

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის მაგმატიზმი
და მადნიანი მინერალიზაცია

ნონა გაგნიძე

*სადისერტაციო ნაშრომი წარდგენილია ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და საინჟინრო ფაკულტეტზე გეოლოგიის
დოქტორის აკადემიური ხარისხის მინიჭების მოთხოვნების შესაბამისად*

პროგრამა - გეოლოგია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ავთანდილ ოქროსცვარიძე, გეოლოგიის
მეცნიერებათა დოქტორი, ილიას სახელმწიფო
უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

რიჩარდ გოლდფარბი, გეოლოგიის
მეცნიერებათა დოქტორი, კოლორადოს
უნივერსიტეტის პროფესორი

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თბილისი, 2015

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და
საინჟინრო ფაკულტეტის დეკანს
ბატონ დავით თარხნიშვილს
ამავე ფაკულტეტის დოქტორანტის
ნონა გაგნიძის

განაცხადი

როგორც წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალურ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად.

ნონა გაგნიძე

2015 წ

აბსტრაქტი

სადისერტაციო კვლევის ობიექტს წარმოადგენს კავკასიონის ოროგენის აღმოსავლეთი ნაწილი, კერძოდ, კახეთის ტერიტორია.

კავკასიონის ოროგენის აღმოსავლეთი ნაწილის საქართველოს სეგმენტში (კახეთის რეგიონი) ძირითადად შიშვლდება ძლიერ დანაოჭებული ქვედა-შუაიურული თიხაფიქლები, ქვიშაქვები და ვულკანოგენურ-დანალექი ქანები, რომლებიც იკვეთება სხვადასხვა სიმძლავრის და შედგენილობის მრავალრიცხოვანი ინტრუზიული სხეულებით. ქანების მთელი ეს კომპლექსი განიცდის ინტენსიურ მსხვრევას, ჰიდროთერმულ შეცვლას და მადნიან მინერალიზაციას.

შესრულებული სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა, აღნიშნულ ტერიტორიაზე 30 წლიანი პაუზის შემდეგ, კომპლექსური გეოლოგიური და მეტალოგენიური კვლევების ჩატარება და მინერალიზებული უბნების შესწავლა მათი სამრეწველო პოტენციალის შეფასების მიზნით. მიღებული შედეგების მიხედვით რეგიონში გამოიყო მაგმური აქტივობის სამი ძირითადი ეტაპი. პირველი მაგმური აქტივობა დაკავშირებული იყო ფუმდამენტის დაძირვის, გაჭიმვის და დესტრუქციის პროცესებთან (ქვედა ლიასური), რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა რიოლით-დაციტ-ანდეზიტურ-ბაზალტური მაგმის ფორმირებას; მეორე მნიშვნელოვანი მაგმური აქტივობა – ახლად ჩამოყალიბებული ქერქის ისევ გაჭიმვის პროცესებთან, როდესაც ბაიოსურში ქვედა იურულ-აალენურ ნალექებში შემოიჭრა ფუძე მაგმური ინტრუზივები და ჩამოყალიბდა ე.წ. გაბრო-დიაბაზების დაიკური სისტემა; მესამე მაგმური აქტივობა დაკავშირებულია ბათურ დანაოჭებასთან და აზეგებასთან, როცა დანალექ საფარში შემოიჭრა დიორიტ-მულტიფაზური შედგენილობის პლუტონები, რამაც გამოიწვია შემცავი ქანების ინტენსიური ჰიდროთერმული გარდაქმნები, მათ შორის პროპილიტიზაცია და ფილიტიზაცია. მესამე აქტივობამ რეგიონში განაპირობა მრავალრიცხოვანი გამადნებების ფორმირება, რომელთაგანაც თანამედროვე ეროზიულ დონეზე 100-ზე მეტია გაშიშვლებული. სავსე სამუშაოების დროს დეტალურად იქნა შესწავლილი ათი მადანგამოვლინება, რის შედეგადაც რეგიონში პირველად დაფიქსირდა ოქროს, თორიუმის, იტრიუმის, კობალტის, კადმიუმის და ბისმუტის ამაღლებული კონცენტრაციები. ამასთან

ერთად, მიკვლეულ იქნა რამდენიმე ახალი საინტერესო მადანგამოვლინება, მათ შორის დიდ ინტერესს იმსახურებს ლეჩურის პოლიმეტალური მადანგამოვლინება, რომელიც ლოკალიზაციის გეოლოგიური პოზიციით და მინერალოგიურ-გეოქიმიური პარამეტრებით მნიშვნელოვან მსგავსებას ავლენს აზერბაიჯანის ცნობილ ფილიზჩაის კოლჩედანურ-პოლიმეტალურ საბადოსთან.

კვლევის პროცესში გამოყენებულ იქნა საველე და ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები: შლიფებისა და ანშლიფების მიკროსკოპული შესწავლა, პეტროგრაფიული, გეოქიმიური, გეოფიზიკური მეთოდები.

ნაშრომი შედგება შესავალის, 5 თავის, დისკუსიისა და დასკვნისაგან. შესავალ ნაწილში მოცემულია პრობლემის ზოგადი მიმოხილვა. პირველ თავში განხილულია რეგიონის გეოგრაფიის და გეოლოგიური კვლევის ისტორია. ნაშრომის მეორე თავში ყურადღება ეთმობა რეგიონის ზოგად გეოლოგიურ დახასიათებას, საკვლევი ტერიტორიის გეოტექტონიკური მდებარეობისა და გეოლოგიური აგებულების საკითხებს. მესამე თავში აღწერილია რაიონის ამგები ძირითადი ქანები. მეოთხე თავში განხილულია რეგიონის მაგმური ქანები. ამავე თავში ცალკე ქვეთავის სახით მოცემულია მაგმური ქანების ცირკონების U-Pb მეთოდით დათარიღების შედეგები. ნაშრომის მეხუთე თავში აღწერილია რეგიონის ფარგლებში არსებული მადანგამოვლინებების, მათ შორის კვლევის ფარგლებში აღმოჩენილი ახალი მინერალიზებული უბნების, დახასიათება. დასკვნით ნაწილში შეჯამებულია კვლევის შედეგები.

ნაშრომი მოიცავს 101 ნაბეჭდ გვერდს, 40 ნახაზს და 11 ცხრილს. ლიტერატურის სიაში წარმოდგენილია 81 დასახელება. ნაშრომს ახლავს 2 დანართი, ცხრილების სახით.

საკვანძო სიტყვები: აღმოსავლეთ კავკასიონი, კახეთი, მაგმატიზმი, ოქრო, თორიუმი, მადანგამოვლინებები.

Abstract

The research object of the Doctoral thesis is the eastern part of the Greater Caucasus orogen, in particular, Kakheti area.

The eastern part of the Caucasus orogen, Georgia Republic, is mainly underlain by highly deformed Lower-Middle Jurassic shales, sandstones, and volcanoclastic rocks, intruded by numerous intrusive bodies of various compositions. All units contain a variety of mineralisation types and their surrounding zones of hydrothermal alteration.

The aim of the fulfilled work, after 30 years interval, was carrying out of the detailed geological and metallogenic research and study of mineralization areas for evaluation their industrial potential. Three main stages of magmatic activity are now clearly distinguished. Oldest magmatism comprises Early Jurassic events, related to extensional tectonism, which ranged from rhyolitic, through dacitic and andesitic, and to basaltic magma. Additional extensional processes were characterized by intrusion of a gabbro and diorite dike system into recently deposited late Early Jurassic-early Middle Jurassic formations. The final magmatic event was associated with Middle Jurassic folding and uplift during which multiphase diorite plutons were emplaced. Related intense hydrothermal activity was responsible for important polymetallic mineralization, with more than 100 recognized outcropping occurrences. A detailed study of all of these occurrences has indicated anomalous concentrations of gold, thorium, yttrium, cobalt, cadmium, and (or) bismuth. In addition, several new and potentially significant mineral occurrences were discovered, including Gelia and Lechuri.

During the research were used field- and laboratory methods: microscopic study of thin sections and polished sections, petrographic, geochemical and geophysical methods.

The structure of the doctoral thesis describes the complex character of the research subject. The paper consists of the introduction, five chapters, discussion and the conclusion. The paper has two appendices – tables of chemical analyses results and the references. In the introduction the aims and objectives of the research topic are established. In the first chapter is given brief geographic description of the study area and its geological research history. The geologic description of the region, its geotectonic position and issues of geologic construction

are given in the second chapter. In the third chapter is given description of the main rocks that construct the region. In the fourth chapter magmatic rocks of the study area are described. It includes a sub-chapter, where is given U-Pb dating results of zircons extracted from magmatic rocks. The existed ore occurrences of the region and also newly detected mineralized areas are described in the fifth chapter of the thesis work. In conclusion the research results are presented.

Keywords: Eastern Greater Caucasus, Kakheti, magmatism, gold, thorium, ore occurrences.

მადლობა

უღრმესი მადლობა მინდა გადავუხადო ჩემს ხელმძღვანელს, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებულ პროფესორს, გეოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, ბატონ ავთანდილ ოქროსცვარიძეს, გაწეული დახმარებისათვის, საინტერესო და მნიშვნელოვანი რჩევებისათვის, რის საფუძველზეც აღნიშნულმა შრომამ მიიღო დასრულებული სახე, და ასევე თანახელმძღვანელს, აშშ გეოლოგიური სამსახურის მინერალურ საბადოთა დეპარტამენტის ხელმძღვანელს, კოლორადოს უნივერსიტეტის პროფესორს, დოქტორ რიჩარდ გოლდფარბს, გაწეული კონსულტაციებისა და მხარდაჭერისათვის.

დიდი მადლობა უნივერსიტეტის დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათა ინსტიტუტის ხელმძღვანელობას საველე სამუშაოების დაფინანსებისათვის, ასევე ალ. ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომელებს დისერტაციაზე მუშაობის პროცესში გაწეული კონსულტაციებისა და დახმარებისათვის.

მადლობა პატივცემულ რეცენზენტებს მნიშვნელოვანი შენიშვნებისა და სურვილებისათვის.

მადლობა ჩემს კოლეგებს, პედაგოგებს, მეგობრებს, რომელთა მხარდაჭერას ყოველთვის ვგრძნობდი.

და ბოლოს, უღრმესი მადლობა ჩემს ოჯახს მუდმივი თანადგომისა და დახმარებისათვის.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

სარჩევი	vii
ცხრილების ჩამონათვალი	viii
ნახაზების ჩამონათვალი	ix
შესავალი	1
1. რეგიონის გეოგრაფია და გეოლოგიური კვლევის ისტორია	4
1.1. გეოგრაფია	4
1.2. გეოლოგიური კვლევის ისტორია	6
2. რეგიონის ზოგადი გეოლოგიური დახასიათება	10
3. დანალექი ქანები	15
4. მაგმატიზმი	20
4.1. ეფუზური მაგმატიზმი	20
4.2. ინტრუზიული მაგმატიზმი	25
4.2.1. ფუძე ინტრუზიული მაგმატიზმი	25
4.2.2. საშუალო და მჟავე ინტრუზიული მაგმატიზმი	29
4.3. ქანების U-Pb მეთოდით დათარიღების შედეგები	40
5. მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები და მადანგამოვლინებები	45
5.1. მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები	46
5.2. მადანგამოვლინებები	58
4. დისკუსია	86
5. დასკვნა	88
ბიბლიოგრაფია	90
დანართები	95
დანართი 1: ქიმიური ანალიზის შედეგები	95
დანართი 2: ქიმიური ანალიზის შედეგები	97

ცხრილების ჩამონათვალი

ცხრილი 4.1. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის გვიანპლინსზახურ-ადრე- ტოარსული ეფუზური მაგმატიტების ქიმიური ანალიზები	23
ცხრილი 4. 2. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დიაბაზების ქიმიური ანალიზები	28
ცხრილი 4. 3. მდ. მახვალის და სტორის ხეობის კვარციანი ალბიტოფი- რების და კვარც-პორფირების ქიმიური ანალიზები	31
ცხრილი 4. 4. კვარციანი დიორიტების ქიმიური შედგენილობა, მდ. სტორის ხეობა	36
ცხრილი. 4.5. ცირკონების დათარიღების შედეგები (ნიმ. #12GE100, კახეთი, კავკასიონი)	41
ცხრილი 5. 1. სტორის კანიონის ოქროსშემცველი პირველი ზონის ოქროს შემცველი ზოგიერთი სინჯის ქიმიური ანალიზი	65
ცხრილი 5. 2. სტორის კანიონის ოქროსშემცველი მეორე ზონის ოქროს შემცველი ზოგიერთი სინჯის ქიმიური ანალიზი	65
ცხრილი 5. 3. სტორის კანიონის ოქროსშემცველი მესამე ზონის ოქროს შემცველი ზოგიერთი სინჯის ქიმიური ანალიზი	66
ცხრილი 5.4. თორიუმის, ბისმუტისა და სხვა ელემენტების შემცველობა ჰიდროთერმულად შეცვლილ ქანებში	68
ცხრილი 5. 5. გელიას ძარღვის ზოგიერთი ნიმუშის ქიმიური ანალიზის შედეგები	74
ცხრილი 5.6. ქიმიური ანალიზის შედეგები (სიფთისხევის, ართანას, სამჭედლოს და ინგლისურის მადანგამოვლინებები)	79

ნახაზების ჩამონათვალი

ნახ. 1. 1. ალაზნის ველი და კახეთის კავკასიონი, ხედი სიღნაღიდან	4
ნახ. 1. 2. კახეთის კავკასიონის ხედი მდ. გელიას ხეობიდან	9
ნახ. 2. 1. კავკასიონის და მისი მომიჯნავე რეგიონების ტექტონიკური ზონალობა ტერეინული ანალიზის საფუძველზე (Gamkrelidze, 1997)	10
ნახ. 2. 2. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის გეოლოგიური რუკა	13
ნახ. 2. 3. კავკასიის ოროგენის სიღრმული გამკვეთი ჭრილი კახეთის მერიდიანზე ადაპტირებული ფილიპის და სხვების (1989) მიხედვით	14
ნახ. 3. 1. მდ. სტორის ხეობის დამსხვრეული და ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები	16
ნახ. 3. 2. სინემურულ-ადრეპლინსბახური თიხაფიქლების და ასპიდური ფიქლების წიკლაურის წყება, მდ. მახვალის ხეობა	17
ნახ. 4. 1. პლინსბახური სუბტუტე ბაზალტური ბალიშა ლავები, მდ. სტორის ხეობა	21
ნახ. 4. 2. პლინსბახური ეპიდოტიზირებული ბალიშა ლავების გაშიშვლება, მდ. ქვაჩადალას ხეობა	22
ნახ. 4. 3. ქვედაიურული თიხაფიქლების გამკვეთი დიაბაზის მარღვი, მდ. ალაზნის მარცხენა ფერდი, სოფელ ხადორი	26
ნახ. 4. 4. ქვედაიურული თიხაფიქლების გამკვეთი კვარც-პორფირის მარღვი, მდ. მახვალის ხეობა	30
ნახ. 4. 5. კვარც-დიორიტული სუბვულკანური სხეულის სამხრეთი გაშიშვლება მდ. სტორის მარჯვენა კარნიზზე	33
ნახ. 4. 6. ფელზური შედგენილობის ჩანართი სტორის კვარც-დიორიტულ	

სხეულში	33
ნახ. 4. 7. გაკვარცეული თიხაფიქლების რესტიტები კვარციან დიორიტებში გელის ხევის კარნიზებზე (სტორის მარჯვენა შენაკადი)	35
ნახ. 4. 8. დამსხვრეული, გაკვარცეული და პირიტიზირებული კვარციანი დიორიტები მდ. სტორის ხეობიდან	35
ნახ. 4. 9. იშვიათი მიწაელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში (86-09) და კვარციან დიორიტებში (SICP და STJC)	36
ნახ. 4. 10. იშვიათი ელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში (86-09) და კვარციან დიორიტებში (SICP და STJC)	37
ნახ. 4. 11. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დიაბაზები (1-5 წერტილები), კვარციანი დიორიტები (11- 13 წერტილები) და კვარც-პორფირები (6-10 წერტილები) AFM დიაგრამაზე ($A=Na_2O+K_2O$; $F=FeO+0.9Fe_2O_3$; $M=MgO$)	38
ნახ. 4.12 a - U-Pb იზოტოპური დათარიღების $^{206}Pb/^{238}U : ^{207}Pb/^{235}U$ დამოკიდებუ- ლების დიაგრამა; b - რაოდენობრივი ანალიზი; c - U-Pb იზოტოპური დათარიღების სტატისტიკური მახასიათებლები (ნიმ. GE100)	42
ნახ. 5. 1. წნევისა და ტემპერატურაზე დამოკიდებული წყლის ხსნადობის თვისობრივი მაჩვენებლის დიაგრამა საშუალო და მჟავე შედგენილობის მაგმაში (Okamoto at al., 2010).	47
ნახ. 5. 2. წნევის და ტემპერატურის დამოკიდებულება წყლის სიმკვრივესთან (გრ/სმ ³) ჰიდროთერმული გამაღნებების ფორმირების პროცესში	48
ნახ. 5. 3. დიდი პლუტონის თავზე განვითარებული მაგმურ-ჰიდროთერმული	

და პორფირული საბადოს ფორმირების პროცესების კონცეპტუალური სქემა, მოდიფიცირებული ლენდვინგის და სხვების (2010) მიხედვით	... 52
ნახ.5.4. ჰიდროთერმული საბადოების სხვადასხვა ტიპების ერთი პლუტონის არეალში ფორმირების კონცეპტუალური სქემა, მოდიფიცირებული რ. სილლიტოეს (2010) მიხედვით	 56
ნახ. 5. 5. გაკვარცეული და გამადნეული პლინსბახური თიხაფიქალი, მდ. სტორის ხეობა	 57
ნახ. 5.6. აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტის ძირითადი მადანგამოვლინებების სქემატური რუკა	 58
ნახ.5.7. მდ. სტორის კანიონის სამხრეთი კიდე: ჰიდროთერმული შეცვლა პლინსბახურ თიხაფიქლებში	 60
ნახ. 5.8. მდ. სტორის კანიონის ჰიდროთერმული კვარც-სერიციტული ასოციაციები, სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის ცენტრალური ნაწილი	... 61
ნახ. 5. 9. მდ. სტორის კანიონის ჰიდროთერმული ალბიტ-ქლორიტ-ეპიდოტური ასოციაციები, ბენდენას მადანგამოვლინების სამხრეთით	 61
ნახ. 5.10. მდ. სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის კონცეპტუალური (სქემატური) ჭრილი (A-B)	 62
ნახ. 5.11. სტორის კანიონის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების სქემატური სტრუქტურულ-ლითოლოგიური ჭრილი, ოქროს ამაღლებული შემცველობის ზონებით	 63

ნახ. 5. 12. თორიუმის ანომალურად მაღალი შემცველობის კვარც-პლაგიოკლაზიანი ძარღვი	67
ნახ. 5. 13. რკინის ჟანგი-პიროტინის ბუდობი, გელიას ძარღვის შემცველი ქანები ..	71
ნახ. 5.14. გელიას მადნიანი ძარღვის გაშიშვლების დასაწყისი	71
ნახ. 5.15. გელიას მადნიანი ძარღვი, გაშიშვლების ზედა, ბოლო ფრაგმენტები ..	72
ნახ. 5. 16. გელიას ძარღვის მასიური მადნის ფრაგმენტი	72
ნახ. 5. 17. გელიას ხეობის ელექტროზონდირების შედეგები	75
ნახ. 5. 18. სამჭედლოს ძარღვის კვარც-ქალკოპირიტულ-პიროტინული მადნის ფრაგმენტი, რომელშიც დაფიქსირდა 1.31 გ/ტ ოქროს შემცველობა	77
ნახ. 5. 19. „ინგლისური მადნიანი ძარღვის“ ზალბანდში ფორმირებული კვარც- პიროტინ-ქალკოპირიტული ძარღვაკები, რომელშიც დაფიქსირდა 3.09 გ/ტ ოქროს შემცველობა	80
ნახ. 5. 20. სიფთისწყლის გამაღნების ერთერთი ფრაგმენტი	81
ნახ. 5. 21. მდ. ლეჩურის მადანგამოვლინების მიმდებარედ გაშიშვლებული ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები	84

შესავალი

ბოლო ათი წლის განმავლობაში მსოფლიო ბაზარზე სამრეწველო და ძვირფასი ლითონების ფასები მკვეთრად გაიზარდა და ეს ტენდენცია კვლავაც გრძელდება. ექსპერტთა საერთო აზრით, ლითონების ფასების განუხრელი მატება გამოწვეულია მათი მოხმარების მასიური ზრდით, რაც განპირობებულია მსოფლიოს მოსახლეობის სწრაფი მატებით, ცხოვრების დონის ამაღლებით, ჩინეთ-ინდოეთის მკვეთრი ინდუსტრიალიზაციითა და ურბანიზაციით.

ლითონური რესურსების ტოტალური ხარჯვა, ბუნებრივია, იწვევს მათი მარაგების შემცირებას, რაც ახალი ამოცანების წინაშე აყენებს გეოლოგიურ სამსახურებს. ექსპერტთა დიდი ნაწილის აზრით უახლოეს მომავალში მსოფლიოში ლითონების დეფიციტი არ არის მოსალოდნელი, რადგანაც საბაზრო მოთხოვნილებები და ტექნიკური პროგრესი ხელს უწყობს სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის მუდმივ განვითარებას. თუმცა, არსებობს საწინააღმდეგო აზრიც, რომლის მიხედვითაც ლითონების დეფიციტი გარდაუვალია თუ შენარჩუნებული იქნება მისი ამჟამინდელი მოხმარების ზრდის ტენდენციები (Beaty, 2010, 14-18).

სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის თანამედროვე მდგომარეობის ამ მოკლე მიმოხილვიდან ნათელია, რომ საჭიროა გაძლიერდეს ახალი გამაღწელების ძებნა-ძიება და, მასთან ერთად, გადაფასდეს ძველი, რადგანაც ზოგიერთმა მათგანმა რომელიც არაეკონომიკური იყო წარსულში, თანამედროვე საბაზრო მოთხოვნილებიდან გამომდინარე და სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის ტექნოლოგიური განვითარების ფონზე, შესაძლებელია საბადოთა კრიტერიუმები დააკმაყოფილოს.

ჩვენი პლანეტის სასარგებლო წიაღისეულის ათვისების ისტორიის და მასშტაბების გათვალისწინებით, მომავალში, რა თქმა უნდა, გაძნელდება ახალი აღმოჩენები და სავარაუდოდ, მათი რაოდენობაც. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შემდგომში აუცილებელია სასარგებლო წიაღისეულის ძებნა-ძიების ოპტიმალური მეცნიერული მეთოდების შერჩევა, რომელიც დაფუძნებული იქნება კომპლექსურ გეოლოგიურ, გეოქიმიურ და გეოფიზიკურ მეთოდებზე.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი შრომა სწორედ ამ გამოწვევებს ეხმიანება, კერძოდ, ჩვენი კვლევის ერთ-ერთი ძირითადი მიზანია კავკასიონის კახეთის სექტორში მადნიანი მინერალიზაციის კვლევა და მისი სამრეწველო პოტენციალის შეფასება. როგორც ბოლო დროის გეოქიმიურ-იზოტოპური მონაცემები და საველე დაკვირვებები გვიჩვენებს, კოლიზიურ ოროგენებში მასშტაბური მადნიანი მინერალიზაცია, უმეტეს შემთხვევაში, დაკავშირებულია ინტრუზიულ მგმატიზმთან ან მაგმურ რეზერვუარებში ფორმირებული ჰიდროთერმების პოსტმაგმურ აქტივობასთან (Goldfarb et al., 2005, 417-418; Kekelia et al., 2008, 369-372; Okrostsvaridze, 2007, 45-69). აღსანიშნავია, რომ შესწავლილ რეგიონში სწორედ ინტრუზიული მაგმატიზმი, განსხვავებით ეფუზურისგან (აქიმიძე, 2010, 167-170), პრაქტიკულად შეუსწავლელია და კვლევის ერთერთ ამოცანასაც ამ ხარვეზის შევსება წარმოადგენდა. სწორედ ამ უკანასკნელმა არგუმენტმა განსაზღვრა ჩვენი გადაწყვეტილება, შეგვესწავლა რეგიონის ინტრუზიული მაგმატიზმიც და განგვესაზღვრა მისი როლი მადნიანი მინერალიზაციის პროცესებში, ძებნა-ძიებითი პროცესების მეტი ოპტიმიზაციის მიზნით.

აღსანიშნავია, რომ უკანასკნელ წლებში მკვლევართა მიერ ტექტონიკურ-დიფუზიური მოდელირების საშუალებით განსაზღვრულ იქნა საბადოთა ის ტიპები, საიდანაც მომავალ ათასწლეულში განხორციელდება ოქროს და სხვა მეტალების მოპოვება (Kesler and Wilkinson, 2008, 2009). ამ გამოთვლების მიხედვით, მომავალში ჰიდროთერმული ოროგენული საბადოებიდან ოქროს და სხვა თანმხლები მეტალების მოპოვება შემცირდება და გაიზრდება ეპითერმული ტიპის საბადოებიდან, რადგანაც ისინი ვრცელდება დედამიწის ქერქის უფრო ღრმა ჰორიზონტებში.

ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ კავკასიონის კახეთის სეგმენტის მადნიანი მინერალიზაციის დიდი ნაწილი მიეკუთვნება საბადოთა ეპითერმულ ტიპს, საიდანაც, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მსოფლიოში მეტალების დიდი ნაწილის მოპოვება განხორციელდება მომავალში. ეს მოცემულობა კი კიდევ უფრო აძლიერებს რეგიონისადმი ჩვენი კვლევის ინტერესს, როგორც მეცნიერული, ისე კომერციული თვალსაზრისით.

ნაშრომი მომზადდა ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და საინჟინრო ფაკულტეტზე, მისი ხელმძღვანელობის და მთელი კოლექტივის დიდი მხარდაჭერით. კვლევის შესრულებაში დიდი როლი ითამაშა საქართველოს რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის (#GNSF/ST09-1071-5-150) ფარგლებში კახეთის კავკასიონზე ჩატარებულმა საველე და ლაბორატორიულმა სამუშაოებმა და აგრეთვე ტაივანის ნაციონალური უნივერსიტეტის გეოლოგიურ დეპარტამენტთან თანამშრომლობამ. საველე გეოლოგიური სამუშაოები ჩავატარეთ 1:25000–იან მასშტაბში, რომლის დროსაც აღებული იქნა 200–მდე პეტროგრაფიული სინჯი, 500–ზე მეტი გეოქიმიური სინჯი და 12 სინჯი მაგმური ქანების იზოტოპური დათარიღებისთვის. გეოქიმიური სინჯები აღებული იქნა წერტილოვანი მეთოდით და მათი წონა შეადგენდა 3–4 კგ, ხოლო იზოტოპური დათარიღებისთვის აღებული სინჯების მასა შეადგენდა 6–7 კგ–ს. ყველა აღებული ნიმუში მიღებული იქნა ტოპორუკაზე GPS გამოყენებით. ქანების სილიკატური ანალიზების ნაწილი ჩატარდა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოლოგიურ ლაბორატორიაში, ხოლო ქანების იზოტოპური დათარიღება განხორციელდა U-Pb და Ar^{40} - Ar^{39} მეთოდებით, ტაივანის ნაციონალური უნივერსიტეტის იზოტოპურ ლაბორატორიაში. მეტალების გეოქიმიური ანალიტიკური სამუშაოები ჩატარდა ვანკუვერის (კანადა) AlsChemex ლაბორატორიაში ICP-OSL დანადგარზე და AcmeLab–ის ვანკუვერის ანკარის ფილიალში (თურქეთი) ICP-MS დანადგარზე სხვადასხვა მეთოდებით. აღნიშნულ დანადგარებზე ჩატარებულმა ქიმიურმა ანალიზებმა კი საშუალება მოგვცა, თითოეულ ნიმუშში განგვესაზღვრა 39 ელემენტის კონცენტრაცია, რამაც მეტალოგენიური თვალსაზრისით რეგიონის სრულიად ახალი პერსპექტივები წარმოაჩინა.

1. რეგიონის გეოგრაფია და გეოლოგიური კვლევის ისტორია

1.1 გეოგრაფია

საკვლევი რეგიონი მდებარეობს კავკასიონის სამხრეთი ფერდის აღმოსავლეთ ნაწილში და მოიცავს ალაზნგალმა კახეთის მთიან ტერიტორიას (ნახ.1.1). იგი ჩრდილოეთიდან შემოფარგლულია კავკასიონის მთავარი ქედის წყალგამყოფით, სამხრეთიდან - მდ. ალაზნის დეპრესიით, დასავლეთიდან – მდ. ილტოს –, ხოლო აღმოსავლეთიდან – მდ. მაზიმ-ჩაის ხეობებით. აღნიშნული ტერიტორიის საერთო ფართობი 3400 კმ² შეადგენს და ადმინისტრაციულად მიეკუთვნება ახმეტის, თელავის, ყვარლის და ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტებს.



ნახ. 1. 1 ალაზნის ველი და კახეთის კავკასიონი, ხედი სიღნაღიდან.

რეგიონის აბსოლუტური სიმაღლეები ზღვის დონიდან 3000 მ-ს აღემატება (მ. ბორბალო - 3854 მ, მ. ხორაჯო- 3555 მ და სხვა) და რელიეფი საკმაოდ რთული აგებულებით ხასიათდება. რეგიონის ფარგლებში კავკასიონის მთვარ ქედზე არსებობს სამი გადასასვლელი: კოდორი (2363.3მ), საქორნე (2790მ) და აბანო (2970მ). კავკასიონის მთავარი ქედის წყალგამყოფის სამხრეთით სუბმერიდიონალური მიმართულებით ფორმირებულია შემდეგი ქედები (აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ): გუბისთავი, კუდიგორა, ხერხემალი,

გირგალი, ნინორალი, წოვა და კახეთი. რელიეფის დანაწევრებას ხელს უწყობს ინტენსიურად განვითარებული მდინარეთა ქსელი, ხოლო რეგიონის მთავარ წყალშემკრებს წარმოადგენს მდ. ალაზანი, რომელიც მიუყვება კავკასიონის მთავარ ქედს და ჩაედინება კასპიის ზღვაში. მდ. ალაზნის კავკასიონიდან ჩამომდინარე მარცხენა ძირითადი შენაკადებია: მახვალი, სტორი, დიდხევი, ლოპოტა, ინწობა, ჩელთი, დურუჯი, ბურსა, ავანისხევი, შოროხევი, აფენი, კაბალი, ბაისუბანი, გურგენიანი, ანწალწყალი, ლაგოდების-წყალი და მაზიმ-ჩაი. ამ მდინარეთა ხეობები ზემო წელში საკმაოდ ვიწროა, სადაც ხშირად გვხვდება ჩანჩქერები და გაუვალი ადგილები. ქვემო წელში ხეობები ფართოვდება, იშლება და მდ. ალაზნის ველის მარცხენა კიდეზე ქმნიან უზარმაზარ გამოზიდვის კონუსებს. თვითონ ალაზნის ველი წარმოადგენს ფართო მოსწორებულ დეპრესიას, ამოვსებულს მძლავრი მეოთხეული ნალექებით, რომელიც წარმოადგენს თიხაფიქლების დაშლის პროდუქტს და რომლის ხარჯზედაც ნაყოფიერი ნიადაგია ჩამოყალიბებული. სწორედ ამ ნიადაგზე იზრდება კახეთის ცნობილი ვენახები, ხილის ბაღები და ბოსტნეული კულტურები.

მთის ფერდობები ძირითადად დაფარულია ფართოფოთლოვანი ტყით, სადაც გვხვდება წიფელი, რცხილა, მუხა, არყის ხე, ხოლო შედარებით დაბლობ რაიონებში – წაბლი, ცაცხვი, თხილი, შინდი და სხვადასხვა ხეხილი. რეგიონი მდიდარია ფაუნისტურადაც, რომლის საუკეთესო სპექტრი წარმოდგენილია ლაგოდების ნაკრძალის ტერიტორიის ფარგლებში. სამწუხაროდ, ამ მიწეზეზების გამო აღნიშნულ ტერიტორიაზე გეოლოგიური სამუშაოების ჩატარების საშუალება არ მოგვეცა.

მაღალმთიანი ზონებისთვის დამახასიათებელია ზომიერად ნოტიო კლიმატი, ცხელი ზაფხულის გარეშე, ხოლო დაბალმთიანეთისათვის – მშრალი და ცხელი კლიმატი. დაბლობში საშუალო წლიური ტემპერატურა – 10–25°C-ია, ხოლო ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა – 938 მმ.

რეგიონში დასახლებული პუნქტები ძირითადად გვხვდება მდ. ალაზნის ველის მიდამოებში, მხოლოდ რამდენიმე სოფელი გვხვდება მდ. ალაზნის შენაკადების ქვემოწელში, ხოლო მთიანი ნაწილი საერთოდ დაუსახლებელია.

დასახლებულ პუნქტებს ერთმანეთთან აკავშირებს საავტომობილო გზები, ხოლო ზოგიერთ მდინარეთა ხეობებში შედის გრუნტის გზები. მოსახლეობა ძირითადად დასაქმებულია წვრილფერმერული სოფლის მეურნეობით.

1.2 გეოლოგიური კვლევის ისტორია

კავკასიონის ოროგენის კახეთის სეგმენტის გეოლოგიური კვლევა მე-19 საუკუნის ბოლოდან დაიწყო და იგი დაკავშირებული იყო სასარგებლო წიაღისეულის ძებნა-ძიებასთან. პირველად რეგიონში გეოლოგიური საველე სამუშაოები ჩაატარეს ფ. გავრილოვმა (1895) და ს. სიმონოვიჩმა (1896) მდინარეების იორისა და ალაზნის აუზებში და შეადგინეს თელავისა და ზაქათალის მაზრის გეოლოგიური რუკა, რომელსაც ამჟამად მხოლოდ ისტორიული მნიშვნელობა გააჩნია. კახეთის კავკასიონის მადანშემცველობაზე კი პირველი მონაცემები გამოქვეყნდა ვ. მილერისა და მ. დენისოვის მიერ (1917), ხოლო უფრო მოგვიანებით ამ საკითხს დეტალური შრომა მიუძღვნა ე. გაბუნია (1933).

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის კახეთის სეგმენტის გეოლოგიური აგებულების ინტენსიური შესწავლა მე-20 საუკუნის 30-იანი წლებიდან დაიწყო, რომელიც ძირითადად ითვალისწინებდა სპილენძის, მარმარილოს და სახურავი ფიქლების საბადოების ძებნა-ძიებით სამუშაოებს მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების ხეობებში. ამ პერიოდში რეგიონში პირველი გეოლოგიური-სადიებო სამუშაოები ჩაატარა ა. ბუხნიკაშვილმა (1931). მან მდ. ალაზნის სათავეებში სპეროზას კლდოვანი ქედი გრანიტოიდულ წარმონაქმნად მიიჩნია და “სპეროზას მასივის” სახელით გამოყო, თუმცა რთული რელიეფისა და მცირე გეოლოგიური ინფორმაციის გამო ზუსტად ვერ დაადგინა ამ მაგმური წარმონაქმნის გენეზისი და ურთიერთობა შემცველ ქანებთან და ის პალეოზოურ ინტრუზივად განსაზღვრა. აღსანიშნავია, რომ დაახლოებით ასეთივე აზრს იზიარებდნენ ამ წარმონაქმნებზე ნ. ვასოვიჩი (1932) და ლ. ვარდანიანცი (1940), რომელთა მიხედვითაც სპეროზას ქედის ამგები ქანები და კახეთის სხვა ანალოგიური წარმონაქმნები ლიასურ თიხაფიქლებში პალეოზოური გრანიტოიდების ტექტონიკური სოლების სახით არის შეჭრილი. შემდგომი კვლევები

ალაზანგალმა კახეთის ტერიტორიაზე აწარმოა ვ. რენგარტენმა (1932), რომლის მიერ შემუშავებული იქნა კახეთის ქედის ახალი სტრატეგია და ტექტონიკური აგებულების სქემა.

აღნიშნული მკვლევარების გარდა, ამ პერიოდში რეგიონში აქტიურ გეოლოგიურ სამუშაოებს ატარებდნენ ვ. სლავინი (1932), ი. ბოკიტკო (1932), კ. პაფენგოლცი (1931), ი. მარკოზია (1932), ი. სინტკოვსკი (1935), მ. ალიევი (1938) და ვ. პაცი (1939), რომლებმაც ალაზანგალმა კახეთის სხვადასხვა უბნების გეოლოგიური რუკები შეადგინეს. აღნიშნული მკვლევარების შრომებში მოცემულია ცალკეული უბნებისათვის საინტერესო და ღირებული მასალა, თუმცა მათ შორის აღინიშნება მნიშვნელოვანი შეუსაბამობა, რაც ბუნებრივიცაა, რადგანაც ფაქტიურად ეს იყო რეგიონის შესახებ ერთერთი პირველი გეოლოგიური მონაცემები.

1944 წლიდან რეგიონში დაიწყო 1:200000 მასშტაბში გეოლოგიური აგებულება და აქტიური სამეცნიერო კვლევები. ამ პერიოდში კახეთში მომუშავე მკვლევარებიდან აღსანიშნავია ვ. კრესტნიკოვის შრომა (1944, 15-16), რომელშიც იგი სპეროზას ქედის ამგებ ქანებს პალეოზოურ გრანიტოიდებად განიხილავს, თუმცა შემდგომში მან თავისი მოსაზრება შეცვალა და სპეროზას ქედის ამგები ქანები არკოზულ ქვიშაქვებად მიიჩნია, რომელშიც მცირე რაოდენობით თიხაფიქლების შუაშრები აღნიშნა (Крестников, 1947, 45-47). მან ამავე წარმონაქმნებს მიაკუთვნა მდ. სტორის ხეობის “ქვიშაქვები” და დაუშვა, რომ აღნიშნული ქანები რეგიონში ანტიკლინების ღერძულ ნაწილს აგებს და წარმოადგენს ლიასური დანალექი სერიის ქვედა დასტებს. მოგვიანებით ვ. კრესტნიკოვმა ბ. რობინსონთან ერთობლივად გამოთქვა მოსაზრება (Крестников, Робинсон, 1955, 23), რომლის მიხედვითაც აღნიშნული წარმონაქმნები წარმოადგენს პალეოზოურ გრანიტოიდებს და ისინი ლიასურ თიხა-ფიქლებში შეჭრილია ტექტონიკური სოლის სახით.

ამავე პერიოდიდან იწყება სისტემატური სამუშაოები კახეთის კავკასიონზე სპილენძ-პიროტინული მადნების წინასწარ ძებნა-ძიებაზე და პარალელურად მიმდინარეობდა რაიონის გეოლოგიური აგებულებისა და მაგმატიზმის

შესწავლა (გაბუნია, ყაზახაშვილი, 1944; გაბუნია და სხვ., 1945; ხარაშვილი, 1945, 1948).

50-იანი წლების ბოლოს და 60-იანის დასაწყისში რეგიონში აგეგმვით სამუშაოებს აწარმოებდა პ. ავალიშვილი და მისი ჯგუფი. ჯგუფის პირველი ანგარიშის მიხედვით (Авалишвили и др., 1958, 92-102), სპეროზას ქედი ძირითადად აგებულია არკოზული და კვარციანი ქვიშაქვებით, რომელთანაც მორიგეობს კვარც-სერიციტული თიხაფიქლები, კვარციტები და კონგლომერატ-ბრექჩიები. ასეთივე ქანები მათ გამოყვეს მდ. სტორის ხეობაში და ყველა ერთად მიაკუთვნეს ქვედაიურულ-ტრიასულ წარმონაქმნებს, თუმცა მოგვიანებით შეხედულება შეცვალეს და ეს წარმონაქმნები პალეოზოურად დაათარილეს (Авалишвили и др., 1962, 80-85).

ამ ერთობ სადავო საკითხებს დეტალურად განიხილავს შ. ადამია თავის მონოგრაფიაში (1968), რომელშიც იგი ფაქტობრივად იზიარებს პ. ავალიშვილის და სხვათა პირველ მოსაზრებას (Авалишвили и др., 1958, 50-55). იგი თავის შრომაში განიხილავს რეგიონის ოთხ ძირითად საყრდენ ქრისტ (სპეროზას, სტორის, სიფთისხევის და ლოპოტას ქრისტები), ახდენს მათ ლითოსტრატოგრაფიულ იდენტიფიკაციას და აერთიანებს სინემურული ასაკის ერთი სტრატოგრაფიული ერთეულის ფარგლებში, რომელიც, მისი აზრით, ქვეშ უდევს შუალიასურ თიხაფიქლებს. მოგვიანებით, აღნიშნული ქანების ასოციაცია, ზედალიასურ თიხაფიქლებთან ერთად, მ. თოფჩიშვილმა (1996) სტორის წყების სახელით გამოყო.

