



Original Paper

The First Obsidian Source in North-Western Iran for Provenance of Local Prehistoric Lithic Artifacts



Akbar Abedi^{1*}, Bahram Vosough², Mehdi Razani¹, Masoud Bagherzadeh Kasiri¹,
Daniel Steiniger³, Ghader Ebrahimi⁴

¹ Archaeometry Department, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

² Geology Department, Payam-e Noor University, Tabriz, IRAN

³ Deutsches Archäologisches Institut, Eurasien Abteilung, Archaeology Department, GERMANY

⁴ Mohagegh Ardabili University, Ardabil, IRAN

Received: 26/10/2017

Accepted: 19/06/2019

Abstract

Obsidian is a dark glass formed by very rapid solidification of volcanic lava, but in the archaeological view, this volcanic glass is an important source for prehistoric tool-making and artifacts such as arrowhead, point, flake, blade, hand axes, micro-blades and etc. Therefore, obsidian artifacts are frequently used material in prehistory and found widely in archaeological sites around the world. The provenance study of obsidian has been an issue of intense research and debate between archaeometrist and geologists. Hence, different provenance studies carried out in Anatolia and Caucasus since 1960s up to 2015, but the obsidian research in Iran is in very early stage and consider as terra incognita. According to the occurrence of lithic obsidian artifacts in most of the prehistoric archaeological sites in north-west of Iran have been recovered during last decades, various questions have been rise on the subject of the provenance of these materials. New studies on prehistoric obsidian artifacts have been done by other scholar specially Iranians during the recent years, where the main part of these studies focus on the characterization and classification of the obsidian artifacts by chemical analysis, in order to find an evidence of sourcing and provenance. More recent research showed that some obsidian tools might have come from unknown sources located in Iran (perhaps Sahand and Sabalan Mountain). This paper will try to discuss the new obsidian mine in north-west Iran in western Asia. After a brief introduction of obsidian studies in north-west Iran, the paper addresses preliminary report of recent researches that took place concerning 10 local obsidian mine samples from Tajaraq of Miyaneh and Ghizilja of Bostabad, around of Bozghoosh Mountain in the skirt of Sahand volcano. This study was realized by portable X-ray fluorescence (pXRF), as a non-distractive technique for elemental analysis, to differentiate between local obsidian mine. From 10 mine samples, 8 samples from Tajaraq of Miyaneh and 2 samples of Ghizilja of Bostanabad were selected and analyzed. This mine samples could be consider as the first obsidian source specimens in association with prehistoric lithic artifacts of north-west Iran and give the chance for detail and comparative studies of these sources with prehistoric site artifacts for provenance studies, as local or imported materials to this part of Iran. The research has been carried out with a focus on locating the origins and resources of obsidian procurement in the northwest of Iran, in order to rethink and reconstruct the regional and supra-regional trade and exchange networks in future. The project clearly identified the three groups of geochemically different obsidians named Tajaraq A, Tajaraq B, and Ghizilja. Due to the fact that Tajaraq obsidian is of a higher quality than the Ghizilja ones, it seems likely that the

* Corresponding author: akbar.abedi@tabriziau.ac.ir

samples of Tajaraq obsidians have had the ability to be used for tool-making in the past, as the samples of Ghizilja, Bostanabad are too fragile and perlitic in structure. Hence, as the two groups of Tajaraq A and Tajaraq B have the ability to be used for ancient tools in all probability, they can be introduced as candidates for obsidian mining in prehistoric times in the northwest of Iran. In fact, the proposed hypothesis is still at a very early stage and future scientific studies and field research have to be followed. Comparing the new results with prehistoric sites in the cultural areas of Miyaneh and Bostanabad, it becomes obvious that the Tajaraq B obsidian overlaps in some trace elements with published data Anatolian sources. If this overlap could be found also by comparing other elements and their combination, and if it will be confirmed by other methods in future, it could lead to a complete review of all previous obsidian analysis from Iran. In other words, several samples that were up to now thought to be from Anatolia could come in reality from source B of Tajaraq. This is a serious and peculiar hypothesis, which means, at first step, more data have to be collected at the geological outcrops and especially, by analyzing the archaeological finds from well stratified context. The implications of the findings will discuss along with limitations and future research directions.

Keywords: Obsidian, Local Sources, XRF, Tajaraq Obsidian Mine, Ghizilja Mine, Bostanabad



شناسایی اولین منابع ابسیدین در شمال غرب ایران

جهت منشایابی منابع بومی آثار پیش از تاریخی

اکبر عابدی^{۱*}، بهرام وثوق^۲، مهدی رازانی^۱، مسعود باقرزاده کثیری^۱، دانیل اشتاینیگر^۳،

قادر ابراهیمی^۴

۱. گروه باستان‌سنجی و مرمت، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور تبریز، ایران

۳. عضو هیئت علمی موسسه باستان‌شناسی آلمان، ایران

۴. دانشجوی دکتری رشته باستان‌شناسی پیش از تاریخ، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۴

چکیده

دست افزارهای ابسیدینی از فراوان‌ترین مصنوعات هستند که در محوطه‌های باستانی خاورمیانه و خاور نزدیک یافت می‌گردند. منشایابی ابزارهای ابسیدین از موضوعات جذاب و مورد بحث در میان باستان‌شناسان و زمین‌شناسان است. از آنجایی که مطالعات فراوانی بر روی منشایابی معادن ابزارهای سنگی ابسیدینی در مناطق همجوار ایران مانند آناتولی و قفقاز انجام گرفته است، لذا بخش‌های عمده‌ای از ایران به عنوان یک وقفه مطالعاتی در باستان‌شناسی خاورمیانه از بابت مطالعات منشایابی ابزارها و معادن ابسیدین به شمار می‌آید. مطالعات اخیر معادن و منابع ابسیدین ایران و نیز منشایابی ابزارهای سنگی فراوان ابسیدینی، زمینه مساعدی جهت ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی و ترسیم افقی پژوهشی را برای مطالعات ابسیدین منطقه فراهم ساخته است. در این پژوهش با هدف معرفی گروه‌های جدید ابسیدینی در خاورمیانه و بخش ایران ۱۰ نمونه ابسیدین از منابع شناسایی شده اخیر در منطقه تجرق میانه و قزلجه بستان‌آباد و اطراف کوه‌های بزقوش با استفاده از روش آنالیز pXRF به روش قابل حمل ارائه گردیده است. به نحوی که ۸ نمونه از منبع ابسیدین تجرق میانه و ۲ نمونه از منبع قزلجه شهریار بستان‌آباد انتخاب و مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج مطالعات و تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد سه گروه عمده جدید ابسیدین قابل تفکیک و شناسایی است که تحت عنوان گروه ابسیدینی A و B تجرق میانه و گروه منبع قزلجه شهریار بستان‌آباد معرفی می‌گردند. این یافته‌ها نخستین نمونه‌های ابسیدینی شناسایی شده ایران در ارتباط با منابع و منشایابی نمونه‌های تاریخی و باستانی هستند که زمینه‌ای جهت مطالعه و مقایسه این منابع با یافته‌های باستانی و منشاهای مختلف محتمل داخلی و خارجی را فراهم خواهند ساخت.

واژگان کلیدی: ابسیدین، منابع بومی، فلورسانس اشعه ایکس (XRF)، منبع تجرق بزقوش میانه، منبع قزلجه بستان‌آباد

* مسئول مکاتبات: تبریز، خیابان آزادی، میدان حکیم نظامی گنجوی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای کاربردی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱
پست الکترونیکی: akbar.abedi@tabriziau.ac.ir

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

۱. مقدمه

اَبسیدین یا شیشه آتشفشانی از سنگ‌های به نسبت کمیاب طبیعت است غالباً به رنگ سیاه یا تیره رنگ است با ترکیب ریولیتی و شکستگی صدفی شناخته می‌شود و حاصل انجماد خیلی سریع (Quenching) ماگماهای غنی از سیلیس و با گرانبوی بالا در سطح (یا در موارد محدود نزدیک سطح) زمین است [1]. اَبسیدین از مهم‌ترین مواد خام جهت ابزارسازی است که انسان‌های نخستین از آن در ساخت ابزارهایی مانند کارد، تیغه و اره استفاده می‌کرده‌اند. از لحاظ مقیاس سختی اَبسیدین در مقیاس سختی ۶ تقسیم‌بندی موس قرار می‌گیرد. به‌راحتی از این سنگ تکه‌هایی به‌صورت شکستگی صدفی و ورقه‌ورقه جدا شده و لبه‌های بسیار تیزی را برای کاربردهای مختلف ایجاد می‌نماید. به دلیل این ویژگی بسیار مهم فیزیکی، اَبسیدین به‌عنوان یکی از مواد خام بسیار ارزشمند و مورد علاقه جهت ساخت ابزارهای مختلف قبل از اختراع فلز در طول دوران باستان مورد استفاده قرار گرفته است [2]. در یافته‌های باستان‌شناختی عمدتاً اَبسیدین از طیف رنگی سبز، سبز-خاکستری تا سیاه (حتی در برخی موارد قهوه‌ای، قرمز و صورتی) را در بر می‌گیرد [3]. گرچه در ساختار اَبسیدین برخی کانی‌ها و یا ادخال‌ها، و همچنین محصولات ناشی از تبلور مجدد می‌توانند نمایان گردند اما هنگام مطالعه نمونه‌های اَبسیدین زیر میکروسکوپ پلاریزان تقریباً به هیچ وجه این موارد برای شناسایی نمونه‌های اَبسیدین یا شناسایی معادن آنها قابل اعتنا و کاربردی نیست. از این رو آنالیزهای شیمیایی یک فرآیند استاندارد جهت شناسایی منشأ اَبسیدین مورد استفاده قرار گرفته است [1].

