

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შ რ ო მ ე ბ ო

XIV

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა  
სერია*

*სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
თბილისი - 2016*

**SOKHUMI STATE UNIVERSITY**

**PROCEEDINGS**

**XIV**

***NATURAL SCIENCES  
SERIES***

***Sokhumi State University Publishing House  
Tbilisi - 2016***

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომების XIV ტომში (საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია) წარმოდგენილია უნივერსიტეტის თანამშრომელთა სამეცნიერო გამოკვლევები ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიისა და გეოგრაფიის აქტუალურ პრობლემებზე.

კრებული განკუთვნილია შესაბამისი დარგების სპეციალისტებისათვის და სტუდენტებისათვის.

## სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომების

**მთავარი სარედაქციო საბჭო:** ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ჯონი აფაქიძე** (თავმჯდომარე); ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **მალხაზ აშორდია**; ისტორიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ლია ახალაძე**; სამართლის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ვეფხვია გვარამია**; ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ზურაბ პაპასქირი** (თავმჯდომარის მოადგილე); ბიოლოგიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **მარინა ზარქუა**; ფილოსოფიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ელგუჯა ქავთარაძე**; ფილოლოგიის დოქტორი, პროფესორი **მერაბ ნაჭყებია**; ეკონომიკის დოქტორი, პროფესორი **დავით ჯალაღონია**.

## საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერიის

**სარედაქციო კოლეგია:** ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზაურ ლომთათიძე** (მთავარი რედაქტორი), დოქტორი, პროფ. **მელორ ალფენიძე**, დოქტორი, პროფ. **ვახტანგ ბერია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმირ იურინი** (მინსკი, ბელორუსი), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი **გიორგი კვესიტაძე** (ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი), ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ კირცხალია**, აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ფანახ მურადოვი**, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გურამ მურდულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გალინა რევისტანი** (მოსკოვი, რუსეთის ფედერაცია), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **შოთა სიღამონიძე**, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზურაბ სეფერთელაძე** (თსუ), დოქტორი, პროფ. **ზურაბ ფაჩულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **გულნარა ქარჩავა**.

**სარედაქციო კოლეგიის პასუხისმგებელი მდივანი** – ფიზიკის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **როინ ბერია**

**სარედაქციო კოლეგიის მდივანი** – ბიოლოგიის დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი **ეკა ესებუა**

The XIV volume of of “*PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE UNIVERSITY*” (*Natural Sciences’ Series*) represents the researches on the topical issues in physics, biology, chemistry and geography. The authors are professors of the Sokhumi State University.

The edition is intended for the specialists and students.

### **CHIEF EDITORIAL COUNCIL OF “*PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE UNIVERSITY*”**

Doctor of Historical Sciences, Professor **Joni Apakidze** (Head of the Council); PHD in History, Associate Professor **Lia Akhaladze**; Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor **Malkhaz Ashordia**; PhD in Law, Associate Professor **Vepkhvia Gvaramia**, PhD in Philosophy, Associate Professor **Elguja Kavtaradze**, , PhD in Philology **Merab Nachkebia**; PHD in Economics, Professor **David Jalagonia**; PHD in Biologics, Associate Professor **Zurab Pachulia**; Doctor of Historical Sciences, Professor **Zurab Papaskiri** (Deputy head of Council).

### **EDITORIAL BOARD OF SCIENCES SERIES**

Doctor of Biological Sciences, Prof. **Zaur Lomtadze** (Editor-in-chief), Prof. **Melor Alpenidze**, Prof. **Vakhtang Beria**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Vladimir Yurin** (Minsk, Byelorussia), Academician of Georgian Academy of Sciences **Giorgi Kvesitadze** (Institute of Biochemistry and Biotechnology), Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Prof. **Vladimer Kirtskhalia**, Academician of Azerbaijanian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Phanakh Muradov**, Doctor of Technical Sciences, Prof. **Guram Murgulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Galina Registan** (Moscow, Russian Federation), Academician of Georgian Academy of Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Prof. **Shota Sidamonidze**, Doctor of Geographical Sciences, Prof. **Zurab Seperteladze** (TSU), Prof. **Zurab Pachulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Gulnara Karchava**.

*Executive Secretary of the Editorial Board:* PhD in Physics, Associate Professor **Roin Beria**

*Secretary of the Editorial Board:* PhD in Biology, Assistant Professor **Eka Esebua**



**ს ა რ ჩ ე ზ ი**

*შ ო ზ ო ბ ა*

**გურამ ბერია, როინ ბერია.** კატასტროფის მიზეზების შესახებ მდინარე ვერეს აუზში 2015 წელს . . . . . 9

**ელჟარდ ჩიკვაძე, ალექსანდრე მიმინოშვილი.** ბილირუბინის თავისუფალი რადიკალების ფოტოსენსიბილიზირებული წარმოქმნა და β-კაროტინის ანტიოქსიდანტური თვისებები . . . . . 28

**როინ ბერია.** გამოყენებითი ელექტროდინამიკის ამოცანების კვლევის მეთოდები . . . . . 29

**ეთერი გვაზავა, ალექსანდრე მიმინოშვილი.** ფარდობითობის სპეციალური თეორია უნივერსალური კავშირი ენერჯიასა და მასას შორის . . . . . 47

*ბ ე ო მ ო ა შ ო ა*

**მელორ ალფენძე.** რეგიონების ბირთვული საშიშროება და გარემოს უსაფრთხოება . . . . . 52

**მელორ ალფენძე, კობა კორსანტია.** ოდიში: ზღვის ნაპირების მორფოდინამიკა და რაციონალური ათვისება . . . . . 68

**მელორ ალფენძე, კობა კორსანტია, რომან მაისურაძე, ლანა მზარელუა, ბექა ტოგოშვილი.** ოდიში: სუბსტრატის გეოლოგიური ასპექტები და რეგიონის ათვისების გზები . . . . . 88

**მერაბ გონგაძე.** ხიხამთის კირქეული მასივი . . . . . 96

**მერაბ გონგაძე.** ეგზოდინამიკური პროცესები ალაზნის მარჯვენა შენაკადების აუზებში (დიდრიყე-თურდოს მონაკვეთი) . . . . . 102

**მალხაზ დვინჯილია.** ველნესის ინდუსტრიის ტურისტულ-რეკრეაციული ბაზა საქართველოში . . . . . 109

**რევაზ თოლორდავა, დალი ნიკოლაიშვილი, თენგიზ გორდეზიანი, თამარ თოლორდავა.** საქართველოს სხელმწიფო საზღვრის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მონაკვეთის ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი . . . . . 116

**რევაზ თოლორდავა, დალი ნიკოლაიშვილი, ბიძინა ლემონჯავა.** ლუგელის ხეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების ტოპონიმის გეოგრაფიულ-კარტომეტრიული ანალიზი . . . . . 124

*ბ ო ო ლ ო ბ ო ა*

**დალი ახალაძე, მიხეილ ხანანაშვილი.** გლუკოზისა და ქოლესტერინის მაჩვენებლის განსაზღვრა განსხვავებული სირთულის თავდაცვითი რეაქციების ტესტირებისას . . . . . 143

**ვაჟა თოდუა, დალი ბერიკაშვილი, სოფიო ცქვიტაია, ლელა გიორგობიანი.** საქართველოს ტყის ხილკენკროვნების გენეტიკური რესურსი და ბიომრავალფეროვნება . . . . . 155

**ვაჟა თოდუა, დალი ბერიკაშვილი, სოფიო ცქვიტაია, ლელა გიორგობიანი.** ოდიშის ტერიტორიაზე გავრცელებული უმთავრესი ველური სამკურნალო მცენარეები და მათი გამოყენება მედიცინაში . . . . . 169

**თამარ შიუკაშვილი, ირინა ხატიაშვილი, დავით კვარაცხელია, ზაურ ლომთათიძე, დარეჯან დუღუნიშვილი.** აქცინომიცეტების ანტაგონისტური მოქმედება ზოგიერთი მიკროორგანიზმის მიმართ . . . . . 186

ქეთევან მამულაშვილი, ნანი რამიშვილი, თამარ შიუკაშვილი, რუსუდან ტარყაშვილი, დავით კვარაცხელია, ზაურ ლომთათიძე დარეჯან დულუნიშვილი. აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ტიპის (ყავისფერ-კარბონატული და ალუვიურ-მჟავე) ნიადაგის მიკროორგანიზმთა შემადგენლობა . . . . .	190
მარინა ჭურღულია-შურღაია. მასალები საქართველოს სოკოების მრავალფეროვნების შესწავლისათვის: პარკოსან მერქნიან მცენარეებთან ასოცირებული სოკოები . . . . .	193

*მ ე ლ ო ც ო ნ ა*

ვარადებული (გენო) წურწუმია, მანუჩარ წურწუმია. ლაზერული დიაგნოსტიკის პრინციპები, ყველაზე ტიპური მაგალითები . . . . .	200
---	-----

## CONTENTS

### PHYSICS

<b>GURAM BERIA, ROIN BERIA.</b> ABOUT REASONS OF THE CATASTROPHE IN THE BASEIN OF RIVER VERE ON 2015 YEAR .....	17
<b>EDUARD CHIKVAIDZE, ALEQSANDER MIMINOSHVILI.</b> PHOTOSENSITIZED FORMATION OF BILIRUBIN FREE RADICALS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF $\beta$ -CARATONE .....	18
<b>ROIN BERIA.</b> THE RESEARCHING METODS OF APPLIED ELECTRODINAMICS TASKS .....	46
<b>ETERI GVAZAVA, ALEXANDER MIMINOSHVILI.</b> SPECIAL THEORY OF RELATIVITY UNIVERSAL ACCESS TO ENERGY AND ITS MASS .....	51

### GEOGRAPHY

<b>МЕЛОР АЛПЕНИДЗЕ.</b> ЯДЕРНАЯ ОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ И ОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	67
<b>MELOR ALPENIDZE, KOBA KORSANTIA.</b> ODISHI: MORPHO-DINAMICS AND RACIONAL OPENING UP OF BLACK SEA COAST .....	87
<b>MELOR ALPENIDZE, KOBA KORSANTIA, ROMAN MAISURADZE, LANA MZARELUA, BEKA TOGOSHVILI.</b> ODISHI: GEOLOGICAL PERSPECTIVE (ASPECTS) OF SUBSTRATUM AND THE WAYS OF ITS REGION ASSIMILATION .....	95
<b>MERAB GONGADZE.</b> KHIKHAMTA CALCAREOUS MASSIF .....	101
<b>MERAB GONGADZE.</b> EXODINAMICAL PROCESS ON THE NORTH CLOPE OF THE GOMBORI MOUNTAIN .....	108
<b>MALKHAZ GHVINJILIA.</b> TOURING-RECREATION BASIC OF WELLNESS INDUSTRY IN GEORGIA .....	115
<b>REVAZ TOLORDAVA, DALI NIKOLAISHVILI, TENGIZ GORDEZIANI, TAMAR TOLORDAVA.</b> PHISICAL-GEOGRAPHICAL PECULIARITIES OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE GEORGIAN STATE BOARDER .....	123
<b>REVAZ TOLORDAVA, DALI NIKOLAISHVILI, BIDZINA LEMONJAVA.</b> GEOGRAFIC-CARTOGRAPHIC ANALISIS OF LUGELA VALLEY AND SURROUDING AREAS TOPONYMY .....	142

### BIOLOGY

<b>LALI AKHALADZE, MOKHEIL KHANANASHVILI.</b> DETERMINATION OF GLUCOSE AND CHOLESTEROL VALUES WHEN TESTING DEFENSE REACTIONS OF VARIOUS COMPLRXITY .....	154
<b>VAZHA TODUA, DALI BERIKASHVILI, TSOFIO TSKVITAIA, LELA GIORGOBIANI.</b> GENETIC RESOURSE AND THE DIVERSITY OF GEORGIAN WILD FRUIT .....	168
<b>VAZHA TODUA, DALI BERIKASHVILI, SOFIO CQVITAIA, LELA GIORGOBIANI.</b> THE MAIN VILD MEDICINAL PLANTS SPREAD ON THE AREA OF ODISHA AND THEIR USE IN MEDICINE .....	185
<b>TAMAT SHIUKASHVILI, IRINA KHATIASHVILI, DAVIT KVARATSKHELIA, ZAUR LOMTATIDZE, DAREJAN GUGUNISHVILI.</b> ANTAGONISTIC EFFECT OF ACTINOMYCETES TOWARDS SOME MICROORGANISMS .....	189
<b>KETEVAN MAMULASHVILI, NANI RAMISHVILI, TAMAR SHIUKASHVILI, RUSUDAN TARKASHVILI, DAVIT KVARATSKELIA, ZAUR LOMTATIDZE, DAREJAN GUGUNISHVILI.</b> MICROBIAL COMPOSITION OF SOME TURE (BROWN-CORBONATE AND ALLUVIAL-ACID) WEST GEORGIAN SOILS .....	192

<b>MARINA CHURGULIA-SHURGAIA. CONTRIBUTION TU THE MYCOBIOTIC DIVERSITY OF GEORGIA: FUNGI ASSOCIATED WITH LEGUME WOODY PLANTS .....</b>	<b>199</b>
--	------------

***M E D I C I N E***

<b>VARADEBULI (GENO) TSURTSUMIA, MANUCHAR TSURTSUMIA. LASER DETECTION PRINCIPLERS, THE MOST TYPICAL EXAMPLES .....</b>	<b>204</b>
--	------------

## ბუჩხამ ბერია, ოლიგ ბერია

### კატასტროფის მიზეზების შესახებ მდინარე მარეის აუზში 2015 წელს

**1. შესავალი.** 2015 წლის 13 ივნისის პატარა და უწყინარი მდინარე ვერეზე, თბილისის ცენტრში მომხდარი კატასტროფით გამოწვეული ზარალი პრესაში შეფასებულ იქნა 100-დან 200 მილიონამდე ლარის ფარგლებში. საყურადღებოა არა მარტო ზარალის მასშტაბურობა, არამედ კატასტროფის განვითარების ხასიათიც: თითქოს-და ბუნებამ სპეციალურად შეარჩია ქალაქის ყველაზე მოწყვლადი ადგილი და სწორედ იქ განახორციელა მოულოდნელი, კომბინირებული, ტექტონიკურ-მეტეოროლოგიური, წერტილოვანი დარტყმა. ეს იყო ნამდვილი მსოფლიო წარდენის ანალოგიური მინიატურული კატასტროფა. არ იყო მხოლოდ ნოეს კიდობანი.

ბოლო პერიოდში მსოფლიოს ქვეყნების მთავრობათა ყურადღების ცენტრში მოექცა დედამიწის გლობალური დათბობის პრობლემა. სულ რაღაც 1997 წლიდან უკვე შედგა გაეროს ეგიდით 21-მდე საერთაშორისო სამთავრობო შეხვედრები. ფაქტობრივად ეს არის მთავრობების მიერ გამოცხადებული განგაში. მიზეზად ითვლება დედამიწის ტემპერატურის ზრდა გამოწვეული ცივილიზაციის ჭარბი სამეწარმეო-სამეურნეო აქტიურობის შედეგად [1]. იწინასწარმეტყველება კატასტროფების რაოდენობისა და მასშტაბების ინტენსიური ზრდა. ამ მოვლენის ახსნაში შეიძლება შემოვიფარგლოთ გლობალური დათბობით და ჩვენი სრული უძღურების აღიარებით მის წინაშე, რომ არა დარტყმის მახასიათებლები: მოულოდნელობა, სიზუსტე და შედეგები. ამას ემატება პოლიტიკური და განსაკუთრებით სამხედრო დაძაბულობა საქართველოს რესპუბლიკის საზღვრებზე. ყოველივე ეს ბადებს ეჭვებს: ხომ არ იყო კატასტროფა ხელოვნურად გამოწვეული?

მეტეოროლოგიური კატასტროფები თავისი დამანგრეველი ძალით ბევრად წინ უსწრებს ნებისმიერ სხვა სტიქიურ უბედურებებს. ყოველწლიური ზარალი ტროპიკული ციკლონებისა, ქარიშხლებისა და წყალდიდობებისაგან აღწევს ასეულობით მილიარდი დოლარის ღირებულებას; მათგან უკვე დაიდუბა რამდენიმე მილიონი ადამიანი. ისტორიის მატიანეში ინახება მრავალრიცხოვანი ტრაგიკული და დრამატული ეპიზოდები იმ კატასტროფებისა, რაც მოქონდა სტიქიის შემოტევებს დასახლებულ რეგიონებსა და ფლოტილებზე. მაგრამ კატასტროფების ეპოქა ჯერ კიდევ არ ჩაბარებია ისტორიას. მიუხედავად გრანდიოზული სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესისა თანამედროვე ცივილიზაცია ძველებურად უძღურია სტიქიის წინაშე. კატასტროფები გრძელდება [1]. ამის დასადასტურებლად საკმარისია თუნდაც ერთი მაგალითი:

2005 წელი შეერთებულ შტატებში ტროპიკულმა ციკლონმა “ქეთრინმა” წყალში ჩაძირა ქალაქი ახალი ორლეანი. 10 ათასამდე ადამიანი დაიღუპა, ნახევარმა მილიონმა უშველა თავს საკუთარი სახლებიდან გაქცევით. ზარალმა გადააჭარბა 100 მილიარდ დოლარს! ალბათ ბევრს ახსოვს კიდევაც ამ ტრაგედიის დრამატული გაგრძელება: “ქეთრინის” შემდეგ ამერიკის ნაპირებთან გამოჩნდა მეორე ციკლონი, სახელად “რიტა”. შეერთებული შტატების პრეზიდენტი გამოვიდა ტელევიზიით და ასე მიმართა ამერიკელ ხალხს: მე ეკლესიაში ვიყავი და ღმერთს შევევედრეო, ღმერთო არ გამოუშვა ჩვენსკენ “რიტაო”. მსოფლიოს უძლიერესი ქვეყანაც კი უძლური აღმოჩნდა ატმოსფერული სტიქიის წინაშე.

კატასტროფები მეორდება სისტემატურად. მათი შეტევები მომავალში კიდევ უფრო გაძლიერდება გლობალურ დათბობასთან დაკავშირებით. არ არის გამორიცხული, რომ მათ შორის აღმოჩნდეს ისეთი კატასტროფაც, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის თვით ცივილიზაციის არსებობასაც კი. მთავარი მიზეზი ამგვარი საგანგაშო მდგომარეობისა არის ენერჯიისა და ინფორმაციის დეფიციტი. ჩვენს ცივილიზაციას არ გააჩნია ენერჯეტიკა სტიქიის შემოტევის შესაჩერებლად. მეცნიერებამ ჯერ კიდევ ვერ ამოხსნა ამოცანა კატასტროფების გამომწვევ მიზეზებზე. მრავალრიცხოვანი თეორიები და პროგრამები ძირითადად წარმოადგენს საინჟინრო-ტექნოლოგიური მიმართულებების ვარიაციებს ცნობილი ფუნდამენტური კანონების დიაპაზონში (მაგალითად, პროგრამა Stormfury) [1]. ისინი გამორიცხავენ ჯერ კიდევ უცნობი კანონების არსებობის შესაძლებლობას. ამ მეთოდოლოგიამ გადაიწვევტი შედეგები ვერ მოგვცა. ეს კი საფუძველს გვაძლევს ეჭვი ავიღოთ, რომ ცოდნის იმ დიაპაზონში, რომელსაც ფლობს თანამედროვე მეცნიერება, ამოცანის ამოხსნა საერთოდ არ არსებობს. საჭიროა კლასიკური კანონების ჩარჩოებიდან გამოსვლა და ახალი ფუნდამენტალურ-კონცეპტუალური კანონების ძებნა. ეს მეთოდოლოგიური პრობლემაა: ჩარჩოებიდან გასასვლელი “კარები” ოფიციალურად არ არსებობს. “ღობეზე” გადახტომა კი სასტიკად აკრძალულია ადმინისტრაციულ ინსტრუქციებში. იმავე დროს მეცნიერების ისტორია ცალსახად ადასტურებს, რომ მეცნიერება წინ მიჰყავდათ სწორედ იმ მკვლევარებს, რომლებიც “თავხედურად ახტებოდნენ ჩარჩოების ღობეებს”.