XXI საუკუნის დასაწყისშიც თ. გიორგობიანი (2003) ამ სადავო ქანებს “არკოზულ ქვიშაქვებად” განიხილავს, თუმცა განსხვავებით შ. ადამიასგან (1968), მათ პალეოზოურად ათარილებს და ვ. კრესტნიკოვის და ბ. რობინსონის მსგავსად მიიჩნევს, რომ აღნიშნული წარმონაქმნები პროტრუზივის სახით არის შეჭრილი ქვედაიურულ თიხაფიქლებში. თუმცა ამ შრომაში, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, უკანასკნელი ავტორები ქვედალიასურ “არკოზულ ქვიშაქვებს” უკვე პალეოზოურ გრანიტოიდებად მიიჩნევენ.

ვიდრე ნაშრომის უშუალოდ გეოლოგიურ ნაწილზე გადავიდოდეთ, აღვნიშნავთ, რომ საკვლევი რეგიონის დიდი ნაწილი დაფარულია გაუვალი ტყით

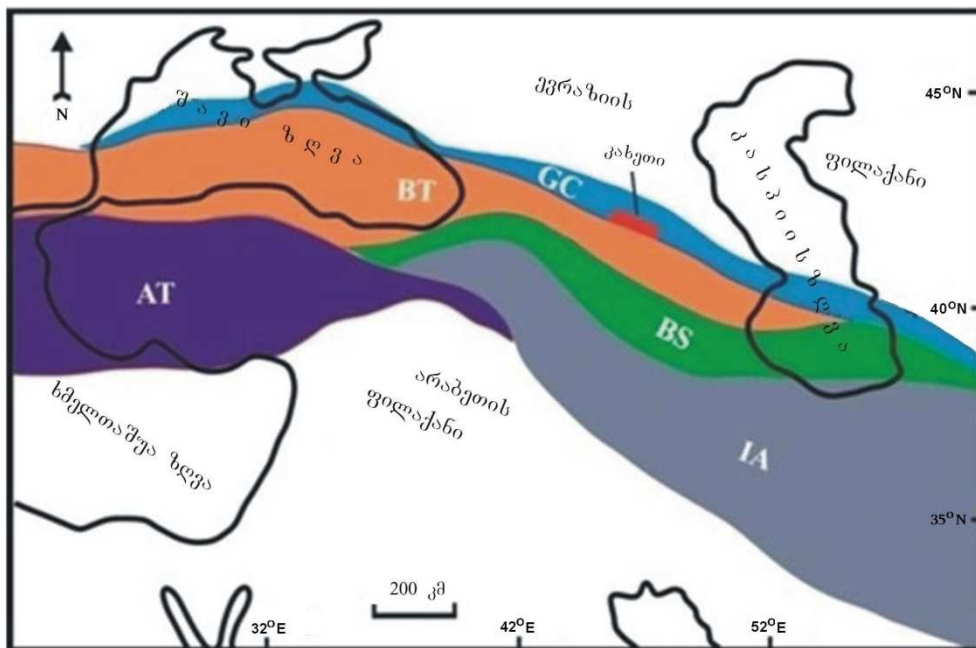
ან რთული რელიეფის გამო მიუვალა (ნახ. 1. 2). ამასთან ერთად, დანალექი საფარის დიდი ერთგვაროვნების და განამარხებული ფაუნის სიმცირის გამო გამწვანებულია მისი სტრატиграფიული დანაწევრებაც. გართულებებს იწვევს აგრეთვე ძალიან რთული ტექტონიკა და ინტენსიური მეწყრული მოვლენები. ეს ყველაფერი ერთობლიობაში კი ხელს უშლის რეალური გეოლოგიური ინფორმაციის მოპოვებას, რაც შესაბამისად აისახება დასკვნების სიზუსტეში, რის გამოც შესწავლილ რეგიონზე არსებობს ბევრი ურთიერთგამომრიცხავი გეოლოგიური შეხედულება.



ნახ. 1. 2 კახეთის კავკასიონის ხედი მდ. გელიას ხეობიდან.

2. რეგიონის ზოგადი გეოლოგიური დახასიათება

კავკასიონის ნაოჭა მათათა სისტემა, რომელშიც მდებარეობს საკვლევი რეგიონი, წარმოადგენს ფანეროზოულ კოლიზიურ ოროგენს, რომელიც გაჭიმულია შავი ზღვიდან კასპიის ზღვამდე 1200 კმ-ზე მეტ მანძილზე, NW-SE მიმართულებით (ნახ. 2.1). იგი აგებულია სამი დიდი გეოტექტონიკური ერთეულით: კავკასიონის და მცირე კავკასიონის მობილური ზონებით და შიდა კავკასიური მიკროკონტინენტით. ამ ოროგენული სისტემის ფორმირება განაპირობა სამხრეთიდან ჩრდილოეთისკენ მოძრავი არაბეთის ფილის და ევრაზიული კონტინენტის კოლიზიამ. მკვლევართა ნაწილის მიხედვით, კოლიზია და ქანების ეგსჟუმაცია დაიწყო დაახლოებით 10 მლ წლის წინ (Sengör and Kidd, 1979, 362-365), ხოლო ნაწილი მიიჩნევს, რომ ეს პროცესი გაცილებით გვიან, კერძოდ 5–3.5 მლ წლის წინ დაიწყო (Philip et al. 1989, 3-8).



ნახ. 2. 1 კავკასიონის და მისი მომიჯნავე რეგიონების ტექტონიკური ზონალობა ტერეინული ანალიზის საფუძველზე (Gamkrelidze, 1997).

ტერეინები: GC-კავკასიონის, BT- შავი ზღვა-ცენტრალურ ტრანსკავკასიური, BS - ბეიზუთ-სევანის, IA - ირან-ავღანეთის, AT – ანატოლიის.

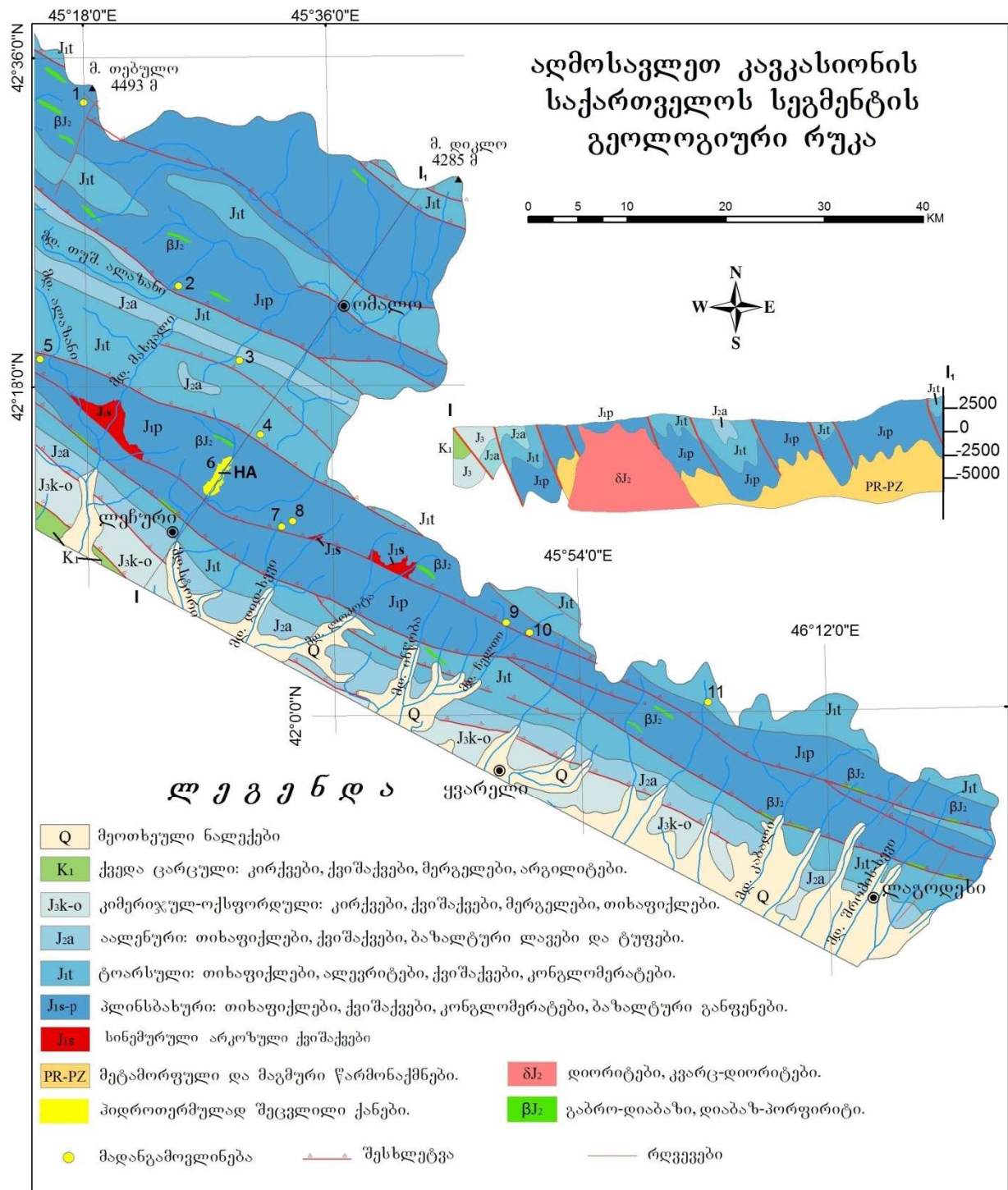
კავკასიონი წარმოადგენს კავკასიის კოლიზური ოროგენის უკიდურეს ჩრდილო ერთეულს, რომელიც თანამედროვე გეოტექტონიკური დარაიონების მიხედვით განიხილება როგორც პირველი რიგის ტერენი, რომელიც შეზრდილია ევრაზიული კონტინენტის სამხრეთ კიდეებთან (Gamkrelidze, 1997, 75-78). მის ფორმირებაში მკვეთრად გაიმიჯნება ორი ეტაპი: მეზოზოურის წინა და მეზო-სენოზოური. მეზოზოურის წინა წარმონაქმნები რეგიონალურად მეტამორფიზებულია და წარმოდგენილია ფილიტებით, კრისტალური ფიქლებით, გნეისებით, ამფიბოლიტებით, მიგმატიტებით და მათი გამკვეთი მაგმური სხეულებით, რომლებშიც სჭარბობს გრანიტოიდები. გეოლოგიურ ლიტერატურაში ქანების მთელი ეს კომპლექსი განიხილება როგორც „კავკასიონის კრისტალური ფუნდამენტი“ (Gamkrelidze, Shengelia, 2005, 25-28; Okrostsvaridze, Tormey, 2013, 3). კავკასიონის განვითარებაში მეზო-სენოზოური ეტაპი კარგად გამოხატული ქვედა მეზოზოური ტრანსგრესიით იწყება და ყალიბდება მძლარი დანალექი და ვულკანოგენურ-დანალექი საფარი, რომელიც რეგიონალურ მეტამორფიზმს აღარ განიცდის, მაგრამ ისერება სხვადასხვა შედგენილობის ინტრუზული სხეულებით (Борсук, 1979, 125; დუდაური, 2003, 23).

კავკასიონის კახეთის სეგმენტი მდებარეობს მთავარი ქედის აღმოსავლეთი ნაწილის სამხრეთ ფერდზე, და მდ. ალაზნის სათავეებიდან, 20–35 კმ სიგანის ზოლის სახით, გაიდევნება აღმოსავლეთით 120 კმ მანძილზე აზერბაიჯანის საზღვრამდე (მდ. მაზიმ-ჩაის ხეობა). ეს სეგმენტი ძირითადად აგებულია მეზოზოური წარმონაქმნებით და მოიცავს დაახლოებით 3400 კმ² ფართობს (ნახ. 2. 2). ჩრდილოეთიდან იგი ისაზღვრება კავკასიონის მთავარი მთავარი ქედის წყალგამყოფით, ხოლო სამხრეთიდან რეგიონალური რღვევით ემიჯნება კავკასიის შიდა მიკროფილას, რომელიც რელიეფში ალაზნის დეპრესიითაა წარმოდგენილი. მას აშიშვლებს მდ. ალაზნის სათავეების და მისი მარცხენა შენაკადების: მახვალის, სტორის, დიდხევის, ლოპოტას, ჩელთის და სხვა მდინარეთა ღრმად ჩაჭრილი ხეობები. ეს სეგმენტი ძირითადად აგებულია ინტენსიურად დანაოჭებული და დამსხვრეული ქვედა იურული თიხა-ფიქლებით, ქვიშაქვებით, მცირე რაოდენობით კარბონატული ქანებით და დაციტ-

ანდეზიტ-ბაზალტური განფენებით, რომლებიც რელიეფში ქმნიან საერთო კავკასიური მიმართების, სამხრეთით გადმოწოლილ კახეთის ანტიკლინურ სტრუქტურას. ნალექების ამ მძლავრ სერიას ზოგადად საერთოკავკასიური მიმართება (NW-SE) გააჩნია 20-30° დაქანების აზიმუტით, ხოლო დახრის კუთხე 60-80° ფარგლებში მერყეობს. ყველა მონაცემების მიხედვით ქვედა იურული ნალექების ეს სერია ჩამოყალიბდა პალეოზოური ფუნდამენტის ინტენსიური გაჭიმვის პროცესში განაპირა ზღვის ფაციესის პირობებში. დანალექი საფარის მთელი ეს კომპლექსი შუა იურულში იკვეთება სხვადასხვა სიმძლავრის და შედგენილობის მრავალრიცხოვანი ინტრუზიული სხეულებით, რომლებიც შემცავ ქანებთან ერთად განიცდის ინტენსიურ სტრესს, მსხვრევას და კატაკლაზს.

კავკასიონის გეოტექტონიკური დარაიონების მიხედვით კავკასიონის კახეთის სეგმენტი მთლიანად მოქცეულია საერთო კავკასიური მიმართების ყაზბეგ-ლაგოდეხის ტექტონიკურ ზონაში (Гамკრелидзе, 2000, 17). იგი ხასიათდება რთული ტექტონიკური აგებულებით, რაც გამოიხატება საერთო კავკასიური მიმართების სამხრეთისკენ გადმოხრილი ქერცლოვანი სტრუქტურის ფორმირებაში, რაც ზოგადად, განპირობებულია მთელი კომპლექსის მოძრაობით სამხრეთის მიმართულებით (Forte, 2010, 470-475). შედეგად ჩამოყალიბებულია ნაოჭა-ქერცლური სტრუქტურები, რომლებიც თავის მხრივ დამსხვრეულია დიდ და მცირე ბლოკებად. ასევე რთული ტექტონიკური სტრუქტურით ახასიათებს კახეთის კავკასიონს თ. გიორგობიანი (Гиоргобiani, 2003, 365). მისი აზრით ამ სეგმენტში, კერძოდ, მდ. სტორის ხეობაში, მეზოზოურ დანალექ საფარში, რომელიც ქმნის ანტიკლინურ სტრუქტურას, პროტრუზიულად შემოჭრილია პალეოზოური ქვიშაქვები. აღსანიშნავია, რომ მსგავსი მოსაზრება გასული საუკუნის მვლევარებსაც აქვთ გამოთქმული, თუმცა ისინი ე. წ. „პალეოზოურ ქვიშაქვებს“ პალეოზოურ გრანიტებად მიიჩნევდნენ.

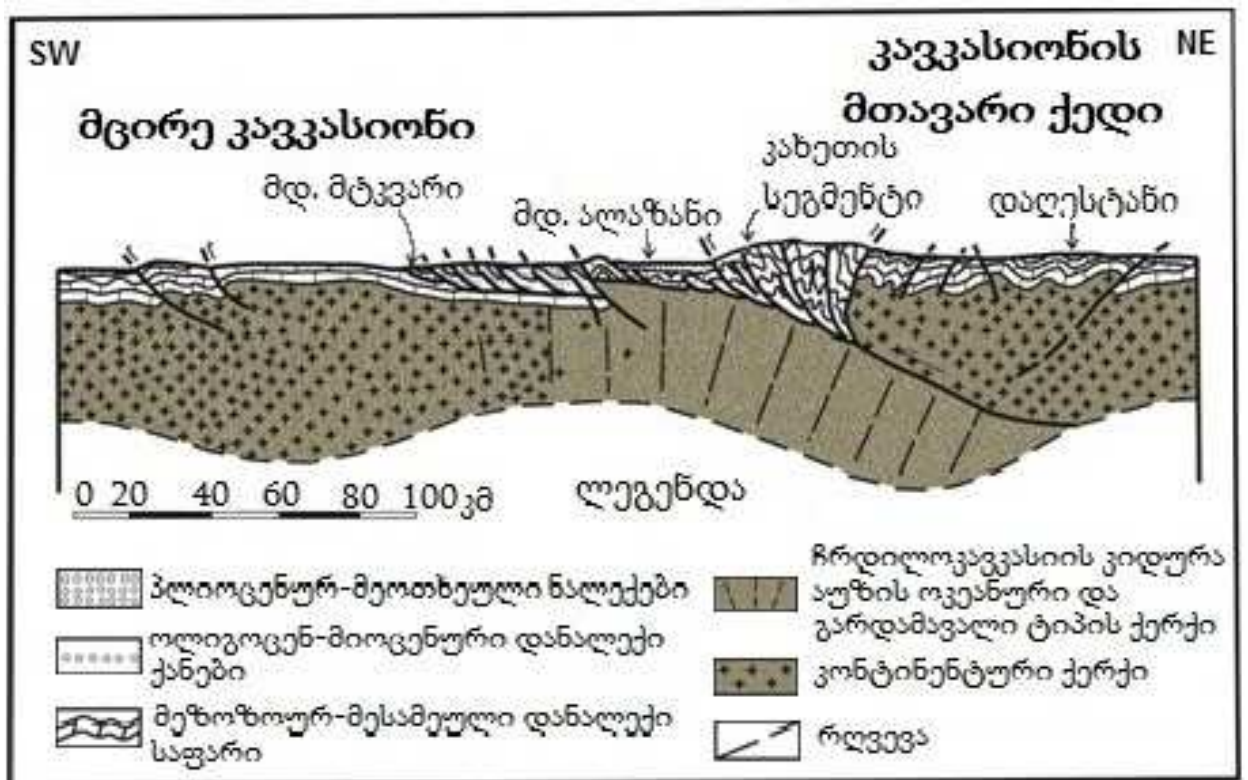
როგორც რეგიონის გეოფიზიკური კვლევები გვიჩვენებს (Philip et al., 1989), კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დანალექი საფარი განლაგებულია ოკეანური ან გარდამავალი ტიპის თხელ ქერქზე (ნახ. 2.3). აღნიშნული რეგიონის სიღრმული აგებულების მსგავს სურათს გვთავაზობენ რებაი და სხვები (Rebaï et al., 1993, 1090-1097).



ნახ. 2.2 . აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტის გეოლოგიური რუკა, ადაპტირებული ე. გამყრელიძის (2003) მიხედვით.

მადანგამოვლინებები: 1- თებულო, 2- ილურთა, 3- საცხვრე-ხორხი, 4- აბანო, 5- ქვაჩადალა, 6- ლეჩური; ართანას მადნიანი ველი: 7-სამჭედლო, 8- ინგლისური; 9- ჩელთი, 10- შოროხევი, 11- არეში; HA- ჰიდროტერმულად შეცვლილი ზონა.

ჩვენ ვიზიარებთ კავკასიონის კახეთის სეგმენტის სიღრმული აგებულების აღნიშნულ სქემას, რადგანაც მისი მაგმური აქტივობის მთელი სპექტრი, რომელზედაც დაწვრილებით ქვემოთ ვისაუბრებთ, ამ ვერსიის დამაჯერებელ არგუმენტს წარმოადგენს.



ნახ. 2.3 კავკასიის ოროგენის სიღრმული გამკვეთი ჭრილი კახეთის მერიდიანზე ადაპტირებული ფილიპის და სხვების (1989) მიხედვით.

3. დანალექი ქანები

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დანალექი ქანები ძირითადად წარმოდგენილია ქვედა-შუა იურული თიხაფიქლების, ასპიდური ფიქლების და ქვიშაქვების მძლავრი სერიით, რომელშიც შუაშრეების სახით აღინიშნება მცირე სიმძლავრის ვულკანოგენურ-დანალექი წარმონაქმნები (ნახ. 3. 1). დანალექი ქანების ეს სერია აგებს ანტიკლინურ სტრუქტურას, გაიდევნება NW-SE მიმართულებით და გადმოწოლილია სამხრეთისკენ. ყველა გეოლოგიური ნიშნის მიხედვით, ქანების მთელი ეს სერია დაილექა კიდურა ზღვიური ფაციესის პირობებში, პალეოზოური ფუნდამენტის ინტენსიური გაჭიმვის და დამირვის შედეგად. აღსანიშნავია, რომ ფუნდამენტის რამდენიმე მცირე ფრაგმენტი შიშვლდება კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ღრმად ჩაჭრილ კანიონებში.

მთელი რიგი მკვლევართა მონაცემებით, ამ სერიის უძველეს ქანებს წარმოადგენს სინემურული, ე. წ. უხეშმარცვლოვანი არკოზული ქვიშაქვები (Авалишвили и др., 1958, 50-55; Адамия, 1968, 127-150). აღნიშნული ქანების ყველაზე დიდი გამოსავალი, დაახლოებით 4,5 კმ სიმძლავრის, აღინიშნება კახეთის ანტიკლინის ღერძულ ნაწილში, რომელსაც კარგად აშიშვლებს მდ. სტორის ღრმა კანიონი. მკვლევართა მონაცემებით, ეს ქანები ძირითადად წარმოდგენილია საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი ქვიშაქვების დასტებით, რომელშიც აღინიშნება რიოლით-დაციტური შედგენილობის კვარციანი ალბიტოფირების განფენები და მათი პიროკლასტოლითები.

ზოგადად კი, მდ. სტორის ჭრილში ქანები განიცდის ინტენსიურ კატაკლაზს, ჰიდროთერმულ სილიფიკაციას და სულფიდიზაციას, რის გამოც მნიშვნელოვანწილად დაკარგული აქვთ პირველადი ბუნება (ნახ. 3.1). ისინი ძირითადად წარმოდგენილია კვარც-სერიციტ-ქლორიტიანი და კვარც-ქლორიტ-ეპიდოტ-ალბიტიანი წარმონაქმნებით, რომლებიც ინტენსიური მსხვრევის ზოგ უბანზე გამდიდრებულია სულფიდური მინერალებით, პირიტით და პიროტინით.

სტორის გამოსავლის გარდა, ანალოგიური წარმონაქმნები კავკასიონის კახეთის სეგმენტში შიშვლდება, აგრეთვე, სპეროზას ქედზე და დიდხევის, ლოპოტასა და მაწიმის ხეობებში. ეს წარმონაქმნები ფაუნას და ფლორას არ შეიცავს, რის გამოც

სადავოა მათი ასაკი; ინტენსიური მეორადი შეცვლების გამო სადავოა, აგრეთვე, მათი გენეზისიც. ზოგიერთი მკვლევარი მათ ზედა პალეოზოურ გრანიტოიდებად მიიჩნევს (ბუხნიკაშვილი, 1931, 30; Вассоевич, 1932, 65; Крестников, Робинсон, 1955, 23), ხოლო ზოგი კი – ადრეიურულ არკოზულ ქვიშაქვებად განიხილავს (Авалишвили и др., 1958, 55; Адамия, 1968, 130). ქვიშაქვებისა და თიხაფიქლების მორიგეობა მ. თოფჩიშვილმა (Топчишвили, 1996, 75) სტორის წყების სახელწოდებით გამოყო და სინემურულად დაათარიდა. აღნიშნული ქანების შესახებ გამოქვეყნებულ ბოლო შრომაში ისინი ზედა პალეოზოურ-ტრიასულ ქვიშაქვებად განიხილება (გიორგობიანი, 2003, 365-367). არსებობს ქანების გენეზისის ახალი ინტერპრეტაცია, რომელიც დაფუძნებულია კომპლექსურ გეოლოგიურ, პეტროგრაფიულ, პეტროქიმიურ და გეოქიმიურ კრიტერიუმებზე, რომელზეც დეტალურად შემდეგ ქვეთავში შევჩერდებით.



ნახ. 3. 1 დამსხვრეული და ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები, მდ. სტორის ხეობა.

კავკასიონის კახეთის სეგმენტში ფაუნისტურად დათარიღებულ ყველაზე ძველ დანალექ ქანებს წარმოადგენს გვიანსინემურულ-ადრეპლინსბახური თიხაფიქლების და ასპიდური ფიქლების წყება ე. წ. წიკლაურის წყება (ნახ. 3. 2). მისი ქვედა ნაწილი კარგად შიშვლდება მდ. სტორის ხეობაში. წყების საგებიდან 70-

80 მ (იქ სადაც თუშეთის საავტომობილო გზა გადადის მდ. სტორის ხიდზე) ფიქლების დასტაში ჩნდება წვრილ- და საშუალომარცვლოვანი კარბონატული ქვიშაქვის შუაშრები, ზოგჯერ კირქვის ლინზებით. ამ კარბონატულ წარმონაქმნებში პ. ავალიშვილს ნაპოვნი აქვს გვიანსინემურულ-ადრეპლინსბახური ამონიტური ფაუნა. წყება კარგად იდევნება სტორის ხიდიდან ჩრდილოეთით, თითქმის 1კმ-ზე, თორღვას აბანოს წყაროებამდე. ანალოგიური ქანები დაფიქსირებულია აგრეთვე სპეროზას ქედზე, დიდხევისა და ლოპოტას ხეობაში, სადაც ისევ ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში უშუალოდ აგრძელებს სტორის წყებას. ხორაჯოს აუზში, ნასოფლარ ჩხატანასთან ამ დასტაში მ. თოფჩიშვილსა (1971, 1996) და მ. ფრუიძის (1972) მიერ შეგროვილი იქნა, ასევე, გვიანსინემურულ-ადრეპლინსბახური ფაუნა.



ნახ. 3. 2 სინემურულ-ადრეპლინსბახური თიხაფიქლები და ასპიდური ფიქლები - წიკლაურის წყება, მდ. მახვალის ხეობა.

ასპიდური ფიქლების წყება მნიშვნელოვან როლს ასრულებს არამარტო სტორის ხეობაში, არამედ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ფიქლების სერიის ფორმირებაში. წყება ერთგვაროვანია მთელ რეგიონში და წარმოდგენილია მუქი ნაცრისფერი, თითქმის შავი, ასპიდიზირებული და დაფიქლებული

პელიტოლითებით, რომლებშიც ერთეული დიანაცრისფერი ალევრიტის ზოლები აღინიშნება. ჭრილის ზოგიერთ უბანზე ალევრიტული მასალა მატულობს და მიიღება ზოლებიანი ალევროპელიტური ფიქლები. პელიტური ნაწილი ქლორიტ-სერიციტული ქერცლებით იფარება და გარკვეულ ბზინვარებას იძენს, ალევრიტული კი - ღია ნაცრისფერი რჩება. ქანები გამდიდრებულია პირიტით, რომელიც წარმოდგენილია მარცვლების, კონკრეციების, ლინზებისა და ზოგჯერ ზოლების სახით.

პლინსბახური ნალექები სრული თანდათანობით გადადის ასევე ფაუნით დათარიღებულ ტოარსული ასაკის დანალექ კომპლექსში, რომელიც რეგიონში ორი – დურუჯისა (Чихрадзе, 1976, 639) და პანკის (Топчишвили, 1996, 113) წყებებით არის წარმოდგენილი. დურუჯის წყება კახეთის რეგიონში უწყვეტად გაიდევნება მეგანტიკლინის სამხრეთ ფრთაში ჩელთი-შოროხევის შუამდინარეთში. მისი ქვედა ნაწილი ფლიშოიდურია, ზედა - ქვიშაქვიანი. ფლიშოიდური დასტა 1-5 სმ სიმძლავრის ალევრიტული და პელიტური შრეების მორიგეობით არის აგებული. მორიგეობა რიტმულია. როგორც წესი, დასტის ქვედა ნაწილში პელიტური შრეების სიმძლავრე სჭარბობს ალევრიტულს. ფლიშოიდური დასტის ზედა ნაწილში მატულობს ალევრიტული მასალა და დასტა, რომლის სიმძლავრე 450-500 მ-ს შეადგენს, გადადის ზედა - ქვიშაქვიან დასტაში. ქვიშაქვები აქ წვრილი და საშუალო მარცვლოვანია, უმთავრესად ცუდად ახარისხებული, ზოგჯერ კარბონატული, მოლურჯო-ნაცრისფერი, რომელიც გამოფიტულ ზედაპირზე ყავისფერს იღებს. შეიცავს სიდერიტის, ზოგჯერ კალციტის კონკრეციებს. ქვიშაქვის შრეების გამყოფია ზოლიანი ალევროპელიტები, რომელთა სისქე 2-5 სმ-ს იშვიათად აჭარბებს. ქვიშაქვების შრეების სიმძლავრე არის 0.5-5.0 მეტრი და მეტი.

პანკისის წყება რეგიონში ალაზანი-ჩელთისა და შოროხევი-მაზიმჩაის გამოსავლებით არის წარმოდგენილი. წყების ქვედა ნაწილი დურუჯის წყების ანალოგიურია - ფლიშოიდური; ზედა - პელიტ-ალევროპელიტური, ქვიშაქვის ერთეული შრეებით. ქვიშაქვები აქაც წვრილ- და საშუალო მარცვლოვანია, კარბონატული, სიდერიტული კონკრეციებით. წყების ამ ნაწილში რიტმულობა არ ფიქსირდება. დურუჯის წყებისაგან განსხვავებით წყებაში ფსამიტური მასალა ალევრიტულთან შედარებით ბევრად დამორჩილებულია. დურუჯის წყების

ფსამიტური- და პანკისის წყების ალევროპელიტური დასტები მდ. ჩელთისა და მდ. შოროხევის მერიდიანებზე თანდათანობით გადადის ერთმანეთში.

ქვედა-შუაიურული ნალექების გამოსავლები კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე აალენ-ქვედაბაიოსურით (ალმატის წყება) მთავრდება. ეს წყებაც თანხმობით აგრძელებს ტოარსულ ნალექებს და ფაუნით არის დათარიღებული. წარმოდგენილია აუხარისხებელი ფსამიტ-ალევრო-პელიტური ფიქლებისა და არგილიტების მორიგეობით, რომელშიც ფსამიტ-ალევრიტული მასალა გამოკვეთილი შრეების სახით არ გვხვდება. წყება ქვედა ნაწილში უფრო მსხვილკლასტურია (ალევრო-ფსამიტური), ზემოთ მატულობს პელიტური მასალა და ზედა ნაწილს აგებს რბილი, დამახასიათებელი მომწვანო ფერის, არგილიტები – პელიტ-კარბონატული კონკრეციებით, პირიტის კრისტალებითა და ზოგჯერ ცენტრში ფაუნით. ამ ნალექებში – სოფელ შაქრიანის მიდამოებში გამოვლენილია ბაზალტური ვულკანიზმი (აქიმიძე, 2010, 167).

4. მაგმატიზმი

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დანალექი საფარი, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჩამოყალიბდა ქერქის ინტენსიური გაჭიმვისა და დაძირვის პირობებში, რის გამოც მისი ფორმირების პროცესში მნიშვნელოვნად გააქტიურებული იყო მაგმური პროცესები. აქ აღინიშნება როგორც ეფუზიური, ისე ჰიპაბისური და აბისური წარმონაქმნები, რომელთა ქიმიური შედგენილობა ფართო ვარიაციებს განიცდის. ინტრუზიული მაგმატიზმი დიდ როლს თამაშობს, აგრეთვე, უკვე ჩამოყალიბებული დანალექი საფარის გარდაქმნაში, რაც გამოიხატება მის ინტენსიურ სილიფიკაციაში, სერიციტიცაზიაში, ქლორიტიზაციაში და სულფიდურ მადნიან მინერალიზაციაში. რეგიონში იმდენად ძლიერია ტექტონიკური სტრესული მოვლენები და მეორადი შეცვლები, რომ ზოგ შემთხვევაში გართულებულია დანალექი და მაგმური ქანების ერთმანეთისგან გამიჯვნა, რაზედაც დეტალურად იქნა აღნიშნული მე-3 თავში.

4.1. ეფუზიური მაგმატიზმი

კავკასიონის კახეთის სეგმენტში ეფუზიური მაგმური აქტივობა, როგორც გეოლოგიური დაკვირვება გვიჩვენებს, იწყება გვიანსინემურულ – ადრეპლინსბახურ დროში და მისი პროდუქტები ფიქსირდება ე. წ. სტორის წყების მესამე დასტაში, რომელიც წარმოდგენილია რიოლით-დაციტური შედგენილობის კვარციანი ალბიტოფირების განფენებით და მათი პიროკლასტოლითებით. ეს დასტა იკვეთება აგრეთვე ფუძე შედგენილობის დაიკებითა (დიაბაზი) და მცირე ინტრუზივებით (მიკროგაბრო). როგორც დანალექ, ისე მაგმურ ქანებს განცდილი აქვს ინტენსიური კატაკლაზი და ჰიდროთერმული გარდაქმნები. მნიშვნელოვანწილად დაკარგული აქვთ, როგორც პირველადი ბუნება, ისე რეგიონული მეტამორფიზმის ნიშნები. ამჟამად ეს კომპლექსი წარმოდგენილია კვარც-ალბიტ-სერიციტიანი და კვარც-ქლორიტ-ალბიტ-ანი ფიქლებით, რომლებიც ინტენსიურ მსხვრევას და კატაკლაზს განიცდის. აღსანიშნავია, რომ მსხვრევის ზონების გარკვეული მონაკვეთები

გამდიდრებულია სულფიდური მინერალებით: პირიტით, პიროტინით და ქალკოპირიტით (აქიმიძე, 2010, 166-168).

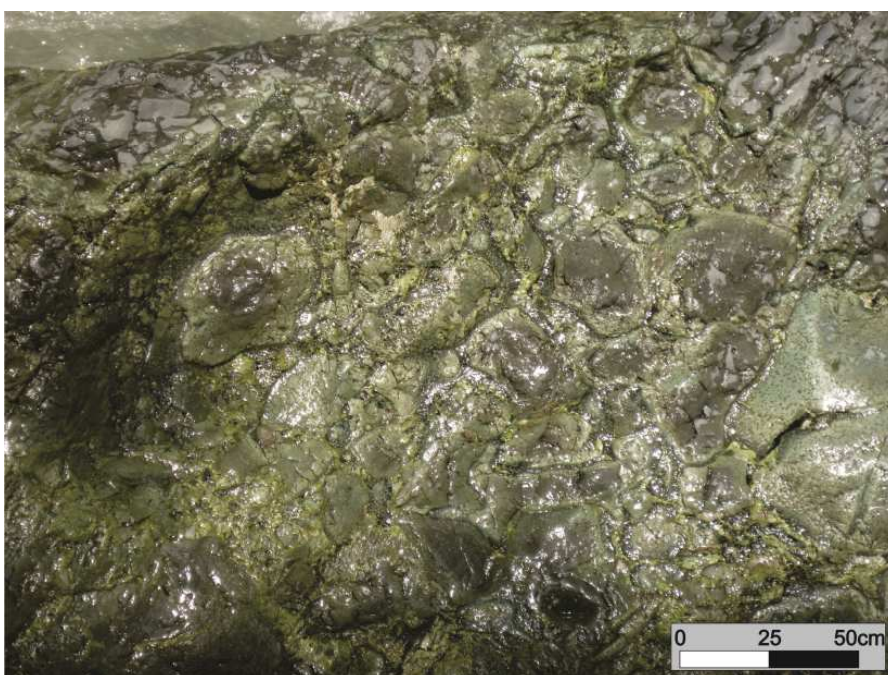
სტორის გამოსავლის გარდა ანალოგიური ნალექები კახეთის რეგიონში ცნობილია, აგეთვე, სპეროზას ქედზე, დიდხევის, ლოპოტისა და მაწიმის ხეობებში. აღნიშნულ წარმონაქმნებში ფაუნა არ გვხვდება და ამიტომ, როგორც დანალექი საფარის განხილვის დროს იყო აღნიშნული, მკვლევართა შორის მათი ასაკისა და გენეზისის შესახებ, ერთიანი აზრი არ არსებობს. ზოგი მას ზედა პალეოზოურ გრანიტოიდებად მიიჩნევს (Васоевич, 1932, 65-67), ზოგი – ზედა პალეოზოურ-ტრიასულ ქვიშაქვებად (გიორგობიანი, 2003, 365); უმრავლესობა კი – ადრეიურულ ქვიშაქვებად ათარიღებს (Авалишвили и др., 1958, 92-102; Адамия, 1968, 132; Топчишвили, 1996, 75-83).

მომდევნო ეფუზიური ვულკანური პროდუქტები აღინიშნება პლინსბახური ასაკის წიკლაურის წყების ფარგლებში, ძირითადად წყების ზედა ნაწილში. ისინი წარმოდგენილია სუბტუტე ბაზალტური წარმონაქმნებით, რომლებიც შიშვლდება მდინარეების ქვაჩადალის, სტორის, კაბალის, შრომისხევის, ლაგოდეხისხევისა და მაწიმის ხეობებში. სტორის ხეობაში ამ მაგმური აქტივობის პროდუქტების შემცაველი დასტის სიმძლავრე 500 მ აჭარბებს. იგი წარმოდგენილია ლავაბრექჩიებით, ბალიშა ლავური განფენებით (ნახ.4. 1), მასიური სილური და დაიკური სხეულებითა და ტუფოლავეებით. ეს ტექსტურული და გენეტური სახესხვაობები იძლევა, როგორც იზოლირებულ სხეულებს, ისე – ერთმანეთში



ნახ. 4.1. პლინსბახური სუბტუტე ბაზალტური ბალიშა ლავეები, მდ. სტორის ხეობა.

გარდამავალ წარმონაქმნებს. აღსანიშნავია, რომ ამ ვულკანური აქტივობის ბალიშა ლავები ხშირად შეცემენტებულია ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებით, რაც მათ ვიზუალურად სასიამოვნო ელფერს სძენს და შესანიშნავ მოსაპირკეთებელ ქანს წარმოადგენს (ნახ. 4.2). ისინი განსაკუთრებით ფართოდ არის გავრცელებული მდ. ქვაჩადალას და მდ. ილტოს ხეობებში და მნიშვნელოვან სამრეწველო მარაგებს ქმნის (აქიმიძე 2010, 169), რომელთა დამუშავება მნიშვნელოვან ეკონომიკურ სარგებელს მოუტანს რეგიონს, განსაკუთრებით კი პანკისის ხეობის მოსახლეობას.



ნახ. 4.2. პლინსბახური ეპიდოტიზირებული ბალიშა ლავების გაშიშვლება, მდ. ქვაჩადალას ხეობა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქვედა-შუაიურული ნალექების გამოსავლები კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე გვიანაალენ-ბაიოსურით (ალმატის წყება) მთავრდება. ამ ნალექებში, სოფელ შაქრიანის მიდამოებში, გამოვლენილია ბაზალტური ვულკანიზმის პროდუქტები. როგორც ჩანს, ვულკანიზმის ეს ეტაპი, პლინსბახურთან შედარებით გაცილებით სუსტია. ვულკანოგენურ-დანალექი დასტის სიმძლავრე 19-22 მ-ს არ აჭარბებს და მიმართებაზე დაახლოებით 3.7-4 კმ-ზე

გაიდევნება. შედგენილობით პლინსბახური ვულკანიზმის ანალოგურია. წარმოდგენილია 12 მ და 7 მ სიმძლავრის ბალიშა ტექსტურის მქონე 2 ლავური განფენითა და 2 და 3.5 მ სიმძლავრის ტუფო-ლავური ჰორიზონტით. ქიმიური კახეთის კავკასიონის ვულკანიტები პასუხობს ტიპურ ტოლეიტურ ბაზალტებს (ცხრ. 4.1).

ცხრილი 4.1. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის გვიანპლინსბახურ - ადრეტოარსული ეფუზიური მაგმატიტების ქიმიური ანალიზები (აქიმიძე, 2010).