بطور کلی اَبسیدین‌ها بر اساس ساختار شیمیایی و کانی‌نگاری ساختار زمین‌شناختی که درون آنها رخ می‌دهد به سه گروه عمده تقسیم می‌گردند. این سه گروه عبارتند از عناصر آلکالین، کالک - آلکالین و پرآلکالین. اما در میان این عناصر، عناصر کمیابی وجود دارند که این امکان را فراهم می‌سازند تا بتوان معادن مختلف را از روی عناصر کمیاب شناسایی نمود. از آنجایی که رگه

های مختلف در محل‌ها و محوطه‌های آتشفشانی مشابه می‌توانند دارای ساختارهای شیمیایی متفاوتی باشند، دقت در نمونه‌برداری از هر یک از معادن و متعاقب آن دقت در آنالیزهای کمی نقش تعیین‌کننده‌ای در صحت داده‌ها و شاخص‌ها برای نسبت دادن به یک منبع خاص دارند در همین راستا بوسیله روش‌های شیمیایی تجزیه عنصری می‌توان تمامی نمونه‌های اَبسیدینی یافته شده از محوطه‌ها را به‌وسیله ترکیبات شیمیایی خاص آن‌ها از لحاظ زمین‌شناختی منشأیابی کرد [4].

در همین راستا با توجه به تعداد زیاد نمونه‌های ابزارهای اَبسیدینی که در طی یک قرن اخیر در محوطه‌های شاخص شمال غرب ایران و خاورمیانه به دست آمده است سوالات بسیاری در رابطه با منشأ مطرح گردیده است، از مهم‌ترین سوالاتی که در رابطه با منابع و منشأ ابزارهای اَبسیدینی بخصوص در ایران وجود دارد آن است که منابع اصلی ابزارهای اَبسیدینی باستانی محوطه‌های پیش از تاریخ شمال غرب ایران کجاست؟ و به صورت دقیق‌تر این حجم عظیم ابزار اَبسیدینی که در اکثر محوطه‌های باستانی شمال غرب ایران به دست آمده‌اند وارداتی هستند و یا منابع بومی داشته‌اند؟ پاسخ بدین پرسش‌ها می‌تواند در تحلیل مکانیزم‌های تجاری بومی و منطقه‌ای در کنار تعاملات و مبادلات فرامنطقه‌ای به پیش از تاریخی مبادلات گسترده اَبسیدین با مناطق همجوار مانند آناتولی و قفقاز به عنوان منشأ اغلب اَبسیدین‌های شناخته شده خاورمیانه در دوران پیش از تاریخ وجود بسیار تاثیر گزار باشد. در راستای پاسخ به این سوالات تحقیق بررسی نسبتاً جامعی برای یافتن منابع اَبسیدین بومی توسط نگارندگان در شهریور ماه ۱۳۹۵ به انجام رسید که نتایج اولین فصل بررسی منجر به شناسایی یک منبع شاخص اَبسیدین حوالی روستای تجرق شهرستان میانه در کوه‌های بزقوش بود که طبیعتاً با توجه به اینکه اولین منبع شناسایی شده اَبسیدین در ایران بشمار می‌آید می‌تواند نقش مهمی در تحلیل یافته‌های باستانی اَبسیدین در این منطقه از ایران داشته باشد.

۲. پیشینه مطالعات منشأیابی اَبسیدین‌های

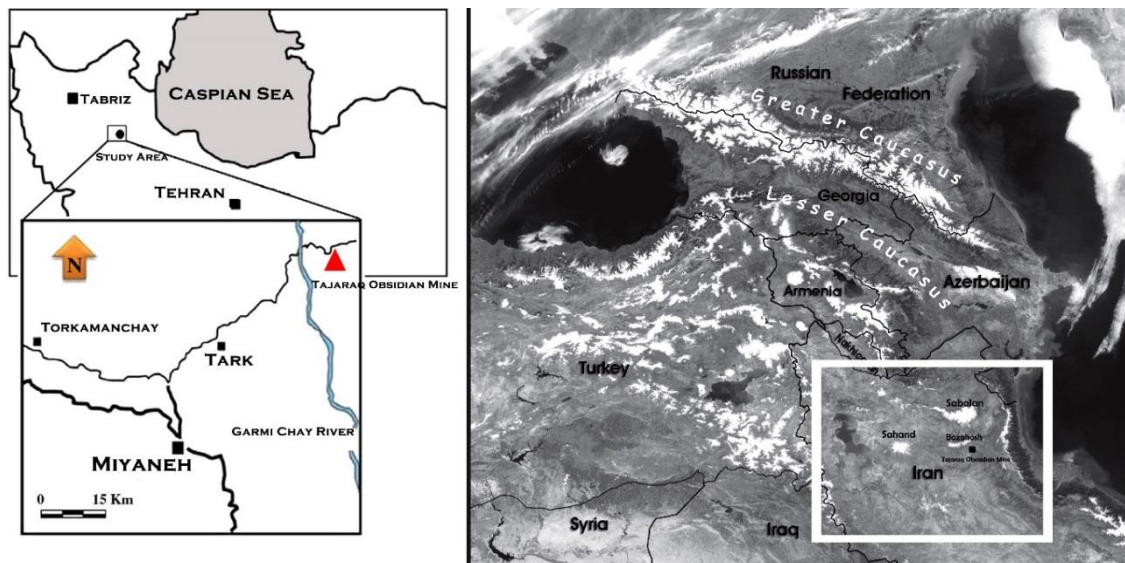
شمال غرب ایران

رنفرو و همکاران آغازگر مطالعات اسیسیدین در خاورمیانه و نزدیک و ایران بوده‌اند. با شروع مطالعات اسیسیدین توسط رنفرو و همکاران در رابطه با تجارت و نوع مهاجرت‌ها در دوره نوسنگی در کل خاور نزدیک، نمونه‌هایی نیز از محوطه‌های شاخص ایران مانند: تپه سراب و گوران کرمانشاه، تپه علی‌کش دهلران و غیره مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت و زمینه را برای مطالعات آتی در رابطه با اسیسیدین فراهم ساخت. از دهه ۱۹۶۰ میلادی تا دهه ۱۹۷۰ همانند سایر مناطق خاور نزدیک این مطالعات ادامه یافت و از دهه ۱۹۸۰ تا اوایل قرن ۲۱ این مطالعات با یک وقفه طولانی روبرو گردید و مجدداً از حدود ۲۰۰۰ میلادی و پس از شروع کاوش‌ها توسط باستان‌شناسان ایرانی و بدست آمدن ابزارهای اسیسیدینی فراوان مجدداً یک همکاری گسترده آکادمیک قابل توجهی بین پژوهشگران ایرانی و محققان خارج از ایران برقرار گردید و این مساله موجب گردید تا پژوهش‌های علمی دوجانبه‌ای در این مقطع به انجام رسد. در شمال غرب ایران با توجه به نزدیکی به معادن اسیسیدین شرق آناتولی و منطقه قفقاز درصد ابزارهای اسیسیدینی به دست آمده نسبت به سایر مناطق ایران بسیار بیشتر است. از این رو تا کنون مطالعات ارزشمندی توسط افراد مختلف در این منطقه به انجام رسیده‌است. اغلب مطالعاتی که از دهه ۱۹۶۰ توسط رنفرو و همکاران به انجام رسید معادن ابزارهای سنگی اسیسیدین ایران را اغلب معادن آناتولی (حوضه دریاچه وان) و ارمنستان (حوضه دریاچه سوان) معرفی نموده‌اند و با توجه به اینکه در طی بازه زمانی هزاره ششم تا سوم ق.م. (دوره نوسنگی تا مفرغ) ارتباطات فرهنگی و تجاری زیادی با این مناطق برقرار بوده است از طریق تبادلات اسیسیدین سعی در ترسیم چگونگی این ارتباطات داشته‌اند [10-5]. اما اولین اشاره به وجود معادن داخلی توسط برنی و وویت پیشنهاد می‌گردد که با توجه به کاوش‌های انجام گرفته در لایه‌های نوسنگی یانیق تپه این معدن را در شرق دریاچه ارومیه جایابی می‌کنند [10,11]. ویت همچنین با توجه به فراوانی ابزارهای اسیسیدین یانیق تپه دسترسی ساکنان یانیق به معدن اسیسیدین را نزدیک‌تر و

