Journal of Research on
ARCHAEOMETRY
A Peer-Reviewed Academic Journal of Archaeological and Conservation Science Studies

Tabriz Islamic Art University

Research Paper

A New Study on Microfossil Remains Found in the Bawa Yawan Rockshelter-Kermanshah

Azar Janati-Mehr*[1], Rahmat Abbasnejad Seresti[2], Nemat Hariri[3], Faramarz Azizi[4] , Ashar Sepehri[5], Sara Heydari[6] , Saman Hedar-Guran[7]

1. Department of Archaeology, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
2. Department of Archaeology, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
3. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran. Tehran, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
4. Department of Archaeology, University of Tehran, Tehran, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
5. Faculty of Health, Public Health Unit, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
6. Department of Archaeology, Tabriz Islamic Arts University, Tabriz, Iran. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.
7. Department of Prehistoric Archaeology, University of Cologne Germany. Institute of the Diyarmehr Paleolithic Research.

* Correspondence: azarjaanatimeh@gmail.com

Abstract

Among the study of ancient human livelihoods, bedrock ground stones (BGS) in Southwest Asia have garnered significant interest from archaeologists and anthropologists since they have been reported in archaeological sites from the Paleolithic to the modern era. In general, BGS are defined as anthropogenic features created by the repeated beating and grinding of various materials. Bedrock installations are formations characterized by cavities of various sizes and shapes that have developed on rock substrates. Evidence suggests that this technology has been employed from the Paleolithic period to the present day. These cultural findings can provide insights into significant archaeological questions, including subsistence patterns, vegetation, and material processing methods. In Iran, research in this field has been limited, and laboratory studies on these findings have not yet been conducted. Due to the importance of this topic and the scarcity of related research in Iran, the DiyarMehr Institute for Palaeolithic Research has initiated a detailed and scientific study in this area. This paper focuses specifically on the microfossil remains obtained from the bedrock groundstones at the Bawa Yawan Rockshelter. Furthermore, based on the data derived from excavations, morphological studies, and tests conducted on the microfossil remains, this paper examines the functionality of the BGS and their context within the Bawa Yawan Rockshelter. The microfossil remains include various plant components, such as phytoliths, plant fibers, minerals, and charcoal fragments. Based on the evidence and documentation derived from the BGS at this site, it is hypothesized that their use was not subsistence-related, but rather for purposes such as processing plant fibers, creating light, and the limited production of plant products.

Keywords: West Central Zagros; Bawa Yawan Rockshelter; Rock structures; Bedrock Ground Stone; Microfossils.

Received: 2024/12/19
Revised: 2025/05/26
Accepted: 2025/06/2
Published: 2025/06/30

Copyright: ©2025 by the Authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

Introduction

Among the study of ancient human livelihoods, bedrock ground stones (BGS) in southwest Asia have become a subject of interest for archaeologists and anthropologists (Terradas et al., 2013; Power et al., 2014). In general, BGS are defined as a feature from the Paleolithic to modern era which are created due to repeated beating and grinding of variouss materials (Wright, 1994; Wright,

2008; Eitam, 2009; Rosenberg & Nadel, 2017). So far, much research has been carried out around the world on BGS and in some cases, the function of these tools is understood. But since they appear in a wide of types and in different geographical areas, many new questions have been raised. BGS is usually seen in two forms: movable and immovable in archaeological sites. The emergence of BGS in particular, is linked to the use of plants. They are usually small circular structures for grinding materials dug into the surface of the horizontal rocks. Their forms are of various shapes, sizes and depths and can be divided into three groups: bedrock metate, mortar (Shea, 2013) and also lamp stone (Medina-Alcaide et al., 2021). Normally the immovable BGS are close or attached to the caves and rockshelters.

One of the rich regions for BGS is the Zagros Mountains where a large number of the BGS are reported in the archaeological caves and rockshelters (Heydari-Guran, 2014). However, considering the lack of systematic studies on BGS for this region, the function and use of these tools have not been studied like elsewhere .Our research for this topic is located in the Bawa Yawan rockshelter (34° 38' 23.70"N, 46° 55' 48.36"E, 1330 masl.) in the Nawdarwan valley, west central Zagros Mountains. The West Central Zagros sits between the Mesopotamian lowlands to the west and the high plateau to the east, provides passage onto the Iranian Plateau (Heydari-Guran et al., 2015). During the archeological surveys in the Kermanshah Region in west Zagros Mountains a number of BGS were reported in the Nawdarwan valley including the Bawa Yawan Rockshelter (Heydari-Guran & Ghasidian, 2021).

Methodology

The study first concentrated on the documentation of morphological parameters such as from, size, depth, sheltered or open air. Based on the previous studies, they are classified into three types. In addition, we have applied several laboratories' examinations including geochemical studies of the residue collecting and microfossil identifications analysis (RCMIA) introduced by Li Liu from eight BGS. We have also collected and examined microbotanical residues and use traces as well (Liu et al., 2018) .We collected and examined microfossil residues and use traces on the BGS in 2021. Each BGS was first cleaned with a toothbrush to remove surface particles. We washed each BGS with distilled water and then transfered residues to the Falcon™ tube using a pipette and a pipette filler, and the next step is to wash with an ultrasonic brush or an electric brush. In the Kermanshah pharmaceutical laboratory, we added EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) to the remaining ingredients and put them in a centrifuge with a certain speed. Analysis of Microfossil was conducted in Geology Laboratory of Tehran University in Karaj. Extractions obtained from residue samples were mounted in 50 % (vol / vol) glycerol and 50 % (vol/vol) distilled water on glass slides and analysed with a Polarizing Microscope.

Results

Bawa Yawan Rockshelter

Bawa Yawan was discovered at 2009, during a Paleolithic archaeological survey which was part of the "Human evolution in the Zagros Mountains" (HEZM) project. Later on, this locality was targeted for further research, where excavation during 2016 to 2021 revealed three archaeological occupations include Middle Paleolithic to Epipaleolithic. The archaeological strata have been dated between >45 to 13 kyr (Heydari-Guran et al., 2021) .The Bawa Yawan Rockshelter is 250m long and around 50m high and is composed of cretaceous limestone. It is located on the edge of the plain where a karstic pond sits 50m away and the permanent river of Razawar runs at about 3km on the smoothest of it. 24 BGS are seen on the south and southeast of the Bawa Yawan rock wall in different size and forms, where 21 cases are located in the open-air places on the rock and three cases are situated under roof areas. In this short study we report our investigations on the Bawa Yawan rockshelter BGS for this research, aimed understanding the function these humans made features.

Discussion and Conclusion

BGS in Bawa Yawan and preliminary results

Our morphological study has showed that the BGS in Bawa Yawan are seen in several forms, a. round and regular BGS with around 12 cm diameter, V-shape and irregular, Circle Semicircular, U-shape and twin. From eight samples for geochemical analyses, the three cases with U- and V-shape and irregular diameter the remains of charcoal, fiber and ocher were found. All of these three cases were located in the roofed area in the Bawa Yawan Rockshelter. In other five BGS we have found the remains of plant fibers, charcoal, phytoliths, starch, plant vascular tissue, epidermis and ochers.These remains suggest that some of the BGS, e.g., number 1, 2 and 3 have been used as a stone lamp. Similar cases have been reported in the European Paleolithic sites (Medina-Alcaide et al., 2021). In addition, at this stage, based on the available evidence we hypothesize that the use of BGS in the Bawa Yawan were not used for dehusking or grinding seeds and food processing. Probably non-food items have been produced in some of BGS in this site. Since the Bawa Yawan Rockshelter is a Palaeolithic occupation area, people may have produced extracts for the procurement of poison or medicines..

Author Contributions: Ideology: A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran. Methodology: A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran. Software: A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran, F. Azizi. Formal analysis S. Heydari; S. Heydari Goran, A. Sepehri. Research and review A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran. N. Hariri. Data management and organization A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran. Writing of the initial draft A. Jannati Mehr; Review and editing of the text: N. Hariri; S. Heydari Goran Supervision: S. Heydari Goran.; Project management A. Jannati Mehr; S. Heydari Goran.

Funding: A part of the funding for this research was provided by the Diyarmehr Paleolithic Research Foundation, and another part of this research was supported by the Iranian National Science Foundation (INSF) under grant number 4015286.

Data Availability Statement: You can email the author for further access to the data.

Acknowledgments: I would like to thank the members of the Paleolithic Research Foundation of Barmehr and the National Science Foundation of Iran for supporting this research. This article was supported by the National Research and Technology Support Fund (INSF) under Grant No. 4015286 and the Paleolithic Research Foundation.

Conflicts of Interest: There are no conflicts of interest for the authors in this article.

پژوهه باستان سنجی
دانشگاه هنر اسلامی تبریز

مقاله پژوهشی

پژوهشی نو بر بقایای میکروفسیلی برجای‌مانده در سنگ‌ساب‌های صخره‌ای پناهگاه باوه‌یوان-کرمانشاه

آذر جنتی‌مهر[1*]، رحمت عباس‌نژاد سرستی[2]، نعمت حریری[3]، فرامرز عزیزی[4]، افشار سپهری[5]، ساراحیدری[6]، سامان حیدری گوران[7]

۱. دانش آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، گروه باستان‌شناسی پیش از تاریخ، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۲. دانشیار گروه باستان‌شناسی پیش از تاریخ، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۳. پسادکتری، دانشکدهٔ زمین‌شناسی، دانشکدگان علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۴. دانش آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، گروه باستان‌شناسی پیش از تاریخ، دانشکدهٔ ادبیات و علوم‌انسانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۵. دانش آموختهٔ کارشناسی، گروه بهداشت عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۶. کارشناسی‌ارشد، گروه باستان‌شناسی، دانشگاه هنرهای اسلامی تبریز، تبریز، ایران. بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

۷. استاد گروه باستان‌شناسی، موسسهٔ باستان‌شناسی پیش از تاریخ، دانشگاه کلن، آلمان، بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر.

