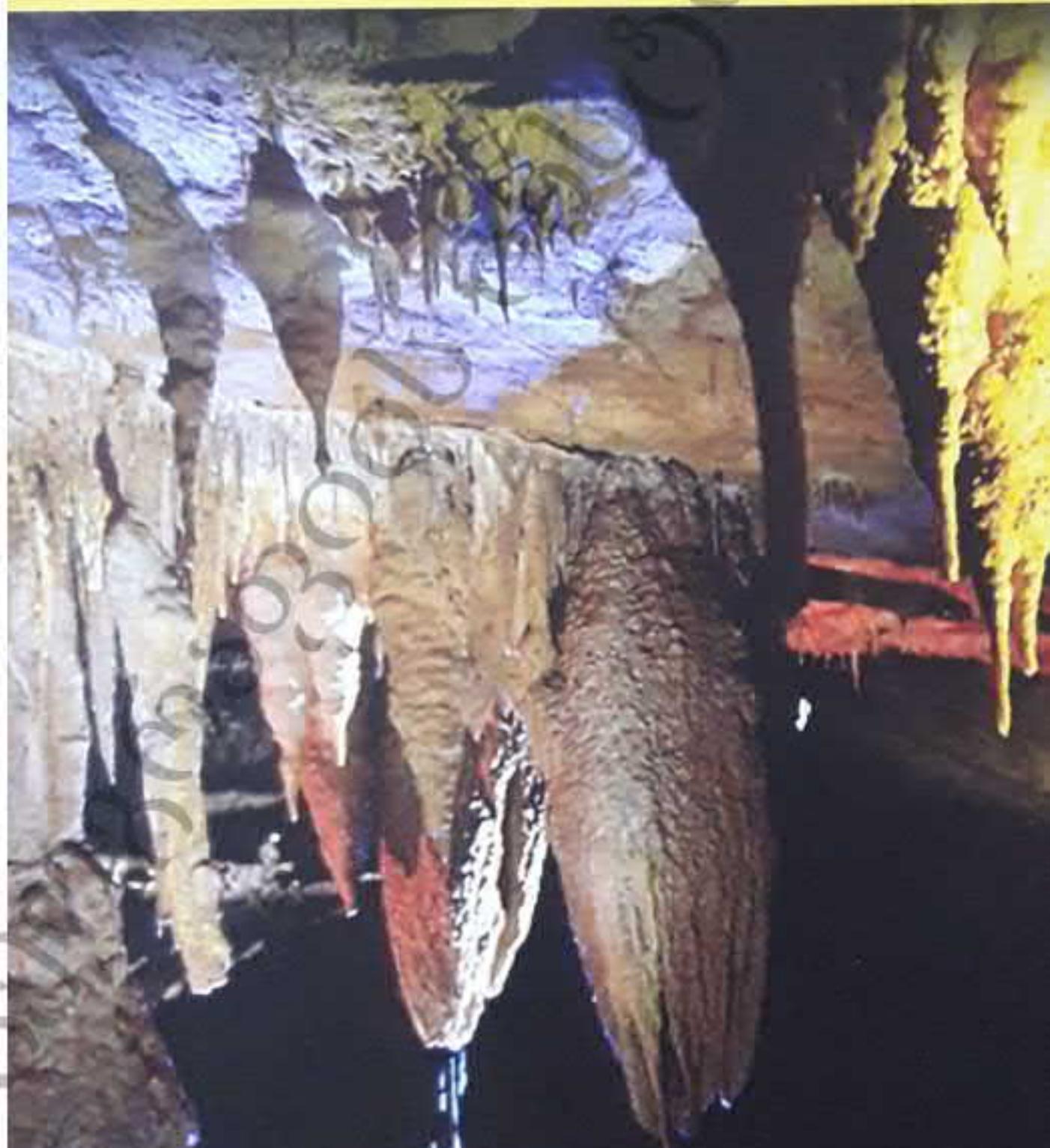


අප්‍රාථමාණය (පැරණි) මෙවර්ෂයේ ජීවිතය



OMAR LANCHAVA, KUKURI TS

**Tskaltubo (Promo
Cave System**

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
გრემოლ ტსულუკიძის სამიწის ინსტიტუტი
სპელეოლოგიის საზოგადოება



IVANE JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY
VAKHUSHTI BAGRATIONI INSTITUTE OF GEOGRAPHY
GRIGOL TSULUKIDZE MINING INSTITUTE
SPELEOLOGICAL SOCIETY OF GEORGIA

OMAR LANCHAVA, KUKURI TSIKARISHVILI

Tskaltubo (Prometheus) Cave System

Tbilisi, 2016

თმარ ლახნაჰა, კჰკჰრი ჟიჰარიჰჰილი

**ჟჰალტუბოს (პროჰეთეს)
მღვიმური სისტემა**

თილილი – 2016

გასული ხაუკუნის 80-იან წლებში (1984) საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეოლოგიური ექსპედიციის მიერ წყალტუბოს მუნიციპალიტეტის სოფ. კუმისტავის მჭიდროდ დასახლებულ უბანზე მიკვლეულ იქნა მანამდე სრულყოფილად უცნობი კარსტული მღვიმე. საქართველოს უმაღლესი ხელისუფლების წარმომადგენელთა მიერ მღვიმის მონახულების შემდეგ მისი ტურისტული მიზნებისათვის კეთილმოწყობა გადაწყდა (დადგენილება №109, 12.02.1985).

მომდევნო წლებში ჩატარდა მღვიმის კომპლექსური კარსტულ-სპელეოლოგიური გამოკვლევები. შესწავლილ იქნა მღვიმური სისტემის მორფოლოგიური, მორფომეტრიული, მორფოგენეტიკური თავისებურებები, გეოლოგიურ-სტრუქტურული პირობები, მღვიმური სისტემისა და მომდებარე ტერიტორიების ჰიდროგეოლოგიური პირობები, მღვიმის კლიმატი.

2012 წლის მაისში თანამედროვე სტანდარტების დონეზე კეთილმოწყობილი მღვიმე გაიხსნა ტურისტებისათვის. გახსნის პირველივე წელს მღვიმე 80700 კაცმა მოინახულა, მომდევნო წლებში მნახველთა რიცხვმა მხოლოდ ევროპის ქვეყნებიდან 50000 კაცს გადააჭარბა.

In 80s of the last century (in 1989) a speleological expedition of the Vakhushiti Bagrationi Institute of Geography of Georgian SSR Academy of Sciences discovered previously totally unknown karst cave in the densely populated area of the Kumistavi village of the Tskaltubo municipality. After visiting the cave by the representatives of Georgia's highest authorities, the arrangement of the cave for tourist purposes was decided (Resolution №109, 12.02.1985).

In the following years the complex karst-speleological surveys of the cave was conducted. The morphological, morphometric, morphogenetic features, geological and structural conditions of the cave system as well as the hydrogeological conditions of the cave system and its adjacent areas and the climate of the cave have been studied.

In May 2012, the arranged at high modern standards cave was opened for tourists. 80700 men have visited the cave in the first year since its opening, while the number of the visitors in the following years exceeded 50000 men only from the European countries.

იბეჭდება ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს გადაწყვეტილებით

რედაქტორი გეოგრაფიის დოქტორი
ნანა ბოლაშვილი

რეცენზენტები გეოგრაფიის დოქტორი
ზაზა ლევაია
საინჟინრო მეცნიერებათა დოქტორი
გიორგი ნოზაძე

ნაშრომი მომზადებულია რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (FR 218/9-280/13) პროექტის ფარგლებში

ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2016

ISBN 978-9941-13-527-9

შ ე ხ ა ვ ა ლ ი

საქართველო - ამოუწურავი ტურიტული რესურსების მქონე ქვეყანაა. მისთვის დამახასიათებელი თავისებური ბუნებრივი-გეოგრაფიული პირობებით, ღირსშესანიშნაობებით და კულტურულ-ისტორიული ძეგლებით საქართველო საკურორტო მეურნეობისა და მასობრივი ტურიზმის განვითარების ერთ-ერთი ხელსაყრელი რეგიონია.

საქართველოს მღვიმეთა ქვეყანასაც უწოდებენ. კავკასიონის სამხრეთ კალთაზე, სვენი ქვეყნის ფარგლებში, 300 კილომეტრიანი მონაკვეთი კარსტულ ზოდს უკავია, სადაც დღეისათვის 1400-მდე მღვიმე და შახტია რეგისტრირებული. კარსტული მღვიმეების შესწავლას დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია.

მღვიმეები - თავისებური ბუნებრივი ლაბორატორიაა, სადაც შესაძლებელია მრავალ, მეცნიერთათვის უცნობი ბუნებრივი პროცესების განვითარებაზე თვალყურის დევნება.

ბიოლოგებისათვის მღვიმე შესანიშნავი გარემოა, სადაც ახალი ფლორისა და ფაუნის აღმოჩენის და შესწავლის გარდა შეიძლება მუდმივი სიბნელის პირობებში ცხოველებისა და მწერების დეგრადაციის, ადაპტაციისა და რეგენერაციის პრობლემების გადაჭრა.

მრავალი მღვიმე პირველყოფილი ადამიანის ბუნებრივ თავშესაფარს წარმოადგენდა, რასაც მიწის ქვეშ მიკვლეული პირველყოფილი ადამიანების მატერიალური ყოფის ნაშთები (თავის ქალები, ყბისა და ბარძაყის ძელები, შრომის იარაღები და სხვ.) ადასტურებს. ეს კი **არქეოლოგთა, ისტორიკოსთა, პალეონტოლოგთა** დიდ დაინტერესებას იწვევს.

მხატვრებს, ხელოვნებათმცოდნეებს იხიდავს ძველი ქვის ხანის ადამიანის მღვიმური მხატვრობის „იშვიათი შედეგები“, კერძოდ, ფერების შესამების, საღებავის მასალის, პერსპექტიული გამოსახულების ხედვის თავისებურებანი;

ოკეანოლოგები პოულობენ მრუდოვან ახალოგებს ღრმაწყლიანი ორგანიზმებისა და მღვიმეების მობინადრეთა აღჩაგობაში;

ფიზიკოსებისათვის მღვიმე ხელსაყრელი მიწისქვეშა ლაბორატორიაა ზუსტი ოპტიკური ხელსაწყოების გასაშართავად, რომელთა მეშვეობითაც კოსმოსური გამოსხივების ცალკეული კომპონენტების რეგისტრაციას აწარმოებენ;

ექიმებისათვის ეგზოტიკური მღვიმეები ეს ადამიანების სასუნთქი გზების დაავადებათა ხინებული სამკურნალოებია; მღვიმეებში შესწავლება **კოსმოსური მედიცინის** ფრიად აქტუალური საკითხები (მარტოობისა და იდუმადების გავლენა ადამიანის ფსიქიკაზე და კვირუბები ადამიანის ბიოლოგიური აქტიუობის რიტმის ცვლილებებზე და ა.შ.).

უკანასკნელ ხანებში, მღვიმეებში არა ერთი ექსპერიმენტი ჩატარდა იმის დასადგენად, თუ რა გავლენას ახდენს მუდმივი სიბნელე და გარე სამყაროსაგან სრული იზოლაცია ადამიანის ჯანმრთელობასა და ფსიქიკაზე. მღვიმეები უკვე ჩადგა კოსმოსის აღვისების სამსახურში.

მღვიმის პერის იდეალური სისუფთავე, აღერგუნებისა და მავნე აირების არ არსებობა დადებითად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე და ყოველგვარი სამედიცინო პრეპარატის გარეშე წარმატებით მკურნალობენ ბრონქიალური ასთმით, გულ-სისხლძარღვთა სისტემებით, რევმატიზმით, ნეფრიტით, ნევრალგიით და სხვა სნეულებებით დაავადებულ ავადმყოფებს.

და ბოლოს, დახვედეთ საქართველოს ხელსაყრელი ბუნებრივ-ღანდშაფტური თავისებურებანი, რეკრეაციული რესურსების, მათ შორის მღვიმეების სიუხვე. ყველა პირობას ქმნის რესპუბლიკაში მასობრივი **სპელეოტურიზმის** განვითარებისათვის. ამჟამად მხოფელიოში 800-მდე კეთილმოწყობილ მღვიმეს ყოველწლიურად 30 მილიონამდე მნახველი პეავს; ჩეხეთსა და სლოვენიაში 25 კეთილმოწყობილი მღვიმეა.

ხერბიასა და ხორვატიაში - 30, საფრანგეთში - 100, აშშ-ში - 250. ყოველივე ეს გვიხევენებს, რომ მიწისქვეშა ძეგლების ათვისებას დიდი სარგებლობის მოტანა ძალუძს.

ხვენი ქვეყნის კარსტულ ფენომენებს შორის ანალოგი არ აქვთ ახალი ათონისა და წყალტუბოს მღვიმურ სისტემებს. ახალი ათონის მღვიმე ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეორაზმის (ზურაბ ტატაშიძე, შალვა ყოფიანი, ბორის გურგულაძე, არსენ ოქროჯანაშვილი) მიერ გახული საუკუნის 60-იან წლებში იყო აღმოჩენილი. იგი პირველი მღვიმე იყო პოსტსაბტოურ ხივრცეში, რომელიც საერთაშორისო სტანდარტების დონეზე იქნა მოწოდებული. მღვიმის მიწისქვეშა დარბაზებს ყოველწლიურად 800 ათასი მნახველი პყავდა, ხოლო ექსპლუატაციით მიღებული წმინდა შემოსავალი 1 მილიონ რუსულ მანეთს აღარბებდა.

გახული საუკუნის 80-იან წლებში გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეორაზმმა (ხელმძღვანელი ჯუმბერ ჯიშკარიანი, თამაზ ქობულაშვილი, ამირან ჯამრიშვილი, ვახტანგ კაკანიძე, კორე ნივარაძე) სოფ. ენძისთავის (წყალტუბოს მუნიციპალიტეტი) მიდამოებში, ზღვის დონიდან 150 მ სიმაღლეზე მსაკვლას და შეისწავლა მეცნიერთათვის მანამდე უცნობი, რთული, მრავალშესახველდიათი და მრავალხართულიანი მღვიმური სისტემა. მას შემდეგ, რაც რუსუბლიკის მაშინდელმა ხელმძღვანელობამ მოინახულა მრავალფეროვანი ნაღვეთი ფორმებით შემკობილი მღვიმის ერთ-ერთი მონაკვეთი, გადაწყდა მისი კეთილმოწყობა ტურისტული მიზნებისათვის (დადგენილება N109, 12.02.1985). ამ დადგენილებით ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტს დაევადა მღვიმის კომპლექსური მეცნიერული შესწავლა, რაშიც მონაწილეობა მიიღეს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის დედაამიწის შემსწავლელი განყოფილების სამეცნიერო კვლევითმა ინსტიტუტებმა (გრიგოლ წულუკიძის სახელობის სამთო, მისხიელ ნოდის სახელობის გეოფიზიკის, ალექსანდრე ჯანელიძის სახელობის გეოლოგიის), ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა, ყოფილი სსრ კავშირის მინისტრთა საბჭოსთან არსებული გეოდეზიისა და კარტოგრაფიის მთავარი სამსართველოს, პედროტექნიკისა და მედიორაციის, სანიტარიისა და პოეიენის, ალერგოლოგიის, ასომისა და კლინიკური იმუნოლოგიის წყალტუბოს სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების, პედრომეტსამსახურის და რუსუბლიკის სხვა უწყებათა საექსპედიციო რაზმებმა.

საქართველოს სახელმწიფო პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში დამუშავდა მღვიმის კეთილმოწყობის პროექტი (ავტორები აკად. ვახტანგ დავითაია და არქიტექტორი დ. ხუჯაშვილი), რის შემდეგ დაიწყო მღვიმური სისტემის სამეცნიერო-კვლევითი და კეთილმოწყობითი სამუშაოები.

თაზი I. ზოგადი საკითხები

I. I. გეოგრაფიული მდებარეობა, გუნდობრივი პირობები

წყალტუბოს კორქველი მახვი მოქცეულია მდ. მდ. ცხენისწყელ-რიონის წყალგამყოფზე, რომლის სიგრძე 25 კმ, სიგანე 12-15 კმ, ფართობი კი 250 კმ²-ს შეადგენს. აქედან 150 კმ² ინტენსიურად დაკარსტულ ტერიტორიას უკავია, რომელიც ძირითადად მდ. სემისა და ყუმიხთავის ხეობებითაა წარმოდგენილი და დაბალმთის-ტყის ზომიერად-ნოტიო კლიმატის მქონე კარსტულ ღანდშაფტს მოეკუთვნება.

წყალტუბოს კეთილმოწყობილი მდვიმე ძირითად საექსკურსიო ტრასაზე მდებარეობს: თბილისიდან იგი 255 კმ, ქუთაისიდან – 16 კმ, ხოლო კურორტ წყალტუბოდან 6 კმ-ით არის დაშორებული (იხ. ტოპოგრაფიული რუკა).



კორქველი მახვიის ტერიტორიის რელიეფის ხასიათს კარსტული პროცესები განსაზღვრავს. გაშიშვლებული კორქვების მცირე სიმაღლე (8-45 მ) განაპირობა ზედაპირული კარსტული ძაბრების, კარული ზედაპირების, აგრეთვე ტყების, შახტების და მღვიმეების ფართო გავრცელება.

ქვაბულის რელიეფში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ყუმიხთავისა და ცხუნკურის მონაკვეთები გამოიყოფა, რომლებიც სამხრეთით მდ. ყუმის, დასავლეთით კი მდ. ცხუნკურელას ხეობითაა შემოხაზვებული. ამ უკანასკნელის ტერიტორიაზე გაედინება მდ. სემი, თავის მარცხენა შენაკად ცხუნკურელასთან ერთად. მიფსომეწერიულად ორივე ქვაბული თითქმის ერთდამავე დონეზე, 140-200 მ სიმაღლეზე მდებარეობენ. სემისა და ყუმიხთავს შორის წყალგამყოფი 250-280 მ სიმაღლეს აღწევს, ამპლიტუდა კი 60-150 მეტრს შეადგენს.

მაქსიმალური სიმაღლეები (650-720 მ) ტერიტორიის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილისათვის არის დამახასიათებელი. საკვლევი ტერიტორიის ჩრდილოეთით გაწოლიდა მოგზაძი სერი ცხუნკურის ქვაბულის ფსკერიდან 240-300 მ სიმაღლეზე დაკარსტული ტერიტორიის დახრილობა ძირითადად სემისა და ყუმის წყალგამყოფზე 4-5⁰-ს, ხოლო ქვაბულის ფსკერისაკენ 2-3⁰-ს შეადგენს.

აეროფოტომასალების სქემებისა და დახრილობების რუკების შედარებით დადგინდა, რომ ზედაპირული კარსტული ფორმების სიხშირე უდიდესია ოდნავ დახრილ ზედაპირებზე და მცირდება რელიეფის დახრილობის ზრდასთან ერთად. შრეების დახრითი წოლა, უმეტესად ზედაპირის დახრილობასაც განაპირობებს, რაც გავლენას ახდენს არა მარტო ძაბრების და ცხუნკურისა და ყუმიხთავის ქვაბულების, არამედ აქ წარმოდგენილი კარული ზედაპირების მორფოლოგიაზეც. ყურადღებას იმეორებს ის ფაქტი, რომ დახრილ კალთებზე მოხუდი ატმოსფერული ნალექების სწრაფ გადინებას აქვს ადგილი, რის გამოც მახვიის ძლიერ დახრილ ფერდობებზე

ზედაპირული კარსტგანქმის მოვლენები ხუცტად არის გამოხატული. ბრტყელ ზედაპირებზე კი სურათი მკვეთრად იცვლება. ამის დასტურია ის, რომ ცხუნკურისა და უუშისთავის ჩრდილოეთით მდებარე ადგილ მელოურის ტერიტორია ფაქტურად ზედაპირული და მიწისქვეშა კარსტული ფორმების სიუხვით გამოირჩევა. მიზრილი კარსტული ძაბრები და მათ ფსკერზე გახსნილი პონორები და მღვიმეთა შესასვლელები სწორედ მელოურის მოსწორებული პლატოსთვისაა დამახასიათებელი.

ასეთივე კანონზომიერება შეინიშნება მდ. სემის მარჯვენა ნაპირზე, გორაკებსა და ხერებს შორის მოქცეულ ქვაბულებში. აქ 1 კმ²-ზე 8-10 ძაბრია წარმოდგენილი. გამოკვლეული ტერიტორიის შუა ნაწილში რელიეფის უარყოფითი ფორმები 50-ს აღწევს, რომელთა სიგანე 200-500 მ-ის ფარგლებში მერყეობს, ფსკერზე კი ნაქცევით ანუ ჭათა ნასახელებია წარმოდგენილი. შედარებით ქვედა ზოლში, განსაკუთრებით წვალტუბოს მღვიმური სისტემის აღმოსავლეთით, კარსტული ძაბრების ზომები 50-60 მ, ზოგიერთ ადგილებში 100-120 მ აღწევს.

მდ. სემის მარცხენა მხარეს, მელოურის დასავლეთით, სემის ხეობიდან 1 კმ-ის დაშორებით, 400 მ სიმაღლეზე მცირე ხიდრმისა და სიგანის ზედაპირული ფორმებია განვითარებული. მსგავსი სიტუაცია შეინიშნება მდ. სემის მარჯვენა მხარეს, ზღვის დონიდან 600 მ სიმაღლეზე, სოფ. ცხუნკურის ჩრდილოეთით 624 მ სიმაღლეზე მდებარე პლატოს მსგავს მაღლობებზე.

მაროლაკ. მელოურის ვაკე ზედაპირებზე ნასახული უარყოფითი ფორმები აქ მოხული წვიმის და განსაკუთრებით თოვლის მინარე წყლების ნამდვილ რეზერვუარებს წარმოადგენენ. გაზაფხულის თავსება წვიმების დროს წყლის ნაკადების მიერ ნიადაგის მკვებავი ნივთიერებებს აქტიური ჩარეცხვა მიმდინარეობს. ამის ნათელი დასტურია ოფიკოს ქვაბული და მის ფსკერზე გახსნილი მღვიმე-ესტაჟელი, რომელიც მელოურის პლატოზე შთანთქმული ნაკადების განტვირთვის ძირითადი არეალია.

მდ. სემის ხეობა ორ დამოუკიდებელ ერთეულად შეიძლება დაიყოს. პირველი – ხეობის მსგავსი მონაკვეთი სოფ. ცხუნკურის აღმოსავლეთ გარეუბნამდე. აქ ხეობის ფსკერი კარსტული მახვიის გრუნტის წყლების დონეზე მაღლა მდებარეობს. ხეობის ხიდრმე დასავლეთით 100-120 მ-ია, ხეობის ზედა ნაწილში 50-70 მ, ზოგიერთ უბანზე უფრო ფართოა. სემის ხეობის თითქმის ორივე ფერდობი შერეული კოლხური ტყითაა დაფარული. სადაც ფართოდ არის წარმოდგენილი წაბლი, მუხა, წიფელი, თხმელი, ბზა, პონტური ნაძვი და სხვ. ძლიერი დახრილობისა და ხშირი მცენარეული საფარის გამო ხეობის კალთები პრაქტიკულად მიუდგომელია. ამ მონაკვეთზე მდ. სემს თითქმის არც ერთი შენაკადი არ გააჩნია, თუ არ ჩავთვლით 382 მ სიმაღლეზე შემდინარე მომცრო ნაკადს, რომლის წყალი მდ. სემს მიწისქვეშა არხებით შეერთვის. სამაგიეროდ მდ. სემის ხეობისათვის დამახასიათებელია პონორების სიუხვე, რომელთა ოდენობა აღნიშნული მონაკვეთისათვის (კარლო დიფონავას მონაცემებით) 13-ს აღწევს. ხეობის გასწვრივ პროფილს ფსკერის არათანაბარი ვარდნა ახასიათებს. ამპლიტუდა 1,1 კმ-ით დაშორებულ ორ წერტილს შორის 70 მეტრია. ხეობის ამ მონაკვეთზე ხშირია სხვადასხვა სიდიდის და ფორმის ნაკეტილი ზედაპირები, ე. წ. გურები, რომლებიც მომცრო კაშხალებითაა გადაკეტილი.

მეორე მონაკვეთი – (სოფ. ცხუნკურიდან დასავლეთით ტერიტორიის საზღვრებამდე) შედარებით ფართო, დატერასებული ფერდობებით არის წარმოდგენილი. ხეობის სიგანე ფსკერზე 100-120 მ-დან 450-550 მ აღწევს. ხეობა ასიმეტრიულია, მარჯვენა ფერდობი შედარებით მაღალია (200-250 მ), მარცხენა 50-60 მ არ აღემატება ტერასებისა და ფერდობების ქვედა ნაწილები ცხუნკურისა და უუშისთავის მოსახლეობის ბაღ-ბოსტნებს უკავია. აქ კალაპოტის სიგანე 5-12 მეტრია, წყალი გამჭვირვალე ტერასები 1,5-2,5 მ სიმაღლის საფეხურებათაა დაყოფილი და უმეტესად ბაღაჩოვანი და ბუჩქნარი მცენარეულობით არის დაფარული. ქვედაზე დაბალი პიფსიმეტრიული საფეხურის მქონე ხეობის ეს მონაკვეთი ცხუნკურის ქვაბულის დაბოლოებას წარმოადგენს და მკვეთრად გამოხატული აკუმულაციური პროცესებით ხასიათდება.

1.2. შხსსავალიდოების მოკლე ისტორია

წყალტუბოს კორქველი მახვი დიდი ხანია მკვლევართა ექსპედიციების ცენტრშია მოქცეული. სხვადასხვა წლებში მახვიის ტერიტორიაზე სპელეოლოგიურ გამოკვლევებს აწარმოებდნენ ცნობილი გეოგრაფები და გეოლოგები: დევან მარუაშვილი, პეტრე ჭაბუკიანი, გრიგოლ დევიდარიანი, გიორგი მოწეხიძე, სურამ ტატაშიძე, შალვა ყოფიანი, გიორგი ჩანგაშვილი, ვივი გიგინეიშვილი, რუსო ჯანაშვილი, ოთარ სხეიძე, ჯუმბერ ჯიშკარიანი, ლადო ქაღდაძე და სხვ.

წყალტუბოს კორქველ მახვის პოპულარობა მოუტანა ჯერ კიდევ 1925 წელს ცნობილი გეოგრაფისა და მხარეთმცოდნის პეტრე ჭაბუკიანის მიერ შეკვლევულმა სათაფლიის კარსტულმა მღვიმემ, რომელიც პირველი კუთილმოწეობილი სპელეოტურისტული ძეგლი გახლდათ საქართველოში. ამით პეტრე ჭაბუკიანმა დიდი ღვაწლი დახდო ხუცის ქვეყანაში სპელეოლოგიის პოპულარიზაციისა და განვითარების საქმეს.

1933 წელს მანვე სათაფლიის მღვიმის დასაველეოთი მერგელოვანი კორქვის შრეებზე გადაშენებული ქვეწარმავლების - დინოზავრების ნაკვალევი აღმოაჩინა, რითაც უდიდესი სამხახური გაუწია ქართულ გეოლოგიურ მეცნიერებას. ამ აღმოჩენებით სათაფლია სახელმწიფო ნაკრძალად გამოცხადდა.

1983 წლის ზაფხულში კარსტოლოგია-სპელეოლოგიის დაბორატორიის სპელეორაზში (ჯუმბერ ჯიშკარიანი, კარლო დიფრანკა, თამაზ ქობულაშვილი) გეგმიურ სპელეოგამოკვლევებს აწარმოებდნენ წყალტუბოს კორქველ მახვიზე ექსპედიციის ბოლო დღეებში ჯგუფი ოფიცის ტერიტორიაზე „ორპირის“ გამჭოლი მღვიმით დაინტერესდა, რომლის გამოხასყენების მიღმა მდებარე უცნობი მღვიმის, 80 მ სიგრძის დერეფნის ფსკერზე, მოწის ქვეშ შემოვარდნილი ნაკადების განტვირთვის ფართო პირობი მოიხადა. მისი გამოკვლევა მამდევნო წლისთვის გადადეს.

1984 წლის ზაფხულში კი მანამდე უცნობი, ნაწილობრივ თხილია და წყლის ნაცობით გამოვსებული სრულიად ახალი, მრავალფეროვანი ნაღვენით ფორმებით შემკული მოწისქვეშა დერეფნების აღმოჩენის პატივი წილად ხვდა სპელეოლოგთა ჯგუფს ჯუმბერ ჯიშკარიანის, ამირან ჯამრიშვილის, თამაზ ქობულაშვილის, ვახტანგ კაპანაძის და კორე ნიჟარაძის შემადგენლობით.

მღვიმე წარმოადგენს სუბორიზონტული, დერეფნული ტიპის ხიდრეც, ძირითადი მაგისტრალის ხივრძე, რომელსაც კუთილმოწეობითი საშუქაოები შეეხო, 1060 მეტრია. კორქვების სიმძლავრე, რომლის ქვეშაც მოწისქვეშა დარბაზებია გამოშუქავებული 8-52 მეტრია, საშუალო კი 40 მეტრს შეადგენს. მღვიმეს ორი შესასვლელი გააჩნია. ერთი - პირიზონტული, კანიონისებურ ხეობის ფსკერზე, ზღ. დ. 147 მ-ზე, მეორე - შედარებით ძნელად ხვადი, ვიწრო, სკამოვ დახრილი ფსკერით - კარსტული ძაბრის ფსკერზე, ზღ. დ. 160 მ სიმაღლეზე იხსნება.

ინსტიტუტის დირექციის თხოვნით ახლად აღმოჩენილი მოწისქვეშეთი წყალტუბოს ქალაქკომისა და აღმასრულებელი კომიტეტების მაშინდელმა თავმჯდომარეებმა: ვივი აბზიანიძემ და მირზა ქორქაშვილმა მოინახულეს. რამდენიმე დღის შემდეგ ამ აღმოჩენით რესპუბლიკის პარტიისა და მთავრობის ხელმძღვანელებიც დაინტერესდნენ. 1984 წლის 8 აგვისტოს მღვიმეს დეტალურად გაეცნენ ელვარდ შევარდნაძე და ჯუმბერ პატიაშვილი.

მღვიმემ მზახველებში უდიდესი მოწონება დაიმსახურა, გამოითქვა მოსახრება ახლად აღმოჩენილი მღვიმური სისტემის კუთილმოწეობის თაობაზე. ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი დაინიშნა სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების კოორდინატორად.

**თავი II. წყალტუბოს მღვიმური სისტემის
ორმირების კირობები და ფაქტორები**

**II. I. წყალტუბოს კირკვული მახვილის
გაორმირებლობის ტიპი თავისებურებაში**

წყალტუბოს მღვიმური სისტემა განლაგებულია ოკრიბის ტექტონიკური თაღის დასავლურ ნაწილში. მღვიმური სისტემის ძირითადი არტურია ვალახურ ოროფაზაშია ხასახული, ხოლო პასადენურმა ოროფაზამ მნიშვნელოვნად გაართულა მღვიმური პიდროსისტემის მორფოლოგია. შექმნა რა სიცარიელებების რთული ლაბირინთოვანი სისტემა. დასახელებულ პერიოდში ურგონული კორქები უკვე გათავისუფლდნენ ვულკანოგენური („მოვარის“ წყება) ჯავშნისაგან და კარსტულმა პროცესებმა იწყეს ინტენსიური გააქტიურება.

მღვიმური სისტემის განვითარებაში გარკვეული როლი სამკურაღის ქედის მონოკლინურმა აგებულებამ, და განსაკუთრებით. ტურონ-სენომანურმა ვულკანოგენურმა ჯავშანმა ითამაშა. ამ თვალსაზრისით წყალტუბოს კორქული მახვი უნიკალურია საქართველოს სხვა დანარჩენ კორქულ მახვიებს შორის (ნახ. 1).



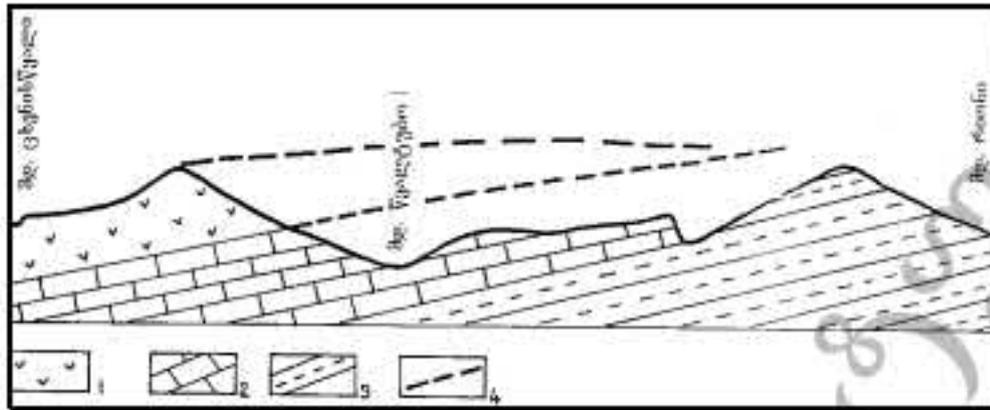
ნახ. 1. წყალტუბოს კორქული მახვილის გაორმირებლობის ტიპი

ტერიტორიის თანამედროვე კორქული რელიეფი, ვულკანოგენური წყებების კარსტულ პროცესებზე შემოქმედების კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს როგორც ხედაპირული, ისე მიწისქვეშა კარსტული ფორმები ძირითადად ვულკანოგენური ქანების გადარეცხვის შედეგად წარმოიქმნენ. ეროზიულ-დენუდაციური შემოქმედების შედეგად გადარეცხვის ყველაზე მატულობს აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ, ხდება როგორც ვულკანოგენური ისე, მოლიანად

მდღვერი ცარცული ფენის გატანა და ხედაპირზე გამოდიან იურული ნალექები, რომლებშიც უკვე იწყება ეროზიული ქაბულების ჩახახვა. მდინარეთა განტვირთვის არეალი ხშირად ვულკანოგენური და კარსტული ნალექების კონტაქტს ემთხვევა, ხოლო სამხრეთ-დასავლური ბეჭდისებური ვულკანოგენური ბარიერი ტიპურად ეროზიული რელიეფით ხასიათდება.

წყალტუბოს კორქულ მახვილზე განვითარებულია რელიეფის შემდეგი განვტური ტიპები: ტექტონიკური, ეროზიული, კარსტული (ნახ. 2).

ტექტონიკური რელიეფი. როგორც ცნობილია წყალტუბოს კორქული მახვი წარმოადგენს ოკრიბის ტექტონიკური თაღის (ვალახური ოროფაზა) დასავლურ პერიფერიას და გართულებულია ღვედის, გულაკურის, ღვედურის (პასადენური ოროფაზა) და სხვა რღვევებით (Геология СССР, т. X, 1964). ტურონ-სენომანის შრეებში შემოკრილია ბახალტური დაიკები, რომლებიც არაიშვიათად რელიეფის დადებით ფორმებს ქმნიან. თავის მხრივ, ეს დაიკები აკონტრილებენ მიწისქვეშა სიცარიელებების მიმართულებებს, და შესაბამისად, მათ ორიენტაციას (Липонова, 1985).



ნახ. 2. წყალტუბოს კირქული მასივის გასწვრივი სქემატური ვარიანტი

1. ტურინ-სენომანურ ვულკანოგენურ ნაღველებზე განვითარებული ეროზიული ბორცვები და სერები
2. კარსტული რელიეფი (კარსტულ ნაღველებზე)
3. ეროზიული რელიეფი იურულ ნაღველებზე
4. სტრატოგრაფიული ხარისხის სავარაუდო შედგარება

ღვედის რღვევის მიერ წყალტუბოს კირქული მასივის ჩრდილო ნაწილი 120 მ-ით იქნა აზიდული. ასე მაგ., ტექტონიკურად დაბალი ნიხელას საფეხურიდან (930-960 მ) ნიხლიბჯვარის ეროზიულ-დენუდაციური შიხილი, აზიდულია 1077 მ სიმაღლემდე რღვევის გავლენა 15 კმ მანძილზე შეინიშნება. სხენებულ რღვევას შეესაბამება მდ. სემის სათავეები, სადაც მდინარის ხეობა მანამდე არსებული სუბგანედური მიმართულებიდან მკვეთრ ბრუნს აკეთებს. დიდვაკის მონოკლინურ პლატოზე რელიეფის მსხვილი ფორმები დღემდე ინარჩუნებენ რღვევამდელ მიმართულებას (ვიწრო წყალგამყოფები და ფართო ბრტყელძირიანი ხეობები). აღნიშნული ხეობების ძირზე არსებული იურული ასაკის ალუვიურ-დელტუიური ნაფენები და ასევე არაკარბონატული ნიღაგური სავარი იმის დასტურია, რომ მასივი ვრცელდებოდა უფრო შორს აღმოსავლეთით და შემდეგ მოხდა მათი გადაფარვა ვულკანოგენური წყებით. ასევე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ რეგიონის აღმოსავლეთ კიდეზე არსებობდნენ ეროზიული ქვაბულები, რომლებიც იურული ასაკის ნაფენებში იყვნენ წარმოდგენილი ალუვიონის სახით. მონოკლინურ ფერდობზე გამდინარე ნაკადებმა ღვედის რღვევის პარალელურად სამხრეთისაკენ იწვეს დინება, ეროზიის სიღრმე კი 500 მ აღწევს.

ღვედის და ნაწილობრივ გულავერის რღვევის გავლენა კარგადაა გამოხატული მდ. სემის და უემის წყალგამყოფზე, მელოურის და დიდვაკის პლატოზე. მდ. სემის კანონში საკმაოდ ხშირია ტექტონიკური აშლილობები. ღვედის რღვევის კიდევ ერთი შედეგია შტილიტაის გრანდიოზული მეწვერი (სიგრძე 1,5 კმ; სიგანე 2,0 კმ; მოცულობა 0,7 კმ³), რომელმაც სუბგანედური მიმართულების ქვაბული თითქმის მთლიანად ამოავსო მეწვერული მასა წყალგამყოფზე გადაედინება პიესომეტრიულად უფრო დაბლა განლაგებულ თავსაბანელას ქვაბულში. მეწვერის ზედაპირზე ფართოდაა გავრცელებული კლასტოკარსტული მოედენები.

ასევე ტექტონიკური დისლოკაციის ზემოქმედებით წარმოიქმნა და რღვევებით მკვეთრად გამოიხა საირმის ბლოკი. მდინარეები ამ ბლოკს ევლეა მხრიდან გარს უვლიან, მდ. სემის კანონთან მიახლოებისას მიწის ქვეშ იკარგებიან და მდინარის მშრალი კალაპოტის ქვეშ გავდინებიან, შემდგომ წყალტუბოს მღვიმური სისტემის მიმართულებით მიედინებიან.

მელოურის პლატოზე დანაპრაღიანების ვულკანი ქრება, თუმცა რღვევების გასწვრივ ჩახახულია მცირე წაგრძელებული ორმოები და მიწისქვეშა ფორმები.

მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ ერთეულებს ქმნიან ტურინ-სენომანური ინტრუზიები. ტერიტორიის მსხვილი ინექციები რელიეფში განცალკევებულ ბორცვებს, ხოლო

მცირე ინექციები რელიეფის უარყოფით ფორმებს წარმოქმნიან და ისინი ხშირად განსახლებრავენ მოწიქვეშა პიდროქსელის მიმართულებასაც.

პროზონული რელიეფი. აღმოსავლეთიდან წყალტუბოს კორქველი მახვი იურული ნაღველების ეწრო ზოლით, დასავლეთიდან კი, ვულკანოგენური ქანებითაა შემოსახლდრული. ეს სივრცე ინტენსიური ეროზიის არუნაა.

ტურონ-სენონური ვულკანოგენური წყებების გავრცელების პალეოგეოგრაფიული ასპექტი გაცილებით მნიშვნელოვანია, ვიდრე თანამედროვე გამოთქმულ მოსახრებას ადასტურებს სხვადასხვა სიმაღლეებზე გავრცელებული არაკარბონატული ნიადაგები, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია მელოურის პლატოზე. კულაურის ქედის ხამრეთ კალთებზე, მდ. მდ. ხემისა და უუმის წყალგამყოფზე და ა. შ. ისინი ტურონ-სენონური შრეების გამოფიტვის რელიქტებია. სამგურალის ქედის მონოკლინური აგებულება ხელს უწყობდა წყალგამყოფ მონაკეთზე დენუდაციურ-ეროზიული პროცესების გაძლიერებას და ამით კორქველი ნაფენების სრულ გადაადგილებას. აღნიშნული მიხეხით ზედაპირზე გამოდიან იურული ნაღველები და განვითარებულია ტიპური ეროზიული რელიეფი, ჩაკეტილი ქვაბულების შექმნით. ასეთი ქვაბულები დასავლეთის მხრიდან ურგონის კორქველითაა შემოსახლდრული. ეროზიული ქვაბულების მდინარეები ციკაბო კლდეების ძირში განლაგებულ პონორებში იკარგებიან. გაივლიან რა მოუღ კორქველ მახვის, ისინი კოლხეთის პიდროგეოლოგიურ აუზში გამოფინებიან. სამგურალის ქედის მონოკლინურ ფერდობზე მდინარეები ქმნიან ხუბაორიზონტული მღვიმური სისტემების ფართო ქსელს, რომელთა სიგრძე 2-4 კმ აღწევს (Липонава, 1984). მათ შორის გამოირჩევა ბღურის და დიდღვლის ვალერეთა სისტემა, მელოურის და სამგლის პლატოების მღვიმური სისტემები. ბღურის ამ მსხვილი (2,6 კმ) ეროზიული ქვაბულის წყლები სათავეს უდებენ მდ. უუმს. დღიანას წყალგამყოფზე და თფიქოს და წყალტუბოს მღვიმეების ფარგლებში განლაგებული აღუეიონი იმაზე მოუთითებს, რომ ამ მღვიმეთა გამომუშაება უწყვეტად ზევიდან ქვეით წყალქვეშა წყლების ვერტიკალური ცირკულაციის შესაბამისად მიმდინარეობდა. მდ. უუმის თანამედროვე კალაპოტში არსებული პონორები, ქვიშა-თიხიანი ნაღველები და უუმი-დღიანას ამფითეატრის სათავეების მორფოლოგია იმის დასტურია, რომ წყალტუბოს მღვიმური სისტემისა და მდ. უუმის კალაპოტის ქვეშ არსებობს ერთი ან რამდენიმე მოწიქვეშა ხართული. დღეისათვის ეს ხართულები მღვიმური აღუეიონით არის ამოვსებული, რასაც ხელს უწყობდა მდ. გუბისწყლის შენაკადების რეგრესიული აკუმულაცია, რის მიხეხადაც თავის მხრივ მდ. მდ. როინისა და ცხენისწყლის გამოხდების აღუეიური კონუსები (ე. წ. მარაობი) შეიძლება სათვადოს (Липонава, 1985).

დასავლეთით განლაგებული „მოაერის“ ვულკანოგენურ წყებაში ასევე ტიპური ეროზიული რელიეფია განვითარებული. ეროზიული ხაჭრა აქ თვით ეროზიის ბაზისამდე დასული (მდ. გუბისწყლის კალაპოტი). აღხანიშნავია, რომ მდ. გუბისწყალი და მისი შენაკადები, მდ. როინისა და ცხენისწყლის კალაპოტებზე 70-80 მ-ით დაბლა მდებარეობენ, რისი მიხეხიცაა მსხვილი მდინარეების კალაპოტებში რეგრესული აკუმულაციის ინტენსიური განვითარება.

კარსტული რელიეფი. წყალტუბოს კორქველი მახვი (ფართობი 95,კმ²) დასავლეთ საქართველოს კარსტული ზოლის შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს დაბალი კარსტის განვითარების კლასიკურ მაგალითს. მახვი იყოფა დიდვაკის მონოკლინურ პლატოდ, სამგურალის მონოკლინურ ქედად და წყალტუბოს ქვაბულების სისტემად, რომელიც თავის მხრივ, მანამდე ნახსენები რელიეფის ფორმების ძირში არიან განლაგებულნი.

პირველი ორი გეომორფოლოგიური ერთეული პოვსომეტრიულად ქვედაზე მაღლა ვითარდება და პალეორელიეფის მოეხილებს წარმოადგენენ. დიდვაკის პლატო (700-800 მ) ადრევე მოწიქდა ინტენსიური ეროზია-დენუდაციის არეს, ამიტომ ძირითადად შემოინახა მისი ადრინდელი სტრუქტურული ხაზე. თავდაპირველი რელიეფი ძლიერაა ნახსენევილი სამგურალის ქედზე, სადაც ინტენსიური ეროზია-დენუდაციის შედეგად

მოლიანად მოიხსნა კირქვის ფენა და მხოლოდ ცალკეული ფრაგმენტები შემორჩა მწვერვალებისა და ნახეობების სახით (მ. კარიობის ჩრდილო ვერტიკალური კედელი კანიონის ფრაგმენტია, ხოლო მის ძირში შემონახული მხოლოდ კირქვისაგან შემდგარი მსხვილი ალუვიონი, დიდი პალეოშიდინარის კალაპოტი და ა. შ.). ეროზიული მოქმედება შემდგომშიც გრძელდება (პეტროგრაფიულად ჭრელი ალუვიონი ოფიტის უნაგირაზე), ოღონდ უფრო ნაკლები მასშტაბით. ეროზიული პროცესების მკვეთრი შეცვლა დენუდაციით (კირქვების ინტენსიური დაკარსტვა) გამოწვეული უნდა იყოს ვულკანოგენური ჯაგშნის გადახსნით.

ხემოხსენებულ რელიეფის დადებით ფორმათა ფონზე, განსხვავებული ადგილი უჭირავს წყალტუბოს ქვაბულს. მის ჩამოყალიბებაში გადამწყვეტი როლი შეასრულა დიდი სიმძლავრის ვულკანოგენური წყებების რკალმა, რომლის შედეგად სამგურალის ქედთან წამოსული მიწისქვეშა წყლები აქ იურიდნენ თავს, აწვდებოდნენ ამ ჯებირს და მიემართებოდნენ სამხრეთისაკენ. წყლების თავმოყრა იწვევდა ეროზია-დენუდაციის გააქტიურებას და რელიეფის დადაბლებას. ეს რკალი ვერცერთმა მდინარემ ვერ გაარღვია. საკრტილი პედროგეოლოგიური აუზის პირობებში ხდებოდა პედროდინამიური ზონის თანდათანობითი გადაადგილება ქვედა პირობებში, შესაბამისად რელიეფის დადაბლება. ეს პროცესები შეფერხდა მას შემდეგ, რაც ეროზიის ბაზისი დავიდა კარიობის ბაზალტურ შრეპარღვამდე. ამან კი თავის მხრივ წყალტუბოს ქვაბულის ხედა მონაკვეთში მყარი მასალის დაგროვება გამოიწვია. შრეპარღვის ბარიერულმა ეფექტმა გამოიწვია წყალტუბოს ტბის შეზუბება (მდ. წყალტუბოსწყლის პედროგეოლოგიური აუზის ეროზიის ბაზისი).

სამგურალის მონოკლინურ ქედს დიდკაის პლატოსთან შედარებით დაბალი პოფსომეტრიული მდებარეობა უკავია (550-600 მ) და უფრო დაბალი რანგის რელიეფის ფორმებს შეიცავს. ესენია:

1. **დეგრადირებული პალეოქვაბულები** წყალგამყოფებზე არსებული კირქვული შთენილებით და წყალშემკრებ აუზში განლაგებული მნიშვნელოვანი ოდენობის კირქვული დოდეებით.

2. **მელოურის ბრტყელზედაპირიანი პლატო**, რომლის მიწისქვეშა პედროქვული მკიდროდაა დაკავშირებული წყალტუბოს მღვიმურ სისტემასთან. არაკარბონატულ ნიადაგზე დადგენილი მძლავრი ალუვიური ფენა იმაზედ მიუთითებს, რომ ის ვულკანოგენური ჯაგშნის ეროზიულ შთენილს წარმოადგენს. პლატოზე არსებული დენუდაციური შთენილები (კონჯლა, ჭალისთაუი და სხვ.), ასევე მრავალი მსხვილი ძაბრები (ორმუხა, ხილკოტა, მონა) და მღვიმეები კარსტული სიცარიელებების გავრცელების ფართო მასშტაბზე მიუთითებენ. მღვიმეების განვითარებაში ასევე მნიშვნელოვანი როლი ტექტონიკას მიეკუთვნება.

3. მელოურის პლატოს გენეტიკური ანალოგია **სამგლია-ბლების ჭალის კირქვული პლატო**, რომელიც თავისი არსებობის შენარჩუნებას დაიკებს (მარდვისებური გეოლოგიური სხეული ნამრალში, რომელიც მკვეთრად განსხვავდება ამგებელი ქანებისაგან) უნდა უმადლოდეს. დევედის რღვევის გავლენა აქ უმნიშვნელოა, შესაბამისად აღდგენილია მიწისქვეშა სიღრუეების დასავლური მიმართულება და კავშირი წყალტუბოს მღვიმურ სისტემასთან ექვს არ იწვევს.

4. მდ. მდ. ხეშისა და ეუმის წყალგამყოფი ძლიერაა დაკარსტული მის ცენტრალურ ნაწილში (მსხვილი ძაბრები, შავი ტბა, ჭალა, საწურბღია, შალამოური, კოიჭალა და სხვ.). ტომოგრაფიული ზედაპირი კი მკვეთრად დაბალია. ასეთი დადაბლება შეინიშნება აგრეთვე დუნელას ტაფობში. სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულების ეს დადაბლებები ფაქტურად წრფივად განლაგებული წაგრძელებული და **დახურული ფორმის ხეობებია** უგლავას მსხვილ და საკრტილ ხეობაში დაფიქსირებული წყლიანი ჭა, ასევე ხიფანებით გამოვსებულ მღვიმესთანაა დაკავშირებული.

5. გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენენ **ორიარუსიანი ამფითეატრები**. ასეთი მორფოლოგიური ერთეულები ხშირად ბრტყელდირიანია და ერთმანეთისგან ციცაბო კედლებით არიან გამოყოფილნი. თითოეული ამფითეატრის ფსკერზე შახტები და ჭებია წარმოადგენილი. საფეხურებრივად ხასიათდებიან ასევე ქვაბულები, ძაბრები და

მიწისქვეშა გაღვრვები. ეს გარემოება დაკავშირებულია ტექტონიკურ იმპულსებთან და შესაძლებელია მათი კორელირება მიმდებარე ტერასებთან.

6. მიწისქვეშა სისტემების ფორმირებაში დიდი როლი ეკლერ ტექტონიკურ იმპულსებს მიეკუთვნება. მაგ., სემის კანიონის გასწვრივ 50-70 მ შეფარდებით ხიმაღლეზე განლაგებული სხვადასხვა ზომის ქვაბულები თავიანთი ქვედა ნაწილებით კანიონისაგან ვიწრო თხემებით არიან გამოყოფილი. დასახელებული ქვაბულების მდინარეები თხემების ძირში განლაგებულ პირობებში იკარგებიან. ასეთ პირობებში გაუჩინარებული ნაკადები მდ. სემის კალაპორტისქვეშ გადინების შემდეგ წყალტუბოს მღვიმური სისტემისკენ მიემართებიან.

ამგვარად, წყალტუბოს მღვიმურ სისტემაში იკრებება როგორც სამგურალის ქედის, ისე დიდვაკის პლატოს ნაკადები, რომელთაც ემატება მდ. სემიდან გაუჩინილი ნაკადებიც.

წყალტუბოს მღვიმე ოფიჭოს ქვაბულის ფსკერზე იხსნება, რომელიც კორქველი ჭურის ჩამოქცევის შედეგადაა წარმოქმნილი. როგორც ჩანს „ბახალტურმა ინექციებმა“ (ბარიერული ეფექტი) აიძულეს მიწისქვეშა წყლები ერთ ადგილზე მოქცეულიყვნენ და ამით ეკონტროლებინათ მთავარი არტერიის ზოგადი მიმართულება.

დღიანას უნაგირაზე აღმოჩენილი სხვადასხვა პეტროგრაფული შემადგენლობის ალუვიონი იმის დასტურია, რომ ამ მონაკვეთზე წყალტუბოს მღვიმური სისტემის მთავარი არტერია თავიდანვე იყო ჩასახული და ტექტონიკური იმპულსების შესაბამისად წყლები ეროდრენ ერთმანეთს ხევიდან ქვემოთ გოვებდნენ რა თავის კვალს უნაგირებისა და მღვიმეების სახით. ახალი პროცესი აღბეჭდილია თავად მღვიმურ გაღვრვაშიც. მდ. გუბისწყლის აკუმულაციური რელიეფის გაანალიზების შედეგად, შესაძლოა დავასკვნათ, რომ რეგრესიული აკუმულაციის შედეგად ქვედა ტომოგრაფიული დონეები და აქედან გამომდინარე ქვედა მიწისქვეშა და ზედაპირული ფორმა ჩამარხული აღმოჩნდა (ლიფონავა, 1986).