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺
1.	47.38	0.54	12.58	6.15	3.70	8.87	0.14	7.26	4.0	0.25	0.03	0.04	8.52
2.	50.40	0.44	14.28	6.75	3.29	6.80	0.16	11.36	3.82	0.25	0.03	0.04	2.54
3.	47.42	0.50	15.82	6.53	3.60	6.93	0.14	9.96	4.15	0.25	0.03	0.10	4.20
4.	48.38	0.87	16.63	6.66	2.64	7.53	0.10	7.88	4.30	-	0.02	0.26	3.82
5.	45.15	0.82	16.57	6.04	5.05	10.04	0.15	5.63	5.00	0.50	0.05	0.57	4.47
6.	48.62	0.90	17.04	7.10	1.69	7.09	0.10	6.19	4.8	0.30	0.15	0.06	5.12
7.	47.72	0.60	16.65	5.94	2.57	7.13	0.07	10.36	4.00	0.25	0.32	2.13	2.52
8.	44.95	0.36	14.80	6.66	7.60	10.12	0.28	4.28	3.30	-	0.03	1.07	6.70
9.	44.81	0.94	16.72	7.82	0.77	5.95	0.07	10.00	4.75	-	-	0.47	7.93
10.	44.05	0.36	13.26	7.68	1.90	8.40	0.10	11.00	4.75	1.30	0.03	0.40	6.00
11.	48.95	0.25	14.45	10.29	2.65	7.25	0.14	9.02	4.00	0.30	0.07	0.45	2.80
12.	46.82	0.38	14.05	8.40	3.60	8.08	0.12	7.18	4.30	0.40	0.06	1.52	5.63
13.	46.40	0.17	12.58	8.44	3.35	6.71	0.14	12.66	4.85	0.35	0.03	0.40	3.60
14.	47.16	0.24	13.66	9.36	3.84	7.34	0.02	10.52	4.45	0.25	0.03	0.30	2.65
15.	51.09	0.67	16.44	7.27	2.01	6.-3	0.12	6.78	4.22	-	0.17	1.26	4.05
16.	51.97	1.01	13.57	5.92	2.92	6.89	0.14	6.81	4.60	0.50	0.36	1.14	3.44
17.	47.20	0.50	14.86	7.52	4.36	8.14	0.12	8.12	4.12	0.25	0.14	0.92	4.45
18.	45.15	0.82	16.57	5.09	6.05	10.04	0.15	5.63	5.00	0.50	0.02	0.57	4.47
19.	50.11	1.20	14.54	6.12	3.31	5.23	0.20	10.03	4.20	0.50	0.31	0.53	4.33
20.	48.38	0.87	16.63	6.66	1.64	7.53	0.10	7.88	4.30	-	0.12	0.76	3.82

ნიმუშების დასახელება და ალების ადგილი: 1, 2, 3 - ლავური ბრექჩიები მდ. ლამაზურის ხეობიდან; 4, 5 - ბალიშა ლავების ცემენტი მდ. ლამაზურის ხეობიდან; 6, 7 - ბალიშა ლავების ცენტრი მდ. ლამაზურის ხეობიდან; 8, 9 - ბალიშა ლავების გამოფიტული ქერქის მდ. ქვაჩადალას ხეობიდან; 10 - ბალიშა ლავის ცენტრი მდ. ქვაჩადალას ხეობიდან; 11, 12 - კრიპტოკრისტალური ლავა მდ. ქვაჩადალას ხეობიდან; 13, 14 - ჰოლოკრისტალური ლავა მდ. ქვაჩადალას ხეობიდან; 15 - ბალიშა ლავის ცენტრი მდ. შრომისხევისხეობიდან; 16 - ჰოლოკრისტალური ლავა მდ. ლაგოდეხისხევიდან; 17 - კრიპტოკრისტალური ლავა მდ. ლაგოდეხისხევიდან; 18 - გამოფიტული ლავური ბრექჩია მდ. სტორის ხეობიდან; 19 - კრიპტოკრისტალური ლავა მდ. სტორის ხეობიდან; 20 ჰოლოკრისტალური ლავა მდ. სტორის ხეობიდან.

ამრიგად, თუ შევაჯამებთ ეფუზიურ მაგმატიზმზე არსებულ მონაცემებს, მაშინ კავკასიონის კახეთის სეგმენტში მისი აქტივობის სამი პერიოდი შეიძლება გამოვყოთ: 1. გვიანსინემურული–ადრეპლინსბახური (რიოლით–დაციტ–ანდეზიტური), რომელიც დაფიქსირებულია სტორის წყებაში (სიმძლავრეები სადავოა) 2. გვიანპლინსბახურ–ადრეტოარსული (სუბტუტე ბაზალტური), რომელიც ლოკალიზებულია წიკლაურის წყებაში (სიმძლავრე – 70–500 მ); და 3. გვიანალენ–ბაიოსური (ბაზალტური), რომელიც ალმატის წყების ნაწილს წარმოადგენს (სიმძლავრე – 10–200 მ).

4. 2. ინტრუზიული მაგმატიზმი

ბუნებრივია, კავკასიონის კახეთის სეგმენტის ქვედაიურულ ეფუზიურ ვულკანიზმს გააჩნია თავისი მომყვანი გზები, რომლებიც აქ, ძირითადად, წარმოდგენილია ჰიპაბისური, სუბვულკანური მმლავრი დაიკების და სილების სისტემით. ისინი განსხვავებულ გეოდინამიკურ და თერმოდინამიკურ პირობებში ჩამოყალიბდა და ქიმიურად წარმოდგენილია ფუძე, საშუალო და მჟავე მარღვული ქანებით. ინტრუზიული მაგმატიტების ამ სისტემას კავკასიონის კახეთის სეგმენტში თანამედროვე ეროზიული დონის მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია, მაგრამ მისი რთული გეოდინამიკური პოზიციის, ინტენსიური ტექტონიკური მსხვრევის და კატაკლაზის გამო გართულებულია მათი იდენტიფიკაცია. მკვლევართა ნაწილი მათ დანალექ წარმონაქმნებად მიიჩნევს. გარდა აღნიშნულისა, მდ. სტორის ხეობაში ჩვენს მიერ იზოტოპური დათარიღების გზით დადასტურებულია პალეოზოური ასაკის მაგმატიტები, რომლებიც პროტრუზიულად არის შემოჭრილი მეზოზოურ, კერძოდ ქვედა იურულ თიხაფიქლებში და ქვიშაქვებში, რაც კიდევ უფრო ართულებს კავკასიონის ინტრუზიული მაგმატიტების სპექტრს.

4. 2. 1. *ფუძე ინტრუზიული მაგმატიზმი.* კავკასიონის კახეთის სეგმენტში ფუძე ინტრუზიული მაგმატიზმი უპირატესად წარმოდგენილია დიაბაზ–პორფირიტული მარღვებით, რომლებიც ძირითადად ქმნის 0.3 –20 მ სიმძლავრის სხეულებს, რომლებიც კვეთენ ქვედაიურულ დანალექ საფარს. გაშიშვლებაში ისინი გაიდევნება ათეული მეტრებიდან ასეულ მეტრებამდე და, როგორც წესი, მათი მიმართება ემთხვევა შემცველი ქანების მიმართებას. დიაბაზების მარღვები თითქმის არანაირ კონტაქტურ შეცვლებს არ იწვევს შემცველ ქანებთან, მხოლოდ მმლავრი დაიკების კონტაქტებში აღინიშნება თიხაფიქლების სუსტი გარქაულება და ზოგჯერ ეპიდოტიზაცია. ეს კი მიუთითებს დიაბაზური დაიკების აღნიშნული სისტემის მცირე სიღრმეებზე ჩამოყალიბებასა და მაგმური მდნარის შედარებით დაბალ ტემპერატურას. კავკასიონის კახეთის სეგმენტში დიაბაზების დაიკები არათანაბრად არის განაწილებული და ისინი გარკვეულ უბნებად გროვდება.

კერძოდ, დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ მათი კონცენტრაცია აღინიშნება მდ. ალაზნის სათავეებში, მდინარეების მახვალის, სტორის, დიდხევის, ინწობის, კაბალის, ლაგოდეხისხევის და მაზიმჩაის ხეობებში.

შედგენილობით ეს ქანები ძირითადად წარმოდგენილია ურალიტიზირებული პორფირული დიაბაზებით, რქატყუარიანი და ავგიტიანი დიაბაზებით, რომლებიც ერთმანეთში სრულიად თანდათანობით გადადის. ყველა გეოლოგიური და პეტროგრაფიული მონაცემებით ისინი წარმოადგენს ერთი ტექტონიკურ-თერმული აქტივობის პროდუქტს და გენეტურად დაკავშირებულია ერთიან მძლავრ ფუძე მაგმურ კერასთან.



ნახ. 4. 3. ქვედაიურული თიხაფიქლების გამკვეთი დიაბაზის ძარღვი, მდ. ალაზნის მარცხენა ფერდი, სოფელ ხადორი

კავკასიონის კახეთის სეგმენტში დიაბაზური დაიკების ორი პეტროგრაფიული ტიპი შეიძლება გამოვყოთ: 1) პორფირული დიაბაზები, რომელშიც პორფირები წარმოდგენილია ფუძე პლაგიოკლაზის ფენოკრისტალებით (№№45–50) და რომელთა ზომები 5 მმ–ს ფარგლებში მერყეობს. მათი ძირითადი

მასა წვრილმარცვლოვანი, ოფიტურია და წარმოდგენილია პიროქსენით, ქლორიტით, ანდეზინის ნემსისებრი კრისტალებით და ტიტანო-მაგნეტიტით. ამ ტიპის დიაბაზებში პიროქსენი განიცდის ურალიტიზაციას, ძლიერია ქლორიტიზაცია, აღინიშნება, აგრეთვე, კალციტიზაციის პროცესი და გაკვარცებაც. როგორც წესი, ასეთი ტიპის დიაბაზები მძლავრ მარღვებს ქმნის, მათ დაჰკრავს მომწვანო შეფერილობა და ვიზუალურად კარგად ემჩნევა პლაგიოკლაზის პორფირული გამონაყოფები; 2) მეორე ტიპის დიაბაზებში შეიძლება გავაერთიანოთ წვრილმარცვლოვანი, ერთგვაროვანი მასის დიაბაზური სხეულები, რომლებიც არ ქმნის მძლავრ დაიკურ სხეულებს და მათი სიმძლავრე არ სცილდება 1 მ-ს. ისინი ხასიათდება ანდეზიტური სტრუქტურით და წარმოდგენილია ბოჰკოვანი პლაგიოკლაზებით და გათიხებული მინით. პლაგიოკლაზი განიცდის სერიციტიზაციას და კალციტიზაციას. ამ ტიპის დიაბაზების მარღვები, უმეტეს შემთხვევაში, მძლავრი დიაბაზური სხეულების აპოფიზებს წარმოადგენს და გამოკრისტალებულია უფრო მარჩხ პირობებში, ვიდრე პირველი ტიპის დიაბაზები.

ვიდრე ამ ქანების ასაკზე ვიმსჯელებთ, საჭიროდ ჩავთვალებთ მოკლედ განვიხილოთ წინა მკვლევარების ნაშრომები კავკასიონის დიაბაზების შესახებ, რადგანაც ამ ქანების გეოლოგიურ კვლევას კავკასიაში თითქმის ყველაზე ხანგრძლივი ისტორია გააჩნია. როგორც ცნობილია, დიაბაზური სარტყელი მთლიანდ მიუყვება კავკასიონის სამხრეთ ფერდს და იგი აშკარად კვეთს ქვედაიურულ თიხაფიქლებს. ამ ქანების პირველი გეოლოგიური შესწავლა განახორციელა ფ. ი. ლევინსონ-ლესინგმა (1898), არხოტის უღელტეხილზე სარკინიგზო გვირაბის გაყვანასთან დაკავშირებით. მან დეტალურად აღწერა ჭაუხის მასივის, გველისმთის და კოლატანისთავის დიაბაზური წარმონაქმნები. შემდეგ რაიონის დიაბაზები შეისწავლა დ. ც. ბელიანკინმა (1914), რომელმაც დიდი ფაქტობრივი მასალის დამუშავების შედეგად არხოტის უღელტეხილის დიაბაზები ორ ფორმაციულ ჯგუფად დაჰყო: კოლატანის (ნატრიუმით მდიდარი) და ასის (კალციუმით მდიდარი). ამ ორი ქიმიურად განსხვავებული დიაბაზების არსებობა დ. ბელიანკინმა ერთიანი გაბროული მაგმის დიფერენციაციით ახსნა.

შემდგომში დიაბაზების ასეთი გენეტური სახესხვაობები გამოყოფილი იქნა სხვა დიაბაზურ უბნებზეც.

პირველი მონაცემები კახეთის კავკასიონის დიაბაზური წარმონაქმნების ასაკზე ლ. ა. ვარდანიანს ეკუთვნის (1940). იგი მიიჩნევს, რომ ეს ჰიპაზისური წარმონაქმნები ქვედა იურული ასაკისაა, თუმცა ამ დასკვნაში იგი ბოლომდე არაა დარწმუნებული. გ. ზარიძემ განაზოგადა რა არსებული მონაცემები კავკასიონის დიაბაზების შესახებ (Заридзе, 1961, 78-100), დაუშვა, რომ კახეთის დიაბაზები, ისე როგორც მთლიანად კავკასიონის სამხრეთი ფერდის დიაბაზები, ბაიოსის პორფირიტული წყების სინქრონულია და წარმოადგენს ამ წყების ეფუზიური მაგმატიტების მომყვან არხებს.

დიაბაზური ქანების ასაკის საკითხი დეტალურად დაამუშავა გ. ძოწენიძემ (1947). მან ჩუთხაროსა და ჭაუხების დიაბაზური მასივების გეოლოგიურ-პეტროგრაფიული შესწავლის შედეგად დაადგინა, რომ ეს მასივები ინტრუზიულადაა განლაგებული ზედა ლიასური თიხაფიქლების ზედა ჰორიზონტებსა და ბაიოსის პორფირიტულ წყებას შორის. ამ გეოლოგიური მოცემულობის შედეგად იგი მივიდა დასკვნამდე, რომ კავკასიონის სამხრეთი ფერდის დიაბაზური სარტყელის ასაკი შეესაბამება ბაიოსურს და, შესაძლებელია, ზედა ლიასურსაც კი.

ცხრილი 4. 2. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დიაბაზების ქიმიური ანალიზები

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	Mg O	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ხურ. დანაკ	H ₂ O	ჯამი
1	47.29	1.11	18.03	1.83	7.74	0.13	11.93	7.03	2.18	0.14	0.22	2.22	0.24	100.09
2	48.85	1.36	16.52	1.71	9.32	0.18	10.62	7.21	2.50	0.14	0.23	1.38	0.02	100.04
3	50.09	1.52	15.53	2.43	9.52	0.18	7.22	6.29	2.34	0.15	0.22	4.15	0.32	99.96
4	49.73	1.42	16.13	2.12	8.12	0.13	11.63	6.86	2.61	-	0.21	0.76	0.40	100.12
5	47.42	0.83	20.62	2.32	6.21	0.16	9.84	6.64	2.12	0.14	0.15	3.14	0.66	100.25

1, 2 - ავგიტიანი დიაბაზი მდ. ალაზნის სათავეებიდან; 3 - მიკროდიაბაზი მდ. ჩელთის ხეობიდან; 4 - გაბრო დიაბაზი მდ. ალაზნის ხეობიდან, ს. ხადორის სამხრეთით; 5 - მიკროდიაბაზი მდ. ლოპოტას ხეობიდან.

კახეთის კავკასიონზე დიაბაზური დაიკების განლაგების ზემოთ აღწერილი მსგავსი გეოლოგიური სურათი არ დაიკვირვება, მაგრამ ისინი აშკარად კვეთს

ლიასურ თიხაფიქლებს. ეს კი იმის საფუძველს გვაძლევს, რომ დავეთანხმოთ გ. მოწენიძის (1947, 52-60) და გ. ზარიძის (1961, 47-50) მოსაზრებებს და ვივარაუდოთ ამ გაბრო-დიაბაზური დაიკების სისტემის ბაიოსური ასაკი. რაც შეეხება დიაბაზური დაიკების გავლენას შემცავ ქანებზე და მათ მადანმომცემ პოტენციალს, კახეთის კავკასიონზე არსად არ ფიქსირდება მათ მიერ გამოწვეული მეორადი შეცვლები და მეტალური მინერალიზაცია. შესაბამისად, ამ მაგმურ აქტივობას ჩვენ არ განვიხილავთ, როგორც მადნიანი მინერალიზაციის ფაქტორს კავკასიონის კახეთის სეგმენტში.

4. 2. 2. *საშუალო და მჟავე ინტრუზიული მაგმატიზმი.* კავკასიონის კახეთის სეგმენტში, განსხვავებით ფუძე ინტრუზიული მაგმატიზმისა, საშუალო და მჟავე ინტრუზიულ მაგმატიზმზე მონაცემები პრაქტიკულად არ არსებობს. მკვლევართა დიდი ნაწილი მიიჩნევს, რომ ამ ტიპის მაგმური აქტივობა აქ ძალიან სუსტია და შესაბამისად მას არ ექცეოდა ყურადღება. ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ რეგიონში საშუალო და მჟავე ინტრუზიული მაგმატიზმი საკმაოდ ფართოდაა წარმოდგენილი და მიგვაჩნია, რომ ის ინტენსიური მეორადი შეცვლები (გაკვარცება, ალბიტიზაცია, სერიციტიზაცია) სწორედ ამ მაგმურ აქტივობასთანაა დაკავშირებული.

რეგიონში ყველაზე ძველი მჟავე მაგმური აქტივობის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ სპეროზას ქედის ამგები მაგმატიტები, რომელიც დეტალურად აღწერეთ მე-3 თავში, სადაც აღნიშნული ქანები დავახასიათეთ, როგორც კვარციანი ალბიტოფირების და კვარც-პორფირების სუბვულკანური სილები და დაიკები, რომლებიც შეჭრილია ქვედალიასურ თიხაფიქლებში და ქვიშაქვებში და მათთან ერთად განიცდის ინტენსიურ მსხვრევას და კატაკლაზს (ნახ. 4. 4).

გარდა სპეროზას ქედის რაიონისა, მჟავე შედგენილობის სუბვულკანური დაიკებით და სილებითაა აგებული სტორის კანიონის მნიშვნელოვანი ნაწილი. კავკასიონის აღმოსავლეთ გადევნებაზე მათი რაოდენობა მცირდება, თუმცა ისინი შიშვლდება მდ. "ახოტის", სიფთისხევის და ლოპოტას ხეობებში. ერთეული მჟავე გამკვეთი სხეულები აღინიშნება სეპორას, კაბალის, ლაგოდეხის ხევის და მდ.

ალაზნის მარცხენა შენაკადების სხვა ხეობებში (Вассоевич, 1932; Варданянц, 1937; ხარაშვილი, 1948).



ნახ. 4. 4. ქვედაიურული თიხაფიქლების გამკვეთი კვარც-პორფირის მარღვი, მდ. მახვალის ხეობა.

სტორის ხეობის მუკვე ინტრუზიული მაგმატიტების კლასიკურ მაგალითად გვინდა მოვიყვანოთ 10 მ სიმძლავრის ქვედა იურული დანალექი კომპლექსის გამკვეთი სხეული, რომელიც შიშვლდება სტორის სერპენტინის სამხრეთით დაახლოებით 1.2 კმ-ში. იგი თავისი შედგენილობით სრულ ანალოგიას ავლენს სპეროზას მასივის გამკვეთ სხეულებთან და ძირითადად შედგება კვარცის და პლაგიოკლაზისგან, ხოლო მცირე რაოდენობით აღინიშნება მიკროკლინი და სერიციტი. საინტერესოა, რომ ამ ინტრუზივის ორივე კონტაქტური ნაწილი უფრო წვრილმარცვლოვანია, ვიდრე ცენტრალური ნაწილი და, ამავე დროს, პერიფერიულ უბნებში აღინიშნება თიხაფიქლების ჩანარები, რაც ამ სხეულის აშკარა გამკვეთ ხასიათზე მეტყველებს. აღსანიშნავია, რომ სხეული უბან-უბან განიცდის სულფიდურ მადნიან მინერალიზაციას, კერძოდ პიროტინ-

პირიტიზაციას (ნახ. 4. 2). ამ ტიპის ინტრუზიული სხეულები, რომლებშიც აღინიშნება თიხაფიქლების ჩანართები მდ. სტორის კანიონში ძალიან ბევრია (4. 3).

ცხრილი 4. 3. მდ. მახვალის და სტორის ხეობის კვარციანი ალბიტოფირების და კვარც პორფირების ქიმიური ანალიზები

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	A/CNK
1-09	77.5	0.25	10.10	2.20	0.80	1.24	0.10	1.80	5.47	0.28	0.12	0.04	0.80
16-09	72.5	0.28	12.24	0.60	1.85	1.68	1.19	2.17	4.78	0.25	0.15	0.06	0.87
30-09	74...3	0.27	10.50	-	3.21	1.50	0.11	1.10	3.38	2.19	0.08	0.28	0.99
39-09	78.2	0.18	10.54	0.76	1.75	1.56	0.12	1.08	1.80	3.15	0.13	0.22	1.18
60-09	76.0	0.25	11.13	0.40	2.18	1.72	0.10	1.79	5.35	0.30	0.12	0.04	0.89
84-09	75.8	0.22	9.20	-	3.37	1.52	0.08	2.00	2.12	2.64	0.08	0.20	1.19
86-09	79.1	0.18	10.88	0.23	-	0.56	0.01	0.35	2.46	4.20	0.07	-	1.20

ნიმუშები: 1-09, 16-09, 30-09 და 39-09 – მდ. მახვალის ხობიდან, ხოლო 60-09, 84-09 და 86-09 – მდ. სტორის ხეობიდან.

მჟავე შედგენილობის მაგმატიტები უპიტარესად სუბვულკანურ, ჰიპაბისურ სხეულებს წარმოადგენენ და ძირითადად აგებულია კვარცისგან, პელიტიზირებული ალბიტის რიგის პლაგიოკლაზისგან, ზოგჯერ მცირე რაოდენობით კალიუმის მინდვრის შპატისგან, რომლებიც შეცემენტებულია ამ მინერალების კატაკლაზირებული მასისგან და რომელშიც, არც თუ ისე იშვიათად, გამოერევა მუსკოვიტი, სერიციტი, ქლორიტი და კარბონატი. მთელს ამ მასაში უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება მადნიანი მინერალები და აქცესორები. მსგავსი ქანები კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, კერძოდ მდინარეების ლაშიფსის,

ავადხარის და მზიმთის სათავეებში, აღწერილი აქვს ა. მ. ბორსუკს (1979) და გამოყოფილი აქვს, როგორც ქვედაიურული კვარციანი ალბიტოფირების ფორმაცია. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ კახეთის კავკასიონის აღნიშნული მაგმატიტები უნდა მივაკუთვნოთ ამავე გენეტური ტიპის და ასაკის მაგმურ წარმონაქმნებს.

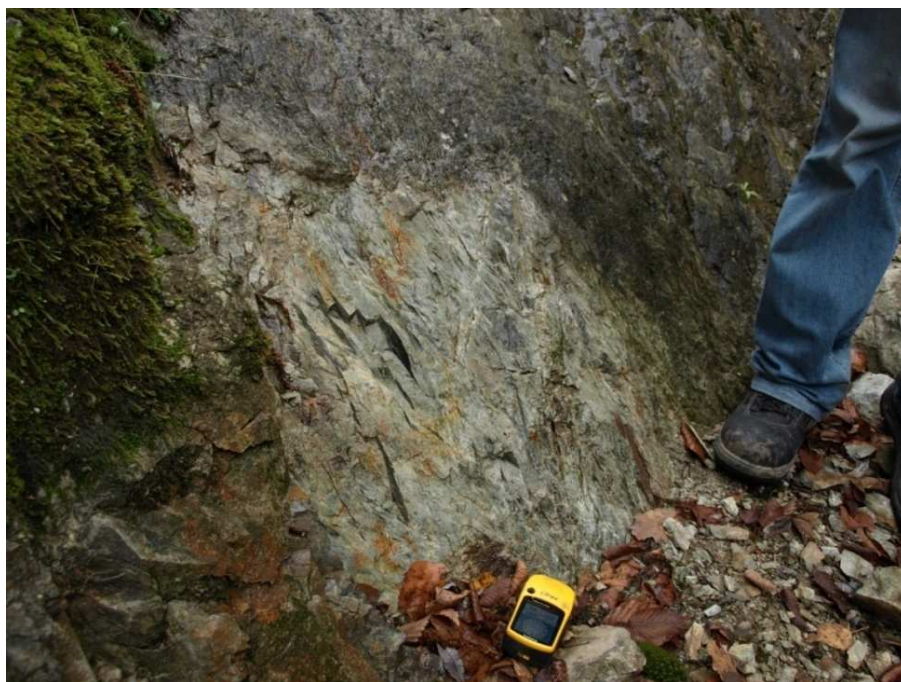
რეგიონში საშუალო და მჟავე მაგმატიზმის აქტიურობის საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ მდ. სტორის საკმაოდ ღრმად ჩაჭრილი (200–300 მ) კანიონის ჭრილი, რომლის გასწვრივაც მკვლევარები თითქმის მთლიანად დანალექ ქანებს აღწერენ, დიაბაზების ერთეული გამკვეთი ძარღვების ფიქსირებით. რეალურად კანიონის გასწვრივ მაგმური გამკვეთი სხეულების მთელი სპექტრია წარმოდგენილი, დაწყებული ფუძე შედგენილობის ქანებით, დამთავრებული – მჟავეთი. აქ მდინარე სტორი გარს უვლის მყარ დაბრკოლებას, რომელიც რეალურად წარმოადგენს მძლავრი დიორიტული შედგენილობის სუბვულკანურ ინტრუზივს, რომელიც ინტენსიურ მსხვრევას და კატაკლაზს განიცდის. აქვე მოგვყავს ამ სხეულის სამხრეთი კონტაქტის ფრაგმენტის სურათი, რომელიც რელიეფში კარგადაა გაშიშვლებული (ნახ. 4. 5). მასში უშუალოდ ფშაველი-ომალოს საავტომობილო გზის გასწვრივ აღინიშნება რამდენიმე ოვალური ფელზური ჩანართი, რომელთა რადიუსები 30–40 სმ-ს ფარგლებში მერყეობს (ნახ. 4. 6), რაც მათ აშკარა მაგმურ ხასიათზე მეტყველებს.

სამწუხაროდ, ძალიან რთული რელიეფის და მასიური ტყის საფარის გამო, შეუძლებელია სხეულის რეალური მასშტაბის და ფორმების დადგენა. გარდა აღნიშნულისა, სტორის კანიონში საშუალო შედგენილობის მძლავრი მაგმური სხეული შიშვლდება მის ცენტრალურ ნაწილში, იქ სადაც სამანქანო გზა სერპანტინს აკეთებს. სერპანტინი ამ მაგმური გენერაციის სხეულშია გაყვანილი და გეოლოგიურ ლიტერატურაში აღწერილია, როგორც უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვები. ამ მონაკვეთზე მდინარე ღრმა კანიონს ქმნის. ჩვენ შევძელით გაგვეკეთებინა დაახლოებით 500 მეტრიანი ვერტიკალური გეოლოგიური ჭრილი, მდინარის ხეობიდან უშუალოდ ქედამდე. ჭრილში ნათლად ჩანს მაგმური კამერის კრისტალური ფრაქცირება დაწყებული დიორიტებით, რომლებითაც უშუალოდ ხეობის ქვედა ნაწილია აგებული, (შემდეგში ისინი გადადის კვარციან კერატოფირებში) და დამთავრებული კვარც-პლაგიოკლაზიანი ფელზიტებით,

რომლებიც ქედის თავზე შიშვლდება და რომლითაც ჭრილი მთავრდება. ეს მაგმური დიფერენცირებული სხეულის ძალიან საინტერესო გაშიშვლებაა, რომელიც



ნახ. 4. 5. კვარც-დიორიტული სუბვულკანური სხეულის სამხრეთი გაშიშვლება მდ. სტორის მარჯვენა კარნიზზე.



ნახ. 4. 6. ფელზური შედგენილობის ჩანართი სტორის კვარც-დიორიტულ სხეულში.

ჩვენი აზრით, დამოუკიდებელი პეტროლოგიური კვლევის ობიექტი უნდა გახდეს, როგორც ჰიპაზისური მაგმური კამერის კრისტალური ფრაქცირების კლასიკური მაგალითი, რის გამოც აქ მასზე მეტს აღარ შევჩერდებით.

საშუალო შედგენილობის ინტრუზიული მაგმატიტები ძირითადად აგებულია პლაგიოკლაზით, კვარცით, რქატყუარით, მუსკოვიტით, სერიციტით, ქლორიტით, მადნიანი მინერალებით, სფენით და ცირკონით. ხშირად პლაგიოკლაზი 0.3–0.6 მმ გამონაყოფების სახით გვხვდება, რაც ქანს პორფირულ სტრუქტურას აძლევს. ზოგჯერ ამ ქანებში აღინიშნება გაკვარცებული თიხაფიქლების რესტიტები, (ნახ. 4. 7), ხოლო ზოგჯერ მათი მსხვრევის ზონების გასწვრივ აღინიშნება ინტენსიური პირიტიზაცია და პიროტინიზაცია (ნახ. 4. 8).

კახეთის კავკასიონის კვარციანი დიორიტების ასაკის შესახებ გეოლოგიურ ლიტერატურაში უამრავი შეხედულება არსებობს. ჩვენს მიერ მოპოვებული გეოლოგიური მონაცემების მიხედვით, ეს მაგმატიტები უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე გაბროული დაიკების სისტემა (დიაბაზური სარტყელი), რადგანაც მათში აღინიშნება ამ დაიკების ჩანართები, კერძოდ, გაკვარცებული დიაბაზების რესტიტები, მაგრამ სხვა გეოლოგიური არგუმენტები მათი უფრო კონკრეტული ასაკის დასადგენად არ არსებობს. მათი ასაკის განსასაზღვრად შესაძლებელია ვიმსჯელოდ იმის მიხედვით, თუ დაახლოებით რა სიღრმეებზე მოხდა მჟავე მაგმატიტების კრისტალიზაცია, მას შემდეგ რაც მათ გაკვეთეს დიაბაზური ქანები, მაგრამ ორივე შემთხვევაში მარჩხი სიღრმული პირობები გვქონდა, ეს კი არ გვაძლევს ასაკობრივი ინტერვალის გამოთვლის საშუალებას ანუ სადავოა მათი შემოჭრის ზედა საზღვარი.

პირველად ამ ქანების ასაკი განსაზღვრა ლ. ა. ვარდანიანმა (1932), როგორც მესამეული, თუმცა შემდეგ შეიცვალა შეხედულება და ისინი შუაიურულად დაათარილა. გ. ზარიძეს თავის შრომაში (1961), რომელშიც განხილულია მეზო-კაინოზოურში საქართველოში მაგმატიზმის განვითარების ეტაპები შედარებითი



ნახ. 4. 7. გაკვარცებული თიხაფიქლების რესტიტები კვარციან დიორიტებში გელის ხევის კარნიზებზე (სტორის მარჯვენა შენაკადი).

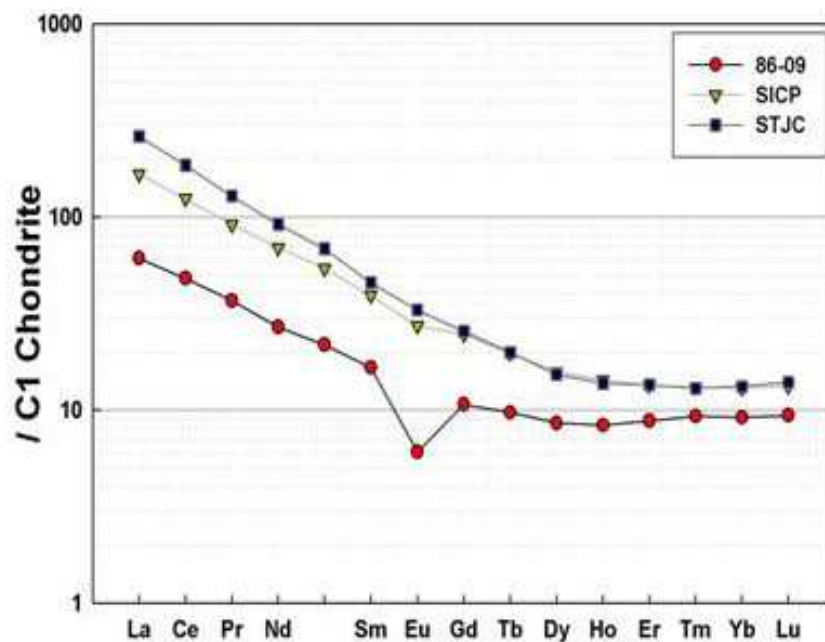


ნახ. 4. 8. დამსხვრეული, გაკვარცებული და პირიტიზირებული კვარციანი დიორიტები მდ. სტორის ხეობიდან.

ანალიზის საფუძველზე მიდის დასკვნამდე, რომ კახეთის კავკასიონის საშუალო სიმჟავიანობის მარღვლი ქანები ჩამოყალიბდა ბათურ დროში. ჩვენ ვიზიარებთ გ. ზარიძის შეხედულებას და ვუშვებთ, რომ კვარც-დიორიტულმა მარღვულმა სისტემამ ფორმირება განიცადა კახეთის კავკასიონის ევოლუციის ბათურ დროში.

ცხრილი 4. 4. კვარციანი დიორიტების ქიმიური შედგენილობა მდ. სტორის ხეობიდან

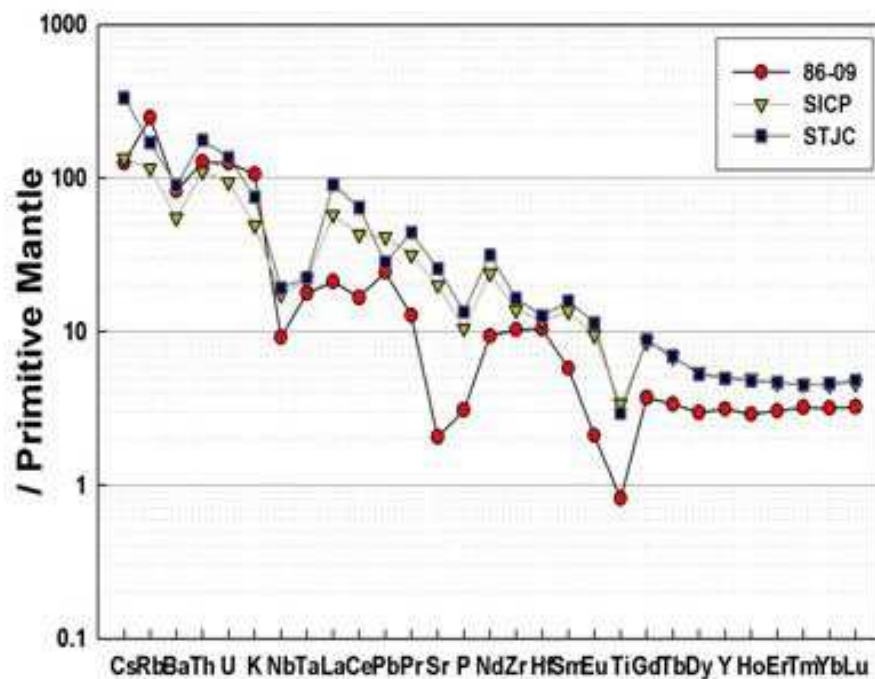
№№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
ST-1	58.03	0.63	18.59	7.76	-	0.11	3.9	2.27	3.47	0.29	120
ST-2	61.45	0.73	17.29	7.79	-	0.11	2.83	1.48	2.6	0.23	154
ST-3	60.17	0.6	17.31	7.63	-	0.12	3.27	1.79	3.25	0.25	142



ნახ. 4. 9. იშვიათი მიწაელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში (86-09) და კვარციან დიორიტებში (SICP და STJC).

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში და კვარციან დიორიტებში იშვიათი მიწაელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა (ნახ. 4. 9) გვიჩვენებს, რომ კვარციანი დიორიტები ხონდრიტებთან შედარებით საკმაოდ გამდიდრებულია ამ ელემენტებით, თუმცა მათ მრუდებს ევროპიუმის

მინიმუმი საერთოდ არა აქვს გამოხატული, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ამ ქანების მაგმურ რეზერვუარში კრისტალური ფრაქცირების პროცესები არ განვითარებულა. როგორც წესი, ასეთი მრუდები ახასიათებს ჰიბრიდული გენერაციის მაგმურ რეზერვუარებს (Clarke, 1992, 95-100). განსხვავებით კვარციანი დიორიტებისა, ევროპიუმის მინიმუმი აშკარადაა გამოხატული კვარც-პორფირებში (ნახ. 4. 9), რაც მათ ინტენსიურ კრისტალურ ფრაქცირებაზე მეტყველებს. ამასთან ერთად, ეს ქანები ხონდრიტებთან შედარებით ნაკლებადაა გამდიდრებული იშვიათი მიწაელემენტებით, რაც ოკეანური ქერქის პლაგიოგრანიტების დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს (Okrostsvaridze, 2007, 111).



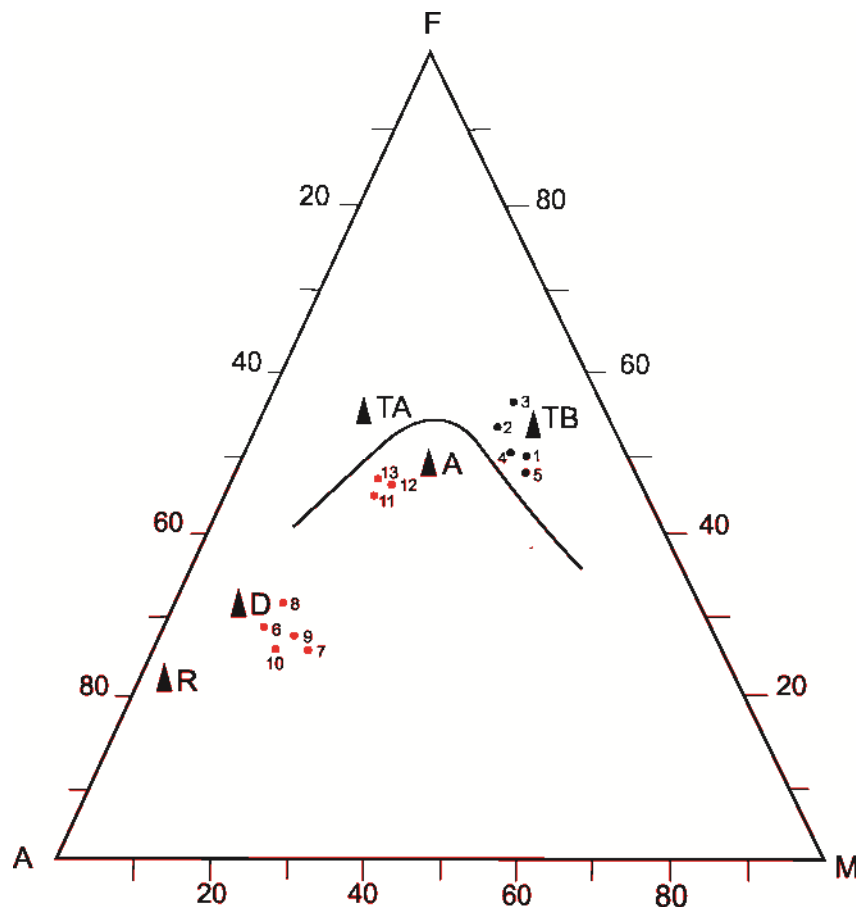
ნახ. 4. 10. იშვიათი ელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში (86-09) და კვარციან დიორიტებში (SICP და STJC).

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის კვარც-პორფირებში და კვარციან დიორიტებში იშვიათი ელემენტების განაწილების სპაიდერ დიაგრამა გვიჩვენებს (ნახ. 4. 10), რომ ამ ქანებში პრიმიტიულ მანტიასთან შედარებით მნიშვნელოვნად გაზრდილია (თითქმის 100-200 ჯერ) ცეზიუმის, რუბიდიუმის, ბარიუმის და

თორუმის შემცველობები, მაშინ როცა მხოლოდ 10-20 ჯერ არის გაზრდილი კალიუმის, ნიობიუმის და ტანტალის კონცენტრაციები.