* مسئول مکاتبات: azarjaanatimehr@gmail.com

چکیده

دست‌سازه‌های صخره‌ای یا سنگ‌ساب‌های صخره‌ای، حفره‌هایی با ابعاد و اشکال متنوع هستند که بر بستر صخره‌ها ایجاد شده‌اند. شواهد نشان می‌دهند که این فناوری از دوران پارینه‌سنگی تا عصر حاضر مورد استفاده قرار می‌گرفته است. این یافته‌های فرهنگی می‌توانند به ابهامات مهمی در باستان‌شناسی، از جمله الگوهای معیشتی، پوشش گیاهی و روش‌های فرآوری مواد، پاسخ دهند. به دلیل اهمیت این دست‌ساخته‌ها در مطالعات انسان‌شناسی و باستان‌شناسی؛ در سایر کشورهای دنیا پژوهش‌های منسجمی انجام شده است. در ایران، پژوهش در این زمینه محدود بوده و تاکنون مطالعات آزمایشگاهی بر روی این یافته‌ها انجام نشده است. به دلیل اهمیت این موضوع و کمبود پژوهش‌های مرتبط در ایران، بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر، مطالعات دقیق و علمی را در این زمینه آغاز کرده است. در این مقاله، بقایای میکروفسیلی به‌دست‌آمده از دیواره‌ی سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در پناهگاه باوه‌یوان کرمانشاه به‌طور ویژه مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، با استناد به داده‌های حاصل از کاوش‌ها، مطالعات ریخت‌شناسی و آزمایش‌های انجام‌شده بر روی بقایای میکروفسیلی، به کاربری این سنگ‌ساب‌ها و ارتباط آن‌ها با محوطهٔ باوه‌یوان پرداخته شده است. بقایای میکروفسیلی گیاهی با چشم غیرمسلح قابل دیدن نیستند و در فرایند تحقیقات، اطلاعات بسیار مهمی را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهند. بقایای میکروفسیلی به‌دست‌آمده شامل اجزاء مختلف گیاهی، از جمله فیتولیت‌ها، الیاف گیاهی، مواد معدنی و زغال است. بر اساس شواهد و مدارک به‌دست‌آمده از سنگ‌ساب‌های صخره‌ای این محوطه، این فرضیه مطرح می‌شود که کاربری آن‌ها غیرمعیشتی بوده و احتمالاً برای اهدافی مانند فرآوری الیاف گیاهی، ایجاد روشنایی و تولید محدود محصولات گیاهی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: غرب زاگرس‌مرکزی، پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان، سازه‌های صخره‌ای، سنگ‌ساب صخره‌ای، میکروفسیل

دریافت: ۱۴۰۳/۹/۲۹
آخرین اصلاح: ۱۴۰۴/۳/۵
پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۱۲
انتشار: ۱۴۰۴/۴/۹

Copyright: ©2025 by the Authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

۱. مقدمه

استان کرمانشاه، واقع در غرب زاگرس مرکزی، با کشفیات نیم قرن اخیر به عنوان یکی از کانون‌های اصلی زیستی پیش از تاریخ شناخته شده و نقش مهمی در دگرگشت انسانی ایفا کرده است (Coon, 1951; Braidwood, 1960; Shidrang et al., 2016; Biglari et al., 2021; Heydari-Guran et al., 2021a, 2023). وجود زیست‌بوم غنی در این منطقه، توالی استقراری پیوسته‌ای را از دورهٔ پارینه‌سنگی قدیم تا دوره‌های

https://doi.org/10.61882/jra.2025.11.103

تاریخی و اسلامی شکل داده است. همچنین، رویدادهای مهمی مانند اهلی‌سازی گیاهان و حیوانات و آغاز یکجانشینی در منطقه کرمانشاه به وقوع پیوسته است (حاجی‌مزدارانی و همکاران، ۱۳۹۸؛ خزائلی و همکاران، ۱۳۹۸؛ حیدری‌گوران و حریری، ۱۳۹۸؛ Zanolli et al, 2019). مجموعه غار و پناهگاه‌صخره‌ای باوه‌یوان (Bawa-Yawan Rockshelter) در دره ناودرون (Nawdarvan Valley) شهرستان کامیاران در استان کرمانشاه واقع شده و به عنوان یکی از مهم‌ترین محوطه‌های باستانی این منطقه شناخته می‌شود (حیدری‌گوران و قصیدیان، ۱۳۹۵ Heydari-Guran et al., 2021a,2021b; 2023;).

انسان، به عنوان تنها گونه‌ای که قادر به ساخت ابزار با تغییر مواد موجود در طبیعت است، نیازمند مهارت‌های شناختی پیچیده و درک عمیقی از محیط بوده است. (محمد پناه، ۱۳۵۴: ۶۲؛ وحدتی‌نسب و آریامنش، ۱۳۹۴). جغرافیا و زیست‌بوم، به‌عنوان شاخص‌های کلیدی در شکل‌گیری فرهنگ‌های مختلف و توسعهٔ ابزارها، روابط پیچیدهٔ اجتماعی و فرهنگی را ایجاد کرده‌اند. در اواخر پلیستوسن، جوامع انسانی بهره‌وری بیش‌تری از محیط اطراف خود داشته‌اند که شواهد آن در بقایای فرهنگی و مادی برجای‌مانده قابل مشاهده است. یکی از مهم‌ترین این بقایا، دست‌سازه‌های صخره‌ای (Bedrock installations) یا سنگ‌ساب‌های صخره‌ای (Bedrock Ground stone) است. این ادوات، در اثر کوبیدن و ساییدن مکرر مواد ایجاد می‌شوند و شواهد استفاده از آن‌ها از اواخر پلیستوسن تا به امروز، به ویژه در مجاورت غارها و پناهگاه‌ها، یافت می‌شود (جنتی‌مهر، ۱۴۰۱؛ جنتی‌مهر و همکاران، ۱۴۰۳). در محوطه‌های دورهٔ نوسنگی، شواهد استفاده از سنگ‌ساب‌های صخره‌ای کم‌تر است و به‌جای آن‌ها، سنگ‌ساب‌های قابل حمل مانند هاون بیش‌تر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این تغییر می‌تواند نشان‌دهندهٔ کاهش استقرار در غارها و پناهگاه‌ها باشد. به‌نظر می‌رسد سنگ‌ساب‌هایی که بر روی صخره در نزدیکی غارها و پناهگاه‌های صخره‌ای ساخته شده‌اند، قدیمی‌تر باشند (Eitam et al., 2009; Shea, 2013).

اگرچه حفره‌هایی در طبیعت وجود دارند که به دلیل ویژگی‌های زمین‌شناسی و فرآیندهای فرسایش توسط آب ایجاد شده‌اند، شواهد متعددی نشان می‌دهد که این سازه‌ها عمدتاً توسط انسان‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ این شواهد شامل الگوهای سایش، موقعیت مکانی حفره‌ها و مواد فرهنگی مرتبط با این دست‌ساخته‌ها است. تحلیل‌های آزمایشگاهی و بررسی‌های دقیق باستان‌شناسی نیز می‌توانند این فرضیه را تأیید کنند که این حفره‌ها، به‌عنوان دست‌ساخته و ابزارهای فرهنگی تولید شده توسط انسان هستند. این رویکرد جامع، درک بهتری از تعامل انسان و محیط‌زیست و همچنین کاربردهای فرهنگی و تکنولوژیکی این حفره‌ها را فراهم می‌کند.

در سطح جهانی، پژوهش‌ها و طبقه‌بندی‌های متعددی بر روی این بقایا انجام شده است (Terradas, 2013; Nadel & Rosenberg, 2010, 2016; Eitam, 2008, 2010)؛ علاوه بر مطالعات ریخت‌شناسی بر روی این دست‌ساخته‌های سنگی، تحقیقات دیرین‌گیاه‌شناسی (Paleobotany) و یا باستان‌گیاه‌شناسی نیز به منظور روشن ساختن کاربری آن‌ها انجام شده است (Power et al., 2014; Liu et al., 2018, 2019). بقایای میکروسکوپی ارگانیسم‌ها، از جمله میکروفسیل‌ها، در بقایای فرهنگی باستان‌شناسی مانند سفال، ابزار سنگی، بقایای استخوانی، سنگ‌ساب‌های صخره‌ای و لایه‌های باستان‌شناسی یافت می‌شوند. میکروفسیل‌ها به دلیل اندازه کوچک و روند مطالعاتی پیچیده‌تر، کمتر از بقایای ماکروفسیلی مورد توجه قرار گرفته‌اند و تجزیه و تحلیل آن‌ها در مقایسه با سایر بقایای به‌دست‌آمده در بافت‌های باستان‌شناسی، ناشناخته‌تر است. با این حال، این ذرات بسیار کوچک، پاسخ‌های کلیدی به سوالات و ابهامات مهم در علم باستان‌شناسی ارائه می‌دهند و اطلاعات ارزشمندی در زمینه‌های زمین‌شناسی، علوم محیطی، رژیم غذایی و فرهنگ جوامع گذشته فراهم می‌کنند (Rosenberg & Nadel, 2011; Stepanova, 2019; Eitam, 2020; Dart & Reed, 2020).

بر اساس بررسی‌های حیدری‌گوران و همکاران در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در استان کرمانشاه، ۲۶۶ غار و پناهگاه صخره‌ای در این منطقه جغرافیایی کشف و مجموعه‌ای از سنگ‌ساب‌های صخره‌ای ثبت شده است (حیدری‌گوران و قصیدیان، ۱۳۹۱؛ Heydari-Guran et al, 2021a; Heydari-Guran & Ghasidian, 2020, 201). یکی از مهم‌ترین محوطه‌های کشف‌شده در این بررسی، پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان است. در این محوطه، ۲۴ سنگ‌ساب صخره‌ای به‌دست آمده که ۱۵ عدد از آن‌ها به عنوان هاون صخره‌ای و نه عدد به عنوان دانه‌کوب صخره‌ای گونه‌شناسی شده‌اند (جنتی‌مهر، ۱۴۰۱؛ جنتی‌مهر و همکاران، ۱۴۰۳؛ Janati-Mehr et al., 2025). در این پژوهش، بقایای میکروفسیلی استخراج‌شده از دیواره سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در محوطه باوه‌یوان مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۱. اهداف و ضرورت پژوهش

مطالعات مربوط به سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در گستره‌ی فلات ایران، موضوعی نوظهور در باستان‌شناسی به شمار می‌رود. اگرچه در سطح جهانی تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است، اما در ایران، پژوهش‌ها اغلب به بررسی‌های ریخت‌شناختی محدود شده و بیش‌تر به اشاراتی در گزارش‌ها و مقالات باستان‌شناسی بسنده گردیده است. بنابراین، تحقیق و بررسی این دست‌ساخته‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در سال‌های اخیر، توجه پژوهشگران به مطالعات گیاه‌باستان‌شناسی افزایش یافته است؛ با این وجود، این مطالعات در ایران بیش‌تر بر بقایای ماکروگیاهی متمرکز بوده و بقایای میکروفسیلی، به دلیل پیچیدگی‌های موجود در فرآیندهای آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این پژوهش، نخستین مطالعه‌ای است که در ایران توسط بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر در این زمینه انجام می‌شود و هدف آن، شناسایی و معرفی بقایای میکروفسیلی موجود در سنگ‌ساب‌های صخره‌ای پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان است.

۲. پیشینهٔ پژوهش

افرادی همچون لیپس (Lipps, 1993)، بوون (Bown, 1998)، برازر (Brazier, 1980) از پیشگامان مطالعات میکروفسیلی در باستان‌شناسی جهان به شمار می‌روند. از دیگر مطالعات میکروفسیلی انجام شده در باستان‌شناسی می‌توان به پژوهش‌هایی در

منطقهٔ لوانت اشاره کرد (Nadel & Rosenberg, 2016; Eitam, 2008, 2010). در این مقاله، به مهم‌ترین پژوهش‌هایی که بر روی بقایای میکروفسیلی انجام شده است اشاره می‌شود.

بیش‌ترین مطالعات در رابطه با میکروفسیل‌های به‌دست‌آمده از دیواره‌های سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در منطقهٔ لوانت انجام شده است (Eitam, 2008; 2010; Nadel, 2016; 2009; Nadel & Rosenberg, 2014; 2016; 2017). از مهم‌ترین محوطه‌هایی که در خصوص این پدیده به طور گسترده مطالعه شده‌اند، می‌توان به غار راکفت (Raqefet Cave) در جنوب لوانت (Nadel et al, 2008)، محوطهٔ قاراسا (Qarassa 3) در جنوب سوریه (Terradas, 2013)، روش زین (Rosh Zin)، (Nadel & Lengyel, 2009)، نهال اورن (Nahal Oren)، (Nadel & Rosenberg, 2011) اشاره کرد. در بیش‌تر این محوطه‌ها، پژوهش‌ها مبتنی بر گونه‌شناسی و مطالعات آزمایشگاهی به منظور شناخت بقایای برجای‌مانده و تشخیص کاربری آن‌ها انجام شده است (Liu, 2019; 2018; Power et al, 2016; Power, 2014). بیش‌تر سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در جغرافیای لوانت به دورهٔ ناتوفیان تا دورهٔ نوسنگی مربوط می‌شوند و پژوهشگران بر این باورند که استقرارهای ناتوفیان در این منطقه، در مرحله‌ای از تولید غذا با حجم پایین[1] قرار دارند (Eitam, 2020, 2009). به‌علاوه، در اکثر محوطه‌ها، پژوهش‌ها شامل شناسایی یافته‌های میکروفسیلی از بقایای استخوانی و مصنوعات نیز بوده است (Liu et al., 2018, 2019; Power et al., 2014).