კოსმოლოგებმა უკვე მოგვცეს ამგვარი ოპერაციის სანიმუშო მაგალითი. როგორც კი დიდი აფეთქების კონცეფცია აღმოჩნდა მწვავე წინააღმდეგობაში რეალობასთან, დაუყოვნებლივ შეიქმნა ახალი, ნამდვილად რევოლუციური, ალტერნატიული ბნელი ენერჯიის კონცეფცია. მან გადაარჩინა კოსმოლოგია ჩიხში მოქცევას. ტმოსფეროს ფიზიკა დიდი ხანია, რაც ბნელ ჩიხში იმყოფება და სინათლე გვირაბის ბოლოს არ ჩანს.

**ახალი კონცეფცია.** ეს სტატია აყალიბებს ახალი კონცეფციის საფუძვლებს ელექტროდინამიკის ძირითადი კანონების – მაქსველის განტოლებების ფიზიკური შინაარსის ინტერპრეტაციის შეცვლის გზით. კლასიკური ელექტროდინამიკის ტალღური განტოლებისა და კვანტური მექანიკის ძირითადი მუდმივის ერთობლივი ანალიზი ამტკიცებს, რომ მატერიის პირველადი უნივერსალური ელემენტები არის ელექტრული და მაგნიტური დისკრეტული ნაკადები. ანტენის მიერ გამოსხივებული ნებისმიერი ელექტრომაგნიტური ველი წარმოადგენს ამ ელემენტების პარალელურად დალაგებულ და მიმდევრობით ჩართულ ერთობლიობის პაკეტს. საერთოდ აღიარებულია, რომ გამოსხივება შედგება სამი ფაზისაგან: პირველი ფაზა არის ელექტრომაგნიტური კლასტერის დაგროვება ანტენის გარშემო; მეორე ფაზის დროს ხდება იმპულსების გაცვლა ანტენასა და კლასტერს შორის იმპულსების შენახვის კანონის სრული დაცვით. ამ დროს ანტენა დებულობს უკუდარტყმას გამოსხივების საწინააღმდეგო მიმართულებით ისევე, როგორც თოფი ტყვიის გასროლის დროს. ამ თვალსაზრისით ჩვენ შეიძლება ამ ფაზის პროცესს დავარქვათ ანტენიდან კლასტერის გასროლის ფაზა; მესამე ფაზა არის რადიაციული, ანუ ტალღური ფაზა. ანტენის უკუცემის ძალა იმდენად მიზერულია, რომ პრაქტიკულ ამოცანებში მას აბსოლუტურად უგულებელყოფენ, მაგრამ ამოცანის პრინციპულად განხილვის დროს მისი იგნორირება უხეში შეცდომა იქნება. აქედან გამომდინარეობს, ერთი შეხედვით, პარადოქსული დასკვნა: თუ შესაძლებელია კლასტერების სროლა, რატომ არ შეიძლება მათი დაჭერა და სტაციონარულ მდგომარეობაში შენარჩუნება? სწორედ ეს შეიძლება მოხდეს ელექტრის დროს, როდესაც ენერგია მოძრაობს ღია სივრცის დიდი მოცულობიდან ელვის განმუხტვის ლოკალიზებულ მცირე მოცულობისაკენ. განმუხტვის არხი მოქმედებს როგორც ანტენა, მის გარშემო ფორმირდება ელექტრომაგნიტური კლასტერი, მაგრამ არხი სწრაფად ქრება და კლასტერი ვერ დებულობს მისგან გამოსხივებისათვის საჭირო იმპულსს, ხოლო ატმოსფეროში დარჩენილი ელექტროსტატიკური ველი კუმშავს მას განმუხტვის ცენტრისაკენ და ასტაბილიზირებს სტაციონარულ მდგომარეობაში. სწორედ ამ ეფექტზეა დაფუძნებული ახალი კონცეფცია.

ელექტრული და მაგნიტური ელემენტები ურთიერთქმედებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაცულია მაქსველის განტოლებებში წარმოდგენილი ენერგეტიკული, ვექტორული, გეომეტრიული და სასახლდრო პირობები. ამ პირობების დარღვევის შემთხვევაში სტრუქტურა იშლება კომპონენტებად. ფარული ენერგია არის სწორედ ეს დაშლილი კომპონენტები. ელექტრული კომპონენტა შეიძლება აღმოჩნდეს ჩაკეტილი ატმოსფეროს ელექტროსტატიკური ველის პოტენციალურ “ტომარაში” და სტაციონალურად იარსებოს

იქ განუსაზღვრელი ვადით. ჩვენ მას ვუწოდებთ **ლოკალური დროის საცობი** (Local Time's Stopper) [2]. შემდგომში ამ ობიექტის სახელი მოკლედ იქნება **სტოპერი**. ამგვარი სახელწოდების აზრი შემდეგია: სტრუქტურის საათი გაჩერებულია, მასში დრო არ მიედინება. ის ინახავს წარსულის ინფორმაციას. გარკვეულ პირობების შესრულების შემთხვევაში დრო ჩაერთვება და სტოპერი იწყებს ურთიერთმოქმედებას ჰაერის მოლეკულებთან. მისი უნიკალური თვისება არის ჰაერის სითბური ენერჯის აკუმულირება და გარდაქმნა სფერული ელვის, ელქექის, ციკლონისა და ტორნადოს ენერჯებად. ამ მოვლენებიდან თუ რომელი განვითარდება დამოკიდებულია სტოპერის მასშტაბებსა და სტრუქტურაზე.

სფერული ელვა, არის ატმოსფეროში ფარული ენერჯის არსებობის ძირითადი არგუმენტი. ეს იშვიათი და შედარებით დაბალენერგეტიკული მოვლენა გამოირჩევა სხვა ატმოსფერული მოვლენებისაგან თავისი იდუმალებით. მიუხედავად იმისა, რომ მისი თვისებები დეტალურად დადგენილია, ის მაინც რჩება აბსოლუტურად ამოუცნობ ობიექტად. ის წარმოადგენს უნიკალურ ობიექტს მკვლევარისათვის. ციკლონი, ტორნადო, ელქექი შეიძლება მივაკუთვნოთ ნაწილობრივ ამოცნობილ ობიექტებს იმ იმედით, რომ ადრე თუ გვიან ისინი ამოცნობილ იქნებიან ბოლომდის თანამედროვე მეცნიერების კანონების ფარგლებში. სფერული ელვა იმით განსხვავდება ამ მოვლენებისაგან, რომ მან ყველა იმედები ამოუწურა მკვლევარებს. უკვე შექმნილია ორასამდე ჰიპოთეზა მეცნიერებათა მთელ რიგ დარგებში, მაგრამ ამოდ, ამოცანა მაინც ამოუხსნელი რჩება. ამგვარი მდგომარეობა ვერ ჯდება სახეთა ამოცნობის ვერავითარ თეორიაში. საკმარისი არის უცნობი ობიექტის სამი, ან, უკიდურეს შემთხვევაში, ოთხი სპეციფიკური ნიშან-თვისების დადგენა, რომ ეს ობიექტი ამოცნობილი იქნება. მაგრამ, როდესაც ცნობილია ასეულობით მახასიათებელი, ობიექტის ბუნება კი მაინც კითხვის ნიშნის ქვეშ დგას, მაშინ უნდა აღიარებულ იქნას, რომ საქმე გვაქვს ღრმა კრიზისთან მეცნიერებაში. ძირითადი მიზეზი ამგვარი კრიზისისა არის მეცნიერული კვლევის პრინციპულად არასწორი მეთოდოლოგია. როგორც წესი, მეცნიერებაში დომინირებს ორთოდოქსალური პრინციპი: ნებისმიერი უცნობი მოვლენა უნდა ჩაჯდეს ცნობილი და აღიარებული კანონების ჩარჩოებში. აღსანიშნავია, რომ ყველა ჰიპოთეზები, რომლებიც გვაძლევს მოვლენათა ბუნების ნაწილობრივ ამოხსნას, სწორედ ამ პრინციპზეა დაფუძნებული. შედეგად ხდება სამეცნიერო კანონების დოგმებად გადაქცევა და უნაყოფო ჰიპოთეზების წარმოქმნა.

ამ სტატიის ავტორებმა გამოიყენა გარკვეული რისკის შემცველი პარადოქსული მეთოდოლოგია: მოვლენა კი არ უნდა ჩაჯდეს ცნობილი კანონების ჩარჩოებში, არამედ სამეცნიერო კანონი უნდა მოერგოს ბუნების მოვლენის მახასიათებლებს. **მოვლენა უნდა დო-**



**მინირებდეს კანონზე, და არა კანონი – მოვლენაზე.** ეს მეთოდი ერთერთმა ავტორმა გამოიყენა 40 წლის უკან, 1970-იან წლებში და მიიღო სფერული ელვის ბუნების ამომწურავი ამოხსნა [3, 4], მაგრამ წააწყდა ორთოდოქსალთა სასტიკ წინააღმდეგობას. მათთვის სრულიად მიუღებელი იყო ავტორისეული მეთოდოლოგია. 40 წლიანმა გამოცდილებამ დაადასტურა ახალი მეთოდის სიცოცხლისუნარიანობა. ფიზიკა მნიშვნელოვნად შეიცვალა დროის ამ მონაკვეთში. სიმები, ბნელი ენერგია, არალოკალური ურთიერთმოქმედება და სხვა უცნაურობები, რომლებიც 70-იანი წლების ფიზიკისათვის სრულიად უცხო ხილი იყო, თეორეტიკოსთა არსენალის ძირითადი იარაღი გახდა. კოსმოლოგებმა სრულიად მოულოდნელად ცივი წყალი გადაასხეს 70-იანი წლების ორთოდოქსალთა თვითდაჯერებულ თავებს: მათ აღმოაჩინეს, რომ რაც ვიცით ამ სამყაროს შესახებ, არის მხოლოდ 4% იმისა, რაც რეალურად არსებობს. არა და გვეგონა, რომ ყველაფერი პირიქით იყო: ვიცოდით 96% და დაგვრჩა გასაგები სულ რაღაც 4% ნარჩენების სახით. რა არის 4%? ჩიტი ბღღუნად არ ღირს! ასეთი იყო იმ დროის საერთო განწყობა.

ახალი კონცეფცია არ შემოიფარგლება მხოლოდ სფერული ელვის ბუნების არაორდინალური ამოხსნით. მისი ზეგავლენის არეალი ვრცელდება მეცნიერების მთელ რიგ მიმართულებებში. კერძოდ, შესაძლებელია ელტექის, ტორნადოს, ციკლონის (ტაიფუნის), სეტყვის პრობლემური მახასიათებლების ახლებურად ამოხსნა. ღოგორც უკვე აღინიშნა, ყველა ამ მოვლენების ბუნებას უკვე აქვს თავისი ნაწილობრივი ამოხსნები ჰიპოთეზების სახით. აწილობრივი ამოხსნა ორლესული მახვილივითაა: ერთი მხრივ ის შეიძლება მიაწიწებდეს გზას, რომელიც მიგვიყვანს პრობლემის სრულ ამოხსნამდე, მაგრამ არის საშიშროებაც, რომ საქმე გვაქვს მაცდუნებელ მიმიკრიასთან, ჰიპოთეზური მოდელის მიმსგავსებასთან რეალურ ობიექტთან. შეიძლება დარწმუნებულად ითქვას, რომ სფერული ელვის ჰიპოთეზების აბსოლუტური უმრავლესობა წარმოადგენს მიმიკრიას, მათ არაფერი აქვთ საერთო ამ მოვლენასთან, თუმცა გარეგნულად ემსგავსება მას.

ციკლონი (ტაიფუნი) არის **სტოპერის** მიერ სკალარული ქაოსიდან გამოჩეკილი ვექტორული, ორგანიზებული სტრუქტურა, რომელიც აღჭურვილია უნარით ატმოსფეროს სითბო ინტენსიურად გარდაქმნას მუშაობად. თერმოდინამიკის მეორე ფუნდამენტური საწყისის თანახმად ამგვარი რამ შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაცული იქნება პირობები:

$$S_c = S_1 + S_2; \quad S_1 \gg S_2; \quad \Delta S_c = \Delta S_1 + \Delta S_2 \geq 0 \quad (1)$$

აქ  $S_c$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ , – ერთ მოცულობაში ორი დამოუკიდებელი სისტემის საერთო და ცალკეულ ენტროპიათა მნიშვნელობებია. თუ ამ სისტემებს შორის დამყარდა კავშირი, მაშინ მათ შორის დაიწყ

ება ენტროპიების გათანაბრება, რაც გამოსახულია (1)-ს მესამე განტოლებაში. ამ განტოლებების ფიზიკური შინაარსი მარტივია: ორი სისტემიდან ერთერთი მათგანი უნდა იყოს ღუმელი, ხოლო მეორე – მაცივარი. აქედან ღუმელი ცნობილია: ეს არის ატმოსფერო. მისი ტემპერატურა  $T_r \approx 300^{\circ}K$ . რაც შეეხება მაცივარს, ის არის სწორედ სტოპერი, ფარული ენერგია, რომელიც შემოყვანილ იქნა სფერული ელვის ბუნების ასახსნელად. მისი ტემპერატურა  $T_r=0^{\circ}K$ . ამგვარად, ერთი და იმავე მოცულობაში, ერთდროულად შეიძლება არსებობდეს “ღუმელი” და “მაცივარი” ნებისმიერი ტემპერატურული სხვაობით. შეიძლება ითქვას, რომ ისინი ურთიერთ დემატერიალიზებული ობიექტებია. ამგვარი მდგომარეობა შეესაბამება ბოზე-აინშტაინის სტატისტიკის ძირითად პრინციპს სტაციონარული სისტემებისათვის და აიხსნება იმ გარემოებით, რომ ეს სისტემები იმყოფება სხვადასხვა ენერგეტიკულ დონეებზე. მუხტი არის მესამე ობიექტი, რომელსაც შეუძლია შექმნას დამაკავშირებელი არხი. ერთი მხრივ ის მონაწილეობს ჰაერის მოლეკულების (ღუმელის) თერმოდინამიკურ პროცესში და, იმავე დროს თავისი ელექტროსტატიკური ველით ჩართულია სტოპერის (მაცივრის) სტრუქტურაში. შედეგად ჩვენ ვღებულობთ ორმაგ, თერმოელექტროდინამიკურ არასტაციონალურ პროცესს: ჰაერის სითბური ენერგია გადაედინება სტოპერში და გროვდება იქ ელექტროენერგიის სახით. ეს პროცესი ექვივალენტურია კონდესატორის დამუხტვისა დენის წყაროს მიერ. აქ დენის წყარო არის იონების ქაოსური მოძრაობა, ხოლო კონდესატორები – სტოპერის ელემენტები. პროცესი ცალმხრივია, სტოპერი მიღებულ ენერგიას უკან არ აბრუნებს. შედეგად აკუმულირებული ენერგიის ზღვრულმა მნიშვნელობამ შესაძლებელია რამდენიმეჯერ გადააჭარბოს ჰაერის საშუალო სითბურ ენერგიას. როგორც წესი, აკუმულირებული ენერგიის მაქსიმალური მნიშვნელობის ზღვარი განპირობებულია ჰაერის მოლეკულების იონიზაციის პოტენციალით. როდესაც სტოპერის ელემენტში პოტენციალი მიაღწევს იონიზაციის დონეს, წარმოიქმნება სხვადასხვა ნიშნის წყვილი იონი. მათ შორის მოქმედებს ერთი შეხედვით პარადოქსული განზიდულობის ძალა:

$$F_c - F_s = 0 \pm F_d \quad (2)$$

აქ  $F_c$  – მუხტებს შორის მოქმედი კულონის ძალაა;  $F_s$  – სტოპერის მიერ შექმნილი განზიდულობის ძალა;  $F_d$  – ძალთა სხვაობა, რომელსაც ექნება ნულოვანი, დადებითი, ან უარყოფითი ნიშანი. როგორც წესი საწყის ფაზაში დომინირებს სტოპერის პოტენციალი და ამიტომაც სხვადასხვა ნიშნის მუხტები ერთმანეთისგან განიზიდებიან. ახლად წარმოქმნილი იონები ჰქნის ახალ კავშირებს ღუმელსა და მაცივარს შორის. პროცესი ღებულობს ექსპონენციალურად მზარდ ხასიათს. ენერგიის მაქსიმალური სისწრაფით გადაცემას ადგილი ექნება მაშინ, როდესაც მოლეკულების თა-

ვისუფალი გარბენის მანძილი გაუტოლდება სტოპერის ელემენტების კვების დიამეტრს. ელემენტარული გათვლა გვიჩვენებს, რომ სტანდარტულ პირობებში იონი განიცდის რამდენიმე მილიარდ დაჯახებას ყოველ წამში მოლეკულების მხრიდან. ამ დროს ის მიიღებს მოლეკულებისაგან და გადასცემს სტოპერს საშუალოდ  $10^{-12}$  ჯოულ ენერგიას, რაც საკმარისია  $10^6$  წყვილი ახალი მუხტის წარმოსაქმნელად. ენერგიის გადადენის სიჩქარე ჰაერიდან სტოპერში იზრდება გეომეტრიული პროგრესიის სისწრაფით:

$$S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1} \approx 4 \cdot 10^6 \quad (3)$$

$S_n$  – მუხტების ჯამური რაოდენობა დროის ერთეულში;  $a_1 = 2$  – პროგრესიის პირველი წევრი;  $n = 10^6 \cdot 10^{-1}$  – პირველი მუხტის მიერ შექმნილი მუხტების რაოდენობა დროის ერთეულში;  $q = 2$  – პროგრესიის მნიშვნელი.

პროცესი ავთოქების ტოლფასი დარტყმითი ხასიათისაა. სწრაფად კლებულობს ატმოსფეროს ენტროპია, ეცემა ჰაერის ტემპერატურა და წნევა, იზრდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია. ოლეკულების ქაოსური, სკალარული მოძრაობა გარდაიქმნება ვექტორულ, დალაგებულ მოძრაობად, რაც იწვევს შკვალს, ციკლონს, ტორნადოს, სეტყვას, კოკისპირულ წვიმას. სტოპერში აკუმულირებული ენერგია გამოიყოფა ინტენსიური ელექტების სახით. ჩიკლონის თვალი არის სტოპერის სტრუქტურის თავისებურების შედეგი. ფარული ენერგიის მცნების შემოყვანა აცოცხლებს და აბრუნებს ფიზიკაში ეკზოტიკურ, უარყოფილ, ან დავიწყებულ კანონებსა და პრინციპებს. კერძოდ, ამ კატეგორიას ეკუთვნის ეგრეთ წოდებული მაქსველის “დემონი”, რომელიც მან შემოიყვანა 1870 წელს გამოცემულ ნაშრომში “სითბოს თეორია” მას შეარქვეს სახელად “დემონი” იმის გამო, რომ ეჭვს ქვეშ დააყენა თერმოდინამიკის ძირითადი საწყისი ენტროპიის შესახებ, რამაც დიდი შემოფითება გამოიწვია ფიზიკოსებს შორის. “დემონი” “მოკლულ” იქნა 1907 წელს პოლონელი ფიზიკოსის მ. სმულუხოვსკის მიერ, რომელმაც დაამტკიცა, რომ ეს “დემონი” თვით გახდებოდა გარდაუვალი ენტროპიის მსხვერპლი.

მდგომარეობა რადიკალურად იცვლება ატმოსფეროში ფარული სუბსტანციის არსებობის შემთხვევაში. იონი, ნეიტრალური მოლეკულები, ელექტროსტატიკური ველი და სუბსტანცია ერთობლივად ქმნიან მილიარდობით “დემონებს”. ჩვენდა საბედნიეროდ, ეს დემონები არიან “მოკვდავები”, არ არღვევენ თერმოდინამიკის კანონებს, ექვემდებარებიან ენტროპიის კანონებს, მაგრამ მათ შესწევთ უნარი შეანელონ ენტროპიული პროცესის მიმდინარეობა და დროის გარკვეულ მონაკვეთში განახორციელონ კარგად ორგანიზებული სტიქიის “შეტევა” გარემოზე [5].

**დასკვნა.** საკითხი იმის შესახებ, კატასტროფა მდინარე ვერეზე იყო სტიქიური მოვლენა, თუ კარგად ორგანიზებული აგრესია, დიდ რჩება და მოითხოვს სპეციალურ შესწავლას.