როგორც AFM დისკრიმინაციული დიაგრამიდან (ნახ. 4. 11) ვხედავთ, კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დიაბაზების ფიგურული წერტილები იკავებს ტოლეიტური ბაზალტების ველს, კვარციანი დიორიტების – ანდეზიტების, ხოლო კვარც-პორფირების – დაციტების ველს.

ამრიგად, კავკასიონის კახეთის სექტორში, ჩვენი მონაცემების მიხედვით, ინტრუზული მაგმური აქტივობის სამი ეტაპი უნდა გამოვყოთ: პირველი – მიმდინარეობდა ადრეიურულ პერიოდში და მისი აქტივობის პროდუქტები ძირითადად წარმოდგენილია ჰიპაბისური კვარც-პორფირებით და კვარციანი ალბიტოფირების სილებით და დაიკების სისტემით; მეორე – მიმდინარეობდა



ნახ. 4. 11. კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დიაბაზები (1-5 წერტილები), კვარციანი დიორიტები (11- 13 წერტილები) და კვარც-პორფირები (6-10 წერტილები) AFM დიაგრამაზე ($A=Na_2O+K_2O$; $F=FeO+0.9Fe_2O_3$; $M=MgO$). ველები: TA - ტოლეიტური ანდეზიტები, TB - ბაზალტები, A - ანდეზიტები, D - დაციტები, R - რიოლიტები. მრუდით გაყოფილია ტოლეიტური და კირტუტე სერიები (Irvine, Baragar, 1971).

გვიან აალენ-ბაიოსურში და წარმოდგენილია გაბრო-დიაბაზური დაიკური სისტემით; მესამე – მიმდინარეობდა ბათურში (ან უფრო გვიან) და წარმოდგენილია საშუალო და მჟავე ჰიპაზისური ინტრუზივებით და მარღვული სისტემით. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების მიხედვით, კავკასიონის კახეთის სეგმენტის სულფიდური მადნიანი მინერალიზაცია გენეტურად დაკავშირებულია საშუალო და მჟავე მაგმური აქტივობის ეტაპთან. როგორც ვხედავთ, ჩვენს მიერ გამოყოფილი ეფუზური და ინტრუზიული მაგმური აქტივობები, დროში თითქმის ემთხვევა ერთმანეთს და ჰიპაზისური სილებისა და მარღვების სისტემა უნდა განვიხილოთ როგორც ეფუზიური მაგმური წარმონაქმნების მომყვანი არხები.

თუ შევაჯერებთ მონაცემებს კავკასიონის კახეთის სეგმენტის იურულ მაგმატიზმზე მაშინ მასში სამი ძირითადი აქტივობა შეიძლება გამოიყოს: პირველი – მჟავე მაგმური, რომელიც დაკავშირებული იყო ქვედა ლიასურში ოკეანური ქერქის დაძირვის პირველ ეტაპთან, და რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა ანდეზიტურ-ბაზალტური მაგმის ფორმირებას და მის კრისტალურ ფრაქცირებას. სწორედ ამ ფრაქცირებული კამერის ფრონტალური მჟავე მაგმური ნაწილი შეიჭრა სინემურულ-პლინსბახურ-ფიქლებში და ჰიპაზისურ და ეფუზურ დონეებზე ჩამოყალიბდა კვარც-პორფირების, კვარციანი ალბიტოფირების და ფელზიტების დაიკების, სილების და განფენების მძლავრი სისტემა; მეორე – ფუძე მაგმური აქტივობა, რომელიც დაკავშირებული იყო დანაოჭების დაწყების პირველ ეტაპთან, მიმდინარეობდა ბაიოსურში და რომლის დროსაც გაბრო-დიაბაზურმა დაიკურმა სისტემამ გაკვეთა ლიასურ-აალენური ნალექები და ეფუზურ დონეზე მოგვცა ბაზალტური განფენები; მესამე მაგმური აქტივობა დაკავშირებულია უშუალოდ ბათურ დანაოჭებასთან და აზეგებასთან, რომლის დროსაც ჩამოყალიბდა საშუალო და მჟავე ინტრუზიულ-მარღვული სისტემა, რომელმაც გაკვეთა ქვედა ლიასურ-აალენ-ბაიოსური წარმონაქმნები.

4. 3. ცირკონების U-Pb მეთოდით დათარიღების შედეგები

ჩვენს მიერ კავკასიონის კახეთის სეგმენტში სხვადასხვა ქანებიდან აღებული იქნა 12 ნიმუში ცირკონების გამოსარჩევად და მათი U-Pb იზოტოპური მეთოდით დათარიღების მიზნით. თითოეული აღებული ნიმუშის წონა შეადგენდა 5-7 კილოგრამს, რომლებიც გაგზავნილი იქნა ტაივანის ეროვნულ უნივერსიტეტში საანალიზოდ. ცირკონების გამორჩევა განხორციელდა ჩინეთის მეცნიერებათა აკადემიის გეოლოგიურ სამსახურში. სამწუხაროდ, ცირკონები გამოირჩა მხოლოდ სტორის ხეობის არკოზული ქვიშაქვის სამი ნიმუშიდან, ხოლო გაბრო-დიაბაზებიდან და კვარციანი დიორიტებიდან მათი გამორჩევა ვერ მოხერხდა. განსაკუთრებით გვაინტერესებდა სპეროზას მასივის ქვიშაქვების და სოვანის-წყლის მიკროგაბროს სხეულის დათარიღება, საიდანაც გაგზავნილ იქნა სამ-სამი ნიმუში, მაგრამ, სამწუხაროდ, მათში ცირკონები არ აღმოჩნდა. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ის გარემოება, რომ სპეროზას მასივის არკოზულ ქვიშაქვებში არ აღმოჩნდა ცირკონები, რაც სპეციალურ შესწავლას საჭიროებს. აღნიშნულის გამო, მხოლოდ სტორის ხეობის არკოზული ქვიშაქვების სამი ნიმუშიდან ამოღებული ცირკონები იქნა დათარიღებული ტაივანის ეროვნული უნივერსიტეტის გეოლოგიურ ლაბორატორიაში.

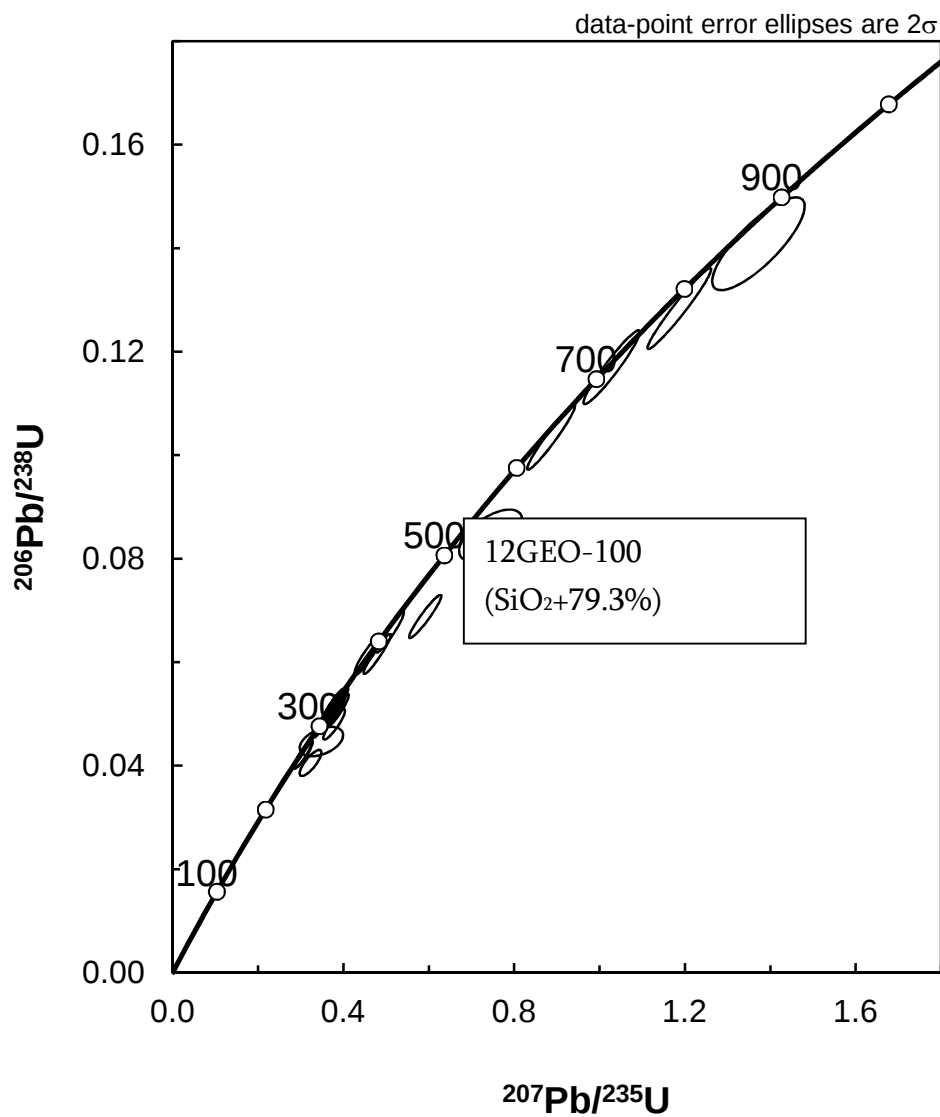
დათარიღებულ იქნა ნიმ. 11GEO-03, ნიმ. 11GEO-05 და ნიმ.12GEO-100. ნიმუში 11GEO-03 წარმოადგენს ქვიშაქვას, რომელიც აღებული იქნა მდინარე სტორის მარჯვენა კარნიზზე, აბანოს ხიდის ჩრდილოეთით 700 მეტრში. ამ ნიმუშიდან გამოირჩა 24 ცირკონი და მათმა დათარიღებამ პალეოზოური რიცხვები აჩვენა, ხოლო საბოლოო შედეგად განსაზღვრულ იქნა 313 ± 8 მილიონი წელი. ამ ნიმუშიდან ქვემოთ, 60 მეტრში, მდინარის დინების მიმართულებით, მსგავსი ქანიდან აღებულ იქნა ნიმუში 11GEO-05 და ნიმუშიდან გამოირჩა 14 ცირკონი (ცხრ. 4.5), რომელთა დათარიღებამ ასევე პალეოზოური რიცხვები აჩვენა და საბოლოო შედეგად განისაზღვრა 312 ± 3 მილიონი წელი.

მეტი თვალსაჩინოებისთვის უფრო დეტალურად გთავაზობთ ნიმ.12GEO-100 დათარიღების შედეგებს (ნახ. 4.12 - a, b, c). ნიმუში აღებულია სტორის ხეობის ცენტრალურ ნაწილში და ეს ქანები შიშვლდება მდ.სტორის კანიონის ცენტრალური ნაწილის მარჯვენა კარნიზზე, გელიას სერპანტინიდან ჩრდილოეთით 150 მეტრში.

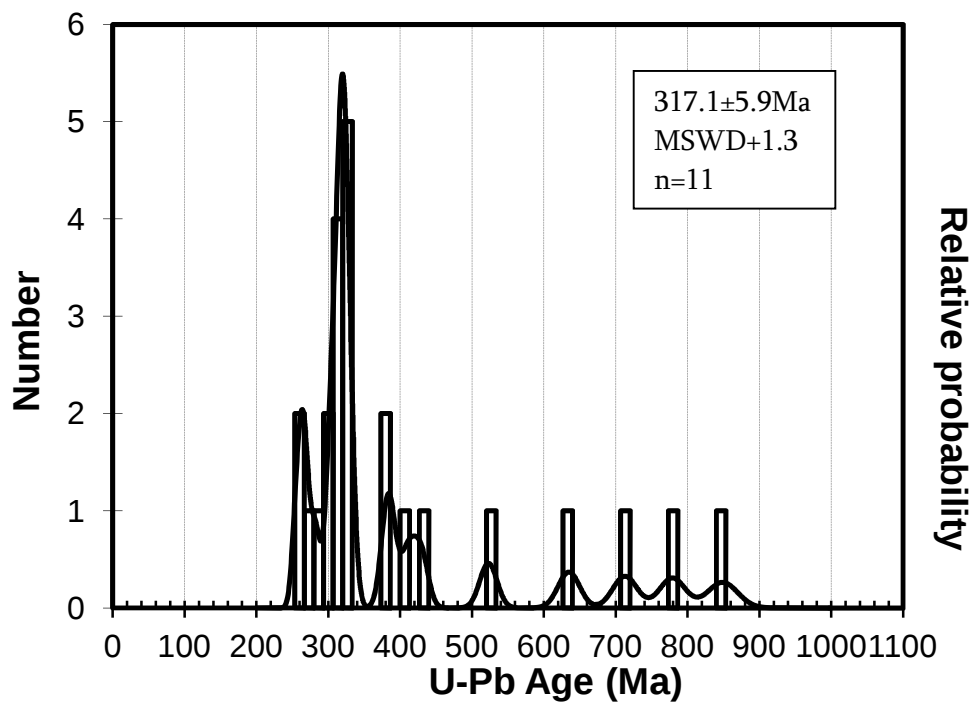
ცხრილი 4.5. ცირკონების დათარიღების შედეგები (ნიმ. #12 GE 100, კახეთი, კავკასიონი)

Spot.	U-Th-OPb ratios										Age (Ma)								Inferred Age (Ma)	1σ
	U (ppm)	Th/U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	1σ		
GE100-01	430.8862	0.6488	0.05015	0.00125	0.05489	0.00064	0.37956	0.01006	0.01591	0.00042	315	8	408	26	327	7	319	8	315	8
GE100-02	623.4064	0.2820	0.05164	0.00128	0.05272	0.00061	0.37541	0.00983	0.01578	0.00042	325	8	317	26	324	7	316	8	325	8
GE100-03	967.9292	0.6363	0.06159	0.00159	0.05644	0.00067	0.47921	0.01304	0.01881	0.00054	385	10	470	26	398	9	377	11	385	10
12GE100	437.4897	0.0708	0.06587	0.00163	0.05606	0.00065	0.50916	0.01339	0.02359	0.00069	411	10	455	25	418	9	471	14	411	10
GE100-05	396.6697	0.3331	0.05047	0.00126	0.05299	0.00062	0.36877	0.00988	0.01581	0.00044	317	8	328	26	319	7	317	9	317	8
12GE100	464.1677	0.3192	0.06886	0.00171	0.06231	0.00072	0.59156	0.01549	0.02129	0.00059	429	10	685	24	472	10	426	12	429	10
12GE100	932.2658	0.1859	0.08449	0.00205	0.0639	0.0015	0.74432	0.03018	0.0259	0.0006	523	12	738	49	565	18	517	12	523	12
GE100-08	109.244	0.7755	0.04051	0.00103	0.05783	0.00083	0.32296	0.0103	0.01306	0.00039	256	6	523	31	284	8	262	8	256	6
12GE100	541.3866	0.3423	0.11701	0.00292	0.06374	0.00073	1.02833	0.02688	0.03587	0.00103	713	17	733	24	718	13	712	20	713	17
12GE100	579.2867	0.3803	0.0507	0.00126	0.05546	0.00064	0.38763	0.01029	0.0161	0.00047	319	8	431	25	333	8	323	9	319	8
GE100-11	269.9013	0.1866	0.06129	0.00154	0.054	0.00065	0.45632	0.0125	0.01596	0.00049	383	9	371	26	382	9	320	10	383	9
GE100-12	1366.833	0.2272	0.05094	0.00127	0.0534	0.00062	0.37506	0.00988	0.01596	0.00048	320	8	346	26	323	7	320	10	320	8
12GE100	534.7702	0.3939	0.04843	0.00121	0.05295	0.00061	0.35356	0.00927	0.01504	0.00039	305	7	327	26	307	7	302	8	305	7
GE100-14	238.4495	0.5515	0.04227	0.00106	0.05278	0.00064	0.30758	0.00855	0.01302	0.00035	267	7	319	27	272	7	261	7	267	7
12GE100	366.5331	0.5280	0.10349	0.00258	0.06217	0.00071	0.88698	0.02291	0.0312	0.00082	635	15	680	24	645	12	621	16	635	15
12GE100	466.0401	0.3388	0.05177	0.00129	0.05415	0.00062	0.38652	0.01016	0.0164	0.00045	325	8	377	26	332	7	329	9	325	8
GE100-17	672.4357	0.1977	0.05246	0.00131	0.05356	0.00061	0.38737	0.01007	0.01613	0.00045	330	8	353	25	332	7	323	9	330	8
GE100-18	889.7562	0.2758	0.05046	0.00126	0.05265	0.0006	0.36628	0.00946	0.01593	0.00044	317	8	314	26	317	7	319	9	317	8
GE100-19	447.5979	0.2626	0.12836	0.0032	0.06708	0.00076	1.18714	0.03049	0.04516	0.00126	779	18	840	23	795	14	893	24	779	18
GE100-20	22.16748	0.5366	0.14085	0.00367	0.07067	0.00101	1.37218	0.04424	0.044	0.00135	849	21	948	29	877	19	870	26	849	21
GE100-21	277.9549	0.8485	0.04196	0.00105	0.05257	0.00063	0.30405	0.0084	0.01333	0.00039	265	6	310	27	270	7	268	8	265	6
GE100-22	213.5904	0.6090	0.04797	0.0012	0.05721	0.00069	0.37834	0.01054	0.01595	0.00048	302	7	500	27	326	8	320	10	302	7
GE100-23	639.0724	0.5117	0.05102	0.00128	0.05237	0.0006	0.36836	0.00968	0.01613	0.00048	321	8	302	27	318	7	323	10	321	8
12GE100	3559.604	0.3597	0.04464	0.00116	0.05663	0.00236	0.34853	0.02092	0.01388	0.00033	282	7	477	92	304	16	279	7	282	7

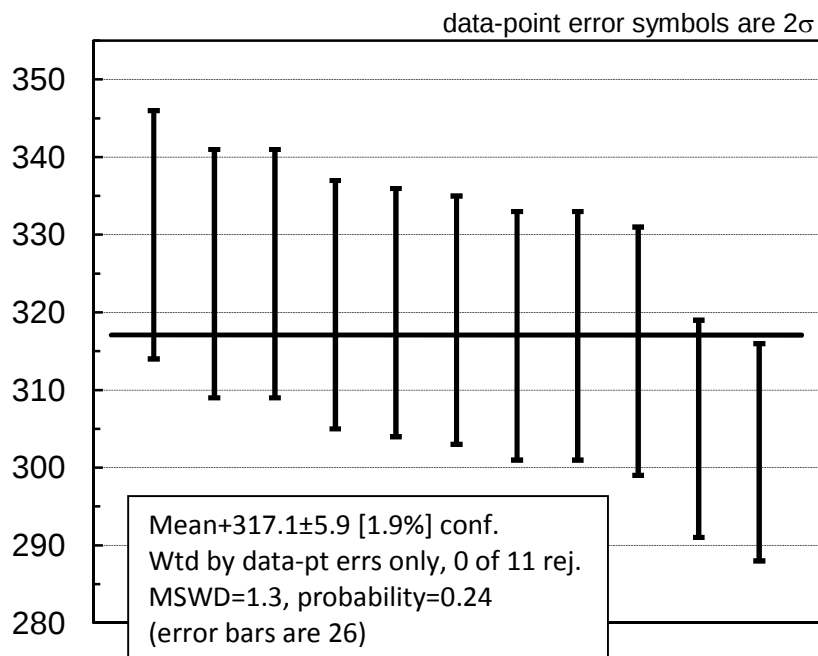
როგორც ცხრილი 4.4-დან ვხედავთ, ნიმუშიდან დათარიღებულია 24 ცირკონი, რომელთა მონაცემები ყველა პალეოზოურ რიცხვებს აჩვენებს, ხოლო საშუალოდ განისაზღვრა 317.1 ± 5.9 მილიონი წელი.



a)



b)



c)

ნახ. 4.12. a - U-Pb იზოტოპური დათარიღების $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} : ^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ დამოკიდებულების დიაგრამა; b - რაოდენობრივი ანალიზი; c - U-Pb იზოტოპური დათარიღების სტატისტიკური მახასიათებლები (ნიმ. GE100).

ამრიგად, სამივე ნიმუშის ცირკონების U-Pb მეთოდით დათარიღებამ აჩვენა, სტორის ხეობის არკოზული ქვიშაქვების წყაროს წარმოადგენდა გრანიტები, რომელთა გენერაცია მოხდა ზედა პალეოზოურში, კერძოდ 313 - 317 მილიონი წლის ინტერვალში. ამ მონაცემების მიხედვით აშკარაა, რომ სინემურულ პერიოდში რაგიონში ირეცხებოდა ზედა პალეოზოური ფუნდამენტი და ტრანსპორტირებული მასალა ახლოსვე ილექებოდა, ვინაიდან ცირკონები არა ინტენსიურად ნაგორები და დამუშავებული.

ჩვენს მიერ მოყვანილი მონაცემების მიხედვით შეიძლება დავუშვათ, რომ სტორის ხეობის არკოზული ქვიშაქვები ჩამოყალიბდა ზედა პალეოზოური კრისტალური ფუნდამენტის გრანიტოიდების გადარეცხვის შედეგად. აღსანიშნავია, რომ ეს იდეა ადრეც იყო გეოლოგიურად ნავარაუდები, ხოლო ჩვენ აღნიშნული იდეა დავადასტურეთ ცირკონების U-Pb მეთოდით დათარიღების გზით.

აღსანიშნავია, რომ მიღებული შედეგები არის კახეთის კავკასიონიდან ქანების იზოტოპური დათარიღების პირველი შემთხვევა და ამდენად მას უდავოდ დიდი გეოლოგიური მნიშვნელობა გააჩნია. სავარაუდოდ, ეს შედეგები მძაფრ დისკუსიას გამოიწვევს, რადგანაც ამ ქანების გენეზისის შესახებ უამრავი განსხვავებული მოსაზრებები არსებობს. იმის გამო, რომ ჩვენი კვლევის ძირითად მიზანს რეგიონის გამაღწევის კვლევა წარმოადგენს ამ საკითხზე აქ მეტს აღარ შევჩერდებით.

5. მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები და მადანგამოვლინებები

ბოლო ათი წლის განმავლობაში მსოფლიო ბაზარზე მიმდინარეობს სამრეწველო და ძვირფასი ლითონების ფასების ტოტალური ზრდა, რაც განპირობებულია მსოფლიოს მოსახლეობის მკვეთრი ურბანიზაციით და ინდუსტრიალიზაციით. აღნიშნულიდან გამომდინარე ცხადია, რომ საჭიროა გაძლიერდეს ახალი მეტალური საბადოების ძებნა-ძიება და ამასთან ერთად გადაფასდეს უკვე გამოვლენილ გამადნებათა პოტენციური თანამედროვე საბაზრო მოთხოვნათა და სამთო-მომპოვებელი ინდუსტრიის ტექნოლოგიური შესაძლებლობების გათვალისწინებით.

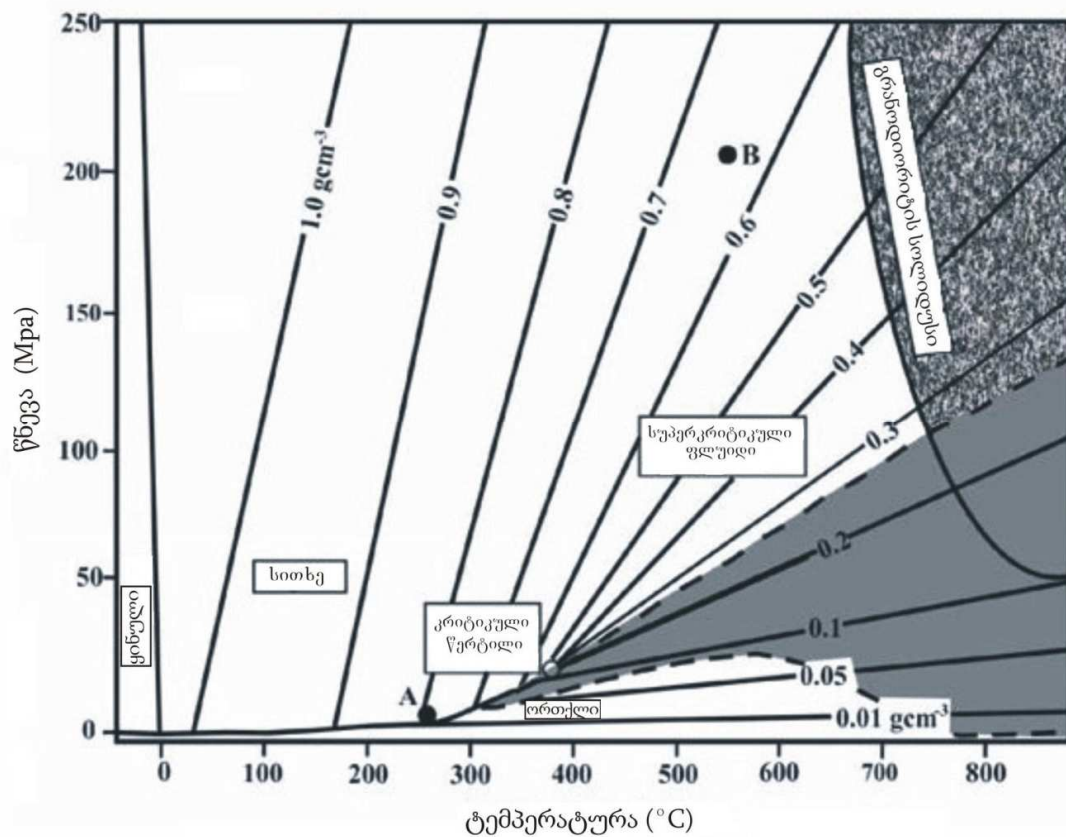
ამ გამოწვევათა ფონზე ჩვენ მიზნად დავისახეთ აღმოსავლეთ კავკასიონის კახეთის სეგმენტში ცნობილი მადანგამოვლინებების შესწავლა და შესაძლო ახლი მინერალიზებული არელების გამოვლენა. კავკასიონის ამ სეგმენტში მადანგამოვლინებებისადმი კვლევის ინტერესს აძლიერებს ის გარემოებაც, რომ, მის მომიჯნავე აზერბაიჯანში (კავკასიონის სამხრეთი ფერდი) გასული საუკუნის 60-იან წლებში, საკვლევი რეგიონის ანალოგიურ გეოლოგიურ პირობებში აღმოჩენილ იქნა მნიშვნელოვანი კოლჩედანური სპილენძ-პოლიმეტალური საბადოები: კაცდაგის, ფილიზჩაის და კატეხის (Новрузов, Агаев, 2010, 348-357). გარდა ამისა, თითქმის ამავე წლებში, კავკასიონის ჩრდილო ფერდზე, დაღესტანში (რუსეთის ფედერაცია) გახსნილ იქნა მნიშვნელოვანი სპილენძ-პოლიმეტალური საბადო კიზილ-დერე (Богущ и др., 1999, 94-98). აღსანიშნავია, რომ გასული საუკუნის 70-80-იან წლებში, კახეთის კავკასიონზე ფერად მეტალებზე ჩატარდა მასშტაბური გეოლოგიური ძებნა-ძიებითი სამუშაოები (Акимидзе и др., 1980; Кучава и др., 1983), რომელსაც დიდი პრაქტიკული შედეგები არ მოჰყოლია.

აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტში მეტალოგენური კვლევის თითქმის 30 წლიანი პაუზის შემდეგ, ჩვენ საშუალება მოგვეცა რეგიონში ჩაგვეტარებინა ახალი მეტალოგენური სამუშაოები, რამაც მნიშვნელოვანი სიახლეები წარმოაჩინა.

5.1. მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები

როგორც სავსე დაკვირვებები, გეოქიმიურ-იზოტოპური ანალიზი და ექსპერიმენტალური მონაცემები გვიჩვენებს, კოლიზურ ორგენებში, ისეთი როგორსაც წარმოადგენს კავკასიონი, მასშტაბური მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები, უმეტეს შემთხვევაში, დაკავშირებულია მაგმურ რეზერვუარებში ფორმირებული ჰიდროთერმების აქტივობებთან (Goldfarb et al., 2005; Kekelia et al., 2008; Okrostsvaridze, Bluashvili, 2009; Okamoto et al., 2010; Ridley, 2013). ჰიდროთერმული გამადნებები წარმოადგენენ გამადნებათა ერთ-ერთ დიდ გენეტურ კლასს, რომელიც ფორმირდება ჰიდროთერმული პროცესების მოქმედების შედეგად და რომელიც ქმნის ეკონომიკურად ძალზედ მნიშვნელოვან Cu, Au, Ag, Zn, Pb, Sn, Mo, Co, Cd და U საბადოებს.

ცნობილია დედამიწის ქერქში ჰიდროთერმები ფორმირდება მაგმური აქტივობის შედეგად და წარმოადგენს რთულ, მაღალი წნევის და ტემპერატურის მქონე წყლით მდიდარ ქიმიურ სისტემას. მაგმაში მაღალი ტემპერატურის და წნევის პირობებში წყლის ხსნადობა მაღალია, ხოლო ამ პარამეტრების დაწევის შედეგად წყლის ხსნადობის კოეფიციენტი დაბლა იწევს და იგი განიდევენება სილიკატური მდნარიდან (ნახ. 5.1). მაღალტემპერატურული წყალი კი მეტალების კარგ გამხნელს წარმოადგენს. ასეთია ჰიდროთერმების ფორმირების გამარტივებული სქემა. ჰიდროთერმების ფორმირების კერაში, არსებული მაღალი წნევის და ტემპერატურული რეჟიმის გამო, ისინი იწყებენ მოძრაობას დაბალი წნევის არელებისკენ და ამავე დროს ახდენს ქიმიური ელემენტების და გაზების მიგრაციას დედამიწის ქერქის ზედა ფენებისკენ, ტექტონიკური რღვევების და ნაპრალების გასწვრივ. ქერქის ზედაპირისკენ მოძრაობის გზაზე მათში მიმდინარეობს წნევის მყისიერი, ხოლო ტემპერატურის თანდათანობით შემცირება, რაც თერმოდინამიკური კანონებიდან გამომდინარე განაპირობებს ფლუიდების დუღილის დაწყებას და კათიონების გამოლექვას თავისი მოძრაობის გზაზე. როგორც მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტები გვიჩვენებს (Okamoto et al., 2010, 3703), სილიკატურ მდნარებში წყლის ხსნადობა მცირდება წნევის შემცირების პარალელურად (ნახ. 5. 1), ხოლო მაგმის კრისტალიზაცია კი იწვევს მაგმურ მდნარში წყლის რაოდენობის გაზრდას (ნახ.5. 2). დიაგრამა 5.2-დან ჩანს, რომ მუქი

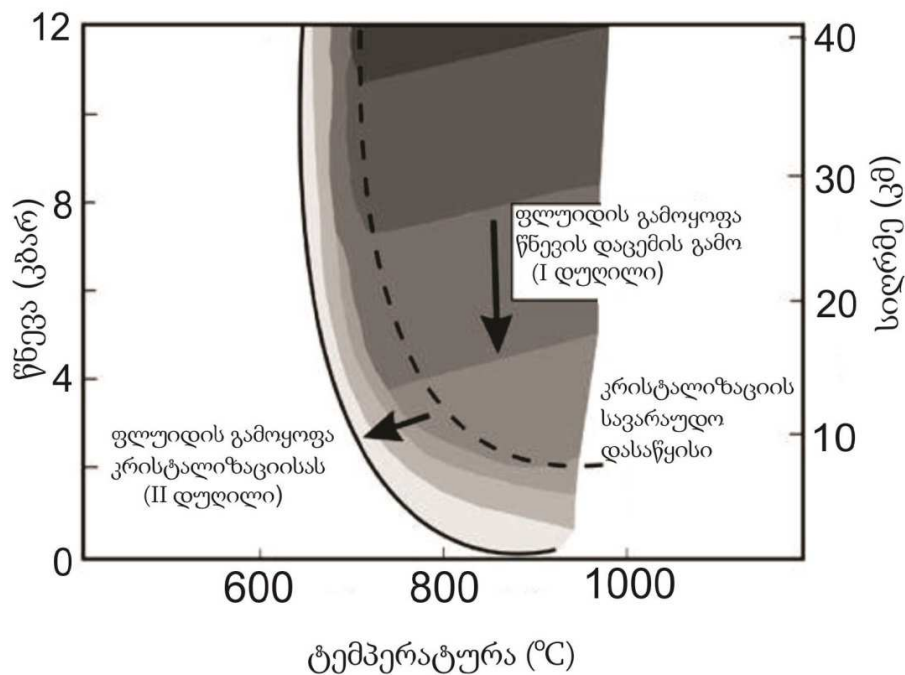


ნახ. 5. 1. წნევის და ტემპერატურის დამოკიდებულება წყლის სიმკვრივესთან (გრ/სმ³) ჰიდროთერმული გამაღებების ფორმირების პროცესში. (Okamoto at al., 2010).

მუქად დაფერილი არე წარმოადგენს შესაძლო ფელზურ მდნარს. წყლის სიმკვრივე იცვლება მაღალი წნევის პირობებში, შედარებით დაბალტემპერატურული სითხისმაგვარიდან - დაბალტემპერატურული ორთქლისმაგვარისკენ. „A“ წერტილის ველში წყალი ადუღდება და გადავა ორთქლში თუ წნევა შემცირდება, ხოლო „B“ წერტილის ველში წყალი არ ადუღდება, მაგრამ არის უფრო სტაბილური წნევის შემცირების მიმართ და ხდება ნაკლებად მკვრივი - ეს არის სუპერკრიტიკული ფლუიდის ველი. მუქი ფერის არე წარმოადგენს მარილიანი სითხის და ნაკლებად მარილიანი ორთქლის თანაარსებობის სავარაუდო ველს, სადაც NaCl და მსგავსი მარილები არის გახსნილი წყალში.

ფერის ზრდის პარალელურად იზრდება წყლის ხსნადობის კოეფიციენტი სილიკატურ მდნარში, რომლის მაქსიმუმს წარმოადგენს 10 წონ. %, ხოლო მინიმუმს 1 წონ.%. მინიმალური პარამეტრის შემდეგ დგება სოლიდუსის ფაზა. ორივე ფაქტორი კი ერთობლიობაში განაპირობებს ჰიდროთერმების ფორმირებას, რომელშიც წყალი წარმოადგენს ძირითად აქროლად კომპონენტს, თუმცა მასში მნიშვნელოვანი კონცენტრაციითაა გახსნილი CO₂, HCl, CH₄, H₂S და SO₂. ასეთი ფლუიდური სისტემების მასშტაბები განსხვავებულია, თუმცა დიდი მაგმური კერების

ირგვლივ ვერტიკალურად და ლატერალურად ზოგჯერ ისინი რამდენიმე კილომეტრზე ვრცელდება. როგორც ამ ქანების კვლევის მრავალწლიანი პრაქტიკა აჩვენებს, ჰიდროთერმულ სისტემებში გამაღებულ უბნებს მხოლოდ ძალიან მცირე სეგმენტები უკავია. რა ქანებს წარმოადგენენ ჰიდროთერმულად შეცვლილი წარმონაქმნები ზოგადად? ანუ რა არის ჰიდროთერმული სისტემების მოქმედების ძირითადი პროდუქტი?



ნახ. 5. 2. წნევისა და ტემპერატურაზე დამოკიდებული წყლის ხსნადობის თვისებრივი მაჩვენებლის დიაგრამა საშუალო და მჟავე შედგენილობის მაგმაში (Okamoto at al., 2010).

მაღალტემპერატურული ჰიდროთერმების მოძრაობა ქანებში იწვევს მათ მინერალურ, ქიმიურ და სტრუქტურულ ცვლილებებს და ზოგჯერ მადნიანი მინერალების გამოლექვას. ესაა ტიპური მეტასომატოზი, რომელიც მადნების გეოლოგიაში განიხილება როგორც ჰიდროთერმული შეცვლის პროცესი. ჰიდროთერმულად შეცვლილ ქანებში მინერალთა ასოციაციების კონტროლს განაპირობებს წნევის და ტემპერატურის კომბინაცია, ფლუიდების შედგენილობა (H^+ , CO_2 , Cl^- , B, F, Na^+ , K^+ , H_2S და სხვა), მათი კონცენტრაცია, შემცავი ქანების შედგენილობა, ქანების და ფლუიდების მასის ბალანსი. ჰიდროთერმული შეცვლები პორფირული საბადოების დამახასიათებელი კომპონენტია და ამ ტიპის საბადოებში ზოგ შემთხვევაში მადნიანი სხეულების მიღმა კილომეტრებზე

გაიდევნება. არსებობს ამ ქანების მრავალი კლასიფიკაცია. ჯ. რიდლი (2013) ჰიდროთერმულ შეცვლილ ქანებში 6 ტიპს (ფაციესს) გამოყოფს, ესენია: 1. ტუტე, 2. ნატრიუმ-კალციუმიანი, 3. ფილიტურს, 4. ქლორიტ-სერიციტიანი, 5. არგილიტური და 6. პროპილიტური.

1. **ტუტე** ფაციესის აუცილებელ მინერალებს წარმოადგენს: კვარცი, ორივე ან ერთი K-შპატი და ბიოტიტი. ეს ფაციესი დამახასიათებელია გამაღნებების ღრმა დონეებისთვის. ამ ფაციესის გარემოში ჰიდროთერმული ცვლილებები მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის პირობებში (450-600° C) და ჰიდროთერმაში K^+/H^+ პარამეტრი მაღალია.

2. **ნატრიუმ-კალციუმიანი** ფაციესის ძირითადი მინერალებია: ალბიტი/ოლიგოკლაზი, აქტინოლითი და მაგნეტიტი. როგორ წესი, ამ ფაციესში არ არის პირიტი და უმეტეს შემთხვევაში იგი უმადნოა. ამ ფაციესის ჰიდროთერმული ცვლილებები საშუალოდ 450°C ტემპერატურის პირობებში მიმდინარეობს;

3. **ფილიტური** ჰიდროთერმული შეცვლები თან ახლავს პორფირულ გამაღნებებს. ძირითადად იგი ვითარდება ჰიდროთერმული სისტემის განვითარების ბოლო ეტაპზე და ხშირად ზედ ედება ტუტე და ქლორიტ-სერიციტული შეცვლის ზონებს, განსაკუთრებით ზედა და პერიფერიულ ნაწილებში. ჰიდროთერმული შეცვლების ძირითადი მინერალებია: კვარცი, სერიციტი და პირიტი. ამ ფაციესში შესაძლებელია ჩამოყალიბდეს აგრეთვე K-შპატი, ბიოტიტი, კალციტი, კაოლინი, რუტილი, ანჰიდრიტი, ტოპაზი და ტურმალინი. ფილიტური შეცვლები მიმდინარეობს საშუალო ტემპერატურაზე (200-450° C) და წარმოადგენს საშუალო და მჟავე ფლუიდების ჰიდროთერმული მოქმედების პროდუქტს, რომლის დროსაც K-შპატი გარდაიქმნება სერიციტად: $3KAlSi_3O_8 + 2H^+ \rightarrow KAlSi_3O_{10}(OH)_2 + 6SiO_2 + 2K^+$.

4. **ქლორიტ-სერიციტული** ჰიდროთერმული შეცვლები ხურავენ ზოგიერთი საბადოების მადნიან ზონებს და აგრეთვე შესაძლებელია მასში ჩამოყალიბდეს გამაღნებები. ჰიდროთერმულად შეცვლილ ამ ქანებს გააჩნია დამახასიათებელი მწვანე შეფერილობა. ქლორიტთან და სერიციტთან ერთად ზოგჯერ ამ ფაციესში ჩნდება ჰემატიტი, პირიტი და თიხა (სმექტიტები). ეს ფაციესი ფორმირდება ფილიტების მსგავსი შედგენილობის და ტემპერატურული რეჟიმის ფლუიდებისგან,

იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში შედარებით დაბალია ფლუიდების სიმჟავიანობა.

5. არგილიტები ვითარდება ჰიდროთერმების მოქმედების მარჩხ პირობებში, ფილიტების ზემოთ ან მათ პერიფერულ ნაწილში. მის ძირითად მინერალებს წარმოადგენს თიხები (მონტმორილონიტი, კაოლინიტი); შესაძლებელია განვითარდეს ბიოტიტი, ილიტი, ქლორიტი, ალუნიტი, სულფიდები, კვარცი და ანდალუზიტი. არგილიტური ჰიდროთერმული შეცვლები წარმოადგენს დაბალტემპერატურული ($100-300^{\circ}\text{C}$) მეტასომატოზის პროდუქტს, რომელშიც თიხის მინერალები ყალიბდება მინდვრის შპატების გამოტუტვის და მაფიტების სილიფიკაციის შედეგად.