از دیگر پژوهش‌ها در زمینهٔ بقایای میکروفسیلی در علم باستان‌شناسی می‌توان به مطالعات انجام‌شده در جنوب مکزیک و شمال آمریکای مرکزی اشاره کرد. همچنین، در غاری در کشور گرجستان، بقایای میکروفسیلی از لایه‌های باستان‌شناسی به‌دست‌آمده که قدمت آن به ۳۰ هزار سال پیش برمی‌گردد (Kvavadz et al., 2009). در مناطق دیگری از جهان، به‌ویژه در هند، پژوهشگران به مطالعه بقایای میکروفسیلی استخراج‌شده از بستر زمین‌شناسی پرداخته‌اند (García-Granero et al., 2016)؛ همچنین در چین بر روی ابزارهای سنگی و دسته‌هاون‌ها (Deng et al., 2019; Liu et al., 2017, 2018, 2019)، در جنوب آفریقا در لایه‌های باستان‌شناسی (Albert & Marean, 2012)، در اروپا بر روی جرم دندان (Soto et al., 2019) و در جنوب‌غرب بین‌النهرین (Patterer & Frezzia, 2022) مطالعاتی برای شناسایی میکروفسیل‌ها انجام شده است.

با وجود اهمیت سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در پژوهش‌های باستان‌شناسی و انسان‌شناسی، این پدیده در ایران ناشناخته مانده و تاکنون مطالعات علمی کافی در این زمینه انجام نشده است و تنها در مقالات و گزارش‌های باستان‌شناسی از آن‌ها نام برده شده است. تپهٔ سراب یاوری، واقع در شهرستان روانسر کرمانشاه، در سال ۱۳۹۰ توسط علی‌بیگی کاوش شده است. در این تپه، تعداد اندکی سنگ‌ساب صخره‌ای به دست آمده است (Sajjad Alibaigi, 2013، علی‌بیگی، ۱۳۹۰). همچنین در گزارش‌های کاوش تپهٔ چیاسبز شرقی، تعداد محدودی سنگ‌ساب صخره‌ای بر روی بستر صخره‌ای مشرف به رودخانهٔ سیمره به دست آمده است (دارابی، ۱۳۹۵). بر اساس بررسی‌های سال‌های اخیر علی‌بیگی و همکارانش در شهرستان سرپل ذهاب، در محدودهٔ مرزی بین دشت بین‌النهرین و ارتفاعات ایران، تعدادی سنگ‌ساب صخره‌ای در هفت محوطه کشف شدند. پژوهشگران بر اساس محل قرارگیری این مصنوعات و مواد فرهنگی اطراف، آن‌ها را به هزاره‌های سوم و دوم نسبت داده‌اند (Alibaigi & MacGinnis, 2022). همچنین می‌توان به پژوهش حیدری‌گوران و قصیدیان (۱۳۹۱) در منطقهٔ ناودرون اشاره کرد که منجر به شناسایی تعداد قابل‌توجهی سنگ‌ساب صخره‌ای منطقهٔ ناودرون از جمله محوطهٔ رازآور ۱، گلیمگوش شد. علاوه بر این، در پناهگاه صخره‌ای شیران (Shiran rockshelter) در کنام هشیلان (Hashilan) استان کرمانشاه، همچنین در استان فارس در منطقه‌های توج (Toj) و کنده پسه (Kandeh Passeh Cave) درشوی ۲ (Doshovi2 Rockshleter) سنگ‌ساب صخره‌ای ثبت شده است (Hyedari-Guran, 2014).

۳. روش پژوهش/ مواد و روش‌ها

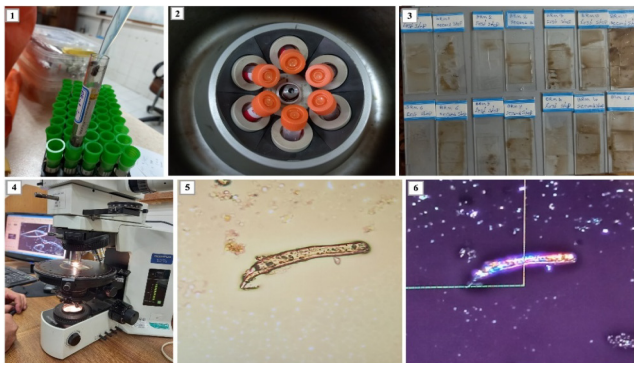
پژوهش بر روی این یافته‌های کوچک به دو بخش اصلی: مطالعات میدانی (ثبت و ضبط شاخصه‌های ریخت‌شناسی، طراحی و نمونه‌برداری) و مطالعات آزمایشگاهی (فرایند جداسازی و تجزیه‌وتحلیل میکروسکوپی بقایای میکروفسیلی) تقسیم می‌شوند. قبل از هرگونه نمونه‌برداری، سطح سنگ‌ساب‌ها به دقت پاکسازی شد. این پاکسازی شامل حذف خاک و مواد اضافی سطحی با استفاده از ابزارهای مناسب (مانند برس‌های نرم و دمنده) بود. با توجه به ماهیت سنگ‌ساب‌ها و وجود شیارهای ریز میکروسکوپی در دیواره‌های آن‌ها، از روش خاصی برای استخراج بقایای میکروفسیلی استفاده شد. این روش شامل به‌کارگیری مسواک‌های آلتراسونیک با فرکانس و شدت کنترل‌شده بود. ارتعاش و صدای تولید شده توسط این مسواک‌ها به از بین بردن خلأ و فضایی که بین ذرات و سنگ ایجاد شده بود کمک کرده و موجب جدا شدن بقایای میکروفسیلی از بستر سنگی بدون آسیب به آن‌ها می‌شود (جنتی‌مهر، ۱۴۰۱؛ Liu et al., 2018). برای نمونه‌برداری از دیواره‌های سنگ‌ساب‌های صخره‌ای پناهگاه باوه‌یوان، از مسواک معمولی، آب مقطر، مسواک آلتراسونیک، فالکون، ورق آلومینیوم، پیپت و پیپت فیلر استفاده شد. در ابتدا، دور فالکون‌ها با ورق آلومینیوم به منظور حفاظت از بقایای حساس به نور پوشانده شد و سپس مشخصات سنگ‌ساب، جهت برداشت، بر روی آن نوشته شد. پس از مرحلهٔ آماده‌سازی، مقداری آب مقطر به وسیلهٔ پیپت و پیپت فیلر به داخل سنگ‌ساب‌های صخره‌ای منتقل شد. در مرحلهٔ اول، در زمان معین با مسواک معمولی، شستشوی خاک و مواد اضافی انجام شد و محلول حاصل به داخل فالکون ریخته شد. برای برداشت نمونه‌برداری اصلی، همین مراحل مجدداً با مسواک آلتراسونیک انجام گردید و سپس در فالکون مشخص منتقل شد (شکل ۱).



شکل ۱. نمونه برداری از دیوارۀ سنگ‌ساب‌های صخره‌ای (عزیزی، ۱۴۰۱).

Figure 1. Sampling from the wall of rocky cliffs (Azizi, 1401).

آزمایش بقایای میکروفسیل مجموعه‌ای از مطالعات آزمایشگاهی است که به کمک میکروسکپ‌های دقیق از جمله میکروسکوپ پلاریزان و میکروسکوپ‌های الکترونی قابل انجام است، بخش مطالعات آزمایشگاهی خود به دو گروه فرایند جداسازی و مطالعات میکروسکپی تقسیم شده است. در فرایند جداسازی عناصر به بقایای داخل فالکون‌ها، مواد شیمیایی EDTA اضافه شده، در داخل سانترفیوژ با دما و چرخش مشخص قرار داده شده و سپس در دستگاه لرزشگر قرار داده شده است. پس از آن آب اضافی فالکون‌ها دور ریخته شد. پس از آماده‌سازی اولیه، بقایای به‌جامانده درون فالکون‌ها و بر روی لام آزمایشگاهی قرار داده شده است و توسط میکروسکوپ پلاریزان مطالعه و عکس‌برداری به صورت PPL و XPL انجام شده‌است. نگارنده با کمک بنیاد پژوهش‌های دیارمهر نمونه‌برداری را انجام داده است و برای تحلیل و گونه‌شناسی یافته‌ها و همچنین مطالعات تطبیقی بر اساس اطلس تهیه شده از پژوهش‌های پیشین توسط پژوهشگر این پژوهش انجام پذیرفته است (شکل ۲).



شکل ۲. اضافه‌کردن EDTA، ۲- قرارگرفتن گرفتن فالکون‌ها در سانترفیوژ، ۳- قرار دادن بقایا بر روی لام، ۴- مطالعات میکروسکوپی، ۵- تصویربرداری XPL، ۶- تصویربرداری PPL

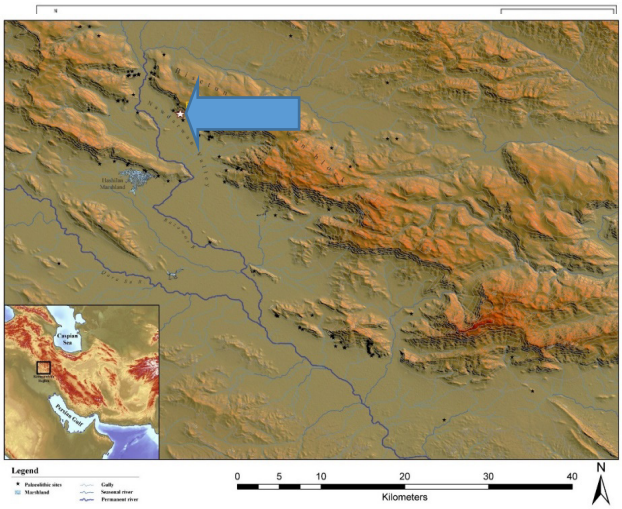
Figure 2. Adding EDTA, 2- Placing the Falcons in the centrifuge, 3- Placing the residue on the slide, 4- Microscopic studies, 5- XPL imaging, 6- PPL imaging

٤. یافته ها و بحث

٤-١. زمین‌شناسی منطقۀ موردمطالعه

عوامل طبیعی و زیست‌محیطی تأثیری چشم‌گیر بر الگوی پراکندگی محوطه‌های باستانی دارند؛ ساختارهای زمین‌شناختی، ارتفاع از سطح دریا و شرایط اقلیمی و مانند آن، شاخصه‌هایی هستند که مجموع آن‌ها منظر یک منطقه را تشکیل می‌دهند. موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی کوهستان زاگرس و یافته‌های باستان‌شناختی مکشوف از این منطقه حاکی از این است که این منطقه برای استقرار انسان‌های نئاندرتال و هموساپینس از اهمیت خاصی برخوردار بوده است (Heydari-Guran 2014؛ حریری، ۱۴۰۰). در بین مناطق زاگرس، منطقۀ کرمانشاه به خاطر داشتن شمار فراوان غار و پناهگاه صخره‌ای و همچنین منابع سنگ خام از جایگاه منحصربه‌فردی برخوردار است. سلسله رشته‌کوه زاگرس به طول ۱۶۰۰ کیلومتر با محور شمال‌غربی- جنوب‌شرقی از جنوب‌شرق ترکیه، شمال‌شرق کشور عراق تا جنوب‌غرب ایران در نزدیکی خلیج‌فارس ادامه دارد. از نظر جغرافیایی به سه بخش زاگرس شمالی، زاگرس میانی و زاگرس جنوبی تقسیم می‌شود، همچنین از لحاظ ساختمانی نیز به سه بخش زاگرس مرتفع (رورانده، شکسته یا خردشده)، زاگرس چین‌خورده و زاگرس چین نخورده (دشت خوزستان) تقسیم می‌شود (Heydari-Guran, 2014: 19). بر اساس نقشۀ زمین‌شناسی ۱: ۱۰۰۰۰۰ کرمانشاه سازندهای زمین‌شناسی منطقۀ موردمطالعه شامل رادیولاریت‌ها، سازند کرمانشاه و سنگ‌آهک‌های سازند بیستون است. آهک بیستون از سنگ‌آهک با خلوص بالا و درجۀ لهشدگی زمین‌ساختی بالا تشکیل‌شده است که به انحلال بسیار حساس است. این امر منجر به گسترش ویژگی‌های مختلف کارستی (اعم از سطحی و زیرسطحی) در منطقه شده است. آهک بیستون با گسترش خود به طرف شمال غرب شهر کرمانشاه سلسله ارتفاعاتی مابین شهر بیستون تا شهر کامیاران ایجاد کرده است.