მეცნიერებას პრინციპულად შეუძლია “დემონების გახედვნა”, მათი კონტროლი, მართვა და მათი ენერჯის გამოყენებაც კი, როგორც თანამედროვე ცივილიზაციის სასარგებლოდ, ასევე იარაღის სახით მტრის წინააღმდეგ მოულოდნელობის ეფექტის შექმნით. პრობლემებს ქმნის ორი ფაქტორი: კვლევის მცდარი ორთოდოქსალური მეთოდოლოგია, და მეცნიერების გასაიდუმლოება სამხედრო მიმართულებით. ორთოდოქსალური ჯიუტად ცდილობენ ანომალური მოვლენა შემოათრიონ უკვე ცნობილი ფიზიკის კლასიკური კანონების ფარგლებში, ხოლო მილიტარიზმის მიზანია ღრმად საიდუმლოდ შექმნას ახალი იარაღი საშიში კონკურენტების წინააღმდეგ.

საერთოდ ცნობილია, რომ წამყვანი სახელმწიფოები მუშაობენ ახალი, მეტეოროლოგიური და ტექტონიკური იარაღის შექმნაზე, მაგრამ თუ რა დონეზე იმყოფება ეს კვლევები ჩვენ არ ვიცით: შედეგები მკაცრად გასაიდუმლოებულია. გამორიცხული არ არის, რომ მდინარე ვერეს აუზის კატასტროფა იყო დივერსია, მეტეოტექტონიკური საიდუმლო იარაღის გამოცდა და, ერთდროულად, საქართველოს რესპუბლიკის თავდაცვისუნარიანობის შემოწმება.

დასკვნების გაკეთება არ წარმოადგენს პრობლემას: კატასტროფის მხილველი და მოწმე იყო მთელი თბილისი.

### **ლიტერატურა:**

1. Е. А. Шарков. Атмосферные катастрофы: эволюция научных взглядов и роль дистанционного зондирования. Институт космических исследований РАН. Интернет. 2004.
2. G. Berria. Ball Lightning and New Axiom. XIV International Conference of Atmospheric Electricity. Brazil, Rio De Janeiro, 2011.
3. გ. ბერია. რა არის სფერული ელვა? “მეცნიერება და ტექნიკა”, №12, 1976.
4. G. Berria. On the Problem of Ball Lightning origin. Part 1. An Electric String Model. Part 2. The Explanation of the Specific Properties of Ball Lightning. Proceedings 6<sup>th</sup> International Symposium on Ball Lightning (ISBL99), Antwerp, Belgium, 1999.
5. გ. ბერია. ატმოსფერული კატასტროფები და მათი გამომწვევი მიზეზების ამოხსნა ატმოსფეროში ფარული ენერჯის არსებობის დაშვებით. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მასალები. თბილისი, 2011.

6. გ. ბერია. რ. ბერია. მეტეოროლოგიის მეთოდოლოგიური პრობლემები, ატმოსფეროში კვანტური სუბსტანციის ახალი კონცეფცია. სოსუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები. თბილისი 2014. გვ. 29-44.

## **GURAM BERIA, ROIN BERIA**

### **ABOUT REASONS OF THE CATASTROPHE IN THE BASEIN OF RIVER VERE ON 2015 YEAR**

The disaster in basin of little and harmless river Vere bridged damage from 100, to 200 million laries.

The cyclone, tornado, thunder-storm, hails, flooding, these creations of atmospheric instability annually attack cities, flotillas, a crop. The damage is measured in hundreds billion dollars, the death-roll of people is estimated in millions. The modern civilization also is powerless before them, how they were helpless in last centuries. Two reasons explain such position: the first is power weakness. The second is deficiency of the information. The modern civilization has not energy to resist catastrophes. The modern science has not managed to penetrate in foundation of the reasons of instability.

The purpose of given article is attempt to open the secret of the mechanism leading to catastrophes and to give the chance to the peoples to resist adequately them. Essence of ideas in the following: the latent energy is in earth atmosphere which can start to interact with environment. It will transform the thermal energy of air in the organized force and, as consequence, catastrophes begin. The nature of the latent energy quite gives in to an explanation in classics limits. A problem is created by some erroneous postulates inherited from the last century in the form of firm dogmas.

**EDUARD CHIKVAIDZE, ALEXANDER MIMINOSHVILI**

**PHOTOSENSITIZED FORMATION OF BILIRUBIN FREE RADICALS  
AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF  $\beta$ -CARATONE**

**Keywords:** Bilirubin, photosensitization,  $\beta$ -Carotene, phototherapy, ESR

**Abstract**

Irradiation of Bilirubin in the presence of oxygen with blue ( $\lambda_{\max}=450$  nm), green ( $\lambda_{\max}=510$  nm) and red ( $\lambda_{\max}=620$  nm) light leads to photosensitized formation of free radicals. The ESR (Electron Spin Resonance) spectrum of free radical represents singlet with  $g=2.003$  and  $\Delta H=1.0$  mTl. Phototherapy is usually used to treat of neonatal jaundice and hyperbilirubinemia and includes the irradiation by visible light. However, the radical-products of bilirubin photooxidation arising during the irradiation may be harmful and cause the side effects. Therefore, the antioxidants are necessary to protect the newborns treated by phototherapy from the possible harmful actions of products of bilirubin photooxidation. It was shown that bilirubin is a photosensitizer of the second kind. On the other hand it is also known that  $\beta$ -carotene is an efficient quencher of singlet oxygen. Thus, in contrast to bilirubin,  $\beta$ -carotene is not a photosensitizer and its irradiation with blue, green and red light does not produce free radicals. Irradiation of bilirubin in the absence, and presence of  $\beta$ -carotene was investigated. It was found that under irradiation of bilirubin in the presence of  $\beta$ -carotene formation of bilirubin radicals decreases. Thus,  $\beta$ -carotene can be recommended as an antioxidant in the treatment of phototherapy after clinical trials.

**Introduction**

Bilirubin is a by-product of the degradation of hemoglobin. Bilirubin, in particular, indirect (ZZ) bilirubin is cytotoxic. The high concentrations of bilirubin in tissues cause hyperbilirubinemia and ultimately jaundice [1-5].

Phototherapy for treatment of hyperbilirubinemia may be accompanied by serious complications associated with bilirubin photooxidation and its free radical production [6-14]. Therefore, the investigation of bilirubin photooxidation and study of the mechanisms of formation free radicals makes possible to obtaining the pharmacological ways for prevention possible side effects of bilirubin-phototherapy. It should be noted, that in the USA the signs of hyperbilirubinemia in approximately 7-8% of newborns are observed. At the same time diagnoses of neonatal jaundice occurred more often among East Asian

and mixed Asian than among white infants [15]. The most widespread method of the neonatal hyperbilirubinemia treatment is phototherapy by visible light [1, 16 -19]. It's known that while irradiation of bilirubin in the absence of oxygen the structural isomerization of the molecule of bilirubin takes place: (EZ) cyclobilirubin ← (EZ) bilirubin ← (ZZ) bilirubin ← (ZE) bilirubin. Meanwhile, (ZZ) bilirubin is a toxic substance, which doesn't dissolve in water and is the cause of disease-jaundice, (EE)-cyclobilirubin dissolves in water and leaves the organism more easily [16, 20].

At the same time, the bilirubin photooxidation product cause different mutagenic and cancerogenic effects [6-9, 21, 22]. The products of bilirubin photooxidation were found in the babies' urine after phototherapy treatment [4, 14]. To avoid the possible side effects appeared as a result of phototherapy it is necessary to use antioxidants or quencher of singlet oxygen, because the singlet oxygen plays significant role in the formation of bilirubin's radicals [23-25].

Carotene is known as an efficient quencher of singlet oxygen [5, 25, 26]. The main purpose of this study was to determine the final stable free-radical products of bilirubin photooxidation and to investigate the effect of  $\beta$ -carotene on the irradiated bilirubin.

### **Materials and methods**

Bilirubin and  $\beta$ -carotene were obtained from "Sigma". Bilirubin was purified by chromatography method on silica gel column (L 100/400 "Chemapol" Prague).

Bilirubin as a thin layer of a powder or its solution (30 mg of pure bilirubin was dissolved in 10 ml of chloroform or 0.05 M NaOH), also the samples in the powder form or as chloroform solution of bilirubin (10 mg bilirubin was dissolved in 10 ml of chloroform) containing  $\beta$ -carotene (10 mg) were irradiated at atmospheric pressure and room temperature. The samples were placed under a source of light at a distance excluding heating of samples at prolonged irradiation. Temperature was controlled by the mercury thermometer.

As the light source were applied two fluorescent lamps at same time. Three types of fluorescent lamps: "Osram" L 18W/67 blue, "Osram" L 18W/66 green and "Osram" L18W/60 red (Germany) were used, which usually are applied for treatment with phototherapy at Medical organizations. Using luxmeter U-116, the error ~ 12%, light flux and the power incident on the sample were measured. The results showed that the power incident on the sample is: in the case of the blue light 10 mW/sm<sup>2</sup>, green – 37.7 mW/sm<sup>2</sup> and red– 32.6 mW/sm<sup>2</sup>.

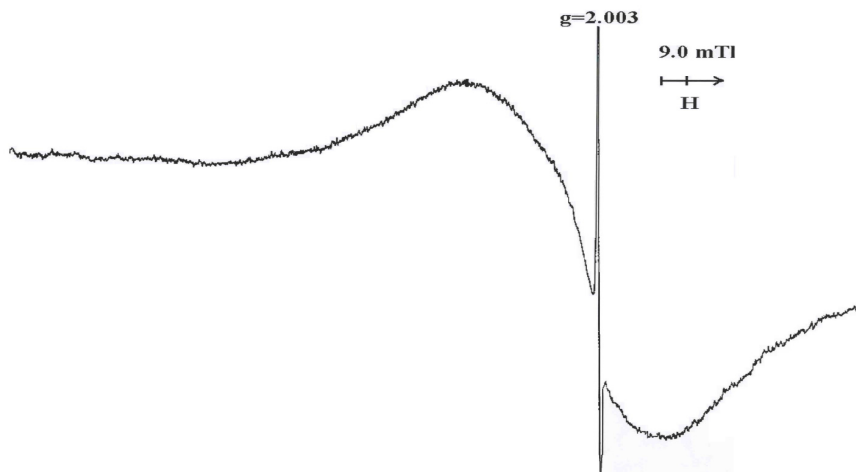
For research the effect of oxygen, the samples were placed in a glass cuvette, from which the air was pumped out up to  $10^{-3}$  mm Hg. Then evacuated samples were irradiated by visible light of different wavelength. The prolonged irradiation (several hours) did not lead the formation of the ESR spectra.

The ESR spectra were recorded by ESR-V X-band radiospectrometer equipped with a cylindrical ( $TM_{110}$  Mode) cavity, with high-frequency (HF) magnetic field modulation 100 kHz, microwave power 2 mW, the amplitude of the HF modulation 0.1 mTl. The ESR spectra were obtained at room temperature.

As an ESR standard  $Mn^{+2}$  ions MgO powder was used. Measurements of absorption spectrum were carried out on Spectrometer "Specol UV" and "Specol 20" (Karl Zeiss). The purification and ESR measurements of bilirubin were carried out under photographic safe-light.

### Results and discussion

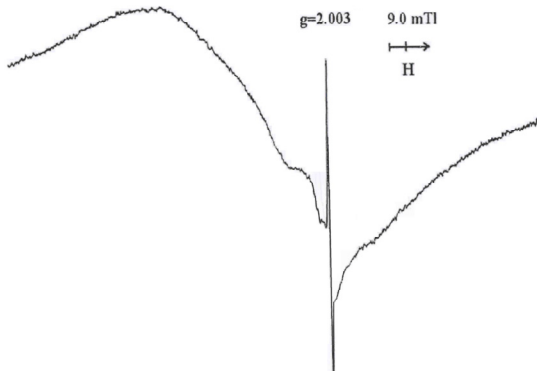
The oxidized brown bilirubin powder without purification has the spectrum ESR representing the singlet with  $\Delta H=1.0$  mTl and  $g=2.003$  (Fig.1).



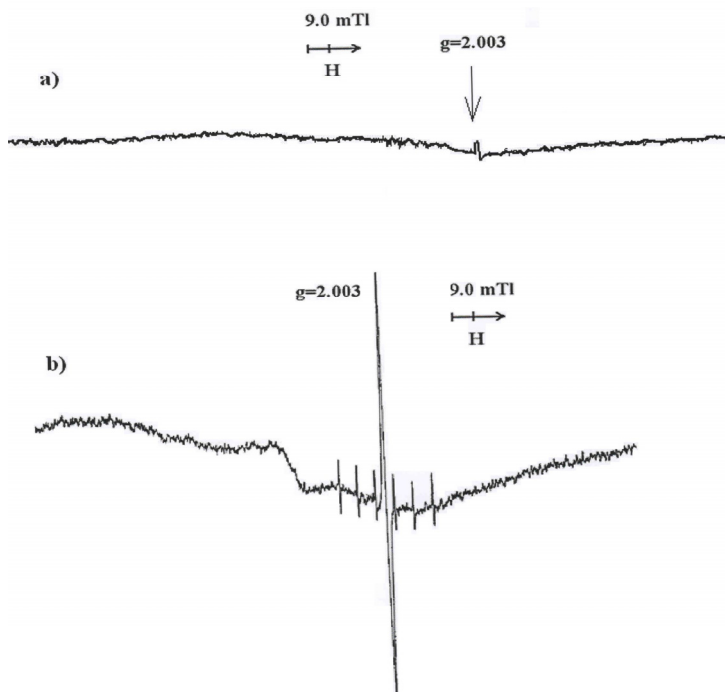
**Fig.1. The ESR signal of bilirubin powder without purification. The singlet with  $g=2.003$  and  $\Delta H=1.0$  mTl belongs to bilirubin's free radicals.**

Bilirubin was purified by chromatography method on silica gel column. After purification of the oxidized bilirubin powder in the chromatographic column at the start remains an insoluble in chloroform black mass, in this is concentrated all the free radicals of the oxidized bilirubin (Fig.2).





**Fig.2. The ESR spectrum of an insoluble in chloroform black mass, remaining at the start after purification of bilirubin on silica gel column.**  
 In pure bilirubin powder ESR spectrum is absent, and its color is orange (Fig.3a).

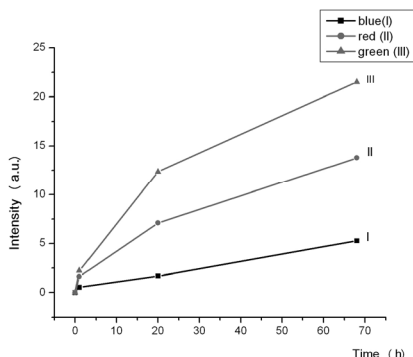


**Fig.3. The ESR signal of pure bilirubin:**  
 a) before irradiation;  
 b) after prolonged (20 hours) irradiation by blue light  $\lambda_{\max}=450$  nm

The irradiation by blue light of pure bilirubin solution in chloroform causes the formation bilirubin's free radicals (Fig.3b).

Apparently, with the bilirubin oxidation take place its radical polymerization, and bilirubin free radicals entirely concentrate in the polymer form, which is not soluble in chloroform and remains at the start of the chromatographic column. Irradiation of pure bilirubin leads to the formation of molecular forms of free radicals, which over time can also polymerize.

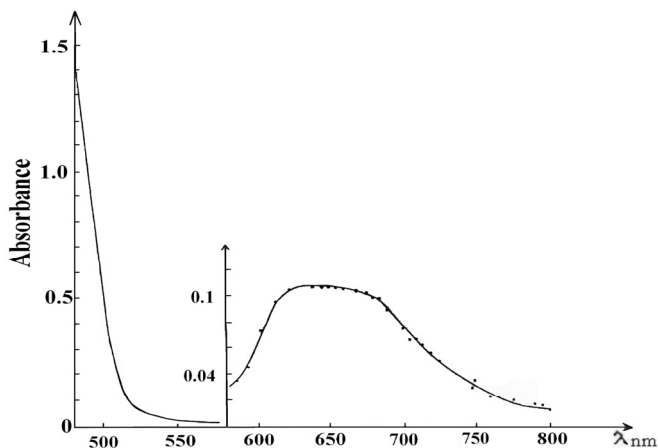
Irradiation of the bilirubin powder in chloroform by blue, green and red light results formation of a stable radicals with  $\Delta H=1.0$  mTl and  $g=2.003$  (Fig.4).



**Fig.4. The change of the intensity of ESR spectrum of bilirubin powder, irradiated by blue (I), red (II) and green (III) light.**

To reveal the chemical nature of free radicals ESR-measurements of bilirubin solution were carried out. The parameters of the obtained ESR spectrum of free radicals coincide with parameters of the spectrum, which was observed at irradiation of a bilirubin powder and its chloroform solution. It proves that the free radical belongs to bilirubin. Prolonged irradiation of a bilirubin chloroform solution provokes the change of solution's colour from yellow to green and simultaneously the spectrum of line absorption at  $\lambda_{max}=650$  nm occurs. The last one characterizes the biliverdin solution in chloroform (Fig.5) [2, 27].

At the beginning of irradiation by visible light the concentration of bilirubin's free radicals increases (Fig.4). Prolonged (20 hours) irradiation of the sample of bilirubin in vacuum does not cause formation of free radicals. This fact proves the molecular oxygen participates in formation of free radicals. Hence, bilirubin is a photosensitizer that evokes the photodynamic effect of the second kind.

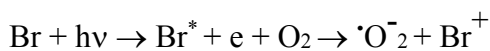
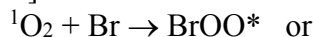


**Fig.5. The absorption spectrum of biliverdin chloroform solution after irradiation by blue light.**

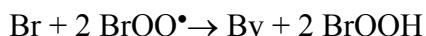
In physiological conditions the concentration of oxygen in tissue and plasma is less than oxygen concentration in air, despite it, photooxidation is held effectively [27, 28]. While at irradiation of bilirubin by visible light it passes in excited triplet state, the energy of excitement is transferred to molecular oxygen:



Possibly the singlet oxygen attacks bilirubin molecule in two ways [29, 30]:

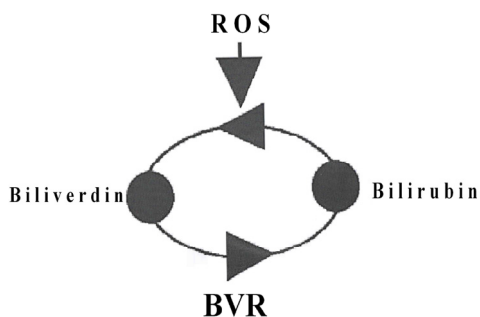


After formation of the bilirubin's free radicals, the different radical chain reactions may occur, one of which causes formation of biliverdin (Fig.5). Formation of biliverdin can be described by following reaction [28]:



It should be noted, that at physiological concentrations of bilirubin it exhibits an antioxidant activity (Fig.6).

Biliverdin is reduced to bilirubin by biliverdin reductase (BVR) and is regenerated when the detoxification of reactive oxygen species (ROS) oxidizes bilirubin back to biliverdin. In this manner, low concentrations of bilirubin can be recycled to neutralize large amount of ROS [2,26,27].



**Fig.6. Amplification of the neuroprotective effect of bilirubin by redox cycling.**

In the process of photooxidation the formation of bilirubin-radical may represent the factor of mutagenic influence on the cell, apparently it seems, that at the same time the radical reactions with the formation of superoxide anion peroxide of hydrogen and of an active hydroxyl-radical take place. That can cause lipid peroxidation, oxidation of membrane proteins and cells' membranes destruction.

Christensen and his colleagues which investigated the influence of the irradiation by visible light of a cell lines "murine lymphoma" [6-9, 21,22] found out that the cells may be killed by bilirubin and light, most efficiently when the cells are present in the light field suspended in a solution of bilirubin, but the cells can be killed by their addition to previously irradiated bilirubin-solution. It means that destruction of cells is also caused by toxic products of bilirubin photooxidation.

To prevent the development of the possible side effects of phototherapy treatment of hyperbilirubinemia in newborns it is necessary to quench singlet oxygen [29-30].