II. 2 პოკლე გეოლოგიური მიხობილვა

განსახილველი ტერიტორია მოიცავს ოკრიბის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს ძირითადად წყალტუბოს რაიონის ფარგლებში და მცირე მონაკვეთს ხონისა და ქუთაისის მიდამოებში. გეოტექტონიკის მხრივ პეტრე გამყრელიძის მიხედვით (1964), იგი საქართველოს ბელტის ქუთაისის ქვეხონას მიეკუთვნება, რომლის აგებულებაში მონაწილეობას იღებენ შუა და ზედაიურული, ქვედა და ზედა ცარცული, აგრეთვე პალეოგენური, ნეოგენური და მეოთხეული ნალექები. სხვადასხვა მასშტაბის მკვეთრად გამოხატული ბლოკური სტრუქტურები ხუსტად წარმოდგენილი პლიკატური დისლოკაციებით - ბრაქი ნაოჭა (მოკლე ნაოჭები), უმნიშვნელო ფლექსურის მსგავსი ნალექები და სხვ., უფუხური მავმატიხმის გამოვლინება და ზოგადი ლითოფაციალური ხასიათი გამოხატულეუ ტერიტორიაზე და მასთან მისახლვრე ტერიტორიაზე მეხო-კანიონური დანალექი ქანები თვალსაჩინოდ მიუთითებენ ამ ტერიტორიის ბელტურ ხასიათზე.

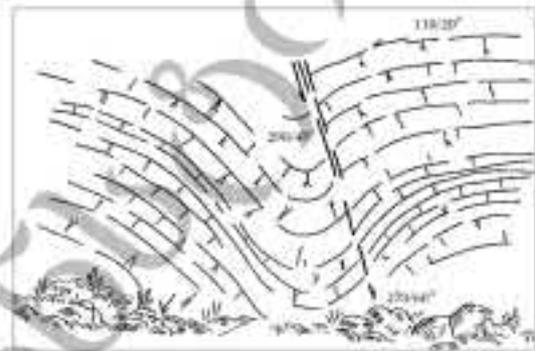
ქუთაისის ქვეხონაში იურული ნალექები წარმოდგენილია პორფირიტული ვულკანოგენური ბაიოსური წყებით, ბათური ქვიშა-თხიფანი ნალექებით და ღაგუნურ-კონტინენტალური ტერიგენული და ვულკანოგენური ზედა იურული წარმონაქმნებით. შუა- და ზედა იურული ნალექები, როგორც ქუთაისურ ქვეხონაში, ისე მთელ დასავლეთ საქართველოში ამჟამად დეტალურადაა შესწავლილი რიგი მკვლევარების (ჯანელიძე, 1930, 1940; კონიუშვესკი, 1946; კახაძე, 1936, 1942, 1947; ძიწენიძე, 1948; ძიწენიძე, სხორტლაძე, ჩხევილაშვილი, 1956; ყდილაშვილი, 1965; დევიდარიანი, კვახაძე, და სხვ., 1976; ცაბაძე, 1969) მიერ.

ზედა იურული ნალექების ფერადი წყება წარმოდგენილია ვულკანოგენური დანალექი ქანებით - ბახალტებით, ტუფობრექციებით, ტუფოქვიშაქვებით და თიხებით. ქვედა ნაწილში აღინიშნება აგრეთვე არგილიტები. წყების ხიმაღლურ კარიოფის ირგვლივ აღწევს 70-80 მეტრს. წყება არ შეიცავს განამარხებულ ფაუნას და უმეტესი მკვლევარების (დევიდარიანი, კვახაძე და სხვ., 1976) მიერ დათარიღებულია

ოქსფორდულ-ტიტონური ასაკით. მდ. სემის სათავეებში, მის მარცხენა ნაპირზე ხედაიურულ ფერად წყებას რაიმე ხილული უთანხმოების გარეშე სამხრეთ-აღმოსავლეთის 150° ახიმუჯითა და 60° -იანი ვარდნით დაქანებული ვადასხვიანი ასაკის ვრაველიტების, არკოზული და წყალვადმა (ე. ი. აღმავად ჰრიდში) კირქვების დაქანების ახიმუჯი თანდათან იცვლება - მიმართულება ხდება ჯერ სამხრეთული, შემდეგ გადადის სამხ.-დასავლეთურში და შრეების ვარდნის კუთხეც თანდათან მცირდება 8.5° -მდე აპტურის ძირების სიახლოვეს სოფ. ცხუჩკურთან. ქვედაცარცული კირქვების აღნიშნული მონოკლინური განლაგება მდინარის ხედა დინებაში ზოგან დარღვეულია მკვეთრი ფლექსური გადაღუნვებით, სადაც ზოგადად სამხრეთ-სამხრეთ-დასავლური ახიმუჯისას შრეების ვარდნის კუთხე $40-50^{\circ}$ -დე იზრდება. აქვე, ხემო დინებაში აღინიშნება ერთნაირად ორიენტირებული ნახსლეტური ბუნების რამდენიმე წვეტა, დაქანების ელემენტებით (ახიმუჯი $250-270^{\circ}$, კუთხე $70-75^{\circ}$) - (ნახ. 3).



ნახ. 3. წვეტითი დახლოკაციები მდ. სემის ხემო წელში



ნახ. 4. რღვევისპირა სინკლინური ნაოტი მდ. სემის შუა წელში

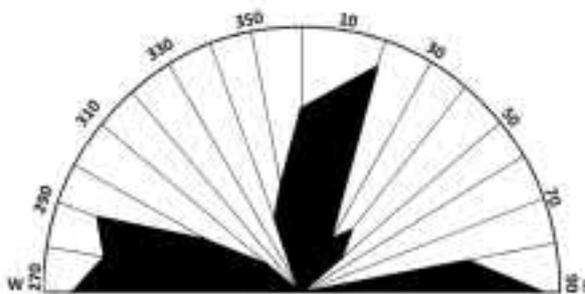
მდ. სემის შუა წელში, სოფ. ცხუჩკურის მახლობლად, მდინარის მარცხენა ფერდობზე აღინიშნება ახეთივე დასავლური დაქანების წვეტა, ოღონდ ახლა უკვე შესხლეტვის ბუნების მქონე, რაც კარგად დგინდება მის ქვედა ბაგეში რღვევისპირა მომცრო სინკლინის გამოყრდნით (ნახ. 4).

ქვედაცარცულ კირქვებში კარსტული მოვლენების განვითარებისათვის ყველაზე მნიშვნელოვანი სტრუქტურული ტიპი მაინც ნაპრალოვნებაა. აქ შეიძლება გაიზრდეს სხვადასხვა გენეზისის ნაპრალები, რომელთა შორისაც დაშრეების მართობული დიაგენეტური წარმოშობის პლანეტარული ნაპრალები ყველაზე დიდი გავრცელებით ხარგებლობენ. როგორც წესი, ეს ნაპრალები ერთი შრის ფარგლებს არ სცილდება, მაგრამ ზოგჯერ მათ შიგნით 2-3 შრის ან შრეთა მთელი დახტის გაკვეთაც აღინიშნება. ეს ალბათ მეზობელ შრეებში განვითარებული ნაპრალების შემთხვევით ურთიერთშეთავსებას ან შემდგომ ტექტონიკას უნდა მიეწეროს, უფრო გვიანდელი ტექტონიკური ბუნების ნაპრალები რაიონში ნაკლებადაა გავრცელებული. ისინი შრეების ხედაპირებს გარკვეული მახვილი ან ბლაგვი კუთხით კვეთენ და შედარებით დიდი გამწვობით ხასიათდებიან.

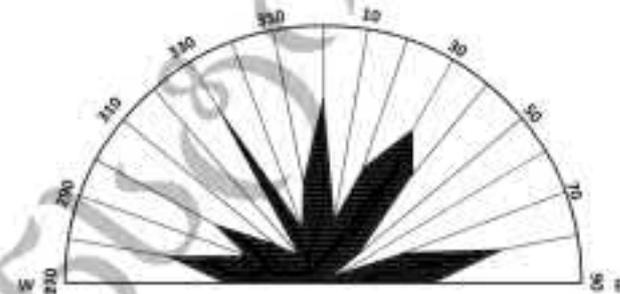
მაგრამ, თუკი დეფორმაციის მთავარ დაძაბულობათა რომელიმე მიმართულება დიაგენეტურ (პლანეტარულ) ნაპრალოთა რომელიმე სისტემას დაემთხვა, ან ძლიერ დაუახლოვდა, გვექნება სწორედ დაშრეების მართობული ტექტონიკურში გადახული დიაგენეტური ნაპრალის მიერ რამდენიმე შრის ან შრეთა დახტის გადაკვეთის ხემოთ აღნიშნული შემთხვევა. ასე, რომ დაშრეების მიმართ მართობულ თუ არამართობულ განლაგებას გადამწვევტი მნიშვნელობა არ აქვს. მთავარი ისაა, რომ შრეებრიობის ხედაპირის მიმართ ნებისმიერი დახრისას ტექტონიკური ნაპრალი კვეთს რამდენიმე შრეს ან მათ დახტას, ესაა მისი მთავარი დიაგნოსტიკური ნიშანი.

ნაპრაღთა ზემოთაღნიშნული ტიპების შესწავლის შედეგები სტატისტიკურად შეჯამებულ და განზოგადებულ იქნა გაბატონებულ სისტემათა მიმართებით სხივური დიაგრამების სახით. დიაგრამები შედგენილ იქნა როგორც მდ. ხემზე გაკეთებული კრიდისა და ცალკეული ზედაპირული გამოშვლების, ისე ყველა მისაწვდომი მდებარეობისათვის.

როგორც ნახ. 5-დან ჩანს, მდ. ხემის ზემო დინებაში გაბატონებულია შვედი და ციციბოდდახრილი ნაპრაღების ორი მიმართულება: 1. დ-ჩდ $270-290^{\circ}$ ან ა-ჩა $80-90^{\circ}$, რომლებიც შრეთა დაქანების ახიმუტებს თანხვედება; 2. თითქმის მათი მართობული ანუ სუბპერიდიანული ჩ-ჩა $0-20^{\circ}$, რომელიც შრეების მიმართების ახიმუტის თანხვედრითაა. მეორე სისტემის ნაპრაღთა დახრის კუთხეები ცვალებადობს შრეების დახრის კუთხეების ცვლილების შესაბამისად შრეებრიობის სერეცობრივ ორიენტაციასთან ამ სისტემის მკაცრი მიბმის გამო.



ნახ. 5. ნაპრაღთა მიმართება მდ. ხემის ზემო დინებაში



ნახ. 6. ნაპრაღთა მიმართება მდ. ხემის შუა დინებაში

მდინარის შუა დინებაში, კრიდში აღმა, ზემოთ აღწერილი მოაჯარი სისტემის გარდა ჩნდება კიდევ ორი დიაგნოსტური სისტემა, მიმართებით ჩდ 330° და ჩა $20-40^{\circ}$ (ნახ. 6). მსგავსი პარამეტრები ახასიათებს ნაპრაღებს ბარემული კორქების ზედა პირიზონტებში მდ. ხემზე უფრო ქვემო დინებაში.

რაიონის ტექტონიკის მოაჯარი დამახასიათებელი ნიშანი მისი ორთარუსიანი აგებულებაა. ამიერკავკასიის ბელტის მეორე სუბსტრატზე აგებულ კამბრიუმამდელ და პალეოზოურ კრისტალურ ქანებზე წარმოდგენილია მეზოკაინოზოური დანადგეტი შრეები. წყალტუბოს კორქული მასივი მოღიახად ქვედა ცარცული კორქებითაა აგებული და უშუალოდ წარმოდგენილია ბაზალტური ქვედა ნეოკომური სქელი და ხაშუგლოფენოვანი რამდენიმე ათეული მეტრი სისქის გადოლომიტებული კორქებით, რომლებიც თანდათან ურგონული ფაციესის, 150 მ სისქის პორფირი-ბარემული მასიურ სქელშრეებრივ კორქებში გადადიან.

კორქულ მასივზე კარსტული მოვლენების ინტენსივობა და მათი არათანაბარი გამოვლინება ძირითადად ტერიტორიაზე ტექტონიკური აგებულების თავისებურებებთან არის დაკავშირებული. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ განპირობებულია ტექტონიკური ბუნებით, ოღქის მოაჯარი სტრუქტურული ერთეულის ოკრიბის ახვევებით. კორქული მასივის განვითარება მოიცავს ოკრიბის ახვევების დასავლეთ პერიფერიას და ხასიათდება მონოკლინარული სამხრეთ-აღმოსავლური ვარდნილ მცირე სიღრმეზე მდებარე კრისტალურ ფუნდამენტზე დანადგეტი ზეწოთ და გართულებული სუბგანივი ბრაქიფორმული დევიის, გელავერის, დეკორის და სხვ. პლიკატური დისლოკაციებით.

ტერიტორიის სერეცობრივ შრეებში კი ბაზალტური დაიკების შემოსვლას აქვს ადგილი. ისინი ხშირ შემთხვევაში რელიეფის დადებით ფორმებს წარმოქმნიან და როგორც წესი მიწისქვეშა სიღრუეთა მიმართულებებს და შესაბამისად მათ ორიენტირებასაც აკონტროლებენ (ლიფონავა, 1985).

წყალტუბოს კორქეული მასივის ჩრდილო ნაწილი ღვედის რღვევის მიერ 120 მეტრით არის აღწეული. მაგ., ტექტონიკურად ქვედა ნოსელას (930-960 მ) საფეხურიდან ნიხლისჯვარის ეროზიულ-დენუდაციური ნაშთი 1077 მეტრამდეა ახიდილი, რაც 15 კმ მანძილზე შეინიშნება. სხვებულ რღვევასთანაა დაკავშირებული მდ. სემის ზემო წელი, ხადაც მდინარის ხეობა სუბგანედური მიმართულებიდან მკვეთრ ბრუნს აკეთებს დიდვაკის მონოკლინურ ვაკეზე რელიეფის მსხვილი ფორმები (ყოწრო წყალგამყოფები, ფართოფსკერიანი ხეობები) პირვანდელ ანუ რღვევამდელ მიმართულებებს იხარჩუნებენ. მელოურის პლატოზე ნაპრალოვნების ეფექტი თანდათან ქრება, თუმცა რღვევების გახსვრივ მოგრძო კარსტული ძაბრები და მწიხსიქვეშა ხიდრუეები არიან ჩამოყალიბებული.

მელოურის მადამოებში ხატარებული ზედაპირული გაზომვებით ირკვევა, რომ აქ გაბატონებულია შვეული და ციცაბოდვარდნილი ნაპრალების (შესაბამისად შრეების მიმართებითა და დაქანებით ორიენტირებული) ჩრდილო-აღმოსავლური (10-15⁰) და დასავლურ-ჩრდილო-დასავლური (285-290⁰) მიმართულება. გამოირკვა, რომ შრეების დაქანების ახიმუკით მიმართული ნაპრალები, მცირე გამოჩანაგლისის გარდა, მკვეთრად შვეულია. რაც შეეხება შრეთა მიმართების თანხვედრულ ნაპრალებს, ისინი უმთავრესად ციცაბოდ დახრილებს განეკუთვნება, მაგრამ თავისი ბუნების გამო მათი დახრის კუთხეები შრეების დახრის კუთხეების უკუპროპორციულია.

II. 3. კლიმატური პირობანი

კარსტული პროცესების მსვლელობა და ინტენსივობა, მსგავსად ვეზოვენური პროცესებისა, ზონალურობის კანონს ემორჩილება ანუ კლიმატის ცვალებადობასთან არის დაკავშირებული. ჯერ კიდევ 1915 წელს, ცნობილი კარსტოლოგი აღ. კრუბერი (1915) მოუთხოვდა ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელოვან როლზე კარსტული პროცესების განვითარებაში. მოგვიანებით ეს აზრი მრავალი მკვლევარის (შშუკინი, 1926; გვოსდუკკი, 1952, 1965) მიერ მეცნიერულად იქნა დასაბუთებული.

საქართველოს ტერიტორიის კლიმატური დარაიონებით (კორძახია, 1961; ჯავახიშვილი, 1977; წიქარიშვილი, 1985) წყალტუბოს კორქეული მასივი და მიმდებარე ტერიტორია ჩრდიო სუბტროპიკული კლიმატის ოდქს მიეკუთვნება, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ზომიერად ცივი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. ზამთარში კაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 6,3⁰C, ზაფხულში – 23⁰C-ია. წლის თბილ პერიოდში მოხული ატმოსფერული ნალექები 850-1000 მმ აღწევს; მაქსიმუმი – ოქტომბერში (194 მმ) დაიკვირდება. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 1575 მმ-ს შეადგენს. აქედან წლის განმავლობაში მოხული ნალექის 29% ზამთრის და აძღვნივე გაზაფხულის თვეებზე მოდის, ზაფხულში უმნიშვნელოდ მცირდება და 25%, ხოლო შემოდგომაზე – 32%-ს შეადგენს (ცხრ. 1).

ცხრილი 1

წყალტუბოს კორქეული მასივის კლიმატური ელემენტების დახასიათება

თვე	კაერის ტემპერატურა გრადუსებში			ნალექები, მმ	კაერის შეფარდებითი სინოტივე	ქ ა რ ა	
	აბსოლუტური მაქსიმუმი	აბსოლუტური მინიმუმი	საშუალო მრავალწლიური			მანძილულები	სინქრუო/სა
I	22	-19	5,3	184	75	W, E	1,5
II	26	-18	6,0	132	70	- " -	1,9
III	33	-12	8,7	165	75	- " -	1,4

IV	36	-4	13,9	115	73	-"	1,4
V	38	-1	18,1	79	74	-"	1,6
VI	40	7	21,1	171	69	-"	1,2
VII	42	10	23,3	85	75	-"	1,3
VIII	42	10	23,8	139	70	-"	1,1
IX	42	3	20,6	101	75	-"	1,6
X	35	-4	16,3	194	71	-"	1,0
XI	31	-12	11,3	72	72	-"	1,0
XII	26	-17	7,3	138	71	-"	1,0
საშუალო წელიწადი	42	-19	14,6	1575	73	-"	1,4

მასივსაბოთის ხშირია ხანმოკლე თავსხმა წვიმები.

პაერის შეფარდებითი სინოტივე წლის განმავლობაში 69-75%-ის ფარგლებში იცვლება, საშუალო წლიური კი 73%-ს შეადგენს.

მზის ჯამური რადიაცია მოელ ტერიტორიაზე თითქმის თანაბრად არის განაწილებული და 130 კკაღ/სმ²-ის ტოლია. 10°C-ზე მაღალი ტემპერატურების ჯამი 4000-4400°C-ია. აქედან შეიძლება დაეასკვნათ, რომ ტერიტორიის მაღალი თერმული მანქენებლები განაპირობებენ კარსტული პროცესების ენერგიულ განვითარებას, რაზეც თავის დროზე ნ. გვოზდევცი (1972) მიუთითებდა.

II. 4. კორქული მასივის ლანდშაფტში თავისებურება

წყალტუბოს კორქული მასივის გორაკ-ბორცვიან ზოლში ფართოდაა წარმოდგენილი ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები, რომლებიც არსებული კლასიფიკაციის (Породы горные, 1975) მიხედვით დასავლეთ საქართველოს ოლქის კორდიან-კარბონატული ნიადაგების ჯგუფს მიეკუთვნებიან.

ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები, რომელთა თავისებური ხასიათი აღნიშნული იყო ჯერ კიდევ დოქტრანეისა და სიბირცევის მიერ, მიეკუთვნებიან ინტრაზონალური ნიადაგების ჯგუფს. მათი თავისებურება განპირობებულია დედა ქანების ქიმიური შემადგენლობით, სახელობრ, ეს ნიადაგები ფორმირდებიან კორქებში, მერგელებსა და კორქიან-კონგლომერატებში. დასავლეთ საქართველოში კარსტულ ზოლში ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები წარმოდგენილია შედარებით მცირე სიმძლავრით და საკმაოდ ქვიანი სახესხვაობებით, რომელიც უმეტესად ფერდობებზე არიან წარმოდგენილი.

ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები ჭრილში არაერთგვაროვნია, ე. ი. მათში ყველა პორიზონტი არ არის წარმოდგენილი. ასეთი ნიადაგების სიმძლავრე ჩვეულებრივ 30-40 სმ არ აღემატება. ამ სიღრმის ქვევით იწყება კორქული ფენა, ან კორქული ქანების მეტად მაღალი შემცველობა.

მათში კუმულის ოდენობა წმირად 9-10%-ია. შესაბამისად დაბალია აზოტი, ხოლო ფოხლორი ჰაშუადლო რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები, ძირითადად კაღცოქემის ხარჯზე, ხასიათდებაან მაღალი შმთინოქმელ უნარიანობით.

საკვლევი ტერიტორიის ნიადაგები არ გამოირჩევიან განსაკუთრებულობით, ამიტომ ხვეწს შიერ ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგების აღწერასთან ერთად ვიბღვეუთ შურწ ტყის გაეწრებუღი ნიადაგების მონაცემებსაც (ცხრ. 2-5).

ცხრილი 2

ნიადაგების ქიმიური ანალიზის შედეგები

კრღღის №	ნიუშის აღების სღღრმე, სმ	კუმუ- სი, %	№, %	PH	%	ძირითადი შმთინოქმელი შე მ.მ.100 გრ ნიადაგში			საქრობო ში		მე 100 გრ. ნიადაგში		
						წელი	-	-	ჯამ ი	კაღცი- ული	სის- არი	ცი- ლა- ლი	
1	0-10	0,13	6,3	-	-	28,1 0	7,65	35,7 5	1,7	0,22	11,2	6,24	12,6 4
	23-33	0,97	0,05	6,4	-	36,2 6	5,74	42	0,8	0,23	8,40	9,36	9,82
	55-65	0,75	0,04	7,0	-	39,2 3	3,83	43,0 6	1,9	0,31	7,22	7,8	6,30
	90-100	-	-	7,5	3,85	36,3 6	4,72	41,0 8	-	-	-	-	-

ცხრილი 3

გრანულომეტრიული (მრიცხველი) და მიკროაგრეგატული (მნიშვნელი) შემცველობა

კრღღის №	ნიუშის აღების სღღრმე, სმ	ფრაქცია %, აგრეგაცია ზომები, მმ						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001	0,01
1	0-10	1,38	5,60	16,39	17,52	14,06	45,05	76,63
		2,60	20,36	24,84	22,84	15,69	13,64	52,17
	23-33	0,96	6,83	17,60	9,15	18,47	47,01	74,63
		2,06	26,68	24,09	12,80	18,22	16,85	47,17
	55-65	2,76	13,74	10,70	10,28	19,84	42,68	72,80
90-100	5,11	29,32	22,06	10,48	17,97	15,06	43,51	
	4,05	11,67	28,91	2,62	10,94	41,81	55,37	
		6,38	23,15	45,22	3,84	8,30	13,31	25,25

ნიადაგების ქიმიური ანალიზის შედეგები

ქროლის №	ნიმუშის აღების სიღრმე, სმ	მუქუხისა, %	№, %	PH		%	ძირითადი მნიშვნელოვანი მკ, მკმ/100 გრ ნიადაგში			საერთო %		მკ/100 გრ ნიადაგში		
				წყლ	-		-	-	ჯამი	ფოსფორი	სერითი	კალციუმი		
2	0-10	3,12	0,09	6,8	6,2	-	20,09	3,83	23,92	1,9	0,30	16,8	6,76	9,14
	16-26	1,02	0,04	6,2	5,7	-	15,31	2,87	18,18	2,4	0,11	11,5	5,72	6,00
	40-50	0,65	0,04	5,4	5,0	-	15,31	4,78	20,09	1,1	0,19	8,40	6,24	8,17
	70-80	-	-	5,4	5,1	-	9,59	5,74	15,33	15,33	-	-	-	-
	120-130	-	-	5,7	5,2	-	13,39	5,74	12,33	12,33	-	-	-	-

ტყის ყომრადი გაეწრებული ნიადაგები მუქუხისა და აზოტის, აგრეთვე კალიუმისა და ფოსფორის შედარებით მცირე შემცველობით ხასიათდება. შათში სტრუქტურების ფენა ხუსტადაა წარმოდგენილი. გაეწრების პროცესი მნიშვნელოვნადაა გამოხატული (შობატებულია რკინა-მარგანეცის კონკრეციები). ნიადაგები არაკარბონატულია.

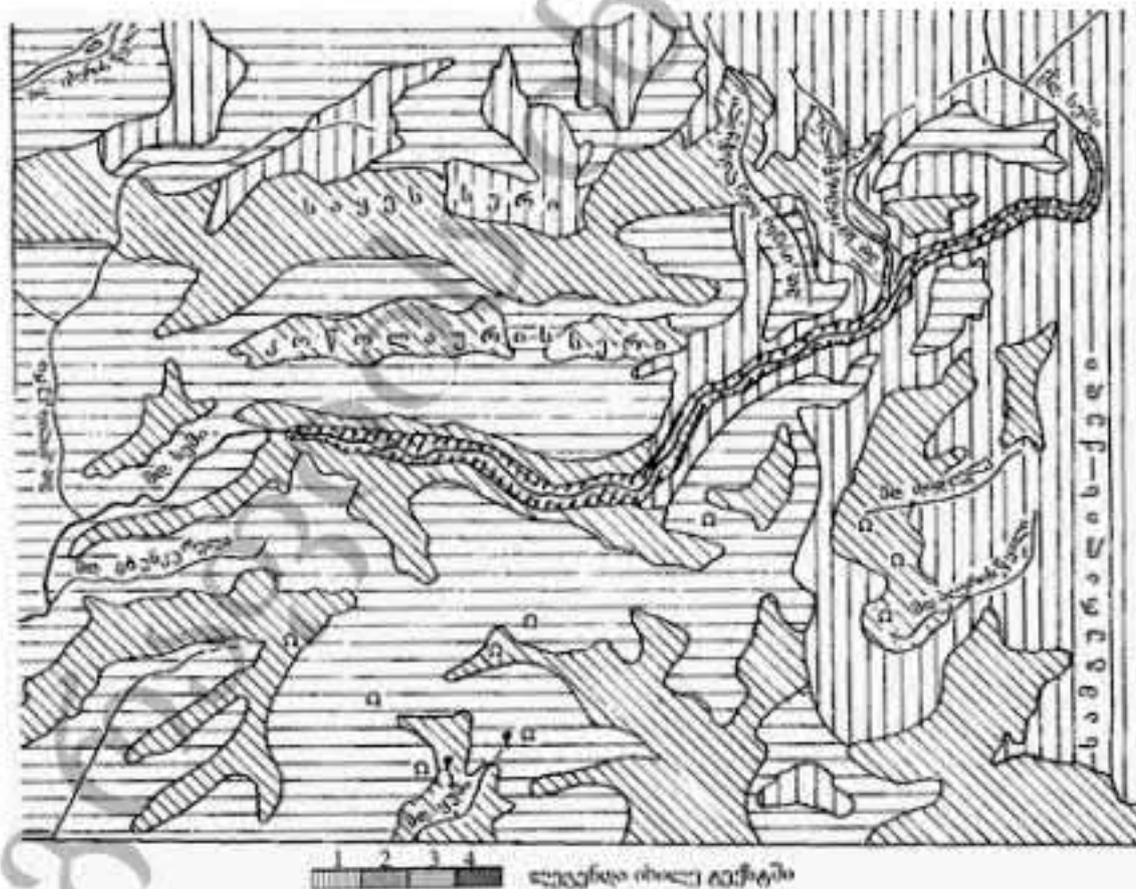
გრანულომეტრიული (მრიცხველი) და მიკროაგრეგატული (მნიშვნელი) შემცველობა

ქროლის №	ნიმუშის აღების სიღრმე, სმ	ფრაქცია %, აგრეგატის ზომები, მმ						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001	0,01
2	0-10	18,67	7,62	22,79	16,28	18,54	16,10	50,92
		19,44	14,71	27,58	10,90	23,33	4,34	38,22
	16-26	3,85	3,97	22,73	5,20	26,17	38,06	63,43
		6,15	22,22	34,69	7,32	28,33	1,29	36,94
	40-50	2,54	7,40	21,42	9,36	23,84	35,44	68,64
		7,55	26,93	29,91	5,33	23,58	6,70	35,61
	70-80	3,30	3,48	13,85	10,40	21,42	47,55	79,37
		3,37	34,44	26,41	8,16	16,35	11,27	35,78
	120-130	2,21	4,23	10,15	12,23	17,14	54,04	83,41
		2,68	31,68	32,03	8,90	17,64	7,07	33,61

საშუალო სიმძლავრის ნეშომპლდა-კარბონატული ნიადაგები თავისი თვისებებით ახლოსაა ნეშომპლდა-კარბონატულ გაწვრებულ ნიადაგებთან; ნიადაგის ზედა პირიხინტებში რეაქცია ნაკლებმჟავიანი ან ნეიტრალურია.

საველე და ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგად საკვლევი ტერიტორიის ნიადაგები რამდენიმე ტიპად შეიძლება დაიყოს: 1. საშუალო სიმძლავრის, სუსტად გაწვრებული კორდიან-კარბონატული; 2. საშუალო სიმძლავრის კორდიან-კარბონატული; 3. გამოტუტვილი, კორდიან-კარბონატული, მცირე ქვიანი; 4. ტყის შურა გაწვრებული ნიადაგები; 5. ნაკლები სიმძლავრის, საკმაოდ ქვიანი კორდიან-კარბონატული ნიადაგები.

აღამიანის სამეურნეო საქმიანობასთან დაკავშირებით ტერიტორიის მცენარეული საფარი შემადგენლობის მიხედვით ძლიერ სახეშეცვლილია და შემცირებულია მათი გავრცელების არეალი. ძირითადად გაბატონებულია კულტურული ღანღშაფტი, რომელსაც ქმნის ჩაის პლანტაციები, დაფნა, ხილის ბაღები, სიმინდის ყანები და ბოსტნები. ბუნებრივი მცენარეულობა შემორჩენილია ძირითადად ხრდილო-აღმოსავლეთ, ძნელად მისადგომ ადგილებში. ფონს ქმნის ქართული მუხა, იმერული მუხა, რცხილა, მურყანი, ჯაგრცხილა, თელა, წაბლი, კაკალი. ძველებში გვხვდება იელი, კუნელი, ჭანჭყაძა, თხილი, ანწლი, მარადმწვანე ბზა, კურო, წყივი და სხვ. ბევრია ღიანები და ბაღახმცენარეულობა, ნატყურებზე ვეძირა, მაყვანი, კაკალიჭი და ა. შ. ყურადღებას იპყრობს შემოტანილი და შემდგომ სტიქიურად გავრცელებული აკაციის ხეები, აგრეთვე ნარგავები, მათ შორის კარბოზს ფიჭვი.



ნახ. 7. წყალტუბოს მდვიური სისტემის მდამოების ღანღშაფტური რუკა

მიუხედავად ტერიტორიის სიმცირისა, ხეუნს მიერ შევროვილი მასალებისა და არსებული ლიტერატურული წყაროების (ხანებლიძე, უკლება, ჯაფელი, 1970; უკლება, 1979, 1983) ანადიხის საფუძველზე წყალტუბოს კორქული მასივის ტერიტორიაზე

მსხვილმასშტაბიანი აგებმის საფუძველზე, ღანდშაფტის ოთხი სახე გამოიყოფა (ნახ. 7).

1) ბორცვიან-ხერებიანი მთისწინეთი, საშუალო სისქის სუსტად გაწვრტულ კორდიან-კარბონატულ ნიადაგებზე განვითარებული კლდხური ტყეებით, მარადმწვანე ქვეტყით. გავრცელების არეალია სამგურალის ქედის ქვემო ფერდობები, მდ. თავსაბანელასწყლის და ხაირმისწყლის წყალგამყოფი ზოლი, როსტომის ქალი, შტილები და მელოური. რელიეფისათვის დამახასიათებელია ხრამებით დანაწევრება, ძლიერი დახრილობით (40-50°). ამიტომ აქ საშუალო სისქის, ალაგ-ალაგ ნამორეცხილი კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ეკლიბდება. მცენარეულ საფარში უმთავრესად კლდხური ტყის ელემენტებია წარმოდგენილი: მურჯანი, წიფელი, ცაცხვი, ნეკერხაღი, ხურმა, გუხვდება წაბლი. ღიანებიდან კლდხური სურო, ეკელდიჭი, მაყვალი, წყავი, იელი, გვიძრა და სხვ.

2) დაბალი ბორცვები კარსტული ფორმებით, საშუალო სისქის და ალაგ-ალაგ ნამორეცხილი კორდიან-კარბონატული ნიადაგებით, ყოფილი კლდხური ტყის ადგილზე განვითარებული ტყე-ბუჩქებით და კულტურული ტყის ფრაგმენტებით. ღანდშაფტის ეს სახე გავრცელებულია საყესა და კოწილაურის ხეობის ქვემო ფერდობებზე, ჯორმადაღას მთის, ადგილ ხაუშვერთის, დეკურთხა, დღიანას, ოფიჭოს და შტილოჭალის მიდამოებში. გამოიშვავებულია სქელმრეებრივ და მასიურ კორქვებში, ხასიათდება კარსტული რელიეფის მრავალნაირი ფორმებით: პილიყს ტიპის ვრცელი ქვაბულებით და ძაბრებით.

ანთროპოგენური ფაქტორის ხარვეზს შედეგად გამეხსერებული მუხნარ-რცხილნარი ტყე ვითარდება. განახეხი ადგილები შევსებულია ფიჭვისა და კიპარისის ხარგავეებით, ხშირია აკაციის კორომები. ბუჩქბრივი მცენარეული საფარი ყველაზე კარგად შემონახულია ღრმა და მიუდგომელ ხეობებში და წარმოდგენილია კლდხური ტყის ელემენტებით (მურჯანი, წიფელი, მუხა, წაბლი).

3) ბორცვიანი ხერები და ტაფობები, კარსტული ფორმებით, საშუალო სისქის გამოტუტვილ, თიხიან კორდიან-კარბონატულ და ტყის ყომრალ გაწვრტულ ნიადაგებზე განვითარებული მდელო-ბუჩქნარით და კულტურული ღანდშაფტის სიჭარბით. ღანდშაფტის ეს სახე გავრცელებულია მდ. ხემის ქვემო დინების გაყოფებით, ადგილ ვერხეების კლდის, ოსუნელას და ხაირმის მიდამოებში. გამოტუტვილ და თიხიან კორდიან-კარბონატულ ნიადაგებზე განვითარებულია ნატყეური მდელოები, ჯავრცხილნარებითა და მუხნარ-რცხილნარი დაჯგუფებებით. ძირითადად ათვისებულია სახნაუ-სათესი ფართობებით, კულტურული ნათესებით.

4) ვიწრო, კანიონისებური ხეობები, ყვეებრთელა ვერტიკალური კედლებით, გამოფიტვის პროდუქტებით, კლდხური ტყის კორომებით. ღანდშაფტის ამ სახეს ყველაზე ვრცელი არეალი უკირავს, გავრცელებულია მდ. ხემის შუა დინების გაყოფებით. გამოიშვავებულია კორქვებში, საკმაოდ კლაკილია, მეტწილად ჭალას მოკლებულია. ციციბო ფერდობები მდიარეს ქარაფებით აწყდება, რომელია ძირში კორქვების გამოფიტვის პროდუქტებია მიმოფანტული. ასევე ღრმა და ვიწროა მდ. ხემის შენაკადების (ხაირმისწყალი, ცხუჩკურელი, თავსაბანელასწყალი და სხვ.) კალაპოტები. აქ-აქ მხელად მისადგომ ადგილებში ფონს ქნის ქართული და იმერული მუხა, რცხილა, მურჯანი, ბზის კორომები, ბეურია ღიანები.

II. 5. წყალტუბოს მდინარის ხისტიანის წყალმომარაგის აუზის კოლომიტპროლოგრაფიური მონიტორინგი

წყალტუბო-ყუმიხთავის კარსტული რაიონი მოქცეულია რიონ-ცხენისწყლის წყალშეერთში მთა გორმადაღის (1474 მ) სამხრეთით. აქვე იღებს სათავეს მდ. ხემი (მდ. ტუბისწყლის მარცხენა შენაკადი), რომლის სუბმერიდიანული, სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებით გაწოდული ხეობის მარცხენა მხარეს მდებარეობს საკვლევი ტერიტორია. ამ ადგილის ყველაზე მაღალი ნიშნული 768 მ-ია და სამხრეთისაკენ ადგ. მელოურთან, რომელიც სოფ. ყუმიხთავის ჩრდილო-აღმოსავლეთ გაგრძელებას წარმოადგენს, თანდათან მცირდება. ადგილის სიმაღლითი ნიშნულები 500 მ-ს არ

აღმსრულებლობა. მდ. სემის კალაპორტის ნიშნული შედარებით, მისი ვიწრო კანიონში შესვლის წინ 382 მ-ია. ტერიტორია იმდენად დაკარსტულია, რომ ტოპორუკებზე სოფ. ყუმისთავის, ქვილიშორისა და მდ. სემის მთაში მდებარეობს დატანილი რამდენიმე ნაკადი, რომლებიც ხედაპირულ გაგრძელებას ვერ პოულობენ და მიწის ქვეშ იკარგებიან.

მიწისქვეშა კარსტული ნაკადების გამოსახულებები (მდ. მდ. ყუმი და დლიანა) დაფიქსირებულია 160 მ სიმაღლეზე განტვირთვის ერთ-ერთი ადგილზე შესაძლებელია მდ. წყალტუბოს სათავეც იყოს, რომელიც სდ. დ. 95 მ სიმაღლეზე ქ. წყალტუბოს ტერიტორიაზე, პარკში არსებული მცირე წყალსატევითაა დაფარული. ამის დადასტურება მხოლოდ ექსპერიმენტული სამუშაოებით არის შესაძლებელი. მდ. წყალტუბოს მკვებავი, ერთ-ერთი ყველაზე რეალური ნაკადი მდ. ჯაბილაურის დედაა, რომელიც სათავეს იღებს როინ-ცხენისწყლის წყალგამყოფის სამხრეთ კალთაზე სოფ. ქვილიშორის განაპირას, კვეთს სოფლის ტერიტორიას და 160 მ სიმაღლეზე მიწის ქვეშ იკარგება. ამ ადგილიდან მდ. წყალტუბოს სათავეზე სულ 3 კმ-ია. ასევე ხაერადღებოა სოფ. ხომულის მთაში, სადაც კარგადი მცირე ნაკადების არსებობა შეინიშნება. აქვეა ხომულის კარსტული ჭა, რომელიც ინფლუაციის ამკარა კერას წარმოადგენს. გარდა ამისა, ეს ტერიტორია ძველ არის „დაცხრილებული“ რელიეფის უარყოფითი ფორმებით (მცირე ხიდრმის ძაბრებით), რომლებიც წყლის შთანთქმის ერთგვარ ბაღეს ქმნიან.

წყალტუბოს მდვიური სისტემის უკიდურესი სრდილოეთი საზღვარი მდ. სემის სუბგანედური მონაკვეთით განისაზღვრება, რომელიც ნაკლებ სტაბილური პედროლოგიური რეჟიმით ხასიათდება. ზაფხულის ცხელ თვეებში წყლის ნაკადი კალაპორტში აქა-იქ აღინიშნება, ხშირია შთანთქმითი კერების მონაცვლეობა.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მდ. სემის ხეში წელში ნამდვილად ხდება მდინარის ჩამონადენის მიწის ქვეშ ჩადინება, ხოლო მდ. სემისა და წყალტუბოს მდვიურ სისტემას შორის აქტიური მიწისქვეშა კავშირი ნაკლებ შესაძლებელია.

რაც შეეხება წყალტუბოს მდვიური სისტემის მთაში არსებულ მიწისქვეშა კარსტული წყლების განტვირთვის ობიექტებს (მდ. ყუმი და მდ. დლიანას), მათი ჯამური დებიტი (ყუმის) 0,5 მ³/წმ-დან 15 მ³/წმ-მდე (20. 07. 1984) მერყეობს. ეს უკანასკნელი თავისხმა წვიმების პერიოდში აღინიშნება. 2007 წლის აგვისტოში ყუმის ხოფონში წყლის დონე იმდენად დაბალი იყო, რომ მდინარე არც კი ვადმოდიოდა. წყლის ნაკადი მხოლოდ მდ. ყუმის ვოკლეზიდან იღვრებოდა, ისიც მეტად უმნიშვნელო დებიტით. 2007 წლის 1 სექტემბრის გაზომვების მიხედვით, მდ. ყუმის დებიტობად ძაბრში წყლის ტემპერატურა 15,2°C, ხოლო ხოფონის ზღუდესთან 15,8°C აღინიშნა. ამავე დროს წყალტუბოს მდვიურში არსებულ ხოფონში წყლის ტემპერატურა 13,6°C-ს აღწევდა, ხოლო პერის ტემპერატურა წყლის სარკის ხედაპირზე 14°C დაფიქსირდა.

მიწისქვეშა მდ. დლიანას დებიტი ხედაპირზე გამოსვლის ადგილას იმავე დღეს 0,07 მ³/წმ, წყლის ტემპერატურა კი 14,2°C აღინიშნა.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში უხვი და ხანგრძლივი წვიმები სველებრივი მოვლენაა. ატმოსფერული ნალექების საშუალო მრავალწლიური ჯამები მდვიის გაგრძელების არეალში ქ. წყალტუბოსა და სოფ. ხომულის მეტეოლოგიური მონაცემების მიხედვით შესაბამისად 1818 და 1853 მმ შეადგენს, წლიური ჯამების მაქსიმუმი კი 2200-2300 მმ-ია. საკმაოდ მაღალია ნალექების თვიური ჯამებიც. მაგ., წყალტუბოს ბიოკლიმატური სადგურის მონაცემებით, დაკვირვების მთელი პერიოდის განმავლობაში თვიური მაქსიმუმები 400 მმ-ს აღარბებს (420 მმ, - 01. 1950 წ.; 414 მმ - 07. 1946 წ. და სხვ.). ასევე მაღალია ატმოსფერული ნალექების დღეობრივი ჯამებიც: ქ. წყალტუბოში - 126 მმ, ქ. ტიბულში - 173 მმ და სხვ.

წყალტუბოს მდვიური სისტემა და მისი წყალშემკრები აუზის პედროლინამიკური სისტემა ხასიათდება ერთი მეტად მნიშვნელოვანი გარემოებით, რომელიც დეტალურ კვლევას საჭიროებს. კერძოდ, დასმულ კარსტულ ქვაბულში, რომლის ერთ ბოლოში წყალტუბოს მდვიის მთავარი შესასვლელი მდებარეობს, არსებობს პერიოდულად დებიტობადი ოფიტის მდვიე-ესტაკეა. მისი ხიდრმისაკენ მიმართული ფართო ყელი წყალტუბოს მდვიის მთავარ შესასვლელზე 12-15 მეტრით მაღალია, ამიტომ ოფიტის მდვიიდან ამოხიხეული წყლის ნაკადი, ქვაბულის ფსკერის გავლით, ხვდება მდვიის

შთავარ შესახველში. ქვაბულის ფარგლებში წარმოქმნილი წყლის ყოველი ნაკადი წყალტუბოს მღვიმის ძირითადი დერეფნისაკენ მოხვრადის, რადგან შთავარი შესახველი ქვაბულის უმდაბლეს წერტილში იხსნება. მსგავსი შემთხვევა არაერთხელ დაფიქსირდა, როდესაც ოფიჭოს მღვიმის მოქმედების პერიოდში მიწის ხიდშიდახ დაახლოებით 30 ათასამდე მ³ წყალი ამოდებოდა. ამონახველი წყალი ქვაბულის გავლით რამდენიმე წუთში ხვდება წყალტუბოს მღვიმის შთავარ დერეფანში, რასაც სავალალო შედეგები ახლავს თან.

განვიხილოთ იმ მდინარეების აუზები, სადაც განვითარებულია წყალტუბო-ეუმისთავის მღვიმური სისტემისათვის დამახასიათებელი კარსტული პროცესები. მდ. გუბისწყლის დაკვირვების მახაღები მწირია (1930, 1931, 1934 წწ. აქედან დაკვირვების სრული ციკლი არსებობს 1931 წლიდან (ცხრ. 6).

ცხრილი 6

მდ. გუბისწყლის საშუალო თვიური ხარჯები (მ³/წმ) სოფ. გუბთან

წელი წელი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშუალო თვიური
1930	-	-	-	-	-	24,2	2,48	1,60	17,2	14,4	21,1	13,8	-
1931	16,0	3,88	6,47	13,4	12,1	29,1	11,1	8,55	6,10	4,36	11,5	30,1	12,7
1934	-	16,3	7,10	6,30	7,70	13,6	7,05	21,3	18,8	8,60	15,2	9,9 7	-
საშ.	16,0	10,1	6,78	9,85	9,89	22,3	6,90	10,5	14,0	9,10	16,0	18,0	12,5*
%	10,9	6,2	4,6	6,5	6,7	14,6	4,7	7,2	9,2	6,2	10,5	12,2	

* - გამოთვლილია საშუალო თვიური ხარჯების მიხედვით.
მახაღა ეყრდნობა პიდრომეტროლოგიური საშისხურის მონაცემებს

ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მდინარის ჩამონადენის რყევა და ატმოსფერული ნალექების მოხელის რიტმი ესადაგება ერთმანეთს, რაც მოცემულ შემთხვევაში ფრიად ექვრადსაღებია, ეხაიდან აღნიშნული მდინარის ჩამონადენი, ძირითადად, ყალიბდება ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე.

წყალსახშიმი საგუშავო სოფ. გუბთან ატარებს 307 კმ² ფართობის აუზიდან შეკრებილ წყალს, რაც ცხადია აბათილებს ჩამკვეტ კვეთამდე კარსტის გავლენას. წყალტუბოს მღვიმური სისტემის ჩრდილოეთის უკიდურესი სასახლო მდ. ხემის (მდ. გუბისწყლის მარცხენა შენაკადი) დებიტის ცვალებადობის დახაღგენად, ჩატარებულ იქნა ვ. წ. პიდრომეტრული ხელა გაზომვები დაიწყო ს. ეუმისთავისა და ს. ცხუნკურს შორის დამაკავშირებელ ხიდთან. გაზომვის ხსენებულ დღეს ხიდის ქვეშ წყალი არ ფიქსირდებოდა წყალი გაჩნდა დინების აყოლებით 300 მ-ში და შეადგინა 0,0437 მ³/წმ. ამ დღილიდან და დინების აყოლებით მდინარე გაედინება კირქვის ეიწრო და ღრმა კანიონში. პირველი გაზომვის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე ზღ. დ. 300 მ-ია, წყლის ტემპერატურა 15,7°C-ს შეადგენდა. შემდეგი გაზომვა 0,5 კმ-ით ხემით, ხიდიდან 800 მ-ის მანძილზე, ზღ. დ. 320 მ სიმაღლეზე შესრულდა. აქ წყლის ხარჯი 0,250 მ³/წმ, ხილი წყლის ტემპერატურა 15,4°C შეადგენდა. შემდეგი კვეთი ერთი კილომეტრით ხემით, ხიდიდან 1800 მ მანძილზე, ზღ. დ. 382 მ სიმაღლეზე შეიწრა. აქ ხარჯმა ხაგრძობდად იკლო და 0,214 მ³/წმ-მდე დაეიდა. წყლის ტემპერატურამ 15,8° C-მდე აიწია. ორ უკანასკნელ პუნქტს შორის მდ. ხემს მარჯვენა მხრიდან უერთდება მცირე

ნაკადი, რომელსაც არ გააჩნია გამოხატული კალაპოტი და მდინარეში მცირე ჭაველების ხაზით საედინება. ვიზუალური შეფასებით ხსენებული ჭაველების საერთო ხარჯი 20-30 ლ/წმ შეადგენს. აქვე მდინარეს უერთდება რამდენიმე წყარო დებილით 2-3 ლ/წმ და ტემპერატურით შესაბამისად 12,9⁰C-დან 13,3⁰C-მდე. აღნიშნული წყაროების შედინებით, დაბალი ტემპერატურა უთუოდ მეტყველებს იმაზე, რომ მათი წარმოშობა მდ. სემის კალაპოტურ ინფლუაციასთან არ უნდა იყოს დაკავშირებული. ახალი გენეზისი უფრო რეალურია იმ მცირე წყაროების მიმართ, რომლებიც დაფიქსირდა პირველ და მეორე კვეთებს შორის მდინარის დინების მარცხენა მხარეს ამ წყაროების დებიტი შეადგენდა 10-15 ლ/წმ, ხოლო ტემპერატურა 14,2⁰ C.

მიწისქვეშა კარსტული წყლების განტვირთვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ობიექტს საკვლევი რაიონის ფარგლებში მდ. წყალტუბოს სათავე წარმოადგენს. მდ. წყალტუბო, რომელიც სათავეს ქალაქის ტერიტორიაზე იღებს, ძირითადად კარსტული წყლებით მარაგდება. მის ჩამონადენზე გაზომვები წარმოებდა 1936 წლიდან 1940 წლამდე. შეესებურება დაკვირვების სამი სრული წლიური ციკლი (1936, 1938, 1939 წლები). არსებული ფაქტობრივი მასალის მიხედვით საშუალო წლიური ხარჯი შეადგენს 1,72 მ³/წმ (ცხვ. 7).

ცხრილი 7

მდ. წყალტუბოს საშუალო თვიური ხარჯები (მ³/წმ)
ქ წყალტუბოსთან

თვე წელი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშუალო წლიური
1936	0,51	2,15	0,67	2,20	1,21	1,26	1,75	1,44	2,41	4,25	2,32	1,5 3	1,81
1937	-	-	1,38	-	0,65	1,00	0,49	0,62	-	0,82	0,52	-	-
1938	2,20	2,09	5,38	3,17	1,59	2,65	0,74	0,57	0,46	0,49	1,19	0,8 7	1,78
1939	2,39	3,80	2,71	1,34	1,30	0,89	1,14	0,72	2,37	2,30	2,12	2,0 6	1,93
1940	4,10	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
საშ.	2,30	2,31	2,54	2,24	1,19	1,45	1,03	0,84	1,75	1,97	1,54	1,4 9	1,72*
%	11,4	10,4	12,6	10,7	5,9	6,9	5,1	4,1	8,4	9,8	7,3	7,4	

* - გამოთვლილია საშუალო თვიური ხარჯების მიხედვით.
ბირომეტრსამხაზურის მონაცემებით

წყალშემკრები აუზის ფართობი წყალსახომ საგუშაგომდე მოითხოვებოდა 25 კმ². ვინაიდან დაკვირვების რიგი ძალზე მოკლეა, საჭირო გახდა მისი შეფასება საშუალო მრავალწლიურ მახეწებდებთან მიმართებაში. ყველაზე ხანდოდ მიხევედ იქნა ქ ქუთაისის მეტეოსადგურის მონაცემები, რომელზე დაყრდნობითაც მიღებულ იქნა

მდ. წყალტუბოს საშუალო მრავალწლიური ხარჯი - 1,49 მ³/წმ. ამ მახვენების მიხედვით გაანგარიშებული მოდული ტოლია 59,6 ლ/წმკმ², რაც ბევრად აღემატება იმ ზონალურ მაჩვენებელს (35 ლ/წმკმ²), რომელიც უნდა ყოფილიყო მდ. რიხის აუხის ამ მონაკვეთისათვის. ცხადია, ამ მდინარის წყალშემკრები აუხის ოფიციალურად მოთხოვნილი ფართობი (25 კმ²) ადგილზე გაბატონებულ პლდრომეტროლოგიურ პირობებში ვერ უზრუნველყოფს ჩამონადენის ხსენებულ ოდენობას.

მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკების შესწავლით დადგინდა, რომ ზედაპირული წყალშემკრები აუხის ფართობი შეადგენს 49,1 კმ². აუხის დადგენისას გათვალისწინებულ იქნა რელიეფის ეკვლა ის უარყოფითი ფორმა, რომელიც ზედაპირული წყლების შთანქმის კერად შეიძლება ყოფილიყო მიჩნეული.

მდ. წყალტუბოსა და მდ. გუბისწყლის ჩამონადენზე არსებული დაკვირვების მწირი მასალის მიუხედავად, შეიძლება ითქვას, რომ მდ. წყალტუბოს საშუალო ხარჯები, რომლებიც როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სრულ ციკლიანი სტაციონარული დაკვირვების სამ წელიწადს მოიცავს, მოუთხოვენ წლიური ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილების სტაბილურობაზე რეკომენდი დაკვირვების მასალის მიხედვით. საშუალო თვიური ხარჯების ცვალებადობა საკმაოდ დაბალია და წლიური რაოდენობის მხოლოდ 30,6%-ს შეადგენს. ჩამონადენის უშუქესი ნაწილი ხმთარსა (29,2 %) და გაზაფხულზე (29,5%) აღინიშნება, ზაფხულში კი, ეკვლაზე მშრალ პერიოდში - 16,1%-ის ტოლია.