رادیولاریت کرمانشاه متعلق به مجموعۀ سیلیسی مهم عصر مزوزوئیک است. این تودۀ رسوبی در یک حوضۀ بلند و باریک واقع در بین دو منطقۀ گرمسیری نهشته شده است. مدت زمان طولانی است که افیولیت و چرت رادیولیتی در مناطق کرمانشاه شناخته شده است، کمربند رادیولیتی کموییش منظم کرمانشاه در یک نوار پهن ۱۵ کیلومتری که از منطقۀ بروجرد در جنوب شروع و تا پاوه در شمال‌غربی وجود دارد. رادیو لاریت کرمانشاه یک سازند زمین‌شناسی شناخته‌شده در منطقۀ زاگرس، به‌طور خاص در استان کرمانشاه است. این سنگ رسوبی عمدتاً از اسکلت‌های سیلیسی رادیولارها که میکروارگانیسم‌های دریایی هستند تشکیل شده است. بر اساس شواهد برجای‌مانده، جوامع انسانی پارینه‌سنگی در کرمانشاه به صورت متمرکز از سنگ‌های کمربند رادیولاریت استفاده کرده‌اند. هرچند تحقیقات گروه مطالعاتی دگرگشت انسانی در زاگرس (HEZM) شناسایی مقدماتی در منطقه بر منابع سنگ مورد استفادۀ انسان طی دوره‌های پارینه‌سنگی کهن تا فراپارینه‌سنگی داشته است (حریری، ۱۴۰۰)، (شکل ۳).



شکل ۳. نقشهٔ سازندهای زمین‌شناسی منطقهٔ موردمطالعه (طراحی از سعید بهرامیان).

Figure 3. Map of geological formations of the study area (drawn by Saeed Bahramian)

٤-٢. پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان

دیوارهٔ اصلی پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان دارای یک آیینه گسل (Fault Mirror) است و وجود چند گسل، فضای مطبق افقی به‌خصوص در بخش مرکزی پناهگاه ایجاد کرده که هر طبقه ارتفاعی در حدود ۱ تا ۱۰ متر دارد. در این پناهگاه به‌غیر از کربنات سنگ‌آهک، هیچ‌گونه سنگ دیگری وجود ندارد. در صخره‌ها، اشکال ژئومورفولوژی متنوعی مانند کارین‌ها، دورین‌ها و خردشدگی‌های سنگ مشاهده می‌شود. صخرهٔ باوه‌یوان از بالا به صورت یک فلات است که در نهایت به کوهستان یوان متصل می‌شود. این کوه به سمت یک دشت بسیار هموار که به دشت ناودرون معروف است، امتداد می‌یابد.

پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان در بخش زاگرس مرکزی و در شهرستان کامیاران کرمانشاه واقع شده است (شکل ۳) و جزو کارست بیستون–شاهو محسوب می‌شود (Heydari-Guran & Ghasidian, 2020). این مجموعه یکی از بزرگ‌ترین پناهگاه‌های صخره‌ای در تمام بررسی‌های انجام‌شده در شهرستان کرمانشاه بوده و دارای رسوبات باستانی است. طول دهانهٔ پناهگاه حدود ۵۰ متر و ارتفاع آن به بیش از ۳۰ متر می‌رسد. چشمهٔ یوان نیز در فاصله‌ای حدود ۸۰ متر از پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان قرار دارد که این مسئله امتیاز ویژه‌ای برای جذب گروه‌های مختلف انسانی به این منطقه بوده است (شکل ۴)، (حیدری‌گوران و آزادی، ۱۴۰۰؛ حریری، ۱۴۰۰؛ حیدری‌گوران و قصیدیان، ۱۳۹۵). در این محوطه چهار فصل کاوش شده است و لایه‌های باستان‌شناختی آن شامل سه فاز استقراری از پارینه‌سنگی میانی تا فراپارینه‌سنگی است. تمامی لایه‌ها دارای تاریخ‌گذاری مطلق (C14) هستند. یکی از یافته‌های مهم در پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان، بقایای دندان انسان نئاندرتال در لایه پارینه‌سنگی میانی است که قدمت آن به ۴۳ تا ۴۰ هزار سال پیش برمی‌گردد.



شکل ٤. نمایی از بخش جلویی پناهگاه باوه‌یوان و جاده بین استانی کرمانشاه به سنندج. A : موقعیت قرارگیری پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان در دشت ناودرون کامیاران. B: نمای جلوی پناهگاه که منطقه کاوش شده با فلش قرمز رنگ مشخص شده است. (حیدری‌گوران: ۱۴۰۰).

Figure 4. View of the front of the Baveh-Yavan shelter and the Kermanshah-Sanandaj interprovincial road. A: Location of the Baveh-Yavan rock shelter in the Navdrun plain of Kamyaran. B: Front view of the shelter, with the excavated area marked with a red arrow. (Heidari-Goran: 1400).

٤-٣. سنگ‌ساب‌های صخره‌ای پناهگاه باوه‌یوان

سنگ‌ساب‌های صخره‌ای مجموعهٔ غار و پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان از شرقی‌ترین تا غربی‌ترین بخش پناهگاه شناسایی شده است و عمدهٔ آن‌ها در بخش مرکزی و پلکان طبیعی پیدا شده‌اند. در مجموع، ۲۴ عدد سنگ‌ساب صخره‌ای در این پناهگاه کشف گردیده است. بر اساس شواهد و شاخصه‌های مختلف، از جمله پارامترهای ریخت‌شناسی، زمین‌شناسی، باستان‌شناسی، انسان‌شناسی و ویژگی‌های بومی منطقه، این سنگ‌ساب‌ها به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی شده‌اند. گروه اول، حفره‌های مخروطی عمیق است که هاون صخره‌ای نامیده می‌شوند و تعداد آن‌ها ۱۵ عدد بوده و دارای فرم، اندازه و عمق‌های متنوعی هستند. گروه دوم شامل حفره‌های عریض و کم‌عمق است که دانه‌کوب صخره‌ای نامگذاری شده‌اند و تعداد آن‌ها نه عدد می‌باشد (جنتی‌مهر، ۱۴۰۱؛ جنتی‌مهر و همکاران، ۱۴۰۳) (شکل ۵).



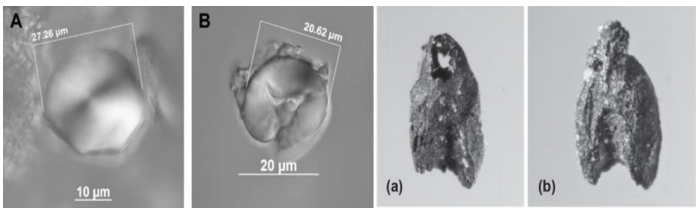
شکل ۵. گونه‌شناسی سنگ‌ساب‌های صخره‌ای محوطه:۱- هاون صخره‌ای، ۲- دانه‌کوب صخره‌ای.

Figure 5. Typology of rock grinders in the area: 1- rock mortar, 2- rock crusher.

٤-٤. بقایای میکروفسیلی

آثار فسیلی طیف گسترده‌ای از بقایای به‌جامانده‌ی موجودات زندهٔ مختلف، از جمله گیاهان، حیوانات و جلبک‌ها می‌باشد. این ساختار فسیلی از مواد معدنی مانند سلیس، کلسیت یا ترکیبات مواد آلی بسیار مقاوم تشکیل شده است. بقایای فسیلی از نظر اندازه به ۳ دستهٔ ماکروفسیل‌ها (Macrofossil)، میکروفسیل‌ها (Microfossil) و نانوفسیل‌ها (Nanofossil) تقسیم می‌شوند (هاشمی یزدی، ۱۳۹۹). بقایای میکروفسیلی، بقایای ریز باکتری، قارچ، حیوانی و گیاهی هستند و به دسته‌ای ناهمسان از بقایای فسیلی گفته می‌شوند (Lipps, 2017). فسیل‌های گیاهی به دو صورت ماکروفسیل و میکروفسیل‌های گیاهی به دست می‌آیند. ماکروفسیل‌های گیاهی در واقع؛ بقایایی از گیاهان همچون ساقه، برگ، میوه، دانه و چوب را شامل می‌شوند که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت هستند؛ و میکروفسیل‌های گیاهی دربرگیرندهٔ بقایای بسیار ریز گیاهی هستند که مطالعات آن‌ها با میکروسکوپ و روش‌های آزمایشگاهی پیچیده‌تری امکان‌پذیر است، چرا که جداکردن مواد اضافی همچون خاک از یافته‌های میکروفسیلی نیازمند استفاده از روش‌های آزمایشگاهی مخصوص می‌باشد (شکل ۶)، (هاشمی یزدی، ۱۳۹۹؛ lipps, 2017).

مطالعه در این حوزه زیرمجموعهٔ باستان‌گیاه‌شناسی و همچنین دیرین‌گیاه‌شناسی است. میکروفسیلی به دو گروه عمدهٔ موجودات آبزی تک‌سلولی (دیاتومه‌ها، فورامینیفرها، رادیولاریا و نانوفسیل‌های آهکی) و ساختارهای زایشی و پوشش سلولی گیاهان خشکی (گرده، هاگ و فایتولیت و بقایای ریز از اندام گیاهی) تقسیم شده است. میکروفسیل‌ها طیف وسیعی از مورفولوژی دارند و آن‌ها را به گروه‌های بسیاری طبقه‌بندی کرده‌اند (Sean Quinn, 2008). مطالعه و پژوهش در این حوزهٔ علمی اندکی دشوار است چرا که در دنیا متخصصان اندکی بر روی این موضوع اشراف دارند و قطعیتی در گروه‌بندی و طبقه‌بندی بقایای گیاهی به دلیل کوچکی، فراوانی و تنوع در بومی‌بودن گونه‌های مختلف گیاهی وجود ندارد. به‌طور کلی، تشخیص بقایای گیاهی اطلاعات مهمی را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد، از مهم‌ترین بقایای میکروفسیل گیاهی که از بافت باستان‌شناسی به‌دست می‌آید فایتولیت (Pytolith)، الیاف گیاهی (Fiber) و نشاسته (Strach) است. این یافته‌های کوچک از لایه‌های باستانی، سفال، بقایای انسانی، ابزارسنگی و سنگ‌ساب‌ها به دست آیند.



