزوتوپ اکسیژن ۱۶ بیشتر است و عدد بزرگ‌تری به ما می‌دهد اما در تهی‌شدگی عکس این حالت اتفاق می‌افتد. پس زمانی که غنی‌شدگی اکسیژن ۱۸ است یعنی تبخیر بیش از بارش و زمانی که تهی‌شدگی اکسیژن ۱۸ است بارش بیشتر از تبخیر بوده و به نوعی دمای کمتر محیط را نشان می‌دهد.

در مغزه شماره ۱ جازموریان در عمق ۶۸-۵۳ سانتی‌متری با مقدار ۷/۱- کمترین میزان اکسیژن ۱۸ است که نشان از بارش بیشتر و دمای کمتر محیط است و این مقدار تا عمق ۱۷۵-۱۶۰ سانتی‌متر به میزان ۵/۳ – افزایش پیدا می‌کند که نشان می‌دهد به سمت گذشته دمای محیط بیشتر بوده زیرا تبخیر محیطی بیشتر از بارش بوده است. در عمق ۱۸۰-۱۷۵ سانتی‌متر یک کاهش مشاهده می‌شود و سپس افزایش کمی را در مقدار ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ داریم و مجدداً در انتهای مغزه با کاهش روبرو هستیم که نشان از کاهش دما و افزایش بارش محیط نسبت به‌توالی ۱۸۰-۱۷۵ سانتی‌متری هستیم. در مغزه شماره ۲ جازموریان مقدار اکسیژن ۱۸ در عمق ۸۰-۶۰ سانتی‌متری مقدار کمتری را نشان می‌دهد که نشان دهنده بارش بیشتر و تبخیر کمتر (دما کمتر) است. بررسی میزان اکسیژن ۱۸ به سمت دوره‌های گذشته‌تر محیطی تا عمق ۱۲۵-۸۰ سانتی‌متر بیشتر می‌شود که نشان از دمای بیشتر و بارش کمتر است. مجدداً در عمق ۱۷۰-۱۲۵ سانتی‌متر مقدار اندکی کاهش وجود دارد و بعد از عمق ۲۰۰-۱۷۰ سانتی‌متر روند افزایشی اکسیژن ۱۸ آغاز می‌شود. دامنه تغییرات اکسیژن ۱۸ در این مغزه بسیار کم است.