آسان‌تر از حاجی فیروز می‌داند و اینگونه نتیجه‌گیری می‌کند که احتمالاً این معدن در شرق دریاچه ارومیه قرار داشته است و دو کاندیدا برای این معادن احتمالی را کوه‌های آتشفشانی سه‌هند و سبلان معرفی می‌نماید [10]. از آنجایی که کوه سه‌هند بسیار نزدیک به محوطه یانیق تپه است، مدت‌ها قبل نیز برنی از آن به عنوان معدن احتمالی منابع و منشأ اسیسیدین‌های یانیق تپه یاد می‌کند [11].

منشأیابی ابزارهای باستانی از گرایش‌های اساسی رشته‌ی باستان‌سنجی است، چراکه زمینه را جهت بررسی تجارت‌های پیش از تاریخ، چگونگی تهیه مواد خام اولیه برای جوامع باستان و غیره را فراهم می‌سازد. در همین راستا سنگ اسیسیدین با توجه به ماهیت و ساختار شیمیایی، قابل منشأیابی بوده و در صورت مطالعه منشأیابی اسیسیدین‌های نواحی شمال غرب کشور می‌توان تجارت‌های دوربرد و چگونگی مبادلات اقوام پیش از تاریخ در بخش‌های مختلف غرب آسیا خاور نزدیک را بازسازی نمود و ارتباطات و فعالیت‌های تجاری این مناطق را از طریق روش‌های آزمایشگاهی بازسازی نمایند [12]. بر اساس نتایج مطالعات پیشین [5, 12-19] تنها منابع شناسایی شده اسیسیدین خاورمیانه و خاور نزدیک در مناطق آناتولی و قفقاز قرار گرفته‌اند و اغلب تحلیل‌های آزمایشگاهی انجام گرفته منشأ تمامی اسیسیدین‌های محوطه‌های باستانی را همین دو منطقه اعلام می‌کنند ولی در بین مجموعه‌های مختلف مخصوصاً نمونه‌های بدست آمده از ایران نمونه‌هایی وجود دارند که منشأ اصلی آن‌ها شناسایی و مشخص نشده است.

در سال‌های اخیر متخصصانی از ایران سعی در معرفی نمونه‌هایی متناسب به منابع داخلی نموده‌اند [20-22] که در اغلب موارد باتوجه به اینکه هیچ نمونه‌ای از معادن محلی با تصویر و جزئیات منتشر نشده است به صورت قطع و یقین نمی‌توان با استناد به این نوشتارها وجود منابع داخلی را تایید یا رد نمود. تنها نمونه معادن داخلی که به صورت علمی منتشر گردید پژوهشی بود که توسط نیکنمای و همکاران در اطراف میانه و در کوه‌های



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و منبع ابسیدین تجرق میانه در استان آذربایجان شرقی

Fig. 1: Geographical location of the study area and the Tajarraq deposit of obsidian in Miyaneh, and Ghizilja, East Azarbaijan province, NW IRAN

خاکی با کیفیت پایین و به طول حدود ۲۵۰۰m می‌توان به رخنمون‌های ابسیدین در منطقه دست یافت. فاصله جاده‌ای این محدوده از مرکز شهرستان میانه حدود ۶۷/۵Km است که ۶۵Km آن آسفالته و ۲/۵Km بعدی آن خاکی است (شکل‌های ۱ و ۲).

از نظر مورفولوژی ناحیه‌ای، این پهنه در یکی از خشن‌ترین نواحی ریختاری آذربایجان واقع شده است. کوه‌های مرتفع، دره‌های عمیق و پر پیچ و خم، زمین لغزش‌های عظیم، رودخانه‌های نسبتاً پر آبی چون گرمی‌چای و شاخه‌های فرعی آن سیمایی بسیار ناهمگون و بهم ریخته به آن داده‌اند. با این حال محدوده مورد بازدید از ریختاری نه چندان خشن و عمدتاً تپه ماهوری برخوردار است. محدوده مورد بازدید ارتفاعی بالغ بر ۲۱۵۰m از سطح دریا دارد. از نظر اقلیمی این منطقه دارای اقلیم کوهستانی و دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های بسیار سرد با ارتفاعات همیشه برف گیر از مشخصات بارز این منطقه است. سطح رسوبت در منطقه بالا بوده و این از نظر جغرافیای انسانی به معنی آب فراوان برای کشاورزی و باغداری است که باعث ایجاد باغات و اراضی کشاورزی وسیع در منطقه و خصوصاً در روستای تجرق گشته است.

بزقوش به انجام رسید [23-24]. اما با شناسایی منابع جدید ابسیدین در منطقه تجرق کوه‌های بزقوش میانه و قزلجه بستان آباد در استان آذربایجان شرقی توسط نگارندگان زمینه برای پژوهشی جدید در حوزه منابع داخلی ابسیدین فراهم شد که نتایج این یافته‌ها در ادامه به تفصیل آمده است.

۳. مواد و روش‌ها

۳-۱. موقعیت جغرافیایی منبع ابسیدین تجرق بزقوش میانه

محدوده مورد بازدید در ۱/۵Km جنوب روستای تجرق از توابع بخش کندوان (۲۰Km هوایی شمال شرقی بخش) شهرستان میانه (۴۱Km هوایی شمال شرق شهرستان) استان آذربایجان شرقی به مرکزیت تبریز (جنوب شرق استان و مرکز استان) و در شمال غرب ایران واقع گشته است (اشکال ۱ و ۲). برای دسترسی به محدوده می‌توان از طریق جاده آسفالته شهر میانه به شهر ترک (مرکز بخش کندوان) به طول حدود ۳۰Km استفاده نمود. پس از رسیدن به شهر ترک نیز با طی حدود ۳۵Km جاده آسفالته کوهستانی روستای تجرق قابل دسترس است. از روستای تجرق با استفاده از جاده

نزدیک‌ترین تجمع انسانی به این محدوده نیز روستای کوچک تجرق است که در شمال محدوده واقع گشته و ساکنان روستا عمدتاً به باغداری، کشاورزی و دامداری مشغول هستند.