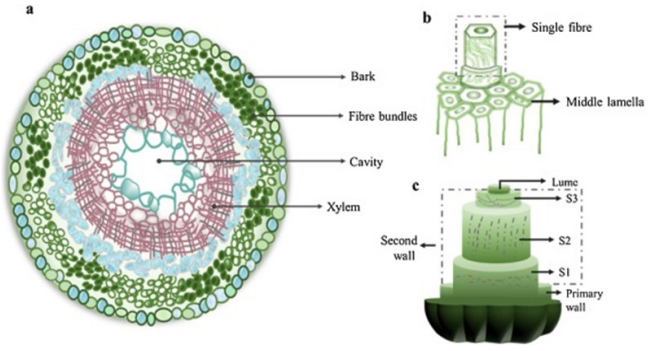
شکل ٦. تصاویر شکل چپ بقایای گیاهی ماکروفسیل است (Bestel et al., 2014)، تصاویر سمت راست بقایای گیاهی میکروفسیل است (Liu et al., 2010).

Figure 6. The images on the left are macrofossil plant remains (Bestel et al., 2014), the images on the right are microfossil plant remains (Liu et al., 2010).

٤-٥. نتایج و یافته‌ها

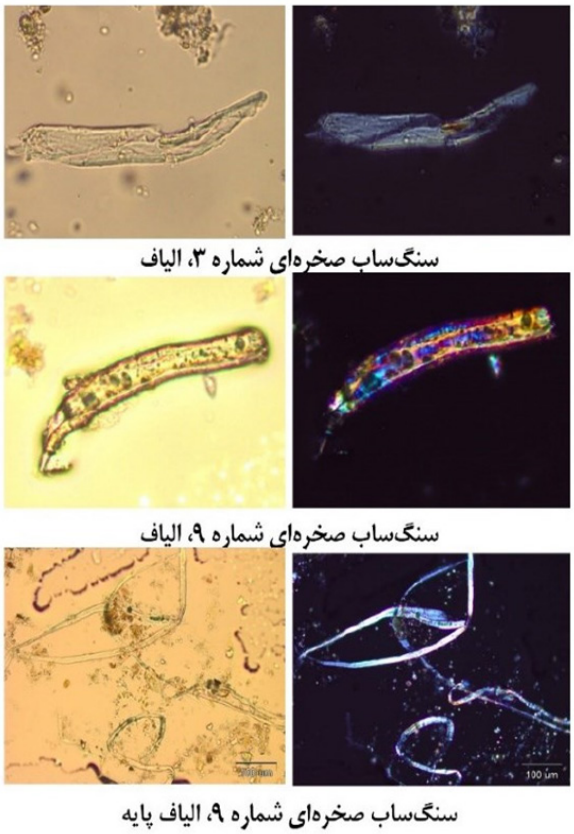
٤-٥-١. الیاف گیاهی

الیاف پوسته یا پایه (Bast Fiber) اصطلاحی است برای توصیف دسته‌ای از سلول‌های فیبری محکم که در ساقهٔ برخی از گیاهان چون کنف، کتان، جوت، رامی و گزنه یافت می‌شود (Hugan, 2013). هر سلول الیاف پوسته یا پایه از یک دیوارهٔ سلولی تشکیل شده که فضای لومن (lumen) را احاطه می‌کند (شکل ۷). دیوارهٔ سلولی به دو قسمت دیوارهٔ خارجی و دیواری ثانویه تقسیم می‌شود و دیوارهٔ ثانویه از سه لایهٔ مجزا تشکیل شده که معمولا با S1, S2, S3 نام‌گذاری شده است. یکی از ویژگی‌های تشخیص الیاف پایه از باقی الیافه، جهت‌گیری فیبلارهای قرار گرفته در این بخش است؛ در واقع جهت‌گیری آن‌ها به چپ یا راست است که به شکل‌های فرضی S یا Z دیده می‌شوند (Bergfjord et al., 2010; Styrcewska et al., 2015). در نمونه‌های به‌دست‌آمده از الیاف‌ها، ممکن است بقایای موی حیوانی نیز یافت شود بنابراین برای تشخیص و تمایز بین آن‌ها از آزمایش هرزوگ (Herzog) با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان استفاده شده است. بیش‌ترین بقایای میکروفسیلی به‌دست آمده از دیوارهٔ سنگ‌ساب‌های صخره‌ای، الیاف‌های گیاهی از نوع الیاف پوسته یا الیاف پایه هستند (شکل ۸).



شکل ۷. دیوارهٔ ثانویه از سه لایهٔ مجزا تشکیل شده که با S1, S2, S3 نامگذاری می‌شوند و لومن را احاطه کرده است (Haugan & Holst, 2013).

Figure 7. The secondary wall consists of three distinct layers, labeled S1, S2, and S3, and surrounds the lumen (Haugan & Holst, 2013).



شکل ۸. نمونه‌ای از الیاف‌های به‌دست آمده از سنگ‌ساب‌های صخره‌ای

Figure 8. A sample of fibers obtained from rock abrasives

٤-٥-٢. فایتولیت

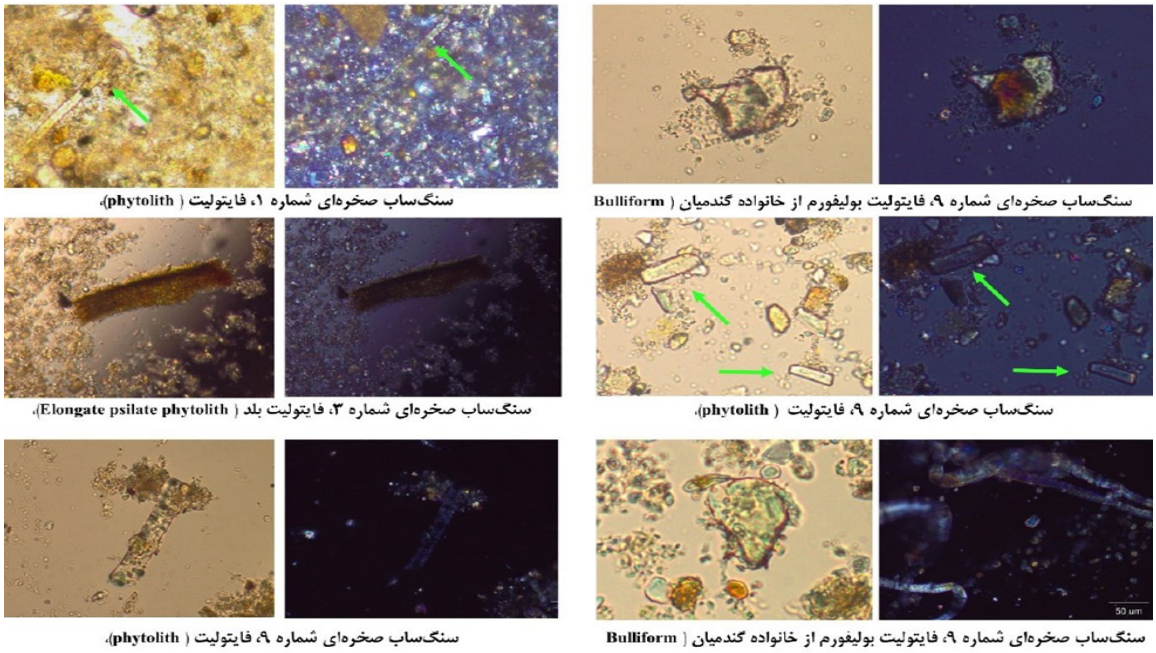
در واقع فایتولیت‌ها، ذرات کوچک معدنی هستند که از طریق ریشه‌ها وارد دیگر اندام‌های گیاهی می‌شوند و معمولاً سیلیس جذب شده که در دیواره‌های سلول اپیدرمی رسوب کرده به شکل یک ماکت دقیق از سلول فرم می‌گیرند. این ذرات هم در گیاهان تک لپه‌ای مانند علف‌ها، چمن‌ها، نخل‌ها؛ و هم در گیاهان دو لپه‌ای تولید می‌شوند؛ اما به‌طور کلی فایتولیت‌ها در تک لپه‌ای‌ها به مراتب بیش‌تر هستند، و همچنین این نوع گیاهان نسبت به گیاهان دو لپه‌ای در طول تاریخ مورد توجه انسان‌ها بوده است، بنابراین مطالعات بر روی گونه‌شناسی فایتولیت‌ها در باستان‌شناسی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند (Armstrong & Brasier, 2005). فایتولیت تک لپه‌ای‌ها به صورت تک‌سلولی و چندسلولی هستند، و معمولاً نام‌گذاری آن‌ها برگرفته از نام خانوادهٔ گیاهان است. فرم‌های فایتولیت تک‌سلولی شامل زینی شکل (Saddles) ، دولوب (Bilobes) ، روندل (Rondel) و بولیفرم (Bulform) است. تمایز بین فایتولیت‌ها به پژوهشگران اطلاعاتی در رابطه با شرایط محیطی در گذشته را نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین نام‌گذاری‌ها به شرح زیر می‌باشد؛

۱. پوئیدها (pooids) : گیاهان C3 هستند که در محیط‌های مرطوب و خنک با ارتفاع زیاد یافت می‌شوند.

۲. کلیدوئیدها (Chloridoids): گیاهان C4 هستند که در محیط‌های گرم و خشک رشد می‌کنند.

۳. پانیکوئیدها (Panicoids): گیاهانی که در محیط‌های مرطوب و گرم یا مناطق باتلاقی رشد می‌کنند. (Rosen, 2008).

در پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان یکی‌دیگر از بقایای مهمی که از درون سنگ‌ساب‌های صخره‌ای به دست آمده است، فایتولیت‌هایی از جمله؛ فایتولیت بلوکی (Blocky Phytolith)، فایتولیت‌های بلند (Elongate psilate phytolith) ، فایتولیت بولفورم از خانواده گندمیان و فایتولیت‌های راندل است (شکل ۹).

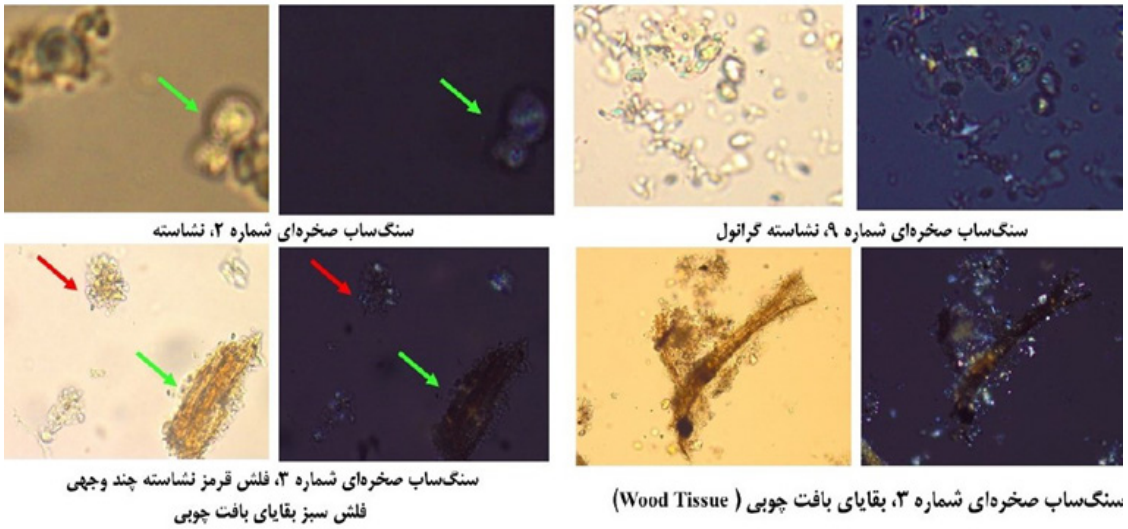


شکل ۹. فایتولیت‌های به‌دست‌آمده از دیوارهٔ سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان.