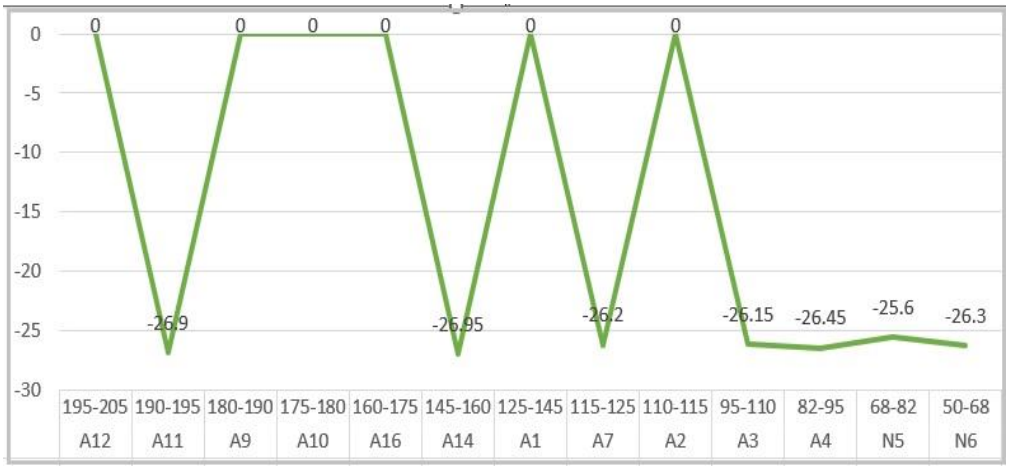
نتایج آنالیز ایزوتوپ کربن ۱۳

ایزوتوپ‌های پایدار ابزار قدرتمندی برای مطالعات محیطی هستند زیرا که بیشتر عناصر حداقل در یک ایزوتوپ به صورت طبیعی انباشته‌تر هستند. ایزوتوپ کربن ۱۳ نشانگر دخالت یا وجود مواد آلی در رسوب است و هرچقدر کمتر شود و به‌اصطلاح به اعداد مثبت‌تر نزدیک شود منشأ این کربن از مواد کانی است. ایزوتوپ‌های پایدار ابزار قدرتمندی برای مطالعات محیطی هستند زیرا که بیشتر عناصر حداقل در یک ایزوتوپ به صورت طبیعی انباشته‌تر هستند. ایزوتوپ کربن ۱۳ نشانگر دخالت یا وجود مواد آلی در رسوب است و هرچقدر کمتر شود و به‌اصطلاح به اعداد مثبت‌تر نزدیک شود منشأ

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

این کربن از مواد کانی است. در داده‌های مغزه‌های رسوبی این پژوهش چون اعداد منفی‌تر هستند نشان دهنده اثرات مواد آلی (گیاهی و جانوری) است.

مقادیر کربن ۱۳ در گمانه شماره ۱ بین ۰ تا ۲۵/۶ – متغیر است و گمانه شماره ۲ میزان این پارامتر بین ۲۵/۹ -تا ۲۷/۱ - متغیر است. در این منطقه در مغزه شماره ۱ مقدار ۶ نمونه ایزوتوپ کربن ۱۳ صفر است که نشان از عدم وجود ایزوتوپ کربن ۱۳ در رسوبات بوده است. در مغزه شماره ۲ دامنه تغییرات به‌طور نسبی زیاد نیست.



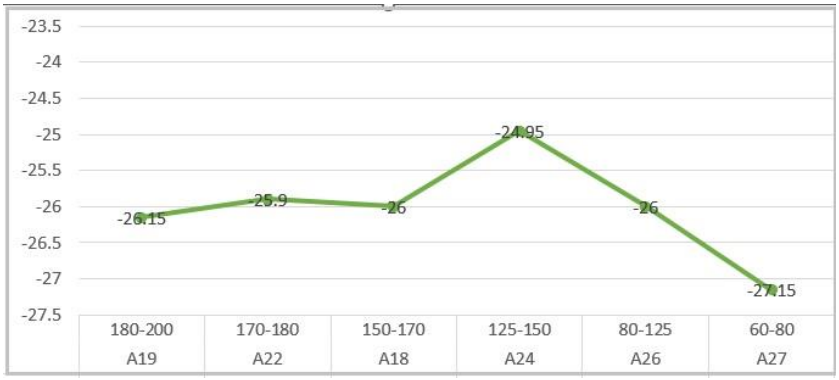
شکل (۶). مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ گمانه رسوبی شماره ۱ حوضه جازموریان

جدول (۳). مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ گمانه رسوبی شماره ۱ حوضه جازموریان

نمونه‌های گمانه رسوبی	عمق به سانتی‌متر	ایزوتوپ کربن ۱۳
A12	195-205	0
A11	190-195	-26.9
A9	180-190	0
A10	175-180	0
A16	160-175	0
A14	145-160	-26.95
A1	125-145	0
A7	115-125	-26.2
A2	110-115	0
A3	95-110	-26.15
A4	82-95	-26.45
N5	68-82	-25.6
N6	50-68	-26.3

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]



شکل (۷). مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ گمانه رسوبی شماره ۲ حوضه جازموریان

جدول (۴). مقادیر ایزوتوپ کربن ۱۳ گمانه رسوبی شماره ۲ حوضه جازموریان

نمونه‌های گمانه رسوبی	عمق به سانتی‌متر	ایزوتوپ کربن ۱۳
A19	180-200	-26.15
A22	170-180	-25.9
A18	150-170	-26
A24	125-150	-24.95
A26	80-125	-26
A27	60-80	-27.15