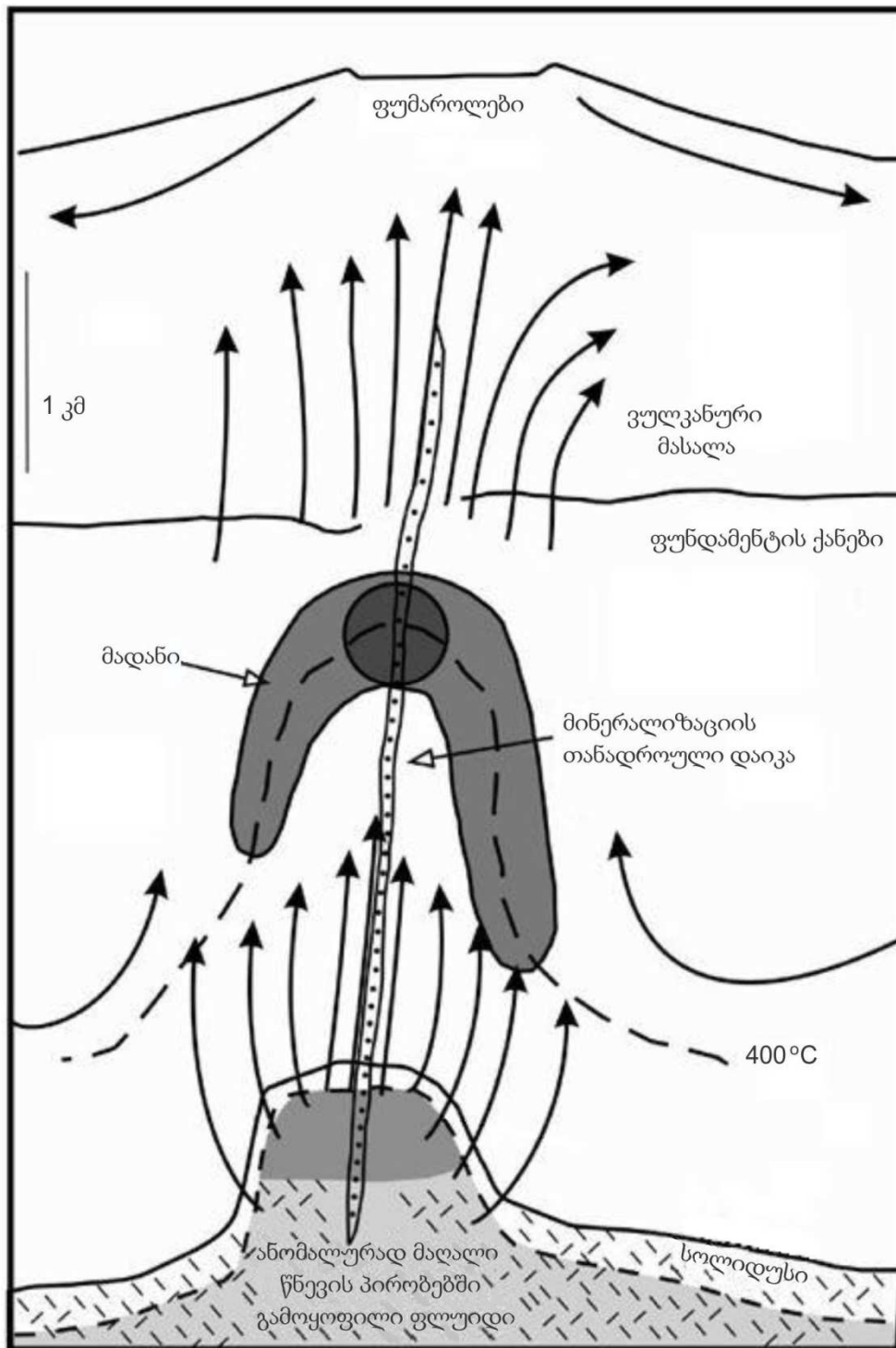
6. პროპილიტური ჰიდროთერმული შეცვლები ინტენსიურადაა განვითარებული პორფირული საბადოების ირგვლივ და შესაძლებელია გამაღნებიდან გავრცელდეს რამდენიმე კილომეტრის მანძილზე. ამ შეცვლების მინერალური ასოციაციები მსგავსია მეტამორფიზმის მწვანე ფიქლების ფაციესის და მის ძირითად მინერალებს წარმოადგენს ეპიდოტი, ქლორიტი და კალციტი. ამ ფაციესში პირიტი თითქმის ყოველთვის არის წარმოდგენილი, ხოლო შესაძლებელია განვითარდეს რკინის ჟანგი, სერიციტი და აპატიტი. პროპილიტური შეცვლები ვითარდება H_2O და CO_2 მოქმედების შედეგად; ზოგ შემთხვევაშიც მონაწილეობს S^{2-} მჟავე მეტასომატური პროცესების გარეშე, ხოლო მეტალების გამოტუტვა მიმდინარეობს $250-400^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში.

ჰიდროთერმული შეცვლების ამ რთულ სისტემაში მხოლოდ ძალზედ იშვიათად ხდება გამაღნებული უბნების ჩამოყალიბება, მაშინ როცა დადგენილია, რომ მაგმური მდნარებიდან გამოყოფილი ფლუიდები მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს მეტალებს იმ შემთხვევაშიც კი, როცა მაგმა ხასიათდება ამ მეტალების ორდინალური შემცველობით (Manning, Henderson, 1984, 288). ამავე ავტორების გამოთვლების მიხედვით, ჰიდროთერმებში მეტალების კონცენტრაცია ისეთია, რომ გამაღნებისთვის იდეალური პირობების შემთხვევაში საშუალო ზომის ინტრუზივსაც შეუძლია მოგვცეს სამრეწველო მნიშვნელობის გამაღნება. უდავოა, რომ გამაღნების ფორმირებას განსაზღვრას კომპლექსური ფაქტორების ერთობლიობა, როგორიცაა: ბარიერის არსებობა, თერმოდინამიკური რეჟიმი,

ჰიდროთერმებში მეტალების კონცენტრაცია და მრავალი სხვა. მაგრამ, ყველა ამ ფაქტორის ერთობლიობის დროსაც კი, ყოველთვის არ ვითარდება მადნმომცემი პროცესები. ამ შემთხვევაში ძნელია არ დაეთანხმო ე. რაგენს: „როგორც ჩანს მხოლოდ იშვიათ და ბედნიერ შემთხვევაში ხდება შესაძლებელი მადანწარმომქმნელი ფაქტორების შერწყმა და გამადნების ფორმირება".

როგორც მრავალრიცხოვანი ფაქტორივი მონაცემი გვიჩვენებს ჰიდროთერმული გამადნებების დიდი ნაწილი სივრცობრივად და დროში მჭიდროდაა დაკავშირებული მაგმურ ცენტრებთან (ნახ. 5. 3). უმეტეს შემთხვევაში მადანმომცემი მაგმური ცენტრები არის საშუალო და მჟავე შედგენილობის დაიკები და შტოკები, რომლებიც წარმოადგენს ეროდირებული, ხანგრძლივად მოქმედი ვულკანური აპარატების მომყვან გზებს. ისინი ქერქში შემოჭრილი არიან რამოდენიმე ასეულ მეტრზე ან კილომეტრზე და, როგორც წესი, წარმოადგენს დიდი პლუტონის აპოფიზებს. მაგმური პროცესების ასეთი განვითარების შემთხვევაში ყალიბდება ორი ტიპის ჰიდროთერმული ფლუიდური სისტემა: პირველი, როცა მაგმური კერიდან, მისი დეკომპრესიის ან კრისტალიზაციის გამო გამოთავისუფლებული წყალი ქმნის ფლუიდურ სისტემას (იუვენური ფლუიდები) და მეორე - როცა გრუნტის წყლები მაგმის შემოჭრის გამო განიცდიან გადახურებას და ცირკულაციას, ახდენენ შემცველ ქანებში სხვადასხვა ელემენტების გახსნას და ყალიბდება ფლუიდურ სისტემად (მეტეორიტული ფლუიდები).

გარდა აქროლადებისა, ჰიდროთერმებში გახსნილია მეტალების მარილები და, მათ შორის, ქლორიდების მარილები (NaCl , KCl , FeCl_2 და სხვა), აგრეთვე, სულფატების მარილები (Na_2SO_4 და სხვა). ჰიდროთერმებში მარილების კონცენტრაციას ძირითადად განსაზღვრავს ანიონების რაოდენობა მაგმაში, მაგალითად $\text{Cl}:\text{H}_2\text{O}$. ლაბორატორიული ექსპერიმენტები ადასტურებს, რომ ქლორიდული ჰიდროთერმები მეტალების საუკეთესო გამხსნელებია, მათ შორის ოქროსი. მ. ფრანკის და სხვების ექსპერიმენტების მიხედვით ქლორიდულ 700°C ტემპერატურის მქონე ჰიდროთერმაში Au უკვე გახსნილ მდგომარეობაში იმყოფება (Frank at al., 1999, 233-235). ამდენად მარილების მაღალი კონცენტრაციის მქონე ჰიდროთერმები მაგმიდან მეტალების გახსნის, ტრანსპორტირების და სხვადასხვა ბარიერებზე გამოლექვის საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენენ. თუ



ნახ. 5. 3. დიდი პლუტონის თავზე განვითარებული მაგმურ-ჰიდროთერმული და პორფირული საბადოს ფორმირების პროცესების კონცეპტუალური სქემა, მოდიფიცირებული ლენდვინგის და სხვების (2010) მიხედვით.

პლუტონის შემოჭრა იწვევს შემცავი ქანების გადახურებას და ჰიდროთერმების ცირკულაციას. აქედან გამომდინარე ვითარდება შემდგომი გეოლოგიური პროცესები, მათ შორის პორფირული გამადნების ფორმირება. შავი ისრები აჩვენებენ მაგმური ჰიდროთერმების მოძრაობის გზებს, ხოლო ნაცრისფერი - ქერქში ფორმირებული ჰიდროთერმების.

ხატოვნად ვიტყვით, ჰიდროთერმული გამადნების ფორმირების ურთულეს პროცესში კურიერებს წარმოადგენენ.

როგორც ცნობილია, არსებობს ჰიდროთერმული გამადნებების მრავალი კლასიფიკაცია. უახლესი კლასიფიკაციის მიხედვით (Ridley, 2013) ამ გამადნებებში სამ ტიპს განასხვავებენ, კერძოდ: (1) **ჰიდროთერმულ გამადნებას**, რომელიც სივრცობრივად და, შესაბამისად, ტემპერატურული რეჟიმით, ახლოს არის მაღანმომცემ მაგმურ კერასთან და ფორმირდება მის ირგვლივ. ამ ტიპის ჰიდროთერმული გამადნების კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს პორფირული გამადნებები, რომლებთანაც დაკავშირებულია მსოფლიოში მოპოვებული Mo თითქმის 95%, Cu -65%-ზე მეტი, Au მნიშვნელოვანი რაოდენობა და, აგრეთვე, Ag და Re, როგორც მომყოლი პროდუქტები. (2) **ჰიდროთერმული გამადნება**, რომელიც ფორმირდება, ასევე, რეგიონული ტექტონიკური და მაგმური აქტივობის პერიოდში, მაგრამ მაგმური აქტივობის კერიდან მოშორებით. ასეთი ტიპის მადნიანი მინერალიზაციის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს ოროგენული გამადნება, რომელიც ფორმირდება აქტიურად ევოლუციურ ოროგენულ სისტემებში. ამ ტიპში მადნიანი მინერალიზაცია მიმდინარეობს მაღალი წნევის (1.5-5 კბ) და ტემპერატურის (300-450 °C) პირობებში, 4-15 კმ სიღრმეზე. გამადნების შემცავ ქანებს წარმოადგენს მეტამორფიტები, მიგმატიტები და მაგმატიტები. ამ გამადნების ტიპის ძირითადი პროდუქტია Au, ხოლო თანმდევ პროდუქტად მოიპოვებენ Sb და As. როგორც წესი, ჰიდროთერმული ოროგენული გამადნებები ხასიათდება მცირე მასშტაბებით, მაგრამ აღინიშნება, აგრეთვე, მასშტაბური გამადნებებიც. მაგალითისთვის შეგვიძლია მოვიყვანოთ კლასიკური საბადო, ამ დროისთვის მსოფლიოში ოქროს ყველაზე დიდი მარაგების მქონე, მურუნტაოს საბადო უზბეკეთში.

ჰიდროთერმული გამადნებების მე-2 ტიპის საინტერესო წარმონაქმნს წარმოადგენს რკინის ჟანგიან-სპილენძ-ოქროს საბადო (IOCG), რომელშიც ძირითადი ჰიდროთერმული რკინის ჟანგიანი მინერალი წარმოდგენილია (ერთი ან ორივე) ჰემატიტით და მაგნეტიტით, ხოლო რკინის სულფიდები წარმოდგენილია პირიტით და პიროტინით. რკინის ჟანგიანი მინერალები გამადნების 10%-ზე მეტს შეადგენს. ამ გამადნებებში კვარცი მცირეა, ხოლო კვარცის ძარღვები - იშვიათი.

გამადნების ამ ტიპში მნიშვნელოვანი კონცენტრაციითაა Au, LREEs, Ag, As, Mo, Co, Ni, და U და ზოგჯერ ხდება მათი მოპოვება, როგორც თანაპროდუქტი. ჰიდროთერმული გამადნების ამ ტიპის (IOCG) გამოყოფა გასული საუკუნის ბოლოს მოხდა, მას შემდეგ, რაც სამხრეთ ავსტრალიაში აღმოჩენილი იქნა მსოფლიო კლასის ოლიმპიკ დემის (Olympic Dam) საბადო, რომელიც შეიცავს Fe, Au, REEs, Ag, As, Mo, Co, Ni და U მნიშვნელოვან რესურსებს (Reynolds, 2001, 7-8).

(3) ჰიდროთერმული გამადნებები, რომლებიც ფორმირდება სედიმენტაციურ აუზებში, მაგრამ ისინი მასალის წყაროთი და ტემპერატურული რეჟიმით დაკავშირებულნი არიან მიმდებარე მაგმურ კერებთან. ამ ტიპის საბადოები თანამედროვე მსოფლიოში Pb, Zn, Co და U, ხოლო ნაწილობრივ Ag და Cu ძირითად რეზერვებს წარმოადგენს. საბადოს მოცემული ტიპი გამადნების სინგენეტურია და ფორმირდება დანალექი ქანებით, ან ეპიგენეტურია და ფორმირდება სედიმენტაციის შემდგომ. ამ ტიპის გამადნებების ფორმირებისას ჰიდროთერმების ტრანსპორტირება ხორციელდება რამდენიმე კილომეტრის მანძილზე, რის გამოც მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები მიმდინარეობს შედარებით დაბალი ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში, ძირითადად 100-200 °C გრადუსის ფარგლებში.

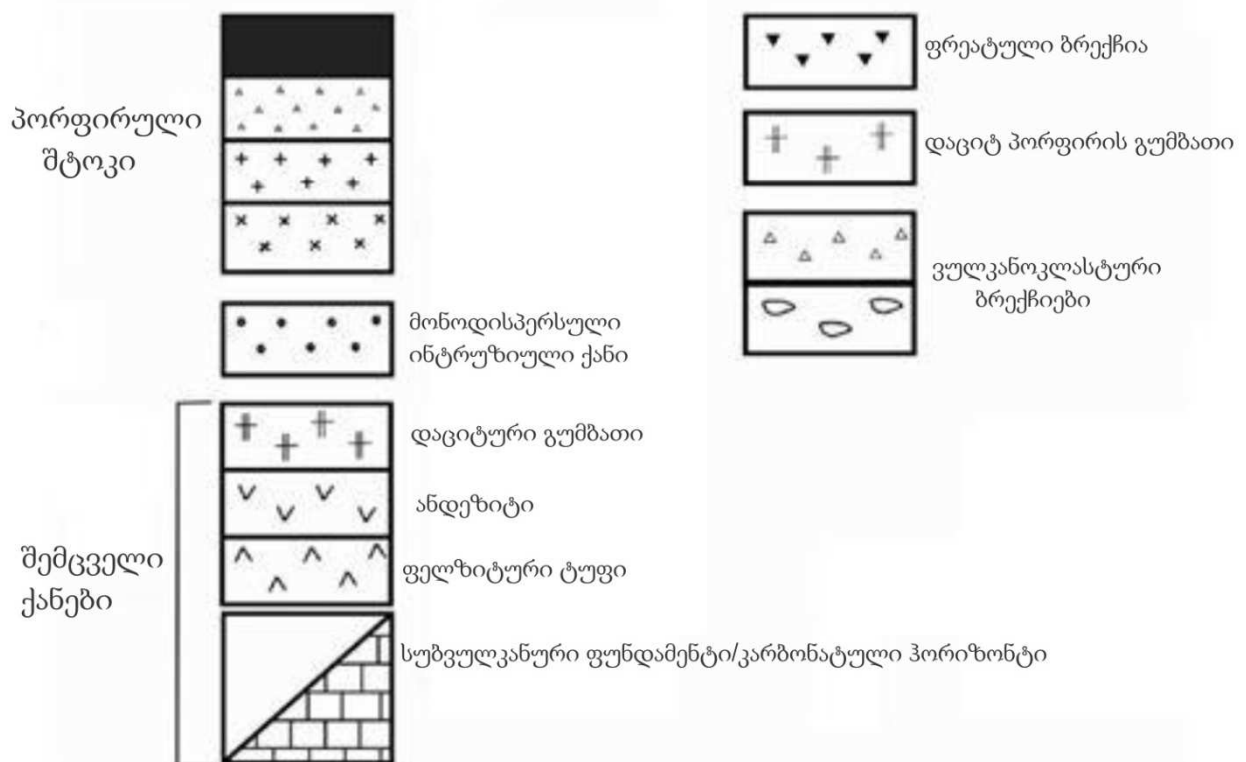
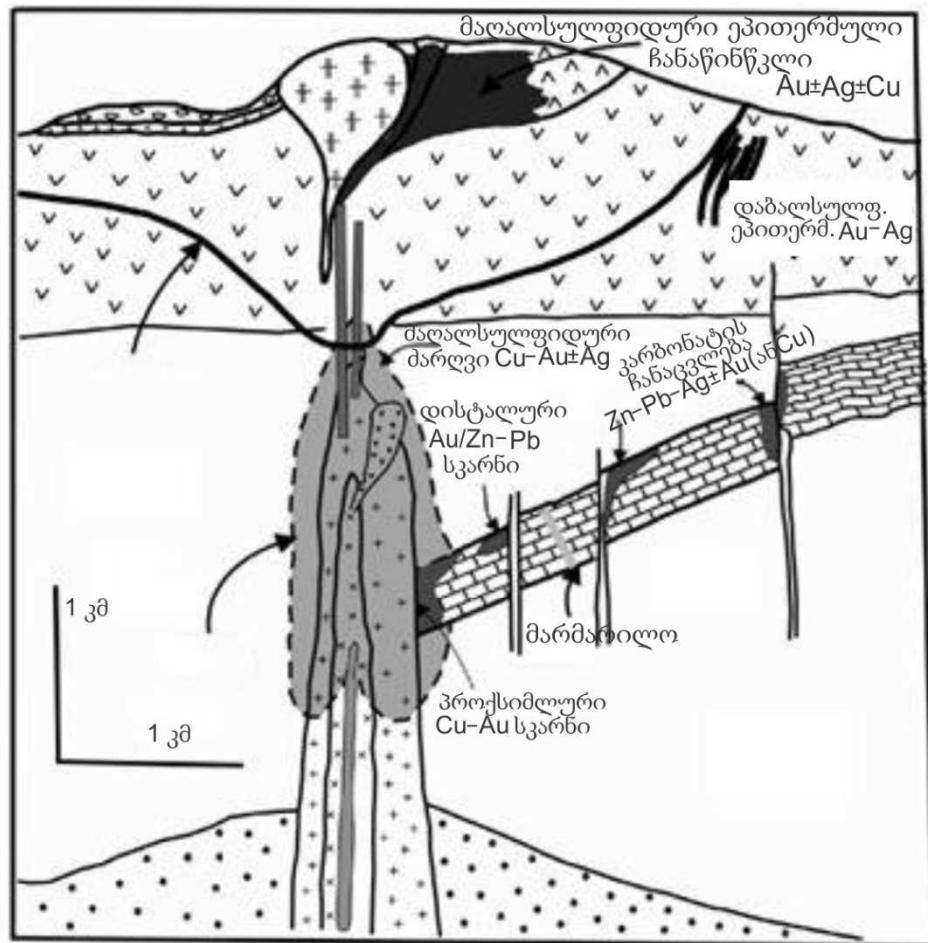
ჩვენს მიერ განხილული ჰიდროთერმული გამადნების ტიპები, რა თქმა უნდა, სრულად ვერ ასახავს ამ გამადნების ფარგლებში მიმდინარე ყველა პროცესს. ამავე დროს, ისინი ერთმანეთისგან მკაცრად არ არის იზოლირებული და ზოგჯერ პორფირული, ეპითერმული, სკარნული და სხვა ტიპის ჰიდროთერმული გამადნებები ერთი პლუტონის არეალში არის ლოკალიზებული, მაგრამ ფორმირებულია სხვადასხვა სტრუქტურულ და გეოლოგიურ პოზიციაში (ნახ. 5. 4).

ამრიგად, ჩვენ ძალიან მოკლედ მიმოვიხილეთ ჰიდროთერმული გამადნებები და მათი ტიპები, თუმცა დედამიწის ქერქში მიმდინარე პროცესების ყველა მეცნიერული კლასიფიკაცია მიახლოებით ასახავს რეალურ გეოლოგიურ მოვლენებს და შეუძლებელიცაა სხვა შედეგების მიღება, რადგანაც, როგორც ჩანს, დედამიწის ქერქში მიმდინარე პროცესები გაცილებით რთულია ვიდრე ჩვენ წარმოგვიდგენია. ამავე დროს ყოველი კონკრეტული გამადნება, ხომ

ინდივიდუალური წარმონაქმნია და თითოეულს საკუთარი, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი, ფორმირების გზა აქვს გავლილი.

როგორც კავკასიონის კოლიზიური ოროგენის კახეთის სეგმენტში ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები გენეტურად დაკავშირებულია რეგიონის მაგმურ და ჰიდროთერმული აქტივობასთან. აქ განვითარდა ისეთი მაგმური პროცესები, რომელთა მსგავსი ზემოთ აღვწერეთ. როგორც სავსე დაკვირვებები გვიჩვენებს რეგიონში ჰიდროთერმული შეცვლები და მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები მოიცავს როგორც ქვედა, ისე შუა იურულ წარმონაქმნებს, ხოლო უფრო ახალგაზრდა ქანებს ეს პროცესები აღარ ეხება. ეს კი იმის საფუძვლიანი არგუმენტია, რომ კავკასიონის კახეთის სეგმენტში მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები გენეტურად დაკავშირებულია ბათურ გრანოდიორიტულ მაგმურ აქტივობასთან და მის შემდგომ პერიოდში რეგიონში ეს პროცესები აღარ ფიქსირდება.

კავკასიონის კახეთის სეგმენტში უპირატესად ფორმირებულია ჰიდროთერმული სულფიდური მარღვულ-ჩანაწინწყლური წარმონაქმნები, რომლებიც ზოგჯერ გადადის მასიურ მადნებში. მადნიან მინერალიზაციას წინ უსწრებს ქანების ჰიდროთერმული გარდაქმნა და გაკვარცება, რომლის დროსაც ძირითადად ყალიბდება ქლორიტ-სერიციტული და ალბიტ-ეპიდოტ-ქლორიტ-კარბონატული ასოციაციები, თუმცა აღინიშნება უფრო რთული შერეული, ზედნადები ასოციაციებიც. საკვლევ რეგიონში ასეთი შეცვლები ყველაზე ფართოდ და ინტენსიურადაა წარმოდგენილი მდ. სტორის კანიონში. შედარებით მცირე გავრცელება გააჩნია შეცვლილ ქანებს ასევე მდ. სტორის ხეობაში, კანიონის სამხრეთით, მთავარი რღვევის ზონის გასწვრივ, სოფელ ლეჩურთან. ზოგადად კი, ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები მეტნაკლები ინტენსივობით აღინიშნება ყველა მადანგამოვლინებაზე. ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების ნაპრალების გვიანდელ სისტემაში ჰიდროთერმებიდან კრისტალდება კვარც-პლაგიოკლაზიანი, კვარც-პირიტ-პიროტინული, კვარც-ქალკოპირიტული და ბოლოს კვარც-კალციტ-პოლიმეტალური ასოციაციები (ნახ. 5.5), რომლებიც თანამედროვე ეროზიულ დონეზე ქმნიან ჩანაწინწყლებს, ბუდობებს, მარღვაკებს ან მასიურ მადნიან სხეულებს,



ნახ. 5.4. ჰიდროთერმული საბადოების სხვადასხვა ტიპების ერთი პლუტონის არეალში ფორმირების კონცეპტუალური სქემა, მოდიფიცირებული რ. სილიტოეს (2010) მიხედვით.

და რომლებიც ჰიდროთერმული შეცვლების მსგავსად ზოგჯერ ერთმანეთს ედება და ქმნის გამადნების რთულ სისტემას.

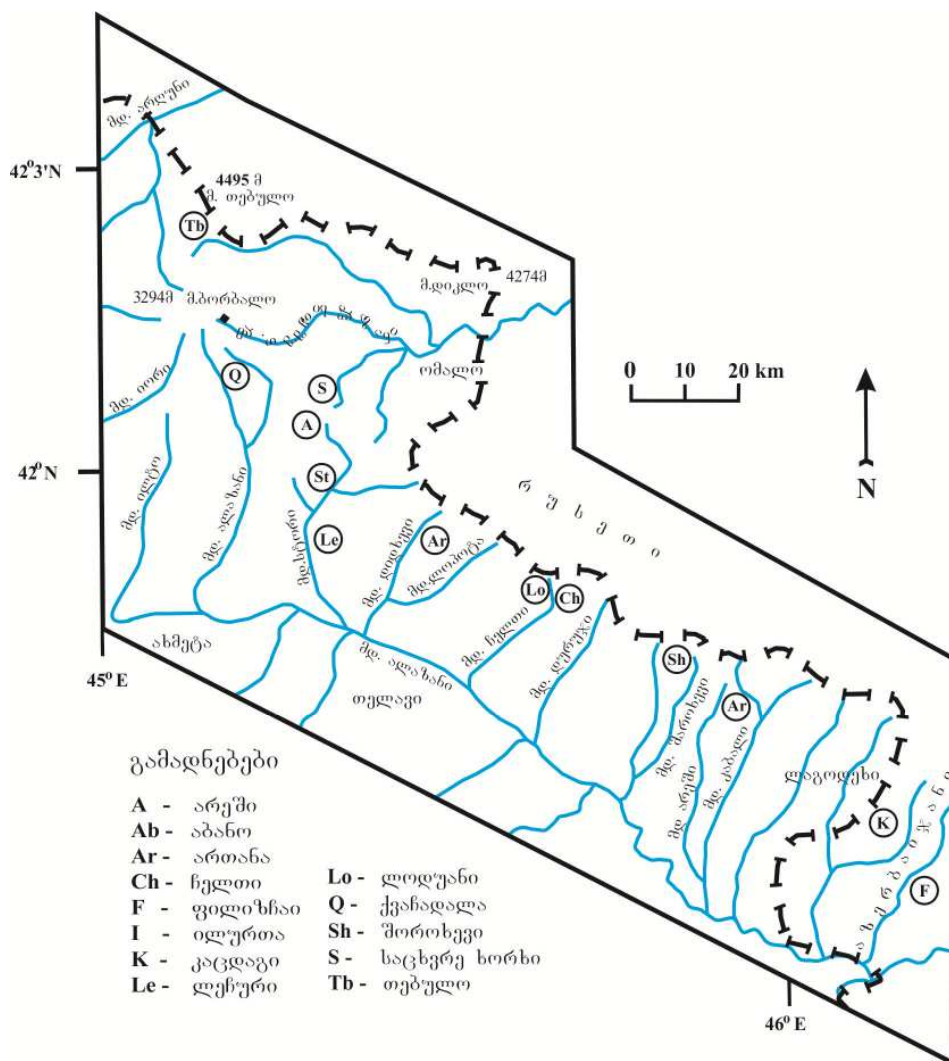


ნახ. 5. 5. გაკვარცეული და გამადნებული პლინსბახური თიხა-ფიქალი. მდ. სტორის ხეობიდან.

A - გაკვარცეული და გაკარბონატებული თიხა-ფიქალი; B - კვარცის ძარღვი, C - კარბონატული ძარღვაკები, D - კვარც-პირიტ-პიროტინული ძარღვი.

5. 2. მადანგამოვლინებები

კავკასიონის კახეთის სეგმენტის დანალექი საფარის, ინტრუზიული სხეულების ლოკალიზაციის, შეცვლილი ზონების და მადანგამოვლინებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ამ რეგიონში თანამედროვე ეროზიული დონე გამაღმებული არელების მხოლოდ მცირე, ზედა ნაწილებს აშიშვლებს, ხოლო უდიდესი ნაწილი კი დანალექი საფარის ქვეშაა მოქცეული. მიუხედავად ამისა, კავკასიონის ამ სეგმენტში ამჟამად ზედაპირზე დაფიქსირებულია 100-ზე მეტი მადანგამოვლინება (ნახ. 5.6), რომლებიც თანამედროვე ეროზიულ დონეზე ქმნის ჩანაწინკლებს, ბუდობებს, ძარღვაკებს ან მასიურ მადნიან სხეულებს.



ნახ. 5. 6. აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტის ძირითადი მადანგამოვლინებების სქემატური რუკა.

რეგიონში ცნობილი მადანგამოვლინებებიდან ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა თებულო, ილურთას, საცხვრე ხორხი, აბანო, ქვაჩადალა, ართანა, ლოდუანი, ჩელთი, შოროხევი და არეში. გარდა აღნიშნულისა, ჩვენს მიერ მიკვლეული იქნა რამდენიმე მადანგამოვლინება მდ. სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის ფარგლებში (გელია, ბენდენა და თორიუმბიანი), რომლებიც ჩვენ სტორის მადნიანი ველის სახელწოდებით გავაერთიანეთ და სოფელ ლეჩურთან, რომელსაც ჩვენ ლეჩურის მადანგამოვლინება ვუწოდეთ.

სტორის მადნიანი ველი. სტორის მადნიანი ველი წარმოადგენს სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის ფარგლებში არსებულ მადანგამოვლინებათა ერთობლიობას. ეს ზონა განვითარებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე, მდ. სტორის კანიონში და სამხრეთიდან ჩრდილოეთით გაიდევნება თითქმის მთელი კანიონის სიგრძეზე, მდ. სტორზე არსებულ თორღვას ხიდამდე. ამ ზონას კვეთს ფშაველი-ომალოს სამანქანო გზა, რის გამოც შესაძლებელი გახდა მისი შედარებით უკეთ შესწავლა. თუმცა, კანიონში არსებული რთული რელიეფის და მძლავრი ტყის საფარის გამო, სრულფასოვანი გეოლოგიური ინფორმაციის მოპოვება გაძნელებულია და შესაბამისად, გართულებულია სრული გეოლოგიური სურათის აღდგენა.

სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონა განვითარებულია სინემურულ-პლინსბახურ თიხაფიქლებში და ქვიშაქვებში და 3,7 კილომეტრიანი სიგრძის კანიონის გასწვრივ პირველადი ქანების მხოლოდ 5 ჰიდროთერმულად შეუცვლელი მონაკვეთია გადარჩენილი, რომელთა საერთო სიგრძე 1.6 კმ-ს შეადგენს. სამხრეთ პერიფერიაზე ჰიდროთერმული შეცვლები თანდათანობით იწყება (ნახ. 5. 7), ხოლო ცენტრალური ნაწილისკენ ძლიერდება. თანამედროვე ეროზიულ დონეზე შეცვლილი ქანები ძირითადად წარმოდგენილია კვარც-სერიციტული ასოციაციებით (5. 8), ხოლო უფრო დამორჩილებულად აღინიშნება ალბიტ-ქლორიტულ-ეპიდოტური (5. 9) და კვარც-ალბიტ-ქლორიტ-კალციტური ასოციაციები, რომლებიც მასიურად განიცდის ინტენსიურ პირიტიზაციას, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ჰიდროთერმები რკინით და გოგირდით იყო გაჯერებული. ეს ქანები რელიეფში ადვილად გაირჩევა, რადგანაც გააჩნია გამორჩეული მოწითალო,

მომწვანო, მოყვითალო და მონაცრისფრო შეფერილობები. მიგვაჩნია, რომ ისინი წარმოადგენს ტიპურ ჰიდროთერმულ ფილიტებს ანუ ფილიტებს და პროპილიტებს, რომლებიც როგორც წესი, ვითარდება მძლავრი პორფირული გამადნებების ირგვლივ (Ridley, 2013).



ნახ. 5.7. მდ. სტორის კანიონის სამხრეთი კიდე: ჰიდროთერმული შეცვლა პლინსბახურ თიხა-ფიქლებში.

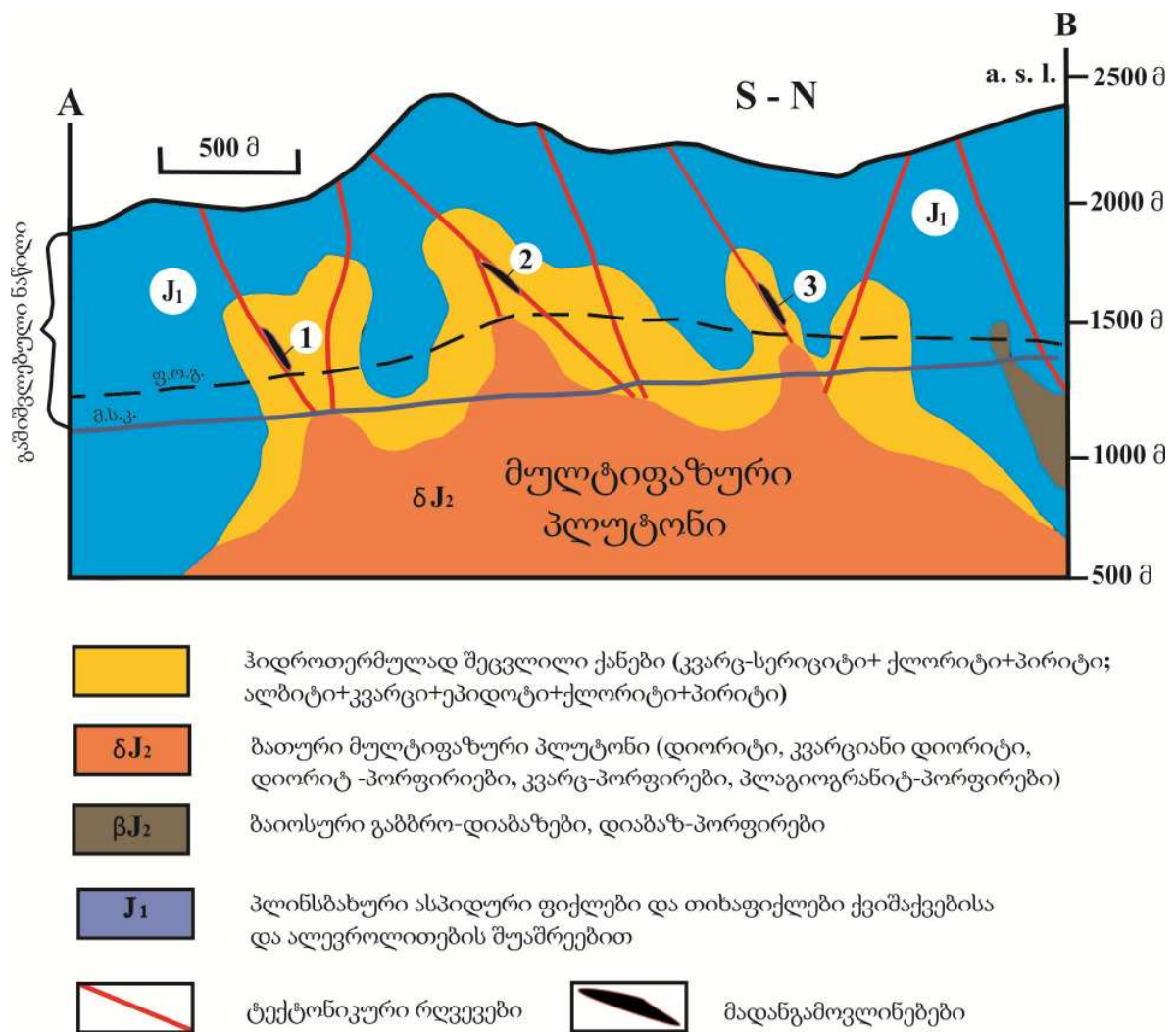
კომპლექსური გეოლოგიური მონაცემების, კერძოდ, ჰიდროთერმული შეცვლების ასოციაციებით, გაშიშვლებული ინტრუზიული სხეულების პეტროლოგიით და გამადნების ტიპით მიგვაჩნია, რომ სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების ქვეშ ლოკალიზებულია, ძირითადად, დიორიტული შედგენილობის მძლავრი მულტიფაზური პლუტონი (5. 10), რომელიც თანამედროვე ეროზიულ დონეზე მხოლოდ აპოფიზების სახით შიშვლდება. აღსანიშნავია, რომ ჰიდროთერმული შეცვლები იმდენად ძლიერია, რომ იგი ხშირად თვით პლუტონის აპოფიზებშიც ვითარდება.



5. 8. ჰიდროთერმული კვარც-სერიციტული ასოციაციები, მდ. სტორის ჰიდროთერმული შეცვლილი ზონის ცენტრალური ნაწილი.



5. 9. მდ. სტორის კანიონის ჰიდროთერმული ალბიტ-ქლორიტ-ეპიდოტური ასოციაციები, ბენდენას მადანგამოვლინების სამხრეთით.

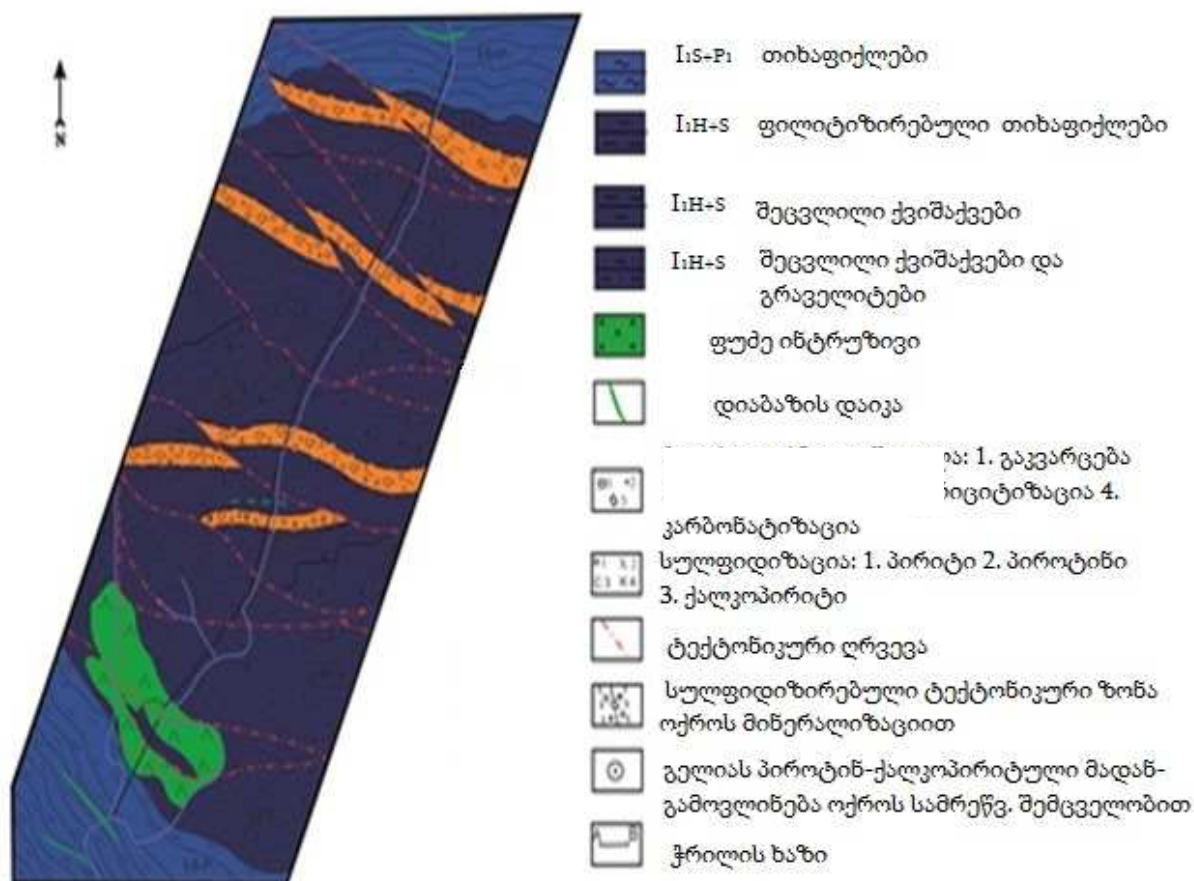


ნახ. 5.10. მდ. სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის კონცეპტუალური (სქემატური) ჭრილი (A-B). (A=N 42°12' 968¹¹, E 45°29' 079¹¹; B = N 42°13' 953¹¹, E 45°29' 079¹¹). ფ.ო.გ.- ფშაველი-ომალის გზა; მ.ს.კ. - მდინარე სტორის კანიონი. მადანგამოვლინებები: 1. ბენდენა, 2. გელია, 3. თორიუმბიანი.