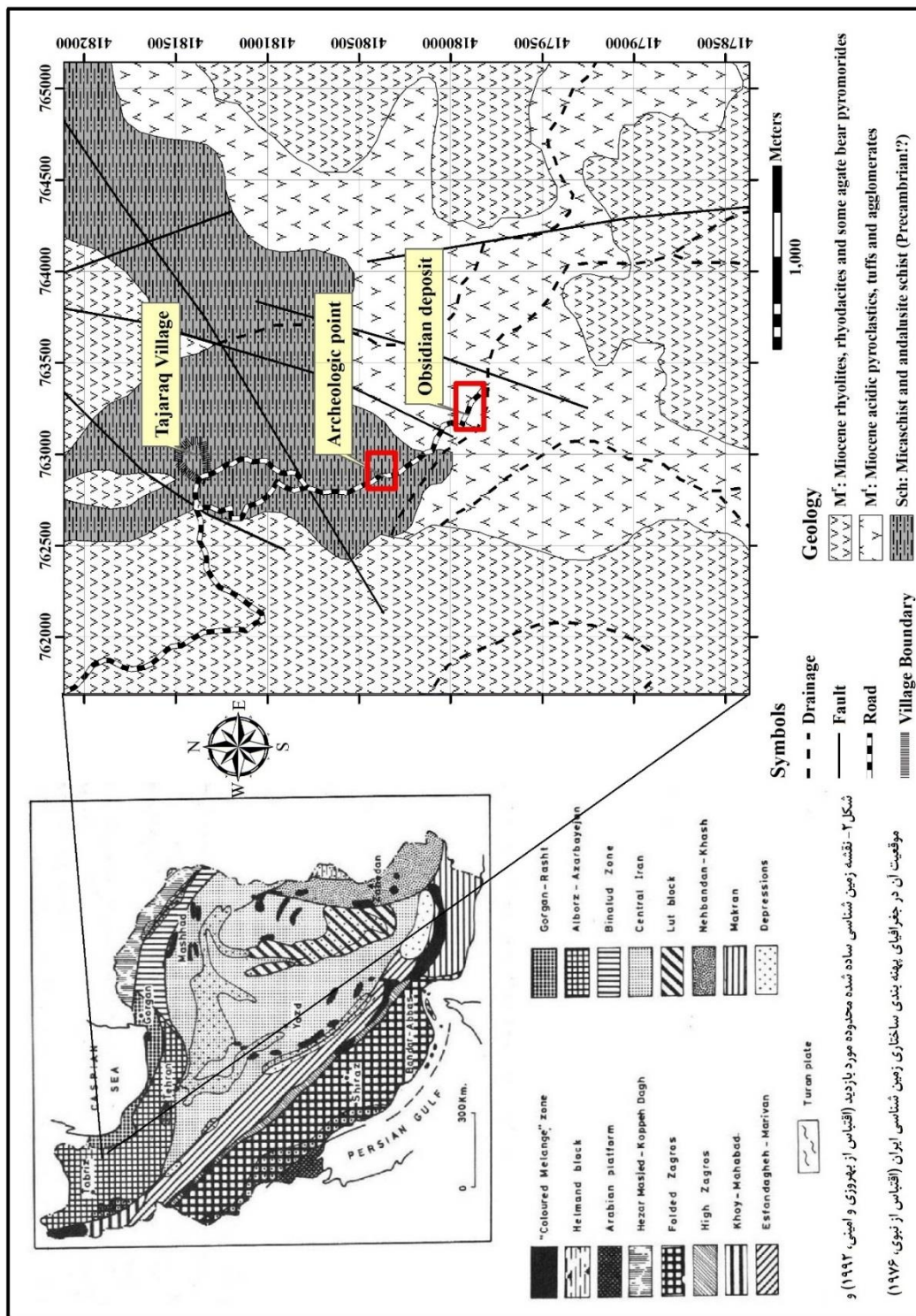
۳-۲. زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

گستره آذربایجان بزرگ در بخش شمال‌غربی ایران شامل استان‌های زنجان، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی است. آذربایجان بزرگ به دلیل تنوع رخدادهای یاد شده و پیچیدگی‌های زمین‌شناسی حاکم بر آن از جایگاه ویژه‌ای در زمین‌شناسی ایران برخوردار بوده و به واسطه همین پیچیدگی و عدم مطالعات دقیق زمین‌شناسی در آن، اغلب نظریات متفاوت و ضد و نقیضی در خصوص آن ارائه شده است. این گستره در رده بندی واحدهای ساختمانی-رسوبی نوی (۱۳۵۵) در پهنه‌های البرز-آذربایجان، گرگان-رشت، زون آمیزه رنگین و زون خوی و مهاباد قرار می‌گیرد (تصویر ۲). بررسی نقشه ضخامت پوسته ایران زمین که براساس داده‌های ثقلی بدست آمده است نشان می‌دهد که ضخامت پوسته در بخش شرقی آذربایجان (سواحل غربی دریای خزر به سمت کوه‌های تالش و استان اردبیل) سریعاً افزایش یافته و در حوالی ارتفاعات بزقوش به ۴۵Km می‌رسد. حداکثر ضخامت پوسته در آذربایجان در بخش مرکزی آن و در حوالی کوه‌های مورو و میشو دیده می‌شود که به ۴۸Km بالغ می‌گردد. قدیمی‌ترین نهشته‌ها در گستره آذربایجان و در منطقه میانه بر اساس شواهد چینه‌شناسی موجود منتسب به پرکامبرین می‌باشد که در نقاط مختلف آن و اغلب در امتداد گسله‌ها و مناطق بالا آمده رخنمون یافته‌اند. البته این انتساب نه بر مبنای سن سنجی‌های دقیق رادیوایزوتوپی که چنانچه گفته شد بر اساس یافته‌های چینه‌شناسی بوده است. بر این اساس نیز صرفاً بایستی از آنها به عنوان واحدهای با سن نامشخص منتسب به پرکامبرین یاد کرد. در شرق بزقوش و در مسیر رودخانه گرمی چای و در مجاورت روستای نی باغی و ساری قمیش رخنمون نسبتاً وسیعی از سنگ‌های دگرگونه با لیتولوژی میکاشیست‌های آندالوزیت، کردیریت دار، آمفیبولیت و مرمه‌های

فورستری و ولاستونیت‌دار و مقادیری متادیا باز گزارش شده است. بر روی این واحدها سازندهای زمین‌شناسی مختلف از پالئوزوئیک پیشین تا عهد حاضر را می‌توان در منطقه میانه و جنوب و شرق بزقوش مشاهده نمود. با این حال بی‌شک مهمترین رخداد زمین‌شناسی در این منطقه همانا ماگماتیسم و یا به طور دقیق‌تر ولکانیسم همگام با فازهای کوه‌زایی آلپی از ائوسن تا کواترنری است این پدیده‌ها به نوبه خود باعث شکل‌گیری مهمترین وقایع زمین‌شناسی در منطقه یعنی رشته کوه بزقوش در ائوسن و رشته کوه چهل نور در میوسن گشته است.

بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب، از قدیم به جدید (شکل ۲)، واحدهای عمده رخنمون یافته در محدوده مورد بازدید شامل: واحدهای (واحد Sch در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب) دگرگونه قدیمی منتسب به پرکامبرین متشکل از میکا شیست، آندالوزیت شیست و مرمر هستند. بر روی واحد شیستی یاد شده واحد آذرآواری (واحد M^r در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب) میوسن قرار دارد. این واحد شامل پیروکلاستیک‌های عمدتاً با ترکیب اسیدی، توف، لاپیلی و آگلومرا بوده که با رنگ روشن (شکل ۲) و سیمای نرم فرسایش آن به راحتی در منطقه قابل تشخیص هستند. این واحد سنگ میزبان ذخیره افسیدین تجرق است که با روند عمومی شمال‌غرب-جنوب‌شرق و جهت شیب به سمت جنوب‌غرب بر روی واحدهای قدیمی‌تر نهشته شده است. نهایتاً می‌توان از واحد گدازه‌ای ریولیت-ریوداسیت-پیرومردی (واحد M^r در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب) در منطقه یاد نمود (شکل ۲). این واحد با رنگ جلای بیابانی به صورت سنگ‌های شیشه‌زدایی شده واجد آگات در کمر بالای ذخیره افسیدین تجرق قرار گرفته است (شکل ۳).

ذخیره افسیدین تجرق در یک واحد آذرآواری به صورت عدسی‌های پراکنده در یک افق با ضخامت متغیر قرار گرفته است (شکل ۴). ضخامت واقعی بخش واجد افسیدین در این منطقه بین ۱m تا ۱۰m و مرز سنگ میزبان با عدسی‌های سیاه رنگ افسیدین در این ناحیه به طور کامل مشخص است (شکل ۵) و به نظر



شکل ۲. نقشه زمین شناسی ساده شده محدوده مورد بازدید [25] و موقعیت آن در جغرافیای پهنه بندی ساختاری زمین شناسی ایران
 Fig. 2: Simplified geological map of Tajaraq district and its location on the Iranian tectonic zoning map [25]



شکل ۳: واحد توفی کمر پایین ذخیره ابسیدین تجرق (راست)، واحد پیرومیریدی شیشه زدا شده واجد آگات در کمر بالای ذخیره ابسیدین تجرق (چپ)

Fig. 3. Tuffic footwall of the Tajaraq obsidian layer (right) – Devitrified pyromeridic hangingwall of the Tajaraq obsidian beds

۳. معرفی نمونه‌های مورد مطالعه

نمونه برداری انجام شده در این پژوهش به صورت نقطه‌ای و پراکنده از رخنمون‌های ابسیدین صورت پذیرفت. در مجموع ۱۸ نمونه از چندین مجموعه نمونه‌های منابع انتخاب و از بین آنها نمونه‌ها ۱۰ نمونه مورد آنالیز قرار گرفتند. از این ۱۰ نمونه، تعداد ۸ نمونه متعلق به منبع ابسیدین تجرق میانه است و ۲ نمونه نیز از منبع ابسیدین قزلجه (معدن پرلیت شهریار) میانه انتخاب شده‌اند (جدول ۱).