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی هولوسن حاوی افت‌وخیزها و نوسانات اقلیمی متعددی بوده است. در این پژوهش نوسانات اقلیمی پلایای جازموریان به‌ویژه عنصر اقلیمی دما در دو مغزه حدود ۲ بررسی شده است. برای بررسی دمای دیرینه، میزان ایزوتوپ‌های اکسیژن ۱۶ و ۱۸ با هم مقایسه شدند. از مقایسه نسبت اکسیژن ۱۸ به اکسیژن ۱۶ هرچقدر اعداد حاصل منفی‌تر باشند نشان از وجود بیشتر اکسیژن ۱۶ بوده و این نشان دهنده شرایط مرطوب‌تر و تبخیر کمتر محیط و به‌تبع آن نشانگر دمای بیشتر است. برعکس وقتی اعداد بزرگ‌تر می‌شود می‌دهد که به‌واسطه دمای بیشتر و به دنبال آن تبخیر بیشتر مقدار ایزوتوپ اکسیژن ۱۶ به علت سبک‌تر بودن نسبت به اکسیژن ۱۸ بیشتر تبخیر شده و شرایط خشکی بر محیط غالب بوده است. این وضعیت در مناطق خشک مانند پلایای جازموریان مشهود است. در دو مغزه شماره ۱ و ۲ گرفته شده از پلایای جازموریان، مغزه شماره ۱ و ۲ با توجه به نرخ رسوب‌گذاری این منطقه دوره هولوسن را بررسی می‌کند. چهار دوره اقلیمی در هولوسن (حدود ده هزار سال پیش) رخ داده است. دوره شرایط اقلیمی بهینه (نقطه اوج آن بین ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال پیش) که شرایط اقلیمی گرم‌تر از زمان حال بوده است. دوره اقلیمی سردتر (اوج بین ۲۹۰۰ تا ۲۳۰۰) بوده است دوره سوم، شرایط اقلیمی مطلوب ثانویه (۱۰۰۰ تا ۸۰۰ سال پیش) و دوره چهارم اقلیمی (عصر یخبندان کوچک بین ۱۲۵ تا ۵۵۰ سال قبل) دوره سرد بوده است (عزیزی،۱۳۸۲:۸۳). نتایج محاسبه دما نشان می‌دهد فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های اکسیژن در رسوبات به حرارت آب در هنگام رسوب‌گذاری ارتباط دارد و از این رو با استفاده از اکسیژن یک دماسنج طبیعی کشف کرد. وی پی برد که وقتی محلولی به آرامی تهنشین می‌شود، ایزوتوپ‌های اکسیژن آن شکسته شده و بین آب و یون‌های کربناته جدایی ایجاد می‌شود. عامل این شکست و جدایی تابع دمای محیط و آب است. در نتیجه بیانگر دوره یخچالی و کاهش آن دوره بین یخچالی را نشان می‌دهد. محیط از طریق آنالیز ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ در مغزه شماره ۱ جازموریان در عمق ۶۸-۵۳ سانتی‌متر، دمای ۴۶ درجه وجود داشته است. سپس روند کاهشی ۱۰ درجه سانتی‌گراد تا عمق ۱۷۵ سانتی‌متری در ۸ سطح در منطقه ایجاد می‌شود، در عمق ۱۷۵ سانتی‌متری به بعد روند اندکی افزایش و در سطح بعدی کاهش و سپس روند افزایشی و ثابت در دو سطح بعدی وجود دارد. در مغزه شماره ۲ جازموریان در عمق ۸۰-۶۰ سانتی‌متری دمای ۵۰ درجه مشخص است، سپس