ფშაველი-ომალის საავტომობილო გზის გასწვრივ, სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონა, ჩვენს მიერ მთელ სიგრძეზე იქნა დასინჯულ ოქროს შემცველობაზე (გაანალიზებული იქნა 200-ზე მეტი სინჯი ICP-MS დანადგარზე 3B მეთოდების გამოყენებით), მაგრამ დიდად სახარბიელო შედეგი ვერ მივიღეთ (ნახ. 5.11). ამ ჭრილის უკიდურესი სამხრეთი ნაწილი ფაქტობრივად არ შეიცავს ოქროს, თუმცა ბენდენას მინერალიზებულ ზონაში Au შემცველობა ოდნავაა მომატებული. ჭრილის ცენტრალურ და ჩრდილო ნაწილში კი, ჰიდროთერმულად შეცვლილ

სქემატური რუკა

მასშტაბი 1: 25 000



ნახ. 5.11. სტორის კანიონის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების სქემატური სტრუქტურულ-ლითოლოგიური ჭრილი, ოქროს ამაღლებული შემცველობის ზონებით.

ქანებში, გამოიკვეთა საერთო კავკასიური მიმართების 4 ზონა, რომლებშიც ოქროს კონცენტრაცია 0.01 - 0.94 გ/ტ-ს ფარგლებში მერყეობს. აღსანიშნავია, რომ ამ ზონების ცენტრალურ ნაწილში ლოკალიზებულია დიორიტული პლუტონის აპოფიზი და განვითარებულია გელის მძლავრი რღვევა.

პირველ ზონაში, რომელიც ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების უკიდურეს ჩრდილოეთშია განვითარებული და რომლის სიმძლავრე 80 მეტრს შეადგენს, ოქროს კონცენტრაცია 0.01 - 0.66 გ/ტ-ს ფარგლებში მერყეობს (ცხრ. 5.1). მეორე ზონაში, რომელიც პირველი ზონის სამხრეთით ფიქსირდება და რომელსაც უფრო ნაკლები სიმძლავრე გააჩნია (50 მ), მეტალის კონცენტრაცია მერყეობს 0.01 - 0.94 გ/ტ-ს ფარგლებში (ცხრ. 5.2). მესამეში, რომლის სიმძლავრე 60 მეტრის ფარგლებშია - ოქროს შემცველობა 0.01 - 0.68 გ/ტ-ს ფარგლებში იცვლება (ცხრ. 5.3), ხოლო მეოთხეში, რომელიც ყველაზე მცირე სიმძლავრისაა (50 მ) ოქროს შემცველობა 0.01 - 0.87 გ/ტ-ს ფარგლებში იცვლება.

როგორც ვხედავთ, სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილ ქანებში, რომლებიც წარმოდგენილია კვარც-სერიციტული ასოციაციებით, ხოლო უფრო დამორჩილებულად აღინიშნება ალბიტ-ქლორიტულ-ეპიდოტური და კვარც-ალბიტ-ქლორიტ-კარბონატული ასოციაციები, გარკვეულ ზონებში ფიქსირდება ოქროს ამალღებული კონცენტრაციები, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ მათი მომცემი ჰიდროთერმები შეიცავდა Au. ეს კი იმის მყარი არგუმენტია, რომ ჰიდროთერმული შეცვლის სისტემის რომელიმე თერმოდინამიკურად და სტრუქტურულად ხელსაყრელ არეალში, შესაძლებელია ჩამოყალიბებულიყო ოქროს მნიშვნელოვანი დაგროვება. აქვე ავღნიშნავთ, რომ სტორის კანიონის მასშტაბური ჰიდროთერმული შეცვლის მინერალოგიური და ქიმიური ანალიზიდან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ მის ქვეშ ლოკალიზებული პლუტონიდან გამოთავისუფლებული ჰიდროთერმები, საერთოდ, გამდიდრებული იყო მადნიანი ელემენტებით.

**ცხრილი 5. 1. სტორის კანონის ოქროსშემცველი პირველი ზონის ზოგიერთი
სინჯის ქიმიური ანალიზი**

მეთოდი		FAA 303	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ანალიტიკური ლაბორატორია
შემცველობა		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
ანალიზის ქვედა ზღვარი		0.01	2	3	1	0.5	2	1	
რიგითი#	სინჯის#	Au	Ag	As	Co	Cu	Pb	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3-10	0.17	<2	3800	8	15.7	8	8	აკმე, ვანკუვერი
2	4-10	0.01	<2	280	2	9.3	9.3	238	აკმე, ვანკუვერი
3	6-10	0.11	<2	1460	4	5.4	5.4	111	აკმე, ვანკუვერი
4	8-10	0.05	<2	2070	76	6.8	6.8	96	აკმე, ვანკუვერი
5	12-10	0.12	<2	1430	29	25.5	25.5	222	აკმე, ვანკუვერი
6	6-08	0.68	0.75						მადნეულის ლაბორატორია

**ცხრილი 5. 2. სტორის კანონის ოქროსშემცველი მეორე ზონის ზოგიერთი სინჯის
ქიმიური ანალიზი**

მეთოდი		FAA 303	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ანალიტიკური ლაბორატორია
შემცველობა		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
ანალიზის ქვედა ზღვარი		0.01	2	3	1	0.5	2	1	
რიგითი#	სინჯის#	Au	Ag	As	Co	Cu	Pb	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	222-10	0.03	<2	20	26	67.6	124	1110	აკმე, ვანკუვერი
2	226-10	0.02	6	50	9	878	9010	>10000	აკმე, ვანკუვერი
3	228-10	0.08	4	292	7	229	4260	3380	აკმე, ვანკუვერი
4	229-10	0.03	5	224	9	387	5850	6960	აკმე, ვანკუვერი
5	8-08	0.94	0.4						მადნეულის ლაბორატორია

ცხრილი 5. 3. სტორის კანიონის ოქროსშემცველი მესამე ზონის ზოგიერთი სინჯის ქიმიური ანალიზი

მეთოდი		FAA 303	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ICP 14B	ანალიტიკური ლაბორატორია
შემცველობა		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
ანალიზის ქვედა ზღვარი		0.01	2	3	1	0.5	2	1	
რიგითი#	სინჯის#	Au	Ag	As	Co	Cu	Pb	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	62-10	0.02	<2	65	18	186	14	47	აკმე, ვანკუვერი
2	13-08	0.54	0.62						მადნეულის ლაბორატორია
3	14-08	0.68	0.66						მადნეულის ლაბორატორია

სტორის კანიონში, გარდა განხილული ოქროს ამაღლებული ზონებისა, ჩვენს მიერ დაფიქსირდა, აგრეთვე, სამი მადაგამოვლინება, კერძოდ, ბენდენა, გელია და თორიუმიანი (თუმცა დარწმუნებულები ვართ, რომ ამ ჰიდროთერმულად შეცვლილ ზონაში მათი რიცხვი გაცილებით მეტია, მაგრამ რთული რელიეფის გამო შეუძლებელია მათი მიკვლევა).

სტორის ხეობის თორიუმიანი მადანგამოვლინება (Okrostsvaridze et al., 2012, 2013), ლოკალიზებულია მადნიანი ველის ჩრდილო ნაწილში და თორიუმის ანომალურად მაღალი შემცველობები ლოკალიზებულია მძლავრ, საერთო კავკასიური მიმართების რღვევის ზონაში (ნახ.5.12). ამ ზონაში კარბონატიზებული კვარც-პლაგიოკლაზიანი ძარღვები კვეთს პლინსბახურ თიხაფიქლებს და მათი სიმძლავრეები 30-40 სმ ფარგლებში მერყეობს. ძარღვებში თორიუმის შემცველობა შეადგენს - 3882 გ/ტ, ბისმუთის - 4806 გ/ტ დაფიქსირდა, ხოლო იტრიუმის - 6307 გ/ტ. გარდა ამისა ამავე ძარღვში დაფიქსირდა ვერცხლის მაღალი კონცენტრაცია (275გ/ტ). (ანალიზები ჩატარდა AcmeLab-ში ICP-MS დანადგარზე 1F15 მეთოდით გამოყენებით. ძარღვის ქიმიური შედგენილობიდან გამომდინარე, მასში თორიუმი წარმოდგენილი უნდა იყოს მინერალი ქსენოტიმით [(Y,Th)PO₄]. ამ ტიპის, კვარც-პლაგიოკლაზიან ძარღვებთან დაკავშირებული, თორიუმიანი მადანგამოვლინებები ამჟამად მსოფლიოს



ნახ. 5. 12. თორიუმის ანომალურად მაღალი შემცველი კვარც-პლაგიოკლაზიანი მარღვი.

მრავალ რეგიონშია ცნობილი, თუმცა პირველად აღწერილი იქნა აშშ-ში (Staatz , 1974). გარდა ამისა, მოგვიანებით სტორისა და მისი პარალელური ხეობის მახვალის, ჰიდროთერმულად შეცვლილი და მინერალიზებული ზონებიდან, თორიუმის მინერალიზაციის დადგენის მიზნით, გაანალიზებული იქნა კიდევ 20 სინჯი (13 მდ სტორის ხეობიდან, 7- მახვალის ხეობიდან). აქედან 14 ნიმუშში დაფიქსირდა Th მაღალი კონცენტრაცია, რომელიც იცვლებოდა 33.3 - 203 გ/ტ ინტერვალში. გარდა ამისა, ყველა იმ ნიმუშში, რომელშიც დაფიქსირდა თორიუმის კონცენტრაციები, აღინიშნა აგრეთვე ბისმუთის მაღალი შემცველობები - 197-900 გ/ტ ფარგლებში (ცხრილი 5. 4). აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ 2 ნიმუშში (6-08 და 7-08), რომლებიც წარმოადგენს ფილიტიზირებულ თიხაფიქლებს, დაფიქსირდა ლანთანის ანომალურად მაღალი შემცველობა, კერძოდ 17166.2 და 16628.0 გ/ტ. ამ სინჯებში ამაღლებულია აგრეთვე იტრიუმის შემცველობა (7456 გ/ტ და 6987 გ/ტ), რაც სავსებით მოსალოდნელია, რადგანაც, როგორც ცნობილია, ლანთანი და იტრიუმი ქიმიურად და გეოქიმიურად მსგავს ელემენტებს წარმოადგენს და მათი მსგავს გეოლოგიურ პირობებში ფორმირება სრულიად კანონზომიერია. უფრო მეტიც, ეს ფაქტი უფრო

ცხრილი 5.4. თორიუმის, ბისმუტისა და სხვა ელემენტების შემცველობა ჰიდროთერმულად შეცვლილ ქანებში

ელემენტ ო	6-09	7-09	8-09W	8-09B	9-09	10-09	11- 09	12-09
Au(GM/T)	0.02	0.03	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.02	0.01
Mo (PPM)	0.64	0.65	0.67	0.13	0.54	0.94	0.7	0.39
Cu (PPM)	32.78	27.43	26.14	1414.62	66.7	191.31	103. 06	64.91
Pb (PPM)	43.14	30.91	5.81	33.32	6.11	18.42	12.6 8	22.16
Zn (PPM)	10.6	5.8	6	0.5	7.3	6.8	7.8	5.9
Ag (PPB)	4.9	7.8	6.1	275.5	17.8	7.2	13.6	12.4
Ni (PPM)	0.03	0.02	0.19	13.95	0.02	0.11	0.56	0.22
Co (PPM)	13.19	4.73	0.4	1.41	0.61	2.11	2.02	6.65
Mn (PPM)	0.55	0.51	0.13	16.48	0.82	0.09	1.03	0.15
Fe (%)	4	2	2	3	32	7	6	11
As (PPM)	0.13	0.19	0.28	20.16	1.23	0.32	0.84	1.09
U (PPM)	0.027	0.012	0.017	0.003	0.071	0.044	0.03 4	0.055
Au (PPB)	3.5	6.7	4.3	2.1	4.2	5.5	6.3	2.4
Th (PPM)	7.6	11.7	50.9	3842	39	41.4	203. 8	99
Sr (PPM)	3600	3770	13	483	787	179	108	84
Cd (PPM)	21.3	6.1	4.2	64	40	30.7	8.2	37.7
Sb (PPM)	7.1	3.5	3.2	118.3	19.3	13.5	7.9	20.6
Bi (PPM)	57	61	197	4806	881	234	319	396
V (PPM)	5.7	0.99	1.39	18.90<0.1	5.76	2.68	3	3.91
Ca (%)	932.2	31.2	2		6.4	65.7	72.3	87.2
P (%)	1.3	0.7	0.6	0.1	0.6	0.7	0.6	0.6
La (PPM)	17166.2	16628	5.9	8.8	3204.9	20.9	12.5	8.1
Sc (PPM)	0.4	0.5	0.4	1.4	2	0.6	0.6	1.2
Ti (PPM)	1.23	0.13	0.04	0.04	0.03	0.11	0.06	0.16
S (%)	5.67	0.85	0.28	4.61	1.88	2.18	0.65	2.7
Hg (PPB)	59	20<0.1	5<0.1	119	6	32	22	8
Se (PPM)	0.2			8.8	0.7	0.9	0.6	0.6
Te (PPM)	0.02			1.2	0.11	0.08	0.53	0.03
Ga (PPM)	0.8	0.8	1.4	1.3	5.4	1	1.2	1.3
Cr (PPM)	1.8	1.7	1.8	2.6	17.8	12.8	1.5	9.2
Mg (%)	0.09	0.07	0.32	0.18	1.27	0.29	0.24	0.55
Ba (PPM)	17.4	23.3	15.9	9	37.8	24.3	31.9	29.6
Ti (%)	0.001	0.002	0.002< 1	0.002<1	0.011<1	0.002<1		0.042
B (PPM)	1	2						1
Al (%)	0.3	0.33	0.59	0.33	2.29	0.56	0.44	0.72
Na (%)	0.004	0.006	0.008	0.003	0.023	0.007	0.00 3	0.006
K (%)	0.18<0. 1	0.20<0 .1	0.11	0.02<0.1	0.17	0.17	0.1	0.17
W (PPM)			0.1		0.2	0.2	6.3	0.2

ცხრილი 5.4 (გაგრძელება)

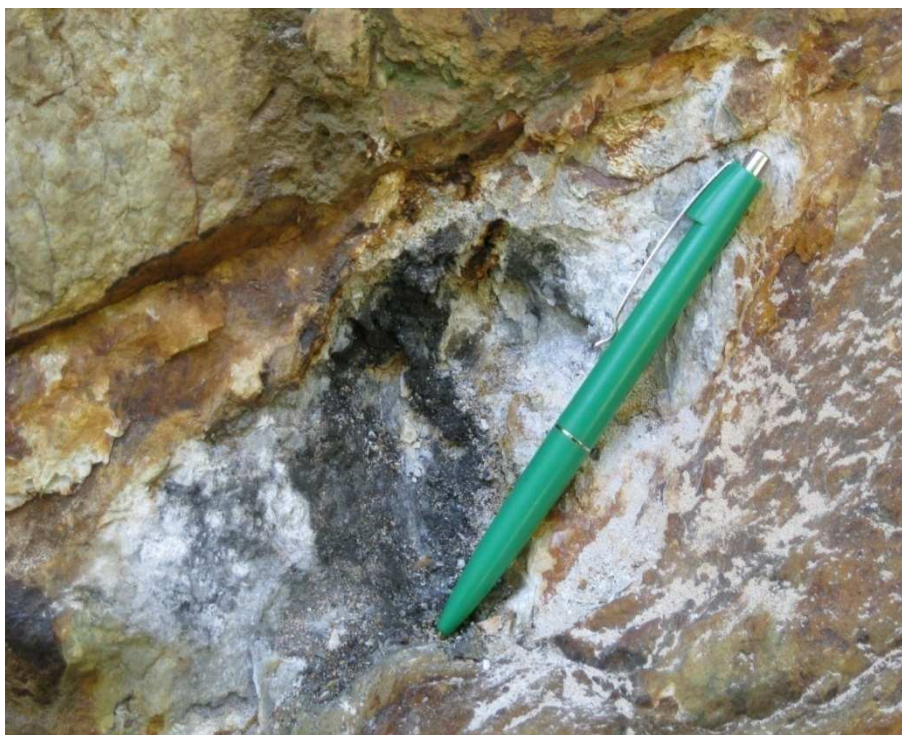
ელემენტი	13-09	14-09 Y	14-09W	15-09	16-09	18-09	38-09	41-09
Au(GM/T)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mo (PPM)	0.59	0.95	0.23	0.7	1.11	0.61	0.21	0.25
Cu (PPM)	20.8	51.49	9.33	38.34	68.1	226.65	24.89	19.22
Pb (PPM)	16.55	11.77	6.09	8.2	6.58	5.24	6.37	4.69
Zn (PPM)	4.8	7.5	9.6	7.1	1.7	5.5	3.5	8.9
Ag (PPB)	4.5	14	5.5	29.6	36.7	19.2	15.3	12.4
Ni (PPM)	0.45	0.11	0.01	0.08	0.04	0.06	0.06	0.02
Co (PPM)	2.24	1.52	1.93	1.06	0.65	0.6	1.65	2.43
Mn (PPM)	0.38	0.77	0.03	0.19	0.56	1.73	0.07	0.1
Fe (%)	6	30	17	37	38	21	12	24
As (PPM)	0.23	0.45	0.19	1.23	1.75	2.06	1.2	0.29
U (PPM)	0.033	0.083	0.032	0.048	0.071	0.082	0.017	0.036
Au (PPB)	1.5	15	1.8	8.1	6.2	4.3	2.4	2.9
Th (PPM)	127.4	54.1	24.4	67.2	39.2	41.1	46.5	33.3
Sr (PPM)	86	62	6	37	61	87	23	9
Cd (PPM)	8.2	12.7	7	26.9	23.6	22.6	9.4	15.7
Sb (PPM)	11.4	10.3	3.6	12.8	19.6	48.1	5.9	6.7
Bi (PPM)	174	530	334	805	468	532	900	511
V (PPM)	1.78	4.14	1.06	3.37	5.17	7.56	2.01	1.94
Ca (%)	67.4	16.6	1.9	42.6	18.6	19.3	1.8	3.2
P (%)	0.6	0.5	1.1	0.5	0.1	0.3	0.3	0.7
La (PPM)	5	1.9	1	0.7	4.7	4.5	0.9	1.5
Sc (PPM)	0.6	1.9	1.8<0.02	1.9	2.1	1.3	1.4<0.02	2.3<0.02
Tl (PPM)	0.06	0.05		0.08	0.37	0.04		
S (%)	1.57	0.62		0.27	2.24	3.12<5	0.03	
Hg (PPB)	37	6	9<0.1	6	24		6<0.1	9<0.1
Se (PPM)	1.5	0.6		0.1	1.6	1.7		
Te (PPM)	0.52	0.11		0.03	0.33	0.38		
Ga (PPM)	0.8	4.1	3.5	3.4	4.4	3.3	4.2	5
Cr(PPM))	1.6	13.3	17.9	36.2	21.9	6.5	7.4	22.8
Mg (%)	0.27	1.1	0.49	0.48	1.19	1.15	0.78	0.87
Ba (PPM)	15.8	43.7	51	37.6	34.7	24.2	17.1	60.5
Ti (%)	0.108	0.020<1	0.040<1	0.04	0.073	0.009<1	0.017<1	0.057<1
B (PPM)				2	2			
Al (%)	0.39	1.75	0.63	1.9	2.87	1.63	1.1	1.24
Na (%)	0.005	0.017	0.032	0.047	0.102	0.007	0.016	0.049
K (%)	0.13	0.13<0.1	0.04	0.2	0.42	0.14<0.1	0.04	0.04
W (PPM)	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2

სანდოს ხდის ჩატარებულ ანალიზებს. უდავოა, ეს მონცემები იმაზე მიგვითითებს, რომ ჰიდროთერმები, რომლებიც მონაწილეობდა თორიუმისანი ზონის მინერალიზაციაში გამდიდრებული იყო იშვიათი ელემენტებით: თორიუმით, ბისმუტით, იტრიუმით და იშვიათი მიწაელემენტით - ლანთანით. ვფიქრობთ, ამ ელემენტებით მდიდარი ჰიდროთერმების ფორმირება მოხდა მაგმური აქტიურობის ბოლო ეტაპზე, როცა ჰიდროთერმები გამდიდრდა კარბონატებით. მიგვაჩნია, რომ მინერალიზაციის ეს პროცესი, რომელიც სტორის ჰიდროთერმულად შეცვლილი ზონის ჩრდილოეთში ნაწილში განვითარდა, თავისი მნიშვნელობის გამო შემდგომ დეტალურ შესწავლას საჭიროებს (ცხრილი 5. 4).

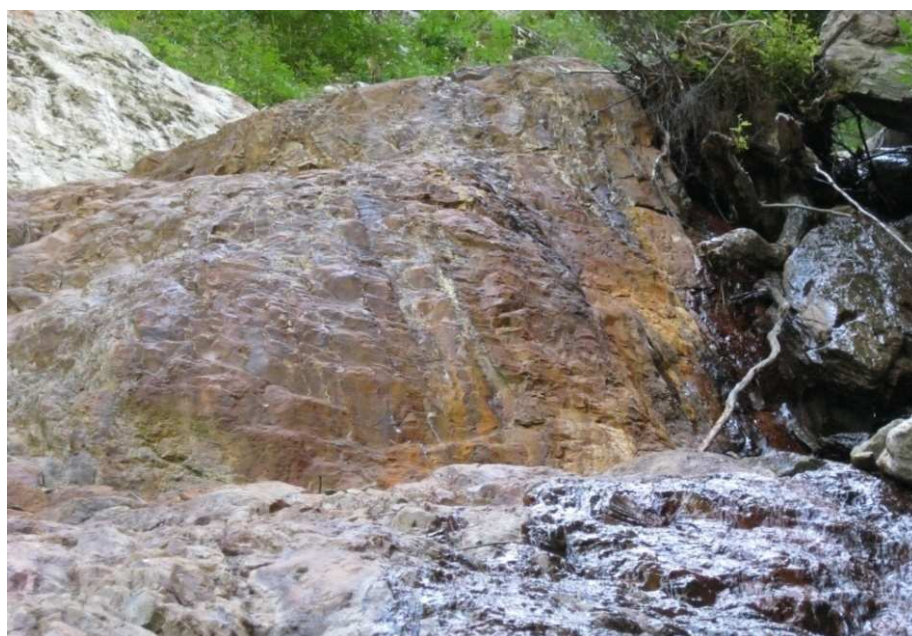
გელიას მადანგამოვლინება. გელიას მადანგამოვლინება შიშვლდება სტორის მადნიანი ველის ცენტრალურ ნაწილში, გელიას დაკიდებულ ხევში, სამანქანო გზიდან ჰიფსომეტრიულად 200 მ-ით ზემოთ. იგი წარმოადგენს მძლავრ ტექტონიკურ ზონაში ფორმირებულ სპილენძ-პიროტინული გამადნების ძარღვს, რომლის შემცავი ქანები კვარც-სერიციტ-პირიტისანი და კვარც-სერიციტ-ქლორიტ-პირიტისანი მეტასომატიტებია. ვიდრე უშუალოდ გელიას ძარღვი გაშიშვლდებოდა, შემცავ ქანებში ჩნდება მადნიანი მინერალების მრავალრიცხოვანი ოვალური პატარა ბუდობები, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია რკინის ქანგით და პიროტინით (ნახ. 5.13).

თვითონ ძარღვი მკვეთრად შიშვლდება შემცავი ფუჭი ქანებიდან (ნახ. 5. 14) და ცვალებადი, 5-12 მ სიმძლავრით უწყვეტად გაიდევნება ხევის სათავისკენ 80-90 მ სიგრძეზე, რის შემდეგ იფარება შემცველი მეტასომატიტებით (5.15). ეს ქანები 250 მ-ზე ინტენსიურად არის გამოჟანგული, რაც მათ ქვეშ მინერალიზებული ძარღვის არსებობას ადასტურებს.

გელიას ძარღვს გააჩნია საერთო კავკასიური მიმართება (დაქ. აზიმ. 20-30°, დახრის კუთხე - 60-70°) და როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ფორმირებულია მძლავრი ტექტონიკური რღვევის ზონაში. მისი მასიური მადნის (ნახ. 5. 16) ძირითადი მინერალი პიროტინია, ხოლო დამორჩილებულად გვხვდება ქალკოპირიტი, არსენოპირიტი და პირიტი. ძარღვის კვარც-პიროტინ-ქალკოპირიტული მასიური



ნახ. 5. 13. რკინის ჟანგი-პიროტინის ბუდობი, გელის ძარღვის შემცავი ქანები.



ნახ. 5.14. გელის მადნიანი ძარღვი, გაშიშვლების დასაწყისი.



ნახ. 5.15. გელიას მადნიანი ძარღვის გაშიშვლების ზედა, ბოლო ფრაგმენტები.



ნახ. 5. 16. გელიას ძარღვის მასიური მადნის ფრაგმენტი.

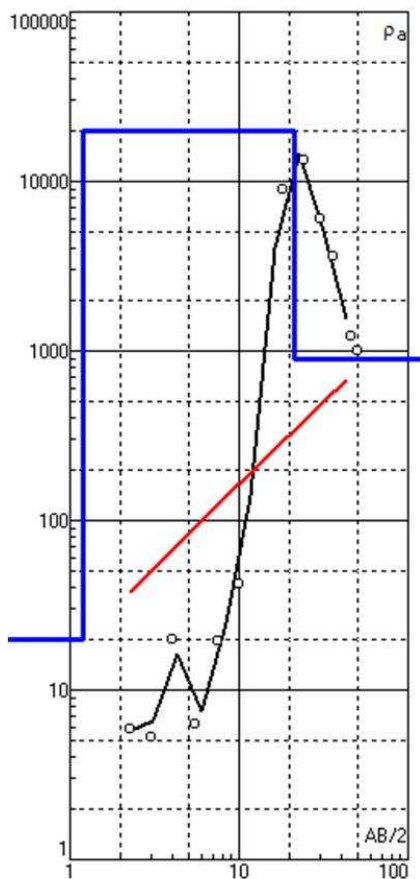
მადნის 15 სინჯში განვსაზღვრეთ 39 მეტალის შემცველობა (ანალიზები ჩატარდა ICP-MS დანადგარზე 1F15 მეთოდით). მიღებული შედეგები ასეთია: სპილენძის კონცენტრაცია მერყეობს 350 - 1660 გ/ტ, ტყვიის - 11 - 33 გ/ტ, თუთიის - 25 - 35 გ/ტ, დარიშხანის 1500 - 6400 გ/ტ, კობალტის 124 - 295 გ/ტ, ხოლო რკინის შემცველობა მერყეობს 25-35 %-ის ფარგლებში (ცხრ. 5.5). რაც შეეხება ოქროს და ვერცხლის შემცველობას მასიურ მადნებში, ეს ელემენტები პრაქტიკულად არ დაფიქსირებულა, მხოლოდ ძარღვის ზალბანდების 2 სინჯში აღინიშნა ოქროს მაღალი კონცენტრაცია, კერძოდ 1.41 და 4.56 გ/ტ. თუ გავანალიზებთ გელიას ძარღვის ქიმიური ანალიზის შედეგებს, იგი წარმოადგენს რკინით მდიდარ სულფიდურ გამადნებას, რომელიც არც თუ ისე იშვიათად, ფორმირდება პორფირული საბადოების თავზე არსებული ჰიდროთერმული შეცვლის ზონებში (Ridley, 2013), რაც იმის მანიშნებელია, რომ სიღრმეში შესაძლებელია არსებობდეს მნიშვნელოვანი პორფირული გამადნება.

გელიას ხეობის ფარგლებში ჩატარებულ იქნა ელექტროზონდირება, მასში გაშიშვლებული მადნიანი ძარღვის ქვემოთ (იქ სადაც ძარღვი შიშვლდება ელექტროზონდირების გაკეთება შეუძლებელია, რადგანაც ხეობა ძალიან დამრეცია). სამწუხაროდ, რელიეფის სირთულის გამო, მხოლოდ ერთი პროფილის გაკეთება მოხერხდა, ისიც 100 მეტრიანი გაშლით მდ. გელიას-ხევის მარცხენა ნაპირზე, მდინარის კალაპოტიდან 50 მეტრით ზემოთ. როგორც ვხედავთ ერთგანზომილებიანი მოდელის სქემაზე (ნახ. 5.17) დაახლოებით 20 მეტრის სიღრმეზე ქანების წინაღობა (ომი) მცირდება 2000 -დან 900 ომამდე, რაც გამოწვეულია შრის ელექტროგამტარუნარიანობის გაზდით. ეს კი იმის ვარაუდის უფლებას იძლევა, რომ ამ ქანებში უნდა იყოს მადნიანი ელემენტების მაღალი კონცენტრაცია. ამ მონაცემების მიხედვით, გამოდის, რომ გელიას ძარღვი დაკვირვების წერტილზე გაშიშვლების ზედაპირიდან 20 მეტრით ქვევითაა ლოკალიზებული და ხეობიდან ჩრდილო-დასავლეთით ვრცელდება. სამწუხაროდ, ვერტიკალური ელექტრო ზონდირების 100 მეტრიანი გაშლა არასაკმარისი აღმოჩნდა ძარღვის ქვედა საზღვრის დაფიქსირებისთვის და პასუხგაუცემელი რჩება შეკითხვა თუ რამდენია გელიას მადნიანი ძარღვის სიმძლავრე, თუმცა ელექტროზონდირების

ცხრილი 5. 5 ზოგიერთი ნიმუშის ქიმიური ანალიზი (გელიას ძარღვი).

მეთოდი		FAA	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ანალიტიკური ლაბორატორია
		303	14B	14B	14B	14B	14B	14B	
შემცველობა		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	
ანალიზის ქვედა ზღვარი		0.01	2	3	1	0.5	2	1	
რიგითი #	სინჯი #	Au	Ag	AS	Co	Cu	Pb	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87-10	0.03	<2	1930	255	595	88	460	Acme Lab
2	90-10	0.01	<2	3510	198	353	36	15	Acme Lab
3	91-10	0.02	<2	6380	294	1660	33	30	Acme Lab
4	95-10	4.56	<2	1490	93	629	13	81	Acme Lab
5	96-10	0.02	<2	1380	108	13	185	35	Acme Lab
6	101-10	6.05	<2	136	38	125	11	37	Acme Lab
7	102-10	1.41	5	4130	189	352	16	28	Acme Lab
8	105-10	8.03	<2	4	23	101	27	33	Acme Lab
9	290-10	0.37	<2	7940	22	573	20	33	Acme Lab
10	291-10	0.18	<2	133	245	37.3	7	56	Acme Lab

მონაცემებით ძარღვი სიღრმეში 20 მეტრიდან იწყება და 40-50 მეტრის შემდეგაც გრძელდება.



ერთგანზომილებიანი მოდელის
პარამეტრები

ფენათა რიცხვი	მოჭვენებითი წინაღობა, ρ_{app} , ომი*მ	ფენის სიმძლავრე, d , მ	ფენის სიღრმე, h , მ	მოდელის ცდომილება %
1	20	1.2	1.2	220
2	20000	20	21.2	
3	900			

ნახ. 5. 17. გელის ხეობის ელექტროზონდირების შედეგები.

ართანას მადნიანი ველი. იგი ფორმირებულია მდ. დიდი ხევის შენაკადების ხეობებში, სოფელ ართანიდან ჩრდილოეთით 10-15 კმ მაძილზე. ამ მადნიან ველში ათ მადანგამოვლინებამდეა ცნობილი, რომელთაგან ყველაზე კარგად არის შესწავლილი ე. წ. სამჭედლოს და ინგლისური მადნიანი ძარღვები და აგრეთვე სიფთისწყალის მადანგამოვლინება.

სამჭედლოს ძარღვი მდებარეობს მდ. ოხოტისწყლის ხეობაში, სოფ. ართანიდან 12კმ ჩრდილო მიმართულებით. იგი განლაგებულია ალაზნგაღმა კახეთის ანტიკლინის ღერძულ ნაწილში, ქვედა სინემურულ ფილიტიზირებულ ალევროპელიტურ ფიქლებში, რომლებშიც დაფიქსირებულია დიაბაზის ერთეული 0.5–2 მ სიმძლავრის დაიკები. მინერალიზებული ზონა განთავსებულია საერთო კავკასიური მიმართების ოხოტისწყლის რღვევაში, რომლის მიმართების აზიმუტია $110-120^{\circ}$ ეცემა – ჩ.ა. $70-75^{\circ}$ კუთხით. ზონა აგებულია, მცირე და საშუალო ზომის მასიური სპილენძ-პიროტინული ლინზებით, რომლებიც ურთიერთისგან განმხილვებულია

გადაზელილ-ბრექჩირებული კვარც-ქალკოპირიტული მარღვაკებითა და ჩანაწინწკლებით გაჟღენთილი ალევროპელიტებით. ზონის სიმძლავრე 2–2.5 მ, მიმართებაზე გაიდევნება 500–550 მ, დაქანებაზე 300 მ. ზონის ნაწილი (53 მ) მიმართებაზე შტოლნით არის შესწავლილი. შტოლნაში მადნიანი ზონის სიმძლავრე 0.3–2.3 მ მერყეობს და საშუალოდ შეადგენს 1,3 მ. წარმოდგენილია მასიური, ნაწილობრივ ბრექჩირებული სპილენძ-პიროტინული მადნით. ზონის ჩრდილო, სახურავ გვერდში განლაგებულია 3მ სიმძლავრის დიაბაზის დაიკა, რომელიც მადნებთან კონტაქტში გაქლორიტებული და ეპიდოტიზირებულია, შეიცავს კვარც-ქალკოპირიტულ მარღვაკებს. მასიური მადნები ზონის შუა ნაწილშია განლაგებული, მათ ძირითად მასას წვრილ, იზომეტრულ ქალკოპირიტის მარცვლებთან ერთად, პიროტინი აგებს. ზალბანდები წარმოადგენს გადაზელილ ალევროპელიტურ ქანებს, გაკაჟებულს და გაჟღენთილს ჩაწინწკლულ-მარღვაკული კვარც-ქალკოპირიტით. მთავარ სულფიდებთან (პიროტინი, ქალკოპირიტი) ერთად, მცირე რაოდენობით დაფიქსირებულია გალენიტი, სფალერიტი, ილმენიტი, კობალტინი და ოქრო-ბისმუტ-ტელურული მინერალები. შტოლნაში დაფიქსირებულ მადნებში სასარგებლო კომპონენტების საშუალო შემცველობა შეადგენს (ზ. გოცირიძე და სხვ. 1956) სპილენძი– 2.08%; თუთია– 0.85%; ტყვია–0.65% და კობალტი–0.042%. აღსანიშნავია, რომ არ არსებობს არავითარი ინფორმაცია სამჭედლოს მარღვში ოქროს შემცველობის შესახებ.

საქართველოს გეოლოგიური დეპარტამენტის მიერ სამჭედლოს მადნიანი ზონა სიღრმეში შესწავლილი იქნა 405 მ ჭაბურღილით, რომელმაც გადაკვეთა ფილიტიზირებული ალევროპელიტული ფიქლები დიაბაზის დაიკებით, ხოლო 290.5–295.0 მ-ზე მინერალიზებული ტექტონიკური ზონა, რომლის 291.4–292.1 მ აღინიშნა მასიური პიროტინ-ქალკოპირიტული მადანი, რომლის საგებსა (0.35მ) და სახურავში (0.45) გადაზელილი ფიქლებია წარმოდგენილი ჩაწინწკლულ-მარღვაკული პიროტინ-ქალკოპირიტით. როგორც მინერალური შედგენილობა, ისე სასარგებლო კომპონენტების შემცველობა შტოლნაში დაფიქსირებულის ანალოგიურია.

სამჭედლოს მარღვზე ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები ასეთია: (ანალიზები ჩატარდა 18 სინჯში, ICP-MS დანადგარზე 1F15 და 3B მეთოდების გამოყენებით) (ცხრილი 5. 6): სპილენძის კონცენტრაცია მასიურ მადნებში მერყეობს 1.4 - 3.54% ფარგლებში, რკინის 28.5 - 61.4%, ტყვიის 17 - 21 გ/ტ, თუთია - 173 - 610 გ/ტ, კობალტი - 140 - 1040 გ/ტ, კადმიუმი 8 - 22 გ/ტ, ბისმუტი 18 - 50 გ/ტ, ხოლო ვერცხლი 2 - 4 გ/ტ. ჩვენს მიერ ამ მადანგამოვლინების მასიურ ქალკოპირიტ-პიროტინულ მადნის 2 ნიმუშში პირველად დაფიქსირდა ოქროს ამღლებული შემცველობა, კერძოდ 0.32 გ/ტ და 1.31 გ/ტ (ნახ. 5. 18). აღსანიშნავია, რომ 1F15 მეთოდით ეს ელემენტი ვერ იქნა მიკვლეული, მაგრამ მისი დაფიქსირება შესაძლებელი გახდა მხოლოდ 3B მეთოდით, რომელიც AcmeLab-ში, სპეციალურად სულფიდურ მადნებში ოქროს ანალიზისთვისაა შემუშავებული.



ნახ. 5. 18. სამჭედლოს მარღვის კვარც-ქალკოპირიტულ-პიროტინული მადნის ფრაგმენტი.

ინგლისური მარღვი. იგი მდებარეობს ოხოტისწყლის ხეობაში, სამჭედლოს მარღვის გამოსავლიდან მდინარის სათავისკენ 1.5 კმ-ში. მადანგამოვლინება საერთო კავკასიური მიმართების ტექტონიკურ ზონაშია (დაქანების აზ. 50° კუთხე 75°) ლოკალიზებული, რომლის სიმძლავრე 5.5–7.0 მ-ს შეადგენს; იგი აგებულია ჰეტანჟ–სინემურული გაფილიტებული ბრექჩირებული, გაქლორიტებული და გაკვარცებული თიხაფიქლებით, რომლის შუა ნაწილშიც დაფიქსირებულია მადანგამოვლინება. გამაღნება პიროტინ–ქალკოპირიტის ლინზებით, ბუდეებითა და მარღვაკებით არის წარმოდგენილი; მცირე რაოდენობითაა პირიტი, გალენიტი და სფალერიტი. იგი, ზ. გოცირიძის (1958) მიხედვით, მიმართებაზე 38 მეტრზე გვირაბით არის გადევნებული, საშუალო სიმძლავრე შეადგენს 1.0 მ-ს. სპილენძის საშუალო შემცველობა 2.4 % . ჩვენ დავსინჯეთ გვირაბის შესასვლელი, სადაც მინერალიზებული ზონის სიმძლავრე შეადგენს 2 მ-ს. მინერალიზებული ზონის შუა ნაწილს მასიური პიროტინის ლინზა (0.60 მ) აგებს, რომელიც დამსხვრეულია და დასერილია კვარც– ქალკოპირიტის მარღვებით. ლინზის ზალბანდებს წარმოადგენს გადაზედილი თიხაფიქალი სხვადასხვა ორიენტაციის კვარც–პირიტული და კვარც–პიროტინ–ქალკოპირიტული მარღვებით.