Figure 9. Phytoliths obtained from the rock face of the rock slides in the Baoyuan rock shelter

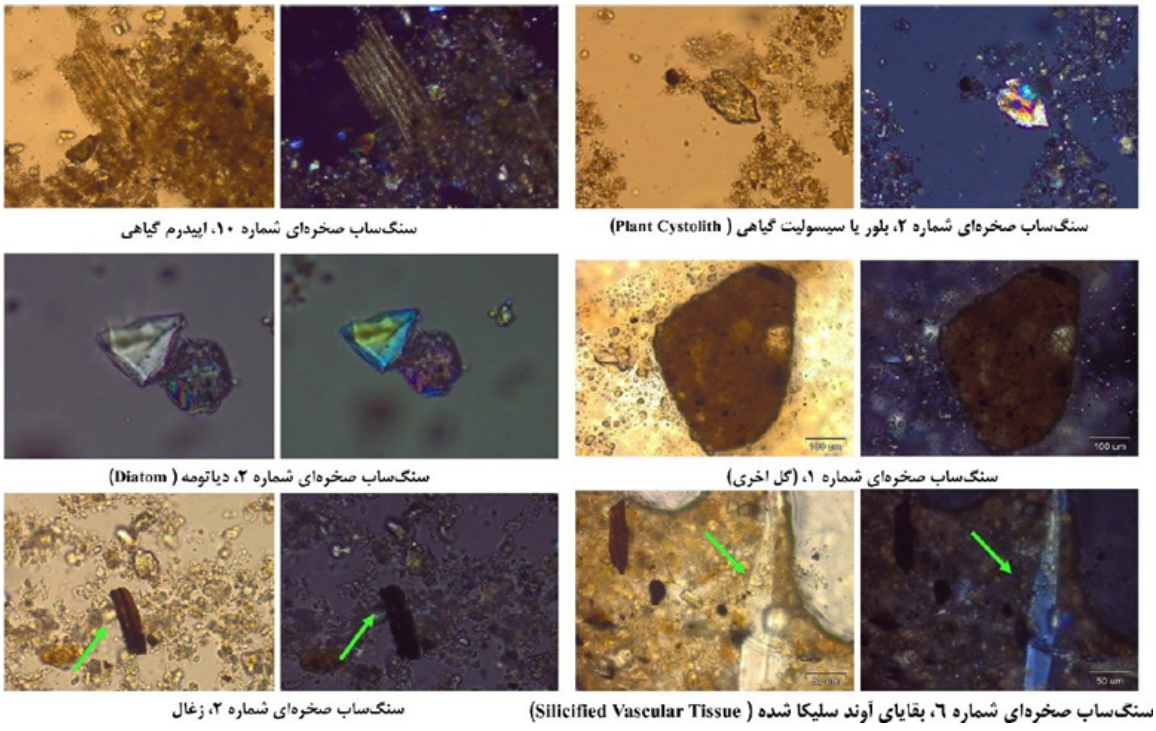
٤-٥-٣. نشاسته و سایر بقایای میکروفسیلی

علاوه بر الیاف و فایتولیت، بقایای میکروفسیلی دیگری از جمله نشاسته به دست آمده است. نشاسته از عناصر اصلی در گیاهان محسوب می‌شود و مطالعه بر روی آن‌ها می‌تواند اطلاعات مهمی را روشن سازد؛ از دیگر عناصر یافت شده سیسولیت گیاهی (Cystolith Plant) است در واقع سیسولیت‌ها مواد زائدی هستند که در نقاط مختلف به‌خصوص در آوند گیاه رسوب می‌کنند، در واقع این مواد زائد به‌صورت بلور در می‌آیند. دو نوع بلور وجود دارد: ۱- معدنی‌ها که به صورت کربنات کلسیم$CaCO_3$ و سیلیس که معروف‌ترین آن سیستولیت است. ۲- آلی‌ها که اغلب نمک‌های اگزالات کلسیم و گاهی منیزیم هستند که برای سلول مفید نبوده و به صورت CO_2 و نمک کلسیم وجود دارند. از دیگر بقایای یافت شده از دیواره سنگ‌ساب‌ها زغال، دیاتومه (Diatome)، مینرال (Mineral)، بقایای اپیدرم، بقایای آوندی (Vascular Tissue) و بافت چوبی (Wood Tisseue) است (شکل ۱۰- ۱۱)، (نمودار ۱).



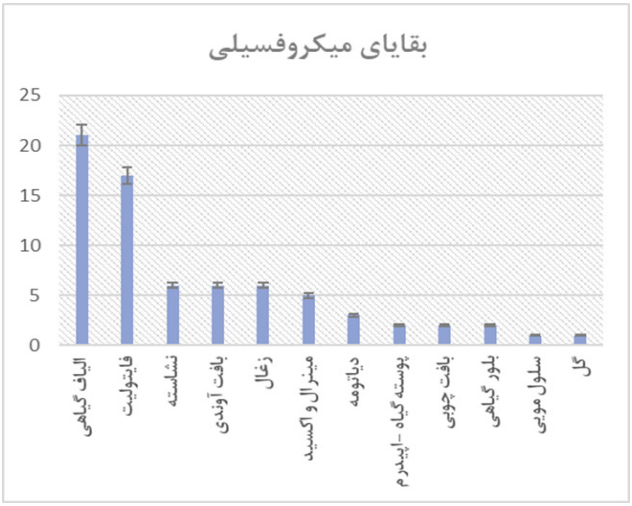
شکل ۱۰. بقایای میکروفسیلی به‌دست آمده از دیواره سنگ‌ساب‌های صخره‌ای.

Figure 10. Microfossil remains recovered from the wall of rock slides.



شکل ۱۱. بقایای میکروفسیلی به‌دست‌آمده از دیوارۀ سنگ‌ساب‌های صخره‌ای.

Figure 11. Microfossil remains obtained from the wall of rocky outcrops



شکل ۱۲. بقایای میکروفسیلی به‌دست آمده از سنگ‌ساب‌های صخره‌ای باوه‌یوان.

Figure 12. Microfossil remains obtained from the rock fragments of Baoheyuan.

٤-٦. تجزیه و تحلیل یافته‌ها

یکی از بقایای فرهنگی و مادی از جوامع گذشته در مجموعه غار و پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان، سنگ‌ساب‌های صخره‌ای است. این پدیده، یکی از مهم‌ترین داده‌ها به شمار می‌آید که اطلاعات ارزشمندی درباره تغذیه، فرهنگ، باورها، و حتی پوشش گیاهی و اقلیم باستانی ارائه می‌دهد. در پناهگاه صخره‌ای باوه‌یوان مجموعاً ۱۵ عدد هاون صخره‌ای و نه عدد دانه‌کوب صخره‌ای شناسایی شده است (جنتی‌مهر، ۱۴۰۱؛ جنتی‌مهر و همکاران، ۱۴۰۳). وجود بقایای گیاهی در اغلب سنگ‌ساب‌ها نشان‌دهندهٔ اهمیت گیاهان و بهره‌برداری بیش‌تر از آن‌ها نسبت به گذشته است. سنگ‌ساب‌های به‌دست‌آمده از باوه‌یوان همچنین راه‌حل‌های جدیدی برای مجموعه‌ای متنوع از اقتصاد معیشتی و غیرمعیشتی ارائه می‌دهند و الگویی خاص را بر اساس گستردگی و پراکندگی این سنگ‌ساب‌ها در این محوطه به نمایش می‌گذارند (Heydari-Guran & Hariri, 2021).

تمامی سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در باوه‌یوان از ابعاد کوچکی برخوردارند و بقایای میکروفسیلی به‌دست‌آمده و موقعیت قرارگیری آن‌ها، نمایانگر غیرمعیشتی بودن این ابزارها است. شواهدی که فرضیهٔ کاربری غیرمعیشتی را تقویت می‌کند، شامل کشف دست‌ابزارهای سنگی هندسی و ترکیبی مخصوص شکار، به‌ویژه از نوع پرتابی، و همچنین وجود پوشش گیاهی منطقه است که شامل گیاهان وحشی دارویی و سمی می‌شود. اکثر پوشش گیاهی باوه‌یوان شامل گیاهانی چون شیرین‌بیان، کاسنی، ونوشک، انجیر کوهی، فرفیون و خانواده‌های لاله است. بیش‌تر سنگ‌ساب‌های صخره‌ای در بخش پلکانی و مرکزی پناهگاه قرار گرفته‌اند، اما در بخش‌های جلویی پناهگاه، سنگ‌ساب‌های صخره‌ای ابعاد کوچک‌تری دارند و همچنین محل قرارگیری آن‌ها و مهم‌ترین بقایای میکروفسیلی در این بخش شامل الیاف پایه به همراه ذغال و در یک مورد هم به همراه گل اخری است و بر اساس شواهد موجود احتمال می‌رود از آن‌ها به‌عنوان فضایی برای روشنایی و لامپ سنگی استفاده شده باشد.

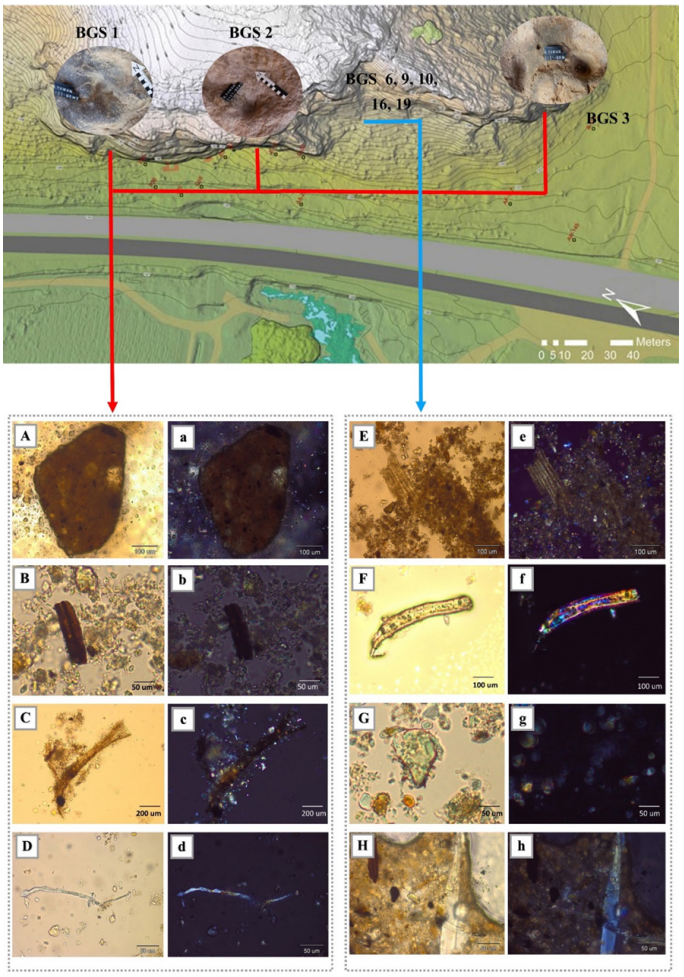
فراوانی الیاف پایه، به‌خصوص کتان، از میان بقایای میکروفسیلی سنگ‌ساب‌ها شایان توجه است. این بقایا در برخی محوطه‌ها برای نساجی، بافتن سبد و طناب و در برخی دیگر به‌عنوان فیتیله برای سوختن ذکر شده‌اند (Bergfjord et al., 2010; Kvavadze et al., 2013; Styrcewska et al., 2015). از دیگر بقایای میکروفسیلی، دو نوع فایتولیت تک‌سلولی بولفرم و راندل وجود دارد که این فایتولیت‌ها در گیاهان C3 یافت می‌شوند. در مطالعات ایزوتوپ‌های پایدار که توسط پژوهشگران در این پناهگاه انجام شد، به‌نظر می‌رسد که طی آنالیزهای عناصر کربن ۱۴ و اکسیژن ۱۸ بر روی بقایای دندانی گیاهخواران در دوره‌های پارینه‌سنگی میانی و نوین مشخص شد که محیط غالب در این دوره گیاهان C3 بوده است (Ecker et al., in press).