წყალტუბოს მდვიური სისტემის მიდამოებში არსებულ მიწისქვეშა კარსტული წყლების ძირითად განტვირთვის ობიექტებზე (მდ. ყუმისა და მდ. ღლიანას გამოსასვლელები), ხარჯების პირველი გაზომვები ჩატარდა 1964 წლის 15 ივლისს. ამ დღეს ყუმის გამოსასვლელების ჯამური ხარჯი შეადგენდა 0,532 მ³/წმ, ხოლო წყლის ტემპერატურა 14,5⁰C-ს. წყალსახიმ კვეთში თავის იყრის დებიტირებადი კარსტული ძაბრიდან და იქვე მდებარე განტვირთვის სიფონური კერიდან ამონახეული ნაკადები, მიწისქვეშა მდ. ღლიანას წყლის ხარჯი ზედაპირზე გამოსვლის ადგილას იმავე დღეს შეადგენდა 0,074 მ³/წმ, ხოლო წყლის ტემპერატურა კი 13,8⁰C-ს.

შემდგომი დაკვირვების საფუძველზე გამოირკვა, რომ მდ. ყუმის ჩამონადენი ხასიათდება საკმაოდ დიდი რუგადობით. 1984 წლის 20 ივლისის მიწისქვეშეთიდან გამოძაველი ნაკადის ხარჯი 2,1 მ³/წმ, ხოლო 9 აგვისტოს - 15 მ³/წმ. ეს უკანასკნელი თავსება წვიმებით იყო განპირობებული.

2007 წლის 3 ივნისის გაზომვების მიხედვით ყუმის დებიტირებად ძაბრში წყლის ტემპერატურა შეადგენდა 14,2⁰C, ხოლო სიფონის ზღუდელთან 13,8⁰C. ამავე დროს წყალტუბოს მდვიის სიღრმეში მიწისქვეშა ნაკადის ტემპერატურა არ აღემატებოდა 13,2⁰C.

წყალტუბოს მდვიის ძირითად ტალანში გამთინარე წყლის დებიტი საკმაოდ ცვალებადია. ყუმის სიფონის მდვიისკენ მიმართულ ბოლოსთან მიწისქვეშა მდინარის ხარჯი მერყეობდა 60 ლ/წმ-დან (მცირეწელიანი პერიოდი) 8000 ლ/წმ-მდე (10. 08. 1984). 2007 წლის ივნისის გაზომვების მიხედვით წყლის ხარჯი მდვიეში აღწევდა 0,197 მ³/წმ, ხოლო ტემპერატურა 13,8⁰C (ცხრ. 8).

ცხრილი 8

მდ. ყუმისა და მდ. ღლიანას წყლის ხარჯები (მ³/წმ) და ტემპერატურა (°C),
(1986 წ. ივნისი)

დასახელება	განზომილება	გაზომვის თარიღი, 1986 წელი			
		9.06	17.06	19.06	20.06
ყუმი	მ ³ /წმ	0,710	0,934	2,230	0,858
	°C	14,2	14,2	13,8	13,8

დღიანა	მ/წმ	-	0,111	0,271	0,197
	ტც	14,3	13,8	13,8	13,8

პრაქტიკამ ცხადყო, რომ კარსტულ მხარეებში, კონკრეტული ობიექტის მიმართ ხაჭიროა უშუალო დაკვირვებები ფაქტორი წყალშემკრები აუზის ფარგლებში. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეუძლებელია ნალექებთან დაკავშირებული წყალმოვარდნების ანალიზი და რაც მთავარია, მცირდება მიწისქვეშა წყალმოვარდნების პროგნოზირების საიმედოობა.

1987 წლიდან წყალტუბოს მდვიური სისტემის წყალშემკრები აუზის ფარგლებში და მიწისქვეშა კარსტული წყლების განტვირთვის ძირითად კერებზე ჩატარდა რეჟიმული სტაციონარული დაკვირვებები პედრომეტეოროლოგიურ კვლევებზე დაკვირვებებმა მოიცვა სრული წლიური ციკლი. დაიდა სამი ნალექში: I საგუშაგო - ხედაპირული წყალშემკრების ხედა უბანში, II - ხედაპირული წყლების შთახოქის ცენტრალურ ზონაში, III - მიწისქვეშა მთინარეების გამოსახვეულის სიახლოვეს. ამას დაემატა წყალტუბოს ხაჭორები მეტეოზადგურის მასალები, რომელიც განლაგებული იყო პიფსომეტრიულად უფრო დაბლა. წყალსახში მიწისქვეშა აუზები მოეწყო მდ. ექმისა და მდ. დღიანას გამოსახვეულებთან (ცხრ. 9).

ცხრილი 9

ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა წყალტუბოს მდვიური მდამოებში 1987 წელს თვეების მიხედვით

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელიწადში მმ
საგუშაგო № I													
თვეები მმ	450	162	203	303	47	110	171	148	82	88	209	359	2332
%	19,0	7,0	8,8	13	2	4,8	7,4	6,4	3,6	3,5	9,0	15,5	
დღეღამის მაქსიმუმი	70	30	62	75	11	29	71	70	25	22	74	47	
საგუშაგო № II													
თვეები მმ	393	134	198	226	41	110	188	167	85	84	212	348	2186
%	18	6,1	9,0	10,3	1,9	5,0	8,6	7,6	3,9	3,8	9,8	16,0	
დღეღამის მაქსიმუმი	94	23	56	32	11	26	76	71	23	20	70	48	
საგუშაგო № III													
თვეები მმ	375	132	200	209	40	116	182	159	80	90	214	360	2157
%	17,2	6,1	9,3	9,7	1,9	5,4	8,4	7,4	3,7	4,2	9,8	16,6	

დედამის მაქიმები	88	22	59	30	10	25	79	62	24	23	80	47	
ქ. წყალტუბო													
თვეები მმ	334	124	165	234	38	144	142	184	80	93	154	368	2060
%	16,2	6,0	8,0	11,3	1,8	7,0	6,9	8,9	3,9	4,5	7,5	17,9	
დედამის მაქიმები	53	22	54	43	15	33	57	94	24	24	39	51	

წყალტუბოში საგუშაგო (მდ. ეფემი-სოფ. ქველიშორი) მოეწყო წყალტუბოს მღვიმის ბოლოს არსებული ხეივანი განტვირთვის კერიდან 8,5 კმ-ზე. საგუშაგოსთან თავს იყრის აგრეთვე დებიტირებადი ძაბრიდან ამოღებული წყლის ნაკადები. წყალტუბოში საგუშაგო (მდ. დღიანა-სოფ. ქველიშორი) განლაგდა მდინარის მღვიმიდან გამოხვევის ადგილიდან 10 მ-ის მოშორებით. ორივე საგუშაგოზე დაკვირვება წყლის დონეებზე მიმდინარეობდა პიდრომეტრული ღარტყების საშუალებით (ცხვ. 10).

ცხრილი 10

მწიფე მდინარეების ეფემისა და დღიანის საშუალო თვიური მაქიმალური და მინიმალური ხარჯები (მ³/წმ) 1987 წელს

თვეები	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წელ ოწვდ ში
მდ. ეფემი – სოფ. ქველიშორი													
საშუალო	1,15	0,74	0,87	0,79	0,44	0,43	0,58	0,46	0,43	0,42	0,63	0,79	0,64
%	14,9	9,6	11,3	10,2	5,7	5,6	7,5	5,6	5,6	5,4	8,2	16,2	
მაქიმალური	29,0	1,49	9,52	3,54	0,57	0,74	14,6	2,44	1,25	0,61	5,73	15,5	29,0
მინიმალური	0,49	0,55	0,56	0,55	0,37	0,36	0,40	0,34	0,37	0,38	0,41	0,43	0,34
მდ. დღიანა-სოფ. ქველიშორი													
საშუალო	0,54	0,17	0,22	0,21	0,05	0,06	0,12	0,06	0,05	0,06	0,16	0,23	0,16
%	28,0	8,8	11,4	10,8	2,4	3,1	6,2	3,1	2,4	3,1	8,3	11,9	
მაქიმალური	10,8	0,69	2,10	2,34	0,07	0,18	7,60	1,81	0,64	0,14	4,31	8,05	

მინიმალური	0,11	0,07	0,08	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

სინტერესო ფაქტი დაფიქსირდა 1986 წლის 18 ივნისს, ოფიჭოს მღვიმის კიდეს მოულოდნელად მოაწვდა მღვრიე ნაკადი (13 სმ და 45 წთ-ზე). მახამდე ოფიჭოს მღვიმის ფართო ეკლში წყლის დონე ზემოთ იწვედა – 1 წთ-ში 0,2 მ-ის სიხქარით. 15 წუთის შემდეგ მცირე ნაკადული მძლავრ და ბობოქარ მდინარედ გადაიქცა. ამინახეული წყლის მაქსიმალურმა ხარჯმა 5,645 მ³/წმ შეადგინა (ფოტო 1).



ფოტო 1. ოფიჭოს მღვიმე-ესტაველიდან ამოღებული წყლის მახა (18.06.1986) და შესახვეული ხეუღლებრივ პირობებში (მარჯვნივ)

ამ ინტენსივობით მიწისქვეშეთიდან წყალი 40 წთ-ის განმავლობაში ამოდიოდა. ამინახევის დაწყებდან 55 წთ-ის შემდეგ წყლის ოდენობამ იკლო და 15 სმ და 30 წთ-ზე ამინახევა მოღიახად შეწყდა.

ოფიჭოს მღვიმის მოქმედების მოგლი დროის (105 წუთი) განმავლობაში მიწის სიღრმეიდან ამოდივარა 30 ათასი მ³ წყალი. ამ მასის თითქმის ნახევარი მოდიოდა იმ 40 წუთზე, როდესაც ნაკადს მაქსიმალური ხარჯი აქონდა. წყლის ტემპერატურა 14,2°C შეადგენდა.

წყალტუბოს მეტეოროლოგიის მონაცემებით, ოფიჭოს დებიტირებადი მღვიმიდან წყლის ამინახევის დღეს (18. 06) 78,2 მმ ნალექი მოხუდა. თავისხმა წვიმამ ახლო-მახლო მდინარეებზე გამოიწვია დონეების მკვეთრი აწვეა და წყალმოვარდნის ტალღამ მდინარეთა ნაპირები გადაღოა. დიდი წყალმოვარდნა მოხდა აგრეთვე წყალტუბოს მღვიმის ძირითად განმტყორთვე კერებზე – მდ. უუმსა და მდ. დლიანახე. ხსენებული მდინარეების წყალი მოდიოდა ერთიანი სწრაფი ნაკადით, რომლის საერთო ხარჯი ვიხუდური შეფასებით 35-40 მ³/წმ უახლოვდებოდა, აქედან დლიანახს წილად დაახლოებით 5 მ³/წმ მოდიოდა. წყალდიდობა დაიწყო 1986 წლის 17-18 ივნისის დამეს. აღსანიშნავია, რომ 18 ივნისს მოხული ნალექების (78,2 მმ) ძირითადი მახა გამოიყო დღეის 10 ხმ-ზე შემდგომი დღეღამის განმავლობაში, როდესაც მხოლოდ 9,2 მმ ნალექი მოვიდა. წყალმოვარდნა სწრაფად დამთავრდა და 19 ივნისის შუა დღეს მდ. უუმის ხარჯი 2,2 მ³/წმ-მდე დაეცა.

არსებული სინქრონული პიდრომეტეოროლოგიური მახაღის ანაღისის საფუძველზე შეიძლება გამოვთქვათ წინასწარი მოსახრებები ძლიერი მიწისქვეშა წყალმოვარდნების გაჩენის შესახებ წყალტუბოს მღვიმის პიდროდინამიკურ სისტემაში.

მიწისქვეშა მდინარეების უუმსა და დლიანახს წყლის დონეებისა (ხარჯების) და ატმოსფერული ნალექების 1987 წლის (წყალუხვი წელი) სინქრონული ჩანაწერების მიხედვით ირკვევა, რომ პიდროგრაფებზე მნიშვნელოვნად გამოკვეთილი პიკები ხნდებოდა მაშინ, როდესაც ნალექების დღეღამური ჯამები დაკვირვების ევლა წერტილში აღწევდნენ ან აღემატებოდნენ 50 მმ-ს. მაგ. ზედა პირველი ნალექქზობის

მონაცემებით აპრილში თითქმის შეიქმნა წყალმოვარდნის განხის პირობა. 26 აპრილს აქ აღირიცხა 75 მმ ნალექი, ხოლო წინა სამ დღეში - 80 მმ. გარდა ამისა, ეს ნალექები დაემთხვა ძალიან ხელსაყრელ ხანგრძლივ ნალექიან პერიოდს (13-დან 20 აპრილამდე წვიმა არ შეწყვეტიდა და ნალექების რაოდენობამ 111 მმ შეადგინა). მაგრამ დაკვირვების სხვა პუნქტებში ასეთი უხვი ნალექი არ აღინიშნა. II საგუშაგოზე 26 აპრილს აღირიცხა 7,5 მმ, ხოლო ქვედა III საგუშაგოზე - 27,6 მმ. იმ დღეს კერძოდ წყალტუბოში წვიმა საერთოდ არ მოხუდა. ყოველივე ამის გამო მიწისქვეშა მდინარეების პიდროგრაფებზე ძალიან დაბალი პიკები გამოისახა.

როგორც გაირკვა უხვი, მაგრამ ერთდღეობური ნალექები, რომლებიც მღვიმის მთელ წყალშემკრებს მოიცავენ, არ არის საკმარისი სახიფათო წყალმოვარდნის განსახნად. 1987 წლის 10 აგვისტოს ყველა საგუშაგოზე დაფიქსირდა დღის ოდენობის ნალექი: საგუშაგო I-ზე - 70 მმ, საგუშაგო II-ზე - 70,8 მმ, საგუშაგო III-ზე - 62,3 მმ, ქ. წყალტუბოში - 94,2 მმ. მაგრამ ვინაიდან, ამ ნალექებს წინ უსწრებდა უნალექო ხანგრძლივი პერიოდი, მათ მიწისქვეშა მდინარეების დონეებზე მნიშვნელოვანი გავლენა არ მოუხდენია. 10 აგვისტოს დღის განმავლობაში მდ. ყუბის გამოსახველდელთან წყლის მაქსიმალურმა ხარჯმა შეადგინა 2,44 მ³/წმ, ხოლო მდ. დღიანას გამოსახველდელთან - 1,86 მ³/წმ.

თითქმის იგივე განმეორდა 3 ნოემბერს, როდესაც აღნიშნულ ნალექქსომზე მაღალი ნალექი აღირიცხა (I - 73,6 მმ, II - 70,2 მმ, III - 79,5 მმ, ქ. წყალტუბო - 39,1 მმ). ამას წინ უძღოდა რამდენიმე წვიმიანი დღე, რომელშიც უმნიშვნელოდ დააღობო ნიადაგი 12 დღიანი მშრალი პერიოდის შემდეგ, მაგრამ არა იმდენად, რომ შექმნილიყო ძლიერი წყალმოვარდნის განხის ხელსაყრელი პირობები. ამ დღის მაქსიმალური ხარჯები შემდეგი იყო: მდ. ყუბი - 5,73 მ³/წმ, მდ. დღიანა - 4,31 მ³/წმ.

წყალტუბოს მღვიმის პიდროლინამიკური სისტემის მიწისქვეშა წყლების განტვირთვის ძირითად კერებზე დაკვირვების წლიური ციკლის განმავლობაში განსაკუთრებით მაღალი წყალმოვარდნები აღინიშნა იანვარში, ივლისსა და დეკემბერში. 1987 წლის 31 იანვარს მიწისქვეშა მდინარეების ყუბისა და დღიანას მაქსიმალური ხარჯები შეადგენდნენ შესაბამისად 29 მ³/წმ და 10,8 მ³/წმ. თითქმის იგივე რეჟიმში ამოქმედდა ოფიჯოს პერიოდულად დებიტირებადი მღვიმეც.

ამ წყალმოვარდნას წინ უძღოდა ერთკვირიანი წვიმიანი პერიოდი. ნალექი მოდიოდა მთელი ზედაპირული წყალშემკრების ფარგლებში. წინა პერიოდის განმავლობაში მოხული ნალექების ჯამი საგუშაგოებზე შეადგენდა 52,8-დან 41,3 მმ-მდე. წყალმოვარდნის ტალღამ მკვეთრი მატება დაიწყო 29 იანვარს, როდესაც დღე-ღამეში მოვიდა 58,0-35,9 მმ ნალექი. შემდგომი დღეების განმავლობაში ნალექებმა იმატა 66,0-47,0 მმ-მდე, ხოლო მაქსიმალური ხარჯების დადგომის დღეს აღირიცხა 93,6-50,0 მმ. ნალექების დღიური მაქსიმუმი - 93,6 მმ დაფიქსირდა II საგუშაგოზე ანუ ზედაპირული წყალშემკრების შუაგულში.

ორი სხვა მაღალი წყალმოვარდნა, რომლებსაც ივლისსა და დეკემბერში აქონდა ადგილი, ასევე ნალექიანი წინა პერიოდის ფონზე წარმოიქმნა. ივლისის წყალმოვარდნას წინ უძღოდა შეიძლიანი უხვნალექიანი ამინდი, ნალექების საერთო რაოდენობით სხვადასხვა დაკვირვების პუნქტზე 70,4-დან 54,0 მმ-მდე. წყალმოვარდნის მწვერვალის ხაზის დღეებში (8-9 ივლისი, 1987) II საგუშაგოზე ჯამში მოვიდა 122,2 მმ ნალექი. ეს მანუვნებელი ნალექობა იანვრის იმ სამი დღის ნალექების ჯამზე, როდესაც იგივე საგუშაგოზე აღინიშნა 185,8 მმ ანუ 14,6 მ³/წმ. II საგუშაგოზე ნალექების დღეობური ჯამიც ნაკლები აღმოჩნდა - 75,6 მმ, ვიდრე იანვრის შესაბამის დღეს (93,6 მმ). ამ პერიოდში ოფიჯოს მღვიმიდან წყალი არ ამონთხეულა.

II დეკემბრის წყალმოვარდნა, როდესაც მაქსიმალური ხარჯები მდ. ყუბზე და მდ. დღიანაზე შესაბამისად იყო 15,5 მ³/წმ და 8,05 მ³/წმ, წარმოიქმნა განუწყვეტელი წვიმების ფონზე, რომელიც 4 დეკემბერს დაიწყო. წყალმოვარდნის ტალღამ მკვეთრად აიწია 10 დეკემბერს, ხოლო მეორე დღეს უმაღლეს დონეს მიაღწია. წინამორბედი ნალექების ჯამი 4-დან 9 დეკემბრამდე სხვადასხვა საგუშაგოებზე აღმოჩნდა 113,4 მმ-დან 88,3 მმ-მდე. წყალმოვარდნის აქტიური განვითარების დღეებში (10-11 დეკემბერი,

1987) II საგუშაგოზე მოვიდა 96,9 მმ ნალექი, ხოლო მაქსიმუმის მიღწევის დროს 49,3 მმ. არც ამ შემთხვევაში ამოქმედებულა ოფიცის მღვიმე-ესტაკედა.

ატმოსფერული ნალექების დღეღამური მაქსიმუმი არსებული რეგიონული მასალის მიხედვით, შეიძლება 200 მმ-ის ტოლი აღმოჩნდეს, ხოლო თავისმა წვიმების ინტენსივობამ კი შესაძლოა 4 მმ/წთ-ში მიაღწიოს. მაგრამ, როგორც სახყოთო წყალმომარაგების ფორმირების მექანიზმის ანალიზი გვინყენებს, მოკვარია არც დღეღამური ნალექების სიუხვე და მათი მოხვედის ინტენსივობა, არამედ ისეთი ფაქტორების ერთობლიობა, როგორცაა წინამორბედი პერიოდის ნალექების საერთო ოდენობა და მათი მოხვედის ხანგრძლივობა, ნალექების რაოდენობა წყალმომარაგების მაქსიმალური განვითარების დღეებში და წყალმომარაგების წარმოშობის ნალექების მიერ მღვიმური სისტემის ზედაპირული წყალშემკრების ფართობის დაფარვის ხარისხი.

წყალტუმბოს მღვიმური სისტემის ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების რეჟიმისა და მათი ურთიერთკავშირის შესწავლისა და დაზუსტების მიზნით 2008 წლის 29 ნოემბრიდან 5 დეკემბრამდე აღნიშნულ რეგიონში ჩატარდა ხვეულე სამუშაოები, როგორც ზევით აღვნიშნეთ, მოცემული ტერიტორიის მდინარეების ჩამონადეხის უმეტესი ნაწილი ხწორედ ამ პერიოდზე მოდის. წინასწარ შერჩეულ 12 ჰიდროლოგიურ კვებში, კერძოდ მდინარეების მღვიმიდან გამოსვლის სიახლოვესა და ზედაპირული წყალშემკრების ზედა უბნებში, ჰიდრომეტრული ტრიალა IP-51-ის საშუალებით, გაიზომა წყლის ხარჯი, რომელთა გამოსათვლელად საჭირო მახასიათებლების მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრ. II-ში.

ცხრილი II

2008 წლის წყალტუმბოს მასივის მდინარეთა კვებებში გაზომილი ხარჯები

№	კვებო	3/8 ტრიალას პარაწმ	კორელაციის კოეფიციენტი	წყლის კვების ფართი, მ ²	წყლის დინების სიჩქარე, მ/წმ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ
1	წიხქვიდის საგუბარი ეუმის უოკლეუხიან ჯებორის გახსნის შემდეგ	11,1	0,7	0,20	1,3	0,180
2	ეუმისწყლის II გახსნედელო	6,48	0,7	0,12	0,8	0,067
3	ეუმი (I ნაკადი)	4,84	0,7	0,16	0,6	0,067
4	ეუმი (II ნაკადი)	3,22	0,7	0,09	0,4	0,025
5	ეუმი (III ნაკადი)	5,57	0,7	0,14	0,7	0,069
6	დღიანა (მღვიმესიან)	1,75	0,7	0,65	0,2	0,091
7	დღიანა (მღვიმის გარეთ)	2,91	0,7	0,04	0,4	0,011
8	ჯიბილაური	3,33	0,7	0,16	0,4	0,045
9	ქვლიშორის მღვიმე-ჯიბილაურის უოკლეუხი	5,48	0,7	0,04	0,7	0,020

10	მელიორა. მდ. დიდდეღე. მღვიმის შესახვედელთან. ჩანჩქერის თავზე	2,62	0,7	0,04	0,3	0,008
11	ბღერი	5,08	0,7	0,44	0,6	0,180
12	მდ. სემი (ს. ცხენკურთან). ხიდის ზევით	6,67	0,7	0,20	0,8	0,110

მიწისქვეშა მდინარეების წყლის დონების (ხარჯების) და ატმოსფერული ნალექების ხინჯორული ჩანაწერების მიხედვით ირკვევა, რომ პედროლოგაზე მნიშვნელოვნად გამოკვეთილი პიკებია, როდესაც ნალექების დღეღამური ჯამები დაკვირვების ყველა წერტილში (წყნის მიერ დაღვანილ ყველა ზედაპირულ წყალშემკრებ აუზში) აღწევს ან აღემატება 50 მმ-ს.

მრავალწლიური დაკვირვებით დადგინდა, რომ მხოლოდ 50 მმ დღეღამური ჯამი ნალექებისა საკმარისი არ არის მღვიმის პედროლოგიაში ხისტემაში ძლიერი მიწისქვეშა წყალმოვარდნის წარმოქმნისათვის. ასეთი ხანობის წვიმის საჭიროა წინ უძღოდეს რამდენიმე დღიანი წვიმიანი პერიოდი, რათა ნიადაგი კარგად იყოს გაჯერებული წყლით. მხოლოდ ასეთ პირობებშია მოხადონდელი ძლიერი წყალმოვარდნა.

ამრიგად, ატმოსფერული ნალექების დღეღამურმა მაქსიმუმმა არსებული რეგიონული მასალის მიხედვით, შეიძლება 100 მმ-ს გადაჭარბოს, ხოლო თავსხმა წვიმების ინტენსივობამ კი შესაძლოა 4 მმწთ-ში მოაღწიოს მაგრამ, როგორც სახიფათო წყალმოვარდნების ფორმირების მექანიზმის ახალი გვეჩვენებს მოავარია არა დღეღამური ნალექების სიხვე და მათი მოხელის ინტენსივობა, არამედ ისეთი ფაქტორების ერთობლიობა, როგორცაა წინამორბედი პერიოდის ნალექების საერთო რაოდენობა და მათი მოხელის ხანგრძლივობა, ნალექების რაოდენობა წყალმოვარდნის მაქსიმალური განვითარების დღეებში და წყალმოვარდნის წარმოქმნელი ნალექების მიერ მღვიმური ხისტემის ზედაპირული წყალშემკრების ფართობის დაფარვის ხარისხი.

წყალტუბოს მღვიმეს სადღეისოდ უამრავი მნახველი ჰყავს, მათი უსაფრთხოების უზრუნველყოფა უმთავრესი საზრუნავია. რეალური საფრთხე, რომელიც მღვიმეში მყოფ ადამიანებს შეიძლება შეემთხვეთ, უცარი წყალმოვარდნებია. თფიჯოს ფენიანში უფრო საფრთხილიან შესწავლას მოითხოვს.

წყალტუბოს მღვიმური ხისტემის პედრომეტეოროლოგიური მონიტორინგი სათანადო ყურადღებასა და ორგანიზებას მოითხოვს. საჭიროდ მიგვაჩნია მღვიმური ხისტემის მდამოებში შედამოქმედი რეგიონული პედრომეტეოროლოგიური ქსელის შექმნა, რაც მდინარეთა (ყუმი, დღაზა, წყალტუბო გამოსახვედელთან, სემი და სხვ.) ყოველდღიური დონების, დებიტების, მარი ნატანის ხარჯებისა და მდინარეთა წყლის პედროქიმური შედგენილობის (CO₂ ნაოთლით) განსახდურას უზრუნველყოფს.

II. 6. წყალტუბოს ბაზოკვლევები

უახლეს საუღეოგამოკვლევებში განსაკუთრებული ადგილი უკავია აქვალანგებით კვლევას. ზენმა საექსპედიციო რაზმებმა შეისწავლა და გამოიკვლია 20-მდე ხიფონი, რამაც საშუალება მოგვცა რეალური წარმოდგენა შეგვექმნა ახლად მიკვლეულ წყალტუბოს მღვიმური ხისტემის მანამდე უცნობი, წყლიანი დერეფნების შესახებ. წყლით მოღიახად გამოვსებულ ხიფონებთან ერთად გვხვდება ნახვერადხიფონები, თიხებით ნაწილობრივ კლდმატირებული და ხიფონ-პინორები.

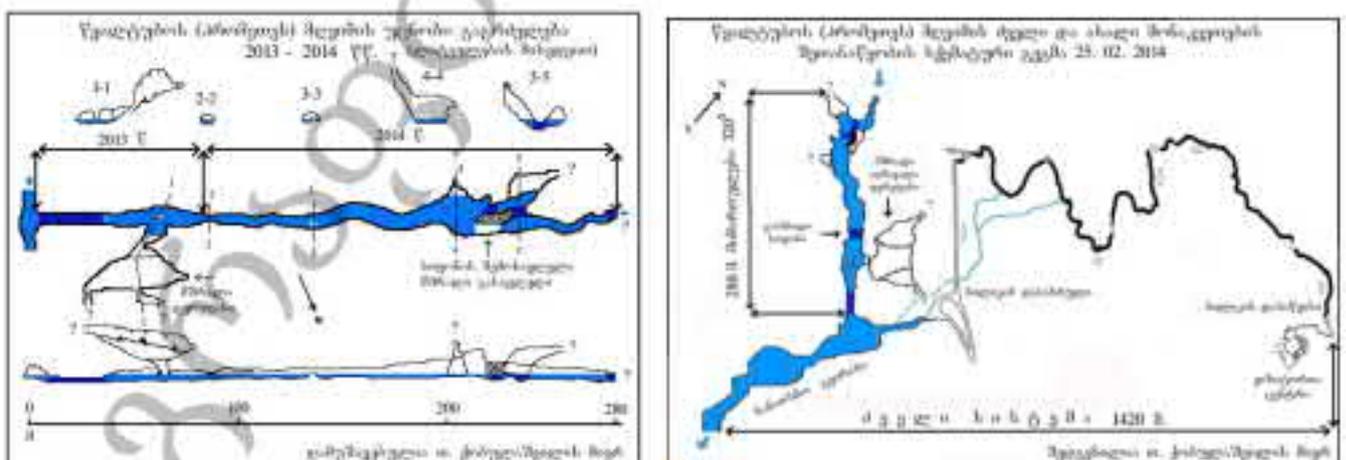
ნახვერად ინსტრუმენტული მეთოდით აიკვება მღვიმური ხისტემის მორე ხიფონი (მდ. ყუმის ხიფონური ტბის გაგრძელება მღვიმის მიმართულებით). აკვმაილი მინაკვთის ხიგრძე 32 მეტრია, მღვიმის ჰერი ნადირულია 2,5 მეტრით, წყლის ხიგრძე კი 5 მ-ს აჭარბებს. ხიფონის ფსკერის მორფომეტრია წყალმოვარდნების დროს საკმაოდ იცვლება.

მოხერხდა აგრეთვე სიფონის ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულების წყლიანი დერეფნების დახვერვითი სამუშაოები 50 მ-ის რადიუსის ფარგლებში. იგი წარმოადგენს სხვადასხვა სიღრმის მოლიანად წყლით გამოვსებულ დერეფანს, რომლის ავეჯმა დროის ხომცირისა და ურთულესი წყალქვეშა სამუშაოების პირობების გამო, იმ ხანებში შეუძლებელი აღმოჩნდა.

მიწისქვეშეთში წყალქვეშა სამუშაოები ვეღვასე როული საქმეა, მიუხედავად ამისა, გეოგრაფიის ინსტიტუტის მეცნიერთა ჯგუფმა შეძლო საველე მუშაობისას დაეხლია აქამდე უცნობი სიფონური მონაკვეთები. კერძოდ: ნაპრაღური სიფონიდან მდინარე ეუმის გამოსასვლელისაკენ გავლილია 180 მ სიგრძის მონაკვეთი, რომლის სიღრმეც ჯერჯერობით 40 მ-ია, აგრეთვე გამოვიკვლიეთ და ავეჯვანეთ მდინარე ეუმის ორ გამოსასვლელს შორის 35 მ სიგრძისა და 7 მ სიღრმის სიფონური მონაკვეთი.

გვემით გათვალისწინებული სამუშაოების შესასრულებლად ჩატარდა წყალქვეშა გამოკვლევები მდ. ეუმის გამოსასვლელიდან (ნახ. 9, №1) ნაპრაღური სიფონის (№3) მიმართულებით და პირიქით. მდ. ეუმის გამოსასვლელიდან ნაპრაღური სიფონის მიმართულებით გავლილი იქნა 130 მ სიგრძისა და 5 მ სიღრმის სიფონური დერეფანი. ნაპრაღური სიფონიდან უკუ მიმართულებით გამოკვლეულ იქნა 180 მ სიგრძისა და 40 მ სიღრმის წყლიანი მონაკვეთი. ნაპრაღური სიფონიდან (№3) ოფიჭოს ხისტემის (№4) მიმართულებით 12 მ სიგრძისა და 3 მ სიღრმის სიფონის შიდა 15 მ დიამეტრისა და 8 მ სიმაღლის დარბაზია, რომლის ფსკერი ასევე სიფონურ ტბას უკავია. ამ დარბაზიდან ისევ ოფიჭოს მიმართულებით გამოკვლეულ იქნა შორე. 60 მ სიგრძისა და 20 მ სიღრმის სიფონი. ჩვენი ვარაუდით, ამ სიფონური და წყლიანი დერეფნების ბოლომდე გამოკვლევით მოხდება წყალტუბოს მღვიმური ხისტემის ორი ძირითადი, ოფიჭოსა და ეუმის მონაკვეთების გაერთიანება, რის შედეგადაც მღვიმის ჯამური სიგრძე საგრძნობლად მოიმატებს.

წყალტუბოს (პრომოთეს) მღვიმის უკვე კეთილმოწყობილ სანაოსნო მონაკვეთში ლიტვის სპელეოლოგიური ასოციაციის კლუბის წევრების ვიტის ვილკასის და ღონატას ზვიცვეიხიუსის (ექსპედიციის შემადგენლობაში შედიოდნენ აგრეთვე ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის თანამშრომლები კუკური წიქარიშვილი, ამირან ჯამრიშვილი და ვორის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტის თანამშრომელი თამაზ ქობულაშვილი) მიერ გავლილ იქნა მანამდე სრულიად უცნობი 280 მ სიგრძის წყლიანი და მშრალი დერეფნები. დაძლეულ იქნა 50, 35 და 30 მეტრი სიგრძის სამი სიფონური ტბა, გამოკვლეულ იქნა ორი წყლიანი და ერთი ნახევრად დატბორილი მშრალი გაღერვა (ნახ. 8).



ნახ. 8. ახალი სიფონური განხორციელება მღვიმური ხისტემის სანაოსნო მონაკვეთში

სიფონის წინა ნაწილის ფსკერი ეურადლებას იპყრობს მოგლეკეებული ხედაპირებით, შეინიშნება როგორც ღრღინარი, ისე ქვიშაინ-თიხიანი ნაფენები.

სიფონური დერეფნის შორეულ ნაწილში, შესახველიდან 50-ე მეტრზე ჩნდება პერის პირველი კამერა საკმაოდ ვრცელი (70x40x20 მ) დერეფნით. წყლისაგან თავისუფალი სივრცეები გამოუხეზებელია მოზრდილი ნაღველით წარმოიქმნებით. აღნიშნულ დერეფანში სამი მცირე ზომის დარბაზია წარმოდგენილი, რომელთაგან ორში მშრალი სივრცის არსებობაა მოსალოდნელი.

შორეუ სიფონის მიღმა ვიხუალებურად მოხერხდა სხვადასხვა ფორმისა და სიღრმის ხაღრმაკვების დათვალიერება, სადაც შეინიშნება ზემოდან ჩამონახვევი (ნაშალი) ლოდნარის არსებობა.

მეორე და მესამე სიფონებს შორის მნიშვნელოვანი სიღრმის დარბაზია, საიდანაც მღვიმის მშრალ მონაკვეთში გახვლის დიდი აღბათობაა მოსალოდნელი. აქვე აღმოჩნდა უცნობი სიფონური ნაწილის შესახველი, რომელიც პერპენდიკულარულად მიემართება სიფონური მონაკვეთის მთავარი დერეფნისაკენ.

მესამე სიფონს მიღმა ნახევრად დატბორილი მშრალი დერეფანია, რომელიც წყალტუმბოს (პრომეთეს) მღვიმის ბოლო დარბაზისაკენ, ვიხიტორებისათვის განკუთვნილი მოხაჯველი ბაქანის მახლობლად, ნახევრისაკენ არის მიმართული და ძირითად დარბაზთან შეერთებას 60-70 მ აშორებს.

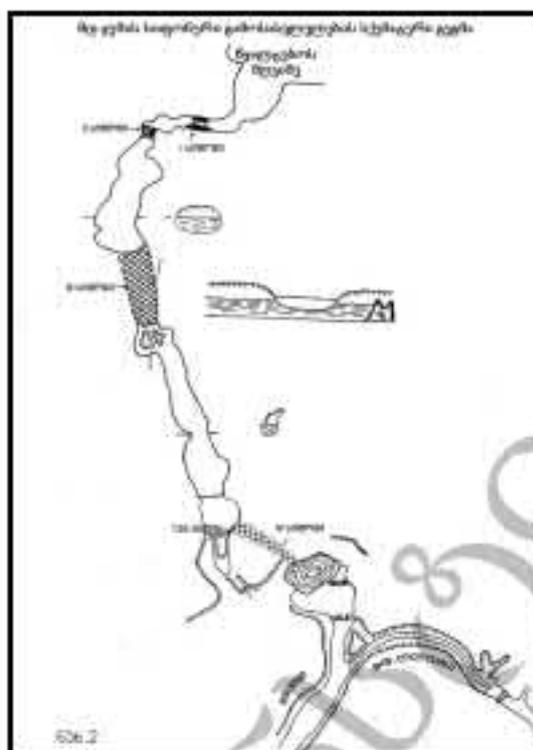
II. 7. სიფონური ტაბა

ხედაპირზე გამოძვეალი **მღ. მუშის პოკლუზი და სიფონური ტაბა** წყლიანი დერეფნების და ტალახების ჯაჭვით, წყალტუმბოს მღვიმის ბოლო, უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილს უკავშირდება.

უშის სიფონი იწყებოდა ტბით (ფოტო 2, მარცხენა), რომლის სიგანე 10 მ, ხოლო სიღრმე 5 მ-ია; ფსკერი წარმოადგენს წვრილდისპერსიული თიხების ნაფენებს. ტბის ჩრდილოეთი კიდე შემოსახლერულია კირქველი კედლით, რომელიც წყალში ეშვება, სწორედ აქ იხსნება პირველი სიფონი (ნახ. 9).

წყალქვეშ მხედველობა 60 სმ-ს აღწევს, მალე იმღვრევა, ხდება ფსკერული ნაღველების ატეხარება, მხედველობა 0-მდე უცვლს. წყალში ტერი 1,5 მ-მდე ეშვება.

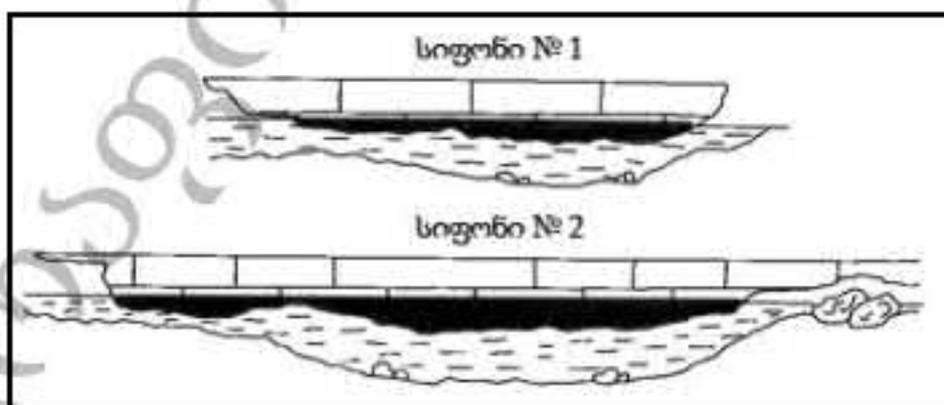
ტბის მაქსიმალური სიღრმე 3 მ-ია, სიფონის ფსკერზე თიხასთან ერთად გვხვდება ტერიდან მოწყვეტილი ლოდები, ქვიშა და ხეივანა.



ნახ. 9. მდ. ეუმის სიფონური გამოსახვედლების სქესტური გეგმა

18 მ-ის გაყვინთვის შემდეგ იწვება 80 მ სიგრძის წყლიანი ტაღანი, სადაც ტბის სიღრმე 2 მ-დან 3 მ-მდე მერყეობს. წყლის ხარკიდან ჰერის სიმაღლე 6 მ აღწევს. სიღრმეს გააჩნია წაგრძელებული დერეფნის ფორმა, რომელიც თავსა და ბოლოში მოხრილ დარბაზებში გადადის.

პირველ დარბაზში ტბის დონე სიღრმის კედლებთან ფიქსირდება, ტბას არ გააჩნია ნაპირი, თუ არ ჩავთვლით დასავლეთ მონაკვეთში მდებარე თიხის ვიწრო ზოლს. სიფონის გამოსახვედლიდან ხრდილო-დასავლეთის მიმართულებით დარბაზი 8 მ-მდე ვიწროვდება, რასაც მოხლეჩს 65 მ სიგრძის და 7 მ სიგანის დერეფანი (ნახ. 10).



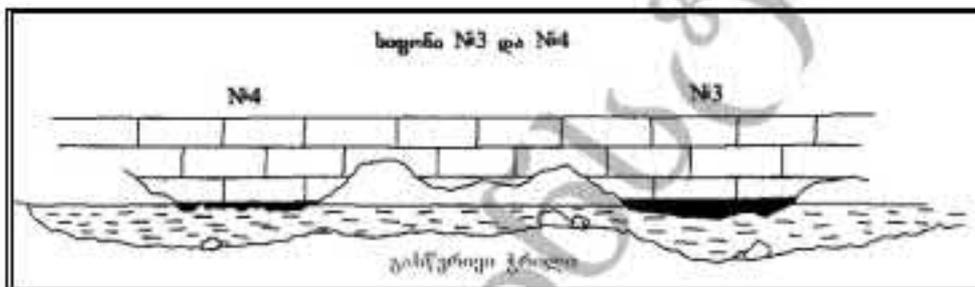
ნახ. 10. I და II სიფონების გასწვრივი ჰრდილები

მარცხენა მხარე წარმოადგენს ვერტიკალურ კედელს, ხოლო მარჯვენა დახრილია 25-30⁰-ით და თიხის ნაფენებითაა დაფარული. ჰერზე კარგად იხატება ვერტიკალური ნაპრაღი. ძველზე მცირეა კემოგენური ნაღველების თღუნობა, ჰარბობს აქვალური, მკაჩნიკური, გრაფიტაციული ნაფენები.

მე-2 სივონი ვრცელდება ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით. მისი სიგრძე 40 მ-ია, მაქსიმალური სიღრმე 5 მ, ჰერი წყალქვეშ 2 მ-მდე ეშვება (ნახ. 10). სივონი გადადის ტბაში, რომლის სიგანე ყველაზე ფართო ადგილას 25 მ-ს აღწევს და თანდათანობით ვიწროვდება ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით.

დარბაზში ტბის სიგრძე 65 მ-ია. დასავლეთი კედლის გაყოფებით გვხვდება თხის ნაფენებითა და ქვიშის გროვებით შექმნილი მცირე ზომის კუნძულები, რომლებზედაც რამოდენიმე სტელაგმიტია აღმართული. თვით ტბაში 1,5 მ-ის სიღრმეზე მღებარეობს მსხვილმარცვლოვანი ქვიშის ცელი. აღმოსავლეთი კედლის გაყოფებით შეიქმნევა წყალქვეშა დინების არსებობა.

წელისი ტალახი მოაგრდება 10-15 მ სიგრძის მე-3 სივონით, რომლის მაქსიმალური სიღრმე 2,5 მ-ია (ნახ. 11). ჰერი წყალქვეშ 1 მ-მდე ეშვება. ეს სივონი 25 მ სიგრძის და 8 მ სიგანის თვალურ დარბაზში გადადის, რომლის ფსკერი 2 მ სიღრმის ტბას უკავია. ნაღვენითი ფორმები მცირე ზომისაა და წარმოდგენილია კედლების შეკრებილებზე განვითარებული სტელაგმიტებით. ეს ტბა 3-4 მ სიგრძის პერიოდული სივონით წყალტუმბის მღვიმეს უერთდება.



ნახ. 11. მე-3 და მე-4 სივონების გასწვრივი ჰორიზონტი.

აღსანიშნავია, რომ თითქმის ყველა სივონის წყალქვეშა მონაკვეთებში გვხვდება დაძირული ნაღვენითი ფორმები, რაც იმის უტყუარი მანიშნებელია, რომ წარსულში (გარკვეულ პერიოდში), მღვიმე მშრალ რეჟიმში იმყოფებოდა და მხოლოდ მოგვიანებით მოხდა ამ ნაწილების წყალში დაძირვა.

პეტროგრაფიული, პეტროქიმიური და რენტგენოგრაფიული მონაცემების მიხედვით კომპლექსი მიგვანიშნებს, რომ წყალტუმბისა (პრომეთეს) და თვითის მღვიმეების მიწისქვეშა მდინარეები რეცხავდნენ ცარცული (ტურონ-ხანტონის) კულკანიტებით აგებულ ხედაპირს, რომელთა შემადგენლობაში მონაწილეობას იღებდნენ ტურე კულკანიტები.

ამჟამად ქვიშის სივონურ გამოხასხვდელებში ხელოვნურად გაჭრილი საატრაქციონო გვირაბის მეშვეობით ტურისტები დღის სინათლეზე, ხოლო გამოსახსვლელთან მომლოდინე ორვაგონიანი ავტომატარებლით ვიხიტორთა ცენტრში ბრუნდებიან.

II. 8. კარსტული წყლების კომპოზიციური კვლევის შედეგები

წყალტუმბის რაიონის კარსტული მღვიმეების წყლები მიეკუთვნებიან პრაქტიკულად ნეიტრალურ (pH 7,75-8,05), მცირედ მინერალიზებულ (მოთავარი იონების ჯამი 100-387, ხაშუადო 214 მგ/დ), პიდროკარბონატული კლასის, კალციუმის ჯგუფის (ინდექსი C-Ca II) წყლებს. როგორც მოსალოდნელი იყო წამყვანი იონების როდენობაში გამოდიან კალციუმი და პიდროკარბონატი, მათზე ხაშუადოდა ხაერთი მინერალიზაციის 89% მდის (ექსტრემუმი 87 და 95%), რაც განაპირობებს მკიდრო, ფაქტიურად ფუნქციურ

კავშირს ხაერითი მინერალიზაციასთან (კორელაციის კოეფიციენტები 0,98 - 1,00; ცხრ. 12, 13).

ცხრევა 12

წყალტუბოს რაიონის მდებარეების წყლების ქიმიური შედგენილობა

N	პარამეტრი	განზომილება	1 ^o	2	3	4	5	6
1	pH	-	7,80	7,95	7,80	7,85	7,75	8,05
2	ხვედრითი უკლამტარობა	cm ³ cm ⁻³ · 10 ⁻³	21,1	5,4	6,9	12,6	19,0	11,8
3	Cl	მგ/ლ	0,5	1,3	1,4	1,6	1,8	1,3
4	SO ₄	მგ/ლ	4,3	6,9	7,2	7,2	6,6	3,6
5	HCO ₃	მგ/ლ	288	66	88	128	244	117
6	Na ⁺	მგ/ლ	4,1	3,8	3,7	5,6	5,8	3,2
7	Ca ²⁺	მგ/ლ	82,0	20,0	22,8	34,4	66,0	25,8
8	Mg ²⁺	მგ/ლ	8,5	2,0	4,4	5,8	7,2	6,0
9	მოცავრი თონების ჯიბი	მგ/ლ	387	100	128	183	331	157
10	სიხისტე	მგ-მკმ/ლ	4,8	1,2	1,5	2,2	3,9	1,8
11	K ⁺	მგ/ლ	1,0	1,2	1,3	1,0	1,2	1,0
12	NH ₄ ⁺	მგ/ლ	0,10	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05
13	NO ₂ ⁻	მგ/ლ	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00	<0,01
14	NO ₃ ⁻	მგ/ლ	0,42	0,24	0,28	0,32	0,38	0,30
15	სილიციუმის მქცა	მგ/ლ	1,04	1,76	1,76	1,68	1,48	1,32
16	ქრომინიანბი-ქინკელობა	მგ/ლ	0,60	2,60	1,80	1,00	0,52	0,90
17	Fe	მგ/ლ	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02
18	Cu	მკმ/ლ	1,2	0,8	1,0	1,1	1,2	0,8
19	სიმანგი	მგ/ლ	5,6	2,1	1,4	4,2	8,5	3,5

X) 1. თუბო (ტბა), 2. ბუჩის წყლი, 3. დიდუბე, 4. ქუჩი, 5. ღვინა, 6. მულობი

კორელაციის კოეფიციენტები (r) კარსტული
 წყლების ჰიდროქიმურ მახასიათებლებს შორის

კორელაციური წყვილი	r	კორელაციური წყვილი	r
HCO ₃ ⁻ - Ca ²⁺	0,99	Ca ²⁺ - M	0,99
HCO ₃ ⁻ - M	0,99	M - Q	1,00
HCO ₃ ⁻ - Q	0,98	SO ₄ ²⁻ - M	0,35

როგორც მოხლოდნელი იყო ამ კანონზომიერებებთან გამოხატვისა სულფატითი. კალციუმის მაღალი შემცველობის გამო ზოგჯერ სინჯში (N1 და N5) ხაკმაოდ მაღალია წყლის საერთო ხისიტე (3,9-4,8 მგ-ეკვ/ლ).

გამოკვლეულ სინჯებში ორგანული ნივთიერებების შემცველობა მცირეა, რასაც გვიჩვენებს მათი დაბალი პერმანგანატური კონცენტრაცია (0,52-2,60 მგ/ლ). წყლები ასევე დარბობა ბიოგენური ნივთიერებებით (ამონიუმ, ნიტრიტ - და ნიტრატითები). როგორც კარბონატულ ქანებში ფორმირებულა წყლებისთვის არის დამახასიათებელი გამოკვლეულ სინჯებში დაბალია მძიმე დიოთიების (სპიდენტი, რკინა) შემცველობა. ჩატარებულმა ბაქტერიოლოგიურმა ანალიზებმა აჩვენებს, რომ დღლიახასა და ყუმის მოწისქვეშა წყლებში ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 230-280-ია, ხოლო კოლი ტიტრი 230-960-ის ფარგლებში იცვლება.

გამოკვლეული სინჯები ქიმიური შედგენილობით ახლოსაა აფხაზეთის კარსტულ წყლებთან, რაც მათი ფორმირების შერ-ნაკლებად მსგავსი პირობებით აიხსნება. ინფორმაციული თვალსაზრისით ნაკლებად ხაინტერესო აღმოჩნდა წყლის ნაკადების ფსკერული ნაღველების გამოკვლევის შედეგები.

როგორც ხანს, მათ ფორმირებაში კარსტული პროცესების როლი და მოწის ზედაპირიდან ჩამოტანილი მასალები უმნიშვნელო როლის ასრულებენ, რასაც მოუთითებს კარბონატების, ორგანული ნახშირბადის და ქუმუსის დაბალი შემცველობები (ცხრ. 14).

კარსტული წყლების ფსკერული ნაღველების ქიმიური შედგენილობა (%)

N	სინჯი	ტენი	გაზურ. დანაკარგი	Ca CO ₃	C _{ორგ.}	ქუმუსი
1	ოფიკო	5,19	5,93	5,80	0,04	0,06
2	ბეური	6,01	7,10	6,28	0,42	0,72
3	დიდელუღე	6,00	7,29	5,76	0,62	1,08
4	დღლიახა	5,26	5,80	5,20	0,18	0,31

მღვიმეების პიდროქიმიური გამოკვლევის მეორე სერია ჩატარდა 2007 წლის ზაფხულ-შემოდგომის სეზონში. საანალიზოდ აღებული იყო სტალაქტიტიდან ნაწვეო, ხოფონური ტბების, წყალქვეშა ნაკადებისა და სხვა წყლები, სულ 8 ხიხვი. გამოკვლეული ხიხვების მინერალიზაცია 270-489 მგ/ლ ფარგლებში მერყობს და საშუალოდ 363 მგ/ლ შეადგენს, რაც 1,7-ჯერ აღემატება გამოკვლევის პირველ ეტაპზე მიღებულ შედეგებს. ცალკეული ობიექტების წყლების (ხიხვი № 1, 4 და 5) განმეორებითი ანალიზის შედეგად მინერალიზაცია 1,08-1,75-ჯერ არის გაზრდილი. წყლების მინერალიზაციის ზრდა გაზაფხულის სეზონთან შედარებით ატმოსფერული ნალექების სიმცირით უნდა აიხსნას. მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მთავარი იონების ჯამური შემცველობა მაქსიმალურია წყალქვეშა ტბებისა და განსაკუთრებით სტალაქტიტიტიდან ნაწვეო წყლებში, მინიმალური კი წყალნაკადებში. მინერალიზაციის ასეთი განაწილება მათი ფორმირების თავისებურებით უნდა აიხსნას (ცხრ. 15, 16).

ცხრილი 15

მთავარი იონების შემცველობა მღვიმეების წყლებში (მგ/ლ)

წყლები	ხიხვების რაოდენობა	მინიმალური	მაქსიმალური	საშუალო
ტბები	5	270	459	353
ვოდეუხი	2	183	318	251
წყალნაკადი	5	100	361	215
ნაწვეო	2	360	489	425

ცხრილი 16

სტალაქტიტიტების ქიმიური გამოკვლევის შედეგები

ჩახასიათებელი	განზომილება	1 ^ა	2	3	4	5
ტენი	%	0,15	0,54	0,18	0,08	0,81
შეჯავში უხსნადი	%	2,20	7,60	2,48	4,21	35,60
CaO	%	44,80	41,58	40,60	48,06	25,20
MgO	%	6,07	6,77	7,81	3,89	8,13
Na ₂ O	%	0,31	0,26	0,19	0,20	0,22
Fe ₂ O ₃	%	0,11	0,49	0,09	0,24	2,00
CO ₂	%	42,07	40,30	40,66	41,80	27,02

Cu	მკგ/ღ	5.0	4.5	5.0	1.0	10.5
Zn	მკგ/ღ	1.0	1.1	1.2	25	1.0

1^ა-3 ექმისთაყვის მღვიმე, 4 - ხოდეკოტას მღვიმე, 5 - ექმისთაყვის მღვიმის ხოფინური ტბის კედლის წახაზარდი.

წყედტუბის რაიონის კარსტული წყლების ქიმიური შემადგენლობის ფორმირებაში წამყვანი ადგილი უკავია კორქების გამორეცხვის პროცესებს, ამიტომ დოფიკურია მჭიდრო პირდაპირი კავშირი Σi და HCO_3 , Σi და Ca^{2+} , HCO_3 და Ca^{2+} შორის (ცხრ. 17 და 18). Σi კავშირი სხვა იონებთან (Na^+ , SO_4^{2-}), აგრეთვე წყლის ეხტვადობასთან ხესტია.