ინგლისურ მარღვზე ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები ასეთია (ანალიზები ჩაუტარდა 12 სინჯს, იგივე დანადგარზე და იგივე მეთოდებით როგორც სამჭედლოს მარღვის შემთხვევაში): სპილენძის კონცენტრაცია მასიურ მადნებში მერყეობს 1.09 - 5.14 % ინტერვალში, რკინის - 16.4-25.5 %, ტყვიის - 11 - 44 გ/ტ, თუთია - 140 - 8540 გ/ტ, კობალტი - 26 -50 გ/ტ, კადმიუმი - 3 - 35 გ/ტ, ბისმუტი 19 - 75 გ/ტ, დარიშხანი 12 - 28 გ/ტ, ხოლო ვერცხლი - 2 - 8 გ/ტ. ამ გამაღნების ზალბანდის კვარც–პიროტინ–ქალკოპირიტულ მარღვაკებში პირველად დაფიქსირდა ოქროს ამაღლებული შემცველობა (3.09 გ/ტ) (ნახ. 5. 19). აღსანიშნავია, რომ ოქროს ამაღლებული შემცველობა ამ შემთხვევაშიც ვერ დააფიქსირა 1F15 მეთოდმა და იგი დაფიქსირდა მხოლოდ 3B მეთოდით (ცხრ. 5.6).

ცხრილი 5.6. ქიმიური ანალიზის შედეგები (სიფთისხევის, ართანას, სამჭედლოს და ინგლისურის მადანგამოვლინებები)

მეთოდი		3B	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1EX	1
--------	--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

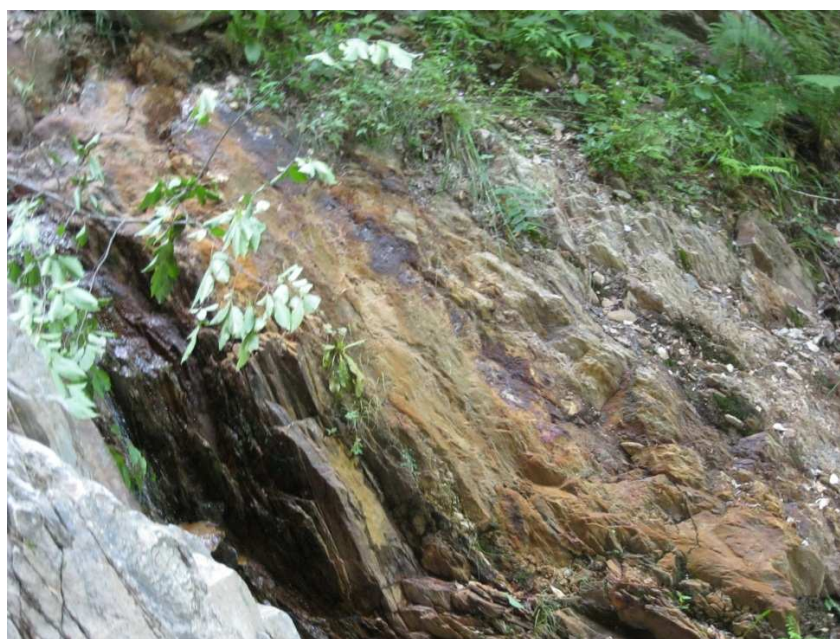


ნახ. 5. 19. „ინგლისური მადნიანი მარღვის“ ზალბანდში ფორმირებული კვარც-პიროტინ-ქალკოპირიტული მარღვაკები, რომელშიც დაფიქსირდა 3.09 გ/ტ ოქროს შემცველობა.

სიფთისწყლის მადანგამოვლინება შიშვლდება ამავე სახელწოდების მდინარის ხეობაში, მდ. ოხოტისწყალთან შეერთებიდან ჩრდილოეთით 1 კმ-ზე. იგი ფორმირებულია პლინსბახურ თიხაფიქლებში განვითარებულ საერთოკავკასიური მიმართების რღვევის ზონაში. აღსანიშნავია, რომ მდინარე სიფთისწყლის ხეობაში ინტენსიურადაა გამოვლენილი დიორიტული მაგმატიზმი, რომელიც თანამედროვე ეროზიულ ზედაპირზე უამრავი, ათეული სანტიმეტრების სიმძლავრის აპოფიზებითაა წარმოდგენილი.

სიფთისწყლის გამადნება ლოკალიზებულია რთული კონფიგურაციის მასიური პიროტინიანი მადნის ბუდობებისა, ლინზების ან შრეძარღვების სახით (ნახ. 5. 20). მინერალიზებული ზონის სიმძლავრე 0.4–3.7 მ შეადგენს, რომელიც რელიეფში 250 მეტრზე იდევნება. მადნიანი სხეულები აგებულია ძირითადად წვრილმარცვლოვანი პიროტინით, ხოლო ქალკოპირიტი ერთეული კრისტალების სახით აღინიშნება. მადნიანი სხეულის ზალბანდები ბრეეჩირებულია და მასში აღინიშნება კვარც-

ქალკოპირიტ-პირიტ-პიროტინიანი მარღვების ქსელი და ჩანაწინწკლები. საქართველოს გეოლოგიური დეპარტამენტის მიერ ჩატარებული სამუშაოების მიხედვით ამ მადნიან სხეულში სპილენძის საშუალო შემცველობა შეადგენს 1.35%, ტყვიის- 0.05%, ხოლო თუთიის-0.9%. მინერალიზებული ზონა სიღრმეში შესწავლის მიზნით გაიბურდა 400 მ-ანი ჭაბურღილით, რომელმაც 285-380 მ. ინტერვალში გადაკვეთა ბრექჩირების ზონა პირიტის მინერალიზაციით, რომელშიც საშუალო შემცველობამ შეადგინა: სპილენძის- 0.05 %; ტყვიისა და თუთიის - 0.01 % (გოცირიძე და სხვ., 1956). ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიტიკური სამუშაოების მიხედვით სიფთისხევის მასიურ სულფიდურ მადანში (12 ანალიზის საშუალო) სპილენძის შემცველობა შეადგენს 4120 გ/ტ, ტყვიის - 115 გ/ტ, თუთიის - 3075 გ/ტ, ნიკელის - 202 გ/ტ, კობალტის - 274 გ/ტ, მანგანუმის - 255 გ/ტ, რკინის - 19.7%, დარიშხანი - 1.2 გ/ტ, ვერცხლის - 1 გ/ტ და ოქრო - 0.005 გ/ტ. სხვა დანარჩენი ელემენტები უმნიშვნელო რაოდენობით არის წარმოდგენილი (ცხრ. 5.6).



ნახ. 5. 20. სიფთისწყლის გამადნების ერთერთი ფრაგმენტი.

აბანოს გამადნება. იგი შიშვლდება კახეთისა და თუშეთის დამაკავშირებელი გზის უღელტეხილის სამხრეთ ფერდზე, ზღვის დონიდან 2500-2700 მ-ზე. გამადნება

ლოკალიზებულია ტოარსულ ქვიშაქვებში და თიხაფიქლებში განვითარებულ მძლავრ რღვევის ზონაში, რომელსაც გააჩნია საერთო კავკასიური მიმართება. მისი სიმძლავრე 700 მ-ს აღწევს და მასში ფიქსირდება 12 მადნიანი ზონა, რომელთა სიმძლავრეები 0.8-12.5 მეტრის ფარგლებში მერყეობს. ეს ზონები რელიეფში სხვადასხვა მანძილზე იდევნება, კერძოდ 250 მ-დან 1400 მ-მდე (Кучава и др.1983). მადნიანი ზონები ზედაპირზე ინტენსიურად ბრექჩირებულია და საკმაოდ გამოფიტულია. გამაღნება წარმოდგენილია გალენიტის, სფალერიტის, ქალკოპირიტის, პირიტისა და ზოგჯერ მარკაზიტის ძარღვაკებით, ჩანაწინწკლებით, მცირე ზომის ბუდეებითა და ლინზებით. გვხვდება მეორადი მინერალებიც: ანგლეზიტი, ცერუსიტი, ზოგჯერ მალაქიტი. მაღნეული მინერალიზაცია წარმოდგენილია ძლიერ არათანაბად: მკვეთრად გამოიყოფა გამდიდრებული და ღარიბი უბნები.

აბანოს გამაღნებიდან ჩვენ დეტალურად შევისწავლეთ ერთი გამაღნებული ზონა, რომლის სიმძლავრე 2.8 მ-ს შეადგენს. ზონა აგებულია გაკვარცებული და გაკარბონატებული დამსხვრეული თიხა-ფიქლებით, რომელშიც ფორმირებულია პირიტ-გალენიტ-სფალერიტული მადნიანი მინერალიზაცია. იგი წარმოდგენილია მასიური ლინზების, ბუდობების, ძარღვების ან ჩანაწინწკლების სახით. ამ ზონაში ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები ასეთია: (ანალიზები ჩატარდა 12 სინჯში, ICP-MS დანადგარზე 1F15 და 3B მეთოდების გამოყენებით): სპილენძის კონცენტრაცია მერყეობს 252 - 786 გ/ტ ინტერვალში, ტყვიის - 1.78 - 4.41%, თუთიის - 3.43 - 4.41%, რკინის - 15.8 - 30.9%, დარიშხანის - 35 - 397 გ/ტ, ვერცხლი 7 - 21 გ/ტ ფარგლებში მერყეობს. ხოლო სხვა დანარჩენი მეტალების შემცველობები ნორმის ფარგლებშია.

ქვაჩადალას მადანგამოვლინება მდებარეობს მდ. ალაზნის ზემო წელში, მისი ამავე სახელწოდების მარჯვენა შენაკადის მარცხენა ფერდზე. გამაღნება დაკავშირებულია მადანმატარებელ, საერთოკავკასიური მიმართების, სიღრმულ რღვევით სტრუქტურასთან, რომლის დაქანების აზიმუტია 30-40°, დახრის კუთხე 60-70°. ტექტონიკური ზონა მიმართებაზე ტყითა არის დაფარული და არ არის გამიშვლებული. მდ. ქვაჩადალის მარცხენა შენაკადები ღრმად ჩაჭრილ კალაპოტში

დაახლოებით 2.5 კმ-ზე აშიშვლებენ მინერალიზებულ ზონებს. მისი შედარებით უკეთესი გაშიშვლება მდ. ქვაჩადალის ქვედა მარცხენა შენაკადის კალაპოტშია წარმოდგენილი. მადანგამოვლინება ლოკალიზებულია გვიანპლინსბახ-ადრეტოარსულ თიხაფიქლებში, რომლებიც რღვევის ზონაში ინტენსიურად არის ბრეჭირებული, გადაზელილი და გაკვარცებული; იკვეთება კვარც-პირიტის სხვადასხვა ორიენტაციის ძარღვებით, რომლებიც შეიცავს აგრეთვე პოლიმეტალების ჩანაწინწკლებს. შენაკადის მარჯვენა ფერდზე, მინერალიზებულ ზონაში, წარმოდგენილია პიროტინ-პოლიმეტალური მასიური მადნის 60 სმ სიმძლავრის ლინზა, რომელიც მიმართებაზე 2.5 მ-ზეა გაშიშვლებული და შემდეგ იფარება ნაყარით. მასიური პიროტინული ლინზის საგებსა (0.80 მ) და სახურავში (1.25მ.) გამოჰყლელია გაკვარცებული თიხაფიქლები დასერილია კვარც-პიროტინ-ქალკოპირიტული და კვარც-პირიტ-პოლიმეტალური (1.5-5 სმ) ძარღვებით. ზონის ზალბანდურ ნაწილში აღსანიშნავია, აგრეთვე, მრავალრიცხოვანი, ზონის სუბპარალელური, მცირე სიმძლავრის (1-3 სმ), მაგრამ წაგრძელებული (3.5 მ) კვარც-პირიტული ძარღვები, რომლებიც უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე ქალკოპირიტის, გალენიტისა და სფალერიტის ჩანაწინწკლებს.

ქვაჩადალის გამადნებიდან ჩვენს მიერ საანალიზოდ გადაცემული იქნა 11 სინჯი, ხოლო ანალიზები ჩატარდა ICP-MS დანადგარზე 1F15 და 3B მეთოდების გამოყენებით. მიღებული შედეგები ასეთია: სპილენძის კონცენტრაცია მერყეობს 75.5 - 1350 გ/ტ ინტერვალში, ტყვიის - 46 - 410 გ/ტ, თუთიის - 140 - 410 გ/ტ რკინის- 20.1 - 24.8 %, დარიშხანის - 17 - 29 გ/ტ, ვერცხლი ყველგან ნაკლებია 2 გ/ტ-ზე, ხოლო ოქროს მაქსიმალური შემცველობა დაფიქსირდა - 0.09 გ/ტ.

ლეჩურის მადანგამოვლინება. სოფელ ლეჩურის სამხრეთით, მდ. სტორის მარცხენა შენაკადში, დაახლოებით 1.5 კმ-ზე ხეობის სიღრმეში, ჩვენს მიერ პირველად დაფიქსირდა კოლჩედანურ-პოლიმეტალური მადანგამოვლინება, რომელიც მდინარის კალაპოტში ქმნის დაახლოებით 2 მ სიმაღლის კარნიზს. მადანგამოვლინება დაფარულია ალუვიურ-დელუვიური ჩამონატანით, რის გამოც შეუძლებელია მისი გადევნება ან ზუსტი სიმძლავრის განსაზღვრა. ამ ხეობის მარცხენა კარნიზები

აგებულია ჰიდროთერმული კვარც-ქლორიტ-სერიციტიანი ფიქლებით, რომლებიც დასერილია სხვადასხვა ორიენტაციის სულფიდიზირებული კვარცის ძარღვებით (ნახ. 5. 21). ეს ზონა 22-25 მეტრი სიმძლავრით 1 კმ-ზე მეტზე იდევნება (დაქ. აზიმ. $20-25^{\circ} < 40-45^{\circ}$) და ლოკალიზებულია ტოარსულ თიხაფიქლებში და ქვიშაქვებში.

აღნიშნული მადანგამოვლინების მასიური მადნიდან ავიღეთ 6 სინჯი, ხოლო კვარცის ძარღვიდან, რომელშიც აღინიშნება სულფიდური მინერალიზაცია - 4 სინჯი. ამ სინჯებში მეტალების ანალიზები ჩატარდა ICP-MS დანადგარზე 1F15 და 3B მეთოდების გამოყენებით. მასიური მადნიანი სხეულიდან აღებული სინჯებში მეტალების კონცენტრაცია მერყეობს: ოქრო - 0.02 - 0.08 გ/ტ, ვერცხლი - 5 - 16 გ/ტ, დარიშხანი - 40 - 292 გ/ტ, ბისმუტი - 7 - 28 გ/ტ, კადმიუმი - 9 - 26 გ/ტ,



ნახ. 5. 21. მდ. ლეჩურის მადანგამოვლინების მიმდებარედ გაშიშვლებული ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანები.

კობალტი - 7 - 21 გ/ტ, სპილენძი - 300 - 1470 გ/ტ, ტყვია - 1850 - > 10000 გ/ტ, თუთია - 3380 - > 10000 გ/ტ ინტერვალში. კვარც-სულფიდური ძარღვებში მეტალების კონცენტრაციები თითქმის თანაბარია და მათი საშუალო მონაცემები ასეთია: ოქრო - 0.08 გ/ტ, ვერცხლი - 5 გ/ტ, დარიშხანი - 292 გ/ტ, ბისმუტი - 9 გ/ტ, კადმიუმი - 9 გ/ტ, კობალტი - 7 გ/ტ, სპილენძი - 696 გ/ტ, ტყვია - 9010 გ/ტ და თუთია > 10000 გ/ტ-ზე. მეტალების შემცველობების და განაწილების ტიპით და აგრეთვე ლოკალიზაციის გეოტექტონიკური პოზიციით, ლერურის მადანგამოვლინება დიდ მსგავსებას ავლენს ცნობილ ფილიზჩაის კოლჩედანურ-პოლიმეტალურ საბადოსთან, რაც აუცილებელს ხდის მის შემდგომ შესწავლას.

დისკუსია

ჩატარებულმა საველე სამუშაოებმა გვიჩვენა, რომ კავკასიონის კახეთის სეგმენტი ძირითადად აგებულია ქვედა-შუაიურული თიხაფიქლების, ქვიშაქვების და ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების მძლავრი სერიით, რომელიც ინტენსიურადაა დანაოჭებული, გადმოწოლილია სამხრეთისკენ და გაიდევნება საერთო კავკასიური მიმართულებით (NW-SE). ყველა გეოლოგიური მონაცემების მიხედვით უდავოა, რომ ქანების მთელი ეს სერია დაილექა კიდურა ზღვიური ფაციესის გარემოში, პალეოზოური ფუნდამენტის ინტენსიური გაჭიმვის და დესტრუქციის პირობებში.

კომპლექსურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ კავკასიონის კახეთის სეგმენტის ევოლუციის თითქმის მთელი პერიოდის განმავლობაში მიმდინარეობდა ინტენსიური მაგმური პროცესები. კვლევის შედეგების მიხედვით, რეგიონში გამოიყო მაგმური აქტივობის სამი ძირითადი ეტაპი. პირველი მაგმური აქტივობა დაკავშირებული იყო ქვედა ლიასურ დროში ქერქის დამირვის და გაჭიმვის პროცესთან, რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა რიოლით-დაციტ-ანდეზიტურ-ბაზალტური მაგმის ფორმირებას და მის კრისტალურ ფრაქცირებას. მეორე მნიშვნელოვანი მაგმური აქტივობა დაკავშირებული იყო ახლად ჩამოყალიბებული ქერქის ისევ გაჭიმვის პროცესებთან, რომლის დროსაც ქვედა იურულ-აალენურ ნალექებში ბაიოსურში შემოიჭრა ფუძე მაგმური ინტრუზივები და ჩამოყალიბდა ე.წ. გაბრო-დიაბაზების დაიკური სისტემა. მესამე მაგმური აქტივობა კი - ბათურ დანაოჭებასთან და აზევენასთან, როდესაც დანალექ საფარში შემოიჭრა დიორიტ-მულტიფაზური შედგენილობის პლუტონები, რამაც გამოიწვია შემცველი ქანების ინტენსიური ჰიდროთერმული გარდაქმნები, მათ შორის პროპილიტიზაცია, ფილიტიზაცია და მადნიანი მინერალიზაცია.

კავკასიონის კახეთის სეგმენტში ჩატარებულმა მეტალოგენურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ მასში როგორც რაოდენობრივი, ისე შედგენილობის და გენეზისის თვალსაზრისით, მადანგამოვლინების ფართო სპექტრია წარმოდგენილი, რომლის უდიდესი ნაწილი, სავარაუდოდ, თანამედროვე ეროზიულ დონეზე არ შიშვლდება და დაფარულია დანალექი საფარით ან მოქცეულია შეცვლილი ზონების ქვეშ. მთელი რიგი პარამეტრების მიხედვით, ეს მადანგამოვლინებები, ზოგადად, მიეკუთვნება

ჰიდროთერმულ ტიპს, რომლებიც გენეტურად დაკავშირებულია აქტიურ მაგმურ კერებთან (Ridley, 2013).

აღმოსავლეთ კავკასიონზე ფერადი მეტალების მადანგამოვლინებების ორ ზონას გამოყოფდნენ - სამხრეთის და ჩრდილოეთის (ხარაშვილი, 1948, 1964; აქიმიძე და სხვ., 1980; ბუაძე და სხვ., 1983); სამხრეთ ზონაში ლოკალიზებულია სპილენძ-პიროტინული გამადნეებები (სამჭედლო, ინგლისური, კაცდაგი და სხვა) და ჩრდილოეთის ზონაში კი - კოლჩედანურ-პოლიმეტალური (აბანო, ილურთა, თებულო და სხვა). ამ სხვადასხვა შედგენილობის მადნების ფორმირება განპირობებულია სხვადასხვა მადანმომცემი წყაროებით (ხარაშვილი, 1948, 1964; აქიმიძე და სხვ., 1980; ბუაძე და სხვ., 1983). მიჩნეულია, რომ რეგიონში სპილენძ-პიროტინული მადნების ფორმირება გენეტურად დაკავშირებულია ფუძე და საშუალო მაგმატიზმთან, ხოლო კოლჩედანურ პოლიმეტალური - მჟავე მაგმურ აქტივობასთან (Bogdanov, Kuttyrev, 1973). ჩვენს მიერ ჩატარებულმა საველე სამუშაოებმა გვიჩვენა, რომ გამადნეების ჰიდროთერმულ სულფიდურ ტიპში მადნების შედგენილობას, ერთი მადანმომცემი კერის შემთხვევაში, გარკვეულწილად განსაზღვრავს მანძილი მაგმურ კერასა და მადნის ფორმირების არეალს შორის. როგორც მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტალური სამუშაოები გვიჩვენებს (Cramanske and Rye, 1974; Seal, 2006; Chane-Ching at al., 2001) ჰიდროთერმის ერთდაიგივე შედგენილობის და წნევითი რეჟიმის პირობებში ქალკოპირიტის კრისტალიზაციის ტემპერატურა დაახლოებით 100 °C უფრო მაღალია ვიდრე სფალერიტის და გალენიტის. ვფიქრობთ, რომ ერთდაიგივე ჰიდროთერმიდან მადანმომცემ კერასთან უფრო ახლოს უპირატესად ფორმირდება ის მადნები, რომლებიც ძირითადად ქალკოპირიტითაა აგებული, ხოლო უფრო მოშორებით კი - სფალერიტ-გალენიტის მადნები.

დასკვნა

ამრიგად, თუ შევაჯამებთ აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტის მაგმატიზმის მონაცემებს, მაშინ მასში სამი ძირითადი მაგმური ეტაპი შეიძლება გამოიყოს. პირველი მაგმური აქტივობა დაკავშირებული იყო ფუნდამენტის დაძირვის, გაჭიმვის და დესტრუქციის პროცესებთან (ქვედა ლიასური), რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა რიოლით-დაციტ-ანდეზიტ-ბაზალტური მაგმის ფორმირებას. მეორე მნიშვნელოვანი მაგმური აქტივობა დაკავშირებული იყო ახლად ჩამოყალიბებული ქერქის ისევ გაჭიმვის პროცესებთან, რომლის დროსაც ქვედა იურულ-აალენურ ნალექებში ბაიოსურში შემოიჭრა ფუძე მაგმური ინტრუზივები და ჩამოყალიბდა ე.წ. გაბრო-დიაბაზების დაიკური სისტემა. მესამე მაგმური აქტივობა დაკავშირებულია ბათურ დანაოჭებასთან და აზეგებასთან, რომლის დროსაც დანალექ საფარში შემოიჭრა დიორიტ-მულტიფაზური შედგენილობის პლუტონები, რამაც გამოიწვია შემცველი ქანების ინტენსიური ჰიდროთერმული გარდაქმნები, მათ შორის პროპილიტიზაცია და ფილიტიზაცია.

ჩვენი მონაცემებით, მესამე ეტაპის მაგმურმა პროცესებმა, აღმოსავლეთ კავკასიონის საქართველოს სეგმენტში, განაპირობა მრავალრიცხოვანი ჰიდროთერმული მადანგამოვლინებების ფორმირება. ართანის, ლოდუანის, ჩელთის და სხვა მათ მსგავს მადანგამოვლინებებს, თანამედროვე სამრეწველო მოთხოვნილებებისთვის მცირე მასშტაბები გააჩნია, თუმცა მათგან განსხვავებით მასშტაბურია სტორის მადნიანი ველი, რომლის ირგვლივაც განვითარებულია პორფირული საბადოებისთვის დამახასიათებელი მძლავრი ჰიდროთერმული კვარც-სერიციტ-ქლორიტ-პირიტიანი და ალბიტ-ეპიდოტ-ქლორიტ-პირიტიანი ზონები. თავისი მონაცემებით და მასშტაბებით ეს მადნიანი ველი პერსპექტიულ ობიექტად ითვლება.

დიდ ინტერესს იმსახურებს აგრეთვე ლეჩურის მადანგამოვლინება, რომელიც ჩვენს მიერ იქნა მიკვლეული. იგი ლოკალიზაციის გეოლოგიური პოზიციით და მინერალოგიურ-გეოქიმიური პარამეტრებით მნიშვნელოვან მსგავსებას ავლენს ფილიზჩაის კოლჩედანურ-პოლიმეტალური საბადოსთან, რის გამოც აუცილებელია მადანგამოვლინების შემდგომი დეტალური შესწავლა. აღსანიშნავია ის გარემოებაც,

რომ რეგიონში პირველად, ჩვენს მიერ, დაფიქსირებული იქნა ოქროს ამაღლებული კონცენტრაციები, რაც ჩვენი კვლევის ერთერთ მნიშვნელოვან შედეგად უნდა მივიჩნიოთ.

დასასასრულს აღვნიშნავთ, რომ მომავალში კავკასიონის კახეთის სეგმენტში აუცილებელია განხორციელდეს უფრო დეტალური მეტალოგენური სამუშაოები, რადგანაც უკვე არსებობს მთელი რიგი მონაცემები, რომელთა მიხედვითაც აღნიშნულ რეგიონშიც შესალებელია გამოვლინდეს ისეთი მნიშვნელოვანი მადნიანი საბადოები, როგორიცაა მეზობელ აზერბაიჯანში და დაღესტანში.

ბიბლიოგრაფია

1. აქიმიძე კ. (2010) ალაზნგალმა კახეთის გვიანპლინსბახურ-ადრეტუარსული ვულკანიზმი. ალექსანდრე ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. ახალი სერია. ტ. 125. გვ. 164–172.
2. ბუხნიკაშვილი ა (1931) იორი-ალაზნის გეოლოგიური პარტიის ანგარიში. საქ. გეოლოგიის სამმართველო, თბილისი. 45 გვ.
3. დუდაური ო (2003) საქარველოს მეზოზოური ინტრუზიული მაგმატიზმის პეტროლოგია. თბილისი, 81 გვ.
4. სხირტლაძე ნ (1984) პეტროგრაფია მინერალოგიის საფუძვლები . თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 328 გვ.
5. ხარაშვილი გ.ი (1948) ტრანს-ალაზნის მადნიანი ველის მინერალოგია. დისერტაციის ავტორეფერატი, თბილისი, გვ.27.
6. Beaty R (2010). The Declining Discovery Trend: People, Science or Scarcity? The Society of Economic Geologists Newsletter, 81, 14– 18.
7. Clarke D.B (1992) Granitoid Rocks. London, Chapman & Hall: 283 p.
8. Essawy M. A, Zeid K. M (1992) Atalla Felsite Intrusion and Its Neighbouring Rhyolitic Flows and Tuffs, Eastern Desert. Annals of the Geological Survey of Egypt. Vol. 2, pp. 271-280.
9. Forte A.M, Cowgill E, Bernardin T, Kreylos O, Hamann B (2010). Late Cenozoic deformation of the Kura fold-thrust belt, southern Greater Caucasus: Geological Society of America Bulletin, v. 122, p. 465-486
10. Frank M, Candela P., Piccoli P, Glascock D (1999) Experimental Study of Au in Granite-Volatile Phase Systems. In. Proceeding Fourth Hutton Symposium, BRGM, Paris, France, pp. 233-235
11. Gamkrelidze I (1997). Terranes of the Caucasus and adjacent areas: Bulletin of Academy of Sciences Georgia, 4(3), pp. 75-81.
12. Gamkrelidze I P, Shengelia D M (2005) Precambrian-Paleozoic Regional Metamorphism, Granitoid Magmatism and Geodynamics of the Caucasus. Moscow, Scientific World, P 458.
13. Goldfarb R, Baker T, Dube B, Groves D, Hart C, Gosselin P (2005) Distribution Character and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes. Econ Geol V100th: 407-450.
14. Gosen B.V, Gillerman V.S, Armbrustmacher T.J (2009) Thorium Deposit of the United States – Energy Resources for the Future? US Geological Survey Circular 1336, 21p.
15. Holland H.D. (1972) Granits, solutions and base metal deposits. Econ. Geol., 67, 3, p/281-301.
16. Kekelia S., Kekelia M., Kuloshvili S., Sadradze N., Gagnidze N., yaroshevich V., Asatiani G., Doebrich J., Goldfarb R., Marsh E. (2008). Gold deposits and occurrences of

- the Greater Caucasus, Georgia republic: Their genesis and prospecting criteria. *Ore Geology reviews*, V.34, (3), p.369-386
17. Kesler, S.E, Wilkinson, B.H (2008) New Insight into Earth's Mineral Endowment: Model-Based Estimation of Global Copper Resources: *Geology*, 36, p. 255–258.
 18. Kesler, S.E, Wilkinson, B.H (2009) Resources of gold in Phanerozoic epithermal deposits: *Economic Geology*, v.104, p. 623-633.
 19. Klein C., Hurlbut C. S (1985) Jr. *Manual of Mineralogy*, 20th edn. Wiley, New York, 644pp.
 20. Landtwing M., Frer C., Redmont P (2010) The Bingham Canyon porphyry Cu-Au-Mo deposit. III. Zoned copper-gold ore deposition by magmatic vapor expansion, *Economic Geology* 105, pp. 91-118.
 21. Manning D.A.C, Henderson P (1984) The behavior of tungsten in granitic-vapour systems: *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v.86, p.286-293.
 22. Okamoto A, Saishu H, Hirano N, Tsuchiya N (2010) Mineralogical and textural variation of silica in hydrothermal flow-through experiments: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 74: 3693-3706.
 23. Okrostsvaridze A., Tormey D. (2013). Phanerozoic continental crust evolution of the Inner Caucasian Microplate: The Dzirula Massif. *Episodes*, Vol. 36, #1. P. 31-38.
 24. Okrostsvaridze A, Aqimidze K, Gagnidze N (2013) Ore Mineralization Processes in the Greater Caucasus Kakheti Segment, Georgia. *Abst. International conference "Goldshmidt2013"*, Florence, Italy
 25. Okrostsvaridze A, Bluashvili D, Gagnidze N, Boichenko G (2012) New interpretation of the Stori Suite "Arkoze sandstones" of the Greater Caucasus Kakheti Segment. *Mining Journal*, Tbilisi, pp 12-22.
 26. Okrostsvaridze A, Akimidze K, Bluasvili D (2012) The First Data on Industrial Concentration of Thorium and Bismuth in Hydrothermally Altered rocks of the Stori Canyon (Greater Caucasus). *Bull. Georg. Acad. Sci.* V 5, # 2, pp 76-82.
 27. Okrostsvaridze A, Bluashvili D (2009). The Sakeni Ore Field (Greater Caucasus): Geological Evidence and Prospects. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, vol. 3, no. 1 pp. 84-87.
 28. Philip H, Cisternas A, Gvishiani A, Gorshkov A (1989). The Caucasus: An actual example of the initial stages of a continental collision. *Tectonophysics*, 161: 1-21.
 29. Pitcher W. S (1982). Granite Type and Tectonic Environment. In: Hsu, K.J. (eds) *Mountain Building Processes*, Academic Press, London, pp. 19-40.
 30. Rebaï S, Philip H, Dorbath L, Borissoff B, Haessler H, Cisternas A (1993) Active tectonics in the Lesser Caucasus: Coexistence of compressive and extensional structures. *J Tectonics* 12: 1089-1114.

31. Reynolds L. J (2001). Geology of the Olympic Dam Cu-U-Au-Ag-REE deposit. *MESA Journal*, 23, pp. 4-11.
32. Ridley J (2013). Ore deposit geology. Cambridge University Press, London
33. Seal R (2006) Sulfur Isotope Geochemistry of Sulfide Minerals. *J Reviews in Mineralogy and geochemistry*, V 61: 633-677.
34. Sengör A. M. C., Kidd W. S. F., (1979). Post-collisional tectonics of the Turkish Iranian plateau and a comparison with Tibet. *Tectonophysics* 55: 361-376.
35. Sillitoe R (2010). Porphyry copper system. *Economic Geology* 105, pp. 3-41.
36. Staatz M. H (1974) Thorium Veins in the United States. *J Economic Geology*, V 69: 494-507.
37. Авалишвили П.И. и др. (1958) Геологическое описание бассейнов рек Иори, Илто, Алазани и Стори., Фонды ГПГУ, с.76-84
38. Авалишвили П.И. и др. (1962) Геологическое описание центральной и восточной Тушетии и бассейна рек Сабакунисхеи и Накодеби., Фонды ГГУ, с.57-64
39. Адамия Ш.А. (1968) Доюрские образования Кавказа. Изд-во Мецниереба, Тбилиси, с.292
40. Акимидзе и др. (1980) Отчет поисковых работ м-ба 1:25000 в пределах медно-пирротинового пояса Кахетии в междуречье Лопота-Алазани за 1975-80г.г. Фонды геолдеп. Грузии. с.235.
41. Алиев М.М (1938) Геологический очерк области Южного склона Главного Кавказского хребта района Лагодехи- Ахалсопели ССР Грузии. ГГУ, Тбилиси
42. Белянкин Д.С (1914) О дарьяльском граните, СПб
43. Богущ И.А., Курбанов М.М., Рилов В.Г., Труфанов В.Г. (1999). Рудно-генетическая модель медноколчеданного месторождения Кизил-Дере// Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки, №4, с.94-100.
44. Бокитко И (1932) Очерк геологии и рудных месторождений части южного склона Главного Кавказского хребта в Кахетии. Фонды Грузгелуправления.
45. Борсук А.М (1979) Мезозойские и кайнозойские магматические формации Большого Кавказа. Москва, "Наука", 299с.
46. Буадзе В, Бенидзе Г (1979) Условия формирования медно-пирротинового-поли-металлических рудопроявлений Горной Кахетии в свете геолого-минералогических исследований изучения состава серы в сульфидов. Материалы по полезным ископаемым Кавказа. Тбилиси. Ганатлеба, с. 554.
47. Варданянц Л.А (1940) Интрузии северной Кахетии (Кавказ). Записки Всероссийского минералогического общества, №2-3, ч. LXIX. Москва. с. 23-39
48. Варданянц Л.А (1931) Опыт металлогенической характеристики центрального Кавказа. Тр. Геол. Ин-та АН ГССР, геол.сер. т. X

49. Вассоевич Н.Б. (1932) Геологическое исследование в районе Сабуинского месторождения кровельных сланцев (левобережье Алазани, Кахетия)//Тр. НГРИ, Сер. А. Вып. 20. С 63-71
50. Габуния Е. Б (1933) Медь - минеральные ресурсы ССР Грузии. г. Тбилиси.
51. Габуния Е. Б, Казахашвили Т. Г (1944) Отчет Кахетинской геологической поисковой партии на медь. 1944. Фонды Грузгелуправления.
52. Габуния Е. Б, Яшвили О. Е, Гогитидзе Л. И (1945) Отчет Кахетинской геологической поисковой партии на медь. Фонды Грузгелуправления.
53. Гаврилов Ф, Симонович С (1895) Геологические наблюдения в области долины Иори и Алазани. Материалы для геол. Кавказа сер. 2, кн. IX.
54. Гамкрелидзе И.П. (2000) Вновь о геотектоническом районировании территории Грузии. Тр. ГИН АН Грузии, вып. 115. С.
55. Гиоргобиани Т. В. (2003) К вопросу о происхождении горст-антиклинория Главного хребта Восточного Кавказа // Доклады Академии наук. т. 388, N 3. С.363-368
56. Гоциридзе, Джамаспишвили (1956) Геологические поиски и разведочные работы в Кахетинском регионе, геологический отчет. 1962. Бассейн р. Челти (Челти, Мцаре, Дики). Геол. Упр. ГССР
57. Дзоценидзе Г. С. (1948) Домоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Ин-т минералогии и геологии АН ГССР. Монографии, №1. 211 с.
58. Заридзе Г.М (1961) Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. М., "Госгеолтехиздат", 381с.
59. Кучава Е., Меликишвили Т., Бенидзе Г. (1983) Отчет о результатах общих поисков м-ба 1:25000 в северной полосе нижне и среднеюрских отложений междуречья Челти-Алазани по работам 1980-83г.г. С.214. Фонды геолдеп. Грузии. С.235.
60. Крестников В.Н., Робинсон В.Н. (1955) К вопросу о палеозое Северной Кахетии//ДАН СССР.т.105. №5. С 1076-1079
61. Крестников В.Н (1944) К стратиграфии сланцевой юры Восточного Кавказа. Изв. АН СССР. Сер.Геол. №6, Москва. С.12-20
62. Крестников В.Н (1947) К вопросу об аркозовых песчаниках в верховьях рек Алазани и Стори. ДАН СССР. ч.8, №1, Москва.с. 45-51.
63. Маркозия И. А. (1932) Отчет о работах Кахетинской ГНП. Фонды Грузгелуправления.
64. Левинсон-Лессинг Ф.Ю (1904) Петрографические исследования в Центральном Кавказе. Изв. СПб политехнич.ин-та, т. II.
65. Меллер В, Денисов М (1917) Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края.
66. Новрузов Н.А (2011) Некоторые вопросы геохимии руд стратиформного колчеданного месторождения Филизчай (Азербайджанская часть ЮСБК). В

- кн.: Геологическая наука независимого Казахстана: достижения и перспективы. Алматы, 2001. С 348-360.
67. Новрузов Н.А., Агаев С.А. (2010) Минералого-геохимическая зональность физического колчеданно-полиметаллического мн-ия (Большой Кавказ)/Геол. Наука и индустриальное развитие Республики Казахстан. Материалы международной научно-практической конференции. Алматы. С.211-215.
68. Окросцваридзе А.В, Акимдзе К.Г, Акимдзе А.З, Гагнидзе Н.Э, Блуашвили Д.И. (2011). Первое рудопоявление тория и висмута в орогене Большого Кавказа (Кахетия, Грузия). В кн.: Геологическая наука независимого Казахстана: достижения и перспективы. Алматы, 2001. С 204-2011.
69. Окросцваридзе А.В (2007) Герцинский гранитоидный магматизм. ГИН им. А. Джанелидзе. Тр. Новая серия. Вып. 123. "Некреси". Тбилиси.с. 223.
70. Паффенгольц К.Н (1931) Геологический очерк бассейна р.Белокан. Тр. ВГРО, вып. 131.
71. Пац М (1939) Геологическая карта части Горной Тушетии и левобережья рр. Стори и Дуруджи, 1:200 000. Фонды Грузгелуправления.
72. Пруидзе М.П, Горгошидзе Д.В. (1972) Стратиграфия юрской сланцевой серии западной части Заалазанской Кахетии (междуречье Иори-Челти). Фонды ГПГУ, 204с.
73. Ренгартен В.П (1932) Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Тр. ВГРО, вып. 148.
74. Рейф Ф. Г (1990) Рудообразующий потенциал гранитов и условия его реализации. М., "Наука", 180с.
75. Симонович С.Е (1896) Геологические наблюдения в бассейне нижнего течения р. Алазани, в пределах Закатальского округа. Матер. для геол. Кавказа, сер. II, кн. 10, Тифлис.
76. Синтковский И. Н (1935) Белоканское месторождение меди в свете новых геол. Данных. Тр. ЗГТ #1. Азербайджан.
77. Славин В.И(1932) Очерк о геологии и полезных ископаемых бассейнов рек Стори, Дуруджи и Буран на южном склоне Кавказского хребта. ГГУ, Тбилиси
78. Топчишвили (1996) Стратиграфия нижнеюрских и ааленских отложений Грузии//Тр. ГИН АН ГССР. Нов.сер. Вып.108. С.214.
79. Топчишвили М. (1971) К стратиграфии сторской свиты. Сообщ. АН ГССР т.63, №1. С.109-111.
80. Чихрадзе Г.А. (1976) О литостратиграфии ниже- и среднеюрских отложений Заалазанской Кахети//Сообщ.АН ГССР т. 82, №3. с. 637-640
81. Харашвили Г.И (1945) Отчет Шильдинской поисковой партии. 1944/45гг. Фонды Грузгелуправления.