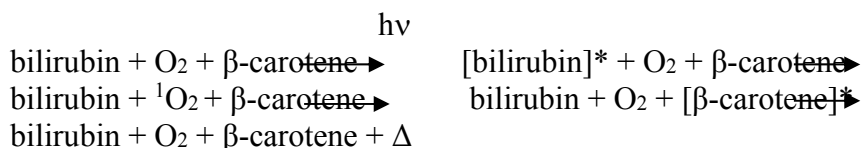
$\beta$ -Carotene is known as an efficient quencher of oxygen molecules in the singlet state [5, 26]. The rate of quenching of singlet oxygen depends on the quantity of conjugated double bonds. More the quantity of these bonds is more effectively takes place the neutralization of oxygen. Therefore it's studied the influence of  $\beta$ -carotene on photosensitized formation of bilirubin's free radicals.

The ESR and absorption spectra of  $\beta$ -carotene in chloroform or its powder have shown that the long irradiation (24 hours) of  $\beta$ -carotene by visible light (blue,  $\lambda_{\max} = 450$  nm and green,  $\lambda_{\max} = 510$  nm) does not induce formation of free radicals. This confirms the fact that in comparison with bilirubin,  $\beta$ -carotene is not photosensitizer.

Analysis of ESR spectra of bilirubin solution in the presence and absence of  $\beta$ -carotene show that irradiation in the presence of  $\beta$ -carotene

reduces formation of free radicals. The dynamics of the intensity change of ESR signal of bilirubin powder in the presence and absence of  $\beta$ -carotene under irradiation by blue light is shown in Fig.6.

It confirms the supposition that  $\beta$ -carotene is efficient antioxidant for bilirubin. May be suggested the following mechanism of photoreaction:



Bilirubin absorbs a photon and turns to an excited state; after the excitement energy is transferred to singlet oxygen, which quenched by  $\beta$ -carotene, and may be consumed by cis-trans isomerization of  $\beta$ -carotene molecule.

Therefore it is evident that before employing the  $\beta$ -carotene as antioxidant for therapy, it is necessary to reveal its action either in vitro, or in vivo conditions.

### Conclusion

Our studies suggest that bilirubin is photosensitizer of the second kind. Formation of bilirubin's radicals under irradiation by visible light in the presence of oxygen was observed. In the absence of oxygen exposure of bilirubin does not result to the formation of free radicals. Consequently, for the treatment of hyperbilirubinemia using phototherapy to prevent the possible side effects the appropriate antioxidant should be used. A study of the action of visible light on the bilirubin in the presence of  $\beta$ -carotene showed that the concentration of the photoinduced free radicals is significantly reduced.

Therefore, we can recommend  $\beta$ -carotene as an antioxidant in this case, but it is necessary to test it either in vitro or in vivo conditions before their application in therapeutic treatment.

**Abbreviations:** ESR (Electron Spin Resonance); Br (Bilirubin); Bv (Biliverdin), ROS (Reactive oxygen species), HF (high-frequency)

### References:

1. McDonagh A. F, Lightner D. A. (1985). Like a shrivelled blood orange-bilirubin, jaundice, and phototherapy. *J Pediatr* 75:443-455.

2. Greenberg D. A. (2002). The Jaundice of the Cell. *PNAS* 99:-15837-1539.
3. Tiribelli C, Ostro J. D. (1996). New concepts in bilirubin and jaundice: report of the third international bilirubin workshop. *J Hepatol* 24:1296-1311.
4. Lightner D.A, Linnane W. P, Ahlfors C.E. (1984). Bilirubin photooxidation products in the urine of jaundiced neonates receiving phototherapy. *Pediatr Res* 18:696-700.
5. Bonnet R, Stewart J. C. (1972). Singlet oxygen in the photooxidation of bilirubin in hydroxylic solvents. *Biochem J* 130:895-897.
6. Christensen T. (1986). Cytotoxicity of bilirubin photoproducts. *Photobiochem Photobiophys* 10:253-260.
7. Christensen T, Reitan J. B, Kinn G. (1990). Single strand breaks in the DNA of human cells exposed to visible light from phototherapy lamps in the presence and absence of bilirubin. *J Photochem Photobiol B* 7:337-346.
8. Christensen T, Kinn G, Granli T, Amundsen I. (1994). Cells, bilirubin and light: Formation of bilirubin photoproducts and cellular damage at defined wavelengths. *Acta Pediatr* 83:7-12.
9. Levitt A. Z, Joffe RT, Moul D. E, Lam RW, Teicher M. H, Lebeque B, Murray M. G, Oren D. A, Schwartz P, Buchanan A, Glod C. A, Brown J. (1993). Side effects of light therapy in seasonal affective disorders. *Am J Psychiat* 150:660-662.
10. Brown A. K, McDonagh A. F. (1980). Phototherapy for neonatal hyperbilirubinemia: efficacy, mechanism and toxicity. *Adv Pediatr* 27:341-389.
11. Onishi S, Ytoh S, Ysoke K, Togari H, Kitoh H, Nishimura Y. (1982). Mechanism of development of bronze baby syndrome in neonates treated with phototherapy. *Pediatrics* 69:273-6.
12. Gres H. P. (1990). Bilirubin phototherapy and potential UVR hazards. *Health Phys* 58:313-320.
13. Csoma Z, Hencz P, Orvos H, Kemeny L, Dobozy A, Dosa-Racz E, Erdei Z, Bartusek D, Olah J. (2007). Neonatal blue-light phototherapy could increase the Risk of dysplastic nevus development. *Pediatrics* 119:1036-1037.
14. Setia S, Villavences A, Dhillon P, Mueller B. A. (2002). Neonatal jaundice in asian, white, and mixed-race infants. *Arch Pediatr Adolesc Med* 156:276-279.
15. Onishi S, Itoh S, Isoke K. (1986). Wavelength-dependence of the relative rate constants for the main geometric and structural pho-

- toisomerization of Bilirubin bound to human serum albumin. *Biochem J* 236:23-29.
16. Tan K. L. (1998). Decreased response to phototherapy for neonatal jaundice in breast-fed infants. *Arch Pediatr Adolesc Med* 152:1187-1190.
  17. Newman T. B, Liljestrand P, Escobar G. J. (2002). Jaundice noted in the first 24 hours after birth in a managed care organization. *Arch. Pediatr Adolesc Med* 156:1244-1250.
  18. Watkinson M. (1999). Formula for jaundiced breast-fed infants. *Arch. Pediatr Adolesc Med* 153:657-658.
  19. Lamola A. A, Blumberg W. E, McClead R, Fanaroff A. (1981). Photoisomerized bilirubin in blood from infants receiving phototherapy. *PNAS* 78:1882-1886.
  20. Christensen T, Kinn G, Granli T, Jaworska A, Roll E. B. Photosensitising effects of bilirubin. First internet conference on Photochemistry and Photobiology. Internet journal of Science Biological Chemistry 1997;3. Available: <http://www.photobiology.com/v1/contrib.htm> via the INTERNET. Accessed 1997 Nov 17-Dec12.
  21. Christensen T, Roll E. B, Jaworska A, Kinn G. (2000). Bilirubin - and light induced cell death in a murine lymphoma cell line. *J Photochem Photobiol B* 58:170-174.
  22. Sionkowska A, Kaminska A. (1999). Changes induced by ultraviolet light in fluorescence of collagen in the presence of  $\beta$ -carotene. *J Photochem Photobiol A* 20:207-210.
  23. Reiter R. I, Tan D. X, Cabrera J, D'Arpa D. (1999). Melatonin and Tryptophan derivatives as free radical scavengers and antioxidants. *Adv Exp Med Biol* 467:379-387.
  24. Jirsa M, Kubat P. (1996). The effect of sensitizers on the rate constant of photo degradation of bilirubin ditaurate. *J Photochem Photobiol B* 36:99-101.
  25. Stocker R, Glazer A. N, Ames B. N. (1987). Antioxidant activity of albumin-bound bilirubin. *PNAS* 84:5918-5922.
  26. Stocker R, Yamamoto J, McDonagh A. F, Glazer A. N, Ames B. N. (1987). Bilirubin is an antioxidant of possible physiological importance. *Science* 235:1043-1046.
  27. Zhang S, Xie J, Zhang J, Zhao J, Jiang L. (1999). Electron Spin Resonance studies on photosensitized formation of hydroxyl radical by C-phycocyanin from *Spirulina platensis*. *Biochim Biophys Acta* 1426:205-211.
  28. Foote Ch. S. Photosensitized oxidation and singlet oxygen. Biological consequence. In: Pryor W. A, editor. *Free radicals in bi-*

ology. Volume II. New York, San Francisco, London: Academic; 1976. p 96-150.

29. Ayyash H, Hadjigeorgiou E, Sofatzis J, Chatziioannou A, Nicolopoulos D, Sideris E. (1987). Green light phototherapy in newborn infants with ABO hemolytic disease. J Pediatr 111:882-887.

### ედუარდ ჩიკვაიძე, ალექსანდრე მიმიწოვილი

#### ბილირუბინის თავისუფალი რადიკალების ფოტოსენსიბილიზირებული წარმოქმნა და $\beta$ -კაროტინის ანტიოქსიდანტური თვისებები

ბილირუბინის დასხივება ღურჯი ( $\lambda = 450\text{nm}$ ), მწვანე ( $\lambda = 510\text{nm}$ ) და წითელი ( $\lambda = 620\text{nm}$ ) სინათლით, იწვევს თავისუფალი რადიკალების ფოტოსენსიბილიზირებულ წარმოქმნას. ელექტრომული პარამაგნიტური რეზონანსის სპექტრი წარმოადგენს თავისუფალი რადიკალის სინგლეტს  $g=2003$  და  $\Delta H = 1,0\text{mTl}$ . სიყვითლისა და ჰიპერბილირემიის ფოტოთერაპიით მკურნალობა ხდება ხილული სინათლის დასხივებით, თუმცა ბილირუბინის ფოტოდაჟანგვის თავისუფალრადიკალური პროდუქტები, რომლებიც წარმოშობა დასხივების დროს, შეიძლება იყოს მანე და ჰქონდეს გვერდითი ეფექტი. აქედან გამომდინარე საჭიროა ანტიოქსიდანტების მოძიება, რომლებიც დაიცავენ ახალშობილებს მათი ფოტოთერაპიით მკურნალობისას ბილირუბინის ფოტოდაჟანგვის პროდუქტებისგან. როგორც აღმოჩნდა ასეთ ანტიოქსიდანტს  $\beta$  - კაროტონი წარმოადგენს.



## როინ ბარია

### გამოყენებითი ელექტროდინამიკის ამოცანების კვლევის მეთოდები

მე-XX-ე საუკუნის შუა ხანებიდან პორტატული ტექნიკისა და ციფრული ტექნოლოგიების განვითარებამ გამოიწვია სივრცეში ელექტრომაგნიტური ველების ფონის გაზრდა, ე.წ. სივრცის ელექტრომაგნიტური დაბინძურება. როგორც ცნობილია, ყველა ელექტრონული მოწყობილობა (ტელევიზორი, კომპიუტერი და ა.შ.) მისი მუშაობის და განსაკუთრებით ამოქმედების დროს გამოასხივებს ელექტრომაგნიტურ ველს, რომელიც ზემოქმედებს, როგორც - ცოცხალ ორგანიზმებზე, ასევე ელექტრომაგნიტური ველის მიმართ მგრძობიარე მოწყობილობებზე. ამიტომ აუცილებელი გახდა ელექტრონულ მოწყობილობათა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების არასასურველი ურთიერთგავლენის შესწავლა მგრძობიარე მოწყობილობებსა და მათთან მომუშავე მომხმარებელზე ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების კონტროლისა და მინიმიზაციის მიზნით.

განვიხილოთ არასტაციონარული დიფრაქციის კლასიკური ამოცანა. ვთქვათ, ელექტრომაგნიტური ტალღა ცნობილი სივრცეული და დროითი მახასიათებლებით  $\{\vec{E}^{inc}(\vec{r}, t), \vec{H}^{inc}(\vec{r}, t)\}$  დიფრარგირებს  $S_0$  ზედაპირით შემოსაზღვრულ სხეულზე. ამ  $S_0$  ზედაპირზე ინდუცირდება დენები და მუხტები  $\vec{j}(\vec{r}', t)$  და  $\rho(\vec{r}', t)$  სიმკვრივეებით შესაბამისად. აქ  $\vec{r}' \in V_0$ , სადაც  $V_0$  არის  $S_0$  ზედაპირით შემოსაზღვრული მოცულობა. სივრცეში სხეულის მიერ გამოსხივებულ არასტაციონარულ ველებს  $\{\vec{E}^{sc}(\vec{r}, t), \vec{H}^{sc}(\vec{r}, t)\}$  გაბნეულ ველებს ან უბრალოდ გამოძახილებს უწოდებენ. რასტაციონარული დიფრაქციის ამოცანას სხეულზე დაცემული ველით ინდუცირებული დენებისა და მუხტების, ან მათ მიერ გამოსხივებული ველების პოვნა წარმოადგენს.

კავშირი ელექტრული და მაგნიტური ველების დაძაბულობების ვექტორებსა და მათ შემქმნელ წყაროებს შორის აისახება მაქსველის განტოლებებში:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H}^{sc} &= \vec{J} + \frac{\partial \vec{E}^{sc}}{\partial t}, \\ \operatorname{rot} \vec{E}^{sc} &= -\frac{\partial \vec{B}^{sc}}{\partial t}, \\ \operatorname{div} \vec{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \operatorname{div} \vec{H} = 0, \quad \vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}, \\ \vec{B} &= \mu_0 \vec{H}, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{J} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

სადაც,  $\vec{H}^{sc}$  და  $\vec{B}^{sc}$  გაბნეული მაგნიტური ველის დაძაბულობისა და მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორებია შესაბამისად,  $\vec{E}^{sc}$  და  $\vec{D}^{sc}$  გაბნეული ელექტრული ველის დაძაბულობისა და ელექტრული ველის ინდუქციის ვექტორებია, ხოლო  $\vec{J}$  და  $\rho$  ელექტრული დენის სიმკვრივე და ელექტრული მუხტის სიმკვრივეა.

(1.1)-ის მეორე განტოლებაზე  $\operatorname{rot}$  ოპერაციის ჩატარებისას მივიღებთ:

$$\operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{E}^{sc} = -\frac{\partial}{\partial t} \operatorname{rot} \vec{B}^{sc} = -\mu_0 \frac{\partial \vec{J}}{\partial t} - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 \vec{E}^{sc}}{\partial t^2}.$$

ანალოგიური ოპერაციის მაგნიტური ველის დაძაბულობის ვექტორზე ((1.1)-ის პირველ განტოლებაზე) ჩატარებით გაბნეული ელექტრული და მაგნიტური ველის დაძაბულობების ვექტორებისათვის მარტივად ჩაიწერება შემდეგი არაერთგვაროვანი ტალღური განტოლებები

$$\nabla^2 \vec{E}^{sc} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}^{sc}}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon_0} \operatorname{grad} \rho + \mu_0 \frac{\partial \vec{J}}{\partial t}, \quad (1.2.ა)$$

$$\nabla^2 \vec{H}^{sc} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{H}^{sc}}{\partial t^2} = -\operatorname{rot} \vec{J}. \quad (1.2.ბ)$$

ამ განტოლებების ამოხსნა ვეძებთ კირხჰოფის<sup>1</sup> ცნობილი მეთოდით [1], რომლის თანახმადაც  $V_0$  მოცულობის ნებისმიერ  $\vec{r}$  წერტილში ელექტრული ან მაგნიტური ველი შეიძლება წარმოვადგინოთ ორი ინტეგრალის ჯამის სახით: პირველი მათგანი წარმოადგენს მოცულობით ინტეგრალს  $V_0$  მოცულობის შიგნით მოთავსებული ნებისმიერი წყაროსა და გრინის ფუნქციის ნამრავლისა; მეორე კი არის ზედაპირული ინტეგრალი  $V_0$  მოცულობის შემომსაძღვრელ  $S$  ზედაპირზე და ინტეგრალქვეშა გამოსახულება

<sup>1</sup> გუსტავ რობერტ კირხჰოფი, გერმანელი ფიზიკოსი, დაიბადა 1824 წელს.

წარმოადგენს გრინის ფუნქციის,  $S$  ზედაპირზე ველის ნორმალური წარმოებულის,  $S$  ზედაპირზე ველისა და გრინის ფუნქციის ნორმალური წარმოებულის კომბინაციას.

სტატიაში განხილულია გამოყენებითი ელექტროდინამიკის ამოცანების შესასწავლად გამოყენებული ძირითადი კვლევის მეთოდები, როგორც დროით არეში, ასევე სიხშირულ არეში, როგორებიცაა: სასრული სხვაობების მეთოდი; სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის ორგანზომილებიანი ამოცანებისათვის; სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის სამგანზომილებიანი ამოცანებისათვის; დამხმარე გამომსხვივებლების მეთოდი; მომენტების (პროექციული) მეთოდი; მომენტების (პროექციული) მეთოდი დროით არეში; განვიხილოთ ეს მეთოდები ცალცალკე.

**1. სასრული სხვაობების მეთოდი.** აპერტურის მქონე, იდეალურად გამტარ სხეულებში ელექტროსტატიკური განმუხტვისას გამოსხივებული ველების შედწევის ამოცანის შესწავლის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ველების ეკრანირების ეფექტურობის განსაზღვრა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად არსებობს სხვადასხვა რიცხვითი მეთოდები. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს სასრული სხვაობების მეთოდი დროით არეში (FDTD) [2]. თავისი არსითა და შესრულებით სასრული სხვაობების მეთოდი მარტივია, ამავედროულად მას ახასიათებს მაღალი მდგრადობა ელექტრომაგნიტურ ველებსა და ობიექტებს შორის ურთიერთქმედების ამოცანების მოდელირების უზრუნველყოფისათვის. აქედან გამომდინარე ეს მეთოდი წარმატებულად გამოიყენება ისეთი ტიპის ამოცანებისათვის, როგორებიცაა

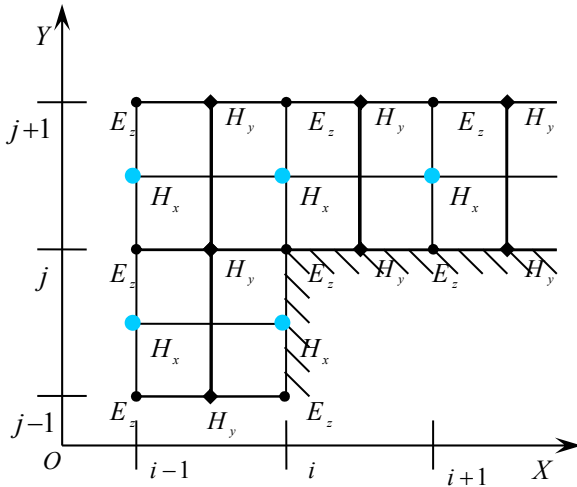
1. კანონიკური ორგანზომილებიანი სამიზნეები:
  - მეტალური ღერო კვადრატული განივკვეთით,  $TM$  ტიპის ტალღა;
  - წრიული ცილინდრი,  $TE$  ტიპის ტალღა;
  - ერთგვაროვანი ანიზოტროპული ღერო კვადრატული განივკვეთით,  $TM$  ტიპის ტალღა;
  - კონფორმულ-მოდულირებადი წრიული მეტალური ცილინდრი;
  - ღია მეტალური ღრუ;
2. კანონიკური სამგანზომილებიანი სამიზნეები:
  - მეტალური კუბი, ტალღის ნორმალური დაცემა;

- ბრტყელი გამტარი ფენა, არეკვლის ეფექტური ზედაპირი, დაკვირვების სხვადასხვა კუთხეები;
- $T$ -მაგვარი გამტარი სამიზნეები, არეკვლის ეფექტური ზედაპირი, დაკვირვების სხვადასხვა კუთხეები;

**2.სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის ორგანზომილებიანი ამოცანებისათვის.** დიფრაქციის ორგანზომილებიანი ამოცანების შემთხვევაში ეს მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: გაბნეული ელექტრომაგნიტური ველის მოსაძებნად ჩაიწერება მაქსველის განტოლებათა სისტემა  $E$ -პოლარიზაციის მქონე ველებისათვის:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H_x}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu} \frac{\partial E_z}{\partial y} \\ \frac{\partial H_y}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu} \frac{\partial E_z}{\partial x} \\ \frac{\partial E_z}{\partial t} &= \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (2.1)$$

სადაც  $\varepsilon$  და  $\mu$  წარმოადგენს გარემოს დიელექტრულ და მაგნიტურ შეღწევადობას შესაბამისად.