ცხრილი 17

მთისქვეშა კარსტული წყლების ქიმიური შემადგენლობა (2007 წლის ზაფხული-შემოდგომა)

პარამეტრი	განზომილება	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	-	6,95	7,20	7,10	7,30	7,05	6,85	7,1	7,30
ხვედრიანი ელვამტარიობა	მმ ³ .სმ ³ .10 ⁻³	22,2	15,5	18,0	15,4	16,8	16,8	13,2	23,8
Cl ⁻	მგ/ლ	3,6	5,0	3,5	3,6	3,9	3,4	3,8	4,0
SO ₄ ²⁻	მგ/ლ	8,2	11,4	10,0	11,4	5,8	8,6	3,8	13,2
HCO ₃ ⁻	მგ/ლ	336	225	263	227	268	240	198	356
Na ⁺	მგ/ლ	8,2	6,2	8,8	6,0	9,0	9,8	7,0	7,4
Ca ²⁺	მგ/ლ	90	60,0	64,2	60,0	60,4	58,4	50,4	92,0
Mg ²⁺	მგ/ლ	12,6	10,8	11,0	10,0	12,8	11,0	7,2	16,8
მათეარი იონები	მგ-მმმ/ლ	459	318	361	318	360	331	270	489
სიხისტე	მგ/ლ	5,49	3,89	4,11	3,82	4,07	3,81	3,11	5,98
K ⁺	მგ/ლ	1,4	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	0,8	1,5
NH ₄ ⁺	მგ/ლ	0,00	<0,05	0,00	0,05	0,00	<0,05	0,0	0,10

NO _x	მგ/ლ	0,00	0,00	<0,01	0,00	0,05	0,00	<0,01	0,10
NO _x	მგ/ლ	0,68	0,50	0,52	0,45	0,60	0,58	0,42	0,88
H ₂ SiO ₃	მგ/ლ	1,12	1,82	1,60	1,70	1,56	1,62	1,04	1,96
პერმ. ჯანგვადობა	მგO/ლ	1,86	1,06	1,52	1,20	1,48	1,40	1,22	2,30
Fe	მგ/ლ	0,07	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,07
Cu	მგ/ლ	1,4	1,2	1,3	1,0	1,2	0,9	0,8	1,8
სიმკვრივე	მგ/ლ	0,7	1,4	2,8	1,0	6,7	7,0	0,7	16,8

დაკვირვების ადგილი: 1) ოფიცო (სიფონური ტბა), 2) ეუმის ვაკეების წყალი, 3) დღლიანის მღვიმე, წყლის ნაკადი, 4) წყალტუბოს სიფონური ტბა, 5) სიღკოტას მღვიმე, სტადაქტიდიდან ნაწვეთი, 6) ეუმის მღვიმე, სიფონური ტბა, 7) სიღკოტას მღვიმე, გუბა, 8) წყალტუბოს მღვიმე, სტადაქტიდიდან ნაწვეთი.

მიწისქვეშა წყლები, მათ შორის მღვიმეების წყალნაკადები ფართოდ არის გამოყენებული წყალმომარაგებისათვის. ხევის მიერ მიღებული შედეგების შედარებამ ამჟამად მოქმედ ნორმატივებთან გვიჩვენა, რომ წყალტუბოს მღვიმეების წყლების ქიმიური შედგენილობა სასმელი წყლებისათვის წაყენებულ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს (ცხრ. 18).

ცხრილი 18

მღვიმეების წყლებში ნორმირებული ნივთიერებების შემცველობა და მათი ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები სასმელ წყლებში (ზღვ)

პ ა რ ა მ ე ტ რ ი	მღვიმეების წყლები	ზღვ
კ	6,85 - 8,05	6,5 - 9,5
o (მგ/ლ)	100 - 489	500
სისხატე (მგ/მკვლ)	1,2 - 6,0	7,0
ჯანგვადობა (მგ O/ლ)	0,90 - 2,30	3,0 - 5,0
ამონიუმისიონი (მგ/ლ)	0,00 - 0,05	0,5
რკინა (მგ/ლ)	0,02 - 0,07	0,2
სპილენძი (მგ/ლ)	0,001 - 0,0018	1 - 2

ამასთან მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ მღვიმეებში გამდიდარე წყლების ქიმიური შედგენილობა დროში ცვლადია, დამოკიდებულია გარემო ფაქტორებზე და საბოლოო დასკვნის გასაკეთებლად საჭირო იქნება დამატებითი გამოკვლევების ჩატარება.

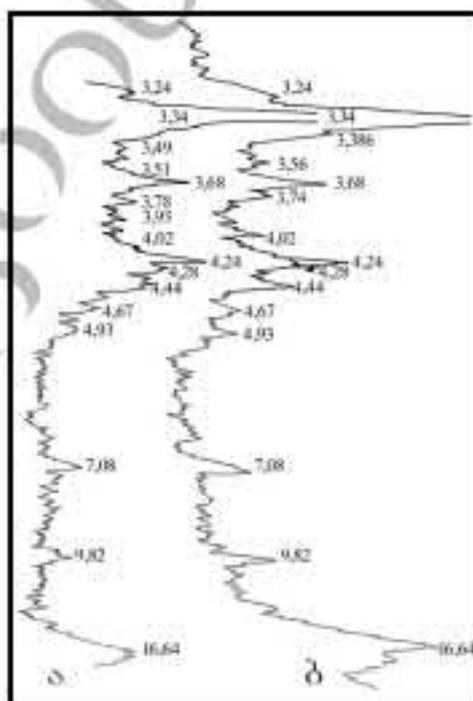
II. 9. ტერიტორიული ნაღვქმვის მოკლე დახასიათება

ეკმისთავისა და ოფიკოს მღვიმეების რიყნარ მასაღაზე დაყრდნობით შესწავლილ იქნა მღვიმური აღუევიური ნაღვქები. აღუევიური მასაღის სინჯები აღებულ იქნა მიწისქვეშა ნაკადის მოულ სიგრძეზე ანაღვისის შედაგად ქანებში გამოეღინდა ოთხი ძირითადი სახესხვაობა: კირქვები, ვულკანიტები, ქვიშაქვები და კაეები. რაოდენობრივად პირველი ორი ქანის სიჭარბე არის დაფიქსირებული, ოღონდ კარბონატული ქანების უპირატეხობით. თუმცა აკად. თ. დაუთათას სახ. დარბაზში ეს სახესხვაობები თანაბრად არიან წარმოდგენილი, ხოლო ქვიშაქვები 5-დან 10%-ს შეადგენენ. კაეის ქვარგვალეები 2-3%-ს არ აღემატება. რიყნარი კარგად არის დამრგვალებული, მათი ზომები კეეითი 10 სმ-ღეა. ვულკანიტების ქვარგვალეებიდან გამოიყო ტრაქიანდუხიტები და პიკრიტბახალტები.

ვულკანიტების ამგები ქანი აღმოხნდა სინდიანის არშაიქმყოფლებული ვუქე პლაგიოკლასი, ბოეღინგიტიხებული ოღიფინი, გაქლორიტებული ვულკანური მინა, რომელიც იშუათად ოპატიხაციასაც განიცდის. მსგავსი მონაცემები მიღებული იქნა ოფიკოს მღვიმის შესასვლელიდან 800 მ-ის გაყოლებაზე თუმცა გრაფუაკულის გარდა არსებულ ნიმუშებში აღმოხნდა კვარციან-მინდურის შპატიანი არკოზული ტიპიც.

მღვიმის დარბაზებში აღებული ნიმუშების რენტგენოგრამამ (ნახ. 12) ახენა ფრაქციის რთული პოღიმინერადური შემადგენლობა, ძირითადად ჯირჯვადი ქლორიტმონტმორიღონიტის, დიოქტაედრული კარხის, კალიშპატისა და კვარცის მინაწილეობით. ნაშროველილი მუქი ფურის მინერაღების არსებობა ვულკანური ქანების გამოფიტვით მიღებული მასის გადატანაზე მიუთითებს.

აღნიშნული მინერაღები და ვულკანური რიყნარი, სავარაუდოდ უნდა ეოფიღიეო ადრე არსებული ვულკანური მასივი, რომელიც აგებული უნდა ეოფიღიეო ტრაქიანდუხიტებით, პიკრიტბახალტებით და პიროკლასტიკით. საფიქრებელია, რომ ახეთი ვულკანური ობიექტი შეიღლება მოეცა მხოლოდ „შთავრის წყებას“, რომლის შემადგენლობაშიც ხუსტად ასეთივე ქანები მინაწილეობენ და ვ. დოწენიძისა (1948) და ვ. გუგუშვიღის (1968) მონაცემებით კალიშპატსა და ცეოღიტებსაც უხვად შეიცავენ.

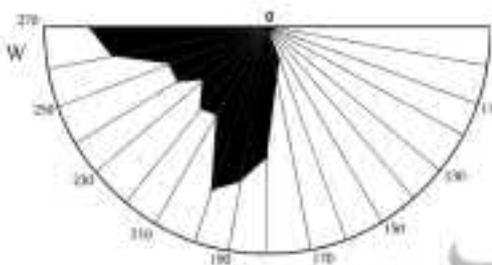


ნახ. 12. ოთხის კელიტური ფრაქციის დიფრაქტოგრამა წვადტუბის მღვიმიდან
 ა) ბუნებრივი ნიმუში, ბ) უთიღუნავლიკიღით დაშუშავებული

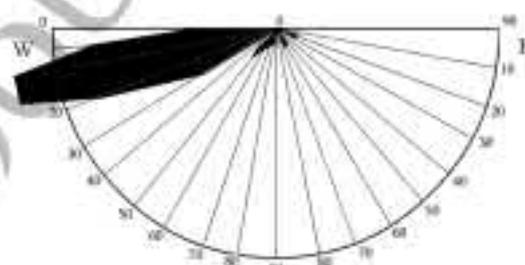
წყალტუბოს კორქველი მასივის მღვიმეების მორფოგენეზში კარბონატულ ქანებთან ერთად მნიშვნელოვან როლს ეუღკანური ქანებიც ასრულებენ. კარბონატულ ქანებს წყლები უფრო ადვილად უღლიან, როგორც მექანიკური, ისე ქიმიური გახსნის გზით. ხოლო ეუღკანური ქანები უმნიშვნელოდ იხსნება. ამგვარად, დროთა განმავლობაში წყლის ნაკადები გვერდს უღლიან არაკარბონატულ ქანებს და კორქველში გავდრნებიან. ამის მრავალი მაგალითი ხმელეთის მდინარეებშიც შეინიშნება. ასევე მოქმედებენ მიწისქვეშა ნაკადებიც. ამიტომ ვფიქრობთ, რომ მღვიმური სისტემის თანამედროვე დაკლავილ სახეს გარდა კორქველი ქანების ნაპრალოვნებისა, ეუღკანური მასივები და მიწისქვეშა რელიეფიც მნიშვნელოვან წილად განსაზღვრავს.

ამრიგად, საკვლევი ტერიტორიის კარსტული ხიდრუეები ძირითადად დაკავშირებულია ვალანჯინური, პორტიველი და ბარემული ასაკის კორქველთან. აქ გაბატონებულია დიაგენეტური წარმოშობის ნაპრალოთა შუეული და ციცაბოღვარდინილი: ა) შრეების მიმართების თანხეუდრი და ბ) შრეების დაქანების აზიმუტით მიმართული სისტემები, რომლებიც სუბმერიდიანული და სუბგანეღური მიმართების ეეღლა სხიეურ დიაგრამაზე მკვეთრ პიკებს ქმნიან.

გამყოფი ზეღაპირების ფუნქციას დაშრეეების ზეღაპირები ანუ დიასტრომები ასრულებენ, რომელთა დაქანების აზიმუტი ხამხრეთ-დასავღური რუქმის უმნიშვნელო ფარგლებში მერეეობს. შრეთა დახრის კუთხეები კი ხეეუღებრიე 10-15⁰-ს არ აღემატება, ხოგჯერ 25-30⁰-ს, 40 და 50-60⁰ აღწეეს (ნახ. 13, 14).



ნახ. 13. წყალტუბოს კორქველი მასივის ქანების დაშრეეების ზეღაპირების დაქანების აზიმუტების ჯამური დიაგრამა



ნახ. 14. წყალტუბოს კორქველი მასივის ქანების დაშრეეების ზეღაპირების დახრის კუთხეების ჯამური დიაგრამა

კარსტული რელიეფური ფორმები ძირითადად დაკავშირებულია ვალანჯინურ, პორტიველ და ბარემული ასაკის ნაფენებთან, კროსოდ, საშუალო და სქელშრეებრიე ქვიშიან დოღოშიტებთან, მერგეღებთან; საშუალოდ და ნაწიღობრიე ორგანოგენულ კორქველთან, ბრექნიისებურ კორქველთან, მერგეღებისა და ქვიშიანი კორქველის შუა შრეებთან; განსაკუთრებით კი მასიეურ და სქელშრეებრიე, ხოგან საშუალო შრეებრიე, მკვერიე, ორგანოგენულ, კელიტომორფულ და ხოგან კრისტაღურ ურგონულ კორქველთან (სიმღღაღრე, 120-130 მ).

კარსტული მღვიმეებისა და კარსტული რელიეფის მაქსიმალური განვითარება დაკავშირებულია ვალანჯინური ასაკის საშუალო და სქელშრეებრიე ქვიშიან დოღოშიტებთან, მერგეღებთან და კორქველთან, უფრო მეტად კი, პორტიველ-ზეღაღარემული ასაკის მასიურ და სქელშრეებრიე ურგონულ კორქველთან.

დიაგენეტურ (პღანეტარულ) ნაპრალოთა ურთიერთმართობული შუეული ან ციცაბო სუბგანეღური და სუბმერიდიანული სისტემები და შრეების გამყოფი ზეღაპირების – დიასტრომების ერთობლიობამ შექმნა სწორედ მიწისქვეშა წყლების მოგრაციის გზების ის რთული და ხშირი ბაღე, რამაც წყალტუბოს კორქველ მასიეში მეტად რთული, მრავაღსართულიანი კარსტული მღვიმური დერეფნების ფორმირება უზრუნეღელი.

მღვიმური აღეუიური ნაღეეების პეტროგრაფიეღმა შესწავღამ დააღასტურა, რომ ეუღისობაეის და ოფიტოს მღვიმეების მიწისქვეშა ნაკადების მიერ ორეეხებოღა ზეღაიურული ფერაღი წეება, ბერიახული კვარც-არკოხული ქვიშიქეები და

კონგლომერატები, ვალანჟინურ-ბარემული კორქები და დოღერიტები, ზედაცარცული „მთავრის წყების“ ნაღველები.

II. 10. ქიმიური (ქიმიკანური) ნაღველების ტიპები და მათი ბუნებისთანავე ლაპარაკობის უნარი

კარსტული პროცესი არის კარსტული ფორმების ჩამოყალიბების ბუნებრივი პროცესი, რაც განცალკევებული ან ერთობლივი გამოვლენაა გახსნის, ეროზიის, სუფოზიის და სხვა პროცესებისა და კარსტის მდგრადების მქონე ქანებში. ასეთ ქანებს მიეკუთვნება კორქა (მათ შორის რიფოგენული), დოღერიტი, ცარცი, მერგელი, თაბაშირა, ქვამარილი, კალციუმის მარილი და სხვა წიაღისეული, რომელთა ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლებით გახსნისა და გამოტუტვის შედეგად მიწის ზედაპირზე წარმოიშობა ძაბრები, ნაქცევები და რელიეფის სხვა უარყოფითი ფორმები, ხოლო ქანთა შიგნით სხვადასხვა ფორმის სივრცეები, მიწისქვეშა არხები, მღვიმეები. გახსნა-გამოტუტვა უპირატესად ქიმიური პროცესია, ხოლო ეროზია და სუფოზია მას შემდეგ ვითარდება, რაც ხსნადი ქანის ხსტად მაკავშირებელი ელემენტები მისგან გამოცილებულია და იწყება ნაშალი მასალის ფიზიკური გამოტანა. ეს პროცესები ბუნებრივად ერთმანეთთან დაკავშირებული და მათი ერთმანეთისაგან გამოჯენა ზოგჯერ მხოლოდ პირობითია. სუფოზური მოვლენები უპირატესად თხივან წყებებში გვხვდება. არსებობს საფუძვლიანი მონახრება, რომ თხივან ქანებში წარმოქმნილი სივრცეები მხოლოდ რელიეფის კარსტულ ფორმებთან მსგავსების გამოა მიჩნეული „თხივან კარსტად“, ხოლო კარსტული პროცესის არსი ამ შემთხვევაში გამოკვეთილი არაა და გეოლოგიური გარემოც შეუფერებელია. მაშასადამე, კარსტი ხდება გეოლოგიური პროცესის განვითარების შედეგად, რაც სივრცეების წარმოქმნასთან ერთად მიწისქვეშა წყლების გარკვეული ტიპის – კარსტული წყლების ფორმირებას უწყობს ხელს, რომლებსაც მოძრაობის რეჟიმისა და ქიმიკანის თავისებურებები ახასიათებთ.

საქართველოში კარსტი გავრცელებულია როგორც მთიან, ისე მთისწინა რაიონებში და ძირითადად დაკავშირებულია იურული, ცარცული, პალეოგენური ასაკის კარბონატულ და ნაწილობრივ სულფატურ-კარბონატულ ქანებთან. უმეტესად კარსტი გამოხატულია ინტენსიურად, როგორც რელიეფში, ისე დაკარსტისადმი მდგრადების მქონე სამთო მასივების შიგნით აგებულიაში.

ხსნადი ქანები შესაძლებელია ზედაპირთან ახლოს იყოს განლაგებული და ზემოდან ფარავდეს მცირე ხიშტიანის ფხვიერი წარმონაქმნი ან ნაწილობრივ იყოს ამა თუ იმ სიღრმეზე იმავე ასაკის უხსნად ქანებს შორის, ან უფრო ახალგაზრდა სხვადასხვა სიქის ქანთა წყლებით იყოს „გადახურული“. წყალტუბის (ყუმიისთავის) მღვიმური სისტემა ამ უკანასკნელ კატეგორიას მიეკუთვნება.

კარსტის წარმოშობის მიზეზებია: ხსნადი ქანების არსებობა, მათი წყალშეღწევადობა, მოძრაი წყლები და მათი გამხსნელი უნარი. ამ პირობების შეხამება იწყებს ორკომპონენტის სისტემაში „ხსნადი ქანები-წყალი“ ქიმიური წონასწორობის დარღვევას, კოროზიული პროცესისა და კარსტის წარმოქმნა-განვითარების გარდაუვალობას. თუ დასახელებულ პირობათაგან გამოვრიცხავთ ერთ-ერთს, მაშინ კოროზიული პროცესის წარმოშობის მიზეზი აღარ იარსებებს, და თუ მანც წარმოიშვა, მაღე დახრულდება. მაგ., თუ ქანი დანაპრადებული არ არის, მაშინ მისი გახსნა და გამოტუტვა შესაძლებელია მხოლოდ ზედაპირზე, სიღრმეში შეუღწევად ხდებოდეს. ამის მიზეზი ისიცაა, რომ ბუნებაში არ არსებობს „სუფთად“ ხსნადი ქანები და მათ ზედაპირზე ყოველთვის გროვდება უხსნადი ნაწილი, როგორც წესი, თხივანი ნივთიერება, რომელიც ახდენს წყლისაგან ქანის იზოლაციას და ამ უკანასკნელის ხსნადობის პროცესი წყდება. მაშასადამე, თუ არ იქნება წყლის მოძრაობა, მაშინ იგი ქიმიური კომპონენტებით გაჯერების შედეგად, ქანების უშუალო ან დოფუხიური ხსნადობის გამო, დაკარგავს თავის გამხსნელ თვისებას, წარმოიშობა ქიმიური წონასწორობა და კარსტული პროცესების შემდგომი განვითარება შეწყდება. ამრიგად, პროცესის განვითარებისათვის აუცილებელია ნაპრადოვანი ქანში არა მარტო

წყლის არსებობა, არამედ პირობებიც, რომლებიც უზრუნველყოფენ მის მოძრაობას და ქანების გახსნის პროდუქტების გამოტანას.

არსებულ მღვიმეებსა და სხვა კარსტულ ხივარიულელებში, კარსტულ პროცესებს დასასრული არა აქვთ, ისინი უხსოვარი (გეოლოგიური) დროიდანაა დაწყებული და ხეწს თვალწინ მიმდინარეობს. პირობითად განასხვავებენ დაუსრულებელ და დასრულებულ კარსტს. დასრულებულია კარსტი, თუ მასში დაწყებული ნალექით ფორმების წარმოშობა, ყველა სხვა შემთხვევაში კარსტი დაუსრულებელია, თუმცა როგორც ხეშოთ აღინიშნა, კარსტული პროცესი ბუნებაში არასოდეს არ წყდება. წყალტუბოს მღვიმის შემთხვევაში საქმე გვაქვს კარგად დასრულებულ, ანუ ხანდახმულ კარსტთან, რადგან თვით მღვიმის მასშტაბებთან შედარებით ნალექითი ფორმების მოცულობა აქ ძალზე დიდია.

მღვიმური წარმონაქმნების - სტალაქტიტების (ბერძნული *stalaktos* - ჩამონაწვეთი, მღვიმის ჭერიდან ჩამოეონილი კარსტული წყლების გაყვლით კონუსისებრად ჩამოგრძელებული შვერილი), სტალაგმიტების (ბერძნული *stalagma* - წვეთი, მღვიმის ფსკერზე ჭერიდან ჩამოეონილი კარსტული წყლების მოქმედებით კონუსისებრად აღმართული შვერილი) და სხვა ფორმების შექმნაში დიდი როლი ენიჭება პიდრაციული და აეროდიამიკური პროცესებს. კერძოდ, პიდრაციული (უფრო სუსტად, ფილტრაციული) პროცესებითაა განპირობებული წარმონაქმნთა „სამშენებლო მასალის“ მოხიფვა, ხოლო აეროდიამიკური პროცესები განაპირობებენ მათთვის სხვადასხვა ფორმის მოცემას, რაც განსაკუთრებულად მკაფიოდ ჩანს სტალაქტიტებისა და სტალაგმიტების მაგალითზე.

ნალექითი ფორმები მღვიმეში წარმოიშობა მას შემდეგ, რაც მისი ასაკი „სრულწლოვანებას“ მიაღწევს, ანუ სივარიულის ფორმირება პრაქტიკულად დასრულებდა. შესაბამისად, ახეთ მღვიმეში აქვს მოცემულ გეოლოგიურ პირობებში მაქსიმალური ზომები და იწყება „დინამიკური სამუშაოები“ - ხედა პირი ხონტებზე განლაგებული ქანების გამოტუტვის შედეგად კარსტული წყალი ჩამოედინება ფილტრაციის გზით და იწყება ნალექითი ფორმების წარმოქმნა. ფილტრაციის გზით მოცემულ ადგილზე მოღწეული და ჭერიდან მოწყვეტილი წყლის წვეთის მოძრაობის გზა ყოველთვის სწორი ხაზით უნდა ხედებოდეს და მისი გადახრა გამოწვეული უნდა იყოს აეროდიამიკური მოვლენებით. კერძოდ, მღვიმეში ყოველთვის ხდება პაერის მოძრაობა მეტნაკლები სიჩართით, რადგან მას აქვს ატმოსფეროსთან კავშირი. ამის გამო სტალაქტიტებისა და სტალაგმიტების ფორმაზე გავლენას ახდენს პაერის ნაკადის აეროშქანიკა. პაერის ნაკადის მოძრაობა განაპირობებულია ბუნებრივი წვეთი, რომელიც წლის სეზონის მსხვედით იცვლის სიდიდესა და მიმართულებას. გეოლოგიურ პერიოდთან შედარებით დროის ეს სეზონური ხანგრძლივობა მხედველობაში მისაღები არაა, მაგრამ ყოველ კონკრეტულ მომენტში პაერის ნაკადის მოძრაობის ხახათმა უნდა განაპირობოს ინფილტრირებული კარსტული წყლის წვეთის სივრცული ორიენტაცია ჭერის ან სტალაქტიტის (თუ ის უკვე წარმოქმნილია) ხედაპირის მიმართ. შესაბამისად, სტალაგმიტისა და სტალაქტიტის სიმეტრიის ცენტრები (დერტულა ხაზები) ერთმანეთის გაგრძელებას არ წარმოადგენენ და სხვადასხვა წრფეზე თავსდებაან.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ფილტრაციული პროცესის განაპირობებული ბზარები და ფორები იცვლიან ფორმას და მოხაზულობას გახსნა-დაღუქვის შედეგად, რაც აგრეთვე იწყებს მღვიმური ნალექითი წარმონაქმნების ფორმების ცვალებადობას.

ამგვარად, ნალექითი ფორმების წარმოქმნაზე ორივე - ფილტრაციული (პიდრაციული) და აეროშქანიკური პროცესი ახდენს ხედავლენას და რომელიმე მათგანის გამოძირიკხვა საკითხზე წარმოდგენის მეტისმეტი გამართიკება იქნება.

მღვიმური წარმონაქმნების შეხარჩუნების თვალსაზრისით ორივე მათთებულ პროცესთან ერთად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ადამიანის ჩარევას. კერძოდ, მხედველობაში გვაქვს მღვიმის კეთილმოწყობა დამთვალიერებლების მოხაზიდად. საინჟინრო ინფრასტრუქტურის მოწყობა სავალი ბილიკების, განათების და სხვათა ხახით, რომლებიც ცვლიან მღვიმურ მიკროკლიმატს (პაერის ტემპერატურასა და ფარდობით ტენიანობას). პირველი მათგანის გაზრდა, ხოლო მეორის შემცირება იწყებს

მღვიმისა და ნაღვენით წარმონაქმნების გამოშრობას და მათ განადგურებას, განსაკუთრებით აღსანიშნავია აგრეთვე სპეციალური გვირაბის აგება დაბად ნიშნულზე წყალმოვარდნის ასაცილებლად, რომელიც იწვევს კარსტული წყლების დონის დაწვევას და აგრეთვე მღვიმის ბუნებრივად ჩამოყალიბებული აეროდიამიკური რეჟიმის დარღვევას, რაც ასევე დაძლეველად მოქმედებს მღვიმეზე და იწვევს მის ნაადრევ დაბურებასა და განადგურებას.

მღვიმის დაბურება კი ბუნებრივი პროცესია, რომელიც განუხრვლად მიმდინარეობს ბუნებაში და მისი კვდომაც გარდაუვალია, მაგრამ ადამიანის ხარვეზ იწვევს ბუნებრივი პროცესის დაჩქარებას ჰეგატორი თვალსაზრისით.

წყალტუბოს მღვიმური სისტემა აქ წარმოდგენილი მრავალფეროვანი ქიმიური ნაღვენობების განვითარების მხრით ერთ-ერთი საინტერესო სპელეოლოგიური ობიექტია, რომელთა წარმოშობის პირობები უმეტესწილად დაკავშირებულია ქანების ნაპრალოვნების ხარისხზე და მათში ჩაუჩინილი ხსნარების გამსხნელოვნარიალობაზე.

როგორია მათი წარმოშობის პირობები? წყობის წვეთი ჯერ პაერში, შემდეგ ნიადაგის ფენებში გადაადგილებისას მიიღრდება ნახშირორგანოთ. გარკვეული დროის შემდეგ კარბონატით გაჯერებული ხსნარი მღვიმის ჭერზე ჩნდება (ფოტო 3).

ნაღვენითწარმოშობა მას შემდეგ იწვება, როცა მიწისქვეშა სივარითელს წნევიანი ნაკადები დატოვებს. წვეთი მოძრაობს და უჩნვას იწვებს მხოლოდ ნაპრალებსა და ბზარებში. აქედან გამომდინარე არსებობს მკიდრო კავშირი მღვიმეთა თაღებიდან მუონავ ჭაელების დებიტსა და საკუთრივ ნაღვენობების განვითარებას შორის. ნაღვენით ფორმების ზრდა-განვითარებაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე მღვიმეებში პაერის მოძრაობა, მისი ტემპერატურა, ქანებში მუონავ ხსნარების გაჯერების ხარისხი, ვარდნის სიმაღლე, გრუნტის ხასიათი და სხვ. იმ შემთხვევაში, როდესაც თაღიდან მუონავი წყლის დებიტი 1-0,1 ლ/წმ შეადგენს, ფსკერზე ჩნდება კალციტის ხაღინები და შესაძლოა ფსკერის ბარიერული წარმონაქმნები ანუ „კურები“ აღმოცენდეს.

წყლის ჭაელის დებიტის შემცირება 10^{-4} - 10^{-5} ლ/წმ-მდე საუკეთესო გარემოს ქმნის ფართოდ გავრცელებული კონუსისებური სტალაქტიტების ზრდა-განვითარებისათვის. ამ დროს ადგილი აქვს სტალაქტიტების ზრდასაც. დებიტის შემდგომი შემცირებისას (10^{-5} - 10^{-6} ლ/წმ) ვითარდება ე. წ. „ჯოხისებური“ სტალაქტიტები და ფსკერის სხვა ნაღვენობები (ფოტო 3).

მაკრონისებური ან მილისებური სტალაქტიტების აღმოცენებისათვის წყლის ჭაელის დებიტი არ უნდა აღემატებოდეს 10^{-6} - 10^{-8} ლ/წმ (ფოტო 4). ამ დროს წყლის გარკვეული ნაწილი იატაკზე წვეთავს, რაც ხელს უწყობს სტალაქტიტების ზრდასაც, მაგრამ დგება მომენტი, როცა ხსნარი თაღიდან აღარ წვეთავს. კალციტის გამოხალექი მასზევე რჩება, ხოლო ხსნარის ნაწილი ორთქლდება. ამ დროს ჭაელის დებიტი 0,0001 მმ/წმ-ზე ნაკლებია; დებიტის შემდგომი შემცირებისას 1-0,1 მიკროლიტრამდე წაშში, როგორც ვარაუდობენ, ყალიბდებიან ექსცენტრული ფორმის ნახარდი ფორმები (ფოტო 5), მათ შორის – მულოქტიტები.

ახალი ათონის ცნობილი მღვიმური სისტემისაგან განსხვავებით, სადაც ნაღვენითი ფორმები და შინერალური აგრეგატები მხოლოდ ზოგიერთ დარბაზსა თუ გასახელებლშია წარმოდგენილი, აქ ნაღვენითი წარმონაქმნები მღვიმის საატრაქციონო დერუფნის გასწვრივ მოელ სიგრძეზეა განვითარებული. მისი კელომეტრიანი „საგამოფენო დარბაზები“ და დერუფნები ნაღვენითი კალციტის უნიკალური ექსპონატებითაა დაშვენებული.

ძირითადასა თუ გვერდით ტალანებში ტანსრული სტალაქტიტები და მათთან ხაძმოდ კერტიდან ჩამოხრდილი ნატიფად ნაძერწი სტალაქტიტთა შვერიეები გარინდულან ქათქათა და მუქთაფლისფერ სტალაქტიტებთან ერთად, კუბრივით შავი ნაღვენითი იტაცებს თვალს. ფანტასტიკურია კალციტით ნაგები „ციხეკომსებები“, ათასნაირი ფიგურებით დაშვენებული სტალაქტიტთა მძღაური კელონები მართლაც რომ მოხეიმე რერს მატებს დარბაზებს (ფოტო 6).

დიდებული სანახავია „ვაქეავებულ ჩანჩქერთა“ კასკადები, „გოფირიებული დეატრალური ფარდები“ (ფოტო 7) და დანაოტეებული კალციტის ფირფიტები (ფოტო 8).

თუნდაც რად დირს მღვიმის ერთ-ერთ ბოლო მონაკვეთში წარმოდგენილი ბუნების კიდევ ერთი საოცრება – სტალაგმიტი „ბერძუნა“ (ფოტო 9).

მიწისქვეშეთის ეს „ჯადოსნური გამოფენა“ ხომ ველური სახით, ყოველგვარი „კოსმეტიკის“ გარეშეა წარმოდგენილი. ადვილი მისახვედრია, მხატვართა და არქიტექტორთა ხელშეწყობით, რაც მაღალმხატვრულ განათებასაც გულისხმობს, რა წარუშლელ შთაბეჭდილებას ახდენს იგი მნახველზე.

2011 წელს კი ეუბის ვოკალუხის მხრიდან მღვიმის ბოლო დარბაზში მდებარე სიფონურ ტბაში დაიწყო 300 მ სიგრძის სანაოსნო მონაკვეთის მშენებლობა, რომელმაც უკვე 2012 წელს მიიღო დამოუვადიერებელთა პირველი ნაკადი, მღვიმის ძირითად საატრაქციონო ტრასაზე განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა ცალკეული დარბაზებისა და დერეფნების განათებას, ელნათურები საგულდაგულოდ არის შენიღბული, დარბაზებს ღამპიონების არეკლილი სიხეები ანათებს. მიუხედავად ამისა, მიწისქვეშა განათება არსებით გაუმჯობესებას საჭიროებს.

მშენებლები შეეცადნენ მაქსიმალურად შეენარჩუნებინათ მღვიმის პირვანდელი სახე. მათ შეტად რთული და მძიმე სამუშაოების ჩატარება მოუხდათ. მიწისქვეშა დერეფნებში მინიატურული სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენებაც კი არ ხერხდებოდა, აფეთქებითი სამუშაოების წარმოებაც გამორიცხული იყო. სამშენებლო მასალა – ცემენტი, ხისა და ლითონის კონსტრუქციები ზურგიით გადააქონდათ. მშენებელთა სასახელოდ უნდა ითქვას, რომ მათ წინებულად გაართოვეს თავი ამ სამუშაოებს. სრული უცხოობის პირობებში გაიქცნენ თითქმის 1000 მ სიგრძის კეთილმოწყობილი ბეტონირებული ბილიკები.

თავი III. წყალტუბოს (პრომეთის) მღვიმური სისტემის

მორფოლოგია

წყალტუბოს კირქვეული მასივის კარსტულ-სპელეოლოგიური თავისებურებანი დიდი ხანია იპერობს შკვლევეართა ეურადღებას. ფრთად ნაყოფიერი გამოდგა 1984-87 წლებში როდესაც ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის კარსტოლოგია-სპელეოლოგიის საექსპედიციო რაზმებმა ამ რაიონში არსებითი სპელეოლოგიური მონაცემები მოახდინეს.

უახლეს სპელეოლოგიურ კვლევებში განსაკუთრებული ადგილი უკავია აქვალანგებით კვლევას. ხვეწმა საექსპედიციო რაზმებმა შეისწავლა და გამოიკვლია 20-მდე სიღრმის, რამაც საშუალება მოგვცა რეალური წარმოდგენა შეგვექმნა ახლად მიკვლეულ წყალტუბოს მღვიმური სისტემის მანამდე უცნობი, წელიანი დერეფნების შესახებ. წელით მოდიანად გამოვსებულ სიღრმეებთან ერთად გვხვდება ნახევრადსიღრმეები, თხებით ნაწილობრივ კლდმატარებელი და სიფონ-პინორები.

მასივისათვის ძირითადად დამახასიათებელია კარსტულ-ეროზიული კლასის ხეობრივი-ხინტული ხიდრუეები, მკაფიოდ გამოხატული იარუსიანობითა და ლაბირინთულობით, რომლებიც გეომორფოლოგიურად შკვეთრად ლოკალიზებული არიან თანამედროვე ან ძველ ეროზიულ ქსელთან. შიდაკვეთის შიანთქმის, მიწისქვეშა ჩამონადენისა და განტვირთვის არეალებს. შად განვითარებას ხელს უწყობს ტენის კონდენსაცია, ხიდო ხიდრუეების ეროზიული ფორმების ერთ-ერთ აუცილებელ პირობას მიწისქვეშა ნაკადების ხინტარების წყალმცურობითა და წყალმოვარდნებით გამოწვეული მნიშვნელოვანი ცვალებადობა წარმოადგენს.

მღვიმეების არეალებში გაბატონებულია კერტიკალური და ციკაბოდ დახრილი დიაგენეტური ნაპრალები: დასავლური-ჩრდილო-დასავლური $270-280^{\circ}$, აღმოსავლეთ-აღმოსავლური $90-100^{\circ}$ ან ჩრდილო-აღმოსავლური $80-90^{\circ}$ და სამხრეთ-დასავლური $260-270^{\circ}$.

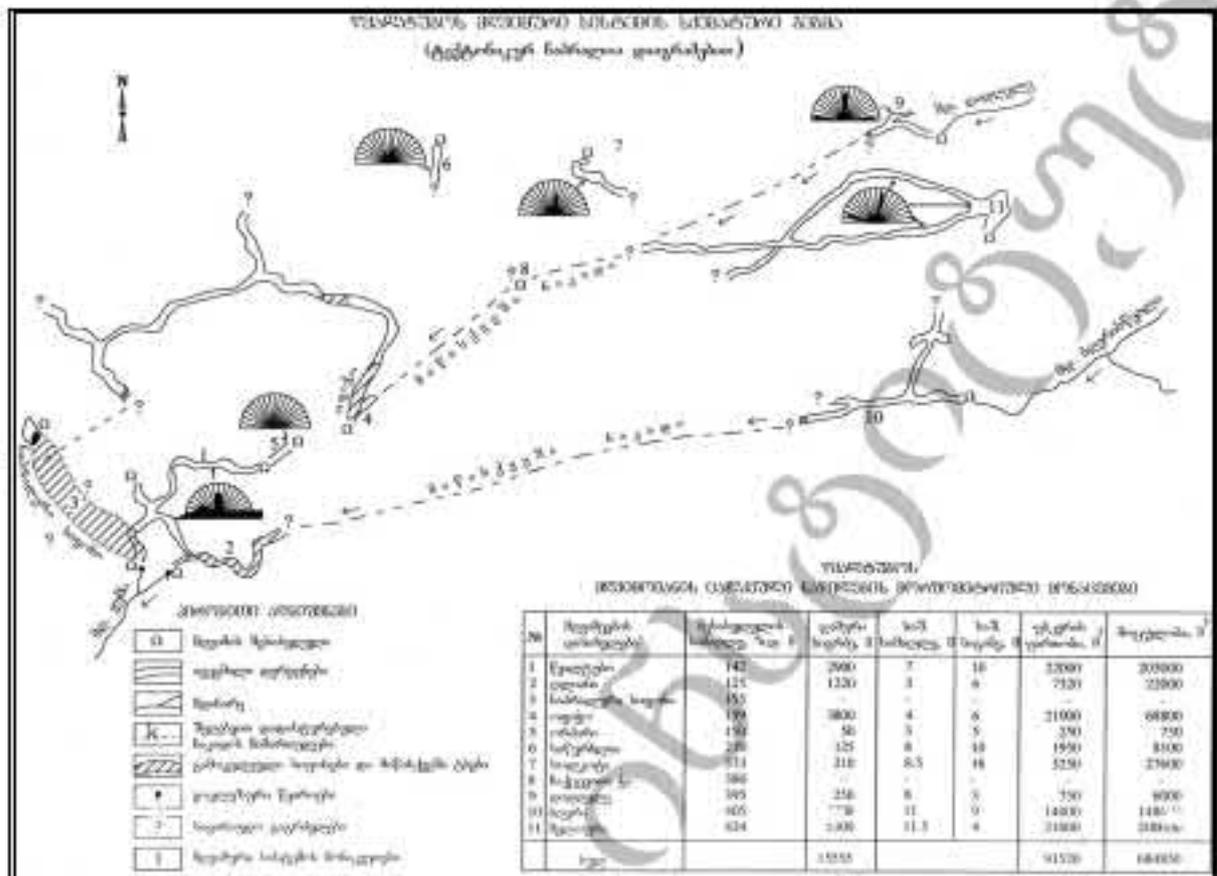
მღვიმეთა მიმართულებებს განსაზღვრავს სხვადასხვა ხასიათის ტექტონიკური რღვევები. უმთავრესი გავრცელება აქვს სამხრეთ-დასავლური მიმართულების ტექტონიკურ ნაპრალებს ($260-270^{\circ}$), რომლებსაც გახდევს მღვიმეების ძირითადი დერეფნები. ნაპრალობა გადაკვეთის ადგილებთან, როგორც წესი, დაკავშირებულია ვრცელი დარბაზების გაჩენა (მაგ., მელიურის მღვიმის ერთ-ერთი დარბაზის სიგრძე 100 მ-ია, სიგანე 50 მ; ბღერის მღვიმეში დარბაზის სიგრძე 200 მ-ზე მეტი, სიგანე 40 მ, ხიდო ჭერის სიმაღლე >25 მ-ზე).

საკვლევი რაიონი ჩრდილოეთიდან შემოსაზღვრულია შდ. ხეშით, სამხრეთიდან სოფ. ქვილიშორის ტერიტორიით, აღმოსავლეთიდან ერთი შხრე დიდელისა და ბღერისწელით, მეორე შხრე შდ. თკინჯიღესა და სატოპავის წყალგამყოფით. დიდელე და ბღერისწელი აქტიურად მონაწილეობენ მიწისქვეშა სივარედეების გამოშუშავებაში, ხეშოქმედებას ახდენენ ტერიტორიის პოდროგრაფიასა და მორფოლოგიაზე და ტერიტორიის მღვიმეებთან ერთად ქმნიან ერთიან პიდროკარსტულ სისტემას. მიწისქვეშა ნაკადების განტვირთვა კი უმისა და დღიანას ვოკლეხიდან ხდება, რაც დადასტურებული იქნა ინდიკატორული მეთოდის გამოყენებით.

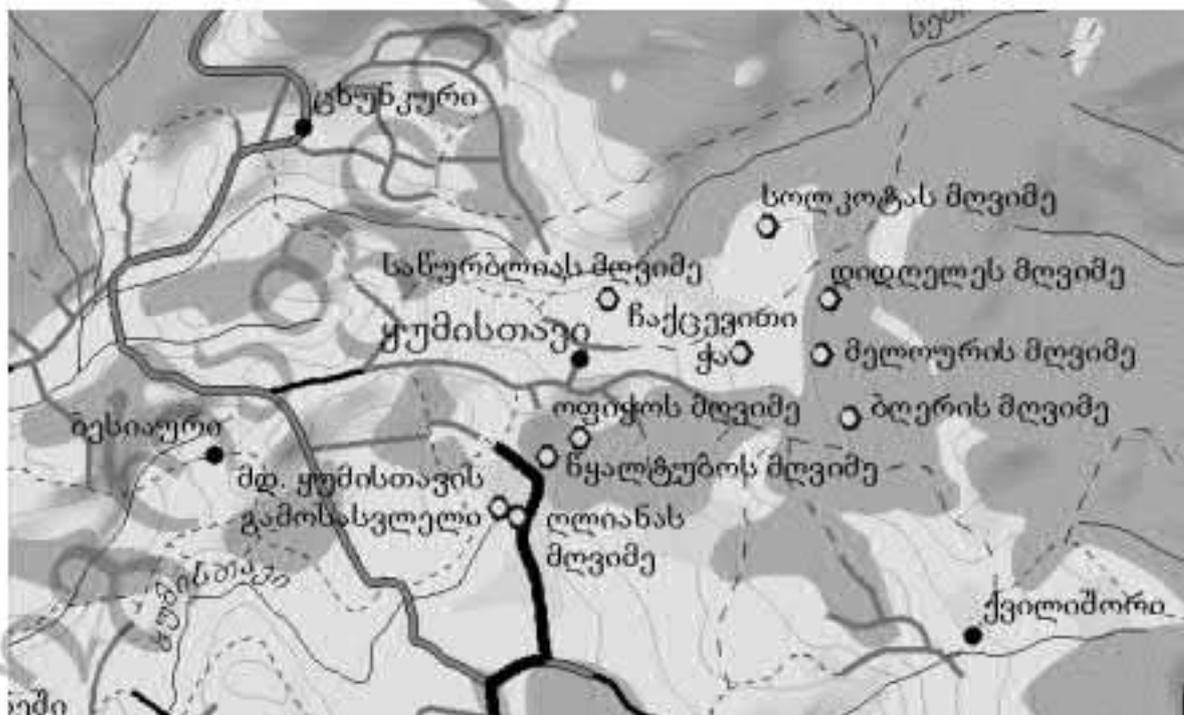
წყალტუბოს კირქვეული მასივის ამ რაიონში დღემდე აღმოჩენილი და გამოკვლეულია წყალტუბო-დღიანას, თფიჭოს, მელიურისა და ბღერის მღვიმეები, რომლებიც დიდელის, სოდეკოტასა და საწურბლიას მღვიმეებთან ერთად შეადგენენ ერთ მთლიან, როულ მღვიმურ სისტემას, რომელსაც წყალტუბოს მღვიმურ სისტემას ვეწოდებთ (ნახ. 15).

წყალტუბოს მღვიმური და პიდროკარსტული სისტემის ზედა რგოლის წარმოადგენს ბღერის, მელიურისა და დიდელის მღვიმეები: შუალედურს – სოდეკოტა, საწურბლია, ნაქცივითი ჭა; ქვედას კი – თფიჭოს მღვიმე-ესტაველა, ნაპრაღური სიფონი, წყალტუბოსა და დღიანას მღვიმეები.

ამ სისტემის მიწისქვეშა დინების საერთო მიმართულება სამხრეთ-დასავლურია. კერტიკალურ სიმაღლეებს შორის სხვაობა 280 მ-ზე შეადგენს, ზედა და ქვედა რგოლებს შორის მანძილი პირდაპირი ხაზით 3,5 კმ, სისტემის საერთო დახრა 10° -მდეა (ანუ 3%).



ნახ. 15. წყაროების მდინარის სარეზერვუო ზონის სტრუქტურული გეგმა

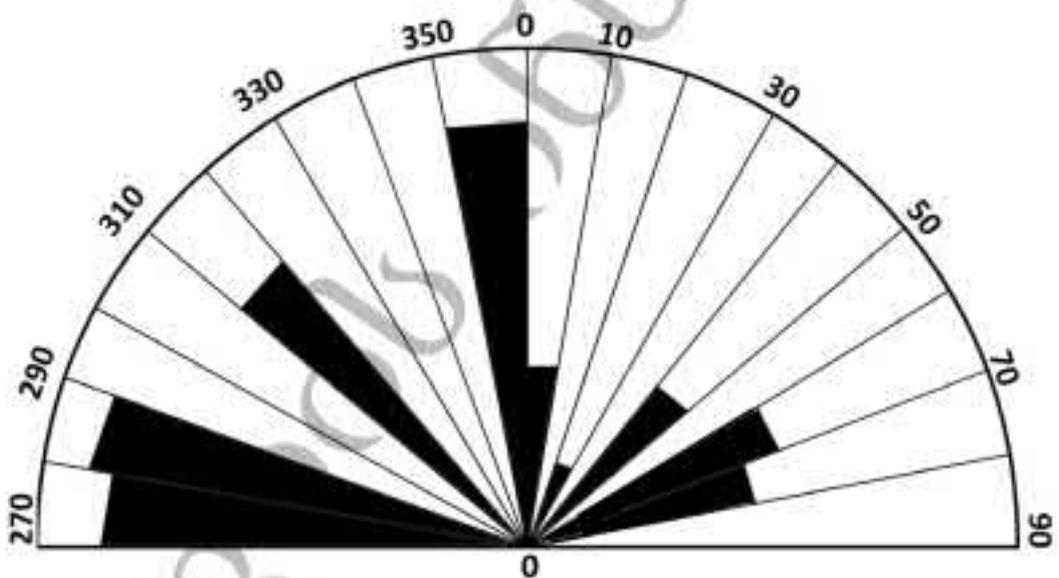


მდინარის სარეზერვუო ზონის სტრუქტურული გეგმაში შექმავალი სპეციალიზირებული პროექტების განლაგების სქემა

წყალტუბოს (ყუბისთავის) მღვიმე მდებარეობს ქ. წყალტუბოდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით 6 კმ-ზე, სოფ. ქვილიშორისა და ყუბისთავის ტერიტორიებზე. გაანსია სამი შესასვლელი: ერთი მდებარეობს მშრალი ხეობის ფსკერზე, ზღ. დონიდან 147 მ სიმაღლეზე; მე-2 იხსნება ზღ. დონიდან 160 მ-ზე (ფიქრო 10). მე-3 (სოფიანური) ყუბის ვაკეუხიდან სოფიანური ტბების ჯაჭვის გავლით (ზღ. დ. 125 მ). მღვიმეში შეღწევა შესაძლებელია აგრეთვე ღლიანას მღვიმიდანაც, 200 მ-იანი წელიანი ტალახის გავლით. ინსტრუმენტული აგეგმვის მონაცემებით წყალტუბოს მღვიმის ჯამური სიგრძე 2900 მ-ია, საშუალო სიმაღლე 7 მ. საშუალო სიგანე 10 მ, ფართობი 29000 მ², მოცულობა 203000 მ³.

მღვიმე სუბპარიზონტული, მეანდრული ტიპისაა, გენერალური მიმართულება სამხრეთ-დასავლეთურია. მღვიმე გამოიყმავებულია ბარემული ასაკის სქელშრებებზე და მასიურ კირქვებში (ურგონული ფაციესი).

ტარბობს ვერტიკალური და ციკაბოდ ვარდნილი დიაგენეზური ნაპრალების ორი სისტემა: ერთი მათგანი მოუყვება შრეების ვარდნის აზიმუტს (დხდ 270-280° ან ჩაა 80-90°), მეორე ორიენტირებულია შრეების განფენის გაყოფებით, ე.ი. სუბმერიდიანული, რომელიც ნელივანი მერიდიანიდან დასავლეთით ან აღმოსავლეთით სულ 5-10°-ის ფარგლებში იხრება (ნახ. 16).



ნახ. 16. ნაპრაღთა მიმართულები წყალტუბოს (პრომეთეს) მღვიმეში

ნაკლებადია გაურცელებული ჩრდილო-დასავლური და ჩრდილო-აღმოსავლური მიმართულების დიაგონალურ ნაპრაღთა სისტემები. სხედასხვა მღვიმური ფორმების, განსაკუთრებით ფსკერისა და თაღური ნაწილის, აგრეთვე განშტოებებისა და ასაკობრივად განსხვავებული დონეების ხანგრძლივ ფორმირებაში ქანების დაშრეების ზედაპირებს ანუ დიასტრომებს არანაკლები წვლილი მოუძღვით.

მღვიმური კომპლექსის მთავარი შესახველელი შრეების ვარდნის თანხვედნილ, განედური მიმართების ნაპრაღთა სისტემას ემთხვევა. მღვიმის დახრილობა, მეტ შემთხვევებში, შრეების ვარდნის კუთხით განისაზღვრება და როგორც ჩანს, დაშრეების, ამა თუ იმ ზედაპირს მოუყვება იმის მიხედვით, თუ მღვიმის მრავალრიცხოვანი დონეებიდან და საფეხურებიდან რომელთან გვაქვს საქმე. ხოლო ერთი დარბაზი გამოიყმავებულია სუბმერიდიანულად ორიენტირებული ციკაბოდვარდნილი გაშვე ნაპრაღების გასწვრივ. ხოლო ერთ-ერთი ყველაზე შთაშობკდავი - „კოსმონაუტების დარბაზი“ განვითარებულია გახსნილი ნაპრაღის ან

რღვევის გასწვრივ გამოიშვებულ ხერვლში, რომელიც გვერდითი ქანების უხარმაზარი დიდებითა და ბლოკებით არის ამოვსებული და კალციტის მძლავრი ჩამონადენებით შევსებული. ამ დიდნართ მოფენილი დარბაზის სტრუქტურა აღმოცენებული. ზოგჯერ 2 მ დიამეტრის სტალაგმიტები და ხვეტები თაღის ჩამოცვევის ძველ ასაკზე მეტყველებს.



ნახ. 17. Vashlitsa (Kishinev) region-ის რუკა

Vashlitsa (Kishinev) region-ში შედგება რამდენიმე მორფოლოგიურად განსხვავებული მონაკვეთისაგან: შირალი, ცრელგავლილი (აქტიური), მუდმივხაკადიანი და სივონური (ნახ. 17).

შირალი მონაკვეთი ქიშინის ურთიან, პიუსომეტრიულად ევლაზე მაღალ ხართულს. მისთვის დამახასიათებელია ნგრევის მოძრაობით წარმოშობილი მორფოლოგიურად კარგად გამოყოფილი დარბაზები, რომლებიც ურთიანეთს ფართო დერეფნებით უკავშირდებიან (ფოტო 11).

დარბაზების განივი კვეთი უახლოვდება სამკუთხედოვანს, ჭერი თაღისებურია, ფსკერი სუბორიზონტულ-ხაფხურებრივი.

ნაღვენითი ფორმები მდიდრულადაა წარმოდგენილი თითქმის ევლა ხახის სტალაქტიტ-სტალაგმიტებით, კედლის მოფარდავებებით, კასკადური ნაღვენიებით, „ორღანის მღვებით“ და სხვ. გვხვდება 2 მ სიგრძის სტალაქტიტები და 8-10 მ სიმაღლის სტალაგმიტები. ხილი ექსცენტრული წარმონაქმნები წარმოდგენილია პელიტიტების სახით.