დანართი 1. ქიმიური ანალიზის შედეგები

			Method Analyte Unit MDL	G6 Au gm/mt 0.01	G612 Au gm/mt 0.17	1F15 Mo ppm 0.01	1F15 Cu ppm 0.01	1F15 Pb ppm 0.01	1F15 Zn ppm 0.1	1F15 Ag ppb 2	1F15 Ni ppm 0.1	1F15 Co ppm 0.1	1F15 Mn ppm 1	1F15 Fe % 0.01	1F15 As ppm 0.1	1F15 U ppm 0.1	1F15 Au ppb 0.2	1F15 Th ppm 0.1	1F15 Sr ppm 0.5	1F15 Cd ppm 0.01	1F15 Sb ppm 0.02	1F15 Bi ppm 0.02	1F15 V ppm 1	1F15 Ca % 0.01	1F15 P % 0.001	1F15 La ppm 0.5	1F15 Cr ppm 0.5	1F15 Mg % 0.01	1F15 Ba ppm 0.5	1F15 Ti % 0.001	1F15 B ppm 1	1F15 Al % 0.01	1F15 Na % 0.001	1F15 K % 0.01	1F15 W ppm 0.1	1F15 Sc ppm 0.1	1F15 Ti ppm 0.02	1F15 S % 0.02	1F15 Hg ppb 5	1F15 Se ppm 0.1	1F15 Te ppm 0.02	1F15 Ga ppm 0.1
1	78-09	მდ. სტორი	Rock Pulp	0.04		0.57	15.05	28.29	11.2	1371	10.8	2.6	82	2.52	383.2	0.2	15.7	1.8	2.0	0.37	16.07	0.43	<2	0.03	0.002	2.8	151.2	0.01	19.5	<0.001	1	0.18	0.003	0.15	0.3	0.2	0.80	2.11	29	0.3	<0.02	0.5
2	83-09		Rock Pulp	0.02		0.89	20.04	28.91	13.8	678	15.7	4.5	218	1.65	49.5	0.9	3.2	7.4	6.4	1.01	6.96	0.75	3	0.07	0.014	5.6	164.1	0.02	48.7	0.001	3	0.34	0.005	0.27	0.4	0.4	0.27	1.01	17	0.4	<0.02	0.9
3	89-09		Rock Pulp	<0.01		1.80	18.14	10.28	17.6	625	8.9	1.4	101	1.06	8.5	0.2	0.4	1.6	5.0	1.67	2.96	1.34	3	0.04	0.003	8.6	125.6	0.02	60.8	0.001	2	0.31	0.006	0.25	0.7	0.4	0.11	0.10	7	0.2	<0.02	0.9
4	92-09		Rock Pulp	<0.01		1.01	227.1	21.00	20.1	248	68.4	30.1	1599	8.76	2.7	0.4	<0.2	2.0	128.2	0.26	2.03	0.53	4	7.76	0.013	1.7	11.0	0.22	14.7	0.017	2	0.25	0.005	0.07	1.1	0.6	0.04	4.77	6	1.0	<0.02	0.9
5	100-09		Rock Pulp	0.24		1.85	>10000	>10000	>10000	78707	54.2	60.9	498	7.58	33	0.1	134.8	0.8	37.3	155.3	12.63	154.9	10	1.65	0.017	1.1	396.2	0.15	21.7	0.001	2	0.40	0.006	0.06	0.9	1.0	0.04	6.87	5334	>100	3.55	2.2
6	101-09		Rock Pulp	0.03		0.82	31.83	37.87	42	707	19.8	7.6	499	3.73	139.9	0.4	26.5	3.2	14.6	0.29	3.47	0.83	3	0.89	0.043	5.6	112.5	0.33	26.5	<0.001	3	0.51	0.021	0.23	0.4	3.0	0.06	2.15	15	1.2	0.03	1.7
7	102-09		Rock Pulp	0.82		2.65	57.01	106	141.3	1345	71.9	12.9	169	7.94	1201	<0.1	79.4	1.7	4.8	0.87	9.73	0.89	5	0.17	0.014	2.4	403.3	0.06	24.7	<0.001	2	0.25	0.012	0.16	0.9	1.0	0.05	7.29	57	2.1	0.06	0.8
8	103-09		Rock Pulp	0.02		0.43	78.03	71.92	112.2	396	1782	95.2	3597	8.15	2166	<0.1	13.7	0.1	152.3	0.74	33.45	0.35	18	11.81	0.003	2.4	447.8	4.42	38.1	0.003	<1	0.25	0.003	0.03	0.3	8.8	<0.02	2.20	27	0.7	<0.02	1.1
9	104-09		Rock Pulp	<0.01		1.02	15.29	20.52	37	463	57.1	12.9	854	4.27	121	0.3	14.5	2.1	20.4	0.1	10.53	0.71	50	0.60	0.055	5.0	109.2	1.35	48.3	0.002	2	1.61	0.012	0.18	0.4	5.9	0.05	0.82	26	0.8	0.04	5.4
10	105-09		Rock Pulp	0.01		1.08	105.1	35.28	59.2	350	531.7	65	269	3.24	188.3	0.7	0.7	6.5	9.9	0.36	4.39	0.6	35	0.52	0.114	20.2	61.0	0.90	26.0	0.006	4	1.45	0.008	0.22	0.2	3.3	0.06	0.12	7	0.7	0.03	3.8
11	201-09		Rock Pulp	<0.01		0.93	24.66	56.77	44.8	446	3.9	2.2	479	3.95	20.1	2.2	3.1	5.1	8.4	0.1	1.43	0.58	16	0.10	0.111	21.7	8.8	0.35	41.2	0.043	<1	1.21	0.042	0.14	<0.1	3.7	0.07	0.17	<5	1.2	0.61	6.9
12	204-09		Rock Pulp	0.02		6.84	219.4	7.76	25.8	204	7	30.6	334	9.91	6.3	0.3	13.7	1.7	3.8	0.08	1.02	0.47	40	0.09	0.048	5.4	2.6	0.77	16.3	0.011	<1	2.39	0.018	0.07	0.2	3.0	0.02	3.99	<5	17.0	0.74	6.4
13	205-09		Rock Pulp	<0.01		2.1	54.21	11.08	38.6	39	11.8	12.2	830	3.35	4.1	0.6	4.8	4.2	58.5	0.07	2.4	0.21	70	0.93	0.065	7.5	30.9	1.31	236.9	0.138	1	2.89	0.213	0.84	0.3	8.5	0.24	0.56	6	0.4	0.13	8.2
14	206-09		Rock Pulp	0.01		0.48	56.67	33.69	40.2	68	6.5	15.3	690	3.67	9.7	0.2	7.3	1.7	75.1	0.18	4.08	0.36	66	1.35	0.077	7.4	6.8	0.58	79.6	0.096	2	2.52	0.317	0.27	0.3	6.7	0.09	1.52	28	0.8	0.21	6.0
15	208-09		Rock Pulp	<0.01		4.98	610.4	27.67	44.6	685	5.8	24.3	371	6.78	5.4	0.4	3.6	3.5	4	0.16	1.77	0.54	62	0.07	0.027	8.8	2.6	0.94	17.4	0.030	<1	2.12	0.016	0.05	0.9	2.9	0.06	1.47	<5	7.1	0.35	9.2
16	209-09		Rock Pulp	<0.01		4.25	179.8	10.48	25.4	290	4	15.8	197	5.28	13.8	0.3	7.4	4.1	3.3	0.06	1.33	0.42	34	0.04	0.033	4.4	1.7	0.44	14.1	0.015	<1	1.46	0.021	0.04	0.6	2.2	0.05	1.53	<5	7.3	0.48	5.4
17	210-09		Rock Pulp	0.03		1.53	75.43	12.1	25.3	86	5	11.3	519	2.77	12.6	0.5	28.2	4.8	23.2	0.18	2.9	0.59	61	0.46	0.036	7.9	6.7	0.88	74.8	0.094	<1	1.70	0.130	0.34	0.1	6.3	0.18	1.24	15	1.4	0.74	5.5
18	212-09		Rock Pulp	<0.01		0.38	150.3	20.67	57	71	9.1	23.9	736	4.86	5.2	0.2	6.3	1.4	51.9	0.07	3.97	0.11	145	0.82	0.084	6.4	14.3	1.51	94.2	0.118	3	3.90	0.173	0.67	0.2	13.6	0.37	0.98	12	0.6	0.52	8.9
19	217-09		Rock Pulp	0.02		1.64	93.76	10.2	20.5	86	3.9	7	364	2.89	7.1	0.5	16.3	4.4	18.8	0.08	2.23	0.42	58	0.23	0.036	8.6	6.8	0.85	56.1	0.069	<1	1.79	0.089	0.37	<0.1	6.5	0.18	0.76	6	1.4	0.55	5.3
20	220-09		Rock Pulp	0.01		0.56	44.69	7.64	32.4	42	5.6	17.1	740	3.86	6.8	0.3	10.3	3.2	66.8	0.06	2.31	0.74	81	0.91	0.066	12.0	9.5	1.31	111.7	0.128	1	2.79	0.272	0.36	0.1	7.2	0.12	1.28	13	0.5	0.37	8.8
21	1-09	სპეროზა	Rock Pulp	>10	20.54	0.77	45.86	13.36	31.3	2140	12.6	8.4	810	2.55	23.7	1.1	13945	4.8	27.5	0.2	43.59	0.13	40	0.40	0.033	9.1	17.6	0.89	63.3	0.055	2	1.62	0.102	0.13	0.3	2.8	0.05	0.79	78	0.5	0.85	4.9
22	2-09		Rock Pulp	2.84		1.73	96.45	73.25	13.9	1294	38.4	15.9	52	3.77	61.5	<0.1	1896	0.2	14.9	0.15	2.38	1.34	5	<0.01	0.001	<0.5	3.5	<0.01	16.0	<0.001	1	0.18	0.002	<0.01	<0.1	0.1	0.34	4.19	1272	12.6	2.85	0.3
23	3-09		Rock Pulp	>10	8.23	1.48	149	58.16	18.6	2942	32.8	13.2	58	3.7	59.5	<0.1	10700	0.2	16.2	0.24	3.5	2.58	4	0.04	0.001	<0.5	3.2	<0.01	21.9	<0.001	1	0.17	0.001	<0.01	0.7	0.1	0.50	4.09	1408	11.0	2.71	0.4
24	4-09W		Rock Pulp	3.36		0.94	41.2	45.45	6.2	1101	26.5	11.9	27	3.22	54.7	<0.1	3280	0.3	10.3	0.02	1.37	1.4	4	<0.01	<0.001	<0.5	2.8	<0.01	28.9	<0.001	1	0.18	<0.001	<0.01	<0.1	0.2	0.34	3.64	483	4.7	1.80	0.4
25	4-09C		Rock Pulp	>10	10.29	2.05	117	86.05	17	2524	42.7	13.6	109	3.39	49.5	0.1	12110	0.5	49.4	0.12	6.27	1.32	4	0.03	0.003	<0.5	20.1	0.02	30.1	0.001	1	0.17	0.002	0.01	0.2	0.2	0.28	3.29	1244	11.0	2.06	0.5
26	6-09		Rock Pulp	3.12		1.42	162.9	38.97	9.9	1321	29.6	15.3	41	3.23	63.3	<0.1	3257	0.3	10.1	0.11	1.89	1.62	4	<0.01	<0.001	<0.5	3.2	<0.01	34.2	<0.001	<1	0.18	<0.001	<0.01	0.4	0.2	0.37	3.59	639	7.1	1.97	0.4
27	7-09		Rock Pulp	3.67		1.57	21.57	40.78	47.5	1254	7.9	11.1	1692	4.06	100.9	0.7	4838	5.7	44.9	0.14	91.63	1.01	47	0.50	0.039	13.1	5.5	1.04	74.7	0.077	2	1.62	0.102	0.27	0.5	5.9	0.12	2.51	167	1.4	2.48	5.7
28	8-09		Rock Pulp	3.02		1.52	230.2	124.8	85	460	6.4	22.3	1018	5.06	5.5	<0.1	2210	0.7	86.4	0.26	0.34	0.33	126	1.72	0.065	3.1	5.0	1.71	62.8	0.076	2	4.37	0.275	0.04	<0.1	6.9	<0.02	1.72	93	2.3	0.26	9.2
29	9-09		Rock Pulp	5.5		0.88	11.77	26.08	40.7	826	5.5	2.9	1402	2.12	67.7	0.6	2848	4.9	31	0.06	110.2	0.12	6	0.28	0.041	14.1	3.9	0.45	80.7	0.044	1	1.12	0.064	0.14	0.4	1.3	0.07	0.47	136	0.3	0.28	3.6
30	10-09		Rock Pulp	8.29		0.3	9.55	11.82	14.3	1274	28.8	8.1	143	2.46	4.9	0.2	9406	3.8	3.4	<0.01	0.2	0.54	14	0.07	0.023	2.2	24.4	0.58	49.0	0.037	3	1.08	0.006	0.29	<0.1	1.1	0.07	1.59	33	0.3	0.11	2.5
31	11-09		Rock Pulp	0.55		0.99	21.8	17.91	64.9	276	17.5	7.6	935	2.94	28.5	1.1	1037	6.4	17	0.11	48.95	0.25	34	0.27	0.057	5.1	29.8	1.34	55.8	0.091	1	1.94	0.056	0.29	0.3							

34	14-09		Rock Pulp	3.47		1.15	580.1	33.1	65.6	407	2.4	10.7	317	7.58	<0.1	<0.1	2113	0.6	104.2	0.18	0.2	0.77	52	0.72	0.129	2.5	1.4	0.82	46.9	0.011	1	3.10	0.091	0.21	<0.1	5.6	0.07	2.51	96	24.7	0.50	7.1
35	15-09		Rock Pulp	4.07		0.81	29.9	25	60	918	8.5	3.3	690	2.98	42.4	2	4508	6.9	10.9	0.09	48.13	0.43	24	0.11	0.067	9.7	17.4	0.68	52.6	0.069	1	1.39	0.022	0.26	0.1	2.4	0.18	0.93	50	1.3	2.25	5.6
36	16-09		Rock Pulp	1.12		2.82	119.1	1254	466.3	499	1.6	4.3	565	4.77	23.3	0.9	835.7	0.8	74.8	5.27	0.29	<0.02	33	2.18	0.055	12.9	2.8	0.06	806.4	0.001	3	0.99	0.006	0.05	<0.1	5.3	0.08	0.07	55	2.3	0.03	4.4
37	17-09		Rock Pulp	6.26		2.94	121.3	1249	470.2	1406	1.9	4.4	567	4.68	23.1	0.9	8126	0.8	77.5	5.38	0.29	<0.02	33	2.16	0.054	13.2	2.7	0.06	834.2	0.001	3	0.97	0.006	0.05	<0.1	5.3	0.08	0.07	53	2.8	0.03	4.4
38	18-09		Rock Pulp	>10	10.83	3	129.6	1241	481.6	1471	2	4.5	590	4.77	24.6	0.9	8362	0.7	75.6	5.38	0.28	<0.02	34	2.27	0.052	12.1	2.7	0.06	796.0	0.001	3	0.97	0.005	0.05	<0.1	5.0	0.08	0.07	72	2.8	0.02	4.4
39	19-09	ხნის სათავი	Rock Pulp	1.06		2.78	118.5	1201	458.7	585	1.6	4.2	546	4.71	22.3	0.9	1663	0.7	71.1	5.14	0.26	<0.02	33	2.09	0.052	12.6	2.6	0.06	755.7	0.001	3	0.96	0.007	0.05	<0.1	5	0.07	0.07	69	2.5	0.03	4.3
40	20-09		Rock Pulp	3.86		2.86	122	1203	467.3	832	1.9	4.4	580	4.78	23.1	0.9	3510	0.7	70.7	5.25	0.29	<0.02	34	2.2	0.052	11.4	2.6	0.06	767.5	<0.001	3	0.93	0.004	0.05	<0.1	5.1	0.08	0.06	50	2.8	0.04	4.4
41	21-09		Rock Pulp	5.15		2.8	122.2	1193	454.6	811	2	4.5	565	4.7	23	0.9	3312	0.7	73.5	5.44	0.27	<0.02	33	2.25	0.049	11.8	2.5	0.06	801.8	0.001	3	0.97	0.008	0.05	<0.1	5.1	0.08	0.07	49	2.6	0.04	4.3
42	22-09		Rock Pulp	3.59		2.79	116.1	1232	444.4	973	2.1	4.1	534	4.66	22.9	0.9	4846	0.8	71.1	5.1	0.28	<0.02	33	2.03	0.051	12.6	2.8	0.06	760.9	0.001	2	0.95	0.006	0.05	<0.1	5.1	0.08	0.06	46	2.6	0.04	4.3
43	23-09		Rock Pulp	9.34		2.77	140.7	1212	469.4	1475	1.5	4.5	549	4.74	24.7	0.9	6071	0.7	77.7	5.5	0.3	0.03	34	2.2	0.057	12.6	2.7	0.06	812.3	<0.001	3	0.98	0.006	0.05	<0.1	5.1	0.09	0.07	135	2.7	0.03	4.5
44	24-09		Rock Pulp	1.97		2.87	118.6	1166	446.7	699	1.7	4.5	558	4.74	23.3	0.9	2261	0.7	73.2	5.35	0.28	<0.02	34	2.14	0.054	12	2.5	0.06	755.7	<0.001	4	0.93	0.006	0.05	<0.1	5.1	0.08	0.06	70	2.7	0.03	4.4
45	25-09		Rock Pulp	0.91		2.83	121.9	1237	461.5	499	1.5	4.5	576	4.78	24.1	0.9	867.7	0.8	76.9	5.55	0.28	<0.02	35	2.22	0.055	12	2.5	0.06	819	0.001	3	0.99	0.005	0.05	<0.1	5.1	0.08	0.07	57	2.7	0.05	4.4
46	26-09		Rock Pulp	4.98		1.39	85.27	1065	156.1	1076	11	2.1	170	2.9	10.7	0.7	4094	4.2	26.7	1.26	1.58	0.14	18	0.36	0.025	10.9	43	0.13	189.2	0.017	1	0.64	0.01	0.19	0.2	2.4	0.1	0.13	58	1.3	0.02	3.1

დანართი 2. ქიმიური ანალიზის შედეგები

ANALYTE		Au	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cu	La	Li	Ni	Pb	S	Sc	Sr	V	Y	Zn	Zr	Au
METHOD		FAA303	ICP14B																		FAA303
DETECTION		0.01	2	3	5	5	1	1	0.5	0.5	1	1	2	0.01	0.5	0.5	2	0.5	1	0.5	0.01
UNITS		PPM																			
6-09	პანკისი	<0.01	<2	54	52	<5	<1	8	33.4	6	11	29	20	0.6	1.2	13	9	3.8	37	0.6	<0.01
9-09		<0.01	<2	4	248	<5	<1	4	24.4	3	4	11	19	0.04	1.9	31.1	23	6.1	33	0.8	<0.01
11-09		<0.01	<2	3	34	<5	<1	3	12.2	4.5	3	8	14	0.01	1.5	10.6	20	4.2	35	0.6	<0.01
9-STORY		5.65	<2	8	39	<5	2	18	62.7	4.2	28	38	8	1.92	2	19.8	34	3.6	41	0.5	5.65
12-K		<0.01	<2	20	25	<5	3	48	253	4	16	22	6	4	1.2	21.2	22	5.1	43	0.5	<0.01
21-09	ხადორი	0.01	<2	28	55	<5	5	17	281	2.8	23	71	25	2.19	3.6	46.5	40	6.7	430	0.9	0.01
27-09		<0.01	<2	5	29	<5	<1	2	9.2	3.9	1	8	18	0.03	0.6	6.9	3	5.5	8	0.7	<0.01
32-09		<0.01	<2	10	151	<5	3	38	206	7.2	19	54	25	1.26	10.4	35.4	186	16.9	128	0.7	<0.01
33-09		<0.01	<2	9	37	<5	<1	3	149	25.9	5	16	9	0.16	1.7	79.5	7	31.3	115	<0.5	<0.01
38-09		<0.01	<2	4	21	<5	<1	5	26.6	2.8	7	9	5	0.03	1.3	16.4	13	5.4	45	0.5	<0.01
44-09	მახვალი	<0.01	<2	4	31	<5	<1	2	11.2	4.6	2	7	7	0.02	0.6	6.3	4	4.9	12	<0.5	<0.01
53-09		<0.01	<2	<3	33	<5	1	7	18.2	17.5	5	14	5	0.01	2.5	202	35	4.4	14	5.7	<0.01
71-09	სტორი	<0.01	<2	15	24	<5	<1	2	7.8	6.2	2	6	5	0.19	<0.5	8.2	<2	2	8	<0.5	<0.01
77-09		<0.01	<2	17	28	<5	2	11	97.9	4.1	8	34	14	1.54	0.8	12	5	13.6	122	0.7	<0.01
78-09		0.02	<2	408	31	<5	1	3	29.7	4.1	1	13	29	2.29	<0.5	4.8	4	1.8	19	0.6	0.02
91-09		<0.01	<2	20	35	<5	1	3	64.6	7.7	<1	13	31	0.87	<0.5	3.5	3	3	149	0.5	<0.01
92-09		<0.01	<2	5	15	<5	4	31	260	1.1	3	67	20	>5	0.6	139	4	6.9	21	0.7	<0.01
114-09		<0.01	<2	<3	49	<5	<1	3	9.3	2	3	6	6	0.02	2	6	20	4.6	24	0.6	<0.01
2-10	სტორი	<0.01	<2	13	36	<5	<1	2	15.7	4	3	9	8	0.28	<0.5	5.7	2	5.1	10	<0.5	<0.01
3- 10		0.17	<2	3800	14	6	4	8	9.3	0.8	<1	24	238	>5	<0.5	3.3	<2	<0.5	6	0.5	0.17
4-10		0.01	<2	280	40	<5	<1	2	5.4	11.4	2	14	111	0.99	<0.5	4.6	4	1.4	10	0.5	0.01
6-10		0.11	<2	1460	13	<5	3	4	6.8	1.5	<1	33	96	>5	<0.5	1.9	<2	<0.5	8	0.5	0.11
8-10		0.05	<2	2070	29	7	5	76	270	5.2	3	102	22	>5	1.2	5	6	2.8	20	1	0.05
10-10		<0.01	<2	322	122	<5	2	30	77.8	2.1	3	39	8	3.48	1.3	6.1	9	2.1	111	0.8	<0.01
11-10		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
12-10		0.12	<2	1430	13	6	5	29	25.5	<0.5	<1	109	222	>5	<0.5	2.4	<2	0.5	21	0.6	0.12
17-10		<0.01	<2	146	38	<5	2	15	99.7	<0.5	2	35	6	3.54	<0.5	3	<2	1.3	20	<0.5	<0.01
18-10		0.01	<2	30	<5	12	12	144	274	<0.5	<1	210	132	>5	<0.5	1.1	15	<0.5	13	0.6	0.01
19-10		<0.01	<2	161	18	<5	2	20	91.2	1.6	1	26	9	2.69	<0.5	2.5	<2	2	10	<0.5	<0.01
23-10		<0.01	<2	14	32	<5	<1	11	53.6	2.5	5	18	9	1.13	<0.5	7.2	4	3.9	11	<0.5	<0.01

24-10		<0.01	<2	85	81	<5	<1	7	40.7	5.1	2	20	50	0.55	1.4	6.8	9	9.1	28	0.6	<0.01
38-10	სტორი	0.04	<2	47	34	<5	2	15	88.7	11.5	21	25	203	1.2	1.7	21.9	32	4	164	0.8	0.04
39-10		<0.01	<2	15	23	<5	1	14	33.7	12.2	33	19	41	0.5	0.7	15.8	12	6.2	51	0.7	<0.01
40-10		<0.01	<2	7	9	<5	1	6	15.8	1.5	56	25	21	0.24	2.4	48.5	22	4	73	<0.5	<0.01
42-10		<0.01	<2	4	43	<5	<1	7	26.6	5.4	22	7	5	0.38	1.2	11.5	19	5	31	0.7	<0.01
43-10		<0.01	<2	111	41	<5	2	15	26.5	8.7	21	15	11	3.04	1	10.3	16	6.1	76	1	<0.01
44-10		<0.01	<2	11	26	<5	<1	9	58.1	26.5	9	10	7	0.5	0.6	6.8	7	6.9	26	0.6	<0.01
45-10		<0.01	<2	9	54	<5	3	35	292	4.7	12	47	10	4.04	1.8	38.2	20	24.2	44	0.6	<0.01
46-10		<0.01	<2	3	13	<5	2	24	159	2.8	3	29	5	3.28	1.4	107	4	157	15	<0.5	<0.01
51-10		<0.01	<2	11	92	<5	<1	3	11.4	5	9	16	14	0.29	1.8	14.3	11	14.9	53	0.9	<0.01
52-10		<0.01	<2	4	23	<5	<1	5	23	3.5	5	13	24	0.54	0.7	5.8	4	8.8	43	<0.5	<0.01
53-10		<0.01	<2	19	28	<5	<1	6	13.5	4.7	11	12	12	0.18	0.7	8.4	5	10.6	26	<0.5	<0.01
58-10		<0.01	<2	183	99	<5	2	29	62.5	2.7	20	44	21	2.81	2.7	32.5	31	10	309	0.9	<0.01
59-10		<0.01	<2	71	21	<5	<1	9	16.9	3.1	3	21	15	1.28	1.2	7.2	5	18.7	40	0.9	<0.01
61-10		<0.01	<2	85	41	<5	2	27	46.4	1.7	12	22	13	3.59	1.9	11.8	17	6.2	123	0.8	<0.01
62-10		0.02	<2	65	22	<5	1	18	186	5.9	<1	43	14	3.57	0.6	2.9	4	3.3	47	<0.5	0.02
64-10		<0.01	<2	50	46	<5	2	14	46.7	13.9	15	18	12	2.38	1.2	7.5	18	7.4	114	0.9	<0.01
65-10		<0.01	<2	62	87	<5	2	15	51.2	14.9	14	18	13	2.45	1.6	9.7	21	8.3	85	1.2	<0.01
76-10		<0.01	<2	325	12	<5	1	46	33.9	15.5	14	66	18	0.79	3.5	16.6	32	4.6	69	<0.5	<0.01
79-10		<0.01	<2	161	72	<5	1	78	71.6	7.4	14	47	7	0.29	3.1	11	39	4.2	56	0.8	<0.01
80-10		<0.01	<2	41	29	<5	3	26	23.5	4.4	24	34	5	0.73	21.8	31.6	253	13.1	81	2.4	<0.01
81-10		<0.01	<2	65	64	<5	<1	3	30.5	12.5	3	9	4	0.32	3.1	32.5	30	4.6	6	0.7	<0.01
82-10		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
83-10		0.03	<2	132	61	<5	2	68	518	4	1	67	6	>5	1.5	7.1	13	2.1	4	0.7	0.03
84-10		<0.01	<2	13	26	<5	<1	7	44.9	7.6	3	11	10	0.59	1.3	6.1	14	4	15	<0.5	<0.01
86-10		<0.01	<2	98	26	<5	<1	8	50.9	6.4	1	13	21	1.07	0.6	6	6	2.3	30	<0.5	<0.01
87-10		0.03	<2	1930	14	13	9	255	595	2.7	2	460	88	>5	0.6	4	6	2	293	0.7	0.03
88-10		<0.01	<2	4	25	<5	2	6	10.9	2.3	27	20	3	0.01	3	9.2	45	3.9	38	1	<0.01
90-10		0.01	<2	3510	27	12	8	198	353	2.9	2	297	36	>5	<0.5	7.6	6	1.7	18	0.8	0.01
91-10		0.02	<2	6380	13	19	13	294	1660	1.2	2	396	33	>5	0.6	4.3	8	1.6	32	0.7	0.02
92-10		<0.01	<2	64	58	<5	1	41	64.1	9.9	7	29	5	1.1	1.9	11.6	27	3.7	39	<0.5	<0.01
95-10		4.56	<2	1490	25	7	6	93	629	6.8	4	230	13	>5	1.6	9.3	35	3.4	81	0.8	4.56
96-10		0.02	<2	1380	32	7	4	108	426	4.8	15	185	13	>5	0.8	8.3	10	2.8	35	0.6	0.02
97-10		<0.01	<2	10	26	<5	2	22	43.1	8.5	15	34	6	1.28	7.2	26.6	138	6.3	49	0.8	<0.01
99-10		<0.01	<2	1840	63	<5	3	149	196	7.2	7	106	12	>5	1.6	8.2	23	3.2	39	0.6	<0.01

101-10		6.05	<2	136	38	<5	2	38	125	8.3	16	42	11	2.92	3.4	47.9	81	4.6	37	1.8	6.05
102-10		1.41	5	4130	23	7	4	189	352	4.1	10	184	16	>5	1.8	10.3	32	2.2	28	0.7	1.41
103-10		<0.01	<2	30	8	<5	3	32	27.4	2.3	26	41	4	1.91	18.8	28.2	243	9.3	77	1.5	<0.01
105-10		8.03	<2	4	52	<5	2	23	101	11.4	17	27	9	2.06	3.9	79.4	111	4.4	33	1.6	8.03
106-10		<0.01	<2	356	20	<5	4	45	216	5.4	24	49	10	4.07	2.8	47.6	82	8.3	122	1.1	<0.01
146-10		<0.01	<2	158	26	<5	2	12	64.9	3.4	17	41	39	2.09	1.4	84.6	9	11.1	49	0.8	<0.01
176-10		<0.01	<2	53	55	<5	<1	14	44.6	19.2	7	14	5	0.24	3.6	25.1	59	4.9	35	0.7	<0.01
181-10		<0.01	<2	10	9	<5	2	23	65.7	2.2	14	40	5	0.55	4.3	41.7	139	12.4	43	2.4	<0.01
182-10		<0.01	<2	6	70	<5	2	27	200	11.4	12	23	18	0.17	3.2	53.3	87	4.2	64	<0.5	<0.01
191-10		<0.01	<2	88	23	<5	1	10	87.3	2.9	4	13	52	1.05	0.8	7.4	8	4.4	71	<0.5	<0.01
196-10		<0.01	<2	14	45	<5	1	8	21.2	3.8	7	17	21	0.75	2.2	57.2	15	8	52	0.7	<0.01
214-10		<0.01	<2	38	73	<5	3	37	39.1	4.6	17	76	7	>5	5.3	35.4	75	2.6	40	0.7	<0.01
222-10		0.03	<2	20	19	<5	5	26	67.6	2.7	22	46	124	3.11	3.2	10.5	35	2	1110	0.5	0.03
226-10	უსახელო ხევი	0.02	6	50	14	7	24	9	678	11.3	3	31	9010	>5	0.6	3.7	6	1.1	>10000	<0.5	0.02
227-10		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
228-10		0.08	4	292	8	9	9	7	299	1.8	7	24	4260	4.62	0.7	2.5	9	<0.5	3380	<0.5	0.08
229-10		0.03	5	224	21	9	13	12	387	8.6	12	29	5850	4.82	1.7	3.2	13	0.9	6960	0.5	0.03
230-10		<0.01	5	16	5	6	2	3	147	3	<1	19	8120	1.53	<0.5	3.8	4	<0.5	408	<0.5	<0.01
231-10		0.05	>10	152	5	17	26	21	1470	1.3	10	20	>10000	>5	1.1	4.2	11	<0.5	>10000	0.5	0.05
232-10		0.02	>10	40	<5	28	2	<1	380	0.7	<1	8	1890	0.13	<0.5	1.5	3	<0.5	482	<0.5	0.02
234-10	ლოპოტა	<0.01	<2	6	57	<5	4	26	147	12.9	4	4	6	0.48	17.4	34.9	23	66.4	79	3.8	<0.01
235-10		<0.01	<2	3	10	<5	2	4	67.8	12.7	5	4	6	0.03	4.5	8.5	5	43.7	48	2.9	<0.01
238-10		0.02	3	36	<5	18	16	432	1250	<0.5	16	1680	48	>5	6.8	4.9	27	8.7	26	<0.5	0.02
239-10		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
240-10		<0.01	<2	17	8	6	6	29	213	<0.5	33	36	3	0.16	7.9	5.1	92	2	72	0.6	<0.01
241-10	ართანა	<0.01	3	10	11	6	6	28	5530	1.8	78	33	8	0.77	7.4	4.2	107	5.5	144	1.6	<0.01
242-10	ანგლისკაია	<0.01	<2	28	<5	<5	2	50	740	<0.5	53	458	6	0.13	20.6	38.2	135	11.1	63	1.9	<0.01
243-10		<0.01	<2	22	15	29	6	40	1660	6.8	67	39	11	0.34	8.6	9.1	129	9.7	141	1.5	<0.01
244-10		3.09	2	12	19	19	14	34	>10000	8.1	67	56	25	2.97	7.6	7.8	123	9.7	3020	2	3.09
245-10		0.01	7	15	<5	75	12	26	>10000	2.2	84	23	44	4.92	10.2	6	194	4.3	814	1.4	0.01
246-10		0.02	8	15	16	49	35	49	>10000	4.6	61	69	44	>5	7.9	5.5	129	6	8540	1.7	0.02
247-10	სამჭედლო	<0.01	<2	17	23	5	5	27	3360	5.3	50	61	7	0.38	5.2	8.5	104	9.4	465	1.3	<0.01
250-10		0.02	<2	54	6	18	6	118	7480	<0.5	8	12	8	4.56	2.8	7.7	41	1.6	252	1	0.02
251-10		<0.01	3	7	14	18	8	294	>10000	<0.5	3	10	21	>5	1.1	2.2	12	1.8	380	0.8	<0.01
252-10		0.32	4	18	<5	50	22	1040	>10000	<0.5	<1	5	21	>5	<0.5	0.5	<2	<0.5	440	1.5	0.32
253-10		1.34	2	19	<5	39	22	901	6070	<0.5	<1	11	20	>5	<0.5	1	<2	<0.5	173	1.8	1.34
254-10		0.03	4	33	<5	37	21	762	>10000	<0.5	1	10	21	>5	0.8	2.7	7	<0.5	610	1.5	0.03

255-10	თუშეთი	<0.01	2	57	<5	14	8	118	>10000	<0.5	18	14	9	3.49	4.8	3.2	69	2.7	312	1	<0.01
256-10		0.02	4	32	<5	37	13	377	>10000	<0.5	3	8	17	>5	1	1.8	10	<0.5	493	0.9	0.02
257-10		0.79	<2	89	<5	38	7	144	>10000	<0.5	15	7	9	3.46	2.2	1.8	34	<0.5	369	0.6	0.79
262-10		0.04	9	397	11	13	15	86	252	1.6	16	90	>10000	>5	1.7	1.8	16	1.9	4080	0.8	0.04
263-10		0.03	3	162	26	6	6	38	86.4	1.8	16	39	7280	>5	1.4	2.8	14	2.5	1810	0.5	0.03
265-10		<0.01	>10	31	34	18	12	<1	471	4.5	<1	<1	>10000	0.31	2.1	3.4	31	1	787	1.1	<0.01
266-10		0.01	>10	37	121	16	10	<1	453	7	<1	1	>10000	1.1	4.4	9.1	42	1.6	593	1.3	0.01
267-10		0.05	6	378	16	10	53	129	786	3.1	8	47	5010	>5	1.3	3.2	13	4.1	>10000	1	0.05
268-10		<0.01	3	<3	29	<5	58	16	465	8.5	19	20	6070	2.68	2.8	4.2	17	19.6	>10000	<0.5	<0.01
269-10		0.02	4	163	35	<5	17	71	414	5.5	22	50	5950	>5	2.3	4.9	22	5.5	8320	1	0.02
270-10	სტორი	0.01	>10	35	22	9	83	28	644	2.8	19	21	>10000	>5	1.8	3.4	16	7.5	>10000	<0.5	0.01
280-10		<0.01	<2	19	56	<5	<1	11	28	9.5	3	7	40	1.86	0.8	7.3	8	3.3	22	0.7	<0.01
281-10		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
282-10		0.99	<2	5	17	<5	3	31	140	2.3	35	105	83	3.16	7.6	28.1	126	7.9	194	0.8	0.99
283-10		3.34	<2	4	72	<5	2	22	173	19.5	8	17	52	2.15	1.4	12.9	20	4.2	40	<0.5	3.34
290-10		0.37	<2	7940	18	19	16	245	573	<0.5	6	343	20	>5	1.5	4.6	24	1.1	33	0.8	0.37
291-10		0.18	<2	133	102	<5	<1	13	37.3	14	6	15	7	0.95	3.5	29	32	2.2	56	0.8	0.18
91-11K	პანკისი	<0.01	4	4	34	<5	6	9	6300	4.2	24	14	7	1.3	2.4	7.3	36	4.7	1460	0.6	<0.01
92-11K	ლოდეუნი	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
100-11K		0.01	<2	6	9	<5	3	10	991	1.1	12	15	35	3.93	1.6	5.1	16	2.3	99	<0.5	0.01
101-11K		0.13	>10	131	<5	18	107	51	1210	<0.5	4	5	>10000	>5	1.2	2.6	19	<0.5	>10000	<0.5	0.13
104-11K		<0.01	<2	7	33	<5	2	1	44.7	3.5	19	8	23	0.19	1.2	4.2	19	3.6	115	0.5	<0.01
105-11K		<0.01	<2	7	24	<5	2	3	104	2.5	23	10	21	0.45	1.3	3.7	20	3.8	150	<0.5	<0.01
110-11K	ჩელთი	0.03	<2	66	24	<5	2	12	62.4	11.4	20	38	68	2.82	1.8	9	26	5.1	81	0.7	0.03
114-11K		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
115-11K		0.03	<2	46	96	<5	1	10	43.5	14	10	33	76	2.58	3.6	17.3	38	5	65	1.3	0.03
116-11K		0.01	>10	11	8	8	4	23	>10000	0.9	12	10	40	4.16	1.8	131	19	3.2	320	<0.5	0.01
117-11K		<0.01	7	9	38	6	4	27	>10000	4.4	14	24	30	3.17	3.1	13.1	31	10.2	453	1	<0.01
120-11K		<0.01	<2	15	32	6	4	27	1750	4	29	37	27	2.9	4	11.7	48	7.1	102	0.7	<0.01
128-11K	შორობევი	0.03	7	29	16	20	14	105	>10000	3.1	13	81	52	>5	1.8	2.9	22	3.7	3040	0.8	0.03
129-11K		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
132-11K		<0.01	<2	34	42	<5	3	31	69.7	5.6	12	53	12	2.9	2	2.7	26	3.5	40	<0.5	<0.01
135-11K		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
147-11K		<0.01	<2	4	6	<5	<1	3	14.9	5.2	15	8	3	0.04	4.1	245	31	12.2	28	<0.5	<0.01

148-11K	ლოპოტა	<0.01	<2	79	<5	<5	1	5	29.1	1	19	30	8	0.24	2.5	105	21	6.6	36	<0.5	<0.01
149-11K		0.04	<2	260	42	<5	1	19	74.5	4.1	14	71	8	0.79	1.6	3	14	1.4	24	<0.5	0.04
165-11K	თუშეთი	<0.01	>10	8	<5	29	18	16	3890	3	11	15	5950	1.01	<0.5	4.5	6	1.2	8590	<0.5	<0.01
170-11K		0.03	<2	212	23	<5	2	8	43.1	1.4	1	17	35	2.8	1.6	3.5	4	1	115	<0.5	0.03
174-11K		1.34	<2	32	32	<5	3	6	57.1	3	8	61	89	1.88	2.1	11.5	8	3.9	582	<0.5	1.34
176-11K		<0.01	<2	15	9	<5	<1	2	24.1	<0.5	<1	9	71	0.26	<0.5	1.3	2	<0.5	60	<0.5	<0.01
179-11K		0.02	<2	108	22	<5	1	7	54.6	6	1	15	26	2.13	1.1	6.4	9	7.8	17	0.9	0.02
182-11K		<0.01	2	16	32	<5	3	5	273	8.8	9	22	5290	1.42	1.2	1.8	14	1.1	1180	0.5	<0.01
183-11K		<0.01	<2	11	46	<5	1	4	40.9	3.9	8	27	107	0.32	1.4	2.7	17	0.8	37	0.6	<0.01
184-11K		L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.	L.N.R.
185-11K		<0.01	<2	15	56	<5	1	6	12.4	14.7	17	26	87	0.3	1.8	3.8	19	2.7	34	0.5	<0.01
190-11K		<0.01	<2	15	42	<5	<1	4	14.7	9.4	11	26	104	0.47	1.2	3.8	13	3	27	0.5	<0.01
200-11K	სტორი	<0.01	<2	38	103	<5	2	16	27.2	5.6	81	71	28	0.08	4.8	33.3	64	6.1	88	<0.5	<0.01
201-11K		0.09	<2	129	21	<5	2	18	76.2	7.8	9	29	410	2.73	1.7	2.7	15	1.6	328	<0.5	0.09
204-11K		<0.01	<2	17	9	10	9	40	1350	1.9	18	24	46	>5	7.1	1.9	66	1.3	140	0.8	<0.01
189-11K	თუშეთი	<0.01	<2	38	42	<5	1	6	24.7	15.9	10	29	258	0.75	1.2	2.5	13	1.6	38	0.6	<0.01
55-10	სტორი	<0.01	<2	66	21	<5	1	18	127	2.9	5	20	20	2.55	1.1	7	9	4.1	62	<0.5	<0.01