

Երկրաբանություն

УДК 550.4

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՕՔՍԻԴԻԱՆԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ԱՆԱԼԻՏԻԿ ԲԱԶՄՅԻ
ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ ՇԱՐԺԱԿԱՆ ՌԵՆՏԳԵՆԱՅԻՆ
ՖԼՈՒՐԵՄՅԵՆՑԻԱՅԻ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Ա. Կ. ՋՈՒՀԱՐՅԱՆ *

ՀՀ ԳԱԱ Հնագիտության և ազգագրության ինստիտուտ, Հայաստան

Վերջին տարիներին հրաբխային ապակու ուսումնասիրության ոլորտում ամենակիրառելի և պրակտիկ է համարվում շարժական ռենտգենային ֆլուորեսցենցիայի եղանակը: Չնայած վերջինիս հուսալիությանը և վերջին տարիներին աճող պահանջարկին հատկապես օբսիդիանի ուսումնասիրման ոլորտում՝ Հայաստանի աղբյուրները վերը նշված եղանակով ուսումնասիրվել են հաշված աշխատանքների շրջանակներում: Ցանկացած այդ թվում՝ հնագիտական հրաբխային ապակե նմուշն իր ծագման աղբյուրին վերագրելու համար առաջին հերթին պետք է ստեղծվի երկրաբանական նմուշների բազա, որն իր մեջ կներառի նմուշներ տարածաշրջանի բոլոր աղբյուրներից: Այս աշխատանքը Հայաստանի օբսիդիանի ուսումնասիրության և նրանց երկրաքիմիական առանձնահատկությունների որոշման ևս մեկ փորձ է, որի վերջնական նպատակն է տարածաշրջանի օբսիդիանի աղբյուրների անալիտիկ բազայի ստեղծումը հետագայում մի շարք հնավայրերից պեղված նյութի վերագրումը երկրաբանական աղբյուրներին:

Keywords: obsidian, volcanic glass, obsidian sourcing, geochemical analysis, portable X-Ray fluorescence.

Ներածություն: Մինչ անալիտիկ եղանակների օգտագործումը, օբսիդիանի կամ ինչպես այն հայերեն անվանվում է վանակատի ծագումնաբանությունը որոշելու համար օգտագործվում էին հրաբխային ապակու ֆիզիկական և օպտիկական հատկանիշների վրա հիմնված եղանակներ: Հետագայում պարզ դարձավ, որ այս հատկանիշները թույլ չեն տալիս ճշգրիտ ուսումնասիրել հրաբխային ապակին: Ֆիզիկական եղանակներով ծագումնաբանության որոշման փորձեր արվել են նաև Հայաստանի օբսիդիանի համար Ռ. Արագովայի և Ա. Մամեդովի կողմից վաղ 1979 թ.-ին [1]: Չնայած տվյալ եղանակի ոչ հուսալիության բազմակի ապացույցներին ուսումնասիրությունը կրկնվել է նաև 2010 թ.-ին [2]: Քուլին Ռենֆրյուն առաջին անգամ այս ոլորտում կիրառեց օպտիկական սպեկտրոսկոպիկ եղանակը, որն օգտագործվեց Հայաստանի օբսիդիանի համար [3, 4] իսկ ավելի ուշ կիրառության մեջ մտան արդեն ավելի ճշգրիտ անալիտիկ եղանակներ, որոնք էլ մինչ օրս թույլ են տալիս մանրամասն ուսումնասիրել օբսիդիանի քիմիական կազմը:

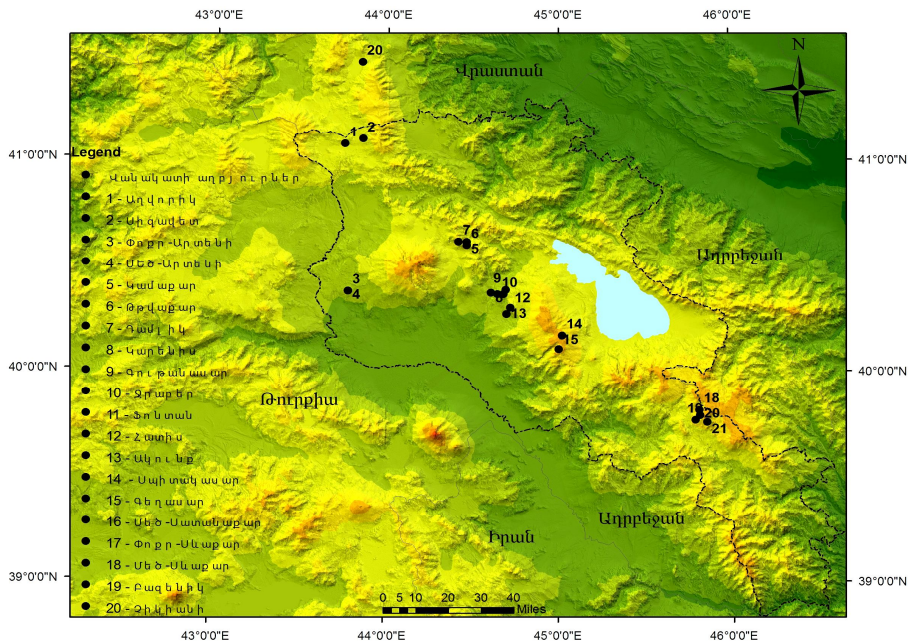
Խնդիրն այն է, որ տարբեր անալիտիկ եղանակներով և նույնիսկ նույն հիմքով աշխատող երկու տարբեր սպեկտրաչափերով ստացված վերլուծության

* E-mail: lyosh777@gmail.com

արդյունքները անհնար է ճշգրիտ համեմատել միմյանց հետ: Այսպիսով, որևէ ուսումնասիրություն կատարելու համար մինչ հնագիտական նմուշների ուսումնասիրությանն անցնելն առաջնային է տվյալ սպեկտրաչափով երկրաբանական նմուշների բազայի ստեղծումը:

Տարբեր տարիներին բազում հեղինակներ, օգտագործելով մի շարք տեխնոլոգիաների վրա հիմնված անալիտիկ եղանակներ և նրանց տարբեր համալիրներն, ուսումնասիրել են Հայաստանի օբսիդիանի բոլոր աղբյուրները: Դրանցից են նեյտրոնային ակտիվացման [5–10] ռենտգենային ֆլուորեսցենցիայի [6, 11], պլազմային սպեկտրաչափության (LA-ICP-MS) եղանակները [12]:

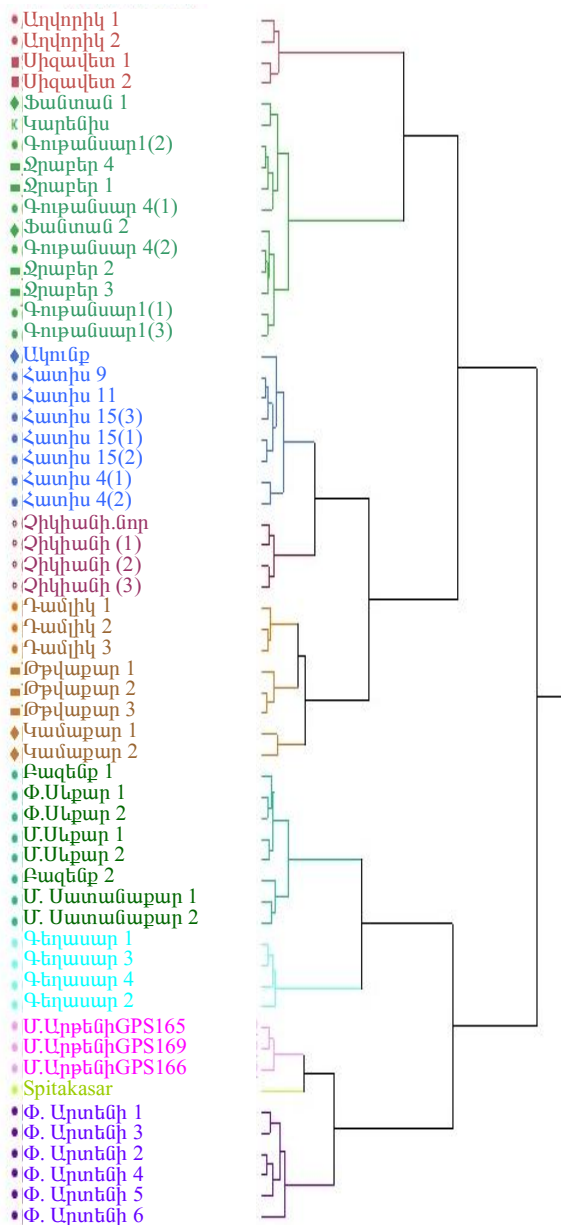
Շարժական ռենտգենային ֆլուորեսցենցիայի (pXRF) եղանակը, որն ունի մի շարք առավելություններ, Հայաստանի օբսիդիանի համար կիրառվել է միայն հաշված աշխատանքներում՝ Է. Ֆռամի և Զ. Մարտիրոսյան–Օլջանսկիի կողմից 2014 և 2015 թթ., որոնցում նախ բացահայտվեցին pXRF եղանակի բոլոր ակնհայտ առավելությունները [13], այնուհետև ուսումնասիրվեցին Հայաստանի և հարակից տարածքների՝ օբսիդիանի աղբյուրներից հավաքված նմուշներ [14]: Երկրաբանական նմուշների անալիզներն առակա են նաև Մարտիրոսյան–Օլջանսկիի կողմից կատարված աշխատանքում [15], ինչը վերջնականապես ապացուցեց այս եղանակի հիմնավորությունը և հուսալիությունը հրաբխային ապակու ուսումնասիրման ոլորտում:



Նկ.1: Օբսիդիանի աղբյուրների քարտեզ:

Օբսիդիանի աղբյուրների նկարագրությունը: Հայկական լեռնաշխարհի ողջ պատմությունում տեղի են ունեցել մի շարք տեկտոնական գործընթացներ, ըստ որոնց Հայաստանը բնութագրվում է իբրև դասական երիտասարդ հրաբխականության ակտիվ շրջան: Այս բազմաթիվ հրաբխային ակտերի մեջ առանձնահատուկ տեղ է գրավում ռիոլիտային հրաբխականությունը, որի թթվային կազմ ունեցող լավաների արտավիժման շնորհիվ էլ առաջանում են օբսիդիանի հոսքերը: Այս տիպի հրաբխականության հետևանքով միայն

Հայաստանի տարածքը ներկայացված է շուրջ 450 հրաբխային գմբեթներով և օբսիդիանի 20-ից ավելի մերկացումներով (նկ. 1):



Նկ. 2. Դենդրոգրամ. հիերարխիկ կլաստերային անալիզի արդյունքները:

Սարքը համարված է ալյումին, տիտան և կապար պարունակող, անալիտիկ ճշգրտության համար պատասխանատու գերզգայուն սիլիկոնե դետեկտորով և ամեն տեսակի նյութ վերլուծելու համար համապատասխան գոտիչով, ապահովելով ժամանակի խնայողությունը և սարքի առավել լավ էներգետիկ թափանցելիությունը: Սարքի ռենտգենային ճառագայթումը ապահովում է ռողիումային ռենտգենային խողովակը: PXRFX եղանակի առանձնահատկու-

Հայաստանին են վերագրվում ռիոլիտային հրաբխականության հիմնական 3 ֆազեր 17–11; 5,4–3,5 և 2,7–0,1 մլն տարի առաջ, որոնցից երկրորդի և երրորդի հետևանքով էլ հիմնականում այստեղ առաջացել են օբսիդիանի գրեթե բոլոր հայտնի ելքերը [10, 16]: Բացառությամբ Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի օբսիդիանների, դրանց մնացած խոշոր ելքերը վերագրվում են ամենաերիտասարդ երրորդ ֆազին: Ուսումնասիրվող տարածաշրջանի ամբողջական երկրաբանական և երկրաբանաձևաբանական բնութագիրը մանրամասն ներկայացված է հետևյալ աշխատանքներում [7, 16, 17], իսկ տարածաշրջանի առաջնային և երկրորդական օբսիդիանի աղբյուրների ամբողջական ցանկը և նրանց ուսումնասիրման անալիտիկ արդյունքները՝ [5–7, 10, 12, 16, 17] աշխատանքներում:

Մեթոդաբանություն: Brucker Tracer III SD մոդելի սպեկտրաչափը օգտագործվել է նմուշներն ուսումնասիրելու նպատակով: Այս սարքավորման առավելությունը ոչ միայն նրա հարմարավետությունն է, այլև շարժունակությունը, վերլուծության արագությունը և ինչն առավել կարևոր է բարձր ճշգրտությունը, ինչը բնորոշ է միայն ստացիոնար մոդելին:

թյունները տես [13, 14, 18, 19] աշխատանքներում: Անալիզի տևողությունը ընտրվել է 90 վրկ, իսկ ֆլուորեսցենցիայի լարման պարամետրերը ընտրվել են 40 000 V, 25 μ A:

Անալիտիկ ուսումնասիրություն: Աշխատանքի շրջանակներում վերլուծվել են Հայաստանի 20 և Վրաստանի 1 աղբյուրներից հավաքված 60 նմուշներ: Նրանց համար ստացվել են 12 տարրերի պարունակություններ ppm արժեքներով, այդ թվում՝ K, Ca, Mn, Fe, Zn, Ga, Th, Rb, Sr, Y, Zr, Nb:

Ըստ կլաստերային տիպի վերլուծության արդյունքների՝ առանձնացվել են 6 կոմպոզիցիոն խմբեր, որոնք հետագա ուսումնասիրությունների արդյունքում բաժանվել են 9 ենթախմբերի (նկ. 2):

1. Առաջին խմբում մնացած բոլորից հստակ առանձնանում են Աշոցքի շրջանի Աղվորիկ և Սիզավետ գյուղերի հարևանությամբ գտնվող աղբյուրների նմուշները: Այս խումբը լիովին համապատասխանում է Ջ. Բլեքմենի, Ք. Շատենյեի և նախկինում կատարված մնացած բոլոր աշխատանքներում ներկայացված վերլուծությունների արդյունքներին: Այս խումբը, որը առաջին հերթին բնութագրվում է Fe-ի անհամեմատ բարձր պարունակությամբ, ըստ ստացված արդյունքների՝ հստակ առանձնանում է Fe/Rb դիագրամի վրա (նկ. 3):

2. Երկրորդը կազմում են Գուֆանասարի կոմպլեքսի մեջ մտնող 4 աղբյուրների նմուշները (Գուֆանասար, Ջրաբեր, Կարենիս, Ֆոնտան): Ինչպես արդեն նշվել է հետևյալ աշխատանքներում՝ [6, 7, 12], Գուֆանասարի խմբի բոլոր աղբյուրների օբսիդիանները միասեռ են և միասին կազմում են մեկ հոմոգեն կոմպոզիցիոն խումբ, որին էլ համապատասխանում է մեր կողմից առանձնացված խմբերից երկրորդը:

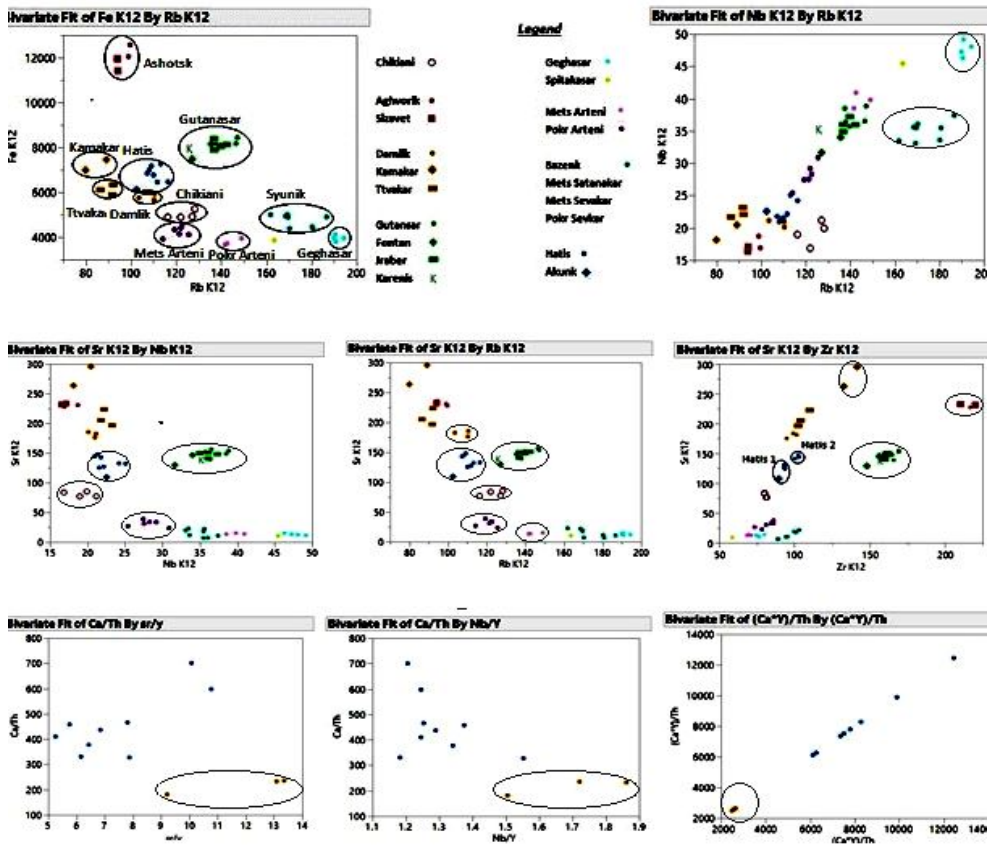
3. Երրորդ ամենաբարդ խմբում՝ ըստ կլաստերային վերլուծության արդյունքների, ընդգրկված են Հատիսի, Չիկիանիի և Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի աղբյուրները:

4. Չորրորդ խմբում ընդգրկված են Սյունիքի կոմպլեքսի բոլոր նմուշները: Այս խումբը լիովին համապատասխանում է նախկին ուսումնասիրությունների արդյունքներին, ըստ որոնց նույնպես Սյունիքի հրաբխային կոմպլեքսի օբսիդիանի բոլոր աղբյուրները միատարր են և կազմում են մեկ հոմոգեն խումբ՝ [6, 7, 9, 12]:

5. Հաջորդ խումբը կազմում են Մեծ և Փոքր Արտենիի նմուշները: Այս խմբերը նման են առաջին անգամ 1990 թ. Ջ. Կելլերի կողմից Արտենիի հրաբխային կոմպլեքսի համար առանձնացված 1A և 1C խմբերին, որոնցից առաջինին, ըստ Ջ. Կելլերի, պատկանում են Փոքր Արտենիի, իսկ երկրորդին՝ Մեծ Արտենիի և Արագածի հոսքի օբսիդիանները [6]:

6. Ենթախմբերից վերջինը կարելի է միասին անվանել Սպիտակասարի և Գեղասարի նմուշները, որոնք, ըստ՝ Ջ. Բլեքմենի, Ջ. Կելլերի և մյուսների, նույնպես միատարր են [7]: Սակայն ըստ մեր արդյունքների՝ Սպիտակասարի նմուշը մի փոքր տարբերվում է Գեղասարի 4 նմուշներից առավելապես Rb-ի պարունակությամբ: Այս անհամապատասխանության պատճառը հավանաբար կարող է հանդիսանալ Սպիտակասարի նմուշի մորֆոլոգիան, որը բավական շատ են տարբեր բյուրեղային իներուզիաները:

Ըստ ստացված արդյունքների՝ վերը նշված չորսից ամենաբարդ երրորդ խմբն է: Քանի որ այս խմբում ընդգրկված բոլոր աղբյուրների հումքը դասվում է Ba-ով հարուստ օբսիդիանների շարքին: Ցավոք, այս տարրի պարունակությունը մեր եղանակով հնարավոր չէ ճշգրիտ որոշել:



Նկ. 3: Ca, Fe, Th, Rb, Sr, Zr և Nb քանակական և որակական վերլուծության արդյունքները:

Չնայած այս ամենին՝ Չիկիանիի նմուշները մյուսներից բավականին լավ զանազանվում են ըստ Fe/Rb Sr/Nb և Sr/Rb դիագրամների: Իրավիճակը ավելի բարդ է Հատիսի և Ծաղկունյացի նմուշների առանձնացման հարցում: Ըստ Ջ. Կելլերի, Ք. Շատենյեի և մյուսների արդյունքների՝ միայն Հատիսի համար առանձնացվում են 2–3 կոմպոզիցիոն ենթախմբեր, որոնք միմյանցից առաջին հերթին տարբերվում են Sr պարունակությամբ [12]: Համաձայն կատարված վերլուծության՝ Հատիսի և նրա ենթաաղբյուրի՝ Ակունքի դեպքում, նմուշները իհարկե դժվարությամբ, բայց բաժանվում են երկու կոմպոզիցիոն ենթախմբերի, որոնք զանազանվում են Sr/Zr-ի հարաբերակցության արժեքներով (երկրորդ խմբի դեպքում համեմատաբար բարձր են) և համապատասխանում են Ք. Շատենյեի կողմից առանձնացված Հատիս 1 և Հատիս 2 խմբերին:

Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի աղբյուրների դեպքում, Թթվաքարը և Կամաքարը հստակ առանձնացվում են Հատիսից, իսկ Դամիլիի դեպքում այդ տարբերությունները հստակ չեն, այդ պատճառով անհրաժեշտություն առաջացավ անցնելու քառաչափ համեմատության:

Նրանք զանազանվում են ըստ Ca/Th/Sr/Y, Ca/Th/Nb/Y դիագրամների և (Ca*Y)/Th գործակցի: Հատիսի դեպքում այն առնվազն կազմում է 4500 այն դեպքում, երբ Ծաղկունյաց լեռնաշղթայից Դամիլիի համար այդ գործակիցը չի գերզանցում անգամ 2700-ը:

Եզրակացություն: Օգտագործելով pXRF եղանակը, ստացված արդյունքների հիման վրա, օբսիդիանի Հայաստանի 20 և Վրաստանի 1 արդյունքների 60 նմուշների համար առանձնացվել են 9 տարբեր կոնպոզիցիոն խմբեր: Այդ արդյունքների համար ստեղծվել է երկրաբանական նմուշների անալիտիկ բազա, ինչը և հանդիսանում էր տվյալ աշխատանքի նպատակը: Հետագայում բազան կարելի է օգտագործել մի շարք կարևոր հարցերի պատասխաններ ստանալու համար: Առաջին հերթին այն թույլ կտա առանց երկրաբանական նմուշների նոր բազա ստեղծելու անհրաժեշտության, վերլուծության ենթարկելով միայն հնագիտական կոնտեքստից պեղված օբսիդիանի նմուշներ, նույնականացում կատարելով այս բազայում տեղ գտած նմուշների հետ, հասկանալ նրանց հումքի ծագումնաբանությունը:

Ստացվել է՝ 14.09.2017

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Аразова Р.Б., Мамедов А.И.** Сравнительное изучение обсидиана из неолитических поселений Азербайджана и месторождений Закавказья. // Изв. АН Азерб. ССР. Серия история, философия и право, 1979, № 3, с. 49–55.
2. **Arazova R.B.** Obsidian in the Productive Activity of Early Farming Communities of the Southern Caucasus. In Book: Von Majkop bis Trialeti. Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4. 2010, p. 39–40.
3. **Cann J.R., Renfrew C.** Characterization of Obsidian and its Application to the Mediterranean Region. // Proceedings of the Prehistoric Society, 1964, v. 30, p. 111–133.
4. **Renfrew C.** et al. Obsidian and Early Cultural Contact in the Near East. // Proceedings of the Prehistoric Society, 1966, v. 32, p. 33–72.
5. **Keller J., Seifried C.** The Present Status of Obsidian Source Identification in Anatolia and Near East. // J. of the European Study GROUP on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques Applied to Archeology PACT 25, 1990, p. 57–87.
6. **Keller J.** et al. Armenian and Caucasian Obsidian Occurrences as Sources for the Neolithic Trade: Volcanological Stetting and Chemical Characteristics. Proc. of the 29th International Symposium on Archaeometry. Ankara, 1994, p. 69–86.
7. **Blackman J.** Chemical Characterization of Caucasian Obsidian: Geological Sources. L'obsidienne au Proche et Moyen Orient: du Volcan a l'outil. // BAR, 1998, v. 738, p. 205–231.
8. **Oddone M.** et al. Characterization of Armenian Obsidians: Implications for Raw Material Supply for Prehistoric Artifacts. // J. of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2000, v. 243, p. 673–682.
9. **Cherry J.F.** et al. Field Exploration and Instrumental Neutron Activation Analysis of the Obsidian Sources in Southern Armenia. // IAOS Bulletin, 2008, № 39, p. 3–6.
10. **Karapetian S.G.** et al. Late Collision Rhyolitic Volcanism in the North-Eastern Part of the Armenian Highland. // J. of Volcanology and Geothermal Research, 2001, v. 112, p. 189–220.
11. **Lebedev V.A.** et al. The Quaternary Volcanic Rocks of Geghama Highland, Lesser Caucasus, Armenia: Geochronology, Isotope Sr-Nd Characteristics and Origin. // J. of Volcanology and Seismology, 2013, v. 7, p. 204 (in Russian).
12. **Chataigner C., Gratuze B.** New Data on the Exploitation of Obsidian in the Southern Caucasus (Armenia, Georgia) and Eastern Turkey. Part 2: Obsidian Procurment from the Upper Paleolithic to the Late Bronze Age. University of Oxford, Archeometry, 2013, p. 1–22.
13. **Frahm E.** Validity of “of-the-Shelf” Handheld Portable XRF for Sourcing Near Eastern Obsidian Chip Debris. // J. of Archeological Science, 2013, v. 40, p. 1080–1092.
14. **Frahm E.** et al. Ten Seconds in the Field: Rapid Armenian Obsidian Sourcing with Portable XRF to Inform Excavations and Surveys. // J. of Archeological Science, 2014, v. 41, p. 333–348.
15. **Martirosyan-Olshansky K.** Provenance Study of Obsidian Artifacts from the Neolithic Settlement of Masis Blur (Armenia) Using Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry. Conference Paper University of California, Los Angeles, 2015.

16. Геология Армянской ССР. Т. VII. Неметаллические полезные ископаемые (под ред. Мкртчяна С.С.). Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1966.
17. Позднеорогенный кислый вулканизм Арм. ССР (под ред. Мкртчяна С.С.). Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1971.
18. **Goodale N.** et al. pXRF: a Study of Inter-Instrument Performance. // J. of Archeological Science, 2012, v. 39, p. 875–883.
19. **Shackley M.S.** X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarcheology. 2011.

А. К. ДЖУГАРЯН

АНАЛИТИЧЕСКАЯ БАЗА АРМЯНСКИХ ИСТОЧНИКОВ ОБСИДИАНА МЕТОДОМ МОБИЛЬНОЙ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНЦИИ

Резюме

В последние годы портативный рентгенофлуоресцентный анализ стал одним из самых применяемых и практичных методов для изучения вулканического стекла. Несмотря на растущий спрос и относительную точность, существуют единичные работы по исследованию источников обсидианов Армении данным методом. Для изучения в том числе и археологических образцов обсидиана и определения их генезиса первоочередной задачей является создание аналитической базы, в которую включены геологические образцы со всех месторождений данного региона. Таким образом, данная работа является очередной попыткой изучения обсидианов Армении, конечной целью которой является создание вышеупомянутой аналитической базы методом портативной рентгенофлуоресценции.

A. K. JUHARYAN

ANALITICAL DATABASE OF ARMENIAN OBSIDIAN SOURCES OBTAINED BY PORTABLE X-RAY FLUORESCENCE

Summary

During recent years, the most effective and practical method for volcanic glass sourcing is the portable X-ray fluorescence. In spite of the reliability of this method and the growing demand, the Armenian obsidian sources have been analyzed by using the above-mentioned analytical method only in few studies. In order to make sourcing of any volcanic glass samples including archeological ones, a full database of so-called geological samples must be created first of all, which will include samples from all the sources of the region. Thus, this work is another attempt to study the Armenian obsidian sources, the ultimate goal of which is to create an analytical database of the sources using portable X-ray fluorescence method.