დარბაზების შესართავული დერეფნები წერიდისპერსიული თიხის მძლავრი ფენებითაა ამოვსებული, რაც წარსულში მდგარი წყლის არხობაზე მეტყველებს. ტბურ-კოლმატაციური ნაფენების ხისქე ზოგიერთ დარბაზში 3-5 მ-ს აღწევს.

აქტიური მონაკვეთი ძირითადად წარმოდგენილია მღვიმის ბოლო 300 მ-იან ნაწილში და შეიცავს ფართო, ვრცელ დარბაზებს, რომელთა ფსკერზე არასტაბილური დებიტის მქონე მუდმივი ნაკადი გაედინება (ფოტო 12).

მღვიმური ნაღველებიდან ჭარბობს მინარეული ნატანი წერიდმარცვლოვანი ქვიშისა და ხვინჯის სახით: ბურია გრაუიტაციული, კლასტური ნაფენებიც კედლები და ნაღვენობი ძირითადად შავი ფერისაა (ფოტო 13).

დარბაზის განივი კვეთის ფორმა ოთხკუთხეობანია, ჭერი მოწვრივებული, ფსკერი პირიზონტული. ჭერის ნაპრაღიანობის გამო ხშირია ჭერიდან ჩამოწვობა: ცალკეულ ადგილებში წვეთობის ხარჯი 0.5 მლ/წმ-დან 4.8 მლ/წმ-ს აღწევს.

ფსკერზე გავლინება არასტაბილური ხარჯის მქონე მუდმივი ნაკადი (60 ლ/წმ-დან 10000 ლ/წმ-მდე ტემპერატურა 12⁰-12,5⁰C-ია 10.08.84). მიწისქვეშა მდინარე აქტიურ მონაკვეთს გახდევს შიველ სიგრძეზე და სიფონური ტბების ჯაჭვის გავლის შემდეგ ზედაპირზე მდ. ყუმის ვოკლუზური წყაროს სახით გამოედინება.

მიწისქვეშა ნაკადის კალაპოტში დაღეჭილი ალუვიონი ძირითადად კირქვებით, ვულკანიტებით, ქვიშაქვებითა და კაჟითაა წარმოდგენილი. რაოდენობრივად ჭარბობს კირქვები და ვულკანიტები, ამასთან, კარბონატული მასალის რაოდენობა უფრო მაღალია. ალუვიონი კარგადაა დამუშავებული.

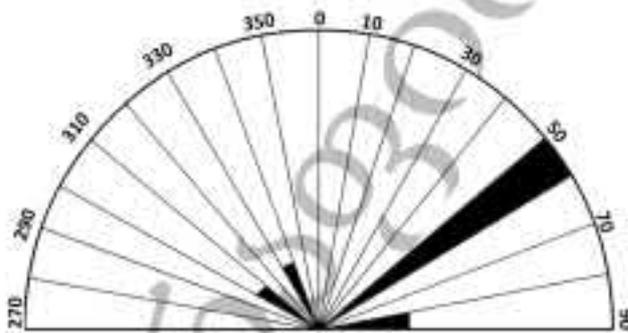
პეტროგრაფიული, პეტროქიმიური და რენტგენოგრაფიული მონაცემებს მიეღი კომპლექსი სრულიად გარკვევით მეტყველებს, რომ წყალტუბოს მღვიმისა და ოფიტოს მიწისქვეშა მდინარეები რეცხავდნენ ცარცული (ტურონ-სანტონის) ვულკანიტებით აგებულ ზედაპირს, რომელთა შემადგენლობაში მონაწილეობას ღებულობდნენ ტუბე ვულკანიტები (ფოტო 14).

ღლიანას მღვიმე (ზოგჯერ მას ყუმისთავის მღვიმედაც მოიხსენიებენ) მდებარეობს სოფ. ქვილიშორსა და ყუმისთავის საზღვარზე, ზღ. დონიდან 125 მ სიმაღლეზე. მისი ჯამური სიგრძე 1220 მ-ია, საშუალო სიგანე 6 მ, ფართობი 7350 მ², მოცულობა 22000 მ³.

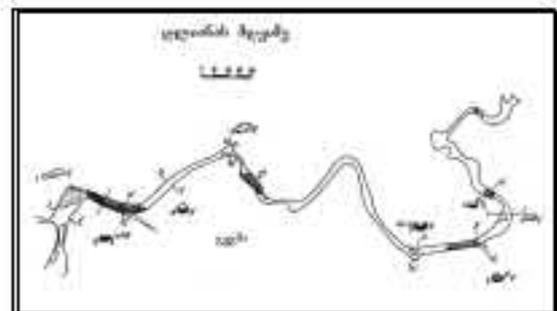
სიგრძის გენერალური მიმართულება აღმოსავლეთურია, შესასვლელის სიმაღლე 34 მ, სიგანე 7 მ აღწევს.

მღვიმეს გააჩნია ორი განშტოება: ერთი შესასვლელიდან რამოდენიმე მეტრში ციცაბო საფეხურით ზედაპირზე გამოდის, მეორე - 200 მ-იანი ვიწრო დერეფნით წყალტუბოს მღვიმეს უერთდება. მღვიმის წინა ნაწილი ვრცელი დერეფნის სახით 60 მ-მდე ვრცელდება. შემდეგ აჩენს შესანიშნავად გამოხატულ სიფონს, რომლის სიგრძე 2,5 მეტრია, ხოლო სიგრძე 50 მ. აქედან იწყება მღვიმის სიფონური მონაკვეთები, რომლებიც საერთო ჯამში 5 სიფონს და ორ კლიშემეტრზე მეტი სიგრძის წყლიან დერეფნებს შეიცავენ.

მღვიმის განივი კვეთის პროფილი მოწმობს, რომ ღლიანას მღვიმე სტრუქტურულად იყო განპირობებული და შემდგომ იქნა დამუშავებული წყლის ნაკადების მიერ, ამასვე მოწმობს შესასვლელიდან უშუალოდ ჭერზე გახსნილი ტექტონიკური ნაპრალიც (40⁰-260⁰). წყლიანი მონაკვეთებისა და ძირითადი დერეფნის მიმართულება ჩრდილო-აღმოსავლეთურია (ნახ. 18).



ნახ. 18. მღვიმური დერეფნების ორიენტაციის პისტოგრამა



ნახ. 19. ღლიანას მღვიმის გეგმა

წყლიანი მონაკვეთების რეიანის მოყვანილობის განივკვეთში კარგად იკითხება სიმეტრიული, ანუ წყალდიდობითი ტერასები, რომლებიც გვირაბის სავალის წყალგამტარიანობის ცვლილებებს ასახავენ (ნახ. 19).

ღლიანას სახელწოდებით მღვიმიდან გამოედინება ცვალებადი დებიტის მქონე წყლის მუდმივი ნაკადი, რომელიც მდ. ეუმს სათავეს მახლობლად შეერთვის (ხარჯი 0,3 მ³/წმ-დან 8 მ³/წმ მერყეობს; t⁰ - 12-13⁰C) – (ფოტო 15).

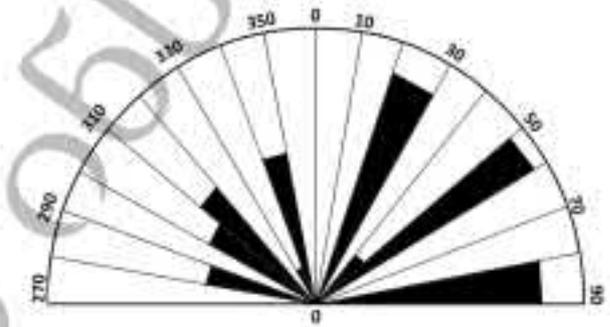
კარგად განვითარებული ჰიდროკარსტული სისტემის და მასივის ამგები ქანების მცირედ დახრა ხელს უწყობს ისეთი საინტერესო წყაროს ტიპების გავრცელებას, როგორსაც ვხვდებით. წარმოადგენს მათი ფუნქციონირება დაკავშირებულია ჰიდროკარსტული წნევის გათანაბრების პროცესზე და მორიგეობით წარმოადგენს როგორც წყალმშობიანობას, ასევე ეოკლუზს. ამ მხრივ ფრიად საინტერესოა **ოფიკოს მღვიმე-მსტაველა**.

მღვიმის წინა ნაწილი 40 მ სიგრძისა და 7 მ ამპლიტუდის მქონე დაღმავალ ხიდრუვს წარმოადგენს. მღვიმის მარცხენა კედლიდან გამოედინარე მცირე ნაკადი ორინამი შეტრის შემდეგ სიფონურ ტბაში ჩაედინება. აქვალანგების გამოყენებით პირველად ქართული სპელეოლოგიის ისტორიაში გადაღახულ იქნა შესასვლელი სიფონი (ფოტო 16).

სიფონის მიღმა გამოკვლეული და აგეგმილი იქნა 3800 მ-მდე ჯამური სიგრძის მონაკვეთი, სადაც საშუალო სიგანე 6 მ, საშუალო სიმაღლე 4 მ, ფართობი 21000 მ², მოცულობა 68800 მ³-ია. **მღვიმე-მსტაველა** მდინარეული ტიპის, აქტიური ხიდრუვა და წელიდან-ტალანურ სტადიაში იმყოფება (ნახ. 20).



ნახ. 20. ოფიკოს მღვიმე-მსტაველას გეგმა



ნახ. 21. ოფიკოს დერეფნების ორიენტირების მსტოგრამა

მღვიმეში კარგად გამოკვეთილი ორი დიდი დარბაზია, რომლებიც წარმოშობილია 270⁰-260⁰, 90⁰-80⁰ და 240⁰-230⁰, 60⁰-50⁰ მიმართების ტექტონიკური ნაპრალების გადაკვეთის ადგილებში. მღვიმური დერეფნების განივი კვეთების პროფილებში უშეტესად კარგადაა გამოხატული მღვიმის განვითარება ტექტონიკური ნაპრალების გასწვრივ და შებღოში დამუშავება ღია ზედაპირის მქონე მძლავრი ნაკადებით.

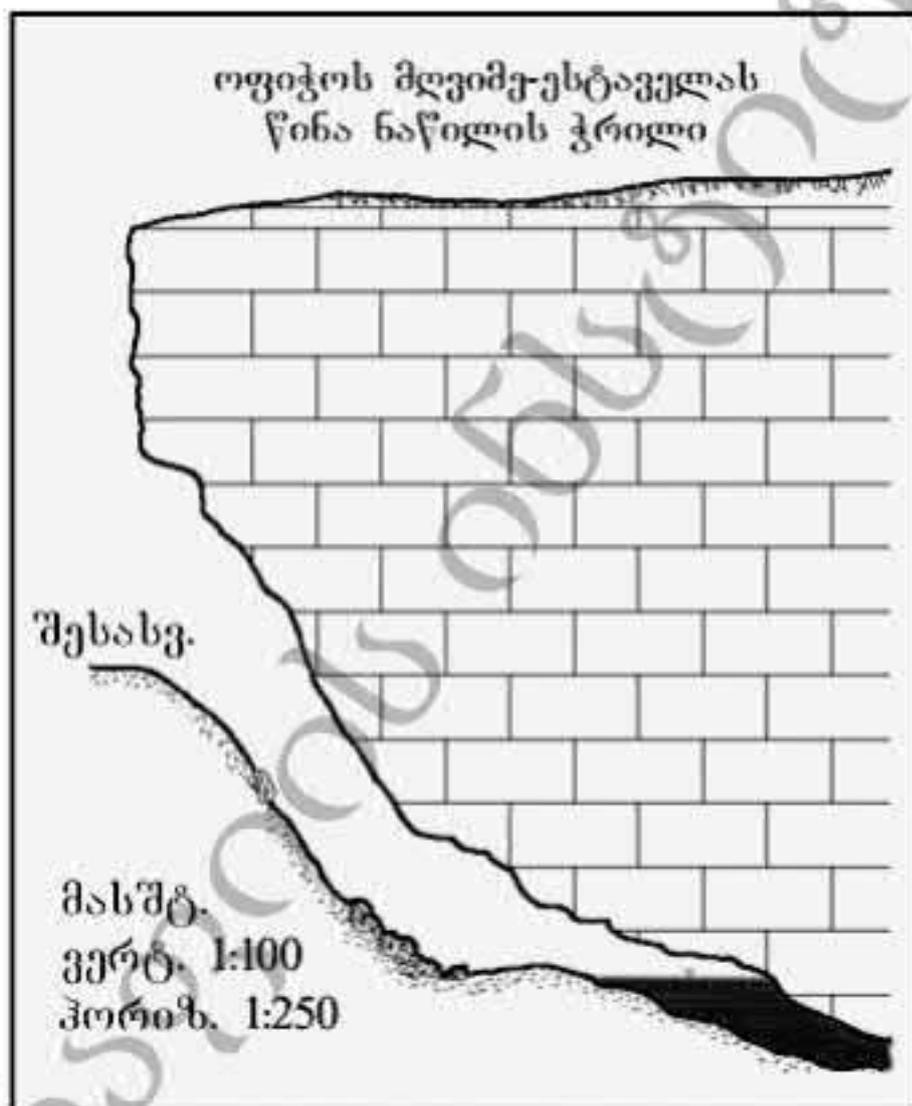
კედლებზე იკითხება ეროზიული ნაკადის გვერდითი გადაადგილებით გაჩენილი ტერასების მაგვარი ნაღრმაუბები. ძალზედ მცირეა პემოგენური ნაღველების რაოდენობა. განსაკუთრებით ბევრია აქტუალური, მექანიკური, კლასტური, გრაუიტაციული ნაფენები.

ოფიკოს წელიანი დერეფნების ძირითადი მიმართულება ჩრდილო-აღმოსავლურ, ჩრდილო-დასავლურია (ნახ. 21).

წვიმების პერიოდში ოფიკოს დერეფნები ვერ ასწრებენ ჰარბი ნაკადებისაგან განტვირთვას, ხდება წყლის დაგროვება და ჰიდროსტატიური წნევით წყალი იწყებს უჩუქვლას, გუბდება და შესასვლელიდან იღვრება მძლავრი ნაკადის სახით (მაგ. 1,5 მ³/წმ - 9.08.84; 5 მ³/წმ - 18.06.86).

ამოხეთქილი მიწისქვეშა მდინარე გადაკვეთს ბრმა შესართავიან ტომრისებურ ხეობას, გაივლის ორიბრის გამჭოლ მღვიმეს და ჩაედინება წყალტუბოს მღვიმეში.

ოფიტოს მღვიმე ესტაველას ხარჯი გაცილებით მეტია იმ პერიოდში, როდესაც ფუნქციონირებს როგორც ვოკლეუზი. ეს მოვლენა გამოწვეულია იმით, რომ სვეულებრივ მშთანთქმევი პონორი ამოვსებულია ალუვიონით, რაც იწვევს წყლის დაგროვებას, ხოლო წყალდიდობისას, მღვიმის სიღრუევიდან ამოვარდნილი ნაკადის ენერჯია გამოსასვლელის ნატანისაგან გასაწმენდად სრულიად საკმარისია. ამავე დროს, წყლის დაკლებებისთანავე სიღრუე კვლავ ივსება ალუვიონით, კვლავ წნდება სიფონური ტბა, ვინაიდან ჩამდინარე ნაკადის პიდროსტატიკური ძალა პონორის ჩახარეცხად საკმარისი არაა (ნახ. 22).

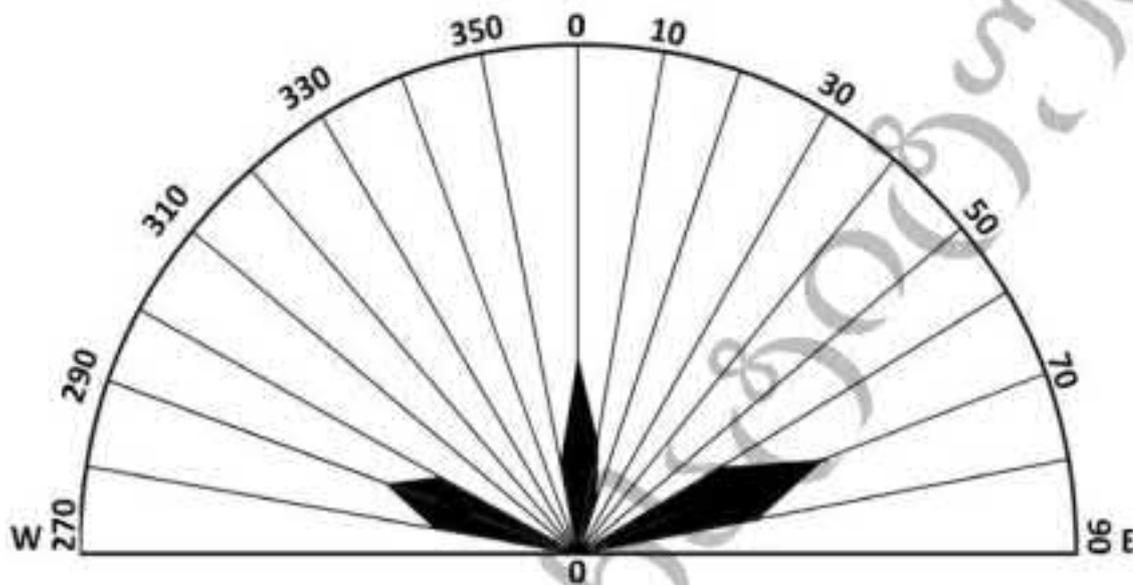


ნახ. 22. ოფიტოს მღვიმე-ესტაველას შესახველელი ნაწილის გასწვრივი კრილი

ოფიტოს მღვიმე-ესტაველა და წყალტუბოს მღვიმე წარსულში ერთიან სიღრუეებს წარმოადგენდნენ. შემდგომში მოხდა თადის ჩამონგრევა, რის უტყუარ მოწმედ ნაშთის სახით გვევლინება მათ შორის მდებარე „ორაბრის“ გამგოლი მღვიმე (ფოტო 17).

მღვიმის ტერის ჩამოქცევის მღვიმეების გამოყოფაში მონაკვეთში დახვეწებული ბლოკები, ღოდნარი და მღვიმეთა შესახველედების ამგები კორქვის ძირითადი

გამოსაველების ძლიერი მსხვერველი ადასტურებს ინტენსიურადაა დამსხვრეული თეთი ორპირის გვირაბის ჭერისა და კედლების ამგები ქანებიც. მიხედვებითი მრავალფეროვნების მოუხედავად აქაური ნაპრალების სხიურ დააგრამაზე მათი მხოლოდ სამი სისტემა იხატება (ნახ. 23).



ნახ. 23. ნაპრაღისა მიმართულები ორპირის მღვიმეში

ეს სისტემებია სუბვანდური დასაველურ-ჩრდილო-დასაველური ($280-300^{\circ}$), მერიდიანული, აქუთ-იქით, მცირე ($5-10^{\circ}$) გადახრით და აღმოსაველურ-ჩრდილო-აღმოსაველური ($60-80^{\circ}$). როგორც ნახს. ჭერის ნაქცევა მისი ამგები ქანების ძლიერმა დანაპრაღიანებამ და ზედაპირთან ხახვლოვან გამოიწვია.

მღვიმეს ორი შესასველელი გაახნა. პირველი – საკმაოდ ფართო (7-8 მ) და მაღალი (3-4 მ), მეორე შედარებით დაბალი (1,5-2 მ) და ვიწრო (2-3 მ), რომელიც ოფიკოს მხარეს ხიდის ბაღში გამოდის. გვირაბის საშუალო სიგანე 5-6 მ, ჭერის სიმაღლე 2-3 მეტრია. ოფიკოდან წყალდიდობისას ამოვარდნილი წყლის ნაკადი ორპირის გველით წყალტუბოს ძირითად დერეფანში გადადის და მიწის ქვეშ გარკვეული მანძილის გველის შემდეგ, ზედაპირზე ექმის ვოკლეუხის სახით გამოედინება.

ორპირის მღვიმესა და ოფიკოს მღვიმე-ესტაველაში მოპოვებული აღვეური მასალა შეიცავს კირქვებს, კუდკანიტებს, ქვიშაქვებსა და კაეს. აქ ქვიშაქვების გრაუვაკურ ტიპთან ერთად არკოზული ტიპის კვარცულ-პოფლოშპატური ქვიშაქვებიც იქნა ნაპოვნი.

ნაპრაღური სიფონი

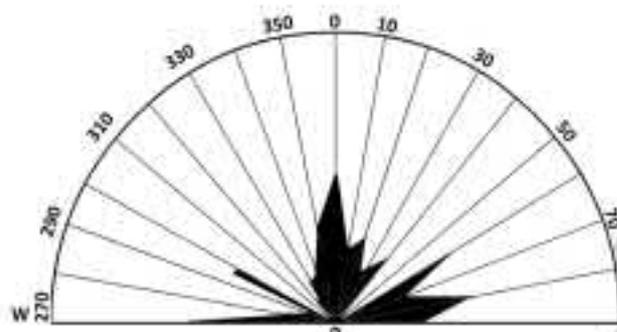
საინტერესოა მდ. ექმის ვოკლეუხიდან ჩრდილო-დასაველეთით დაახლოებით 700 მ დაშორებით მდებარე ნაპრაღური სიფონი. იგი წარმოადგენს ტექტონიკური რღვევით ($130^{\circ}-310^{\circ}$) გახეხილ 45 მ სიღრმის დებრეხიას (ფოტო 18), რომლის ფსკერზე სიფონური ტბა იხსნება. ექვს არ იწვევს მისი კავშირი ექმის ვოკლეუხთან, რახაც გეოფიზიკური კვლევის შედეგებიც ადასტურებს.

საბარებულ იქნა დაზვერვითი სპელეოწვადქვეშა გამოკვლევები: 130° ახიმუტის მიმართულებით ჯერ-ჯერობით გაველიღია 180 მ სიღრმისა და 40 მ სიღრმის წელით გამოვსებული მიწისქვეშა სივარითელ სიფონი გრძელდება.—

90°-ის მიმართულებით გავლილია 8 მ სიგრძის სივონი, რომელსაც 12 მ სიგრძისა და 8 მ სიგანის საკანში გაყვავართ. ჭერის სიმაღლე წყლის ხარკიდან 8 მ აღწევს. ჭერიდან ეშვება რამოდენიმე 3-4 მ სიგრძის სტალაქტიტი, რომლებიც წყალში 1 მ-მდე არიან ჩადრულნი. მიწისქვეშა საკანის ჩრდილო ნაწილში თხის ზეიწულია დაღვეილი, დარჩენილი ნაწილი 4-5 მ სიგრძის ტბას წარმოადგენს.

დიდელქუს მღვიმე მდებარეობს ოსუნელას ტაფობში, ზღ. დონიდან 400 მ სიმაღლეზე. შესასვლელი იხსნება 20 მეტრიანი ქარაფის ფსკერზე მღვიმის სიგრძე 295 მ-ია, ფსკერის ფართობი 1100 მ², ხიდრუის მოცულობა 3650 მ³.

მღვიმე გამოიქმნა ვულკანური-პორფირული ასაკის ხქელ და საშუალომრევბრივ სღდ 250-270⁰ ახიმეტითა და 25-30⁰ კუთხით დაქანებულ გადილომიტებულ კორქვებში. მღვიმეში იზომება ნაპრადთა რამდენიმე სისტემა, რომელთა შორის შვეული და ციკაბოდვარდნილი დნდ 270-280⁰ და მერიდიანული (მცირე გადახრებით) სისტემებია გაბატონებული (ნახ. 24).



ნახ. 24. ნაპრადთა მიმართებები დიდელქუს მღვიმეში



ნახ. 25. დიდელქუს მღვიმის გეგმა და გასწვრივი ჭრილი

შესასვლელთანაც და საკუთრივ მღვიმეებშიც შეინიშნება ჩრდილო-დასავლეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით ორიენტირებული, ტექტონიკური ბუნების დიაგონალურ ნაპრადთა შედარებით სუსტად გამოხატული სისტემები. მღვიმის დაახლოებით შუა მონაკვეთში, დერეფანი სუბმერიდიანული მიმართების, მაგრამ საწინააღმდეგოდ დაქანებულ, ორ კარგად განვითარებულ, ერთმანეთთან შეთანხმებულ ღია რღვევის გადაკვეთის სახზე გაჩენილ ხერხელს მიუყვება.

მღვიმე დაღმავალი, სოფხურებრივია; შესასვლელიდან მე-100 მეტრზე დერეფანი აწყდება ეროხიულ სოფხურს. აქვე გვირაბს მარჯვნიდან ჯერ კიდევ სუსტად დამუშავებული, დატოტვილი განშტოება უერთდება (ნახ. 25).

ოკისკიდეს სერზე სათავეს იღებს ნაკადული, რომელიც გაედინება რა ტაფობის ფსკერზე, მღვიმის შესასვლელთან არსებულ ნაპრადებში ივონება (ფოტო 19).

წყალდიდობისას ნაპრადები ჭარბ წყლებს ვერ ატარებენ და შესასვლელთან ნნდება დროებითი ტბა. ზედაპირზე მღვიმის შესასვლელთან დაკარგული ნაკადი მღვიმეში კონცენტრირდება ვიწრო, დატოტვილ მარჯვენა განშტოებაში და გახდევს მღვიმეს მოულ სიგრძეზე. ნაკადი ვხადავხა ჭორომებს, ევორხიულ ორმოებს, ხილი დერეფნის ბოლოს სივონს აქნს.

აკვალანგების გამოყენებით გადაღახულ იქნა სამი, უადრესად ვიწრო სივონი, რომელთა საერთო სიგრძე 20 მ-ს არ აღემატება, შემდგომი წინსვლა შეხერხებული იქნა მომდევნო სივონის წინ.

მღვიმის ფსკერი მოყვნილია ჭერიდან და კედლებიდან მორღვეული დოდებით. ბოლო მონაკვეთზე როგორც ფსკერზე, ასევე კედლებზე, შესანიშნავადაა გამოხატული კარული ღარები.

სავარაუდოა, რომ მღვიმის შესასვლელიდან 180-ე მეტრზე გაფართოებაში მდებარე ნახევარში აღმოსვნილი ვიწრო, და ჯერ კიდევ უცნობი განშტოება მულოურის მღვიმეს შეუერთდეს.

მულოურის (სამგლიას) მღვიმა მდებარეობს წყალტუბოს ზონის სოფ. ქვილიშორთან, მულოურის ტერიტორიაზე შესასვლელი იხსნება შერეულ მქსნერ ტყეში მდებარე კარსტული ძაბრის ფსკერზე, ზღ. დონიდან 424,0 მ სიმაღლეზე.

ზედაპირზე ძირითადად გავრცელებულია თხელი და საშუალოშრეებიანი კარბონატული ქვიშაქვები. შრეებრიობის დაქანების ახიმუტი $260^{\circ}-270^{\circ}/15$; კარგადაა გამოხატული პლანეტარული ნაპრალები $100^{\circ}-105^{\circ}/15$, $15^{\circ}-20^{\circ}/80^{\circ}-85^{\circ}$; ეს ნაპრალები როგორც წესი, ერთი შრის ფარგლებს ხეილდება და რამოდენიმე შრეს მოიცავს.

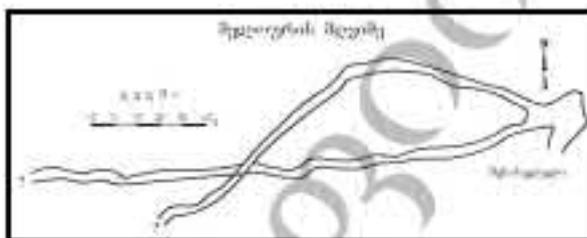
მღვიმის შესასვლელს გააჩნია მართი სამკუთხედის ფორმა, რომელსაც სიგანე 5 მ, სიმაღლე 2 მ აქვს. იხსნება ჩაქცევითი ძაბრის ფსკერზე. ძაბრის სიღრმე 10-8 მ-ია, ფსკერის ფართობი 3 მ^2 (ნახ. 26).

მღვიმის შესასვლელი ნაწილი ძლიერაა დანაპრალებული, რამაც წინა ნაწილის ნგრევა გამოიწვია, ნაპრალების ხშირ ქველში გამოიკვეთება $140^{\circ}-320^{\circ}$ და $100^{\circ}-280^{\circ}$ -ის მიმართულების ნაპრალები (ფოტო 20).

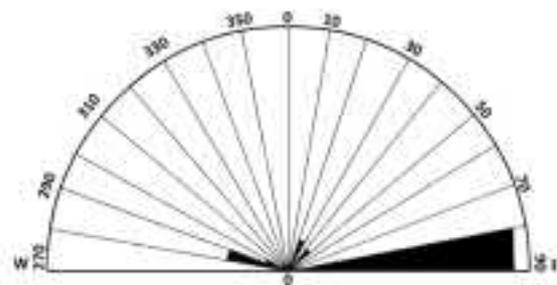
ქანების შრეების წოდის ელემენტებია: ვარდნის ახიმუტი $250-12-15$, მიმართება $160^{\circ}-240^{\circ}$, დღეისათვის გავლილი და აგეკმობია 3 კმ სიგრძის მღვიმური დერეფნები და დარბაზები. გავლილია დამატებით 2 კმ-იანი დერეფანი, მაგრამ არაა აგეკმობი.

მულოურის მღვიმეში აღსანიშნავია ვერტიკალური ნაპრალი $40^{\circ}-184^{\circ}$ (სიგანე 0,5 მ, ხილული მონაკვეთის სიგრძე 25 მ), რომელიც კალციტის ქერქით და ნაღვენობით არის ამოვსებული.

ეს ნაპრალი, მის შუა ნაწილში იკვეთება $270^{\circ}-290^{\circ}$ ვერტიკალური ნაპრალით, რომელთა გადაკვეთის ადგილებში გაჩენილია ვრცელი დარბაზები. გეგმაში მღვიმე გეგონებს ზედაპირული მდინარის სისტემას: გააჩნია მსხვილი ძირითადი ნაწილი და შედარებით ვიწრო შენაკადები (დერეფნები). მღვიმეში კარგად იკვეთება მორფოლოგიურად მკვეთრად განსხვავებული ორი მონაკვეთი ფართო დარბაზებისა და ნაპრალები გასასვლელების სახით (ნახ. 27).



ნახ. 26. მულოურის მღვიმის გეგმა



ნახ. 27. მულოურის მღვიმის დერეფნების ორიენტირების პისტოგრამა

ფართო ნაწილი მშრალ-გაღურეულ სტადიაშია, მაგრამ ჯერის ნგრევას ადგილი უნდა ჰქონოდა მდინარეულ-დერეფნულ სტადიაში: „ძვირე სიღრმეზე განვითარებული მღვიმის თადის ნგრევა, როგორც წესი ხდება წყლიან-გაღურეულ სტადიაში“ (დ. მარუაშვილი). ამასვე ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ სტადიაგმიტები, რომელთაგანაც ხოციერთის ზომის 2 მ-მდე აღწევს, დახრდილია ჯერიდან მორღვეულ დონებზე. ამ დონების დიდ ასაკონებაზე კალციტის მძლავრი ქერქიც და გაარგალიტირებული თიხა მეტყველებს.

ამ მონაკვეთებში მდებარე ერთ-ერთი დარბაზის მორფომეტრიული მონაკვეთები 100x40x30 მეტრია, ხოლო მეორის 60x15x10 მეტრი. ერთი წარმოადგენს მცირედ უსწორმასწორო პორიზონტულ ზედაპირს, განივი კვეთის ფორმა კი სწორკუთხეა.

260⁰-270⁰-ის მიმართებით განვითარებულ ტექტონიკურ ნაპრაღს რამოდენიმე კილომეტრის მანძილზე გასდევს ვიწრო, კანიონისებური მეანდრის ორი განშტოება, სადაც კარგად იკითხება მღვიმის სართულიანობა.

მეანდრულ მონაკვეთებში გავლენება მუდმივი ნაკადი, რომელიც მელიურისა და დიდელეს მღვიმეებისათვის საერთო უნდა იყოს. გავლენება რა კანიონის ვიწრო კალაპოტში, მდინარე გზადაგზა ჩქერებსა და ნახჩქერებს, ხოლო ბოლო წელში ხოფონურ ტბას წარმოშობს.

კანიონის კედლებს კავიტაციით განპირობებული ნიქარისმაგვარი ღრმულები გააჩნიათ. კედლების კოროზიული ზედაპირები სახეცვლილია შემდგომი ეროზიული დამუშავებით, ჭარბობს პარალელური ეროზიული ნიშები, აღუვითნი შეიცავს ზედაპირიდან ჩამორეცხილ ფხვიერ მასალას, გვხვდება პორფირიტის ხეივანი.

მღვიმური ამომავლებიდან ძირითადი ადგილი უკავია გრავიტაციულ დოღურ-ნახევე გროვებს. მათ გარდა ნაღველები განაწილებულია არათანაბრად.

მელიურის მღვიმეში ფართო და მღალატურიანი დარბაზები (ფოტო 21) მდიდარია დიდი ზომის (სიგრძით 1,8 მ) სტალაქტიტ-სტალაგმიტებით, კალციტის ქერქით, ნაღველით კედლებითა და მოფარდაგებებით (ფარდის სიმაღლე 3 მ-მდე). მრავალფეროვანია მელიტიტების სამყარო, განსაკუთრებით მის ქვედა სართულებზე. ნაღველით ფერი დია-მოყავისფროა. გვხვდება ტალახის სტალაგმიტებიც.

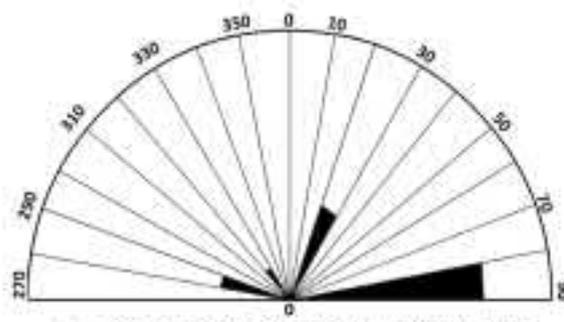
მღვიმეში პაერის მკვეთრი მოძრაობა მის ვიწრო ნაპრაღებსა და ქვედა სართულზე აღინიშნება. მელიურის მღვიმეს რამოდენიმე გამოუკვლეველი გაგრძელება გააჩნია.

ბღერის მღვიმე მდებარეობს წყალტუბოს ხონის სოფ. ქვილიშორთან, მელიურის ტერიტორიაზე, ზღ. დ. 405 მეტრზე.

მდინარე ბღერისწყალი, რომელიც ხათავეს იღებს არაკარსტვადი ტერიტორიიდან, გამოიმუშავებს ვრუ ხეობას და ფლატის ძირში გახსნილ პიროში ჩაედინება. სწორედ ამ ვიწრო პიროში იწყება მღვიმე, რომლის ჯამური სიგრძე 1700 მ-ია, ფართობი 14000 მ², მოცულობა 148 600 მ³ (ნახ. 28).



ნახ. 28. ბღერის მღვიმის გეგმა



ნახ. 29. ბღერის მღვიმის დერეფნების ორიენტირების პისტოგრამა

მღვიმე იწყება წვილმარცვლოვანი ქვიშითა და ზედაპირიდან ჩამორეცხილი ხის ტოტებით ამოცხებული 30 მ-ის სიგრძისა და 40-50 სმ-ის სიმაღლის ხერვლით, რომელშიც მდინარე ბღერისწყალის ნაკადები ჩაედინება (ფოტო 22).

მღვიმეში შესვლა ზაფხულში ძლიერი გვაღვების დროს არის შესაძლებელი, როცა ბღერისწყალი მისუსტებულ ნაკადად არის ქვეული. 30 მ-ის შემდეგ ხერვლს შეუკავართ ნახევის ფსკერზე მოფხილ გაფართოებაში, რომელიც აწყდება 15 მ-ის ხილრმის კას. მის შემდგომ დერეფანს 100 მ-ის შემდეგ შეუკავართ გრანდიოზულ დარბაზში, რომლის სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე შესაბამისად 200-50-25 მეტრია.

ეს დარბაზები განფენილია ორი ტექტონიკური ნაპრადის გადაკვეთის ადგილას (260⁰-270⁰—80⁰-90⁰ და 190⁰-200⁰ —10⁰-20⁰). ფსკერი მოფენილია ჭერიდან მორღვეული დონებით. ნაღველები თითქმის არ გვხვდება, თუ არ ჩავთვლით დონებზე დაღვენილ კალციტის ქერქს. დარბაზს გვეგმაში წაგრძელებული, ოვალური ფორმა გააჩნია. ჭერი წარმოადგენს ფართო, მოსწორებულ პორიზონტულ ხედაპირს.

ბღერის მღვიმის დერეფნების ფსკერს გააჩნია დახრა წყალშთანთქავი პონორიდან განტვირთვის არეალის მიმართულებით. უკუქანობები არ აღინიშნება (ნახ. 29).

მღვიმის მარჯვენა განშტოება ძირითადი ნაწილისაგან მორფოლოგიურად განსხვავებულია. მისი გვეგმა და ჭრილი იმის მანიშნებელია, რომ წარხულში ხწორედ აქედან შემოდოდა ძირითადი ნაკადი, მხოლოდ მისი დახშობის შემდეგ განითარდა დანარჩენი პონორები, რომელთაგანაც მუდმივმოქმედი მხოლოდ თანამედროვე პონორი შემოგვრჩა.

ამ განშტოებაში ფსკერი დაფარულია მძლავრი თხეური ფენით, კვეთაში ხაშკუთხოვანი ფორმა გააჩნია, ჭერი თაღოვანია. მდიდრულადაა წარმოდგენილი კემოგენური ნაღველები, ნაკლებად გრავიტაციული გროუები.

საერთოდ მღვიმის უველაზე ფართო და მძლავრი დერეფნები მდებარეობენ წყალშთანთქავი პონორის ზონაში ან მის მახლობლად, ვინაიდან ინფლუენტის ქანობისა და მიმართულების უეცარი შეცვლა ამ მონაკვეთების ინტენსიურ ეროზიას განაპირობებს.

ბღერის მღვიმე მდ. ბღერისწყლის მიწისქვეშა გაგრძელებას წარმოადგენს. გველეების პერიოდშიც კი მღვიმეში გავლიხება მღინარე, რომელსაც მარჯვნიდან უერთდება მელოურისა და დიდღელეს მღვიმეებიდან შემოსული მედმივი ნაკადი. გადაკვეთს, რა მიუღ ხიდრუკეს განედურად, ეს ნაკადი დასავლურ დაბოლოებაში მდებარე ნახვავსა და მცირე ზომის სიფიში იკარგება.

ბღერის მღვიმეს კარგად ეტყობა ნაკადების ეროზიული ზემოქმედების კვალი. უხეველიანობის პერიოდში შემოსასვლელთან მდებარე 15 მეტრის საფეხური წარმოშობს მძლავრ ხანსქერს, რა ხედაც მეტეველებს ვერტიკალურად ვარდნილი წყლის ბრუნვით განეხილი ღრმა ეროზიული ორმოები. ადუკეოზი შეიცავს არა მარტო კორქველ, არამედ მეზობელი ტერიტორიიდან შემოტანილ პორფირიტულ მახადას, ღამს და ხეივჭას.

სოფლოტას მღვიმე

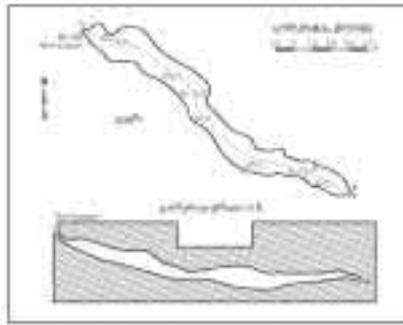
წყალტუბოს მღვიმის სოფ. უემისთაიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით 1,5 კმ-ზე მდებარეობს. მღვიმე მუხხერ ტყეში მდებარე ძაბრის ფსკერზე შენიღბული შესასვლელით იხსნება (ფოტო 23).

მისი აბსოლუტური სიმაღლეა 373 მ ზღ. დონიდან. ძაბრის დიდი ღერძი ორიენტირებულია 45⁰-ის მიმართულებით. მისი სიგრძე 10 მ, მოკლე ღერძის სიგრძე 8 მეტრია, ძაბრის სიღრმე - 8 მ.

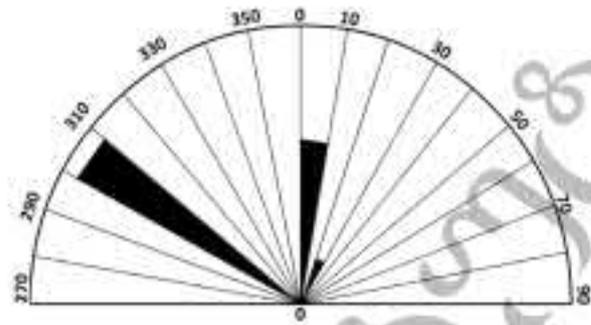
მღვიმე იწყება 5 მ სიგანისა და 2 მ სიმაღლის, მცენარეულობით შენიღბული კარსტული ძაბრის ფსკერზე გახსნილი შესასვლელით. მკვეთრად დახრილი დერეფნის მიღმა მღვიმე 10-15 მეტრამდე ფართოვდება და 25-30 მ სიგანის პორიზონტულ ფსკერიან დარბაზში გადადის, ჭერის სიმაღლე 20-25 მეტრს აღწევს.

სოფლოტას მღვიმის ჯამური სიგრძე 210 მ-ია, სიღრმე 32 მ, საშუალო სიგანე 15 მ, საშუალო სიმაღლე 8,5 მ. ფართობი 3250 მ², მოცულობა 27600 მ³ (ნახ. 30).

ბეიოგ



ნახ. 30. სიღრმის მდვიობის გეგმა



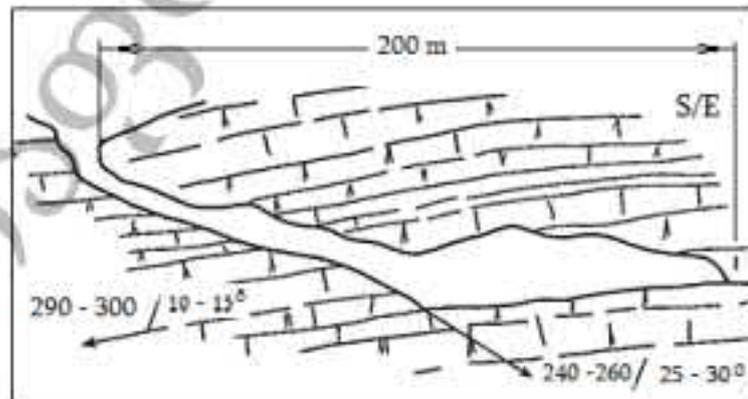
ნახ. 31. სიღრმის მდვიობის დერეფნების ორიენტაციების კონსტორამა

მდვიმე განვითარებულია ზედაპორიულ-ქვედაპორიულ მასიურ და სქელშრებრივ ურგონული ფაციესის კორქეებში. შესახველთან შრეები დაქანებულია ჩდ $290-300^{\circ}$ აზიმუტითა და $10-15^{\circ}$ კუთხით. მდვიმეში დერეფნის კვადრატულ დაქანების აზიმუტი $250-260^{\circ}$ -მდე ეცემა (ნახ. 31).

მდვიმეში განვითარებული ნაპრალები ორ აშკარად გამოხატულ სისტემაში იყრის თავს. ესენია: 1. განედური მიმართების შვეული ან ციციბოდვარდნილი, ხვეულებრივ შრეების დაქანებით მიმართული და 2. აღმოსავლეთისაკენ მცირედ (10° -მდე) გადახრილი სუბპერიდიანული დიასტრომების მიმართების თანხვედრილი სისტემები. კორქეების ფენების ვარდნის აზიმუტი ჩრდილო-დასავლურია $290^{\circ}-300^{\circ}/10-15$, მაგრამ თვით მდვიმეში თანდათან იცვლება თითქმის განედურამდე $250^{\circ}-260^{\circ}$.

სიღრეში განვითარებული ნაპრალები ერთიანდებიან ორ მკვეთრად გამოხატულ სისტემად: განედური მიმართების ვერტიკალური, ციციბოდვარდნილი ნაპრალები და 10° -ით აღმოსავლეთით გადახრილი სუბპერიდიანული, დიასტრომის განფენის თანხვედრილი ნაპრალები.

წყიდტუბოს კორქეული მასივის სხვა მდვიმეებისაგან განსხვავებით, რომლებიც დახრილი არიან დიასტრომის ვარდნის თანხვედრილად, ქანების ვარდნის კუთხის ტოლად, სიღრმის მდვიმე შრეების ვარდნის ხაწინააღმდეგოდ დახრილია შესახველიდან დაახლოებით 150 მ-მდე, შემდგომ 30 მ-ის მანძილზე პორიზონტულია, ხოლო დახარჩენი ნაწილი აღმავალი და ეთხვევა ქანების დაქანების მიმართულებას (ნახ. 32).



ნახ. 32. სიღრმის მდვიობის სტრუქტურული განწერივი კრილი

მდვიმის განიკვეთი სამკუთხოვანია, კერი უსწორმასწორო, ხართულოანობა არ გააჩნია.

სიდეკორტას მღვიმე წარმოადგენს ძველი, ფრეატული წყაროს გამოსავადს, რასზე მისი გასწვრივი ჰრიული მიგვანიშნებს: მღვიმის ქანობის დიდი ნაწილის დახრა შრეების დაქანების საწინააღმდეგოდ შესაძლებელია განვითარებულიყო მხოლოდ ფრეატული წყლების მოქმედების შედეგად, ხოლო თვით წყლის ნაკადი შემოდითა მღვიმის ბოლო ნაწილიდან და სწორედ ამიტომაც მღვიმე ბოლო მონაკვეთში ქანების შრეების წოდის თანხვედრილია, ამასვე მტკიცებებს ზოგიერთი მორფოლოგიური თავისებურებაც, კერძოდ, ზედაპირიდან წყლის გამტარი ვიწრო ნაპრაღის ფრეატული წყლის მოღიანად ამოვსებული მღვიმის არხთან შეერთების ადგილებში ჰერზე წარმოშობილი ელიფსოიდური ფორმის ნაღრმაკვებები, რომლებიც მომრგვალებული, ზოგჯერ ერთმანეთში ჩამჯდარი ზედაპირებით ბოლოვდებიან. იკითხება ამ ელიფსური ღრმულების დიდი ღერძის ორიენტრების დამოხვევა ვერტიკალურ ან ციკაბოდ დახრილი ნაპრაღის მიმართულებასთან. ამის მაგალითს წარმოადგენს მღვიმეში შესახველელიდან 90-ე მეტრზე ჰერზე განხილი დაახლოებით 1 მ-ის სიღრმის ზევით დახშული და ქვევით გახსნილი ცილინდრული სიღრუკეები, ე.წ. „აპის ტიარები“, რომელთა წარმოშობაც შერევის კოროზიასთანაა დაკავშირებული. ამის გარდა, წნევიანი წყლების მოქმედების კარგ მაგალითს წარმოადგენს შემოსახველელის მახლობლად, მარჯვენა კედელში განხილი ერთმანეთში ჩამჯდარი ორმოები (სიგანე 2,2 მ; სიღრმე 2,4 მ) და 180-ე მეტრზე ჰერული კარების თავისებური მიკრო ფორმები, მცირე ზომის ხეფრული ნაღრმაკვებების სახით.

მღვიმის განვითარების ფაზები კარგად იკითხება შესახველელიდან 185-ე მეტრზე მდებარე სტალაგმიტზე (სიმაღლე 2,6 მ, სიგანე 4 მ, გარშემოწერილობა 9,4 მ). სტალაგმიტი გამორეცხილია ფუქსთან, რის გამოც გადახრილია, ხოლო შემდეგ მასზე დადგნითილია ვერტიკალური სტალაგმიტები. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება გამოყოფილ იქნას მღვიმის განვითარების რამდენიმე ფაზა: 1. ფრეატული – როდესაც მოღიანად წყლით იყო ამოვსებული, რასაც მოჰყვა თიხის მძლავრი ფენების დადგენა; 2. შედარებით მშრალი – წყლისაგან განთავისუფლება და თიხაზე მძლავრი ნაღვენი ფორმების განხეა; 3. ვადოზური – წყლნაკადებით თიხის გამორეცხვა და სტალაგმიტის გადახრა; 4. ახალი თანამედროვე – ახალი ნაღვენიების განვითარება გადახრილ სტალაგმიტზე.

სიდეკორტას მღვიმის განივკვეთი სამკუთხედოვანია, ჰერი მცირედ უსწორმასწორო, ფსკერი დაღმავალ – აღმავალი, სართულიანობა არ გააჩნია.

მღვიმე მდიდარია ნაღვენი ფორმებით (ფოტო 24).

მათ შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია გიგანტური ზომის სტალაგმიტ-სტალაქტიტები. მაგ. ერთ-ერთი სტალაგმიტის სიმაღლე 8 მ-ია, გარშემოწერილობა შუა ნაწილში 5 მ-ია, ფსკერთან 8,5 მ. ჰერიდან მორღვეული სტალაქტიტის ფუძის გარშემოწერილობა 8 მ-ს შეადგენს და ა.შ. (ფოტო 25). სიდეკორტას მღვიმის ფსკერი (განსაკუთრებით შუა მონაკვეთში) დაფარულია წერილმარცვლოვანი, კოლმატაციური თიხის სქელი ფენით. შემოსახველელთან ნახევარში ზოგიერთი ღოდის სიგრძე 10 მ-მდეა, ხოლო სიგანე 3 მ.

გვირაბის ბოლოში ფსკერი დაფარულია მცირე ზომის თიხის გურებით, ზოგიერთი მათგანი წყლითაა სავსე (ფოტო 26).

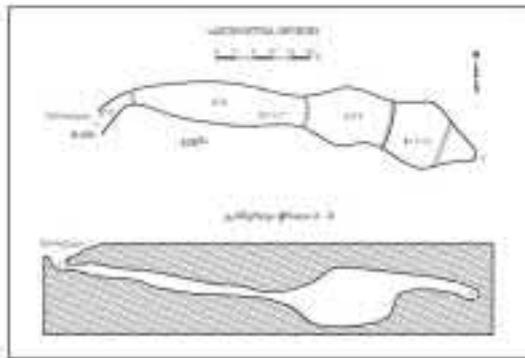
ამჟამად მღვიმეში ნაკადი არ გაედინება. შუა წელში ადგილი აქვს ინტენსიურ წვეთვას, გვხვდება კონდენსაციის კერები.

საწურბღისა მღვიმე მდებარეობს ს. ყუმიბთავთან, მდ. სემის მარცხენა ნაპირზე, ზღ. დონიდან 270 მ (მდ. სემის დონიდან 45 მ) სიმაღლეზე.

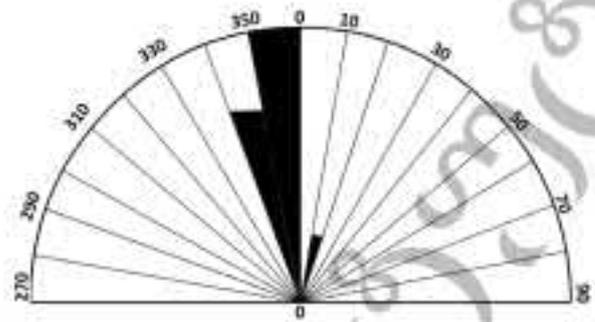
მღვიმის სიგრძე 125 მ-ია, ფსკერის ფართობი 1950 მ², მოცულობა 8100 მ³. სიღრვის შესახველელი იხსნება ახიმეტრიული ძაბრის ფსკერზე (ნახ. 33).

მღვიმე წარმოადგენს 10-25 მ სიმაღლის მკვეთრად დაღმავალ სიღრუკეს, განვითარებულია სქელ და საშუალო შრეებრივ ბარემულ კორქებში. შრეების წოდის ელემენტებია სამხრეთ-დასავლეთით 200⁰-230⁰/15⁰-20⁰.

შესახველელიდან მე-60 მ-ზე დერეფანი აწელება 8 მ-ის სიმაღლის საფეხურს და გადადის 35X25 მ ზომის დარბაზში და თითქმის მდ. სემის დონემდე ეშვება.



ნახ. 33. ხაწურბღლიას მღვიმის
პეგმა და გასწერივი კროლი



ნახ. 34. ხაწურბღლიას მღვიმის დერეფნების
ორიენტირების პისტოგრამა

მღვიმეში შევეთრად გამოკვეთილი მხოლოდ ერთი ციკაბოდ ვარდნილი ნაპრაღების სისტემა (ჩ.აღმ. 10^0-20^0 ხ.-დახ. 190^0-200^0), რომელსაც მოუყვება მღვიმის მთავარი დერეფანი (ნახ. 34).

ხაწურბღლიას მღვიმე წარსულში პალეოხემის კელაპოტის ერთ-ერთ პინორს წარმოადგენდა. ამჟამად მშრალია, კედლებსა და ჭერზე წნევიანი წყლების მოქმედების კვალი შეიმჩნევა. მღვიმის ჭერი თაღოვანია, ფსკერი მისწორებული. განივკვეთში სწორკუთხოვანი ფორმა გააჩნია.