სურ.1.  $z = 0$  სიბრტყეზე ბადის კვანძებში ელექტრული და მაგნიტური ველის კომპონენტების განაწილება

სასრული სხვაობების მეთოდის თანახმად ვახდენთ დროისა და სივრცის დისკრეტიზაციას:  $XOY$  სიბრტყეში ხდება სპეციალური ტიპის ბადის არჩევა, რომლის კვანძებში განლაგებულია ველ-

ის სხვადასხვა კომპონენტები. ასეთი ბადე ნაჩვენებია სურ.1-ზე. ამ სქემაში დროით და სივრცულ ბიჯებს შორის არსებობს შემდეგი კავშირი  $\Delta x = \Delta y = 2c\Delta t$ , სადაც  $c$  სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში. ასეთი დისკრეტიზაციისას ველების სივრცული და დროითი წარმოებულებისათვის სხვაობითი სქემები ჩაიწერება შემდეგი სახით [3]:

$$\left. \begin{aligned} (i, j) &= (i\Delta x, j\Delta y), n = n\Delta t \\ F^n(i, j) &= F(i\Delta x, j\Delta y, n\Delta t) \\ \frac{\partial F^n(i, j)}{\partial x} &= \frac{F^n\left(i + \frac{1}{2}, j\right) - F^n\left(i - \frac{1}{2}, j\right)}{\Delta x} \\ \frac{\partial F^n(i, j)}{\partial t} &= \frac{F^{n+\frac{1}{2}}(i, j) - F^{n-\frac{1}{2}}(i, j)}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

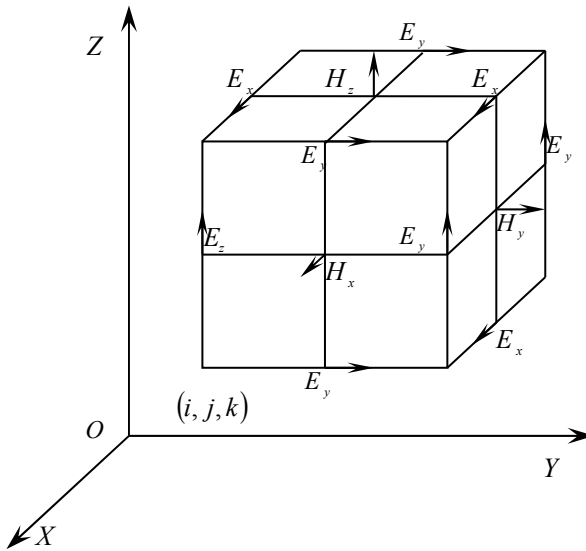
(2.2) სხვაობითი სქემის გათვალისწინებით (1.1) განტოლებათა სისტემა შემდეგნაირად გადაიწერება:

$$\left. \begin{aligned} H_x^{n+\frac{1}{2}}\left(i, j + \frac{1}{2}\right) &= H_x^{n-\frac{1}{2}}\left(i, j + \frac{1}{2}\right) + \frac{\Delta t}{\mu} \left( \frac{E_z^n(i, j) - E_z^n(i, j+1)}{\Delta y} \right) \\ H_y^{n+\frac{1}{2}}\left(i + \frac{1}{2}, j\right) &= H_y^{n-\frac{1}{2}}\left(i + \frac{1}{2}, j\right) + \frac{\Delta t}{\mu} \left( \frac{E_z^n(i+1, j) - E_z^n(i, j)}{\Delta x} \right) \\ E_z^{n+1}(i, j) &= E_z^n(i, j) + \frac{\Delta t}{\varepsilon} \left\{ \left[ \frac{H_y^{n+\frac{1}{2}}\left(i + \frac{1}{2}, j\right) - H_y^{n-\frac{1}{2}}\left(i - \frac{1}{2}, j\right)}{\Delta x} \right] - \right. \\ &\quad \left. - \left[ \frac{H_x^{n+\frac{1}{2}}\left(i, j + \frac{1}{2}\right) - H_x^{n-\frac{1}{2}}\left(i, j - \frac{1}{2}\right)}{\Delta y} \right] \right\} \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

**სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის სამგანზომილებიანი ამოცანებისათვის.** სამგანზომილებიანი ამოცანების შემთხვევაში ეს მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: გაბნეული ველის მოსაძებნად ჩაიწერება მაქსველის განტოლებათა სისტემა:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H_x}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} - \rho' H_x \right), \quad \frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} - \sigma E_x \right) \\ \frac{\partial H_y}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} - \rho' H_y \right), \quad \frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} - \sigma E_y \right) \\ \frac{\partial H_z}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left( \frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial x} - \rho' H_z \right), \quad \frac{\partial E_z}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} - \sigma E_z \right) \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

სადაც  $\rho'$  და  $\sigma$  გარემოს მაგნიტური და ელექტრული თვისებების მახასიათებელი სიდიდეებია და მათ გარემოს მაგნიტური და ელექტრული გამტარებლობები ეწოდებათ. სასრული სხვაობების მეოთხის თანახმად ვახდენთ დროისა და სივრცის დისკრეტიზაციას:



**სურ.2. სივრცის დისკრეტიზაცია ელექტრული და მაგნიტური ველების კომპონენტებისათვის**

სივრცეში ხდება სპეციალური ტიპის სამგანზომილებიანი ბადის არჩევა, რომლის კვანძებში განლაგებულია ელექტრული და მაგნიტური ველის სხვადასხვა კომპონენტები. ასეთი ბადე ნაჩვენებია სურ.2-ზე. ამ სქემაში დროით და სივრცულ ბიჯებს შორის არსებობს შემდეგი კავშირი  $\Delta x = \Delta y = \Delta z = c\Delta t$ , სადაც  $c$  სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში. ასეთი დისკრეტიზაციისას ველების სივრცული და დროითი წარმომადგენლებისათვის სხვაობითი სქემები ჩაიწერება შემდეგი სახით [3]:

$$\left. \begin{aligned}
 (i, j, k) &= (i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z), n = n\Delta t \\
 F^n(i, j, k) &= F(i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z, n\Delta t) \\
 \frac{\partial F^n(i, j, k)}{\partial x} &= \frac{F^n\left(i + \frac{1}{2}, j, k\right) - F^n\left(i - \frac{1}{2}, j, k\right)}{\Delta x} \\
 \frac{\partial F^n(i, j, k)}{\partial t} &= \frac{F^{n+\frac{1}{2}}(i, j, k) - F^{n-\frac{1}{2}}(i, j, k)}{\Delta t}
 \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

(2.5) სხვაობითი სქემის გათვალისწინებით მაქსველის (1.1) განტოლებათა სისტემაში შეგვიძლია მივიღოთ ელექტრომაგნიტური ველის ვექტორების კომპონენტებისათვის შესაბამისი გამოსახულებები, რომლებშიც კვანძის მოცემულ წერტილში და დროის მოცემულ მომენტში ველის მნიშვნელობა ჩაიწერება ველის კომპონენტების საშუალებით მიმდებარე კვანძებში და დროის წინა მომენტში. ეს გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ ვიპოვოთ ველის მნიშვნელობები დროის მომდევნო მომენტებში წინა მომენტებში ცნობილი კომპონენტების საშუალებით. მაგალითად, ელექტრომაგნიტური ველის  $H_x$  და  $E_z$  მდგენელებისათვის ზემოთ მოტანილი სხვაობითი სქემებისა და მაქსველის განტოლებების გამოყენებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
 H_x^{n+1/2}(i, j+1/2, k+1/2) &= \frac{1 - \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}}{1 + \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}} H_x^{n-1/2}(i, j+1/2, k+1/2) + \\
 &+ \frac{\Delta t}{\mu(i, j+1/2, k+1/2)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}} \times \\
 &\times \left[ \frac{E_y^n(i, j+1/2, k+1) - E_y^n(i, j+1/2, k)}{\Delta z} + \frac{E_z^n(i, j, k+1/2) - E_z^n(i, j+1, k+1/2)}{\Delta y} \right],
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_z^{n+1}(i, j, k+1/2) = & \frac{1 - \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}}{1 + \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}} E_z^n(i, j, k+1/2) + \\
& + \frac{\Delta t}{\varepsilon(i, j, k+1/2)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}} \times \\
& \times \left[ \frac{H_y^{n+1/2}(i+1/2, j, k+1/2) - H_y^{n+1/2}(i-1/2, j, k+1/2)}{\Delta x} + \right. \\
& \left. + \frac{H_x^{n+1/2}(i, j-1/2, k+1/2) - H_x^{n+1/2}(i, j+1/2, k+1/2)}{\Delta y} \right]
\end{aligned}$$

ზემოთ მოცემული სქემის შესაბამისად ჩაიწერება ელექტრული და მაგნიტური ველების დაძაბულობების გამოსახულებები სხვა მდგენელებისათვისაც. ამ ფორმულებში მოცემული  $\sigma, \rho', \varepsilon, \mu$  სიდიდეების შესაბამისი შერჩევა იძლევა საშუალებას სასრული სხვაობების მეთოდში გამოყენებული ბადის კვანძებში ჩაისვას სხვადასხვა ტიპის და ნივთიერების გამბნევეები, ზედაპირები ან მოცულობითი სხეულები.

**3. იდეალურად შეთანხმებული ფენები სასრული სხვაობების მეთოდში.** როგორც ცნობილია, სასრული სხვაობების მეთოდის გამოყენებისას, მანქანური რესურსების შეზღუდულობის გამო, ელექტრომაგნიტური ველის გავრცელების პროცესის მოდელირება ხდება სასრულ არეში. ამასთან რაც მცირეა მოდელირების არე მით უფრო მეტია შესაბამისი კომპიუტერული გამოთვლების ჩატარების სისწრაფე. დაკვირვების არის შეზღუდულობის გამო და გარდამავალი პროცესების სრული ანალიზისათვის აუცილებელია ისეთი იდეალურად შეთანხმებული ფენების სერჩევა, რომელიც მთლიანად გაატარებს მასზე დაცემულ ელექტრომაგნიტურ ტალღას, რათა არის კიდებიდან არეკვლილმა ტალღამ მნიშვნელოვნად არ იმოქმედოს გამოთვლებით მიღებულ შედეგებზე [4].

სასრული სხვაობების მეთოდის სწრაფი და ეფექტური მუშაობისათვის დაკვირვების არე იდეალურად შეთანხმებულ ფენებთან ერთად მოდელირებულია როგორც ერთიანი ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობის მქონე გარემო. ა სეთ გარემოში მაქსველის განტოლებათა სისტემა დაშლილია თორმეტ განტოლებად შემდეგი სახით:



$$\begin{aligned}
\varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{xy}}{\partial t} + \sigma_y E_{xy} &= \frac{\partial H_z}{\partial y} & \varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{xz}}{\partial t} + \sigma_z E_{xz} &= -\frac{\partial H_y}{\partial z} \\
\varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{yz}}{\partial t} + \sigma_z E_{yz} &= \frac{\partial H_x}{\partial z} & \varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{yx}}{\partial t} + \sigma_x E_{yx} &= -\frac{\partial H_z}{\partial x} \\
\varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{zx}}{\partial t} + \sigma_x E_{zx} &= \frac{\partial H_y}{\partial x} & \varepsilon\varepsilon_o \frac{\partial E_{zy}}{\partial t} + \sigma_y E_{zy} &= -\frac{\partial H_x}{\partial y} \\
\mu\mu_o \frac{\partial H_{xz}}{\partial t} + \sigma_z^* H_{xz} &= \frac{\partial E_y}{\partial z} & \mu\mu_o \frac{\partial H_{xy}}{\partial t} + \sigma_y^* H_{xy} &= -\frac{\partial E_z}{\partial y} \\
\mu\mu_o \frac{\partial H_{yx}}{\partial t} + \sigma_x^* H_{yx} &= \frac{\partial E_z}{\partial x} & \mu\mu_o \frac{\partial H_{yz}}{\partial t} + \sigma_z^* H_{yz} &= -\frac{\partial E_x}{\partial z} \\
\mu\mu_o \frac{\partial H_{zy}}{\partial t} + \sigma_y^* H_{zy} &= \frac{\partial E_x}{\partial y} & \mu\mu_o \frac{\partial H_{zx}}{\partial t} + \sigma_x^* H_{zx} &= -\frac{\partial E_y}{\partial x}
\end{aligned}$$

სადაც  $\sigma$  და  $\sigma^*$  გარემოს ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობებია შესაბამისად;  $\varepsilon$  და  $\mu$  გარემოს დიელექტრული და მაგნიტური შეღწევადობებია;  $\varepsilon_o$  და  $\mu_o$  ელექტრული და მაგნიტური მუდმივებია; იდეალურად შეთანხმებული ფენებისათვის შეთანხმების პირობა ჩაიწერება, როგორც  $\frac{\sigma}{\varepsilon_o} = \frac{\sigma^*}{\mu_o}$ . ელექტრული და მაგნიტური ველის მდგენელები გამოითვლება შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned}
E_x &= E_{xy} + E_{xz}, & E_y &= E_{yx} + E_{yz}, & E_z &= E_{zx} + E_{zy}, \\
H_x &= H_{xy} + H_{xz}, & H_y &= H_{yx} + H_{yz}, & H_z &= H_{zx} + H_{zy}.
\end{aligned}$$

ველის თითოეული მდგენელისათვის მიიღება რეკურენტული ფორმულა, მაგალითად, მაგნიტური ველის  $x$  მდგენელი, რომელიც კუბის წახნაგის ნორმალურია და მოთავსებულია  $i, j + \frac{1}{2}, k + \frac{1}{2}$  წერტილში (სურ.2.) ყოველი  $n + \frac{1}{2}$  დროის მომენტისათვის მიიღება შემდეგი გამოსახულება

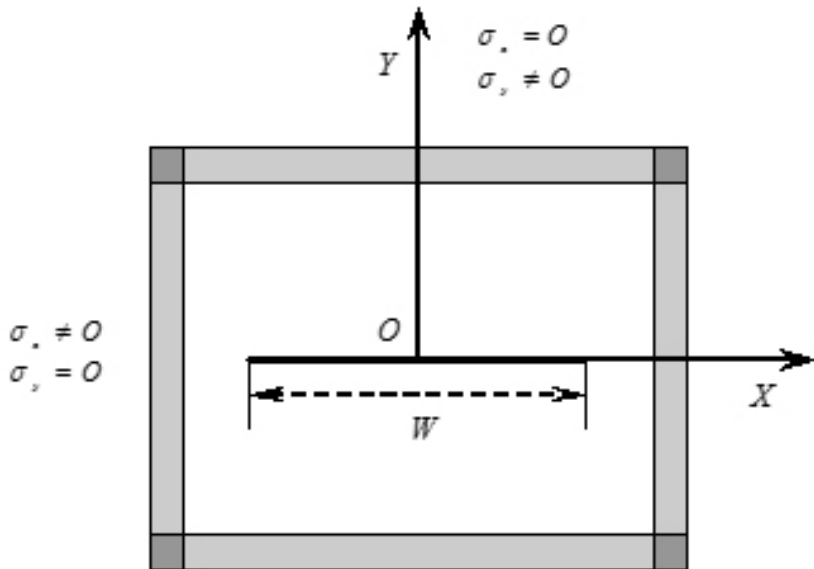
$$\begin{aligned}
H_{xy}^{n+1/2}(i, j + 1/2, k + 1/2) &= \frac{1 - \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_o}}{1 + \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_o}} H_{xy}^{n-1/2}(i, j + 1/2, k + 1/2) - \\
&= \frac{\Delta t}{\mu\mu_o} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_o}} \times \left[ \frac{E_z^n(i, j, k + 1/2) - E_z^n(i, j + 1, k + 1/2)}{\Delta y} \right].
\end{aligned}$$

ანალოგიურად ჩაიწერება ელექტრული და მაგნიტური ველების სხვა კომპონენტებიც.

ამ ალგორითმის ტესტირებისათვის შევისწავლოთ ორგანოზომილებიან ზოლზე  $H$  პოლარიზირებული ბრტყელი გაუსის იმპულსის გაბნევის ამოცანა (სურ.3). დაცემულ იმპულსს აქვს შემდეგი სახე:

$$H_z(t) = \exp(-\alpha^2 (y - ct - ct_0)^2), \text{ სადაც } \alpha = \frac{3.2}{ct_0}, ct_0 = 1.0 \text{ მ.},$$

ზოლის სიგანე  $W = 1.0$  მ.



სურ.3. ამოცანის გეომეტრია

დაკვირვების არის იმ წერტილებში, სადაც მოთავსებულია ზოლი, ვწერთ:  $\sigma_x = \infty, \sigma_y = \infty$ , სხვა წერტილებში, გარდა იდეალურად შეთანხმებული ფენებისა, კი  $\sigma_x = 0, \sigma_y = 0$ . იდეალურად შეთანხმებულ ფენებში კი ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობები შერჩეულია შემდეგნაირად:

$$\sigma_i(d) = \sigma_{i \max} \left( \frac{d}{D} \right)^2,$$

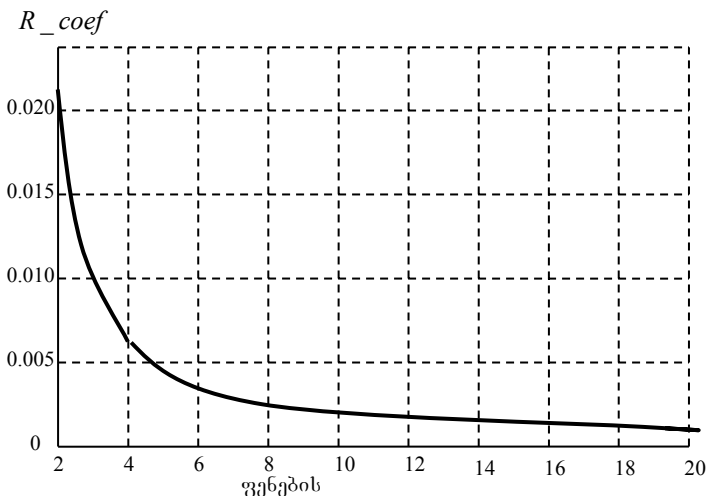
სადაც  $i$  - არის იდეალურად შეთანხმებული ფენის ნომერი,  $d$  - არის იდეალურად შეთანხმებულ ფენაში შესვლის მანძილი,  $D$  - კი იდეალურად შეთანხმებული ფენის სრული სისქვა.

$\sigma_{i,max}$  გამოითვლება  $R = \exp\left(-2\sigma_{i,max}D\sqrt{\frac{\mu\mu_o}{\epsilon\epsilon_o}}\right)$  პირობიდან. აქ  $R$  არეკ-

ვლის კოეფიციენტია ყოველი ფენიდან. სურათ 4-ზე ნაჩვენებია  $y = 0, x = W/2$  წერტილში არეკვლის კოეფიციენტის

$R\_coef = \frac{\max(|E_x^{cal}(t) - E_x^{ex}(t)|)}{\max(E_x^{ex}(t))}$  სიდიდის დამოკიდებულება იდეალურ-

ად შეთანხმებული ფენების რიცხვზე, სადაც  $E_x^{cal}(t)$  არის გამუტვლილი ველის მნიშვნელობა, ხოლო  $E_x^{ex}(t)$  ველის ზუსტი მნიშვნელობა მოცემულ წერტილში.



**სურ.4. არეკვლის კოეფიციენტის დამოკიდებულება იდეალურად შეთანხმებული ფენების რაოდენობაზე**

როგორც ვხედავთ ფენების რაოდენობის გაზრდისას გამოთვლილი შედეგები მისწრაფვიან ველის ზუსტი მნიშვნელობისაკენ. გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ რამოდენიმე იდეალურად შეთანხმებული ფენაც კი საკმარისია საკმაოდ კარგი შედეგის მისაღწევად, მაგალითად როცა  $n=10$  ფენის შემთხვევაში  $R\_coef = 0.002\%$ , რაც გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში პრაქტიკულად ადგილი არა აქვს

იდეალურად შეთანხმებული ფენიდან არეკვლას, ანუ პრაქტიკული გამოთვლებისათვის 10 ფენაც კი საკმარისია სასურველი შედეგის მისაღწევად.