تاریخ‌گذاری دقیق سنگ‌ساب‌ها در مجامع علمی معاصر، به دلیل شرایط خاص این پدیده‌ها، دچار دشواری‌هایی است. اکثر این آثار به صورت برجا و در سطح سایت‌های باستان‌شناسی قرار دارند. معمولاً سن‌سنجی کربن ۱۴ بر روی رسوبات دیوارهٔ این پدیده‌ها صورت می‌گیرد و اگر سنگ‌ساب در معرض هوا قرار گیرد و دچار اکسیداسیون شود، استخراج نمونهٔ مناسب برای سن‌سنجی بسیار دشوار خواهد بود. به همین دلیل، امکان تاریخ‌گذاری مطلق در این دوران محدود است. با این حال، پژوهشگران این حوزه معمولاً با استفاده از شواهد و یافته‌های دیگر موجود در محوطه، از جمله لایه‌های رسوبی، ابزارها و دیگر بقایای فرهنگی، به انجام تاریخ‌گذاری نسبی این آثار می‌پردازند. تاریخ‌گذاری مطلق پدیده‌های موردبررسی، با چالش‌ها و پیچیدگی‌های خاص خود همراه است. در این بازه زمانی، سن‌سنجی این یافته‌ها به‌صورت نسبی انجام می‌شود. بر اساس موقعیت مکانی آن‌ها و تاریخ‌گذاری مطلق لایه‌های کاوش شده، همچنین با توجه به مطالعات تطبیقی و موقعیت استراتژیک این آثار، به‌نظر می‌رسد که قدمت آن‌ها به اواخر پلیستوسن بازمی‌گردد.

تشکیل کلسایت درون دیواره‌هاون‌ها به‌عنوان یک نشانه از قدمت و تاریخچهٔ استفاده از این ابزارها در باستان‌شناسی اهمیت زیادی دارد. کلسایت، که نوعی کربنات کلسیم است، معمولاً و به‌طور طبیعی در طول زمان و تحت شرایط خاص محیطی تشکیل می‌شود. وجود کلسایت درون دیواره‌هاون‌ها نشان‌دهندهٔ این است که این ابزارها در طول زمان‌های طولانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و به احتمال زیاد به مدت قابل توجهی از آن‌ها استفاده نشده است. تشکیل کلسایت نیازمند شرایط خاصی از جمله وجود آب، دما و pH مناسب است. این شرایط می‌تواند نشان‌دهندهٔ محیط‌های خاصی باشد که در آن‌ها این هاون‌ها استفاده می‌شدند. به عنوان مثال، وجود آب‌های غنی از کلسیم می‌تواند به تشکیل کلسایت کمک کند. به‌طور کلی، وجود کلسایت درون دیواره‌هاون‌ها

https://doi.org/10.61882/jra.2025.11.103

نشان‌دهندهٔ قدمت و اهمیت این ابزارها در زندگی روزمره و فرهنگی جوامع باستانی است و می‌تواند به درک بهتر از تاریخ و فرهنگ آن‌ها کمک کند.



شکل ۱۳. محل قرارگیری سنگ‌ساب‌ها و بقایای میکروفسیلی به‌دست آمده[۲]؛ **a:** بقایای گل اخری، **b:** ذغال، **c:** بافت چوبی، **f, d:** بافت لیفی یا الیاف پایه، **e:** اپیدرم یا پوسته، **g:** فایتولیت بولفورم، **h:** بقایای آوند سیلیکا شده

Figure 13. Location of the recovered microfossils and remains; a: ochre remains, b: charcoal, c: woody tissue, f, d: fibrous tissue or basal fibers, e: epidermis or shell, g: bulbous phytolith, h: silicified vessel remains

۵. نتیجه‌گیری

تحقیقات انجام‌شده در محوطهٔ باوه‌یوان و کشف تعداد قابل توجهی سنگ‌ساب‌های صخره‌ای موجود در این مکان، گواهی بر نقش کلیدی این ابزارها در زندگی روزمره و فرآیندهای تولیدی جوامع انسانی در گذشته است. بقایای میکروفسیلی کشف‌شده در این محوطه، که شامل الیاف گیاهی، فایتولیت‌ها، ذغال، اخری و سیسولیت‌ها است، به‌روشنی تأیید می‌کند که جوامع انسانی در این محوطه، به‌طور مکرر از زیست بوم بهره‌برداری کرده‌اند. شواهد میکروفسیلی، نظیر نوع خاصی از فایتولیت‌ها و باقی ماندهای گیاهی، گواهی بر وجود یک محیط C3 و سازگاری انسان با تغییرات اقلیمی در این مناطق در اواخر پلیستوسن دارد. سنگ‌ساب‌های صخره‌ای، معمولاً در سطح سایت‌های باستان‌شناسی قرار دارند و انجام تاریخ‌گذاری کربن ۱۴ بر روی رسوبات دیواره آن‌ها امکان پذیر نیست. به همین دلیل، پژوهشگران به تاریخ‌گذاری نسبی این آثار از طریق شواهد و یافته‌های دیگر موجود در محوطه، از جمله لایه‌های رسوبی تاریخ گذاری شده، پوشش گیاهی منطقه، موقعیت قرارگیری آن‌ها و ابزارهای فرهنگی، می‌پردازند. بر اساس ویژگی و پارامترهای ذکر شده، سنگ‌ساب‌های صخره‌ای این محوطه و تاریخ‌گذاری لایه‌های کاوش‌شده، همچنین وجود کلسایت قابل توجه بر روی دیوارهٔ سنگ‌ساب‌ها، چنین به‌نظر می‌رسد که قدمت این یافته‌ها به اواخر پلیستوسن برمی‌گردد. در این پژوهش نیز، با توجه به شواهد موجود در محوطهٔ باوه‌یوان و با استفاده از روش‌های ذکر شده، تلاش شده است تا ارتباط سنگ‌ساب‌ها با دورهٔ پارینه‌سنگی و سایر دوره‌های احتمالی مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به روش‌های مذکور و محدودیت‌ها در تاریخ‌گذاری مطلق سنگ‌ساب‌ها، سعی شده است تا حد امکان ارتباط بقایای میکروفسیلی موجود در سنگ‌ساب‌ها با دورهٔ پارینه‌سنگی مورد تأکید قرار گیرد. با این حال، باید به این نکته توجه داشت که احتمال دارد برخی از این سنگ‌ساب‌ها در دوره‌های بعدی نیز مورد استفاده قرار گرفته باشند. مولفه‌هایی چون شیوه استفاده، اندازه کوچک و موقعیت قرارگیری آن‌ها و همچنین بقایای میکروفسیلی به‌دست آمده، نشان‌دهنده این است که این سنگ‌ساب‌ها کاربری معیشتی نداشته و احتمال می‌رود که تعداد زیادی از آن‌ها نقش مهمی در پردازش الیاف گیاهی برای تولید طناب، سبد و یا منسوجات ایفا کرده باشند. همچنین، تعدادی از آن‌ها برای تولید محصولات گیاهی به میزان کم از جمله تولید سم و دارو مورد استفاده قرار گرفته‌اند و چهار سنگ‌ساب قسمت جلویی پناهگاه برای ایجاد روشنایی به‌کار رفته‌اند.

سپاسگزاری: از اعضای بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر و بنیاد ملی علوم ایران برای حمایت از این پژوهش سپاسگزارم. این مقاله تحت حمایت‌های مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) و تحت شماره گرنت ۴۰۱۵۲۸۶ و بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی انجام شده است.

مشارکت نویسندگان: ایده‌پردازی :آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران. روش‌شناسی :آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران. نرم‌افزار: آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران؛ ف، عزیزی. تحلیل رسمی س. حیدری؛ س. حیدری‌گوران ، ا، سپهری. تحقیق و بررسی آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران . ن، حریری. مدیریت و تنظیم داده‌ها آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران . نگارش پیش‌نویس اولیه آ. جنتی‌مهر؛ بازبینی و ویرایش متن : ن. حریری؛ س. حیدری‌گوران نظارت : س. حیدری‌گوران.؛ مدیریت پروژه آ. جنتی‌مهر؛ س. حیدری‌گوران.

تأمین مالی: بخشی از بودجهٔ این پژوهش توسط بنیاد پژوهش‌های پارینه‌سنگی دیارمهر و بخشی دیگر از این پژوهش با حمایت بنیاد ملی علوم ایران ایران (INSF) و تحت شماره گرنت ۴۰۱۵۲۸۶ انجام شده است.

تضاد منافع: در این مقاله هیچ‌گونه تضاد و تعارض منافعی برای نویسندگان وجود ندارد.

دسترسی به داده ها و مواد: برای دسترسی بیش‌تر به داده‌ها می‌توانید به نویسنده ایمیل بزنید.

پی‌نوشت

1. The Natufian as a Low-Level Food Production Society in the Southern Levant

2. 34° 38’ 23.70"N, 46° 55’ 48.36"E, 1330 masl

Referenes

(Late Pleistocene). Palaeoenvironment inferences in the Last Interglacial

Albert, R., Marean, C., 2012, The Exploitation of Plant Resources by Early Homo sapiens: The Phytolith ord from Pinnacle Point 13B Cave, South Africa, Geoarchaeology: An International Journal 27 (2012) 363–384.

Alfred Knopf, New York.

Armstrong, H., Brasier, M, 2005, MICROFOSSILS, SECOND EDITION, Blackwell Publishing, pp 3- 278.

Bergfjord, C., Karg, S., Rast-Eicher, A., Nosch, M.-L., Mannering, U., Allaby, R. G., Murphy, B. M., & Holst, B. (2010). Comment on “30,000-year-old wild flax fibers”. Science, 328(5986), 1634–1634.

Biglari, F, Mashlour, M, Shidrang, S, Rahmati, M, Rahmati, M, Davoudi, H, Mucheshi, A, Taheri, K, Samii, S, Abdi. 2021. Excavation at the Wezmeh Cave and survey of the surrounding area in the Qaziwand Mountains, The Islamabad Plain, Kermansha. A Collection of Archaeological Finds From Excavations in 2019-2020.

Braidwood, R. 1960. Prehistoric Investigations in Iraqi Kurdistan. American Antiquity , Volume 27 , Issue 1 , July 1961 , pp. 118 – 119.

Brasier, M.D. (1980) Microfossils. George Allen and Unwin, London, 193 p.

Coon, C.S., 1957. The seven caves. In: Archaeological Exploration in the Middle East.

Dart, A., & Reed, C. (2020). Bedrock And Boulder Mortars, Basins, Slicks, And Cupules In The Southern Southwest. Index of Texas Archaeology: Open Access Gray Literature from the Lone Star State, 2020 (1),15.

Deng, Z., Chun Hung, H., Li, Z., T. Carson, M., Huang, Q., Huang, Y., Lu, H., (2019). Food and ritual resources in hunter-gatherer societies: Canarium nuts in southern China and beyondAntiquity Publications Ltd, 2019, antiquity 93 372 (2019): 1460–1478.