წყაღტუბოს მღვიმური სისტემა უმნიშვნელოვანესი სპელეოლოგიური ობიექტია. რთული მორფოლოგიური და პედოლოგიური პირობების გამო მისი ბოლომდე გამოკვლევა ვერ ხერხდება, დახადგენია უკრ კიდევ უცნობი განშტოებები. კვლევის გეოგრაფიულ-სიდროლოგიური მეთოდის საფუძველზე განისაზღვრა მღვიმური სისტემის შესაძლო გავრცელების მიზნორულებები და სპელეოლოგიური ძიების ახალი ვექტორები.

თავი IV. მღვიმური სისტემის კლიმატური თავისებურებანი

წყალტუბოს მღვიმის კომპლექსურ გამოკვლევებს შორის, სპელეოკლიმატური ელემენტების შესწავლას, მღვიმური სისტემის უსაფრთხო ექსპლუატაციის ინტერესებიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანი უპრადღება ეთმობა. შემუშავდა მღვიმის კლიმატური კვლევის პროგრამა, რომელიც სეზონებში სტაციონარული მეტეოდაკვირვებების ჩატარებას ითვალისწინებდა. მღვიმური სისტემის ძირითადი მაგისტრალის გასწვრივ შეირჩა მეტეოროლოგიური მოედნები, ჩატარდა უწყვეტი სეზონური სტაციონარული დაკვირვება ჰაერის, წყლისა და გრუნტის ტემპერატურაზე, აბსოლუტურ და შეფარდებით სინოტივეზე, ატმოსფერულ წნეეზე, ჰაერის ნაკადის სიჩქარესა და მიმართულებაზე, წყლის ოროქლის კონდენსაციის მოვლენებზე და სხვ. შესრულდა 2 ათასამდე მეტეოდაკვირვება, მათ შორის 1500 საათზე მეტი ავტომატური ჩაწერა თვითმწერი მეტეოროლოგიური ხელსაწყოების გამოყენებით. ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებული იქნა მღვიმის კლიმატური მახასიათებლები წლის თბილი და ცივი სეზონებისათვის.

წყალტუბოს მღვიმური სისტემის კლიმატის ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მიწისქვეშეთის ზედაპირთან დამაკავშირებელი დერეფნებისა და ტექტონიკური ნაპრალების სისტემა, მიწისქვეშა სივონური ტბებისა და პერიოდული ნაკადების არსებობა და სხვ.

IV. 1. ჰაერის მოძრაობა

მღვიმის ურცვლი დარბაზებისა და დერეფნებისათვის ჰაერის მოძრაობა ძალზე შეზღუდულია. ერთადერთი უბანი, სადაც ჰაერის აქტიური ცირკულაცია წარმოებს, მისი ფართო შესახველელია. მღვიმეში ჰაერის მოძრაობის გამომწვევ ძირითად ფაქტორს, ზედაპირული და მიწისქვეშა ჰაერის სიმკვრივეთა შორის სხვაობა წარმოადგენს. დამით, მღვიმის უფრო ცივი და მკვრივი ჰაერი ტექტონიკური ნაპრალებიდან და წყლის სადინარო არხებიდან ზედაპირულ უფრო თბილი ჰაერის მასებს იწოვს, რაც ზედაპირული (0,85-0,90) და მიწისქვეშა ჰაერის სიმკვრივეთა (0,80-0,82) შორის სხვაობის არსებობით არის განპირობებული. ამ დროს ჰაერის ნაკადის სიჩქარე შესახველელთან 0,2-0,5 მ/წმ ფარგლებში ცვალებადობს.

ატმოსფეროს ცირკულაცია და ამინდის პირობები მღვიმის ცირკულაციურ რეჟიმზე არსებით გავლენას ახდენს. ეს მოვლენა ადვილი შესამჩნევია გარდამავალ სეზონებში, ძლიერი თავსხმა წვიმებისა და დინამური ნაკადების მოქმედების პერიოდში. ამ დროს, მღვიმის აღნიშნულ მონაკვეთში ჰაერის ნაკადის სიჩქარე 1,0-1,5 მ/წმ-დე მატულობს და ზოგჯერ მნიშვნელოვან ხიდიდნაც აღწევს.

ჰაერის ნაკადის სუსტი გადაადგილება დამახასიათებელია მღვიმის წყლივანი უბნებისათვის. წყალმოვარდნების პერიოდში მღვიმის პირველ დარბაზსა და სივონური ტბების მიდამოებში, ჰაერის ნაკადის სიჩქარემ 1-1,3 მ/წმ შეადგინა მაშინ, როცა მშრალ პერიოდში აქ, ჰაერის მოძრაობას ადვილი არ აქვს.

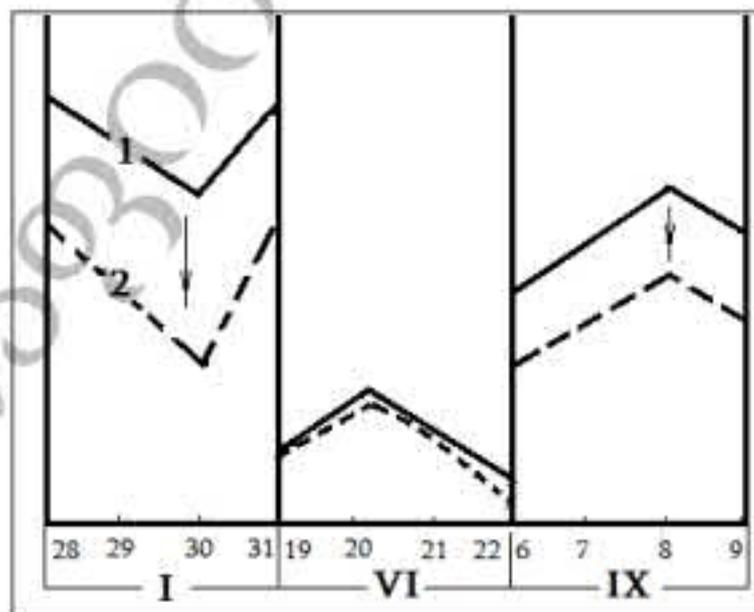
მღვიმეში ჰაერის მოძრაობას და შემოსული ჰაერის ნაკადის ხარჯს სეზონური ცვალებადობა ახასიათებს, სეზონურია ჰაერის ნაკადის მიმართულებაც. ზაფხულში ჰაერი მიმართულია მღვიმის შესახველელიდან ხიდრმისაკენ, ზამთარში პირიქით. აღნიშნულთან დაკავშირებით წლის განმავლობაში ორჯერ მაინცაა პერიოდი, როცა მღვიმური ჰაერის სიჩქარე ნულის ტოლია. მიწის ქვეშ შემოსული ჰაერის ხარჯის ხიდიდნობა, რომელიც გაანგარიშება ნატურული დაკვირვების მასალების გამოყენებით შესაძლებელია ფრთიანი ანემომეტრით გახშილი ჰაერის სიჩქარისა და სათანადო კუთხის მიხედვით, მოცემულია ცხრ. 21-ში.

ზედაპირიდან შემოსული ჰაერის ხარჯი წყალტუბოს მღვიმეში

№	დაკვირვების პერიოდი	ჰაერის ხარჯი, მ ³ /წთ	ჰაერის ხარჯის საშუალო თვიური ხარჯი წინა წლების დაკვირვების მიხედვით
1	ივნისი, 2007	44	34 – მაისი 43 – ივნისი
2	აგვისტო, 2007	54	50 – აგვისტო 42 – სექტემბერი

მიწისქვეშ ატმოსფერული წნევის რეჟიმი გარემომცველი ტერიტორიის ჰაერის ცირკულაციური პირობებით, სითბური ბალანსის რეჟიმით და კარსტული რელიეფის თავისებურებებითაა განპირობებული. ამიტომ, მღვიმეთა ჰაერის ცირკულაციური რეჟიმი მჭიდრო კავშირშია რეგიონის ატმოსფერული წნევის ცვლილებასთან. მათ შორის ფუნქციონარული კავშირი თვალსაჩინოდ ჩანს თბილ სეზონში. ამ დროს მღვიმის თავზე არსებული ნაპრალები მბერავ ხვრელებად წარმოგვიდგება (ცივი ჰაერი შიგნიდან გარეთ უბერავს).

ბარომეტრული წნევის მიხედვით ზაფხულში დაიკვირვება, მაქსიმუმი – ზამთარში, წლის ცივ პერიოდში. ზედაპირზე ატმოსფერული წნევა დაბალია, ვიდრე მღვიმეში, ზაფხულში პირიქით – მღვიმეში უფრო დაბალია, ვიდრე ზედაპირზე, რაც მღვიმურ სისტემაში ჰაერის დაღმავალ (ზაფხულში) და აღმავალ (ზამთარში) მოძრაობას განაპირობებს (ნახ. 35).



ნახ. 35. ჰაერის ნაკადის მიმართულებების ცვლილება წლის სეზონების მიხედვით
1 – ზედაპირზე, 2 – მიწის ქვეშ

გარდამავალ ხეხონებში (გაზაფხული, შემოდგომა) ატმოსფერული წნევა მღვიმეში და ზედაპირზე თითქმის თანაბარია. ამ შემთხვევაში ჰაერის მოძრაობის მიმართულებას ზედაპირზე ძლიერი ქარების დროს კირქვის ნაპრალებში ჰაერის მასების ჩაწოვა ან მოწისქვეშა წყლის ობიექტების დონეთა მკვეთრი ცვლილება განაპირობებს. ფ. ტრომბს (1952) მიაჩნია, რომ ჰაერის ლოკალური ნაკადები გადმობრუნებული ძაბრის მქონე შახტებში შეიძლება წარმოიშვას. ამ შემთხვევაში, კედლების გასწვრივ ჰაერი აღმავალია, ხოლო ცენტრში – დადმავალი. მართლაც, წყალტუბოს წყლიან მღვიმეში, მცირე დებიტის მქონე წყლის ნაკადებისა და ხანხქერების მიერ ჰაერის შეწოვა არა მარტო ქვედა ხართულებიდან, არამედ სოფინებიდანაც კი წარმოებს.

უცვარი წყალმოვარდნების პერიოდში, სოფონური მონაკვეთების სიხვედრეს ძლიერ დანაპრალებულ კედლებსა და ხერვლებში, ადგილობრივი ჰაერის ნაკადები იგრძნობა. ამის მიხეზი სოფონებს შორის არსებული „ჰაერის ჯიბეებიდან“ წყლის დონეების აწვეის შედეგად გამოდენილი ჰაერის ნაკადებია. მოწისქვეშა წყლის ნაკადების დინამური მოქმედების გავლენა ჰაერის ნაკადების სიჩქარესა და მიმართულებაზე, ხეწს მიერ, შემწხვეული იყო ციფწყაღასა და ახალი ათონის მღვიმეებში. მაგ., 1979 წლის ივნისში, ციფწყაღას მოწისქვეშა ნაკადის უცვარმა წყალდიდობამ 0.5-1 მწმ სიჩქარის ჰაერის მოძრაობა გამოწვია. ხოლო, 1979 წლის აგვისტოში ახალი ათონის მღვიმეში წყალდიდობისას დარბაზ „სიურპრისსა“ და სიტრანსპორტო გვირაბს შორის დამაკავშირებელ ხერვლში ქარის სიჩქარემ 2.5-3.5 მწმ შეაღვინა. წყლის დონის დაკლებების შემდეგ, ჰაერის ნაკადის მიმართულება შეიცვალა, ამ შემთხვევაში წყალი დგუშის მოვალეობას ასრულებდა.

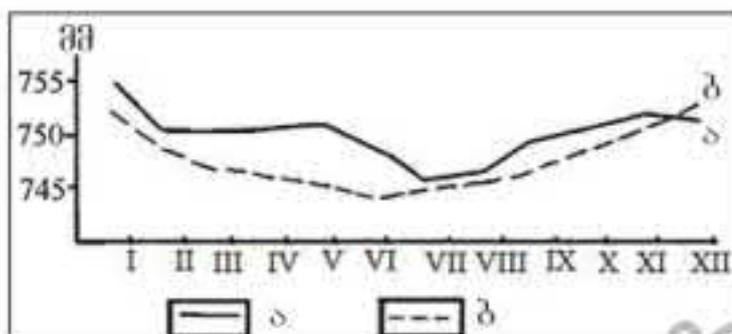
მრავალწლიურმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ბარომეტრული წნევის თვიური ამპლიტუდა მღვიმეში და ზედაპირზე თანაბარია (10-12 მმ), ხოლო დღეღამური (2-4 და 3-7 მმ) უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. აქედან გამომდინარე, ჰაერის წნევა მღვიმურ სისტემაში ზედაპირული წნევის პარალელურად იცვლება, ოღონდ ოდნავ დაგვიანებით.

მღვიმურ სისტემაში ატმოსფერული წნევის განაწილება დამოკიდებულია ფსკერის მორფოლოგიაზე და ცალკეული დარბაზების აბსოლუტურ სიმაღლეებზე. ამიტომ, მღვიმის ხეპირის სინტულ დერეფნებში ჰაერის ყველაზე მაღალი ბარომეტრული წნევა დაფიქსირებულია პიუხონეტრიულად დაბლა მდებარე დარბაზებში. ძირითადი მაგისტრალის გასწვრივ დარბაზების აბსოლუტური სიმაღლეების მატებასთან ერთად, ჰაერის წნევაც შესაბამისად იზრდება 748.3 მმ-დან 751.4 მმ-მდე. სიმაღლის კლებასთან ერთად ატმოსფერული წნევა და შესაბამისად, ჰაერის სიმკვრივეც მცირდება. ამასთან დაკავშირებით მღვიმეში ჰაერის ხვეწის ქვედა ფენებში წნევის შემცირება უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე ზედაპირზე. წნევის შემცირება სიმაღლის მიხედვით ბარიული ხაფეხურით ხახიაოდება. გამოიჩვენა, რომ ატმოსფერული წნევის ბარიული გრადიენტი შეადგენს 8-9 მეტრს, ანუ ჰაერის ხვეწის ყოველ 8-9 მეტრზე ჰაერის წნევა 1 მმ-ით ეცემა.

ჰაერის ეს პარამეტრიც სხვა მეტეოლოგიკებისაგან განსხვავებით ადვილად განიცდის ატმოსფეროში მომხდარ სინოპტიკური მოვლენების გავლენას.

ზამთარში ციშბირის ანტიციკლონის გავლენით საქართველოს ტერიტორიაზე ძლიერდება აღმოსავლეთის ცირკულაციური პროცესები, რაც შავი ზღვის თაფზე დაბალი წნევის არეს წარმოშობს. საქართველოში, აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით ბარიული გრადიენტების სიჭარბე ფიონური ხახიათის აღმოსავლეთის ქარებს იწვევს. ამ დროს, აღმოსავლეთის ექსპონიციის ფერდობებზე მდებარე მღვიმეებში ჰაერის ცირკულაციას უფრო აქტიური ხახიათი აქვს.

ზაფხულში აზორის მაქსიმუმისა და მისი აღმოსავლეთის განშტოების გავლენა საქართველოს ატმოსფერულ პროცესებზე მატულობს, რაც დასავლეთიდან ჰაერის მასების ზემოქმედებას აძლიერებს (**Климат и климатические репурсы Грузии, 1971**). კარსტული ზღლის ტერიტორიაზე ოკლეუხის გადავლის დროს ატმოსფერული წნევა ზედაპირზე და მოწის ქვეშ სინქრონულად იცვლება. ფრონტის გადავლის შემდეგ ჰაერის წნევა მატულობს.



ნახ. 36. ატმოსფერული წნევის წლიური მსვლელობა ხედაპირზე (ა) და მიწის ქვეშ (ბ).

აღმოსავლეთის ბაროული გრადიენტის გაძლიერების შედეგად (მდ. მდ. ცხენისწყლისა და რიონის ხეობებში ძლიერი ქარები), ატმოსფერული წნევა ხედაპირზე და მიწისქვეშ მკვეთრად მცირდება, ხოლო დასავლეთიდან თბილის ფრონტის მოახლოებისას წნევა კვლავ მატულობს (ნახ. 36).

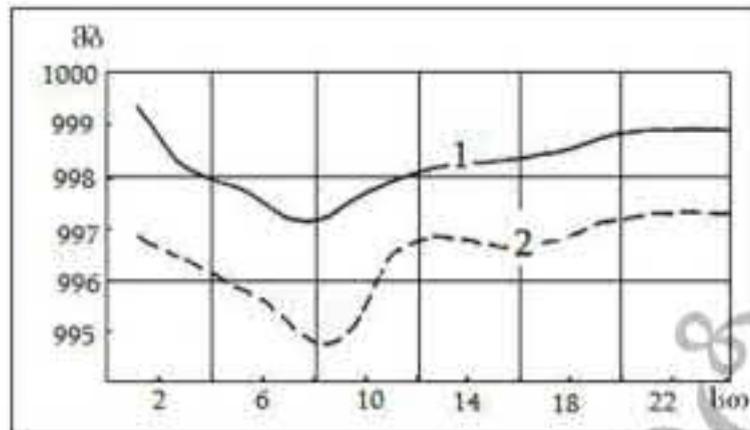
წყალტუბოს მეტეოროლოგიურ სისტემაში სეზონური მეტეოლოლოგიური მონიტორინგით ირკვევა, რომ მიწისქვეშ და ხედაპირზე ჰაერის წნევის საშუალო სეზონური ცვლილება თვისა თვემდე არათანაბრად მომდინარეობს (ცხრ. 22).

ცხრილი 22

ატმოსფერული წნევის სეზონური მსვლელობა მღვიმის დარბაზებსა და ხედაპირზე (2007-2008 წ.წ.)

დაკვირვების ადგილი	ზამთარი	ზაფხული	შესაღება	აბსოლუტ. მაქსიმუმი	აბსოლუტ. მინიმუმი	ამპლიტუდა
ძაბრის ყელთან	752,2	746,6	748,6			
აღმოსასრული კორპუსის ეზოში	748,4	742,6	745,0	754,1	741,8	12,3
კახთისის ფსკერზე	746,7	745,9	748,5	753,8	742,9	10,7
უესტარული	751,5	740,3	753,4	753,4	740,9	12,5
გამორეკების დარბაზი	752,2	745,8	748,4	754,4	741,9	12,5
მშვიდობის დარბაზი	752,6	747,8	750,6	754,5	744,2	10,3
გორაკის ინსტრუქტის დარბაზი	752,8	748,9	751,4	754,9	749,8	10,1

ჰაერის რვეობის შესასწავლად (თვითმწერი მეტეოხელსაწყოების დახმარებით), დაკვირვებულა ≈ 2000 საათიანი (17.V-5.VI.2007) ჰაერის ტემპერატურისა და წნევის მონიტორინგი დაკვირვების მასალა. აღმოჩნდა, რომ ამ პერიოდში, მიწის ქვეშ ჰაერის წნევა 745-750 მმ ფარგლებში იცვლება. გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ მღვიმეში და ხედაპირზე ჰაერის წნევის საშუალო დღეღამური სიდიდე სინქრონულად იცვლება (ნახ. 37).



ნახ. 37. ატმოსფერული წნევის დღეღამური მსვლელობა შედაპირზე (1) და მიწისქვეშ (2)

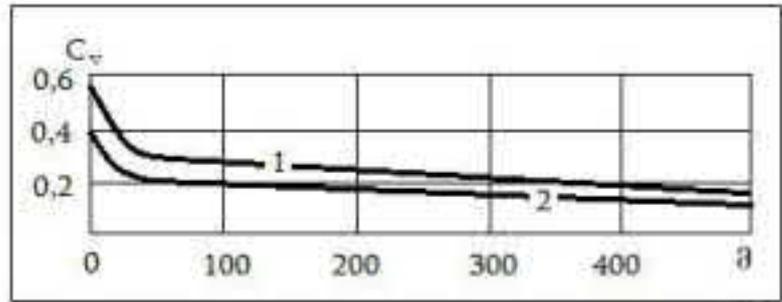
წნევის მინიმუმს ადგილი აქვს 6-დან 10-სთ-მდე, ხოლო მაქსიმუმი შედაპირით (24-02 სთ) აღინიშნება. ჰაერის წნევის დღეღამური ამპლიტუდა მდვიმეში და მის გარეთ, უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისგან (0,75-1,2 მმ და 1,3-1,5 მმ შესაბამისად), ხოლო დეკადური თანხვედბა ერთმანეთის (3,5-5,2 მმ). ეს მდვიმეში ჰაერის წნევის დღეღამური და დეკადური მსვლელობა შედაპირული ჰაერის წნევის მსვლელობის ინდენტურია.

IV. 2. ჰაერის ტემპერატურა

მთიან კარსტულ მდვიმეთა ხაერთო თავისებურებად ითვლება შესახველოდან ხიდრმისაკენ ვარიაციის კოეფიციენტების სწრაფი შემცირება (ჰაერის ტემპერატურისათვის 0.15-0.20, ხიხოტივისათვის 0.08-0.10). წყალტუბოს მდვიმეში წარმოებული სპელეოკლიმატური გამოკვლევების წინასწარი მონაცემებით ირკვევა, რომ აქ ჰაერის ტემპერატურები მდვიმის ძირითადი დერეფნის გასწვრივ არათანმიმდევრულადაა განაწილებული (ცხრ. 24).

მდვიმის საწყისი მონაკვეთი, სადაც უშუალოდ წყლების შემოდინებას აქვს ადგილი, 10 მეტრიანი საფეხურისა და ვიწრო გასახველოების მეოხებით მდვიმის შემდგომი გაგრძელებისაგან თითქმის იზოლირებულია. აქ ხეობის ფსკერზე (ორპირსა და ეუმისთავის მდვიმეს შორის) ხაგუბებული შედარებით ცივი ჰაერის მასები, მხოლოდ აღმაკველ საფეხურამდე ვრცელდება, ძირითადი ნაკადი კი წყლის სადინარ არხებში ჩაიწოვება. საფეხურსა და ვიწრო გასახველოებს მიღმა მდებარე დარბაზებში, იქ სადაც, მეტეოსადგურებია დამონტაჟებული, მდვიმის სუსტი კვნიტოდაციისა და მაღალი კოეფიციენტული მდებარეობის გამო შედაპირული ცივი ჰაერი ვერ აღწევს, რის გამოც მათში ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურები სხვა დარბაზებთან შედარებით მაღალია.

მდვიმის კლიმატური რეჟიმის თავისებურებაა შესახველოდან ხიდრმისაკენ ვარიაციის კოეფიციენტების (ტემპერატურისათვის 0.15-0.20; წყლის ოროქლის დრეკადობისათვის 0.08-0.1) სწრაფი შემცირება (ნახ. 38).



ნახ. 38. პაერის ტემპერატურისა (1) და წყლის ორთქლის დრეკადობის (2) ვარიაციის კოეფიციენტების (C_v) ცვლილება მღვიმის ძირითადი დერეფნის გახსნისას

როგორც წესი, მღვიმეებში პაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურა შესასვლელიდან ხიდრმისაკენ თანდათანობით მცირდება და 30-40 მ-ის შემდეგ მყარდება შედარებით მდგრადი სტაბილური კლიმატური ზონა, რომელიც წლის განმავლობაში პაერის ტემპერატურისა და ხინოტივის საკმაოდ მყარი მახვენებლებით ხასიათდება. მღვიმის ეს ნაწილი ე. წ. „ნეიტრალურ ზონას“ ანუ მოცემული მღვიმის მიკროკლიმატურ პასპორტს წარმოადგენს. როგორც ნახ. 39-დან ჩანს, მღვიმის შესასვლელიდან ხიდრმისაკენ მეტეოლოგიკურების დღეღამური და სეზონური ცვლილების სიდიდეები მცირდება და ხუდს უახლოუდება. ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ შედარებით სტაბილურ (ნეიტრალურ) კლიმატურ ზონასა და მკვეთრად ცვალებად პაერის მახებს შორის იმყოფება აქტიური დინამიური (გამაწონახსწორებელი) ზონა, სადაც პაერის ტემპერატურისა და ხინოტივის მკვეთრი წლიური (13-15⁰C და 5-8 მმ) და დღეღამური (5-7⁰C და 3-5 მმ) რყევა დაიკვირვება.

მღვიმის ხიდრმისაკენ, თქ სადაც, წყლის მუდმივი ნაკადი გაედინება და ხოინურ ტბებს აქენს (III დარბაზში), წყლის დაბალი ტემპერატურების ფონზე (11.8-12.0⁰C), პაერის ტემპერატურაც საგრძნობლად დაბალია (საშუალო 13.6⁰C -მდე) (ცხრ. 23).

ცხრილი 23

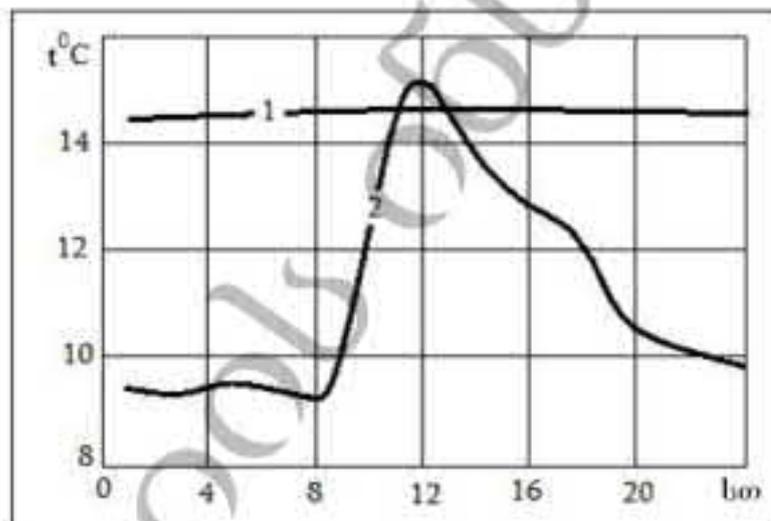
პაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურის მსვლელობა წყალტუბოს მღვიმეში

დაკორექტების ადუალი	ს ა ა თ ე ბ ი				საშუალო	მაქსიმალური	მინიმალური
	25.9	21.9	33.9	29.6			
ადმინისტრაციული კონსტრუქციის ეზოში	25.9	21.9	33.9	29.6	28.3	35.0	20.0
სუობის უსკერსზე	18.9	38.3	21.0	20.3	19.6	23.5	14.6
საწესის მახაკეთი	13.5	15.5	13.8	13.7	13.6	14.2	13.0
I დარბაზი (100 მ)	14.7	14.9	14.8	14.4	14.7	15.6	13.7
II დარბაზი (150 მ)	14.7	14.8	14.7	14.5	14.6	15.5	13.8
III დარბაზი (650 მ)	13.5	13.6	13.7	13.6	13.6	14.0	12.7

ცალკეულ დარბაზებში პაერის ტემპერატურის დღეღამური მსვლელობის მრუდები იდენტურია (ნახ. 4). მაქსიმუმი, ისევე როგორც ზედაპირზე, შუაღამით (14-16 სთ), ხოლო მინიმუმი შუაღამით (23-2 სთ) აღინიშნება. მღვიმის პაერის ტემპერატურის დღეღამური ამპლიტუდა 0,1-0,2⁰ C ზედაპირულ პაერში კი 10-15⁰ C – აღწევს (2007 წლის მათი საკმაოდ ცხელი იყო ეუმისთავში; პაერის საშუალო ტემპერატურამ 28⁰C მიაღწია).

ზედაპირზე პაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი 38,5⁰ C-ია (23.V), მინიმუმი 11⁰ C (24.V). სინკრონულად, მღვიმეში პაერის ტემპერატურის მაქსიმუმი (15,6⁰ C) I დარბაზშია, მინიმუმი (12,7⁰ C) კი სოფონურ ტბებთან (შესახველედან ≈600-650მ-ზე) აღინიშნა. ამრიგად, ზედაპირზე დეკადური ტემპერატურული მსვლელობა მათის თვეში 27⁰-ია, ხოლო მღვიმეში 2-3⁰-C-ს აღწევს.

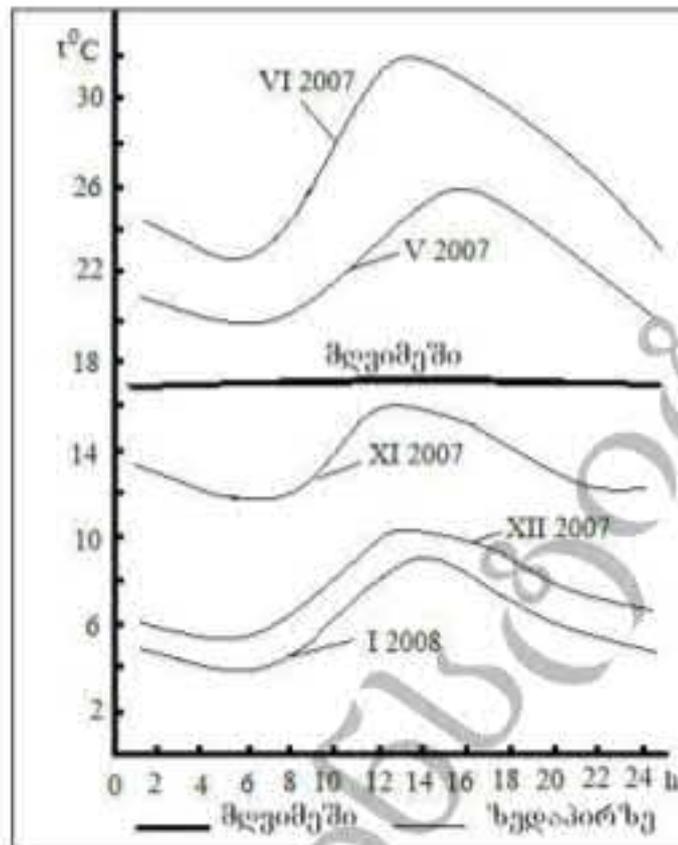
ცალკეულ სეზონებში, ზედაპირზე პაერის ტემპერატურის დღეღამურ მსვლელობაში მაქსიმუმი შუაღამის საათებში (14-16 სთ) შეინიშნება, მინიმუმი დილით (6-8 სთ) დაიკვირვება. მღვიმის დერეფნებსა და დარბაზებში (წლის განმავლობაში) პაერის ტემპერატურის დღეღამურ მსვლელობაში მაქსიმუმებისა და მინიმუმების გამოყოფა არ ხერხდება (ნახ. 39), ე. ი. ამპლიტუდა ძალზე დაბალია. ცალკეულ დარბაზებში, ზედაპირული პაერის ტემპერატურის მსვლელად, დღეღამური მსვლელობის მრუდები იდენტურია (ნახ. 40).



ნახ. 39. პაერის ტემპერატურის დღეღამური მსვლელობის მრუდები:
1 - მღვიმეში; 2-ზედაპირზე (8-17. XI. 2007).

მაქსიმუმი, ისევე როგორც ზედაპირზე, შუაღამით (15-15 სთ), ხოლო მინიმუმი შუაღამით (23-24 სთ) აღინიშნება. ე. ი. ტემპერატურის დღეღამური ამპლიტუდა 0,1-0,2⁰ C-ია, ზედაპირულ პაერში კი 10-12⁰C აღწევს (ნახ. 40).

მღვიმეში პაერის ტემპერატურის საშუალო, აბსოლუტური და მინიმალური ტემპერატურები კარგადაა გამოხატული. პაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მსვლელობაში მაქსიმუმი (საშუალო მიწელი წლის დაკვირვების მასალების ხარჯზე) აგვისტოში (14,1⁰ C) აღინიშნა, მინიმუმი იანვარში (13,7⁰ C). ე. ი. საშუალო წლიური ამპლიტუდა 0,4-0,5⁰ C-ს არ აღემატება, ხოლო აბსოლუტურ მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურებს შორის წლიური სხვაობა 1,5-2,0⁰C არ აღემატება (ცხრ. 24).



ნახ. 40. ჰაერის ტემპერატურის დღეღამური მსვლელობა სეზონების მიხედვით

ხელრემში, იქ ხდება წყლის პერიოდული ნაკადი გაედინება და სივონურ ტბებს აქვს (ა650 მ-ზე). წყლის დაბალი ტემპერატურების ფონზე (11,8-12,0°C) ჰაერის ტემპერატურაც საგრძნობლად მცირდება (13,6°C) და წლის განმავლობაში თითქმის არ იცვლება.

ცხრილი 24

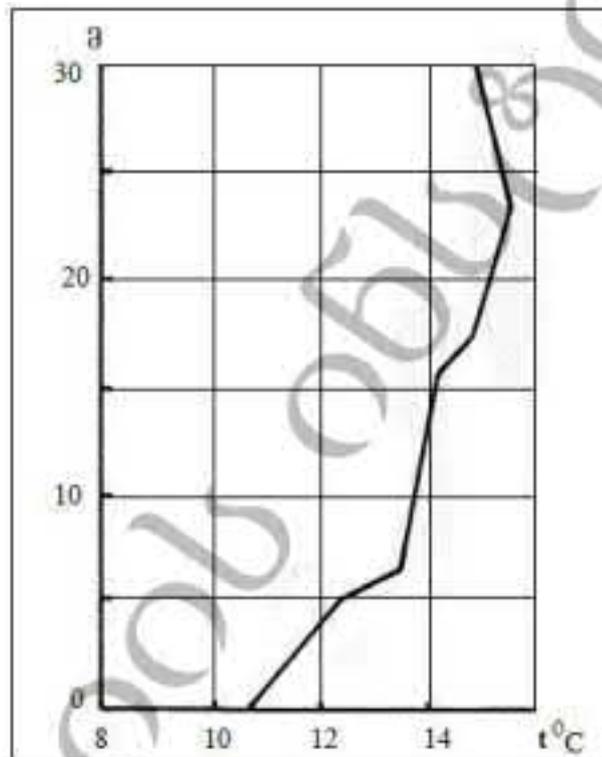
ჰაერის საშუალო ტემპერატურები წლის სეზონების მიხედვით (2007)

N	დაკვირვების ადგილი	XII- I-II	III-IV- V	VI-VII- VIII	IX-X- XI	შბლოტ უდა	საშუალო წლიური ტემპერატურა
1	ბიოკლიმატური სადგური	6,2	13,4	22,7	16,1	18,5	14,6
2	ანტიბისტრატული კონსტრუქციის ქსოვი	6,8	13,8	21,5	12,7	14,7	14,3
3	სკრინის ფსკერზე	4,1	14,7	16,5	7,6	12,4	12,4
4	საწიხი მონაკვეთი (20-მომსახურელებიდან)	12,5	13,1	13,4	13,3	0,9	13,0
5	წებლტუმის დარბაზი (100 მ)	14,4	14,5	14,4	14,3	0,2	14,4
6	გამსარჯების დარბაზი (250 მ)	14,3	14,3	14,4	14,4	0,1	14,3
7	სტადიონების დარბაზი (650 მ)	13,6	13,6	13,6	13,6	0,0	13,6
8	კვლევაფიის ინსტ.	13,8	13,9	14,0	14,0	0,2	13,9

დარბაზი (850 მ)						
-----------------	--	--	--	--	--	--

წყალტუბოს (ყუბისთავის) მღვიმის ვერტიკალურ ჰრიდში, პაერის ტემპერატურა ხიმაღლის მიხედვით არ მცირდება, პირიქით მატულობს, ადგილი აქვს ე. წ. ტემპერატურულ ინვერსიას, რაც პაერის ფენების არათანაბარ განაწილებაზე მუტუელებს და იატაკისა და ჭერის არათანაბარ გათბობა-გაცივებას იწვევს.

ამიტომ, მღვიმეში პაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი უმეტესად უარყოფითია და აღწევს $0.02^{\circ}\text{C}/\text{მ}$ პაერის სვეტის სხვადასხვა ფენებში ტემპერატურის სტრატეფიკაცია დამოკიდებულია მღვიმის პაერის გათბობა-გაცივების პროცესზე, განსაყების ხარისხზე და სხვ. ამიტომ, რომ ტემპერატურული გრადიენტი ტეხილი ხაზით წარმოგვიდგება (ნახ. 41).



ნახ. 41. პაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი წყალტუბოს მღვიმეში

პაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდე დამოკიდებულია მღვიმის პაერის გათბობა-გაცივების პროცესზე, განსაყების ხარისხზე, ამიტომ, რომ ნახა'სზე პაერის ტემპერატურის განაწილება ხიმაღლის მიხედვით არათანაბრადაა წარმოდგენილი.

მღვიმის თითოეულ დარბაზში გრუნტის ტემპერატურა უმნიშვნელოდ განსხვავდება პაერის ტემპერატურისაგან. ზაფხულში მღვიმის პაერისა და გრუნტის ტემპერატურებს შორის სხვაობა $0.4-0.7^{\circ}$ -ია, ზამთარში კი $0.1-0.2^{\circ}$ -მდე მცირდება. ზოგჯერ ეს სხვაობა ქრება და მყარდება გრუნტისა და პაერის თანაბარი ტემპერატურები, რაც მღვიმეში მუდმივ, ერთფეროვან კლიმატს ქმნის.

ამრიგად, წყალტუბოს მღვიმის კლიმატი სტაბილურ კლიმატად შეიძლება ჩაითვალოს.

IV. 3. კაპრის სიღრმე

კარსტული მღვიმის პაერის ტენიო გაჯერების ხარისხი ეფექტური ტემპერატურის გამოთვლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პარამეტრს წარმოადგენს, რასაც ადამიანის ორგანიზმზე მოწისქვეშა სამყაროს კომპლექსური ზემოქმედების შეფასებაში გარკვეული როლი ენიჭება. ორგანიზმში სითბო გაცვლის პროცესების ხანგრძლივობა მღვიმის პაერის ტენსომცველობაზე დამოკიდებულია. მოწისქვეშ კონდენსაციის მოვლენები და ინტენსივობის ხარისხი, წყლის ორთქლის დრეკადობითა და მისი დეფიციტით განისაზღვრება. ამიტომ, სინოტივის მანუფრეტებს, პაერის ტემპერატურასთან ერთად, მღვიმეთა კლიმატური პირობების შეფასებაში ერთ-ერთი წამყვანი როლი მიეკუთვნება.

მღვიმეში წყლის ორთქლის დრეკადობის დღეღამური ან დეკადური მსვლელობა ძირითადად პაერის ტემპერატურის მსვლელობის იდენტურია. წყლის ორთქლის დრეკადობის მაქსიმუმი (16,0 მმ) I და II დარბაზში აღინიშნება, მინიმუმი (12,5-13,00 მმ) პოფსომეტრულად ყველაზე დაბლა მდებარე უბნებისთვისაა დამახასიათებელი (მაგ. მოწისქვეშა ხეობასა და სოფონურ ტბებთან). მღვიმის ქვედა ხართულზე (აღპინისტოა დარბაზის მიღმა), სადაც პაერის ტემპერატურა II-12⁰-ია, ეს სიდიდე 11,0-11,5 მმ-დე მცირდება (ცხრ. 25).

ცხრილი 25

მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების შედეგები

დაკვირვების ადგილი	პაერის ტემპერატურა, t ⁰ C	წყლის ორთქლის დრეკადობა, მმ	შეფარდებითი სინოტივე, %	სინოტივის დეფიციტი, მმ
აღმოსავლეთი კორპუსის ეზოში	17,6	14,8	72	7,4
ხეობის უსკვრზე	15,2	13,0	95	1,0
საწყისი მთაკვეთი	15,4	11,1	98	0,4
I დარბაზი (100 მ)	14,4	12,1	98	0,4
II დარბაზი (90 მ)	15,6	11,3	98	0,4
III დარბაზი (650 მ)	14,0	11,8	98	0,4

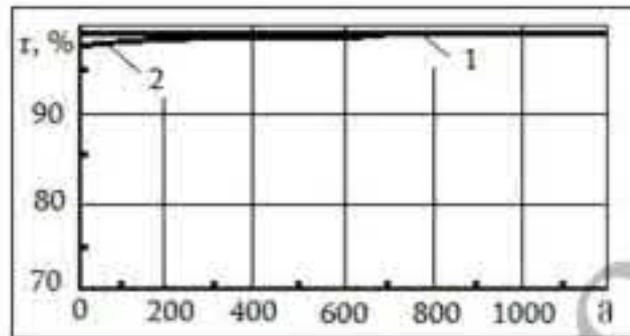
დღეღამურ მსვლელობაში წყლის ორთქლის დრეკადობა მინიმუმს დიდის საათებში აღწევს, მაქსიმუმი წაშუადღევს შეიმჩნევა, რაც მღვიმის პაერის ტემპერატურის დღეღამური მსვლელობის იდენტურია.

ამრიგად, მოწისქვეშ წყლის ორთქლის დრეკადობის ცვლილება მჭიდრო კავშირშია პაერის ტემპერატურის ცვლილებასთან (კორელაციის კოეფიციენტი $r = (-0,86-^{*}0,05)$; კერძოდ, პაერის ტემპერატურის მატებით წყლის ორთქლის დრეკადობა მატულობს.

მღვიმის გარემომცველი ტერიტორიის ფარგლებში წყლის ორთქლის დრეკადობის მსვლელობას მნიშვნელოვანი რყევა ახასიათებს. მაქსიმუმი ზაფხულში აღინიშნება, მინიმუმი – ზამთრის თვეებზე მოდის (აბსოლტუდა 5-6 მმ), ხოლო მღვიმეში 0,4-0,6 მმ არ აღემატება.

მღვიმეში პაერის შეფარდებითი სინოტივე ყველგან მაღალია (95-98 %), რაც გარემომცველი ტერიტორიის პაერის შეფარდებით სინოტივეს 40-42%-ით ხტარბობს. შეფარდებითი სინოტივე ძირითადი დერეფნის გასწვრივ თითქმის არ იცვლება, თუ

მხედველობაში არ მივიღებთ შესხვედელის წინა მონაკვეთს, სადაც ზამთრისა და ზაფხულის შეფარდებითი ხიხოტიეები უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (ნახ. 42).

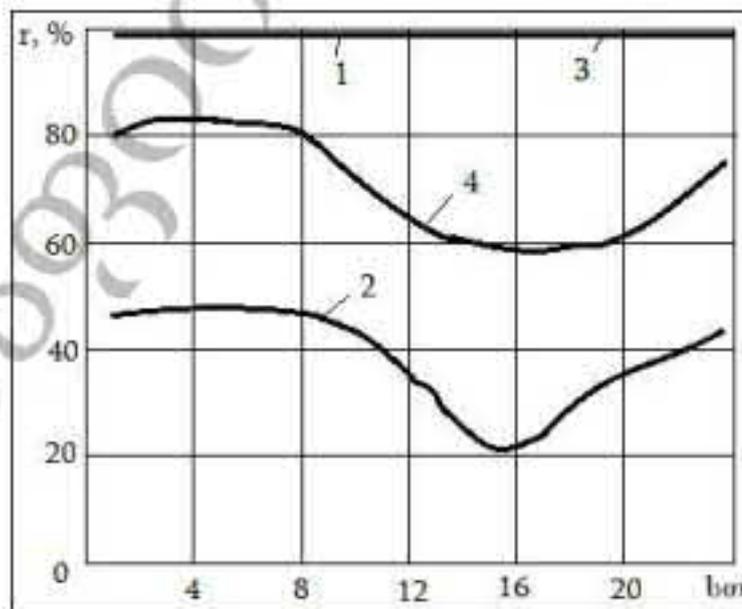


ნახ. 42. შეფარდებითი ხიხოტიეის (r,%) მხედველობა ძირითადი დერეფნის გასწვრივ: 1 - ზაფხულში, 2 - ზამთარში

შეფარდებითი ხიხოტიეის დღეღამურ მხედველობაში მარქსიზმებისა და მინიზმების გამოყოფა არ ხერხდება, რეჟის ამპლიტუდა კი 0,2-0,4%-ის არ აღემატება (ნახ. 43).

წვალტუბის მღვიმის პაერის მაღალ ტენიანობას თვით სიღრუს ჭარბად ნოტიო სუბტროპიკულ ზონაში მდებარეობა და უხვი ატმოსფერული ნალექები (1818 მმ) განაპირობებს. დანესტიანების კოეფიციენტი 3-4 მმ-ის ტოლია, ე. ი. ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი საკმარისად ან ზომიერად არის დანესტიანებული.

პაერში ხიხოტიეის დეფიციტის რაოდენობრივ მანევრებულზე დიდად არის დამოკიდებული აორთქლების ინტენსივობა, რადგან იგი გამოხატავს დანაკლისს პაერის სრულ გაჯერებაამდე. მღვიმეში ხიხოტიეის დეფიციტის დღეღამური მხედველობა პაერის ტემპერატურის დღეღამური მხედველობის იდენტურია. დღით (6-7 სთ), მაღალი შეფარდებითი ხიხოტიეისა და პაერის დაბალი ტემპერატურების ფონზე, ხიხოტიეის დეფიციტი ყველაზე დაბალია (0,3-0,4 მმ). შუაღით 0,4-0,7 მმ-ია, ზედაპირზე კი 5-6,5 მმ არ აღემატება.



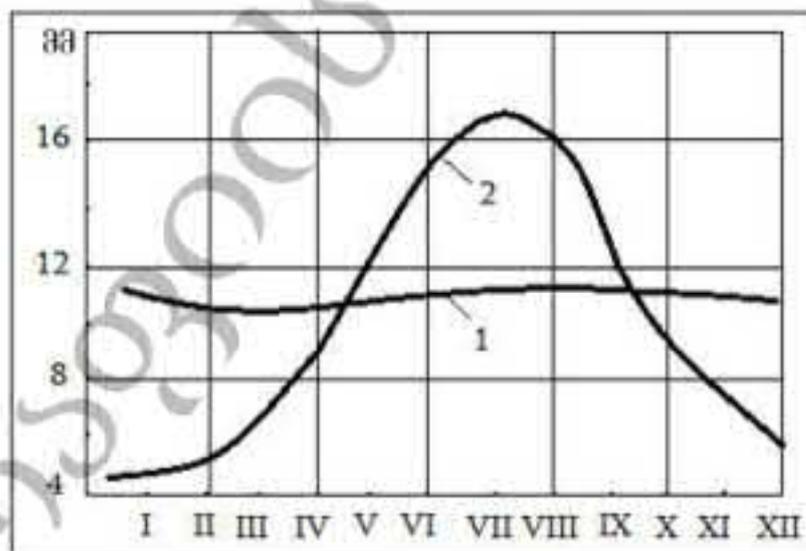
ნახ. 43. პაერის შეფარდებითი ხიხოტიეის (r,%) დღეღამური მხედველობა ზაფხულში (1 - მღვიმეში, 2 - ზედაპირზე); და ზამთარში (3 - მღვიმეში, 4 - ზედაპირზე).

კარსტული მღვიმეების პაერის ხინოტივე ნაკლებად სტაბილურ კლიმატურ ელემენტს წარმოადგენს. სპელეოკლიმატოლოგთა თანამედროვე გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ პაერის მასას თავისუფალ ატმოსფეროში 25⁰-იანი ტემპერატურის დროს აქვს 75% -იანი შეფარდებითი ხინოტივე, 20⁰-ის დროს უკვე 100%, ხოლო 13⁰-ზე პაერში არსებული წყლის ორთქლი ახლოა გაჯერების მდგომარეობასთან. პაერის ხინოტივისა და ტემპერატურის ეს დამოკიდებულება საშუალებას გვაძლევს წარმოვიდგინოთ თუ რა ოდენობის კონდენსაციური ნალექი გამოიყოფა წყალტუბოს (ყუმისთავის) წყლიან დერეფნებში თუნდაც ერთი სეზონის განმავლობაში.

IV. 4. კონდენსაციური მოვლენები

წყალტუბოს მღვიმეში სეზონური მეტეოდაკვირვებების საფუძველზე ირკვევა, რომ კონდენსაციური ნალექების გამოყოფა ინტენსიურად წარმოებს წლის თბილ პერიოდში (მაისიდან ოქტომბრამდე), როცა წყლის ორთქლის დრეკადობა ზედაპირზე მაღალია, ვიდრე მიწისქვეშ. აქ პაერში არსებული წყლის ორთქლი ახლოა გაჯერების მდგომარეობასთან.

კონდენსაციის თეორიის თანახმად, მღვიმეში დღეღამის განმავლობაში გამოყოფილი ტენის ოდენობა მჭიდრო კავშირშია ხიდრუს მოცულობასთან, პაერცელის ინტენსივობასთან, ზედაპირულ და მღვიმის პაერის წყლის ორთქლის დრეკადობებს შორის სხვაობის ხიდიდესთან (Дублянский, 1977). ე. ი. მიწისქვეშ კონდენსაციის ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც წყლის ორთქლის დრეკადობა ზედაპირზე მეტია, ვიდრე მიწისქვეშ, ხოლო ხინოტივის დეფიციტი მათ შორის ნულის ტოლია (Оболенский, 1944) (ნახ. 44).



ნახ. 44. წყლის ორთქლის დრეკადობის წლიური მხედველობა მთიწინეთის კარსტულ მღვიმეებში (1) და ზედაპირზე (2).

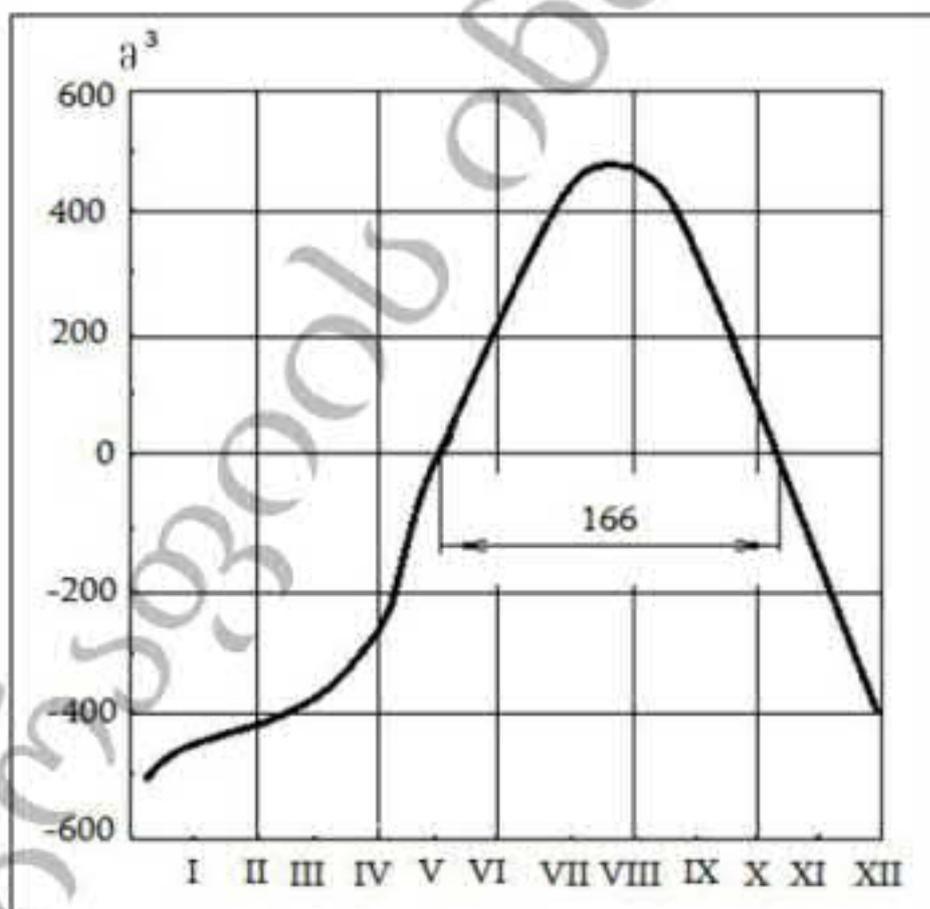
ეს საკითხი ჯერ კიდევ ნაკლებად არის დამუშავებული, თუმცა არსებული ლიტერატურული წყაროების მიხედვით, კონდენსაციური ნალექების წილი საგრძნობია უბინობა და დასავლეთ კავკასიონის რიგი კარსტული რაიონების ატმოსფერული ნალექების წლიურ ჯამში. ასე მაგ., ს. პრიკოფიევის (1964) დაკვირვებებით, ვორონცოვის მღვიმის ძირითად მაგისტრალზე კონდენსაცია გრძელდება მაისიდან სექტემბრამდე და

მერვეობს 117,8-3216,5 ლ/დღეღამეში, ხოლო ე. დუმლიანსკის (1971) გაანგარიშებით, ყირიმის მღვიმეებში კონდენსაციური ტენი ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამის 7,3% შეადგენს. შიშაინი ყირიმის და დასავლეთ კავკასიონის მდინარე კარსტის რაიონებში კონდენსაციური ნალექების მიახლოებითი გამოთვლებისათვის სარგებლობენ ე. ობოლენსკის (1944; გადაშუშავებული ე. დუმლიანსკის მიერ) ფორმულით:

$$Q=IVT(e_{\text{ხვდ}}-e_{\text{მწ.}}).$$

სადაც, Q - კონდენსაციური ტენის ოდენობა; I - მღვიმეში ჰაერცვლის კოეფიციენტი; V - ხიდრუსის მოცულობა; T - კონდენსაციის პროცენტის ხანგრძლივობა (166 დღეღამე; ხოლო $e_{\text{ხვდ}}$ - $e_{\text{მწ.}}$ წყლის ორთქლის დრეკადობათა შორის სხვაობა ხედაპირზე (14,7 მმ) და მიწისქვეშ (10,9 მმ).