می‌رسد ذخیره یاد شده پس از تشکیل به کرات توسط تنش‌های تکتونیکی موجود در منطقه خرد و بازکاری شده است (شکل ۶). ابسیدین‌های موجود در این منطقه رنگ سبز تیره تا سیاه داشته، دارای جلای شیشه‌ای و شکستگی صدفی سطح اثر هستند. خرد شدگی‌های تکتونیکی در منطقه به نوبه خود باعث پایین آمدن کیفیت شیشه‌های آتشفشانی یاد شده گشته و احتمالاً ترکیب آنها بواسطه جذب آب تدریجاً به حالت پیچستون نزدیک شده است (شکل ۶).



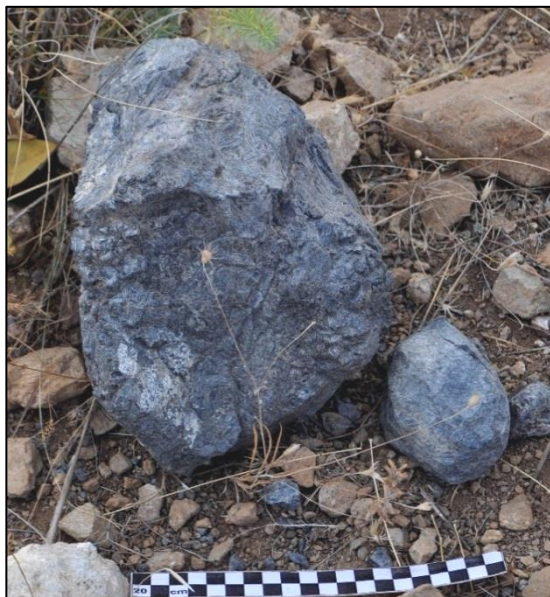
شکل ۴: رخنمون واحد دارای ابسیدین و کمر بالا و کمر پایین آن (دید به سمت جنوب)
 Fig. 4: Obsidian formation outcrop and its foot and hang walls (view to South)



شکل ۵: قرار گیری افق ابسیدین در داخل واحد توف - آگلومرای (دید به سمت جنوب)
 Fig. 5: The location of Obsidian level into Tuff-Agglomerate member (view to South)

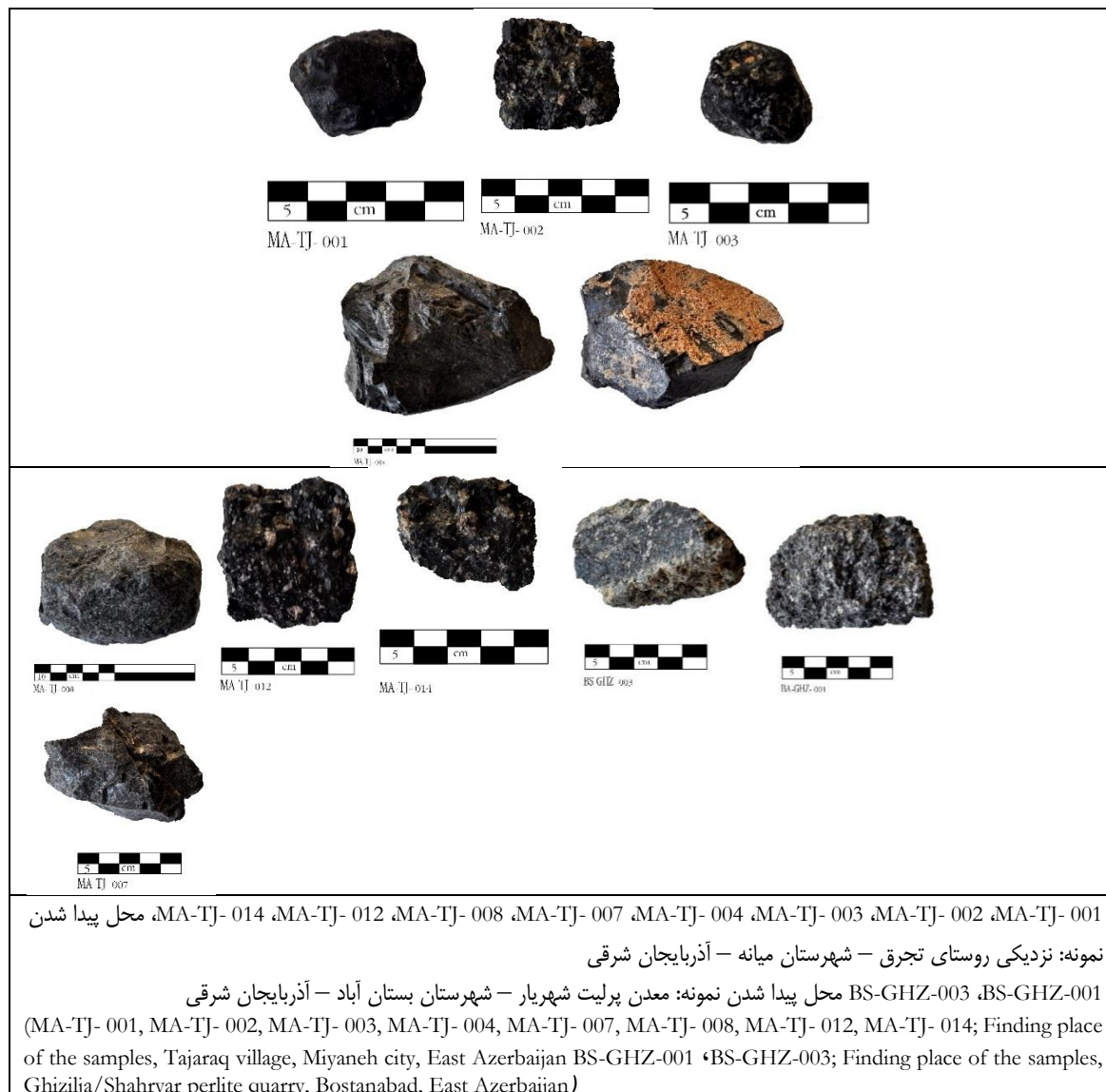
این روش است. همچنین به دلیل قابل حمل بودن امکان انجام سریع آزمایشات میدانی به خوبی فراهم است. این خصیصه به خصوص بسیار مورد پسند و نیاز موزه‌های با آثار دارای محدودیت نمونه‌برداری است. علاوه بر این به دلیل عدم نیاز به آماده‌سازی‌های اولیه، استفاده از این

در سال‌های اخیر با روی کار آمدن دستگاه‌های قابل حمل فلورسانس اشعه ایکس pXRF، این روش آنالیزی به خوبی جای خود را در پژوهش‌های معدن کاری، باستان‌سنگی، باستان‌شناسی و میراث فرهنگی باز کرده است. غیرتخریبی بودن مهم‌ترین و شاخص‌ترین ویژگی



شکل ۶: نمای نزدیک از از واحد خرد شده حاوی ابسیدین در تجرق (دید به سمت جنوب)
 Fig. 6: A mesoscopic view of the crushed Obsidian particles at Tajaraq (view to South)

جدول ۱: نمونه‌های انتخاب شده برای آنالیز از منبع اسیدین تجرق میانه و قزلجه بستان آباد
 Table 1: Selected samples from Tajarraq, Miyeneh, and Ghizilja, Bostanabad



مجموع سه بار و سه نقطه متفاوت طیف سنجی صورت گرفت و در نهایت با ترکیب نتایج هر سه نقطه نتایج گزارش گردیده است.