**4. დამხმარე გამომსხივებლების მეთოდი.** ელექტრომაგნიტური ველების მოდელირებისათვის ერთერთ მძლავრ მეთოდს წარმოადგენს ე.წ. დამხმარე გამომსხივებლების მეთოდი, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: წარმოვადგინოთ გაბნეული ველი, როგორც იმ ველების წრფივი კომბინაცია, რომლებიც შექმნილია გამბნევის შიგნით მოთავსებული და ჰელმჰოლცის განტოლებების ფუნდამენტური ამონახსნის მიხედვით აგებული გამომსხივებლების მიერ.

შეფხერდეთ არაორთოგონალური მწკრივების დაშლის მეთოდზე: ვთქვათ,  $G$  არის  $\Gamma$  ზედაპირით შემოსაზღვრული მრავალგანზომილებიანი მრავალკავშირიანი არე  $R^n$  - დან. განვიხილოთ საერთო სასაზღვრო ამოცანა:

$$\hat{L}U(\vec{r}) = 0, \quad \vec{r} \in G \tag{4.1}$$

$$\hat{L}U(\vec{r})|_{\Gamma} = \psi(\vec{\rho}), \quad \rho \in \Gamma \tag{4.2}$$

არაორთოგონალურ ფუნქციებად დაშლის მეთოდი (4.1) და (4.2) სასაზღვრო ამოცანებისათვის მდგომარეობს შემდეგში:

$\{\psi_i(\vec{r})\}_{i=1}^{\infty}$  არის ვექტორ-ფუნქციის სისტემა, რომელიც აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

1. ყოველი  $\psi_i(\vec{r})$  ფუნქცია  $G$ -ში აკმაყოფილებს (4.1) განტოლებას;
2.  $\Gamma$ -ზე ყოველი  $\psi_i(\vec{r})$  ფუნქციისათვის განსაზღვრულია ახალი  $\hat{L}\psi_i(\vec{\rho})$  ფუნქცია, სადაც  $\hat{L}$  სასაზღვრო (4.2) პირობებში გამოყენებული ოპერატორია;
3.  $\{\psi_i(\vec{r})\}_{i=1}^{\infty}$  ფუნქციათა სისტემა არის სრული და წრფივად დამოუკიდებელი  $L_2(\vec{r})$  არეში და კვადრატულად ინტეგრებადი ფუნქცია  $\Gamma$ -ზე.

$U(\vec{r})$  გავშალოთ მწკრივად  $\{\psi_i(\vec{r})\}_{i=1}^{\infty}$  ფუნქციათა სისტემის მიხედვით:

$$U(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{\infty} a_i \psi_i(\vec{r}), \tag{4.3}$$

სადაც  $a_i$  უცნობი კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებიდან და განთავსებულია  $\{x_i, y_i, z_i\}_{i=1}^{\infty} \in \Gamma$  წერტილებში. ასეთი სახით განსაზღვრული  $U(\vec{r})$  ფუნქცია  $\Gamma$  ზედაპირთან მიხლოებისას საშუალო კვადრატულად უახლოვდება  $\psi_i(\vec{\rho})$  ფუნქციის მნიშვნელობას, ე.ი. გვაქვს

$$\sum_{i=1}^{\infty} a_i \psi_i(\vec{r}) \Big|_{r \in \Gamma} \approx \psi(\vec{\rho}). \quad (4.4)$$

$L_2$  სივრცეში განვსაზღვროთ ფუნქციონალი

$$\sigma_{L_2} = \left\| \hat{I}U(\vec{\rho}) - \psi(\vec{\rho}) \right\|_{L_2}. \quad (4.5)$$

$\sigma_{L_2}$  აკმაყოფილებს შემდეგ პირობას: ნებისმიერი უსასრულოდ მცირე დადებითი  $\varepsilon$ -სათვის არსებობს ისეთი  $N$  რიცხვი და  $a_i$  კოეფიციენტები, რომ  $\sigma_{L_2}$  შეიძლება გახდეს უსასრულოდ მცირე, ე.ი.  $\sigma_{L_2} < \varepsilon$ , ანუ  $\varepsilon$  სიზუსტით შეგვიძლია ჩავწეროთ, რომ

$$\left\{ \sum_{i=1}^{\infty} a_i \psi_i(\vec{r}) \Big|_{r \in \Gamma} - \psi(\vec{\rho}) \right\} = O. \quad (4.6)$$

როგორც ცნობილია ეს განტოლება კოლოკაციის მეთოდის გამოყენებით (სასაზღვრო პირობების დაწვერით  $M$  წერტილში  $\Gamma$  ზედაპირზე) ზოგადად დაიყვანება ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნამდე [5], რაც თანამედროვე კომპიუტერული შესაძლებლობების გამოყენებით არც ისე რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

**5. მომენტების (პროექციული) მეთოდი.** დროით არეში ინტეგრირული დიფერენციალური განტოლებების ამოსახსნელად ერთ-ერთი ეფექტური მეთოდია მომენტების მეთოდი, რომელსაც ხშირად პროექციულ მეთოდსაც უწოდებენ. ამ მეთოდის დაწვერითი შესწავლისათვის ინტეგრირული დიფერენციალური განტოლება გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$L(t/t', \vec{r}/\vec{r}') \vec{J}(t', \vec{r}') = 2\hat{n} \times \vec{H}^{inc}(t, \vec{r}), \quad (5.1)$$

სადაც

$$L(t/t', \vec{r}/\vec{r}') = 1 - \hat{n} \times \frac{1}{2\pi} \int_s \left[ \frac{1}{R} + \frac{\partial}{c\partial\tau} \right] \times \frac{\vec{R}}{R^2} ds \quad (5.1')$$

წრფივი ინტეგრირული დიფერენციალური ოპერატორია.  $L(t/t', \vec{r}/\vec{r}')$  ოპერატორის შემოტანით ანალოგიურად ჩაიწერება (1.1.11) ინტეგრირული დიფერენციალური განტოლებაც.

ზოგადად განვიხილოთ მომენტების მეთოდი  $\psi$  და  $\phi$  სკალარული ფუნქციებისათვის. ვთქვათ, მოცემულია  $\psi$  და  $\phi$  სკალარული ფუნქციები, რომლებიც (5.1) განტოლების ანალოგიურად აკმაყოფილებენ შემდეგი სახის განტოლებას:

$$\psi(t, \vec{r}) = L(t/t', \vec{r}/\vec{r}')\phi(t', \vec{r}'), \quad (5.2)$$

სადაც  $\phi$  წარმოადგენს სკალარულ ფუნქციას  $L$  ოპერატორის განსაზღვრის არიდან. მოვახდინოთ დროისა და სივრცის დისკრეტიზაცია  $dt$  და  $dr$  ზომის ბიჯებით, ანუ  $t = dt(m-1)$  და  $r = dr(k-1)$ . ვთქვათ,  $\phi$  ფუნქციის აპროქსიმაცია ხდება შემდეგი მწკრივის მეშვეობით:

$$\phi(t', r') = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{k=1}^N \Gamma(m, k) f_{m,k}(t', r'), \quad (5.3)$$

სადაც  $\Gamma$  წარმოადგენს  $\phi$  ფუნქციის დაშლის კოეფიციენტებს, ხოლო  $f_{m,k}(t', r')$  არის  $\phi$  ფუნქციის მწკრივად დაშლის ბაზისური ფუნქციები. როგორც უკვე ვთქვით,  $L$  წრფივი ოპერატორია, ამიტომ (1.5.3) გამოსახულების გათვალისწინებით (5.2) განტოლება შემდეგნაირად გადაიწერება:

$$\psi(t', r') = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{k=1}^N \Gamma(m, k) L(t/t', r/r') f_{m,k}(t', r'). \quad (5.4)$$

$(t, \vec{r})$  სივრცეში ყოველი  $m$  და  $k$ -თვის შემოვიტანოთ  $S_{j,l}$  წონითი ფუნქციების სისტემა და  $\psi(t, \vec{r})$  და  $S_{j,l}(t, \vec{r})$  ფუნქციების სკალარული ნამრავლი განვსაზღვროთ შემდეგნაირად:

$$\langle \psi(t, r), S_{j,l}(t, r) \rangle \equiv \int_0^{\infty} \int_{D(r)} \psi(t, r) S_{j,l}(t, r) dr dt. \quad (5.5)$$

(5.5) სკალარული ნამრავლის დახმარებით (1.5.4) გამოსახულება შეიძლება შემდეგნაირად გადაიწეროს:

$$\langle \psi(t, r), S_{j,l}(t, r) \rangle \equiv G(\Gamma(m(j), k(l))) \langle Lf_{m,k}, S_{j,l} \rangle, \quad (5.6)$$

სადაც  $G$  რაღაც ფუნქციაა  $\Gamma_s$ -გან, ხოლო  $m(j)$  და  $k(l)$  ინდექსები ისეთია, რომ სრულდება (5.6) ტოლობა. მაგალითისათვის, თუ (5.5) სკალარული ნამრავლის განსაზღვრების შესაბამისად  $Lf_{m,k}$  და  $S_{j,l}$  ორთოგონალურია სივრცეში და დროში, მაშინ (4.6) ბათილდება ყველა  $m \neq j$  და  $k \neq l$  ინდექსებისათვის.

$G$  ფუნქციის პოვნა პრინციპში შესაძლებელია ყოველთვის, მაგრამ მისი პოვნის სიმარტივე დამოკიდებულია ბაზისური და

წონითი ფუნქციების არჩევაზე,  $L$  ოპერატორის სახეზე და საწყის და სასაზღვრო პირობებზე.

(5.1) განტოლების მარჯვენა მხარე გეინვენებს დაცემული ველის უშუალო ზემოქმედებას  $(\vec{r}, t)$  დაკვირვების წერტილში გამავალ დენზე, ინტეგრალური წევრი კი ასახავს სხეულის ზედაპირის სხვა უბნებში გამავალი დენების ზემოქმედებას დაკვირვების წერტილის დენზე. ეს ზემოქმედება აგვიანებს  $t - \frac{R}{c}$  დროით. ამიტომაც შესაძლებელია (5.6) განტოლებათა სისტემის ამოხსნა დროში გადაადგილების მეთოდის გამოყენებით.

**6. მომენტების (პროექციული) მეთოდი დროით არეში.** მომენტების (პროექციული) მეთოდი დროით არეში განვიხილოთ ცილინდრული სხეულის მიერ არამონოქრომატული ბრტყელი ტალღის გაბნევის ამოცანის მაგალითზე. დაცემულ ველში ელექტრული ველის დაძაბულობის ვექტორი ორიენტირებულია ცილინდრის მსახველის პარალელურად და დროზე ისევეა დამოკიდებული, როგორც ელექტროსტატიკური განმუხტვისას გამოსხივებული ელექტრული ველის დაძაბულობა განმუხტვის არიდან რაღაც ფიქსირებულ მანძილზე.

ორგანზომილებიან ამოცანაში, როდესაც გამბნევი ზედაპირის მსახველი  $z$ -ღერძის პარალელურია, დაცემული ველი  $E$ -პოლარიზირებულია  $(\vec{E} = \hat{n}_z E)$  და არ არის დამოკიდებული  $z$  კოორდინატზე, მაშინ ჯამური ელექტრომაგნიტური ველი შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად [8]:

$$E(\vec{\rho}, t) = E^{inc}(\vec{\rho}, t) - \int_L dL \int_0^\infty \frac{F(\vec{\rho}_L, t - R_L/c)}{R_L} dz_L, \quad (6.1)$$

სადაც  $L$  - მოცემული ცილინდრის განიგვეთია,  $R_L = \sqrt{|\vec{\rho} - \vec{\rho}_L|^2 + z_L^2}$

და  $F(\vec{\rho}_L, t) = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\partial J_z(\vec{\rho}_L, t)}{\partial t}$ , ხოლო  $J_z$ -დენის ზედაპირული სიმკვრივეა.

იმის გათვალისწინებით, რომ სრული ელექტრული ველის ტანგენციალური მდგენელი იდეალურად გამტარი სხეულის ზედაპირზე ნულის ტოლია, უცნობი  $F$  ფუნქციის („წყაროს ფუნქციის“) პოვნის ამოცანა დაიყვანება შემდეგი ტიპის პირველი გვარის სინგულარული ინტეგრალური განტოლების ამოხსნაზე:

$$0 = E^{inc}(\vec{\rho}_{L^*}, t) - \int_L dL \int_0^{\infty} \frac{F(\vec{\rho}_L, t - R_{LL^*}/c)}{R_{LL^*}} dz_L, \quad (6.2)$$

სადაც  $R_{LL^*} = |\vec{\rho}_L - \vec{\rho}_{L^*}|$  - მანძილია  $L$  კონტურის  $M(x_L, y_L)$  წერტილიდან ამავე კონტურის  $M(x_L^*, y_L^*)$  წერტილამდე.

ამ განტოლების რიცხვითი ამოხსნისათვის გამოყენებულია მომენტების მეთოდი. ამისათვის, ცილინდრის განივკვეთი  $L$  დავყოთ თანაბარი სიგრძის რკალებად  $\{L_m\}_{m=0}^M$ , რომელთა შუა წერტილების კოორდინატებია  $\{x_m, y_m\}_{m=0}^M$ . ამით ცილინდრის ზედაპირი დაიყოფა მართკუთხა,  $\Delta L_m \times \Delta z_L$  - ფართობის მქონე უჯრედებად ისე, რომ  $\Delta L_m = 2\Delta L$ ;  $\Delta z_L = 2\Delta z$ ;  $\Delta t = 2\Delta L/c = 2\Delta z/t$ . თითოეულ უჯრედში დაცემული ველი და საძიებელი ფუნქცია ჩათვლილია მუდმივად და ისეთად, როგორცაა ეს ფუნქცია უჯრედის ცენტრში.

გარდა ამისა (6.2) ინტეგრალურ განტოლებაში ინტეგრალქვეშა ფუნქციას გააჩნია განსაკუთრებულობა და რიცხვითი ალგორითმის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ამ განტოლებაში თავის თავზე ზემოქმედების (წილი არასაკუთრივ ინტეგრალში იმ არისა, სადაც ინტეგრებისა და დაკვირვების წერტილები ერთმანეთს ემთხვევა) კორექტულად გათვალისწინება. ამიტომ სასურველია სათანადო ზედაპირული ინტეგრალის გამოითვალოს ანალიზურად. [8] - ის შესაბამისად (6.2) - ში ინტეგრალის შემცველი შესაკრები მიახლოებით გადავწეროთ შემდეგნაირად:

$$\iint_{L_{ZL}} \approx \sum_{\substack{m=0 \\ m=m}}^M \Delta L_m \sum_{n=0}^N \frac{F(\vec{\rho}_m, t_n)}{R_{mn}^*} \Delta z_n + F(\vec{\rho}_m, t_n) \iint_{L_m 0}^{\Delta z}$$

სადაც ორმაგი ინტეგრალი  $\iint_{L_m 0}^{\Delta z}$  ითვალისწინებს (6.2) ინტეგრალურ

განტოლებაში მცირე  $2\Delta L \times 2\Delta z$  ზომის ფართის თავის თავზე ელექტრომაგნიტურ ზემოქმედებას. ეს ინტეგრალი არ არის დამოკიდებული ინდექსზე ზედაპირის თანაბარი ზომის უჯრედებად დაყოფის გამო, თუ მათი რაოდენობა საკმარისად დიდია, ამიტომ მისი გამოთვლა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით [8]:

$$\iint_{L_m 0}^{\Delta z} = \int_{-\Delta L}^{\Delta L} dl \int_0^{\Delta z} \frac{dz}{R} = 2\Delta L \ln \left( \frac{\Delta z}{\Delta L} + \sqrt{1 + \left( \frac{\Delta z}{\Delta L} \right)^2} \right) + 2\Delta z \ln \left( \frac{\Delta L}{\Delta z} + \sqrt{1 + \left( \frac{\Delta L}{\Delta z} \right)^2} \right), \quad (6.3)$$

სადაც  $R = \sqrt{l^2 + z^2}$ .



გარდა ამისა, ორი, არამეზობელი უჯრედის ურთიერთქმედების დაგვიანების დრო ყოველთვის არ გამოისახება დროითი  $\Delta t$  ბიჯის მთელი რიცხვებით და ზოგადად ტოლია  $\tau = t - \frac{R}{c} = (n + \gamma)\Delta t$ , სადაც  $0 \leq \gamma < 1$ , ამიტომ აუცილებელია საძიებელი ფუნქციის დროში ინტერპოლაცია მთელ ბიჯებს შორის. ამ მიზნით გამოიყენება შემდეგი სახის საინტერპოლაციო ფორმულა:

$$F(\tau) = \frac{F_{n-1} + F_{n+1} - 2F_n}{2\Delta t^2} (\tau - t_n)(\tau - t_{n+1}) + \frac{F_{n+1} - F_n}{\Delta t} (\tau - t_{n+1}) + F_{n+1}, \quad (1.6.4)$$

სადაც  $t_n = \Delta t \times (n - 1)$ .

ნაშრომში ზემოთ აღწერილი ალგორითმის ტესტირება მოხდა სხვადასხვა ტიპის გეომეტრიის სხეულებისა და სხვადასხვა დაცემული ველებისათვის. რიცხვითმა ექსპერიმენტმა გვიჩვენა საკმაოდ კარგი თანხვედრა [7] – ში წარმოდგენილ შედეგებთან წრიული და ხაზოვანი კვეთის მქონე ცილინდრებისათვის, რომელთა აგზნება ხდება გაუსური, ვიდეო ან რადიო იმპულსებით.

### ლიტერატურა:

1. Djobava R.G., Zaridze R.S., Karkashadze D.D., Shubitidze P.I. The Retarded Potentials Technique for Pulses cattering on the Perfectly Conducting Three- dimensional Bodies. Proceedings of the Seminar/ Workshop “Numerical Solution of Direct and Inverse Problems of the Electromagnetic and Acoustic Waves Theory (DIPED-95)” Supported by IEEE. Lviv, Ukraine, Sept. 19-21, 1995. pp. 41-42.
2. R. Jobava, D. Karkashadze, D. Pommerenke, Ph. Shubitidze, R. Zaridze, M. Aidam, G. Bit- Babik. Computer Simulation of ESD. 12th International Zurich Symposium & Technical Exhibition on: “Electromagnetic compatibility”. Zurich, February 18-20, 1997, pp. 109- 114.
3. J. Mix, G. Haussman, K. Thomas, C. Research, “EMC/EMI design and analysis using FDTD,” *IEEE EMC Simposium record, vol. 1. pp. 177-181, aug. 1998.*
4. J.P. Berenger. "A PML for the Absorption of EM Waves". J. Comp. Phys. Vol. 144, Pp 185-200, Aug. 1194.
5. Karkashadze D.D., Zaridze R.S., “The Method of Auxiliary Sources in Applied Electrodynamics”, *Latsis Symposium, 1995, pp. 163-180.*
6. Поджио А., Миллер Е. Решение трехмерных задач рассеяния электромагнитных волн с помощью интегральных уравнений. В сб. Вычислительные методы в электротродинике. Под ред. Миттры Р. М., 1977, с. 175-309.

7. რ. ბერია. გამოყენებითი ელექტროდინამიკის არასტაციონარული ამოცანების კომპიუტერული მოდელირება. „უნივერსალი“ თბ., 2014. 136 გვ.

## **ROIN BERIA**

### **THE RESEARCHING METHODS OF APPLIED ELECTRODYNAMICS TASKS**

In presented work it is distinguished the researching methods of applied electrodynamics tasks as at a time and as a frequency diapason. There are given the examples of using of those methods for decision of concrete tasks. We think it will be effective for interested experts.

tinguished the researching methods of applied electrodynamics tasks as at a time and as a frequency diapason. There are given the examples of using of those methods for decision of concrete tasks. We think it will be effective for interested experts.

## ეთერი გზაზაზა, ალექსანდრე მიმინოვილი

### ფარდობითობის სპეციალური თეორია უნივერსალური კავშირი ენერჯიასა და მასას შორის

ენერჯიისა და მასის პროპორციულობის კანონიდან ხშირად სრულად უმართებულო დასკვნები გამოჰყავთ. ამბობენ მაგალითად, რომ ეს კანონი ნიშნავს მატერიის გადასვლას ენერჯიაში, რაც სრულად დაუშვებელია. მატერია ობიექტურად არსებული რეალობაა, ენერჯია კი მისი ერთ-ერთი თვისების დამახასიათებელი სიდიდე და რასაკვირველია, ყოველად შეუძლებელია მატერიის გადასვლა მის ერთ-ერთ თვისებაში.