ჩვენი სავარაუდო გაანგარიშებით, კონდენსაციური ტენის საერთო ოდენობა წყალტუბოს მღვიმეში 1870-2000 მ³-ია ანუ 115-120 მმ/წელიწადში, რაც ხედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექის წლიური ჯამის (1818 მმ) 6,3%, ხოლო სეზონურის (460 მმ) 25% შეადგენს. აქედან გამომდინარე კონდენსაციური ნალექის 259,2 მ³ ხეკტემბერში აღინიშნება, ივნისში შედარებით დაბალია (216 მ³). აორთქლების მაქსიმუმი (1250 მ³) იანვარში დაიკვირვება, მასსა და ოქტომბერში აორთქლება სჭარბობს კონდენსაციას (ნახ. 45).



ნახ. 45. კონდენსაციისა (+) და აორთქლების (-) წლიური მსვლელობა წყალტუბოს მღვიმეში; 166 - კონდენსაციის პროცენტის ხანგრძლივობა (დღეღამე)

წლის ცივ პერიოდში, მღვიმეთა უძრავლესობაში ადგილი აქვს აორთქლებას ხესტად გამოხატული დედამიწური მსვლელობით. წლის ორთქლის დრეკადობათა შორის სხვაობა მაქსიმუმ აღწევს იანვარსა და თებერვალში (4-5 მმ). მარტში კარგად არის გამოხატული აორთქლების დედამიწური მსვლელობა – დამით მცირდება, დღის ხაათებში მატულობს. ამ დროს მოიხწინა კარსტის ზოგიერთ მღვიმეში შესახლებულია ადგილი კჰონდეს კონდენსაციას.

თუმცა, აორთქლების ეს ხიდიუ არსებით გავლენას ვერ ახდენს მღვიმეში მდებარე სიფონური ტბების წლის ბალანსზე, რამდენადაც მღვიმის გიგანტურ დარბაზებში, გაძნელებული ევტილაციის პირობებში აორთქლებული წყალი მღვიმის ცივ კედლებზე კვლავ წვეთების ხაით დაიფუქება.

IV. 5. სოლკოტას მღვიმის კლიმატი

წყალტუბის (ეუზისთავის) მღვიმეში ჩატარებული მეტეოლაკვირებების პარადელურად, სპელეოთერაპიული მიხით ათვისებასთან დაკავშირებით სპელეოკლიმატური გამოკვლევები ჩატარდა ამავე სისტემაში შემავალ „სოლკოტას მღვიმეში“.

სოლკოტას მღვიმის კლიმატი ზომიერი ღანდშაფტური ზონის მღვიმეებისათვის დამახასიათებელ კლიმატს უახლოვდება, რაც განპირობებულია მღვიმის შესასვლელი ხერყლის ფოთლოვანი ტყის შუაგულში მდებარეობით და თვით სიღრუის დაღმავალი მორფოლოგიის ხასიათით.

დღის განმავლობაში მელურის პლატოს თავზე, სექტემბრის თვის მონაცემებით, პაერის ტემპერატურა დამით 3-5⁰ C-მდე ეცემა, რის გამოც ზედაპირული ცივი და მძიმე პაერი დაღმავალი ხასხველელი დერეფნით აღედად ეშვება მღვიმის ფსკერისაკენ. აქ პაერის გათბობა გაცილებით ხელა მიმდინარეობს, ამიტომ პაერის დაბალი ტემპერატურები (10,5-11⁰ C) დიდი ხნის მანძილზე უცვლელი რჩება.

პაერის ტემპერატურა ხასხველელიდან 10-15 მ სიღრმეზე 26,5⁰ C – დან (2.09.2007წ) 11⁰ C-მდე ეცემა. სიღრმისაკენ პაერის ტემპერატურა კიდევ უფრო მცირდება და მღვიმის მოხწორებულ ფსკერზე, რომელიც ამავე დროს პოფსომეტრიულად ვველაზე დაბლა მდებარე უბანია, 10,6⁰ C აღწევს.

მღვიმეში პაერის ტემპერატურის მაქსიმუმი 12,7⁰ C-ია, მინიმუმი 10,4⁰ C ბოლო მონაკვეთში, ეწ „მაღალი სტადიაგმიტის“ სიახლოვეს აღინიშნება. პაერის ტემპერატურის ამპლიტუდა აღნიშნულ პერიოდში 1,5-2⁰ C-ია, ხოლო დედამიწური – 0,2-0,4⁰ C-ის ფარგლებში იცვლება.

გრუნტის ტემპერატურა მღვიმის მოელ სიღრმეზე თანაბარია და 10,5-10,7⁰ C, ხოლო ინფილტრაციული წყლის ტემპერატურა 10,4⁰ C-ია. ეი მღვიმის პაერის ტემპერატურის დაბალ მანვერებლებს მღვიმის ამგები ქანებისა და ჭერიდან გაჟონილი წყლის დაბალი ტემპერატურებიც განაპირობებს.

მღვიმის წინა დაღმავალი მონაკვეთიდან სიღრმისაკენ პაერის სინოტივე სწრაფად კვლბულობს, ხოლო შემდგომ უმნიშვნელოდ იცვლება. პაერის ფარდობითი ტენიანობა მღვიმეში საკმაოდ მაღალია (95-97%), რაც ზედაპირული პაერის ტენიანობას 20-25%-ით აღემატება.

წყალტუბის კორქული მახივის მღვიმეებში და მათ შორის სოლკოტას მღვიმის პაერის მაღალ ტენიანობას თვით სიღრუის ჭარბად ნოტიო სუბტროპიკულ ზონაში მდებარეობა და ტერიტორიაზე მოხული უხვი ატმოსფერული ნალექები (1818 მმ) განსახლებურავს, დანესტრიანების კოეფიციენტი აქ 3-4-ის ტოლია, ეი ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი საკმარისად, ან ზომიერად არის დანესტრიანებული.

როგორც ხანს მღვიმეში, წლის განმავლობაში, კონდენსაციური ნალექების გამოყოფა ინტენსიურად წარმოებს, მაგრამ დაკვირვების მასალების სიმცირის გამო კონდენსაციური ტენის ხაერთო ოდენობის დადგენა ჯერჯერობით არ ხერხდება.

შომავალში წყალტუბის კორქული მახივის მღვიმეებში სპელეოკლიმატურ გამოკვლევებს სისტემატური ხასიათი უნდა მიეცეს, რაც მიწისქვეშა ძველების ოპტიმალური ექვლუატაციის ინტერესებითაა ნაკარნახევი.

IV. 6. ექსპლუატაციის პირობებში წყალტუბოს (ეფმისთაეთს) მღვიმის ბუნებრივი კლიმატის შენარჩუნების აუცილებლობა

როგორც ხაზგარტყობის რიგი ქვეყნების (აშშ, საფრანგეთი, ბელგია, სლოვენია, ესპანეთი და სხვ.) გამოცდილება გვიჩვენებს, კეთილმოწყობილი მღვიმეების კლიმატური რეჟიმი წლიდან წლამდე მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის: ორღვევა წლიდან დამკარებელი ბუნებრივი განიავების პროცესი, იზრდება პაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, მცირდება ფარდობითი ტენიანობა, უარესდება პაერის აირული შედგენილობა. ამის დასტურია სვენს მიერ (ტატამიძე ზ. და სხვ., 1992) წლების განმავლობაში ზოგიერთ კეთილმოწყობილ მღვიმეში წარმოებულ სპეციალკლიმატური, გეოდინამიკური, ატმოსფეროს ელექტრობის ზოგიერთი ელემენტის, აეროზოლებისა და პაერის აირული შედგენილობის კვლევის შედეგები.

1. სპეციალკლიმატური პარამეტრები მღვიმის კეთილმოწყობამდე

პაერის მოძრაობა. მღვიმეში პაერის ნაკადის წარმოშობის ძირითადი მიზეზი ზედაპირულ და მიწისქვეშა პაერის სიმკვრივეთა შორის სხვაობაა. აღნიშნული სიდიდის გამოსათვლელად ეისარგებლეთ სპეციალკლიმატური დაკვირვებების 24 საათიანი ციკლისა და სეზონური დაკვირვებების მახალებით. აღმოჩნდა, რომ მიწის ქვეშ პაერის წნევა 99,575-100,108 კპა ფარგლებში, ხოლო ზედაპირზე, შესატყვის პერიოდში - 98,375-99,750 კპა ფარგლებში მერყეობს. მღვიმეში და ზედაპირზე პაერის წნევის საშუალო დღე-ღამური სიდიდე სინქრონულად იცვლება. წნევის მინიმუმი 17-19 სთ-ის შუაღელში, ხოლო მაქსიმუმი შუაღელთ აღინიშნება. წნევის ცვალებადობის დღე-ღამური ამპლიტუდა მღვიმეში და ზედაპირზე უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (100-160 პა და 170-200 პა შესაბამისად), ხოლო დეკადური - თითქმის თანხვედრილია (500-700 პა).

აღსანიშნავია, რომ მღვიმის პაერის სვეტის დაახლოებით 8,5 მ სიმაღლეზე ატმოსფერული წნევა 100 პასკალით იცვლება და ბარული გრადიენტის მეშვეობით შესაძლებელია ხარწმუნო შედეგების მიღება.

პაერის ტემპერატურა. მღვიმის ძირითადი დერეფნის გასწვრივ პაერის ტემპერატურის განაწილება უთანაბროა. საწყისი მონაკვეთი და პირველი დარბაზი თითქმის იზოლირებულია დანარჩენი მღვიმისაგან, ამ ადგილას შესაშნვეთა ტემპერატურის დღე-ღამური და სეზონური ცვალებადობა, რომლის ამპლიტუდა შესაბამისად შეადგენს 15°C და 4,5°C-ს.

მღვიმის დანარჩენი ნაწილი იმ მონაკვეთამდე, სადაც მიწისქვეშა ნაკადი გაედინება და სივონურ ტბებს აჩენს, სუსტად ნიაყდება, რის გამოც პაერის ტემპერატურა შედარებით მაღალია (14,0-14,2°C) და დღე-ღამური ცვალებადობა არ შეინიშნება. ტემპერატურის სეზონური ცვალებადობა კი ამ მონაკვეთზე, რომლის სიგრძე 2650 მ შეადგენს, შესაშნვეთა და ამპლიტუდა უახლოედება 0,4°C. მიწისქვეშა ნაკადის ხათაყვისთან პაერის ტემპერატურა ეცემა 13,6°C-მდე და სტაბილურობას იხარჩუნებს 2100 მ მაჩიღზე, ხოლო შემდეგ მატულობს და ტრასის მოედ სიგრძეზე 14°C ფარგლებში რჩება. როგორც ეტყობა, აქ ტემპერატურის ფორმირებაზე გაედუნას ახედენს მიწისქვეშა ნაკადი, რომელიც ხაექსკურსით ტრასის ბოლომდე გაედინება.

წყლის ტემპერატურა ყველა სეზონში პრაქტიკულად მუდმივია და შეადგენს 12°C. წყლის დებიტი ცვალებადია - 60 ლ/წმ (აგვისტო) და 800 ლ/წმ (აპრილი).

პოესიმეტრულად მაღლა განლაგებული დარბაზები („წყალტუბო“, „ქუთაისი“) გამონაკლისად შეიძლება ჩითვადოს. აქ ყველაზე მაღალი ტემპერატურა ახასიათებს პაერს, 214,8°C, რომელიც სეზონურ ცვალებადობას პრაქტიკულად არ განიცდის.

ამჟვარად. წყალტუბოს მღვიმეში ბუნებრივი წვეის სიმცირისა და სუსტი განიავების გამო შესახედელი მონაკვეთის გარდა პაერის ტემპერატურის დღე-ღამური ცვალებადობა პრაქტიკულად არ შეიძნვეთა.

სუსტი პაერცვლის დამადასტურებელია ის ფაქტორიც, რომ პაერის ტემპერატურა ცალკეულ დარბაზებში თითქმის ავტონომიურია, ასიმპტოტურად უახლოედება გარემომცველ ქანთა მახვის ტემპერატურას და არ განიცდის სეზონურ ცვალებადობას.

ფარდობითი ტენიანობა. წელიწადის სეზონის მიხედვით მღვიმეში ხდება წყლის ოროქლის კონდენსაცია ან აორთქლება და ფარდობითი ტენიანობა სტაბილურად 97-

99%-ის დიაპაზონში მერყეობს, რაც ზედაპირული პაერის ფარდობით ტენიანობას საშუალოდ 40%-ით აჭარბებს. შესახვედელის გარდა, დღე-ღამის განმავლობაში ფარდობით ტენიანობის ექსტრემალური მნიშვნელობები არ აღინიშნებოდა. ეს მაშინ, როცა ზედაპირულ პაერს გამოკვეთილი ცვალებადობა ახასიათებს, რომლის ამპლიტუდა შეადგენს დაახლოებით 12%.

უნდა დავასკვნათ, რომ წყალტუბოს მღვიმის ექსპლუატაციის მოქმედი პერიოდის განმავლობაში აუცილებელია პაერის ტემპერატურისა და ფარდობით ტენიანობის ბუნებრივი ფონის შენარჩუნება (Jishkariani J., Tatashidze Z., Tsikarishvili K., Lanchava O., 2010).

2. მღვიმის სპეციფიკაციური პარამეტრები კეთილმოწყობის შემდეგ, პაერის ტემპერატურა პრაქტიკულად არ შეცვლილა კეთილმოწყობის სამუშაოების ჩატარების შედეგად, პაერის ხარჯი $\pm 12-15\%$ -ით არის გაზრდილი, ხოლო ფარდობით ტენიანობა შემცირდა $\pm 12-15\%$ -ით. პაერის ხარჯი თვეების მიხედვით და მღვიმეში დასასვეებ ექსკურსანტთა რიცხვი მოცემულია ცხრ. 26-ში.

პაერის შედგენილობის კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ იგი არ შეიცავს წყად და ტოქსიკურ აირებს: CH_4 , H_2S , SO_2 , ჯანგაბადისა და ჩახშირორჟანგის შემცველობა ნორმის ფარგლებშია.

3. მღვიმის სექსპლუატაციის ვითარება, გაანგარიშებებმა ცხადყო, რომ ცხრილი 24-ის მონაცემების შეხაზამისად, მღვიმის 8 ხაათონი რეჟიმის დასასრულისათვის პაერის ტემპერატურა 4,5-5,0 გრადუსით იქნება მომატებული ტრასის მოედ სიგრძეზე. ეს ნამატი დღე-ღამის დახარხენ პერიოდში მოიხსნება და დარჩება მხოლოდ ტემპერატურის ფონური ნაზარდი, რომელიც თვის განმავლობაში 0,2-0,4 გრადუსის დიაპაზონში შეიცვლება. ხანგრძლივი ექსპლუატაციის შემდეგ მღვიმის ტემპერატურული რეჟიმი არსებითად შეიცვლება, რადგან ბუნება აღნიშნულ ფონს დახმარების გარეშე ვერ გააწვრივრავებს.

ცხრილი 26

პაერის ხარჯისა ექსკურსანტთა რიცხვის მანევრებლები წყალტუბოს მღვიმეში

N	თვეები	პაერის ხარჯი, მ ³ /წთ	ექსკურსანტთა ოპტიმალური რიცხვი	ექსკურსანტთა მაქსიმალური რიცხვი
1	იანვარი	57,5	7068	10780
2	თებერვალი	55,2	6216	9240
3	მარტი	46,0	5580	8556
4	აპრილი	23,0	2700	4278
5	მაისი	39,1	4500	7020
6	ივნისი	49,5	5760	9000
7	ივლისი	57,0	6882	10230
8	აგვისტო	58,3	7068	10788
9	სექტემბერი	48,3	5760	9000
10	ოქტომბერი	25,3	2976	4650
11	ნოემბერი	32,2	3780	5760
12	დეკემბერი	50,6	6138	9486

მღვიმეში უკვე დარღვეულია ტენიანობის ბუნებრივი ფონი, რაც წყალხარისი კარიადის აგებამ გამოიწვია. პაერის ფარდობით ტენიანობა არ შეიცვლება არსებითად, მაგრამ მოწიხქვეშა სიღრუის ხერათო გამოშრობა და წყლის დონის დაწვეა შიდაკვეთად იქნება.

ზემოაღნიშნულიდან ცხადია, რომ 24-ე ცხრილის მონაცემების მიხედვით მღვიმის ექსპლუატაცია გამოიწვევს სპელეოკლიმატური რეჟიმის ცვლილებას და აუცილებელი გახდება აღნიშნული რეჟიმის ხელოვნური რეგულირება.

აღსანიშნავია, რომ ბუნებრივი სპელეოკლიმატური პარამეტრების შენარჩუნებას ხელს ვერ შეუწეობს ცხრილით განსაზღვრული ექსკურსანტების ვერც მაქსიმალური და ვერც ოპტიმალური რიცხვი, რადგან მათი გაანგარიშება შესრულებულია ადამიანის ხასუნიქად საკმარისი პაერცვლის უზრუნველყოფიდან გამომდინარე, როგორც ცხობილია, ადამიანი პაერში არსებული ენგაბადის 1/5 ნაწილს ითვისებს. სამაგიეროდ, 17% ენგაბადს და 4% ნარშიორეანგეს გამოაყოფს (უმაკოვი და სხვ., 1978). ე. ი. ხაშუალოდ 20 კაციანი ჯგუფი მღვიმის პაერში ნარშიორეანგის შემცველობას 0,3-0,4 მგ/დ-ით ზრდის.

სინამდვილეში ერთდროულად დასაშუებ ექსკურსანტთა რიცხვის განსაზღვრის დროს ამოსავალი უნდა იყოს სპელეოკლიმატური რეჟიმის დაცვა. ასეთ შემთხვევაში აპრილის თვეში მღვიმე ხაერთოდ უნდა დაიკეტოს ექსკურსანტებისათვის, ხოლო დანარჩენ თვეებში ცხრილში მონაცემები ხაშუალოდ 8-ჯერ უნდა შემცირდეს. ხაკოთხი ასეთი კუთხით ხაერთოდ არ დამდგარა დღის წესრიგში, რადგან ამ შემთხვევაში მღვიმის კუთხილმოწყობაზე გავწეული ხარჯების ანახლაურება პრობლემური იქნება.

4. ღინისხიება მღვიმის სპელეოკლიმატური რეჟიმის შესანარჩუნებლად როგორც ადვილი მისახვედრია, სპელეოკლიმატური რეჟიმის შესანარჩუნებლად ხაკიროა პაერის მოძრაობის ბუნებრივი რეჟიმის შენარჩუნება. სეზონების მიხედვით, პაერის ტემპერატურის ნამატისა და ფარდობითი ტენიანობის დევიაციის დიკვიდაცია, გარემომცველი ხამთი მახივის ტემპერატურისა და ტენშემცველობის ბუნებრივი ფონის დაცვა.

აღნიშნული პარამეტრების დასაცავად რეკომენდაციას ვადლეუთ მიწისქვეშა ნაკადულის წყლის ხაშუალებით პაერის კონდიციონებას, რის შედეგადაც პაერის ტემპერატურა შემცირდება და ფარდობითი ტენიანობა მომატებს, რაც ხელს შეუწეობს გარემომცველი მახივის ბუნებრივი მითთებული ფონის შენარჩუნებას. ნაკადულის წყალი უნდა მიეწოდოს დახათვადიერებელი მოედნების მოაჯირების სიდრეუში 2-3 ატმოსფერო წნევით ტუმბოების მეშეუობით. წყლის გაფრქვევა პაერში მოხდება მას შემდეგ, რაც დამთვადიერებელთა ჯგუფი დატოვებს მოცემულ მოედანს. წინასწარ განსაზღვრული დროის შუადღის შემდეგ ფრქვევანები აეტომატურად უნდა გამოირთოს. ამასთან ერთად, დღეწნობრიანი ფრქვევანები პაერის მოძრაობის მომართულებით დახრილი იქნება 30⁰-იანი კუთხით, ხოლო კენტნობრიანი - იმავე კუთხით ხაკიროსპირო მომართულებით. ასეთ შემთხვევაში გაფრქვეული წყლის მიერ ადირული დეპრესია დაკომპენსირდება და პაერის მოძრაობის რეჟიმს არ შეცვლის.

კონდიციონებისათვის ხაკირო წყლის ხარჯი არ აღემატება 2,8-3,0 ლ/წმ, რაც გავლენას ვერ მოახდენს კარსტული ნაკადულის რეჟიმზე, რადგან უარეს შემთხვევაში ადებული წყალი ნაკადულის დებიტის 5% არ აღემატება წყალმარნხობის პერიოდში. ამასთან ერთად, ისიც გასათვადისწინებელია, რომ ხაშუშევარი წყლის დღი ნაწილი თუთიანებით ისევ ნაკადულს უბრუნდება. კარსტული ნაკადულის ტემპერატურის ცვალებადობა ამ ღინისხიების შედეგად, გახიშვის ცლიმილებაზე ხაკლებია, რადგან წყლის კუთრი თბოტვეადობა 4-ჯერ აღემატება პაერისას, ხოლო მასური დებიტი ეველაზე უარეს შემთხვევაში (აგვისტო) მინიმუმ 70-ჯერ აკარბებს პაერის ხარჯს (60 ლ/წმ და 0,7 მ³/წმ). აღნიშნულის გამო, მღვიმის პაერის 5 გრადუსიანი ტემპერატურული ნამატის მოხხით წყლის ტემპერატურა მხოლოდ 0,02⁰C-ით შეიცვლება.

ამგვარად, წყალტუბოს მღვიმის ბუნებრივი სპელეოკლიმატური რეჟიმის შენარჩუნება შესაძლებელია მღვიმეში გამდინარე ნაკადის წყლის მეშეუობით, ხოლო კონდიციონების განხილული პრინციპი მეტად უსაფრთხი და ევეპტური იქნება.

**თაზო V. მღვიმური კაპრის ელემტრობის ზოგიერთი ელემენტის
გამოკვლევის ძირითადი შედეგები**

V. 1. კაპრის ორგანიზაცია და რადიოაქტიურობა

წყალტუბოს (ყუმიხთავის) მღვიმე უნიკალურია თავისი მწისქვეშა კაპრის ფიზიკური მახასიათებლებით, როგორც კლიმატური (ტემპერატურა, სინოტივე, წნევა, კაპრის ნაკადები და სხვ.), ასევე აუროთონიზაციური (მსუბუქი იონების კონცენტრაცია) და ბუნებრივი რადიოაქტიუობის (რადონის დაშლის პროდუქტები და სხვ.) მსხვერპლებით. გაზომვებისათვის დასაწყისში გამოყენებული იყო „PTV“ მარკის გერმანიის ტიპის ხელსაწყო, რომელიც არეგისტრირებდა მსუბუქი იონების ძვრადობას $1\text{K}\geq 2$ სმ²/წმ³-ის დიაპაზონში. 2008 წლის დასაწყისიდან გაზომვები ტარდებოდა ახალი ამერიკული ტიპის პორტატული იონომეტრით, რომელიც აფიქსირებდა იონების რადიულობას ძვრადობით $\text{K}\geq 2$ სმ²/წმოდტი; ამასთან, ულტრამსუბუქ იონების რადიუობაც აღრიცხავდა. რადონის გასახომად გამოყენებული იყო რადიომეტრი PPA-01 M-01 „აღფარადი“ (რუსეთის წარმოების), ხოლო გამა-რადიაციული ფონი განსაზღვრა MKC-AT111M ტიპის დოზიმეტრ-რადიომეტრით.

მღვიმის კაპრის ონიზაციაზე ჩატარებული მონიტორინგის შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 27-ის სახით.

ცხრილი 27

წყალტუბოს (ყუმიხთავის) მღვიმის დარბაზებში მსუბუქი იონების კონცენტრაცია (1/სმ³)
განსაზღვრებული ყველა კვარტალების მიხედვით

N	დარბაზის დასახელება	დარბაზის ზედა სიმაღლე	n, 1/სმ ³ დადებითი იონების კონცენტრაცია	n, 1/სმ ³ უარყოფითი იონების კონცენტრაცია
1	ადმინისტრაციული შენობის უბოში	-	12000±200	10000±100
2	მღვიმის ხაწყისი მინაკვეთის შუაში	h=(2,5-3) მ	40000±900	42000±1000
3	I დარბაზი	h=(4-5) მ	42000±800	43000±1100
4	დარბაზი გროტი	h=(8-10) მ	36000±900	38000±1000
5	ქვიშისანი დარბაზი	h=(5-7) მ	28000±800	30000±900
6	დარბაზი ძაბვის რეგულირების	H=25 მ	23000±700	23000±700
7	დაეით აღმასვენებლის დარბაზი	h=(25-30) მ	18000±600	20000±700
8	მღვიმის ბოლოს, მწისქვეშა მდინარესთან		16000±500	16000±500

როგორც ჩანს, დადებითი ნიშნის იონების კონცენტრაცია მერყეობს 12000 სმ³-დან 42000 სმ³-მდე. უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა დარბაზში უარყოფითი იონების კონცენტრაცია სტარბობს დადებითი იონების კონცენტრაციას, რაც კუთილგანწყობილ გავლენას ახდენს ცოცხალ ორგანიზმებზე, ასევე შეფასებულია საშუალო აბსოლუტური გადახრა $|\delta|=(200-1000)$ სმ³ ფარგლებში. ეს შეესაბამება 3-4%-ს, რაც დასაშვები ცდომილების ფარგლებშია მოქცეული.

იონების კონცენტრაცია მაღალია დაბალი ჭერის მქონე დარბაზებში, მაგ., მღვიმის საწესის მონაკვეთის შუა ადგილას, იქ სადაც ჭერის სიმაღლე $h=2,5-3$ მეტრია, იონების კონცენტრაცია შესაბამისად $n=39000$ სმ³ $n=41000$ სმ³-ია, ასევე პირველ დარბაზში, სადაც ჭერის სიმაღლე $h=4-5$ მეტრია, იონების კონცენტრაცია შესაბამისად $n=42000$ სმ³ $n=43000$ სმ³-ფარგლებში მერყეობს. იონების კონცენტრაცია შედარებით მცირეა დიდი სივრცის და მაღალი ჭერის მქონე დარბაზებში. მაგ., მღვიმის ბოლოს, მიწისქვეშა მდინარესთან იონების კონცენტრაცია შესაბამისად $n=15000$ სმ³ $n=16000$ სმ³-ის ტოლია. ხოლო, დავით აღმაშენებლის დარბაზში, სადაც ჭერის სიმაღლე 25-30 მ-ს აღწევს, იონების კონცენტრაცია $n=17000$ სმ³ $n=19000$ სმ³ დიაპაზონში იცვლება.

ძველი PTV ტიპის იონომეტრით გაზომილი იონების რაოდენობა გადამყვანი კოეფიციენტის გამოთვლით, მიუყვანილია ახალი იონომეტრით გაზომულ მონაცემებთან. საინტერესოა ის გარემოება, რომ ექმისთავის მღვიმის დარბაზებში, თითქმის წლის

ყველა ხეზონისა და თვეში, უნიბოდარობის კოეფიციენტი ერთზე ნაკლები $\frac{n_1}{n_2} < 1$, და საშუალოდ შეადგენს 0,85-ს, ე.ი. უარყოფითი იონების კონცენტრაცია აჭარბებს დადებითი იონების კონცენტრაციას. ეს კი მედიცინაში დიდ გამოყენებას პოულობს.

მედიცინისა და ხელკოტას მღვიმეებში ხატარდა დაკვირვებათა ხერხი პაერის აეროთინაზაციურ მდგომარეობაზე ხეშით აღნიშნული ხელსაწყოთი და მეთოდით. ხელკოტას მღვიმეში მსუბუქი იონების კონცენტრაცია შედარებით დაბალია, ვიდრე წყალტუმბის მღვიმეში და მის სხვადასხვა ადგილებში არ იცვლება, რაც გამოწვეული უნდა იყოს მღვიმის კონფიგურაციაზე და აეროთინაზიკურ ფაქტორებზე. მღვიმეში იონების კონცენტრაცია მერყეობს შესაბამისად $n=34000$ სმ³ $n=36000$ სმ³ ფარგლებში; უარყოფითი იონების კონცენტრაცია მეტია დადებითი იონების კონცენტრაციაზე, რაც კუთილისმყოფელად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე.

რაც შეეხება ბუნებრივი რადიოაქტივობის გაზომვის შედეგებს, იგი ასახულია ცხრ. 28-ში.

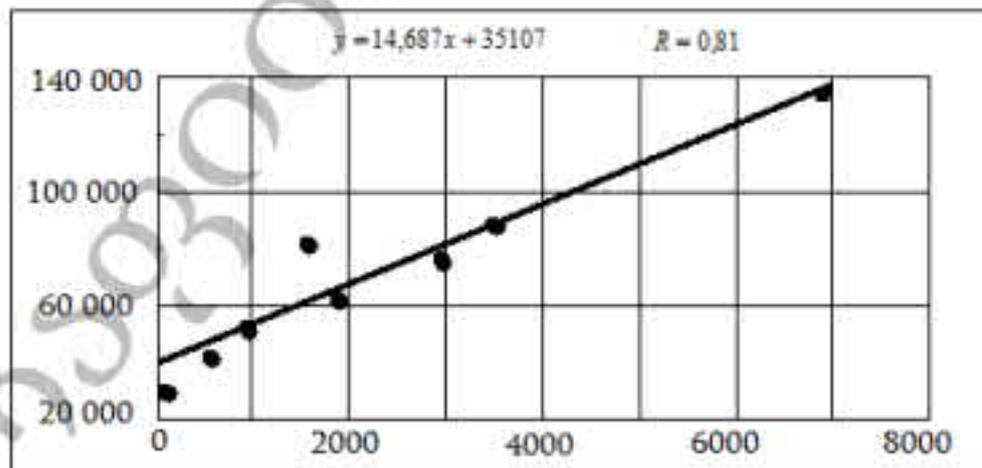
ცხრილი 28

დაკვირვების თარიღი	დარბაზის დასახელება	n-მ	რადონი-222, ჰკ/მ ³	გამორადიაცია, ნ/ე/ხო
12.08.2007	თიხის დარბაზი	-	$1,8 \cdot 10^{-13}$	7,2
23.04.2008	მღვიმის საწესის მონაკვეთის შუაში	$n=(2,5-3)$ მ	1466	118
	თიხის დარბაზი	$n=(4-5)$ მ	3410	78
	დარბაზი გროტი	$n=(8-10)$ მ	2906	58
	დარბაზი "რუხთაველი"	$n=(5-7)$	1814	45

		მ		
დარბაზი	მაბუის	n=25 მ	876	86
დაფახთან				
დავით აღმაშენებლის		n=(25-30)	642	107
დარბაზი		მ		
გეოგრაფიის		–	307	133
ინსტიტუტის				
დარბაზი				

მღვიმის დარბაზებში რადონის კონცენტრაცია 307-დან 6905 ბკ/მ³ ფარგლებში იცვლება. გამა-რადიაციული ფონი 45-დან 133 ნზე/სთ ფარგლებშია მოქცეული. როგორც მისალოდნელი იყო, რადონისა და აეროიონების შემცველობა არაერთგვაროვანია დროსა და სივრცეში. მაგ., მღვიმის ერთსა და იმავე დარბაზში (2007 წლის ზაფხული) რადონის კონცენტრაცია ორი და მეტი რიგით მაღალი აღინიშნა, ვიდრე 2008 წლის გაზაფხულზე. წინა წლის ზაფხულში აეროიონების ჯამური შედგენილობა 1,6-ჯერ მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე 2008 წელს. რაც შეეხება გამა-რადიაციულ ფონს, დაკვირვების მონაცემები უმნიშვნელოდ (10%) განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ყველა შემთხვევაში, რადონისა და აეროიონების სიდიდეებს შორის არსებულ განსხვავებას სპეციალისტები (ა. ამირანაშვილი, ვ. ჩიხლაძე ა. ხიდიას და სხვ.) ზაფხულში მღვიმის კედლების ჭარბ ხისველეს უკავშირებენ, რაც მათი აზრით მღვიმის კედლებიდან რადონის ემანაციის გამოყოფის შედეგად უნდა იყოს გამოწვეული (ნახ. 46).

მღვიმეში მსუბუქი იონების კონცენტრაცია სუსტად არის დაკავშირებული გამა-რადიაციულ ფონთან და პირდაპირ უკავშირდება რადონის შემცველობას. ნახაზზე მოცემულია პირდაპირი კორელაციური და რეგრესიული კავშირი რადონის კონცენტრაციასა და მღვიმის აერში მსუბუქი აეროიონების ჯამურ შემადგენლობას შორის.



ნახ. 46. რადონისა და მსუბუქი აეროიონების თანაფარდობა წყლებების მღვიმეში (ვერტიკალურ ღერძე იონების რაოდენობა სმ/მ³, პირიზონტულზე – რადონის შემცველობა ბკ/მ³)

შედარებითათვის ხაინტერესია აღინიშნოს, რომ სამხრეთ ურალის მღვიმეთა უმრავლესობაში დაფიქსირებული გამა-რადიაციული ფონი 26-88 ნზე/სთ-ია. თურქმენეთის ერთ-ერთ მღვიმეში („გეოფიზიკური“), რადონის შემცველობა შეადგენდა 14500-69110 ბკ/მ³, ხოლო გამა-ფონი შესაბამისად 150-დან 1311 ნზე/სთ ფარგლებში

მერყეობდა. რადონის კონცენტრაცია „ქუჩურის ყინულოვანი მღვიმის“ პაერში (წლის სხვადასხვა სეზონებში) 234-დან 12280 ბკ/მ³-მდე აღინიშნა. „ვორონცოვის“ მღვიმის (კრასნოდარის მხარე, რუსეთი) დარბაზებში კი რადონის შემცველობა 20-5900 ბკ/მ³ ფარგლებშია მოქცეული. „ახისის“ მღვიმეში (ჩრდილო კავკასია) რადონის კონცენტრაცია 77-1080 ბკ/მ³, არაბიკის კორქეული მასივის მღვიმეებში 1628 ბკ/მ³, ხოლო „მარმარილოს“ მღვიმეში (ყირიმი, უკრაინა) 155-39300 ბკ/მ³ დაფიქსირდა.

როგორც უხედავთ, სხვადასხვა კარსტულ რეგიონებში ანალოგიური კვლევის შედეგები დიდად არ განსხვავდება წყალტუბოს მღვიმეში მიღებული შედეგისაგან და თითქმის თანაბარი მასშტაბებით ხასიათდება.

მელოურის მღვიმეში, იმავე მეთოდით და ხელსაწყოთი ჩატარებული გაზომვების (15 შემთხვევა) შედეგები მოყვანილია ცხრ. 29-ში.

(ცხრილი 29

მელოურის მღვიმეში მსუბუქი ონების კონცენტრაცია (სმ³-ში)

№	მღვიმის დარბაზების დასახელება	დარბაზის ჭერის სიმაღლე n=მ	n, სმ ³	n, სმ ³
1	მღვიმის ჩახასველელიდან 20 მ-ის მოშორებით (I პუნქტი)	n=5-6 მ	30000±600	32000±80 0
2	მთაგორიანი დარბაზი (II პუნქტი)	n=10-12 მ	35000±800	36000±90 0

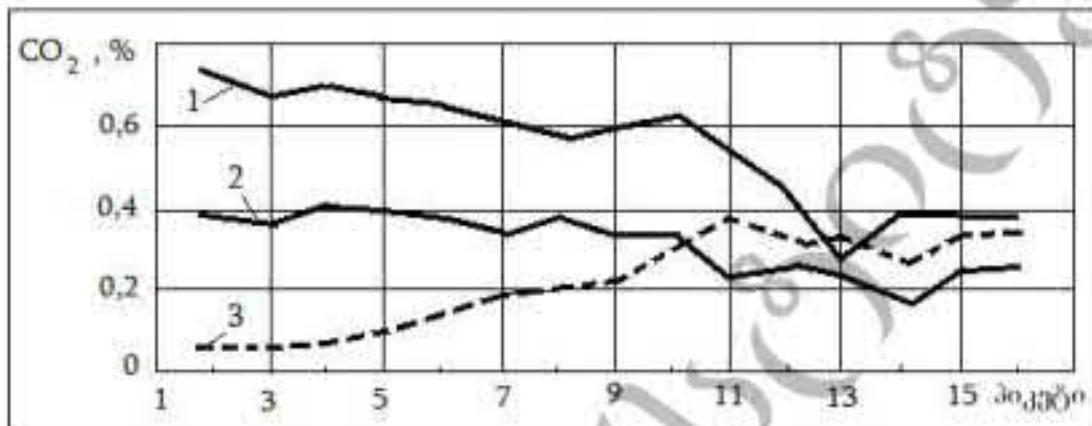
ხოლკოტას მღვიმეში რადონის კონცენტრაცია 1600-2000 ბკ/მ³-ის ფარგლებში, ხოლო მელოურის მღვიმეში (1400-2500) ბკ/მ³-ის დიაპაზონში მერყეობს. ორივე შემთხვევაში პაერის ონიზაციისა და ბუნებრივი რადიაქტიუობის სიდიდეები დასაშვები ნორმის ფარგლებშია მოქცეული. რადონის კონცენტრაციის დიაპაზონი (560-1200 ბკ/მ³), ასევე ახლოა დასაშვებ ზღვრულ ნორმასთან.

V. 2. მწვინის კამრის ამრული შეფასება

წყალტუბოს მღვიმეში ჩატარებული აეროგაზური გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მიწის ქვეშ ადგილი აქვს ნახშირორჟანგა (CO₂) გაზის გამოყოფას, რაც გენეტიკურად კარბონატული ქანების ქიმიურ აგებულებასთან არის დაკავშირებული. უნდა აღინიშნოს, რომ სპითო გამონამუშევრებში და ნაწილობრივ ბუნებრივი წარმოშობის ხიდრუეებში ნახშირორჟანგა გაზის არსებობა განპირობებულია მიწის ქვეშ გამდინარე ნაკადების კარბონატულ ქანებთან ბიოქიმიური და ქიმიური ეანგეთი რეაქციებით. კვლევის შიგული პერიოდის განმავლობაში აღებულ იქნა 485 სინჯი მასტის ინტერფერომეტრის გამოყენებით. დაკვირვების მასალებიდან ჩანს, რომ CO₂-ის კონცენტრაციის სიდიდეები აღებული ნოემბრის ბოლოს და დეკემბერში, აგრეთვე აგვისტოსა და სექტემბრის პირველ ნახევარში, პრაქტიკულად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ზამთარში CO₂-ის კონცენტრაცია მინიმალურია მე-2 და მე-3 უბნის ფარგლებში, შესასველელიდან ძირითადი მაგისტრალის მიმართულებით. მღვიმის სიღრმისაკენ თანდათანობით მატულობს და მე-12 პიკტიდან სტაბილურობას (0,3-0,4%) იხარჩუნებს (ნახ. 47).

გაზაფხულზე და განსაკუთრებით ზაფხულში საწინააღმდეგო სურათთან ვაპყრს საქმე: მღვიმურ პაერში ნახშირორგანო გაზის მაქსიმალური ხიდიდეები შესახველელისწინა უბნებისათვის არის დამახასიათებელი, ხიდრმისაკენ CO₂-ის კონცენტრაცია მცირდება და მინიმუმი 14-18 უბნების ფარგლებში დაიკვირდება. როგორც გაზომვებმა ახვენა, CO₂-ის მინიმალური ხიდიდეები ფიქსირდება მღვიმეში შემოსული პაერის ნაკადში, მაქსიმალური კი მღვიმიდან გამავალ პაერში.



ნახ. 47. ნახშირორგანო გაზის კონცენტრაციის განაწილება მღვიმის პაერში ძირითადი მაგისტრალის გასწვრივ
1 - აგვისტო-სექტემბერი, 2007; 2 - აპრილი, 2008; 3 - ნოემბერი, 2008, მარტი, 2009.

საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ მღვიმის პაერში CO₂-ის მაღალი მანვენებლები აგვისტოსა და სექტემბრის პირველ ნახევარში აღინიშნება. ნახშირორგანო გაზის მომატებული ფონი ამ დროისათვის მღვიმის გარეთ, შესახველელთან ახლოსაც დაიკვირება. სამწუხაროდ, ამ პერიოდში მღვიმის აღმავალ პაერში CO₂-ის კონცენტრაციამ დასაშვები ნორმის ფარგლებს (0,5%) გადააჭარბა. ერთი შეხვედით, ეს ხვენთვის არასახურველი შედეგი როელი ასახხხედა, რამდენადც ზაფხულის თვეებში საუკეთესო პირობები არსებობს მღვიმის განიავებისათვის პაერის ბუნებრივი წყის ხარჯზე. მღვიმეებში გაზის გამოყოფის ინტენსივობა ბუნებრივი მოედენაა, მათ რიცხვს წყადტუბის მღვიმეც მიეკუთვნება, რომელიც შედარებით სტაბილური მანვენებლებით ხასიათდება.

სანამ მღვიმის პაერში CO₂-ის კონცენტრაციის მატების მიზეზების დადგენას შეუდგებოდეთ, აუცილებელია აღინიშნოს, რომ CO₂-ის წყადში გახსნის უნარი ახასიათებს 10⁶-იანი ტემპერატურის დროს, 760 მმ ატმოსფერული წნევის პირობებში, წყლის 100 მოცულობით ერთეულში, CO₂-ის 120 მოცულობითი ერთეული იხსნება.

ხვეულებრივ საქართველოს ტერიტორიაზე ივლისი და აგვისტო ნაკლებ ნაღვექიანი თვეებია, შთი უმეტეს გახული წლის აგვისტომ და სექტემბერის პირველმა ნახევარმა უნაღვექოდ წაიარა, რის გამოც მღვიმეში გამდიხარე ნაკადის დონე მინიმუმამდე დაეცა. ზაფხულში CO₂-ის რამდენადმე მომეტებულ ფონს მღვიმურ სისტემაში ნაღვენით ფორმების სიუხვეც განაპირობებს, რაც მიწის ქვეშ ეპიზოდურად შემოსული ნაპრაღლოვან-კარსტული ნაკადებიდან ნაწილობრივ ნახშირორგანო გაზის აქროლებადში გამოსატება. ამ შემთხვევაში მღვიმის პაერში CO₂-ის გამოყოფის ძირითადმა წყარომ წყლიდან მღვიმის ატმოსფეროში გადაინაცვლა.

ნახშირორგანო გაზის მაქსიმალური ოდენობა ხვენს მიერ 2007 წლის სექტემბერში, 2008 წლის სექტემბერში - 0,13%, 2008 წლის ნოემბერში - 0,34%, დეკემბერში - 0,23% აღინიშნა. აღმოჩნდა, რომ მღვიმეში CO₂-ის კონცენტრაცია პაერის ნაკადის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ მცირდება. CO₂-ის შემცველობა პაერის აღმავალ ნაკადში ზამთარში, გაზაფხულსა და შემოდგომასზე 0,3 - 0,4%-ია, ზაფხულში კი 0,6 - 0,8%-მდე იზრდება.

აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ წყალტუმბის მღვიმე სუსტად ნიადაგია. ააღებადი და მაღალტოქსიკური აირები (CH_4 , H_2S , SO_2) მღვიმის ჰაერში არ აღმოჩნდა. ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობა 0,05-დან 0,3%-მდეა, ხოლო ჟანგბადის შემცველობა მინიმუმამდე დასაშვებ ნორმაზე მაღალია (20,0%) და დაკვირვების მოვლი პერიოდის განმავლობაში 20,4%-ს შეადგენდა.

სხვა გაზები მღვიმეში არ აღმოჩნდა, არ შეიცავს მავნე და სიცოცხლისათვის საშიშ მინარევებს.

V. 3. კარსტული მღვიმეების კაპრის ლამბვრობისა და ბაქტერიოლოგიური კვლევის შედეგები

საქართველოს ზოგიერთ კარსტულ მღვიმეში სხვადასხვა წლებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ახალი ათონის მღვიმის დარბაზებში მტვრის კონცენტრაცია ფილტრის ნორმადური, ე. ი. ვერტიკალური მდგომარეობის დროს საშუალოდ 0,20 მგ/მ³ აღწევდა, ხოლო სათაფლიის მღვიმეში 0,14 მგ/მ³-ზე ნაკლები იყო (Tataშიძე, 1976).

მღვიმის ჰაერში მყარი აეროზოლები სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ნაწილაკებისაგან შედგება. მათ შორის ჭარბობს მინერალური ნაწილაკები, ზომით 5-7 მიკრონზე ნაკლები; გვხვდება აგრეთვე ორგანიული ნარჩენები – სპორების სახით (ობის წვრილი ნაწილაკები და სოკოს გიფები). მათი რაოდენობა ახალი ათონის მღვიმის 1 მ³ ჰაერში 4200-ია, სათაფლიის მღვიმეში – 5200.

როგორც ცნობილია, ჰაერი სუფთაა იმ შემთხვევაში თუ 1 მ³ ჰაერში შემცველ ნაწილაკთა რიცხვი 5000 არ აღემატება. მღვიმის ჰაერის დამტვერიახება წარმოებს, როგორც ბუნებრივი (გამოფიტვით, ნგრევით, ეროზიით და სხვ.), ისე ხელოვნური გზით (სპელეოტურისტული და სპელეოთურაპიული ობიექტები და სხვ.)

რესპუბლიკის ზოგიერთი კარსტული მღვიმის 1 მლ ჰაერში ბაქტერიების საერთო ოდენობა 40-60 ერთეულის ტოლია. კეთილმოწყობილი მღვიმეების (ახალი ათონი, სათაფლია, ნავენახევი, ნაწილობრივ წყალტუმბო და სხვ.) იმ უბნებში, სადაც ტურისტთა შემოსვლა ინტენსიურად წარმოებს, ბაქტერიული ფლორა გაცილებით მდიდარია (42 რიცხვი 1 მლ ჰაერში), ვიდრე სფერული ტრახიდან მომთარბებულ დარბაზებში (5-6). გარდა ამისა, დამურების კლასტრუმებით (გუანო), ძელის ბრეჭიითა და ფოსფორიტებით უხვი მღვიმეების ფსკერი და ჰაერი მდიდარია ბაქტერიებით.

ყველა გამოკვლევული მღვიმის ჰაერი ნაწილაკთა ნივრებს და პათოგენურ ბაქტერიებს მოკლებულია და იდეალური სისუფთავეთ უახლოვდება ტყისა და ატმოსფეროს ზედა ფენების ჰაერს. საინტერესოა აღინიშნოს: სამხედრო ვახარამის 1 მ³ ჰაერში ბაქტერიების ოდენობა 220 ათასია, საავადმყოფოს პალატაში – 40 000, დედამიწიდან 4000 მ სიმაღლეზე – 330, ტუბსა და დასასვენებელი პარკების ჰაერში – 170-300, ხოლო კარსტულ მღვიმეებში 0-150.

კარსტული მღვიმეების ჰაერის იდეალური სისუფთავე და მისთვის დამახასიათებელი სტაბილური მიკროკლიმატი, მასში პათოგენური ბაქტერიებისა და ალერგენების არარსებობა, ნახშირორჟანგა გაზის დიდი შემცველობა და უარყოფითი იონების სიჭარბე დადებითად მოქმედებს ბრონქული ასთმით, ქრონიკული პნევმონიით და სხვა დაავადებით შეპყრობილ ადამიანებზე: ამასთან სუფთა და მაღალიონიზირებული მღვიმური ჰაერი მნიშვნელოვნად აჩქარებს ტრიდობების შეხორცებას და ნაკლებ მისალოდნელია ინფექციური გართულებები, რაც ახალ პერსპექტივებს ქმნის კარსტული მღვიმეების მიკროკლიმატის სამკურნალო მიზნით გამოყენების საქმეში. მით უმეტეს, საქართველოში ამ მხრივ ასეთი გამოცდილება უკვე არსებობს.

**თაპი VI. მღვიმეში პრთეროულად მასაშვიპი დამთვალნიერაგლების
მაქნიმალური და მიწნიმალური (საპარაული) ოქნირობის დამგენა**

ქნერვის მუდმივობის კანონის თანახმად მიგვანხია, რომ ადამიანებისა და განათების მიერ გამოყოფილი სითბო მიღიანად გადაეცემა მღვიმის პაერს, რომელიც თავის მხრივ მიღებულ სითბოს გადასცემს მღვიმის კედლებსა და მღვიმურ წარმონაქმნებს. ამ უკანასკნელთა მდგრადობის პირობიდან გამომიწინარე, საჭიროა ექსკურსანტთა იმ რიცხვის განსაზღვრა, რომელთა ერთდროული დაშეება გონივრული მოცემულ მღვიმეში.

სახოგადოდ აღსანიშნავია, რომ წყალტუბოს მღვიმე მიეკუთვნება ე.წ. ულიტურ მღვიმეთა რიცხვს, რომელშიც ერთდროულად დასაშეებ ადამიანთა რიცხვი დიდი არაა. მაშასადამე, წყალტუბოს მღვიმეში ბუნებრივი პაერცელის პირობიდან გამომიწინარე, არ შეიძლება ერთდროულად იმაზე მეტი ადამიანის დაშეება, რაც ქვემოთ იქნება განსაზღვრული და იმავედროულად, არ შეიძლება მღვიმე ღია იყოს ექსკურსანტებისათვის 8 სთ-ზე მეტი დროის განმავლობაში. დღე-ღამის დანარჩენი დრო ესაჭიროება ადამიანებისა და განათების მიერ შეტანილი თბური შეშუოების ბუნებრივად განეიტრადებას.

VI. 1. თაპი უშუოთების ბაანბარიშვის მიწოქიკა და შედგენა

შედარებით წყარ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანი, როცა გარემოს ტემპერატურა იცვლება 10–20°C-ის ფარგლებში, გამოყოფს დაახლოებით 450–600 კჯ სითბოს ერთი საათის განმავლობაში. ადამიანის მიერ მღვიმეში გამოყოფილი სითბო იანგარიშება ფორმულით

$$Q_1 = 25n\tau_1 m, \quad (1.1)$$

სადაც Q_1 არის ადამიანის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, კჯ/სთ;

n - ექსკურსანტების რიცხვი ერთ ჯგუფში;

τ_1 - უბნის გავლის დრო ექსკურსანტების მიერ, სთ;

m - საექსკურსიო ჯგუფების რიცხვი დღე-ღამეში; $m=6$ მღვიმის 8-საათიანი მუშაობის რეჟიმში.

განათების მიერ გამოყოფილი სითბო იანგარიშება ფორმულით

$$Q_2 = 150N\tau_2 m, \quad (1.2)$$

სადაც Q_2 არის განათების მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, კჯ/სთ;

N - ქსელიდან წადებული სიმძლავრე, კვტ;

τ_2 - განათების ჩართვის დრო, სთ.

ტრახისათვის მიღებულია, რომ $\tau_2 = \tau_1$, ხოლო ცალკეული დარბაზისათვის $\tau_2 = 0,0833$ სთ.

განგარიშებას საყუქელად უდევს შემდეგი მონაცემები:

- 1) კეთილმოწყობილი დარბაზების რიცხვი, რომლებშიც საექსკურსიო ჯგუფი წერდება და ათვადიერებს მოცემულ დარბაზს, სადაც ამ დროს უნდა ჩართოს განათება – 15;
- 2) განათების ჯამური სიმძლავრე ერთ დარბაზში – 5 კვტ;
- 3) მოელი ტრახის განათების ჯამური სიმძლავრე (100 ვტ ყოველ 22–25 მ მანძილზე) – 4 კვტ;
- 4) მღვიმის იმ ნაწილის სიგრძე, სადაც დაიშეებიან ექსკურსანტები – 910 მ;
- 5) ექსკურსანტების მოძრაობის სიჩქარე – 0.7 კმ/სთ.

თბოფიზიკური განგარიშებისათვის მღვიმის ტრახა დაიყო 4 უბნად, რომელთა სიგრძეებია შესაბამისად 260, 270, 170 და 210 მ, რომელთა ჯამი შეადგენს მთითებულ 910 მ.

დამახასიათებელი კვთვების ფართობებისა და პერიმეტრების მიხედვით, რომლებიც მოცემულია 1.1 ცხრილში, გაანგარიშებული იქნა საშუალოშეწონილი ფართობები და პერიმეტრები შემდეგი ფორმულებით

$$S = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (1.3)$$

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (1.4)$$

სადაც S არის საანგარიშო უბნის კვთის საშუალოშეწონილი ფართობი, მ²;

S_1, S_2 და ა.შ. – ზონის დამახასიათებელი კვთის ფართობი, მ²;

l_1, l_2 და ა.შ. – ზონის სიგრძე, მ;

P – საანგარიშო უბნის საშუალოშეწონილი პერიმეტრი, მ;

P_1, P_2 და ა.შ. – ზონის დამახასიათებელი პერიმეტრი, მ.

საანგარიშო სიდიდეები შეტანილია 30-ე ცხრილში.