۲-۳. نتایج آنالیزها

نتایج آنالیز کلیه نمونه‌ها بوضوح نشان می‌دهند که نمونه‌های دو منبع اسیدین از لحاظ ساختار شیمیایی سه گروه جدید اسیدینی را در شمال غرب ایران تشکیل می‌دهند (جدول ۲ و شکل ۷). و نمونه‌های فوق بازه‌ای میان ۷۳٪ تا ۸۳٪ اکسید سیلیسیوم را نشان می‌دهند که

روش به مراتب باصرفه‌تر از دیگر روش‌های آنالیزی است. کاربرد این روش به نسبت ساده بوده و نتایج با سرعت بیشتری در اختیار گروه تحقیق قرار می‌گیرند [26-27]. این دستگاه بسته به نوع و مدل قادر است طیف وسیعی از عناصر عمده، جزئی و کمیاب را شناسایی کرده و نتایج کمی و کیفی قابل قبولی به شرط آگاهی کاربر از محدودیت‌های دستگاه به دست دهد [27]. دستگاه طیف‌سنج فلورسانس اشعه ایکس پرتابل مورد استفاده مدل Thermo Niton XL 31 و ساخت آمریکا است. برای آنالیز تجزیه عنصری هر نمونه در

با توجه به ویژگی‌های فوق‌الذکر همگی در رده ابسیدین قرار می‌گیرند، به علاوه همانگونه که در جدول‌های شماره ۱ و ۳ نیز مشاهده می‌گردد از این گروه‌های جدید تحت عنوان گروه جدید ابسیدین تجرق میانه که از نزدیکی روستای تجرق میانه (MA TJ –Miyaneh)

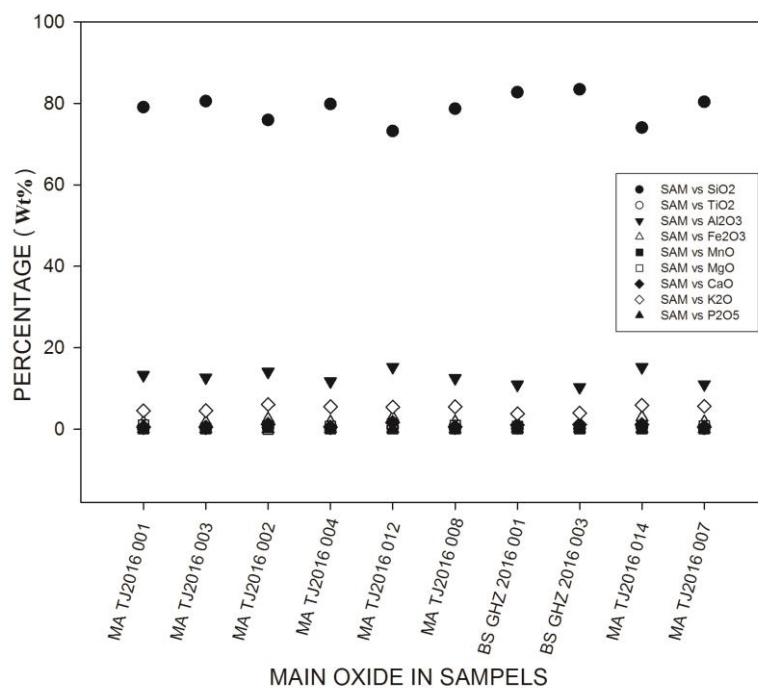
در کوه‌های بزقوش یافت شده‌اند معرفی و پیشنهاد می‌گردد. داده‌های آنالیز عنصری از نمونه‌های این معدن از لحاظ ساختار شیمیایی دو گروه متفاوت و مجزایی را نشان می‌دهند که تحت عنوان تجرق A و B معرفی می‌گردند.

جدول ۲: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌هایی از منابع ابسیدین در تجرق میانه و منبع ابسیدین قزلجه بستان آباد (اکسید عناصر برحسب درصد وزنی wt%)

Table 2: pXRF results of elemental analysis of the samples from Tajaraq, Miyaneh, and Ghizilja Bosta-nabad (oxides normalized to 100 wt%, without Na2O)

Samples No	Location	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	K ₂ O
MA TJ2016 - 001	N'IV*	79/04	0/07	13/25	1/64	0/08	0/93	0/46	4/51
MA TJ2016 003	N'IV	80/53	0/07	12/63	1/64	0/07	0/11	0/43	4/48
MA TJ2016 002	N'IV	75/9	0/3	14/04	2/43	0/11	0	1/16	6/01
MA TJ2016 004	N'IV	79/81	0/08	11/67	1/7	0/08	0/67	0/5	5/45
MA TJ2016 007	N'IV	80/34	0/07	10/99	1/72	0/08	0/72	0/46	5/59
MA TJ2016 008	N'IV	78/68	0/07	12/48	1/73	0/08	0/9	0/56	5/45
MA TJ2016 012	N'IV	73/18	0/39	15/23	2/84	0/1	1/26	1/61	5/36
MA TJ2016 014	N'IV	74/01	0/38	15/2	2/86	0/08	0/56	1/06	5/8
BS GHZ 2016 001	SPM**	82/7	0/13	10/88	0/77	0/06	0/65	0/01	3/72
BS GHZ 2016 003	SPM**	83/41	0/14	10/28	0/72	0/06	0/29	1/1	3/92

*N'IV: NEAR TAJARAQ VILLAGE **SPM: SHAHRIAR PERLITE MINE



شکل ۷: مقادیر درصد وزنی اکسیدهای نمونه‌ها از منابع ابسیدین تجرق میانه و قزلجه بستان آباد
 Fig. 7: Concentration of main oxide of samples from Tajaraq and Ghizilja obsidian sources

جدول ۳: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌هایی از منابع اسیدین در تجرق میانه و منبع قزلجه بستان آباد (عناصر کمیاب بر حسب ppm)
 Table 3: pXRF results of elemental analysis of the samples from Tajaraq, Miyaneh, and Ghizilja Bostanabad (trace elements in ppm).

Sample No	Loction	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Sn	Sb	Ba
MA TJ2016 001	NTV*	55/1	22/88	270/46	2/79	45/28	290/06	66/74	7/62	12/81	185/02
MA TJ2016 003	NTV	55/11	23/95	275/85	2/56	45/17	295/62	69/77	7	9/19	131/11
MA TJ2016 002	NTV	48/62	10/48	215/96	101/43	35/54	611/94	62/85	8/26	13/91	477/03
MA TJ2016 004	NTV	52/18	21/33	257/28	4/96	41/8	271/03	62	7/65	12/38	165/31
MA TJ2016 007	NTV	53/76	20/57	254/27	5/21	41/13	266/19	61/3	9/46	13/75	188/76
MA TJ2016 008	NTV	53/94	21/87	261/25	4/94	42/7	272/43	62/6	8/18	11/59	172/27
MA TJ2016 012	NTV	55/71	10/35	203/05	135/16	34/28	627/04	64/05	7/99	11/62	388/11
MA TJ2016 014	NTV	57/72	12/15	237/4	74/82	40/41	718/55	73/68	7/43	11/01	380/3
BS GHZ 2016 001	SPM**	24/91	9/01	92/99	121/24	9/78	77/52	12/96	13/26	26/91	1126/75
BS GHZ 2016 003	SPM**	26/16	8/59	124/49	126/26	10/93	77/29	13/05	11/46	22/97	1109/49

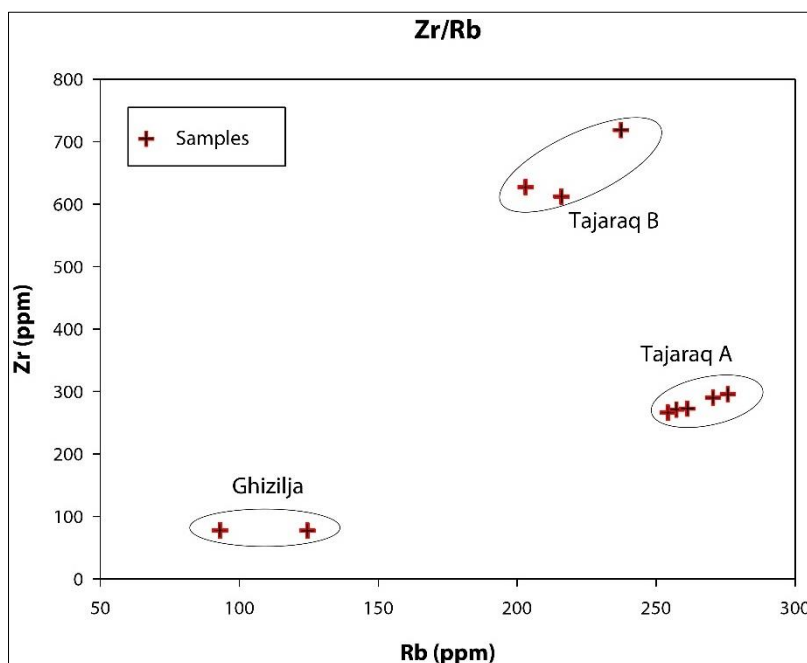
*NTV: NEAR TAJARAQ VILLAGE

**SPM: SHAHRIAR PERLITE MINE

کیفیت و قابلیت ساخت ابزار از بقیه نمونه‌ها بارزتر است و هنوز کیفیت شیشه‌ای و شکنندگی خود را از دست نداده‌اند. این نمونه‌ها متعلق به منبع اسیدین تجرق میانه هستند. گروه دوم مشخص شده بر اساس آنالیزها که تحت عنوان (MA-TJ Group B) مشخص شده است نیز گروه دوم اسیدین‌های منبع تجرق میانه است که از لحاظ عناصر کمیاب تفاوت جزئی را با گروه A نشان