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

کاهش شدید دما را در عمق ۱۲۵-۸۰ وجود دارد. سپس روند اندکی افزایش‌یافته (۱ درجه) است و این دما تا عمق ۱۷۰ ادامه دارد، بعد از این مجدداً در دولایه انتهایی کاهش دما وجود داشته است. اهمیت این ایزوتوپ به ارزش بخشیدن به درک ما در مورد سیستم‌های بیولوژیکی است و با استفاده از این مجموعه به بازسازی دیرینه اقلیم منجر می‌شود. در مغزه شماره ۱ جازموریان میزان ایزوتوپ کربن ۱۳ در عمق‌های ۲۰۵-۱۹۵، ۱۹۰-۱۶۰، ۱۴۵-۱۲۵ و ۱۱۵-۱۱۰ مشاهده نشده است و میزان آن صفر است این مسئله می‌تواند نشان‌دهنده کمبود و فقر شدید مواد آلی در نمونه‌ها باشد و نتیجتاً متأثر از اقلیم نامساعد محیطی برای رشد و حیات گیاهان و جانوران را مشخص می‌کند. در سایر توالی‌ها در مغزه شماره ۲ جازموریان دامنه تغییرات به‌شدت پایین است و اعداد بین ۲۵/۶- تا ۲۶/۹- متغیر است که نسبت به توالی‌هایی که مقدار این ایزوتوپ صفر بوده است شرایط بهتر اقلیمی را از نظر بارش و دما برای رشد و حیات گیاهی و جانوری نشان می‌دهد. رسوبات مغزه‌ها در عمق‌های متفاوت نشان می‌دهد که همان‌طور که دوره‌های اقلیمی متفاوتی در هولوسن در نقاط مختلف جهان رخ داده است در این منطقه نیز دماهای متفاوت به‌تبع میزان مختلف ایزوتوپ‌ها دیده می‌شود. نکته دیگر این‌که تغییرات اقلیمی معمولاً با تغییرات فرهنگی همراه است و ایجاد، گسترش و افول تمدن‌ها با تعدیل آب هوا مرتبط است به نظر می‌رسد تمدن‌های جنوب شرقی ایران مانند جیرفت، لوت و ... در اطراف چاله جازموریان را می‌توان موردنظر داشت و داده‌های این پژوهش می‌تواند مورداستفاده پژوهشگران باستان‌شناسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله از طرح پسادکتری به شماره،۹۹۰۲۹۶۶۸ با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) در دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران انجام شد؛ بدین‌وسیله، از حمایت‌های صندوق تشکر و قدردانی می‌شود.

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله

نویسنده دوم: نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله

نویسنده سوم: انجام بخشی از پژوهش، تکمیل محاسبات و بازبینی مقاله

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع

Abutalebi, F. (2008), Thesis: Investigating climate changes using oxygen stable isotope analysis in Pleistocene to Holocene, case study: Bakhtegan Lake, supervisor Hassan Lashkari, *Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University*(*in Persian*)

Azizi, A. (2012), Climate Change, Qomos Publications, first edition, Tehran(*in Persian*)

Asakere, H. (2006), climate change, *Zanjan University Press*, Zanjan, first edition(*in Persian*)

Azizi, Q., Nooralhi, D., and Sharfi, S. (2013). Correlation of oxygen isotope records of Zarivar, Mirabad, Bakhtegan and Parshan lakes with rainfall in the region during the Little Ice Age (LIA*). Geography and Environmental Planning* (Isfahan University Humanities Research Journal), 25(3 (55)), 75-88. (*in Persian*)

Noor Elahi, D. (2009), Thesis: Investigating climate changes using oxygen stable isotope analysis in Pleistocene to Holocene, case study: Bakhtegan Lake, supervisor Hassan Lashkari, *Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University*(*in Persian*)

Lashkari, H., Hosseini, Z., and Amirzadeh, M. (1390). Analyzing the paleoclimate of Arjan Fars lake using oxygen isotope analysis. Climatology Research, 2(7-8), 85-98. (*in Persian*)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]

Shabani, K., Sahibzadeh, B. (2014), Studying the impact of successive droughts in the Jazmurian Ecosystem - Southeast Iran, International Conference on Environmental Sciences, Engineering and Technologies(*in Persian*)

Shabani Eraqi, A., Yamani, M., Gourabi, A., Lak, R. (1400), recovery of ancient lake sequences and extent in Jazmurian playa based on lake barracks, Journal of Environmental Erosion Research, No. pp. 27- 46(*in Persian*)