ცხრილი 30

თბოფიზიკური გაანგარიშების ამოსავალი სიდიდეები

N	l , მ	S , მ ²	P , მ	R_0 , მ	γ_0 , მ ² /მ ³	$\alpha \times 10^3$, მ ² /სთ	c , ჯ/კგ ⁰ °C	λ , ვტ/(მ ⁰ °C)
1	260	57,7	40,0	2,885	2700	1,856	842	1,15
2	270	56,2	38,5	2,919	2700	1,856	842	1,15
3	170	153,2	53,6	5,716	2615	1,556	837	0,95
4	210	84,6	45,5	3,718	2700	1,856	842	1,15

განმარტებული სიდიდეების გარდა 2.1 ცხრილში: R_0 არის ეკვივალენტური რადიუსი; γ_0 – ქანის სიმკვრივე; α – ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი; c – თბოტევადობის კოეფიციენტი; λ – თბოგამტარობის კოეფიციენტი.

სიბიბოს ჯამური რაოდენობა გაანგარიშებული იქნა ფორმულით

$$\Xi Q = Q_1 + Q_2, \quad (1.5)$$

სადაც Q_1, Q_2 შესაბამისად განსაზღვრულია (2.1) და (2.2) ფორმულებით.

მღვიმის პაერის ტემპერატურის სახრდი ინგარიშება ფორმულით

$$\Delta t = \frac{\Xi Q}{Gc_p}, \quad (1.6)$$

სადაც G არის მღვიმის პაერის მასური ხარჯი, კგ/სთ;

$c_p = 1014$ ჯ/(კგ⁰გრად) – მღვიმური პაერის იზობარული თბოტევადობა.

საანგარიშო უბნის ბოლოში პაერის მასაგადატანის პოტენციული, ტემპერატურა და ფართობითი ტენიანობა ინგარიშება შემდეგი ფორმულების მიხედვით

$$\Theta_2 = \Theta_0 - \frac{B}{A} - \left(\Theta_0 - \frac{B}{A} - \Theta_1 \right) e^{-\sqrt{A}l}, \quad (1.7)$$

$$t_2 = \frac{M \pm K}{\Pi} - \left(\frac{M \pm K}{\Pi} - t_1 \right) e^{-t_1}, \quad (1.8)$$

$$\varphi_2 = \exp\left(\frac{\Theta_1}{RT_1}\right), \quad (1.9)$$

სადაც $\Theta_0, \Theta_1, \Theta_2$ შეხებადამხად არის მღვიმის კედლებისა და სავენტოლოგო ნაკადის მასგადატანის პოტენციალი, უ/მოლი. აქ და ქვემოთ ინდექსი „0“ შეხებადამხა მღვიმის კედლებს, „1“ – საანგარიშო უბნის დასაწყისს, „2“ – საანგარიშო უბნის ბოლოს.

A, B, M, K, Π და χ_1 კომპლექსები, რომლებიც განისაზღვრებათ ფორმულებით:

$$A = \frac{K_{nr} P}{Gc_n}, \quad (1.10)$$

$$B = \frac{\Sigma W}{LGc_n}, \quad (1.11)$$

$$M = \frac{1}{Gc_p} \left(K_r P t_0 + \frac{\Sigma Q_d}{L} \right), \quad (1.12)$$

$$K = \frac{L \sin \psi}{c_p} \left(\frac{K_r P \sigma}{G} + \frac{9.81}{L} \right), \quad (1.13)$$

$$\Pi = \frac{K_r P}{Gc_p}, \quad (1.14)$$

$$\chi_1 = \frac{\Pi}{1 + \frac{r}{c_p} b_1 \exp \frac{\Theta_2}{RT_1}}, \quad (1.15)$$

L - უბნის სიგრძე, მ;

e - ნეპერის რიცხვი;

t_0, t_1, t_2 - მღვიმის კედლებისა და სავენტოლოგო ნაკადის ტემპერატურა, °C;

R - აირის უნივერსალური მუდმივა, უ/მოლი K);

K_{nr} - არასტაციონარული მასგადატემის კოეფიციენტი, კგ/მოლი(ჯგ/წთ);

ცხრილი 31

ტემპერატურის სხვადასხვა ნაზრდისათვის აპროქსიმაციის კოეფიციენტებისა და გაჯერებული წყლის ოროქლის პარციალურ წნევათა რიცხვითი სიდიდეები

ტემპერატურათა კვადრატობის დაპაზონი	n'	ϵ'	\bar{p} , მმ ვწვ სვ
0-10	0.461	-9.50	6.7
5-15	0.622	-5.09	9.4
10-20	0.830	-0.69	13.0
15-25	1.094	3.70	17.8
20-30	1.425	8.07	24.2
25-35	1.837	12.43	32.3

30-40	2.345	16.77	42.7
35-45	2.965	21.11	55.0
40-50	3.710	25.40	72.7

c_m - იზოთერმული მახატვეადობის კოეფიციენტი, მდლი/ჯ;

ΣW - ტენის ადგილობრივ წყაროთა ჯამი მდვიმეში, კვ;

K_r - არახტაციონარული თბოგადაცემის კოეფიციენტი, კკალ/(მ²·სთ·°C);

c_p - იზობარული თბოტვეადობის კოეფიციენტი, კკალ/(კგ·°C);

σ - გეოთერმული გრადიენტი, °C/მ;

r - ორთქლადქცევის კუთრი ენთალპია, კკალ/კვ;

$$b_i = \frac{1542n'}{P_i - \bar{P}}; \quad (1.16)$$

n' , \bar{P} - აბრაქსიმაციის კოეფიციენტი და გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, ტემპერატურის ნაზრდის მიხედვით წარმოდგენილია 29 ცხრილში;

P_i - ატმოსფერული წნევა, მმ ვწყ სვ.

თბოფიზიკური გაანგარიშების შედეგად მიღებული სითბოს რაოდენობების რიცხვითი სიდიდეები საანგარიშო უბნების მიხედვით შეტანილია 32 ცხრილში.

ცხრილი 32

სითბოს გამოყოფა წყალტუმბის მდვიმეში

N	r_i	m	n	Q_1	Q_2	ΞQ
1	0,37	6	50	2775	1880	4655
2	0,39	6	50	2925	1914	4839
3	0,24	6	50	1800	1287	3087
4	0,30	6	50	2250	1753	4003

წყალტუმბის მდვიმის დგარეხიულმა აგეგმვამ მიწისქვეშეთის ზედაპირთან აეროდინამიკური კავშირი გამოავლინა. მდვიმე ძირითადად ბუნებრივი წყვით ხავედება, თუმცა ცალკეულ პერიოდში კაურცვლაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებენ დინამური ფაქტორები მდვიმეში წლის ხედასხვა დროს შემოსული კაურის ნაკადების ოდენობა (23 მ³/წთ – აპრილი; 58 მ³/წთ – აგვისტო) და მიმართულება დროის მცირე მონაკვეთში ცვალებადობს.

თბოფიზიკური გაანგარიშების შედეგად დადგინდა ერთდროულად დასაშვებ ადამიანთა ოპტიმალური და მაქსიმალური რიცხვი, რომლებიც თვეების მიხედვით წარმოდგენილია 33-ე ცხრილში.

ერთდროულად დასაშვებ ადამიანთა რიცხვი წყალტუბოს მღვიმეში

წელიწადის თვეები	საეროს ხარჯი მ/წთ	ერთდროულად დასაშვებ ადამიანთა ობტიმალური რიცხვი	ერთდროულად დასაშვებ ადამიანთა მაქსიმალური რიცხვი
იანვარი	57.5	38	58
თებერვალი	55.2	37	55
მარტი	46.0	30	46
აპრილი	23.0	15	23
მაისი	39.1	25	39
ივნისი	49.5	32	50
ივლისი	57.0	37	55
აგვისტო	58.3	38	58
სექტემბერი	48.3	32	50
ოქტომბერი	25.3	16	25
ნოემბერი	32.2	21	32
დეკემბერი	50.6	33	51

34-ე ცხრილში მოცემულია წყალტუბოს მღვიმეში დასაშვებ ექსკურსანტთა საერთო რიცხვი წლის განმავლობაში თვეების მიხედვით.

წლის განმავლობაში დასაშვებ პოტენციურ ექსკურსანტთა რიცხვი წყალტუბოს მღვიმეში თვეების მიხედვით

წელიწადის თვეები	ექსკურსანტთა ობტიმალური რიცხვი თვეების მიხედვით	ექსკურსანტთა მაქსიმალური რიცხვი თვეების მიხედვით
იანვარი	7068	1078
თებერვალი	6216	9240

მარტი	5580	8556
აპრილი	2700	4278
მაისი	4500	7020
ივნისი	5700	9000
ივლისი	6852	10230
აგვისტო	7068	10758
სექტემბერი	5700	9000
ოქტომბერი	2976	4650
ნოემბერი	3780	5760
დეკემბერი	6138	9486
საერთო წლიური	64428	98796

თბოფიზიკური ანგარიშის შედეგად დაგეგმვით, რომ სამთრის პირობებში ყველაზე მაღალი ტემპერატურა მოხალოდნელია მკ-4 უბნის ბოლოში, ანუ იქ სადაც კარსტული ნაკადული იკარგება ხოფონში, ხოლო ზაფხულში – საპირისპირო მხარეზე, მღვიმის შესახვედელთან განლაგებულ დარბაზებში იმავე ანგარიშმა უჩვენა, რომ მღვიმის კედლების ტემპერატურა შესაძლებელია იყოს პირობებით, რომლებშიაც შესრულებულია წინამდებარე გაანგარიშება, პრაქტიკულად არ შეიცვლება მინიმუმ 50 წლის განმავლობაში.

აღსანიშნავია მღვიმის საერთო გამოშრობა, ანუ ფარდობითი ტენიანობის ბუნებრივი ფონის დაწვევა, რასაც განაპირობებს წყალსარისი გვირაბის მოწყობა და აღნიშნულ ხიდდეს მომავალში კიდევ უფრო მეტად შეამცირებს მღვიმეში სითბოს გამოყოფა მასში ექსკურსანტების დაშვების შედეგად. ამის გამო, ფარდობითი ტენიანობის რეგულირების საკითხი ცალკე გამოყოფას და სპეციალურ შესწავლას მოითხოვს.

წყალტუბოს მღვიმური სისტემის კვლევა არ დამთავრებულა. მომავალში კიდევ უფრო გამდიდრებო ხვდნო ცოდნა ბუნების მართლაცდა ჭეშმარიტად უნიკალურ მიწისქვეშა ძველზე.

წყალტუბოს მღვიმე ბუნების შესანიშნავი ძეგლია. მისი ცალკეული დარბაზები მართლაც რომ მდიდრულად არის მორთული ნაირფეროვანი ნალექთნო-ნაწვეთი კალციტური წარმონაქმნებით, რომელთა ხილვა, ექვარეშვა, დიდ ინტერესს იწვევს მნახველთა ფართო წრეებში.

წყაღრუბოს კორქველი მახვიის, განსაკუთრებით წყაღრუბოს (ყუბისიანის) მღვიმური სისტემისა და მიმდებარე სპელეობიექტების კომპლექსური შესწავლა, ნაკარნახევია რეგიონში გასული საუკუნის 80-იან წლებში გეოგრაფიის ინსტიტუტის სპელეორაზმის მიერ მიკვლეული, უნიკალური მიწისქვეშა ძეგლების შეურნეობის რუკი დარგების (სპელეოტურიზმი, სპელეოთერაპია, ხასაწობა, სამაცივრო და სხვ.) რაციონალური წარმართვის ინტერესებისათვის.

შეჯამებული კომპლექსური კვლევის შედეგები ავსებს და აფართოებს უკვე ცნობილ მონაცემებს და შეხედულებებს წყაღრუბოს მღვიმისა და მიმდებარე სპელეობიექტების შესახებ დღემდე არსებულ ინფორმაციას, რაც მიზნად ისახავს აღნიშნული სპელეობიექტების კეთილმოწყობასთან დაკავშირებით, რეგიონში კარსტის განვითარების ზოგადი კანონზომიერების დადგენას, მღვიმური სისტემის მორფოლოგიური, კლიმატური, პიდროლოგიური და სხვა თავისებურებების გამოვლენას.

ამ მიზნის მისაღწევად საჭირო გახდა: რელიეფის, როგორც ხედაპირული, ისე კარსტული ფორმების და ნაპრალოვან-კარსტული წყლების კომპლექსური შესწავლა; კარსტული მღვიმეების მანამდე არსებული ტოპოგრაფიული მასალების შევსება, დახვეწა, მათი კლასტირება და გავრცელების სქემის შედგენა; მღვიმურ სისტემაში (წლის ხეზონების მიხედვით) სტაციონარული და ეპიხოდური მეტეოროლოგიური დაკვირვებების წარმოება; მღვიმის ატმოსფეროს ელექტრობის ზოგიერთი ელემენტის (მაერის იონიზაცია, რადიოაქტიურობა, ჰაერის აირული და ბაქტერიოლოგიური შედგენილობა) თავისებურებების გამოვლენა; წყაღრუბოს მღვიმური სისტემის წყაღრუბოები აუზის პიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგის შემუშავება; თბური შემოთავის კოეფიციენტის, მღვიმეში შემოსული ჰაერის ხარჯის (ხეზონების მიხედვით) და მასთან დაკავშირებული, მღვიმეში ერთდროულად დასაშვები ექსკურსანტების სავარაუდო ოდენობის დადგენა.

ნაშრომს საფუძვლად დაედო კომპლექსური გამოკვლევების მასალები, რომელიც მოპოვებულ იქნა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტის (№ 074) პროექტის თემატიკასთან დაკავშირებით ჩატარებული საკვლე კვლევების პერიოდში (2006-2009 წ.წ.). შესწავლილი და განხილავებული იქნა მნიშვნელოვანი ოდენობის ფაქტობრივი მასალა (40-ზე მეტი კარსტული ჭა და მღვიმე, მუდმივი თუ დროებითი კარსტული ნაკადი, რთული მიწისქვეშა სიფონური მონაკვეთები აკვალანგების გამოყენებით და სხვ.).

შეშაობის პროცესში ფასარგებლეთ დღემდე არობირებული ფუნდამენტური და გამოყენებითი კვლევის როგორც ტრადიციული, ისე უახლესი მეთოდიკური სისტემებით, პროექტის ძირითად შემსრულებელთა მიერ განხორციელდა კარსტული რელიეფის გეომორფოლოგიური და კარსტულ-სპელეოლოგიური აკვებვა.

მღ. ყუბისა და მღ. დღიანას კარსტული ნაკადების კვების აუზების, წყლების მოძრაობის სავარაუდო მიმართულებების და განტვირთვის კერების დადგენას საფუძვლად დაედო ინდიკატორული (ხაღებავებით წყლის შეღებვა) ტრასირების მეთოდი.

მღ. ხემის, დიდელისა და ბღერისწყლის ნაკადებზე განხორციელდა რეგიონული დაკვირვებები, ჩატარდა კარსტული წყლების (ოფიკო, ბღერისწყალი, დიდელე, ყუბი, დღიანა, მღლოური) პიდროქიმიური გამოკვლევები.

სამწლიანი დაკვირვებების მასალებით (ინდიკატორული ცდების საფუძველზე) გამოვლინდა ერთნაირ პიფსომეტრიულ დონეებზე განლაგებული მღ. ყუბის ვოკლეხისა და მღ. დღიანას განტვირთვის კერები, დაზუსტდა მათი კვების აუზები.

პროფესიონალი აკვალანგისტების დახმარებით გამოკვლეული იქნა მღვიმური სისტემის 20-მდე რთული მორფოლოგიის მქონე სიფონი, აკვებილი იქნა უცნობი სიფონური დერეფნების მიღმა არსებული მშრალი და წყლიანი მონაკვეთები.

წყაღრუბოს მღვიმოვანი მრავალკარიანი და მრავალსართულიანი, დაბირინთული ტიპის მღვიმური სისტემაა, რომლის ცალკეული ნაწილები ერთმანეთისაგან წყლით

გამოყენებული დერეფნებით – სიფონებით ან ხვრელი ქანებთა და კოლმატაციური თიხის საცობებითაა გათიშული.

მღვიმური სისტემის აგეგმილი დერეფნების ჯამური სიგრძე 15 კმ აღწევს. ხეინა ვარაუდით, რაც ფაქტობრივ მასალას ემყარება, ეს მრავალათველ კილომეტრანი და შესაძლოა, კიდევ უფრო ვრცელი მღვიმური სისტემის მხოლოდ ნაწილია.

უკვე ნათლად გამოიკვეთა მღვიმური სისტემის საერთო კონტური, რაც კარსტული ქანებით აგებული დაახლოებით 15 კმ² ტერიტორიას მოიცავს. მსხვილმასშტაბიანი ინსტრუმენტული აგეგმვითი მასალის საფუძველზე შეაფიქრებ გამოიყო ამ სისტემის სამი რგოლი: უკიდურესი დასავლეთური, რომელიც მოიცავს საკუთრივ წყალტუბოს, ორპირის, ოფიჭოს, დლიანას, ექმის და ე. წ. „ნაპრადურ სიფონს“ ეს არის წყალტუბოს მღვიმურ სისტემაში მოხვედრილი მიწისქვეშა წყლების განტვირთვის არეალი.

მღვიმეების უკიდურეს აღმოსავლურ რგოლში ცენტრალური მდებარეობა უკავია მელოურის მღვიმეს (შესასვლელის სიმაღლე 424 მ ზღ. დ.), რომლის სრულიყოფით და სამხრეთით წარმოდგენილია დიდელისა (395 მ ზღ. დ.) და ბღერის (405 მ ზღ. დ.) მღვიმეები. პირდაპირი მანძილი მელოურისა და ოფიჭოს მღვიმეებს შორის 1 კმ არ აღემატება. ასეთივე მანძილი ორჯერ უფრო მეტია ბღერისა და დლიანას მღვიმეებს შორის.

შუა რგოლის ცნობილი ობიექტებია სოდეკოტასა (373 მ ზღ. დ.) და საწურბლიას (270 მ ზღ. დ.) მღვიმეები, აგრეთვე „საქცვეითი ჯა“ (380 მ ზღ. დ.) მელოურისა და ოფიჭოს მღვიმეებს შორის. მის ფსკერზე ოდესღაც გამდინარე ნაკადი ოფიჭოს სისტემაში გადიოდა.

წყლების ინდიკატორული კვსპერიმენტებითა და გეოფიზიკური დაკვირვებებით დასტურდება ამ სისტემის ერთიანობა და მანამდე უცნობი მღვიმური წყლიანი დერეფნების არსებობა, რომელიც მიწისქვეშ საკმაოდ რთულ ლაბირინთს ქმნის. სრული გაჯერების ხონაში მღვიმური დერეფნების წარმოშობის თავისებურებანი მისი ცალკეული ნაწილების მისალოდნელ ურთიერთკავშირებზე მიგვანიშნებს.

ამგვარად, განვითარების ადრულ ეტაპზე მღვიმეების დამუშავება მოძრავი წნევიანი ნაკადებით ხდებოდა, რაც დღემდე შემონახული უტყუარი მორფოლოგიური ნიშნებით დასტურდება. მას შემდეგ კი, რაც სისტემა განთავისუფლდა წნევიანი ნაკადებისაგან, მშრალ უბნებში დაიწყო ნადევნობის წარმოშობა, რაც დღესაც აქტიურად მიმდინარეობს.

წყალტუბოს კორქველი მასივის რელიეფის ხედაპირული და მიწისქვეშა კარსტული ფორმების გუნჯისი ძირითადად დაკავშირებულია ვალანჯინური, პორტრეული და ბარემული ასაკის ნალექებთან, რომლებიც რამდენიმე დიოსტრატოგრაფიულ დასტუბად იყოფა:

ა) საშუალო- და სქელშრეებრივი ქვიშიანი დოლომიტები, ქვიშაქვების, მერგელების (ქვედა პორიზონტი) და კორქვების (ზედა პორიზონტი) იშვიათი შუა შრეები, რომელთა სიმძლავრე 40-50 მ აღწევს ასაკი კი ვალანჯინურია.

ბ) საშუალო- და სქელშრეებრივი ორგანოგენული კორქვები, მერგელებისა და ქვიშიანი კორქვების შუაშრეები, სიმძლავრით 15-20 მ, ასაკი პორტრეული.

გ) მასიური და სქელშრეებრივი მკვრივი ორგანოგენული და ზოგან კრისტალური ურგონული კორქვებით, ალაგ-ალაგ გაკაეებული მერგელების კონკრეციებით, სიმძლავრე 120-130 მ, ასაკი – ზედა პორტრეულ-ქვედა ბარემული.

დ) საშუალო- და სქელშრეებრივი პელიტომორფული და ქვიშიანი კორქვები, სიმძლავრე 6-9 მ, ზედა ბარემულ-ქვედა აპტური ასაკით.

სისტემაში შემავალ მღვიმეთა მაქსიმალური განვითარება მოდის პირველ ორ „ა“ და „ბ“, რომლებშიც დიდელის, მელოურისა და ბღერის მღვიმეებია ჩასახული და მესამე „გ“ (წყალტუბო, ორპირი, საწურბლია და სხვ. მღვიმეები) დასტუბზე.

კორქველი მასივის ტერიტორიაზე გაბატონებულია დიაგენეტური ნაპრადები: შრეების მიმართებით თანხვედრილი და შრეების დაქანების ახიმუტით მიმართული შვეული და ციციანოდ ვარდნილი ნაპრადთა სისტემები, რომლებიც ყველა სივრცურ დიაგრამასზე სუბმერიდიანულ და სუბგანედური მიმართულების მკვეთრ მაქსიმუმებს ქმნიან.

არსებული სისტემის მიხედვით პერიოდულად მასალის ანალიზი ხაზგადაღებული გეგმის გამოთქვით მოახდინდება მდებარე მდებარეში მდებარე მდებარეში წყალმომარაგების განხორციელების თაობაზე.

მდებარეობა ჩამონადენი ძირითადად ეკავდება ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე. როგორც ხსოვთ, წყალმომარაგების ფორმირების შექმნის ანალიზმა გვიჩვენა, მთავარია წყალმომარაგების წინამორბედი პერიოდის განმავლობაში მოხდის ნალექების ხარისხით რაოდენობა, მათი მოხდის ხანგრძლივობა, ნალექების რაოდენობა წყალმომარაგების მაქსიმალური განვითარების დღეებში და წყალმომარაგების წარმოქმნილი ნალექების მიერ მდებარე სისტემის ხელაპირული წყალშემკრები აუზის ფართობის დაფარვის ხარისხი.

მდებარე სისტემაში წლების მანძილზე ჩატარებული სტატისტიკური და ნახევრად სტატისტიკური მუდგომის კვლევების საფუძველზე არსებობს:

ა) მდებარე სისტემის ატმოსფერული წნევის რეჟიმის კონკრეტული მასივის პერიოდის ცენტრალური პირობებით, სიბრტყის ბალანსის რეჟიმით და კარსტული რელიეფის თავისებურებებით არის განპირობებული. სწორედ ეს ფაქტორი განსაზღვრავს მდებარე პერიოდის რეჟიმის მდებარე კავშირს ტერიტორიის თავზე პერიოდის წნევის ცვლილებასთან.

მიწისქვეშ პერიოდის წნევის დედამიწის მდებარეობა ხსოვთ, ერთი მაქსიმუმით და ერთი მინიმუმით, რომელთა დადგომის ვადები იცვლება სიღრმის მორფოლოგიასა და დაკვირვების წერტილის სიმაღლესთან დამოკიდებულებით.

ბ) წყალტუბის მდებარეობის კლიმატის ხარისხით თავისებურებას პერიოდის ტემპერატურისა (დაახლოებით 0,15-0,20) და აბსოლუტური სიბრტყის (დაახლოებით 0,08-0,10) ვარიაციის კოეფიციენტების სწრაფი შემცირება შესასვლელიდან სიღრმისაკენ.

პერიოდის ტემპერატურის წლიური მდებარეობა უმნიშვნელო ცვლილებით ხსოვთ, მდებარეში, იანვრიდან 20-50 სმ სიმაღლეზე, პერიოდის ტემპერატურა რამდენიმე დაბალია (0,5-0,9⁰), ებრძო 1,5-2 მ სიმაღლეზე. მდებარე შესასვლელიდან დაშორებით ეს სხვაობა ქრება და მდებარე შედარებით სტაბილური კლიმატური ზონა, სადაც პერიოდის ტემპერატურის დედამიწის ამპლიტუდა თითქმის არ აღინიშნება. ზოგიერთ უბანზე, განსაკუთრებით სიღრმის ტბებისა და მოძრავი წყლის ნაკადების მდებარეობაში, დედამიწის ამპლიტუდა 0,1-0,3⁰-ის ფარგლებში იცვლება.

გ) პერიოდის სიბრტყის მდებარეობა ტემპერატურის მდებარეობის შესაბამისად იცვლება და მდებარეობის კლიმატური პირობების შესაფასებლად ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს წარმოადგენს. მდებარეობის პერიოდის ტემპერატურასა და სიბრტყის შორის არსებობს მდებარეობის კავშირი. კერძოდ, პერიოდის ტემპერატურის მდებარეობის ერთად პერიოდის აბსოლუტური სიბრტყის მდებარეობის, ხოლო შეფარდებითი - შესაბამისად მდებარეობა. ზოგიერთ მდებარეში შემოსული გარეგანი პერიოდის ტემპერატურა მდებარეობა, ხამთარში - დაბალია. ამიტომ, ხამთარში მიწის ქვეშ მდებარეობის ამგვარი ქანების კედლები მშრალია. პერიოდის შედარებითი ხომარადევი მდებარეობა გამოიყვანება თვისებას ანიჭებს მას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მდებარეობის ბუნებრივი კლიმატური რეჟიმის შენარჩუნების მიზნით საჭიროდ მოგვაჩნია სისტემის კონტროლი გაეწიოს მდებარეობის სისტემის ექსპლუატაციის უპრობლემო ვარიანტის შემუშავების აუცილებლობას: დამოუკიდებელი დადგინდი რეჟიმის გაშვებას და ხელისუფლებითი გამოსახველი გეოგრაფიის კარგების საკუთარად ვადება-დახურვას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ყოველივე ამას საკვალად შედეგებამდე შეიძლება მოგვიყვანოს.

ევროპისა და ამერიკის მრავალი კეთილმოწყობილი მდებარეობის მაგალითზე მივიღოთ დასკვნამდე, რომ ტურისტული მიზნებისათვის ხელსაყრელია ისეთი კარსტული მდებარეობა, რომელთა პერიოდის ტემპერატურა 10-15⁰, აბსოლუტური სიბრტყე 8-13 მმ, შეფარდებითი სიბრტყე 90-100%-ის ფარგლებში მერყეობს, მდებარეობის პერიოდში ნახშირბატივად ვახის შემცველობა 0,5% არ აღემატება და არ შეიცავს სიციხისათვის საშიშრობებს და მინარევებს.

აქედან გამომდინარე, დაბეჯითებით შეიძლება განვაცხადოთ, რომ წყალტუბის მდებარეობის აკმაყოფილებს კარსტული მდებარეობის ტურისტული მიზნებისათვის წარუბეჭდულ ყველა მოთხოვნას.

წყალტუბოს უნიკალური მღვიმისა და მიმდებარე სპელეობიექტების (სოღკოტა, ხაწერბლია და სხვ.) კეთილმოწყობას და მათი უსაფრთხო ტურისტული და სპელეოთურაბიული ექსპლუატაციის წინაპირობების გამოვლენას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ქვეყნის ეკონომიკური და ტურისტული განვითარებისათვის.

თუ ახალი ათონის კეთილმოწყობილი მღვიმის გამოცდილების მიხედვით ვიმსჯელებთ, ტურისტული ობიექტი დიდი პოპულარობით სარგებლობს მსახველებში, ხოლო ამ უნიკალური მღვიმური სისტემის (ხვენივე ინიციატივით და აქტიური მონაწილეობით) კეთილმოწყობით და შემდგომში ექსპლუატაციით მიღებული წმინდა წლიური შემოსავალი 1 მლნ საბჭოთა მანეთს აღარბედა. ამასთან, ყოველი წლის განმავლობაში, თვითცალკეული მონაცემებით, მღვიმეს არახიდეს ჰყოლია 620 ათასზე ნაკლები ტურმარი.

მღვიმის კეთილმოწყობით დიდი მამულიშვილური საქმე გაკეთდა. მისი ხაზით ხევს ქვეყანას კიდევ ერთი ხინგბული, საქრთაშორისო სტანდარტების დონეზე აღჭურვილი ტურისტული ძველი შექმნა.

ბუნების დღემდე უცნობი ძველის სამეურნეო ათვისებამ დადებითი გავლენა მოახდინა მსოფლიოში სახელგანთმულ კურორტ წყალტუბოსა და მისი შემოგარენის სოციალურ-კულტურულ განვითარებაზე.

წყალტუბოს მღვიმის კეთილმოწყობით და მასთან დაკავშირებით, კურორტ წყალტუბოს ინფრასტრუქტურის აღდგენასთან ერთად თანდათანობით გაიზრდება დამსვენებელთა და შესაბამისად მღვიმის დამთავალიერებელთა რიცხვი. დროთა განმავლობაში მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდება აღვილობრივ მცხოვრებელთა საარსებო პირობები.

დარწმუნებული ვართ, წყალტუბოს 'ხდაპრული მიწისქვეშა დარბაზების ხიდვა დიდ ხომოვნებას მიანიჭებს პლანეტის ნებისმიერ მსახველს. ამასთან, დიდ ეკონომიკურ სარგებლობას მოუტანს ქვეყანას (დაცული ტერიტორიების სააგენტოს მონაცემებით 2015 წელს სათაფლია-წყალტუბოს (პრომეთეს) მღვიმეების ექსპლუატაციით მიღებულმა შემოსავალი 1 მლნ ლარს გადააჭარბა).

წყალტუბოს მღვიმური სისტემის კვლევა არ დამთავრებულა. მომავალში კიდევ უფრო გაიზრდება ცოდნა ბუნების ამ შესანიშნავ ძველზე. მით უმეტეს, ვერ კიდევ უცნობია რამდენ საილუმინაციას ინახავს სოფონურ ტბებს მიღმა მიმადული მიწისქვეშა ტალანები, წყლით გამოვსებული მისი შორეული უბნები.

წყალტუბოს მღვიმისა და მიმდებარე სპელეობიექტების ხელსაფრელი ეკონომიკურ-გეოგრაფიული მდებარეობა, კლიმატური, მორფოლოგიური და სხვა თავისებურებები საუკეთესო პირობებს ქმნის მათში მოვლი რიგი დამხმარე მეურნეობების მოსაწყოებად. აქედან გამომდინარე აშკარაა, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წყალტუბოს კორქველი მასივის უნიკალური მიწისქვეშა ძველების მოფიქრებულ და გვემასხომიერ ათვისებას. დიდია მათი მეცნიერულ-კულტურული ღირებულებაც. ყოველივე ეს ხაღხის სამსახურში უნდა ჩაეყენოს.

საჭირო და გადაუდებელ ამოცანად გვესახება წყალტუბოს მღვიმური სისტემის ბაზაზე მკვლევართათვის სამეცნიერო სტაციონარის შექმნა. მის საშუალო კაბინეტებში გათვალისწინებული დასამონტაჟებელი, ავტომატიზირებული სამსახური სისტემატურად მოგვაწოდის ინფორმაციას მღვიმური პაერის მეტეოლოგიკების (პაერის ტემპერატურა, სინოტივე, წნევა, პირცვლა და სხვ.) დინამიკაზე. მიწისქვეშა წყლების დონეების დღეღამურ და სეზონურ ცვლებადობაზე, მათი დაბინძურების საშიშროებაზე, მღვიმის დანაპარადებული თაღის ცალკეული ბლოკების მოძრაობებზე, ამგებელი ქანების მდგრადობაზე, დღეღამის ნებისმიერ მონაკვეთში, საექსკურსიო ტრასის გასწვრივ კლიმატური პარამეტრებისა და ატმოსფეროს ზოგიერთი ელემენტის (რადიაცია, იონიზაცია და სხვ.) თავისებურებებზე, როგორი იქნება პაერის აირული შედგენილობა და სხვ. ამის მიხედვით განისაზღვრება წლის სეზონებში მღვიმეში დასაშვებ დამთავალიერებელთა ოპტიმალური რიცხვიც. მღვიმის ექსპლუატაციის პროცესში ყურადღება არ უნდა მოდუნდეს, სისტემატურად უნდა წარმოებდეს კონტროლი ხემოთხამოთვლილ პარამეტრებზე. ამასთან არ უნდა დაგვათწყუნდეს, რომ მეცნიერული რეკომენდაციებისა და დასკვნების პრაქტიკული განხორციელება მღვიმური სისტემის ხანგრძლივი ექსპლუატაციის საიმედო გარანტიის საშუალებას იძლევა.

ლიტერატურა

არჩვაძე ნ. წყალტუბოს მღვიმის მიდამოების ღანდშაფტები // საქართველოს სსრ გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, 1990. ტ. XVIII, გვ. 68-72.

ბერიძე მ., კაკაბაძე მ., ხუციშვილი ო. და სხვ. წყალტუბოსა და მიმდებარე ტერიტორიების კარსტული სისტემის წარმოქმნის გეოლოგიური პირობები. თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, 1993. 30 გვ.

გიგინეიშვილი გ. წყალტუბოს მღვიმური სისტემის კვლევის პედრომეტეოროლოგიური ასპექტები // სპელეოლოგია XIV სამეცნიერო ხეცია მიძღვნილი თამაზ კიკნაძის ხსოვნისადმი, მოხსენებათა მოკლე შინაარსი, თბ., 1992, გვ. 7-8.

თარხან-მოურავი ი. (2000) სპელეოთერაპია. თბილისი: თსუ გამომცემლობა, 2000, 85 გვ.
თვალთვაძე ა., ჩხეიძე ო. უმისთავის უცნობი კარსტული მღვიმე // გაზ. ქუთაისი, 1967. 12. X. № 188 (10439); 2. XII. (10497).

თვალთვაძე ა., ჩხეიძე ო. უმისთავის უცნობი კარსტული მღვიმე // გაზ. ქუთაისი, 1968. 12. X. № 188 (10439); 20 იანვარი, №14 (10530).

კორძაძია მ. (1961) საქართველოს ქავა. თბილისი: მეცნიერება, 259 გვ.

ლიფონავა კ. სპელეოლოგიური სიახლენი წყალტუბოს კორქულ მახეზე // საქართველოს სსრ გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, 1990. ტ. XVIII, გვ. 8-13.

ლიფონავა კ. ვულკანოგენური წყებების როლი სამგურაღის ქედის კარსტული რელიეფის განვითარებაში // ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემადგამებელი სამეცნიერო ხეცია, მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1987. გვ. 70-71.

მაისურაძე დ., წიქარიშვილი კ., ხომერიკი გ., ხუციშვილი თ. საქართველოს კარსტული მღვიმეები, როგორც მნიშვნელოვანი ტურისტული რესურსი // საქართველოს გეოგრაფია, თბილისი: თსუ, 2008. № 6-7, გვ. 69-78.

მარუაშვილი ლ. ქუთაისისა და წყალტუბოს რაიონების „წკვარამები“ // აღ. წულუკიძის სახელობის ქუთაისის სახელმწიფო პედინსტიტუტის შრომები, 1941. ტ. III, გვ. 177-186.

სანებლიძე მ., უკლება დ., ჯაყელი ქრ. საქართველოს ღანდშაფტური რუკა. თბილისი-მოსკოვი, 1970.

ტატაშიძე ზ., წიქარიშვილი კ., რაქვიაშვილი კ., ჯიშკარიანი ჯ. და სხვ. წყალდიდობები და წყალმოვარდნები საქართველოს კარსტულ მღვიმეებში // ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ახალი სერია, 2006. №1 (80), გვ. 30-43.

ტატაშიძე ზ., წიქარიშვილი კ., ჯიშკარიანი ჯ., ჯამრიშვილი ა., გელაძე გ., ლომინაძე გ. წყალტუბოს მღვიმური სისტემა. თბილისი: „პეტიტი“, 2009. 72 გვ.

ტატაშიძე ზ., წიქარიშვილი კ. საქართველო მღვიმეებისა და კარსტის რესპუბლიკა // ისტორია და გეოგრაფია სკოლაში, თბილისი, 1990. №3, გვ. 72-86.

ტატაშიძე ზ., ჯიშკარიანი ჯ., წიქარიშვილი კ. და სხვ. იმერეთის უდიდესი კარსტული ხიდრეე – წყალტუბოს მღვიმური სისტემა // თბილისის სახელმწიფო

უნივერსიტეტის სამეცნიერო კონფერენციის მასალები, მიძღვნილი იქ. ჯავახიშვილის დაბადების 120 წლისთავისადმი, თბილისი: თსუ, 1996.

უკლება დ. მთიანი მხარეების ღანდშაფტების კლასიფიკაციის ზოგიერთი საკითხი. თბილისი: მეცნიერება, 1979.

ყიფიანი შ., ტატაშიძე ზ. სათაფლია-წყალტუბოს მიდამოების კარსტული გამოქვაბულები // საქართველოს მღვიმეები და გამოქვაბულები, 1963. ტ. I, გვ. 25-64.

წიქარიშვილი კ. წყალტუბოს მღვიმის კლიმატი // ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემაჯამებელი სამეცნიერო სესია, მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, 1987. გვ. 52-53.

წიქარიშვილი კ. კარსტული მღვიმე-უფსკრულები საქართველოს მწიფე საგანძურში // გეოგრაფია, 1998. №1, გვ. 34-41.

წიქარიშვილი კ., გონგაძე მ. საქალაქო გეოლოგია, საქართველოს ბუნებრივი საფრთხეები. წიგნი მეცხრე. თბილისი: შპს პოლიგრაფ +, 2008. 128 გვ.

წიქარიშვილი კ., რაქვიაშვილი კ., არჩვაძე ნ. ღანდშაფტური თავისებურებების გავლენა კარსტულ მღვიმეთა კლიმატზე. // საქართველოს გეოგრაფიის აქტუალური პრობლემები. თბილისი: მეცნიერება, 2001. გვ. 315-321.

ჯიშკარიანი ჯ., გამცემლიძე ნ., ჯამრიშვილი ა. და სხვ. წყალტუბოს მღვიმური ხისტემა // ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემაჯამებელი სამეცნიერო სესია, მოხსენებათა თეზისები, თბილისი, 1985. გვ. 11-13.

ჯიშკარიანი ჯ., წიქარიშვილი კ., ქობულაშვილი თ. და სხვ. წყალტუბოს მღვიმური ხისტემის კვლევის უახლესი შედეგები // ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემაჯამებელი სამეცნიერო სესია, მოხსენებათა თეზისები, 1986. გვ. 31-32.

ჯიშკარიანი ჯ., ყიფიანი შ., თათარიშვილი მ. და სხვ. წყალტუბოს მღვიმური ხისტემისა და მიმდებარე ტერიტორიის უახლესი სპელეოლოგიური კვლევის ზოგიერთი შედეგი // ვახუშტი ბაგრატიონის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შემაჯამებელი სამეცნიერო სესია, მოხსენებათა თეზისები, 1987. გვ. 48-49

ჯიშკარიანი გ., ქაღდანი დ. წყალტუბოს მახვიის სპელეოლოგიისათვის // საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და მათი კვლევის მეთოდები, გამ. „მეცნიერება“, თბ., 1979. გვ. 124-132.

Амиранашвили А.Г., Джиншариани В.М, Таташидзе З.К. и др. Содержание аэроионов и естественная радиоактивность воздуха в Цхалтубской пещере. Тбилиси: Мецниереба, 1994. 53 с.

Амиранашвили А.Г., Ломინაძე Г. Дж., Меликаძე Г. И., Цикаришвили К. Д., Чихლაძე В.А. Аэроионизационное состояние и радиационная обстановка в Цхалтубской пещере // Тр. Института геофизики им. М. Нодия. Тбилиси: Глобус, 2008. т. LX. С. 206-212

Гамкრелиძე П. Тектоника. В кн.: Геология СССР, т. X, Грузинская ССР, часть 1. М.: Наука, 1964. С. 453-491.

Гвоздецкий Н.А. Проблемы изучения карста и практика. М.: Мысль, 1972. 342 с.

Гугушвили В. И. Меловой вулканизм Грузинской глыбы // Тр. ГИН АН ГССР, новая серия, 1968, вып. 17, 71 с.

Дзоцениძე Г. С. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии // Тр. ин-та геологии и минералогии АН ГССР. Моногр. III, 1948. 407 с.

Дублянский В. Н. Генезис и гидрогеологическое значение крупных карстовых полостей Украины // автореферат докт. диссерт. Пермь, 1971.

Каландадзе А.М., Каландадзе К.С. Археологическое обследование карстовых пещер Цхалтубского района в 1974 г // Пещеры Грузии, 1978, т. 7, С. 116-128.

Кикнадзе Т.З., Таташидзе З.К., Цикаришвили К.Д. и др. Атлас карстовых пещер Груз.ССР, рекомендуемых для использования в интересах гражданской обороны (проблема «ЗАКАВКАЗЬЯ Р-7»). Тбилиси, 1990. 110 с.

Климат и климатические ресурсы Грузии //Труды ЗакНИГМИ, Л., 1971. вып. 44 (50).

Крубер А.А. Карстовая область Горного Крыма. М. 1915.

Оболенский В. Н. Курс метеорологии. М. -- Свердловск, 1944.

Прокофьев С.С. Роль конденсационной воды в образовании карстовых пещер //Пещеры, Пермь, 1964. вып. 4 (5), С. 35-38.

Саакашвили Н.М., Табидзе М.Ш., Ломинадзе Г.Дж., Цикаришвили К.Д. и др. Климатические, аэроионизационные и радиологические характеристики курортно-туристического комплекса г. Цхалтубо //Мат-лы межд. Конф. «Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе», Тбилиси, 2008. С. 31-40.

Супаташвили Г. Д., Лежава З.И., Таташидзе З. К. Гидрохимическая характеристика карстовых районов Верхней Имеретии. Сообщ. АН Груз. ССР, 1990, т. 140, №2

Тархнишвили И.Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой в условиях карстовой пещеры «Тетри-Мгвиме» (в районе Цхалтубо): Аврореф. Дисс.канд. мед. наук. Тбилиси, 1979. 23 с.

Таташидзе З. К. Анакопийская пропасть (опыт комплексной спелеологической характеристики). Тбилиси, 1968. 72 С.

Таташидзе З.К., Жишкаринани В.М., Цикаришвили К.Д. и др. Новая карстовая пещера в окрестностях Цхалтубо (Западная Грузия) // Пещеры, Пермь, 2004. С. 48-52.

Таташидзе З.К., Кипиани Ш.Я., Цикаришвили К.Д. Новые спелеологические открытия в Грузии // Первая республик. Научн. Конф., посвященная 70-летию основания ТГУ, Тбилиси, 1988. С. 42-44.

Ушаков К. З. , Бурчаков А. С., Медведев И. И. Рудничная аэрология. М.: Недра, 1978. 440 С.

Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. М., 2000.

Шумейко А. Карстовые сифоны бывшего СССР // Пещеры, Пермь, 2001.

Tatashidze Z., Jishkariani J., Tsikarishvili K., Jamrshvili A., Kapanadze V., Kobulasvili T., Geladze G. Tskaltubo Cave System - the Largest Karst Cavity in the Imereti Region // Bulletin of The Georgian Academy of Sciences, 166, № 3, 2002. p. 514-517.

Trombe F. Traite de speleologie, Paris, 1952.

	შსსაპალო	5
0A30 I.	ზოგადი საპრობლემა	7
I. 1.	გეოგრაფიული მდებარეობა, ბუნებრივი პირობები	7
I. 2.	შესწავლილობის მოკლე ისტორია	9
0A30 II.	წმალტუბოს მღვიმური სისტემის უორმირების პირუბანი და ზადტორები	10
II. 1.	წადტუბოს კორქული მახვის გეომორფოლოგიური თავისებურებანი	10
II. 2.	მოკლე გეოლოგიური მიმოხილვა	14
II. 3.	კლიმატური პირობები	17
II. 4.	კორქული მახვის დანდშაფტური თავისებურებები	18
II. 5.	წადტუბოს მღვიმური სიტემის წადშემკრები აუზის პიდრომეტეოროლოგიური მონიტორინგი	22
II. 6.	წადქევა გამოკვლევები	32
II. 7.	სიფონური ტბები	33
II. 8.	კარსტული წყლების პიდროქიმიური კვლევის შედეგები	35
II. 9.	ტერიტორიული ნაღველების მოკლე დახასიათება	41
II. 10.	ქიმიური (ქემოგენური) ნაღველების ტაები და მთაზრებები მათ გენეზისთან დაკავშირებით	43
0A30 III.	წმალტუბოს მღვიმური სისტემის გეოგრაფია	47
0A30 IV.	მღვიმური სისტემის კლიმატური თანხისაზრებანი	62
IV. 1.	პაერის მოძრაობა	62
IV. 2.	პაერის ტემპერატურა	66
IV. 3.	პაერის სინოტივე	70
IV. 4.	კონდენსაციური შედეგები	73
IV. 5.	სოლკოტას მღვიმის კლიმატი	75
IV. 6.	გქსპლუატაციის პირობებში წადტუბოს (ყუმისთავის) მღვიმის ბუნებრივი კლიმატის შენარჩუნების აუცილებლობა	76
0A30 V.	მღვიმური პანების მღვიმების ზოგადი უღვიმის გეოგრაფია- ლოგის პირითაღი შედეგები	
V. 1.	პაერის იონიზაცია და რადიოაქტიურობა	79
V. 2.	მღვიმის პაერის აირული შედეგები	82
V. 3.	კარსტული მღვიმების პაერის დამტკერიაჩებისა და ბაქტერიოლოგიური კვლევის შედეგები	84
0A30 VI.	მღვიმური პიდროლოგიული დასაზრები დამოკალირებების მინიმალური და მაქსიმალური (საზარაული) თქნების დაღვენა	85
VI. 1.	თბური შეშფოთების გაანგარიშების მეთოდიკა და შედეგები	85
	შ ა ს კ მ ნ	91
	ლიტერატურა	95
	ფოტოილუსტრაციები	99

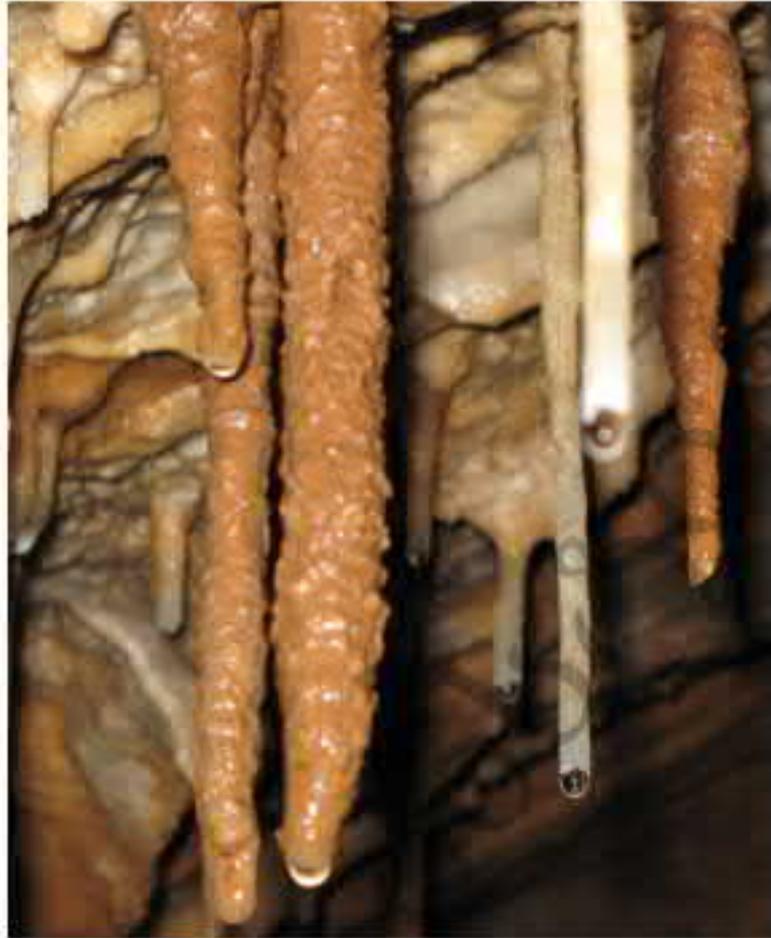
ფოტოილუსტრაციები



ფოტო 1. ოფიცის მდვიმე-ესტაველადან ამდგრილი წყლის მასა (18.06.1986) და შესახვეული ხეუკლებრივ პირობებში (მარჯვნივ)



ფოტო 2. მდ. უუმის ხიფონური ტბა, კელმოწუობამდე (მარცხნივ) და კეთილმოწუობის შემდეგ (მარჯვნივ)



ფოტო 3. წვეთ-წვეთობით მიმდინარეობს სტაბილიზაციის ზრდა



ფოტო 4. ნეკნისებრი, ჯობისებრი და მაკრონისებური სტაბილიზაციის ასამბლი



ფოტო 5. კონცენტრული ფორმის ნახარდები



ფოტო 6. სტალაგმიტთა კოლონიები



ფოტო 7. „კოფრირებული თუატრალური ფარდები“



ფოტო 8. დანაოქებული კალციტის ფორმირება



ფოტო 9. სტალაქტიტი „ბერძენა“



ფოტო 10. წყალტუბოს მღვიმის შიორე შესასყდელი დაბადი: ვიწრო, დახრიდიფსკერიანი დერეფნი



ფოტო 11. მღვიმის კუთონშიაქობილის დერეფანი



ფოტო 12. მღვიმეში გამდინარე არასტაბილური დებიტის მქონე ნაკადი



ფოტო 13. მღვიმის ბოლო ნაპირი ხი ძირითადად შავი ფერის ნალექებითაა წარმოდგენილი



ფოტო 14. მიწისქვეშა ნაკადებით გადარეცხილი ცარცული კულკანიტები



ფიგურა 15. ღვთაწას მღვიმის წყლით დაფარული
თხემიანი შესახვედი



ფიგურა 16. აქლანგებით თევზის უცხოები, წყლისი დანებების
ქვეყნებშია იყვინა თიფისაშია 91 სტაბი



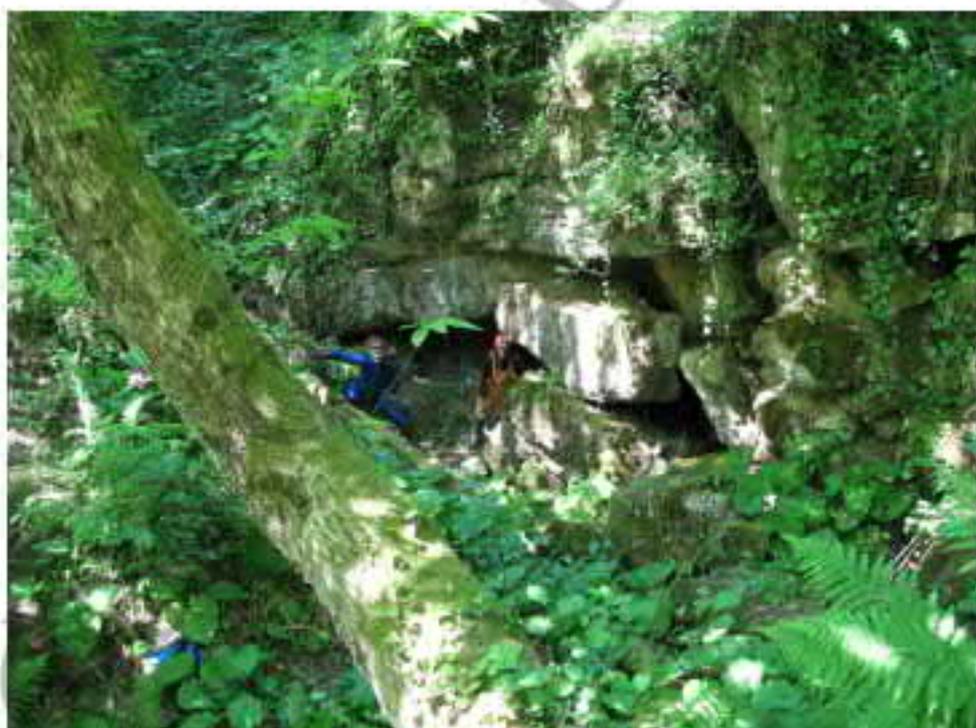
ფოტო 17. ორპირის ვახტანგის
მღვიმის შესახვედელი თუიქის მხრიდან



ფოტო 18. ნაპრაღური ხეობის შერეულკედლებიანი ჩახსხვედელი



ფოტო 19. დიდუდის მღვიმის კარბოვახი ჩახსხვედი



ფოტო 20. მუთორის მღვიმის დაპრადედი ჩახსხვედი



ფოტო 21. მელიურის მღვიმის ფართი (40 მ) და მაღალკერიანი (20-25 მ) დარბაზი



ფოტო 22. ბღერის მღვიმის შესასვლელთან ხის ტოტებით ამოყვებული ვიწრო პონორი



ფოტო 23. ხიდკოტას მღვიმის მკვნარეულობით
შენიღბული შესასვლელი



ფოტო 24. ხიდკოტას მღვიმის ერთ-ერთი ფრაგმენტი



ფოტო 25. კიტანტური 'ხომის სტადიამიტი' ხელეიტას მღვიმეში (სიმაღლე 8 მ)



ფოტო 26. წყლით ავსებელი თიხის კურები