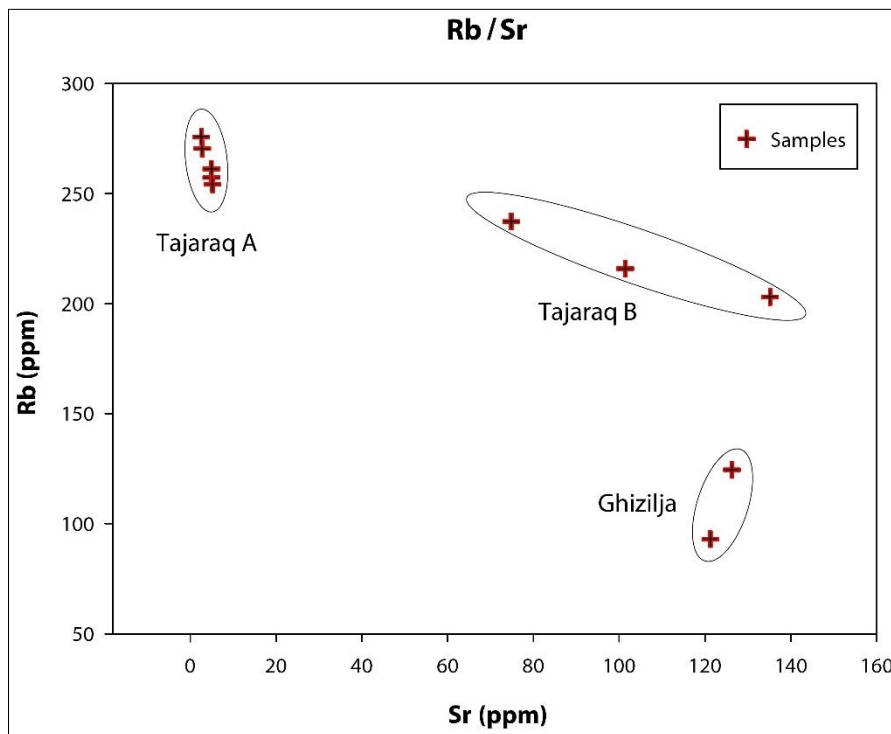
۱-۲-۳. تحلیل نمودار پراکندگی - زیر کونیوم به روییدوم (Zr/Rb) نمونه‌های آنالیز شده

همانگونه که در شکل ۸ در پایین مشخص و گروه بندی شده است، بر اساس آنالیزها و نسبت زیر کونیوم به روییدوم نمونه‌ها سه گروه قابل تمییز است. گروهی که تحت عنوان (MA-TJ Group A) مشخص گردیده است، نمونه‌های شاخص اسیدینی است که از لحاظ



شکل ۸: نمودار پراکندگی زیر کونیوم به روییدوم (Zr/Rb) نمونه‌های آنالیز شده

Fig. 8: Scatterplot of Zr versus Rb for obsidian samples from Tajaraq and Ghizilja obsidian sources (pXRF)



شکل ۹: نمودار پراکندگی استرانسیوم به روییدیوم (Sr/Rb) نمونه‌های آنالیز شده

Fig. 9: Scatterplot of Rb versus Sr for obsidian samples from Tajaraq and Ghizilja obsidian sources (pXRF)

همبستگی بالا با یکدیگر در یک گروه قرار گرفته‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و بحث

سنگ ابسیدین به مثابه گونه‌ای سنگ افزار باستانی مورد استفاده اقوام پیش از تاریخ خاور نزدیک و خاورمیانه از دریای اژه در غرب تا دریای خزر در شرق و نیز از منطقه قفقاز در شمال تا خلیج فارس در جنوب بوده است و کاربرد این ابزار بازه زمانی طولانی را از پارینه‌سنگی تا آغاز شهرنشینی و به عبارت دیگر تا قبل از کشف فلز را در بر می‌گیرد. بنا بر مطالعات صورت گرفته موجود ابسیدین به‌عنوان یکی از فراوان‌ترین ابزارها و یافته‌ها از کاوش‌های باستان‌شناختی در منطقه شمال غرب ایران به دست می‌آید. منطقه شمال غرب ایران بدلیل همجواری با منطقه قفقاز و آناتولی که یکی از مراکز اصلی توزیع، مبادله و تجارت ابسیدین در دوران پیش از تاریخ به شمار می‌آید در این چرخه مبادلاتی سهیم بوده و آثار فراوانی از ابسیدین منسوب به معادن قفقاز و آناتولی (حوضه‌های دریاچه وان و سوان) در شمال غرب ایران

می‌دهند. دو نمونه دیگر مشخص شده متعلق به معدن پرلیت شهریار بستان‌آباد (BS GHZ) است که با توجه به همبستگی بالا با یکدیگر در یک گروه قرار گرفته‌اند.

۳-۲-۲. تحلیل نمودار پراکندگی-استرانسیوم به روییدیوم (Sr/Rb) نمونه‌های آنالیز شده

ابسیدین‌های دو منبع شاخص تجرق و قزلجه بر اساس شکل ۹ که نسبت استرانسیوم به روییدیوم را نشان می‌دهد نیز سه گروه مجزا را به نمایش می‌گذارند. گروه اول متعلق به منبع ابسیدین تجرق میانه که تحت عنوان (MA-TJ Group A) مشخص گردیده است، همان نمونه‌های ابسیدینی با کیفیت و قابلیت ساخت ابزار بالا است که هنوز کیفیت شیشه‌ای و شکنندگی خود را از دست نداده‌اند. گروه دوم تحت عنوان (MA-TJ Group B) ابسیدین‌های منبع تجرق میانه است که از لحاظ عناصر کمیاب تفاوت جزئی را با گروه A نشان می‌دهند. دو نمونه دیگر مشخص شده متعلق به معدن پرلیت شهریار بستان‌آباد (BS GHZ) است که با توجه به

داشته‌اند و می‌توانند به عنوان کاندیداهای استخراج منابع باستان در دوران پیش از تاریخ این منطقه از شمال غرب ایران معرفی و پیشنهاد گردند. فرضیه مطرح شده همکنون در مراحل اولیه مطالعات و ارزیابی‌های علمی است و برای تدقیق آن نیازمند تطبیق نمونه‌های منابع شناسایی شده با محوطه‌های پیش از تاریخی در حوزه‌های فرهنگی میانه و بستان‌آباد هستیم از این رو بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی منابع اسیسیدین تجرق میانه و قزلجه بستان‌آباد زین پس زمینه برای مقایسه و تدقیق یافته‌های باستان شناختی از محوطه های همجوار دو شهرستان میانه و بستان‌آباد فراهم شده است و می‌بایست جهت بررسی استفاده و یا عدم استفاده از منابع بومی و داخلی توسط مردمان پیش از تاریخ مطالعات بیشتری صورت گیرد که مسلماً در گام دوم پژوهش حاضر این مهم صورت خواهد پذیرفت.

پیشنهادات و مسیر پیش رو

اما گام مهم بعدی مسلماً می‌بایست یافتن محوطه های باستانی از دوران نوسنگی تا عصر آهن مخصوصاً در بخش های شرق دریاچه ارومیه و نزدیک به شهرستان های میانه و بستان‌آباد باشد تا بتوان قویاً اثبات نمود که نمونه‌های منبع تجرق و سایر منابع این منطقه توسط مردمان پیش از تاریخ مورد استفاده قرار گرفته است یا خیر. طبیعتاً بررسی‌ها و کاوش‌های زیادی در حوزه های شهرستانی میانه و بستان‌آباد انجام گرفته است که مسلماً برای تکمیل این پروژه نیازمند انجام نمونه‌هایی از اسیسیدین های بدست آمده از این محوطه ها هستیم. همچنین این پژوهش پنجره جدیدی را پیش روی محققان این حوزه باز کرد که مسلماً منابع اسیسیدین بومی فراوانی در اطراف کوه های سهند، سبلان و بزقوش می‌تواند وجود داشته باشد که در مطالعات بعدی می‌بایست پژوهش‌ها در این زمینه ادامه یابد تا به نتایج قابل اطمینان تری جهت بررسی و آنالیز آنها و سپس تدقیق آنها با نمونه های باستانی را داشته باشیم.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح تحقیقاتی «بررسی و

منشأیابی گردیده است. پژوهش حاضر سعی در معرفی منابع جدید اسیسیدین در شمال غرب ایران را داشته است، جاییکه بیشترین فعالیت‌های آتشفشانی کوهستان‌های کشور در آن صورت پذیرفته است و با کوه‌های معروف سهند و سبلان جزء کاندیداهای اصلی برای استفاده مردمان پیش از تاریخ از اولین کالای تجاری بشر بوده است. اهمیت این منابع وقتی بیشتر می‌شوند که از چگونگی استفاده و تجارت مردمان پیش از تاریخ غرب آسیا از اسیسیدین در حوضه دریاچه وان و سوان باخبریم.