Shabani Iraqi, A., (2019), restoration of the territory of Iran's pluvial lakes during the Holocene and its potential in dust production, a case study (Jazmorian and Damghan playas), doctoral thesis under the guidance of Dr. Mojtabi Yamani and Razia Lak, Faculty of Geography, University Tehran(*in Persian*)

Negaresh, H., Latifi, L. (2007), Geomorphological analysis of the progress of sand dunes in the east of Sistan plain during recent droughts, Journal of Geography and Development, Volume 6, Number 12, pp. 43-60

Dajmali, morteza, de Bealieu Jacques Louis, Andrieu-ponel Valerie, Berberian manuel, F. Miler Naomi, Gandouin Emmanuel, Lahijani Hamid. shah-hosseini Majid. Ponel, Phlippe, Salimian. Mojtaba, Guiter Fredetic (2009) A Late Holocene pollen record from Lake Almalou in NW IRAN: evidence for changing land-use in relation to some historical events during the last 3700 years, Journal of Archaeological science volume 36, Issue 7, pages 1367-1375

Griffiths, H(1998). Stable isotopes : integration of biological, ecological and geochemical processes. Oxford: Bios Scientific Publishers, 551 .9 G855S 1998

Gate .David. M.1993: Climate Change and Its Biological Consequences.Sinauer Associate.Inc.Publishe.U.S.A.

-Henderson.A.C.G, holmes.J.A, Jiawu Zhang, Leng.M.S&Carvalno.A.r(2003) – A Carbon-and Oxygen- Isotop Record of recent environmental change from Qinghai Lake.NE Tibetan Plateau-Chinese Bulletin.vol 48 .No14 1463-1468

-Leng.J .Melanie ,and Jim D.Marshall.(2004).Palaeoclimate interpretion of stable isotope data from lake sediment archives.Quaternary Science Reviews 23 811 -831

Jones D.Matthew,Robert C.Neil(2007).Interpreting lake isotope record of Holocene environmental change in the Eastern Mediterranean.Quaternary international, 32-38 DOI:10.1016/j.quaint.2007.01.012

Maria Rose Petrizzo, Giulia Amaglio, David K. Watkins, Kenneth G. MacLeod, Brian T. Huber, Takashi Hasegawa, Erik Wolfgring, 2022,Biotic and Paleoceanographic Changes Across the Late Cretaceous Oceanic Anoxic Event 2 in the Southern High Latitudes (IODP Sites U1513 and U1516, SE Indian Ocean)View article page, https://doi.org/10.1029/2022PA004474

Marchegiano M, Francke A, Gliozzi E, Ariztegui D. Arid and humid phases in central Italy during the Late Pleistocene revealed by the Lake Trasimeno ostracod record. PalaeogeogrPalaeoclimatolPalaeoecol.2018;490:55-69.

Valero-Garcés, B., Navas, A., Mata, P., Delgado-Huertas, A., Machín, J., González- Sampériz, P., Moreno, A., Schwalb, A., Ariztegui, D., Schnellmann, M., Bao, R., González-Barrios, A., 2003. Sedimentary facies analyses in lacustrine cores: from initial core descriptions to detailed palaeoenvironmental reconstructions. A case study from Zoñar Lake (Cordoba province, Spain). In: Valero-Garcés, B. (Ed.), Limnogeology in Spain: A Tribute to Kerry Kelts. C.S.I.C., Madrid, pp.385e414

Vaezi, A., Ghazban, F., Tavakoli, V., Routh, J., Beni, A. N., Bianchi, T. S., Curtis, J. H., & Kylin, H. (2019). A Late Pleistocene-Holocene multi-proxy record of climate variability in the Jazmurian playa, southeastern Iran. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *514*(May 2018), 754–767. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.09.026

.Taylor.K.C,White.J.W.C,Severinghaus.J.P,Brook.E.JMayewski.P.

A,Alley.R.B,Steig.E.J,Spencer.M.K,Mayerson.E.d.A, Lamoray Grachew.A,Gaw.A.J & Barnett.B.A(2003) Abrupt Climate Change ۱۱۶around 22Ka on the Siple Coast of Antarctica .Quaternary Science Review 23.7-15

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.21]