Eitam, D. (2008). Plant food in the Late Natufian: The oblong conical mortar as a case study. Journal of the Israel Prehistoric Society, 38, 133–151.

Eitam, D. (2010), Late Epipalaeolithic Rock-Cut Installatin and Ground Stone Tools in the Southern Levant, Paléorient, vol. 35.۱, p. 77-104.

Garcı´a-Granero, J. Lancelott, C. Madella. 2016, A methodological approach to studying micro botanical remains from grinding stones: a case study in northern Gujarat (India), Springer

Haji Mazdarani, Farbod, Hasari, Morteza, Akbari, Mohammad Taqi (2015). Domestication of Capra hircus in the Central Zagros of Iran: A paleo-genetic study of mitochondrial genomes from Neolithic sites—without pottery—Chia Sabz-e Sharqi, Lorestan Province. Archaeological Studies, Volume 7, Number 1, Spring and Summer 2015. (In Persian).

Hariri, Nemat (2021). Reconstructing climate and environment during MIS 4 to MIS 2 in western Central Zagros based on the geoarchaeology of the Bawa Yawan rocky shelter. PhD dissertation, Department of Prehistoric Archaeology, Mohaghegh Ardabili University. [in Persian].

Hariri, Nemat; Rijalou, Reza; Javanmardzadeh, Ardeshir; Heydari Guran, Saman (2021). Synchronizing the Epipaleolithic period in western Central Zagros and northern Zagros with post-LGM (Last Glacial Maximum) climate events. Archaeological Research, 7(1): 205-229. [in Persian].

Hashemi Yizdi, Firoozeh (2020). Paleobotany and contemporary botanical sciences. Iran Nature, Volume 5, Issue 2, Pages 21-26. [in Persian].

Haugan, E., Holst, B., 2013, Determining the fibrillar orientation of bast fibres with polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained, Journal of Microscopy published by JohnWiley & Sons Ltd on behalf of Royal Microscopical Society, 252, 159–168.

Heydari Guran, Saman (2016). Report of the first season excavation at the Bawa Yawan rockshelter, Kermanshah County, Kermanshah Province. Unpublished, Archaeology Research Institute. [in Persian].

Heydari Guran, Saman; Ahmadi, Azadi (2021). An exploratory excavation report aimed at defining the site boundary and proposing the protected area for the Bawe Yovan cave and rocky shelter complex in Central Kermanshah County. Cultural Heritage, Tourism, and Organization. (Unpublished), [in Persian].

rockshelter of Bawa Yawan, Kermanshah. Master's thesis, Archaeology Department, University of Mazandaran. Unpublished, [in Persian].

Khazaeli, Roya; Mashkour, Marjan; Fathi, Homa; Giraound, Morteza (2019). Paleozoological studies of the Cave of the Hashemite Shrine in Central Zagros. Archaeological Studies, Volume 11, Issue 1, Spring and Summer 2019. [in Persian].

Kvavadze, E., Bar-Yosef, O., Belfer-Cohen, A., Boaretto, E., Jakeli, N., Matskevich, Z., & Meshveliani, T. (2009). 30,000-year-old wild flax fibers. Science, 325(5946), 1359–1359.

Lipps, H, 1993, Fossil Prokaryotes and Protists. Blackwell Sc. Publ., Inc., Cambridge, 1993. Ameghiniana, 30(4), 394. Retrieved from https://www.ameghiniana.org.ar/index.php/abmeghiniana/article/view/2174 , Volume 2: Learning from the Fossil Record .

Liu, L., Field, L., Fullagar, R., Zhao, C., Chen, X., Yu, J., (2010). A functional analysis of grinding stones from an early holocene site at Donghulin, North China. Journal of Archaeological Science 37 (2010) 2630e2639.

Liu, L., Wang, J., Levin, M., Sinnott-Armstrong, N., Zhao, Y., Shao, J., Di, N., Zhang, T., (2019). The origins of specialized pottery and diverse alcohol fermentation techniques in Early Neolithic China. PNAS, Vol 116, No 26. 1-15.

Liu, L., Wang, J., Rosenberg, D., Zhao, H., Lengyel, G., & Nadel, D. (2018). Fermented beverage and food storage in 13,000 y-old stone mortars at Raqefet Cave, Israel: Investigating Natufian ritual feasting. Journal of Archaeological Science: Reports, 21, 783–793.

Liu, L., Wang, J., Rosenberg, D., Zhao, H., Lengyel, G., & Nadel, D. (2018). Fermented beverage and food storage in 13,000 y-old stone mortars at Raqefet Cave, Israel: Investigating Natufian ritual feasting. Journal of Archaeological Science: Reports, 21, 783–793.

Liu, L., Wang, J., Rosenberg, D., Zhao, H., Lengyel, G., & Nadel, D. (2018). Fermented beverage and food storage in 13,000 y-old stone mortars at Raqefet Cave, Israel: Investigating Natufian ritual feasting. Journal of Archaeological Science: Reports, ۲۱, 783–793.

Mohsen Panah, Behnam (1975). Evolution and Genetics. Ammeh, Tehran, pp. 1-122. [in Persian].

Nadel, D., & Lengyel, G. (2009). Human-made bedrock holes (mortars and cupmarks) as a Late Natufian social phenomenon. Archaeology,

Heydari Guran, Saman; Ghadidian, Elham (2016). Report on the first excavation season at the Bawa Yawan rockshelter. Reports of the Fifteenth Annual Conference of Iranian Archaeology, edited by Hamideh Chubak. Cultural Heritage, Handicrafts, and Tourism Organization. [in Persian].

Heydari Guran, Saman; Hariri, Nemat (2019). Environmental and climatic reconstruction associated with human settlements during the late Quaternary in western Central Zagros, Kermanshah Region. In: Anthology: Collected Articles in Honor of Mahdi Rahbar, edited by Yusuf Moradi. Publisher: Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization. Pages 13-28. [in Persian].

Heydari-Guran, S., & Ghasidian, E. (2020). Late Pleistocene hominin settlement patterns and population dynamics in the Zagros Mountains: Kermanshah region. Archaeological Research in Asia, 21, 100161.

Heydari-Guran, S., Benazzi, S., Talamo, S., Ghasidian, E., Hariri, N., Oxilia, G., Asiabani, S., Azizi, F., Naderi, R., Safaierad, R., Hublin, J.-J., Foley, R. A., & Lahr, M. M. (2021). The discovery of an in situ Neanderthal remain in the Bawa Yawan Rockshelter, West-Central Zagros Mountains, Kermanshah. PLOS ONE, 16(8), Article 8.

Heydari-Guran, S., Douka, K., Higham, T., Münzel, S. C., Deckers, K., Hourshid, S., Naderi, R., Asiabani, S., & Ghasidian, E. (2021). Early Upper Palaeolithic occupation at Gelimgoush cave, Kermanshah; West-Central Zagros mountains of Iran. Journal of Archaeological Science: Reports, 38, 103050.

Heydari-Guran, S., Hariri, N., Kehl, M., Asiabani, S., Azizi, F., & Ghasidian, E. (2023). Evidence of Neanderthal Resilience from Forty-five to Thirty-nine Thousand Years Ago at the Bawa Yawan Rockshelter, Kermanshah, Zagros Highlands. In R. Bernbeck, susan pollock, & G. Eberhardt (Eds.), Coming to Terms with the Future: Concepts of Resilience for the Study of Early Iranian Societies. Sidestone Press.

Janati-Mahr, 2025. Introduction, classification, and analysis of Bedrock ground stones in the Cave and Rock Shelter Complex of Bawa Yawan, Kermanshah. Iranian Archaeological Essays Before Islam. (In press). [in Persian].

Janati-Mahr, Azar. 2022 ,Introduction, typology, and classification of Bedrock ground stones of the Naudron area, with a focus on the

Itambu, M., Larter, S., Lee, P., & Lozano, M. (2019). Structural characterization and decontamination of dental calculus for ancient starch research. Archaeological and Anthropological Sciences, 11, 4847–4872.

Stevens, N. E., Whitaker, A. R., & Rosenthal, J. S. (2019). Bedrock mortars as indicators of territorial behavior in the Sierra Nevada. Quaternary International, 518, 57–68.

Styrczewska, M., Kostyn, A., Kulma, A., Majkowska-Skrobek, G., Augustyniak, D., Prescha, A., Czuj, T., & Szopa, J. (2015). Flax fiber hydrophobic extract inhibits human skin cells inflammation and causes remodeling of extracellular matrix and wound closure activation. BioMed Research International, 2015.

Terradas, X., Ibanez, J. J., Braemer, F., Hardy, K., Iriarte, E., Madella, M., Ortega, D., Radini, A., & Teira, L. C. (2013). Natufian bedrock mortars at Qarassa 3: Preliminary results from an interdisciplinary methodology. Stone Tools in Transition: From Hunter-Gatherers to Farming Societies in the Near East, 441–456.

Vahdati Nasab, Hamed; Aryamanesh, Shahin (2015). Paleolithic archaeology of Iran (from the beginning to the dawn of sedentism). Cultural Heritage, Handicrafts, and Tourism Organization. [in Persian].

Zanolli, C., Biglari, F., Mashkour, M., Abdi, K., Monchot, H., Debue, K., Mazurier, A., Bayle, P., Le Luyer, M., Rougier, H., Trinkaus, E., Macchiarelli, R., 2019, A Neanderthal from the Central Western Zagros, Iran. Structuralreassessment of the Wezmeh 1 maxillary premolar. Journal of Human Evolution 135 (2019) 102643.

Ethnology and Anthropology of Eurasia, 37(۲), 37–48.

Nadel, D., & Rosenberg, D. (2010). New in sights into Late Natufian bed rock fea tures (mor tars and cupmarks). Eur Asian Pre His Tory, 7(1), 65–87.

Nadel, D., & Rosenberg, D. (2011). Late Natufian Nahal Oren and its satellite sites. Before Farming.

Nadel, D., & Rosenberg, D. (2016). A grid-like incised pattern inside a Natufian bedrock mortar, Raqefet Cave, Israel. Journal of Lithic Studies, 3(3), 337–357.

Pattere, N., Frezzia, S. 2022, First record of phytolith assemblages from the Salto Ander Egg Formation, Journal of South American Earth Sciences 119.

Power, R. C., Rosen, A. M., & Nadel, D. (2014). The economic and ritual utilization of plants at the Raqefet Cave Natufian site: The evidence from phytoliths. Journal of Anthropological Archaeology, 33, 49–65.

Power, R. C., Rosen, A. M., & Nadel, D. (2016). 10. Phytolith evidence of the use of plants as food by Late Natufians at Raqefet Caves. Wild Harvest: Plants in the Hominin and Pre-Agrarian Human Worlds, 191.

Shidrang, S., Biglari, F., Bordes, J.-G., Jaubert, J., 2016. Continuity and change in the Late Pleistocene lithic industries of the central Zagros: a typo-technological analysis of lithic assemblages from Ghare-e Khar Cave, Bisotun, Iran. Archaeol. Ethnol. Anthropol. Eurasia 44, 27–38.

Soto, M., Inwood, J., Clarke, S., Crowther, A., Covelli, D., Favreau, J.,

Janati-Mehr, A., Abbasnejad Seresti, R., Hariri, N., Azizi, F., Sepehri, A., Heydari, S., & Heydari-Guran, S. (2025). A New Study on Microfossil Remains Found in the Bawa Yawan Rockshelter-Kermanshah, *Journal of research on Archaeometry, 11*(2), 112xx. DOI: 10.61882/jra.2025.11.103