სხეულის ენერჯიასა და მასას შორის უნივერსალური კავშირი, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებს ბირთვული და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკაში, ფარდობითობის თეორიის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მონაპოვარია.

ფორმულა  $E_0 = mc^2$  (1) გვიჩვენებს, რომ ენერჯიასა და მასას შორის უნივერსალური კავშირი არსებობს. (1) განტოლება გამოსახავს სხეულის ენერჯიას, როდესაც მისი სიჩქარე ნულის ტოლია. ამ ენერჯიაში შედის ატომებს შორის ურთიერთქმედების ენერჯია, სითბური ენერჯია, ელექტრონებისა და ბირთვის ურთიერთქმედება ატომებში და ა.შ.

$E_0 = mc^2$  ენერჯია არის თავისუფალი სხეულის სრული ენერჯია. ამრიგად, ყველანაირი ენერჯიის ჯამი  $mc^2$  -ის ტოლია. ასევე, თუ იცვლება სისტემის ენერჯია, იცვლება მისი მასაც. მაგრამ, რადგან  $\frac{1}{c^2}$  კოეფიციენტი მეტად მცირეა, მასის შესამჩნევი

ცვლილება შესაძლებელი არის ენერჯიის მხოლოდ ძალიან დიდი ცვლილების დროს. ქიმიური რეაქციების ან ჩვეულებრივ პირობებში სხეულის გახურებისას ენერჯიის ცვლილება იმდენად მცირეა, რომ მასის შესაბამისი ცვლილების შემჩნევა ცდით შეუძლებელია. მხოლოდ ატომის ბირთვებისა და ელემენტარული ნაწილაკების გარდაქმნის დროს ენერჯიის ცვლილება იმდენად დიდია, რომ მასთან დაკავშირებული მასის ცვლილება შესამჩნევი ხდება. (1) განტოლება უძრავი სხეულის ენერჯიაა.

$c$  სიჩქარით მოძრავი  $m$  მასის მქონე სხეულის სრული ენერჯია ტოლია

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

როგორც ვხედავთ, როდესაც სხეულის სიჩქარე სინათლის  $c$  სიჩქარეს უახლოვდება, მაშინ მისი ენერგია  $E \rightarrow \infty$ . მაგრამ რადგანაც სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში არის ზღვრული სიჩქარე, ამიტომ ამ სიჩქარეზე მეტი სიჩქარით სხეული ვერ იმოძრაებს ვერანაირ პირობებში.

ნაწილაკის მასის შესახებ ფარდობითობის თეორიის შემუშავების შემდეგ ჩამოყალიბდა ორი შეხედულება:

- რელატივისტური მასა ტოლია

$$m_r = \frac{E}{c^2} \quad (3)$$

- ინვარიანტული მასა (უძრაობის) ტოლია

$$m = \sqrt{\frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2}} \quad (3)'$$

( $m$  მასის ნაწილაკისთვის  $E^2 - p^2c^2 = E_0^2$  ხოლო  $E_0^2 = mc^2$ , ე.ი.

$$E^2 - p^2c^2 = m^2c^4 \text{ და } m^2 = \frac{E^2 - p^2c^2}{c^4} = \frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2c^2}{c^4}, \text{ ამრიგად}$$

$$m^2 = \frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2} \quad (4)$$

თანამედროვე სამეცნიერო ტერმინოლოგიით კი ორივე ტერმინი “რელატივისტური მასა” დაა “უძრაობის მასა” მოძველებულია და იხმარება მხოლოდ მასა ყოველგვარი დამატებითი სიტყვების გარეშე. სწორედ ეს მასა გამოითვლება (3)' ფორმულით, სადაც  $E$  – სხეულის სრული ენერგიაა,  $p$  - იმპულსი,  $c$  – კი სინათლის სიჩქარე. ასეთი მასა არ იცვლება ათვლის ერთი ინერციული სისტემაიდან მეორე ინერციულ სისტემაში გადასვლისას. ნაწილაკის მასა არ არის დამოკიდებული ათვლის ინერციული სისტემის ათვლის ინერციული სისტემის არჩევაზე. ე.ი. ის ინვარიანტია. თუ გამოვიყენებთ  $E$  და  $P$  ლორენცის გარდაქმნებს:

$$E \rightarrow (E' + Vp') \gamma$$

$$p_x \rightarrow (p_x' + \frac{vE'}{c^2}) \gamma$$

$$p_y \rightarrow p_y', \quad p_z \rightarrow p_z'$$

$$\text{სადაც } v = |V| \text{ და } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

ე.ი. განსხვავებით  $E$  და  $P$  – სგან, რომლებიც 4 ვექტორის კომპონენტებია, მასა ლორენცის ინვარიანტია.

მასის ფიზიკური არსი აინშტაინმაც მოგვცა. აინშტაინი არც ერთ ნაშრომში, რომელიც ეძღვნებოდა ფარდობითობის თეორიას, არ გულისხმობდა მასის სიჩქარეზე დამოკიდებულებას. სწორედ, ეს ორი მასა (3) და (3)' ერთმანეთთან დაკავშირებულია ფორმულით:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (5)$$

1948 წელს აინშტაინმა წერილი მისწერა ლინკოლნ ბარნეტს, სადაც იგი წერდა:

„სხეულის მასის ცნების შემოტანა  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  თანაფარდობით

არ იქნება კარგი. ეს განმარტება ბუნდოვანია“.

მას შემდეგ, რაც პ. მინკოვსკიმ ოთხგანზომილებიანი დროისა და სივრცის ცნება შემოიტანა, აქტუალური გახდა ინვარიანტული მასის ცნება. მინკოვსკიმ ამ ოთხგანზომილებიან სივრცეში შემოიტანა 4-ვექტორის ცნება და განსაზღვრა 4-განზომილებიანი იმპულსი, რომლის დროითი მდგენელი არის ენერგია, ხოლო სამი სივრცული მდგენელი – სამგანზომილებიანი იმპულსის ვექტორია, და ამ 4-ვექტორის კვადრატი, რომელიც განმარტებულია მინკოვსკის სივრცეში, ნაწილაკის ინვარიანტულ მასას წარმოადგენს.

ფარდობითობის თეორიის კლასიკურ სახელმძღვანელოშიც კი „სივრცისა და დროის ფიზიკა“ ვკითხულობთ: „რელატივისტური მასის კონცეფცია გაუგებრობის შედეგია და ამიტომაც მას არ ვიყენებთ. ვიყენებთ ტერმინს „მასა“, რომელიც ოთხგანზომილებიანი ვექტორის სიდიდეა და ეკუთვნის 4-ვექტორის დროით მდგენელს. ასევე განვიხილავთ ენერგიის ზრდას სიჩქარესთან ერთად, როგორც სხეულის შინაგანი სტრუქტურის ცვლილების შედეგს. სინამდვილეში ენერგიის ზრდის მიზეზია არა სხეული, არამედ დრო-სივრცის გეომეტრიული თვისებები (ე. ტეილორი, ჯ. უილერი).

რუსმა მეცნიერმა ლ. ოკუნმა არაერთი სტატია მიუძღვნა ინვარიანტული მასის კონცეფციის ცნებას. ლ. ოკუნი თავის სტატიებში ძალიან არგუმენტირებულად ასაბუთებს, რომ რელატივისტური მასის კონცეფცია მცდარი კონცეფციაა.  $E_0$  აღნიშვნა მართებულია, წერს იგი, რადგან ენერგია ათვლის სისტემაზე დამოკიდებული;

მართლაც, როდესაც არის მასა, ყოველთვის არის მისი მოპასუხე ენერგია  $E_0=mc^2$ , მაგრამ როდესაც ენერგიაა, ყოველთვის არ არის მასა. მაგალითად, ფოტონის მასა  $m_0=0$ , ხოლო ფოტონის ენერგია ნულისაგან განსხვავებულია. (კოსმოსური სხივების ან თანამედროვე ამჩქარებლების ენერგია მრავალჯერ აღემატება მათ მასას).

მასა არ არის ათვის სისტემაზე დამოკიდებული. მაგალითად, ელექტრონის მასა არის მისი ფუნდამენტური მახასიათებელი და არ იცვლება იმისდა მიუხედავად, რა სიჩქარეც არ უნდა მივიანიჭოთ ელექტრონს.

რელატივისტური მასის კონცეფცია მცდარი კონცეფციაა.

$m_r = \frac{E}{c^2}$  - ის გამოყენებით უმასო ფოტონისათვის ვვარდებით გაურკვეველ მდგომარეობაში, რადგან ერთი მხრივ ფოტონი უმასოა, მეორე მხრივ კი მას გააჩნია მასა.

სინამდვილეში კი ფარდობითობის სპეციალური თეორიის მეორე პოსტულატის თანახმად, სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში არის ინვარიანტი, ხოლო ფოტონის სიჩქარე ვაკუუმში სინათლის სიჩქარის ტოლია. ფოტონს ვერც ავანჩქარებთ და ვერც შევანელებთ. ფოტონს ვერც ათვის სისტემას დაუკავშირებთ,  $m_0=0$ .

მიუხედავად იმისა, რომ რელატივისტური მასის კონცეფცია მცდარი კონცეფციაა, ზოგიერთი მეცნიერი თვლის, რომ მოსწავლემ, რომელმაც იცის ნიუტონისეული მექანიკა, მისთვის თავიდან უფრო მისაღებია რელატივისტური მასის კონცეფციის გაცნობა, რაც მცდარია.

მოსწავლეების გაურკვეველობიდან გამოსავლანად საჭიროა, რომ სასკოლო ლიტერატურაში ერთიანი თანამედროვე სამეცნიერო ტერმინოლოგია იყოს გამოყენებული. არ არის სასურველი თანამედროვე და მოძველებული ტერმინების პარალელურ რეჟიმში გამოყენება.

### ლიტერატურა:

1. “Формула Эйнштейна:  $E_0 = mc^2$ . Не смеется ли господ Бог”. Успехи физичес ких наук, 178, стр. 2008.
2. Э. Тейлор, Дж. Уилер “физика пространства-времени”, 2-ое изд. (перевод с англ. Н. Мицкевича), т.105, стр. 575-597, 1971.
3. Окунь Л. Б. Успехи физических наук, 178, стр.653-663, 2008.
4. თ. ხაზარაძე, „ელექტრომაგნეტიზმი“, 1975.
5. И.В. Савельев, курс общей физики, т. –Механика, 508с. 1970.

6. Л.Д. Ландау, И. М. Лифшиц, “Теория поля”, стр. 6-507,1972.  
7.М. Борн, “Эйнштейновская теория относительности”, 369с. 1972.

**ETERI GVAZAVA, ALEXANDER MIMINOSHVILI**

**SPECIAL THEORY OF RELATIVITY UNIVERSAL ACCESS TO  
ENERGY AND ITS MASS**

Energy and mass from the law of proportionality is often seen as wrong conclusions. They say that this law means for transferring energy to the material, which is completely unacceptable. Matter objectively existing reality, energy is one of its characteristic values and, of course, it is quite impossible matter to one of his qualities. Modern scientific terminology, both the term "relativistic mass" and "stagnation mass" is outdated and only used mass without any additional words. While the concept of a concept of relativistic mass, some scientists believe that the students will accept the concept of relativistic mass, which is incorrect.

Pupils from the uncertainty out of the need for the school literature in the modern scientific terminology to be used. It is preferable to use a modern and old-fashioned terms in parallel.

## მელორ ალფენიძე

### რეგიონების ბირთვული საზიზრობა და ბარემოს შსაზრობობა

საზოგადობაზე ზემოქმედების საშუალებას ისტორიულად საომარი იარაღი წარმოადგენდა. პრიორიტეტი კი მუდამ არა რაოდენობას, არამედ მის ხარისხს ენიჭებოდა. ამიტომაც, ტრადიციული იარაღის მუდმივი სრულყოფა მიმდინარეობდა და მასიური განადგურების ბირთვული იარაღიც შეიქმნა. ბუნებრივ გარემოზე მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგები საზოგადოების რეალურ შემფოთებას იწვევს. მისი შესწავლით მრავალი სამეცნიერო დარგია დაკავებული. საბრძოლო მოქმედებების სახიფათო ასპექტები გარემოს ნეგატიური „ანთროპოგენიზმის“ (სოციალურ-ეკონომიკური, უმთავრესად გეოეკოლოგიური) გამოვლინებაში უნდა ვეძებოთ. რაკი ომები გეოგრაფიულ სივრცეში მიმდინარეობს, საომარი თეატრებიც ბუნებრივ გარემოში ვრცელდება და მისი ელემენტების შთამბეჭდავ ცვლილებებს განაპირობებს. გასული საუკუნე – ბირთვული იარაღის შექმნისა და მისი მოქმედებაში მოყვანის ხანაა. მსოფლიოს პრობლემების კვლევის საერთაშორისო (სტოკჰოლმი) ინსტიტუტის (მპსი) 2014 წ. მონაცემების მიხედვით <http://inosmi.ru/world/20140616/221042621.html#ixzz3ZcRCXuJj>.



ნახ.№1. ბირთვული იარაღის მფლობელი ქვეყნების სტატუსები

- 1 ■ ბირთვული იარაღის „ბედი“ ქვეყნები
- 2 ■ ბირთვული იარაღის მფლობელი „ახალი“ ქვეყნები
- 3 ■ არაოფიციალური ბირთვული ქვეყნები
- 4 ■ ბირთვული იარაღის წარმოების შეზავოფლობით შემზერებული ქვეყნები
- 5 ■ ბირთვული იარაღის (ნატო) განმთავსებული ქვეყნები



ამჟამად აშშ-სა და რუსეთის ფედერაციაზე პლანეტის ბირთვული იარაღის 90%-ზე მეტი მოდის. იმავე ორგანიზაციის (მპსი) მიხედვით, 2014 წლის დასაწყისში აშშ-ის, რუსეთის, დიდი ბრიტანეთის, საფრანგეთის, ჩინეთის, ინდოეთის, პაკისტანის, ისრაელისა და ჩრდილოეთი კორეის ბირთვული არსენალი 16,3 ათას ერთეულს შეადგენდა, თუმცა ერთი წლით ადრე ის 900 ერთეულით მეტი იყო. ამჟამად, ბირთვული იარაღის გადანაწილება შემდეგნაირია: რუსეთის ფედერაცია - 8000, აშშ - 7300, დიდი ბრიტანეთი - 225, საფრანგეთი - 300, ჩინეთი - 250, პაკისტანი - 100-120, ინდოეთი - 90-110, ისრაელი - 80, ჩრდილოეთი კორეა - 6-8 ერთეული. ამავე დროს, ბირთვული იარაღის დაუყონებლივი გამოყენების შესაძლებლობა მხოლოდ რუსეთის ფედერაციას (1600), აშშ-ს (1920), დიდ ბრიტანეთსა (160) და საფრანგეთს (290) გააჩნიათ, რომელთა მიერ რაკეტა-მატარებლებზე ბირთვული საბრძოლო მუხტები უკვე დამონტაჟებულია და სამხედრო ბაზებზე (ნახ.№ 1) გასაშვებად მზადაა.

ამჟამად, პლუტონის მსოფლიო მარაგი 260 ტონას აღწევს, რაც ამ იარაღს კიდევ 85 ათასით გაზრდის. ამავე დროს, პლანეტის ქვეყნები გამაღებით იარაღდებიან და არც ბირთვული იარაღის გამოცდებისაგან იკავებენ თავს. 1998 წელს თავისი ბირთვული იარაღი ინდოეთმა გამოცადა. აშკარაა ირანის ბირთვული მუქარაც. 1945 წლიდან აშშ-ის, სსრკ-ის, ჩინეთის, ინგლისის, საფრანგეთისა და ინდოეთის მიერ 2000-ზე მეტი ბირთვული გამოცდა ჩატარდა, ხოლო მისი გამოცდის შეწყვეტის ხელშეკრულებას (1996 წ) ინდოეთი და ჩრდილოეთი კორეა არ შეურთდა. 2009 წელს კი ამ უკანასკნელმა, საზოგადოებრივი აზრის საწინააღმდეგოდ, თავისი ბირთვული არსენალის (რაკეტა-მატარებლები) ამოქმედება გააგრძელა და დემონსტრირებაც მოახდინა. იმავე წელს, ინდოეთმა ჯაშუში რაკეტა-მატარებელი ორბიტაზე გაიყვანა. ამჟამად, ბირთვული იარაღის გამოყენებით კიდევ რამდენიმე სახელმწიფო იმუქრება.

ბირთვული იარაღის გამოყენებით კაცობრიობისათვის მიყენებული კოლოსალური ზარალის ზუსტი აღრიცხვა პრაქტიკულად შეუძლებელია. თუმცა, მან სავარაუდოდ, უზარმაზარი (სურ. № 1 და ცხრილი № 1) სიდიდე უნდა მოგვცეს. მსგავსი საქმიანობის შედეგების შესახებ ნათელ წარმოდგენას იძლევა სემიპალატინსკის (სსრკ) პოლიგონის (20 ათასი კმ<sup>2</sup>) 1949-1991 წლების ბირთვული საცდელი აფეთქებების შედეგად, 1,6 მლნ კაცის დაშავების შემთხვევა. რადიაციის მაღალი დოზა პოლიგონის მიმდებარე ფრაგმენტების (Тен Т., 2007) მცხოვრებლებმა (70 ათასამდე კაცი) მიიღო. გასული საუკუნის დასასრულს (1998 წ) მათი უმეტესობა (45 ათასი კაცი) უკვე დაიღუპა.

**ცხრილი 1. ბირთვული მიწისზედა აფეთქების გავლენა გარემოს კომპონენტებზე (Westing, 1977)**

ბირთვული აფეთქებების ან გამოსხივებების ან სითბური ტალღების მიერ გამოწვეული დაზიანებების ხასიათი	დაზიანების ფართობი, კა	
	ატომური ბომბი, 20 კტ	წყალბადის ბომბი, 10 მტ
ღრმა ძაბრების ფორმირება	1	57
დარტყმითი ტალღების მიერ ხერხემლიანთა დახოცვა	24	1540
იონიზირებული გამოსხივების მიერ მცენარეთა განადგურება	43	12100
იონიზირებული გამოსხივების მიერ ხე-მცენარეთა განადგურება	148	63800
დარტყმითი ტალღების მიერ მცენარეთა განადგურება	362	52500
იონიზირებული გამოსხივებით ხერხემლიანთა განადგურება	674	177000
სითბური გამოსხივების მიერ მცენარეულობის განადგურება	749	117000
სითბური გამოსხივების მიერ ხერხემლიანთა დახოცვა	1000	150000

ეკოსისტემებზე ბირთვული იარაღის ნეგატიური შედეგები მოტანილია ცხრილში №1. ერთი საშუალო სიდიდის წყალბადის ბომბის ენერგია პირველ და მეორე მსოფლიო ომებში გამოყენებული ფეთქებადი ნივთიერებების მიერ გამოყოფილი ჯამური ენერგიის ტოლი გამოდგა. გამოირკვა, რომ აფეთქების ენერგიის (რადიოაქტიური, თერმული, მექანიკური) ხასიათი პირდაპირი (უშუალო) – ფიზიკური და ბიოლოგიური ნიშნებისაა. არაპირდაპირი (მეშვეობითი) ნიშნები კი წყელში, ნიადაგსა და ატმოსფეროში აისახება. ცხადია, რომ ბირთვული იარაღის მოქმედებაში მოყვანამ დამღუპველად უნდა იმოქმედოს როგორც ლანდშაფტის კომპონენტებზე, ისე (ცხრილი 1) ეკოსისტემებზე.