این پژوهش با رهیافت یافتن منشأ و منابع اصلی اسیسیدین‌های بومی و محلی در شمال غرب ایران در راستای بازسازی چگونگی ارتباطات تجاری و تجارت‌های دوربرد منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای صورت گرفته است. فلذا با توجه به شناسایی منابع جدید اسیسیدین در منطقه شمال غرب کشور نگارندگان اقدام به نمونه‌برداری و آنالیز عنصری در جهت شناسایی منابع نمودند. از ۱۰ نمونه اسیسیدین انتخابی، ۸ نمونه متعلق به منبع تجرق میانه و ۲ نمونه نیز متعلق به منبع قزلجه شهریار بستان‌آباد بود که در آزمایشگاه گروه باستان‌سنجی دانشگاه هنر اسلامی تبریز و با استفاده از دستگاه و روش XRF قابل حمل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج تحقیق به وضوح باعث معرفی سه گروه اسیسیدینی تحت عناوین گروه‌های A و B تجرق و قزلجه بستان‌آباد شناسایی و معرفی گردید. با توجه به آنکه اسیسیدین‌های تجرق میانه از کیفیت بالاتری نسبت به اسیسیدین‌های معدن پرلیت قزلجه شهریار بستان‌آباد برخوردار هستند. به نظر می‌رسد از نمونه‌های اسیسیدین تجرق قابلیت شکنندگی و ابزارسازی را دارا هستند در حالی که نمونه‌های قزلجه شهریار به هیچ عنوان این قابلیت را ندارند. سایر نمونه‌هایی که از معدن پرلیت قزلجه شهریار بستان‌آباد یافت شده‌اند (BS GHZ) (Gizilja Perlite Mine) گروه دیگری را در بین یافته‌ها تشکیل می‌دهند که با توجه به ماهیت پرلیت این نمونه‌ها طبیعتاً اتکا کردن به این نمونه‌ها چندان منطقی به نظر نمی‌رسند.

از این رو از بین سه گروه بالا دو گروه A و B تجرق میانه مسلماً قابلیت ساخت ابزارهای باستانی را

اسلامی تبریز به پایان رسیده است. از این رو نویسندگان از این موسسه جهت در اختیار نهادن شرایط و تأمین مالی این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

شناسایی منابع و معادن ابسیدین منطقه میانه (کوه‌های بزقوش و سبلان) آذربایجان شرقی و انطباق آن با محسوطه‌های باستانی شرق دریاچه ارومیه» است که با شماره ۱۱۱۴۸ در مورخه ۱۳۹۵/۰۹/۰۱ در دانشگاه هنر

References

- [1] Reedy CL. Thin-section petrography of stone and ceramic cultural materials. London: Archetype; 2008.
- [2] Abdi K. Obsidian in Iran from the Epipalaeolithic period to the Bronze Age. *Persiens antike Pracht*. 2004:148-53.
- [3] Gourgaud, A. (1998). Géologie de L'obsidienne. In *L'obsidienne au Proche et Moyen-Orient: Du Volcan à l'Outil*, In Cauvin, M. C., Gourgaud, A., Gratauze, B., Arnaud, N., Poupeau, G., Poidevin, J. L. and Chataigner, C. (Eds.). *British Archaeological Reports*; 1998. 15-29.
- [4] Glascock MD, Braswell GE, Cobean RH. A systematic approach to obsidian source characterization. In *Archaeological obsidian studies 1998* (pp. 15-65). Springer, Boston, MA.
- [5] Renfrew C, Dixon JE, Cann JR. Obsidian and early cultural contact in the Near East. In *Proceedings of the Prehistoric Society 1966 Dec* (Vol. 32, pp. 30-72). Cambridge University Press.
- [6] Wright GA. Obsidian analyses and prehistoric Near Eastern trade: 7500 to 3500 BC *Anthropological Papers*. Museum of anthropology, University of Michigan. 1969; 37.
- [7] Renfrew C. The later obsidian of Deh Luran—the evidence of Chagha Sefid. *Studies in the Archaeological History of the Deh Luran Plain*. 1977:289-311.
- [8] Mahdavi A, Bovington C. Neutron activation analysis of some obsidian samples from geological and archaeological sites. *Iran*. 1972 Jan 1: 148-51.
- [9] Renfrew C, Dixon J. Obsidian in western Asia: a review. *Problems in economic and social archaeology*. 1976:137-50.
- [10] Voigt, M. M. Excavation at Neolithic Gritille. *Anatolica* 1988. XV: 215-232.
- [11] Burney CA. The excavations at Yanik Tepe, Azerbaijan, 1962: third preliminary report. *Iraq*. 1964; 26(1):54-61.
- [12] Chataigner C, Poidevin JL, Arnaud NO. Turkish occurrences of obsidian and use by prehistoric peoples in the Near East from 14,000 to 6000 BP. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 1998 Oct 1;85(1-4):517-37.
- [13] Renfrew C, Dixon JE, Cann JR. Further analysis of Near Eastern obsidians. In *Proceedings of the Prehistoric Society 1969 Feb* (Vol. 34, pp. 319-331). Cambridge University Press.
- [14] Dixon, J., Cann, J. and Renfrew, C. Obsidian and the Origins of Trade. *Scientific American*. 1968 218(3): 38-46.
- [15] Cann JR, Dixon JE, Renfrew C. Obsidian analysis and the obsidian trade. In *Science in archaeology. A survey of progress and research 1969* (pp. 578-591).
- [16] Durrani SA, Khan HA, Taj M, Renfrew C. Obsidian source identification by fission track analysis. *Nature*. 1971 Sep; 233(5317):242.
- [17] Dixon JE. Obsidian characterization studies in the Mediterranean and Near East. *Advances in obsidian glass studies: archaeological and geochemical perspectives*. 1976:288-333.
- [18] Blackman MJ. Provenance studies of Middle Eastern obsidian from sites in highland Iran. In *Archaeological chemistry-III 1984 Jan 1* (pp. 19-50).
- [19] Frahm EE. The Bronze-Age obsidian industry at Tell Mozan (ancient Urkesh), Syria: redeveloping electron microprobe analysis for 21st-century sourcing research and the implications for obsidian use and exchange in northern Mesopotamia after the Neolithic. University of Minnesota; 2010.
- [20] Khademi Nadooshan F, Philips SC, Safari M. WDXRF spectroscopy of obsidian tools in the northwest of Iran. *International Association for Obsidian Studies Bulletin*. 2007; 37:3-6.
- [21] Ghorabi S, Glascock MD, Khademi F, Rezaie A, Feizkhah M. A geochemical investigation of obsidian artifacts from sites in northwestern Iran. *IAOS Bulletin*. 2008; 39:7-10.
- [22] Nadooshan FK, Ayvatwand M, Deghanifar H, Glascock MD, Colby Phillips S. Report on the Chogabon site, a new source of obsidian artifacts in west-central Iran. *IAOS Bulletin*.

- 2010; 42:9-12.
- [23] Abedi A. A review of obsidian studies in Iran, provenance the source and prehistoric obsidian artifacts, researches and questions. *Journal of Research on Archaeometry*. 2015; 1(1):55-85.
- [عابدی، اکبر. مروری بر مطالعات افسیدین در ایران، منشایابی معادن و افسیدین‌های محوطه‌های باستانی، پژوهش‌ها و پرسش‌های موجود. پژوهه باستان‌سنجی ۱۳۹۴؛ ۱(۱): ۵۵-۸۵.]
- [24] Niknami KA, Amirkhiz AC, Glascock MD. Provenance studies of Chalcolithic obsidian artefacts from near Lake Urmia, northwestern Iran using WDXRF analysis. *Archaeometry*. 2010 Feb;52(1):19-30.
- [25] Behrouzi, A., & Amini Azar, R. (1992). 1:100000 scale Sarab quadrangle, GSI, Tehran.
- [26] Potts PJ, West M, editors. *Portable X-ray fluorescence spectrometry: Capabilities for in situ analysis*. Royal Society of Chemistry; 2008.
- [27] Eslami M. The Application of Portable XRF in Archaeometry and Cultural-Historical Materials. *Journal of Research on Archaeometry*. 2015. 1(1), 87-101.