**სურ.1. ნაგასაკი. აფეთქებამდე და აფეთქების შემდგომ.**

გარემოს ეკოსისტემებზე ბირთვული იარაღის დარტყმითი ტალღების, ხანძრებისა და ჩვეულებრივი იარაღით მიყენებულ დაზიანებებებს შორის განსხვავება მხოლოდ მათი მასშტაბებით როდი აისახება. რადიოაქტიური ზემოქმედებები ძლიერ ნეგატიურ შედეგებს ტოვებენ, თუმცა გამოსხივების შედეგად სახეზეა რეპროდუქციული და გენეტიკური უნარების დარღვევა, მუტაციის ტემპების ზრდა და ა.შ. თავის მხრივ, ცოცხალი ორგანიზმები გამოსხივების მიმართ განსხვავებულად რეაგირებენ: ადამიანების მომაკვდინებელი რადიაციული დოზა მწერების მიერ ადვილი გადასატანია; ხემცენარეულობა რადიაციის მიმართ მეტი, ბუჩქნარები და ბალახეულობა - ნაკლები მგრძობიარობისაა.

შედწევადი რადიაციის მხრივ განსაკუთრებულ საშიშროებას  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cz}$ ,  $^{55}\text{T}$  ან  $^3\text{H}$ , და  $^{55}\text{Fe}$  ქმნიან. მათი იზოტოპების ბიოაკუმულაციის უნარი ნიადაგში აქტიურ დაგროვებას იწვევს. აქედან კი, საკმაოდ ადვილია მცენარეთა და ცხოველთა ტროფიულ რგოლებში გადასვლა. ასე, მაგალითად, წყნარი ოკეანის კუნძულებზე (აშშ-ის ბირთვული პოლიგონი), ბირთვული გამოცდიდან ორი წლის ხანგამოშვებით, რადიოაქტიური ნარჩენები  $^{90}\text{Sr}$  და  $^{137}\text{Cz}$  არა თუ გაქრნენ, არამედ ბიოლოგიურ წრებრუნვებში დაფიქსირდნენ კიდევაც. ამავე დროს, პოლიგონის კუნძულებზე ცხოველთა მინიმუმ ერთი სახეობის გადაშენება დადასტურდა. გამონაკლისი არც პოლიგონის მიდამოების (ატოლი ბიკინი) მცხოვრებნი ყოფილან. მათ ორგანიზმში როგორც  $^{137}\text{Cz}$ -ის, ისე  $^{90}\text{Sr}$ -ის ანომალური ზრდა (Рябчиков и Куракова, 1983) შეიმჩნეოდა. ბირთვული აფეთქების რადიოაქტიური მასალა კი 30 კმ-ის სიმაღლეზე დააფიქსირეს. მის გაფანტვას ასეული კვადრატული მილის ფართობზე ჰქონდა ადგილი.

მეცნიერები (Рябчиков и Куракова, 1983) ადასტურებენ ბირთვული აფეთქებით მტერის არა მხოლოდ წარმოქმნას, არამედ ატმოსფეროს ზედა ფენებში ხანგრძლივ შენარჩუნებასაც. მას, უხვ ნალექებიან ტროპიკულ რაიონებში, განსაკუთრებით დიდი საფრთხის გამოწვევა შეუძლია. ცნობილია, რომ 1 მტ ტრინიტროტოლუოლოს აფეთქება 10 ათას ტონა მტვერს წარმოქმნის. ტმოსფეროში ჭარბი მტერის შემოსვლამ კი შესაძლოა როგორც ნალექების რეჟიმზე, ისე თვით კლიმატზე იქონიოს გავლენა. მეცნიერთა ვარაუდით 10 ათასი მეგატონა სიმძლავრის ბირთვულ აფეთქებას სამი წლის მანძილზე, ჰაერის ტემპერატურის რამდენიმე ათეული გრადუსით დაწვევა, ხოლო მის რადიაციულ მოქმედებას - ოზონის ეკრანის დარღვევა უნდა მოჰყვეს.

ბირთვული იარაღის მასშტაბებზე ჰიროსიმისა და ნაგასაკის ატომური დაბომბვაც მეტყველებს. 1945 წლის 6 აგვისტოს, ამერი-

კული ბომბდამშენის (B-29) მეთაურმა, პოლ ტიბბეტსმა ატომური ბომბი (Little Boy) იაპონიის ქალაქ ჰიროსიმაში, ხოლო სამი დღის შემდეგ პილოტმა ჩარლზ სუინიმ ქ. ნაგასაკში მეორე ბომბი (Fat Man) ჩამოაგდო. 13 კტ სიმძლავრის ბომბი ჰიროსიმის თავზე 550-600 მ-ის სიმაღლეზე (Атомная...) აფეთქდა და ქალაქი ცეცხლის ალმა მოიცვა. დარტყმითმა ტალღამ მას 335 მ/წმ-ის სიჩქარით გადაუარა და ნანგრევებად (სურ.1) აქცია. ყველგან დანახშირებული გვამი ეყარა. ადამიანების დიდი ნაწილი ადგილზე იყო გაქვავებული.

ძლიერ (20000ტ ტროტილის ექვივალენტი) აფეთქებას (სიმაღლე 600 მ) ქ. ჰიროსიმის ინფრასტრუქტურის 60%-ზე მეტი ნაწილის დანგრევა მოყვა. შთამბეჭდავია აფეთქების შედეგები: ჰიროსიმის მცხოვრებთა (306545 კაცი) ნაწილი - 176987 კაცი (58 %) დაზარალდა; 92133 კაცი (30%) დაიღუპა; მძიმე ჭრილობა 9428 კაცმა (3 %) მიიღო, ხოლო მსუბუქი - 27997 კაცმა (9 %) მიიღო. აქედან ჩანს, რომ ბირთვულ აფეთქებას უვნებლად ვერავინ გადაურჩა. აფეთქების ეპიცენტრიდან 2 კმ-ის რადიუსში (12,6 კმ<sup>2</sup>) ნაგებობანი მთლიანად, ხოლო 12 კმ-ის დაშორებით მნიშვნელოვნად დაინგრა. ქალაქის 95 ათასი ნაგებობიდან 85,5 ათასი დაინგრა. 4 კმ-ის რადიუსში ხეები და ბალახეულობა ნაცარ-ტუტად იქცა. ადამიანთა ძლიერი დამწვრობა ან ლეტალური შედეგი 8-9 კმ-ის დაშორებითაც კი შეინიშნებოდა. ნაგასაკში მსხვერპლმა 74 ათასი კაცი, ნგრევის ფართობმა კი მთელი ინფრასტრუქტურის 45 % შეადგინა.

ამჟამად, მსოფლიოს ბირთვული არსენალი შთამბეჭდავად კოლოსალური მასშტაბისაა. მათ შესახებ ზუსტი მონაცემები არ არსებობს. თუმცა, მეშვეობითი გამოთვლებით ბირთვული სტრატეგიული შეიარაღების ჯამური მაჩვენებელი 20 ათას ქობინს აღემატება. მათ შორის, ნახევარზე მეტი საკმაოდ არასტაბილური ქვეყანის - რუსეთის არსენალზე მოდის. გასული საუკუნის 80-იანი წლების შუა ხანებში (1984-1986 წწ) ყველა სახის ბირთვული იარაღის საერთო რაოდენობა მსოფლიოში 70 ათას ქობინს აჭარბებდა. მათ რაოდენობას თანდათან ამცირებენ და დღეს მხოლოდ 25 ათასი (Robock et. all., 2007) დარჩა. ამავე დროს, თითქმის ყოველ 5 წელიწადში, მსოფლიოს ახალი ბირთვული ქვეყანა ემატება. ამჟამად, ირანის ირგვლივ შექმნილი აჟიოტაჟის მიუხედავად, აწინდელ არასტაბილურ მსოფლიოში ბირთვული იარაღის საშიშროება, ჯერ კიდევ, აშკარად სახეზეა. ცხადია, რომ მკვლევართა დიდი ნაწილი ამ პრობლემებითაა დაკავებული. ამ მხრივ, არც საქართველოა დაცული მოსალოდნელი სიფათისაგან.

ბირთვული კონფლიქტის ყველაზე ფრთხილი („საბაზო“) სცენარის მიხედვითაც კი 200 მლნ ტონა აეროზოლის წარმოქმნას უნდა ველოდოთ. მისი 1/3-ის ანუ 65 მლნ ტონა ნახშირბადის მიერ

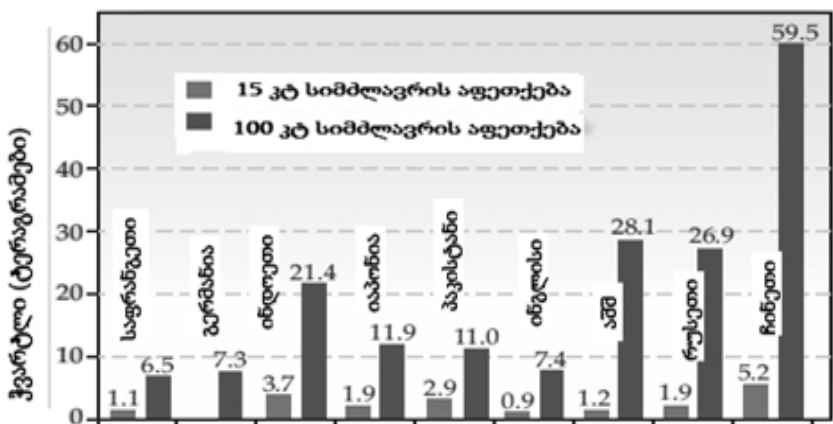
ატმოსფეროში მზის სხივების ძლიერი შთანთქმავა მოსალოდნელი. ხანძრების შედეგების - მტვრისა და ბოლის აღმოსავლეთ ევროპასა და მიმდებარე რეგიონებში განაწილების 30-დღიანი სცენარის (სურ.3) მიხედვით, პირველივე კვირის მანძილზე „მზის დაბნელება“ საკმაოდ დიდ ფართობზე გავრცელდება. შემდგომი ორ კვირის განმავლობაში, „მტვრის ღრუბლები“ აფრიკის ჩრდილოეთი ნაწილის, არაბეთის, ინდოსტანისა და ინდოჩინეთის, ოკეანეთის დიდ ნაწილებს დაფარავენ. სავარაუდოდ, პლანეტის შუა განედები (300 და 600 შორის) მზის სინათლის გარეშე დარჩება.

აქედან გამომდინარე, მკვლევარი-სპეციალისტების მიერ შემუშავებული შესაძლო ბირთვული კონფლიქტის სცენარები (Sagan, Tarco, 1990) და რუკები (Пархоменко, Тарко, 2000) საინტერესოა ჩვენი ქვეყნისათვისაც. აშკარაა, რომ ბირთვული კონფლიქტის პირველსავე დღეებში ორგანული ნივთიერებების წვის პროდუქტი – ჭვარტლი (მური) აღმოსავლეთ აზიაში გავრცელდება. იქიდან კი თანდათან სამხრეთი მიმართულებით გადაინაცვლებს და ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს მნიშვნელოვან ნაწილს დაიკავებს. ამავე დროს, მიწიდან ამოტყორცნილი მტვერი და წვის პროდუქტების აეროზოლმა ატმოსფეროში უნდა გადინაცვლოს. ამ პირობებში საყურადღებოა ამინდისა და კლიმატის მკვეთრი ცვლილები და მისი ხანგრძლივობა. აკი, „ბირთვული ზამთარი“ ამ პროცესის დინამიკას უკავშირდება.

გასული საუკუნის 80-იან წლებში მეცნიერებმა ყურადღება ბირთვული აფეთქების კლიმატზე გავლენის შესწავლაზე გადაიტანეს. გაჩნდა ახალი ტერმინი - „ბირთვული ზამთარი“. გამოირკვა, რომ ბირთვული აფეთქების ეპიცენტრიდან საკმაოდ შორ მანძილზე „ცეცხლის ბურთი“ დიდი ქალაქის მთლიან გადაბუგვას გამოიწვევს. ასე, მაგალითად, 1 მტ (მეგატონა) სიმძლავრის ბირთვული აფეთქება (მზეზე ათასჯერ მეტი სიკაშკაშე), ეპიცენტრიდან 10 კმ-ის მანძილზე, დასახლებების ინფრასტრუქტურის თვითაღებას იწვევს. მათი გაერთიანება კი ერთიან და ძლიერ ცეცხლის სმერჩს (კორიანტელს) ჰქმნის, რომელიც ტყის მასივების, სტეპების, კულტურული მცენარეების, დიდი ქალაქების მთლიან გადაწვა-გადაბუგვას მოასწავებს. ცეცხლის გიგანტური ალის ნამწვი პროდუქტი (ბოლი, მტვერი და ჭვარტლი) სტრატოსფეროს მიადწვევს. მათ მიერ, მზის სინათლის ბლოკირების გამო, რეგიონების საკმაოდ დიდ სივრცეში, „ბირთვული ზამთრის“ გამეფებას აქვს ადგილი.

დასახელებული ავტორებმა (Оуэн Б. Тун и др., 2008) აჩვენეს აგრეთვე ბირთვული კონფლიქტის შემთხვევაში წარმოქმნილი წვის პროდუქტების (ჭვარტლი) რაოდენობრივი მაჩვენებლები (ტერაგრამებში, 1012 გრამი ანუ 1 მლნ. ტონა) და მათი შესაძლო გავრცელება (ნახ.2) ზემოთ აღნიშნული ქვეყნების არეალებში. მათი იანგარიშეს 50 საბრძოლო ბლოკიდან გაშვებული 15 კტ-ის სიმძლავრის

(ჯამური სიმძლავრე 0,75 მეგატონა) ბირთვული დარტყმების შედეგად ატმოსფეროს ზედა ფენებში გაბნეული ჭვარტლისა და ბოლის რაოდენობა. მსგავს კონფლიქტში, სავარაუდოდ, რუსეთის მიერ აშშ-ის მიმართულებით 1000, ხოლო ევროპული ქვეყნებისა (საფრანგეთი, გერმანია, დიდი ბრიტანეთი) და აზიის ქვეყნებისაკენ (ინდოეთი, იაპონია, პაკისტანი) 200-200 საბრძოლო მუხტის მქონე რაკეტები იქნება გაშვებული. სავარაუდოდ, თავის მხრივ, ამერიკის შეერთებული შტატები რუსეთისა და ჩინეთის მიმართულებით 1100-1100 საბრძოლო მუხტის დარტყმას მიაყენებს. უნდა გავითვალისწინოთ აგრეთვე დიდი ბრიტანეთის, ჩინეთის, საფრანგეთის, ისრაელის, ინდოეთის, პაკისტანის, ჩრდილოეთი კორეის 1000 საბრძოლო მუხტის ბირთვული არსენალი.

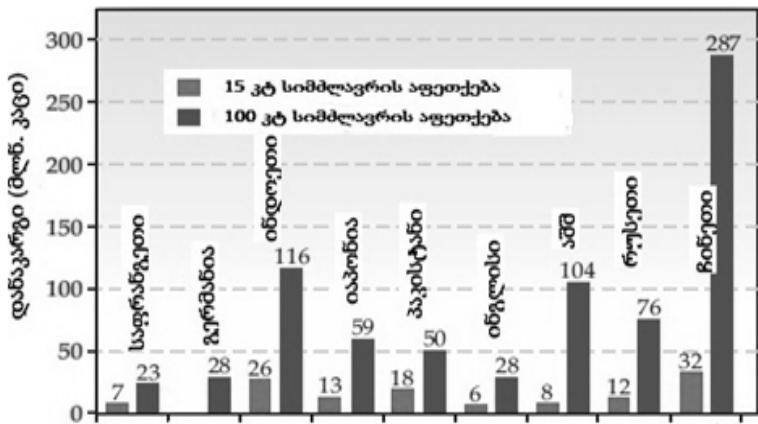


ნახ. 2. ბირთვული კონფლიქტის აეროზოლური „ზამთარი“

რაც შეეხება ცოცხალი ძალის დანაკარგებს, მეცნიერთა გამოკვლევები (Оуэн Б. Тун и др., 2008) ადასტურებენ, რომ ბირთვული აფეთქების (სიმძლავრე 15 მტ) სცენარით მსოფლიოს მჭიდროდ დასახლებული ქვეყნების მოსახლეობის (საფრანგეთი – 63 მლნ. კაცი; გერმანია – 82 მლნ. კაცი; ინდოეთი – 1220 მლნ. კაცი; იაპონია – 127 მლნ. კაცი; პაკისტანი - 188 მლნ. კაცი; ინგლისი – 51 მლნ. კაცი; აშშ – 315 მლნ. კაცი; რუსეთი – 143 მლნ. კაცი; ჩინეთი – 1350 მლნ. კაცი) რაოდენობის (3539 მლნ. კაცი ანუ მსოფლიოს მოსახლეობის 50,5 %) მნიშვნელოვანი ნაწილი (122 მლნ. კაცი ანუ ამ ქვეყნების მოსახლეობის 3,5 %) ფაქტობრივად მწყობრიდან (დასახინრებულები და ლეტალური შედეგი) იქნება გამოსული (ნახ.3). ბირთვული აფეთქების თითქმის 6,5 ჯერ გაზრდის (100 მტ) შემთხვევაში მოსახლეობის დაზარალებული ნაწილისა და ლეტალური შედეგების საბოლოო ჯამი 6,3 ჯერ გაიზრდება და 771 მლნ კაცს მიაღწევს. აქედან გამომდინარე აშკარაა ბირთვული ომის

მთავარი კლიმატური ეფექტის - „ბირთვული ზამთრის“ პლანეტის გლობალური საფრთხე.

ცოცხალი ძალების დანაკარგების (დაღუპულებისა და დასახინრებულების ჯამი) სცენარიდან ჩანს, რომ იდოეთისა და პაკისტანის შესაძლო ბირთვული კონფლიქტისას თითოეული მათგანისაგან 0,75 მეგატონის ჯამური საბრძოლო მუხტის გამოყენებამ 44 მლნ. ადამიანის სიცოცხლე უნდა შეიწიროს, ატმოსფეროში გაფანტული ჭვარტლის რაოდენობამ კი 6,6 ტრილიონ გრამს უნდა მიაღწიოს. ამავე დროს, 4400 ბირთვული აფეთქებისას (ჯამური სიმძლავრე 440 მეგატონა) დაღუპულთა რიცხვმა 770 მლნ. კაცს, ხოლო ატმოსფეროში შეფრქვეული აეროზოლის რაოდენობამ 180 ტერაგრამს უნდა გადააჭარბოს. აღსანიშნავია, რომ განსაკუთრებით სავალალო შედეგები არა მარტო ბირთვული დარტყმების ძალაზეა დამოკიდებული, არამედ დიდი მნიშვნელობა აქვს თვით დასახლებული არეალების განსახლებისა და მოსახლეობის სიმჭიდროვის თვისებრივ მახვენებლებს. ასე, მაგალითად, ბელგიაზე შესაძლო 100 ბირთვული დარტყმის მიყენება იმდენივე აეროზოლის წარმოქმნას გამოიწვევდა, რამდენსაც საფრანგეთზე ან რუსეთზე 200-200 მსგავსი დარტყმის მიყენება. ასევე, ინდოეთის ან ჩინეთის მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქებზე ანალოგიური დარტყმები უფრო ნაკლები რაოდენობის აეროზოლის წარმოქმნას გამოიწვევდა.



ნახ.3. ბირთვული კონფლიქტის ცოცხალი ძალის დანაკარგები

ბირთვული შეტევის ლეტალური შედეგები დიდ ქალაქებში მოსახლეობის თავმოყრასთანაა დაკავშირებული. აკი, ქალაქების კოლოსალური ნგრევის პირობებში მოსახლეობის დაღუპვაც გარდაუვალი ხდება. ასე, აშშ-ში 1000 საბრძოლო მუხტის აფეთქების ეპიცენტრიდან 5 კმ-ის მანძილზე მთელი მოსახლეობის 48% და ქალაქის მოსახლეობის 59% დაიღუპება. ასევე, მოსახლეობის 20% და ქალაქის მოსახლეობის 25% დაიღუპება აფეთქების მომენტში,

ხოლო ქალაქის მოსახლეობის 20% (მთლიანი მოსახლეობის 16%) დასახინრებული აღმოჩნდება.

მსხვილი დასახლებული ქალაქების ფარგლებში ბირთვული შეტევები განსაკუთრებით მაღალ ლეტალურ შედეგთან ერთად ჭვარტლის კოლოსალურ რაოდენობას იძლევა. ასე, 2000 ბირთვული მუხტის აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ჭვარტლის 50% შესაძლოა მივიღოთ ჩინეთში მხოლოდ 510 აფეთქებით, რუსეთში 547, აშშ-ში კი 661 აფეთქებით. წაკმაოდ წარმატებული ბირთვული შეტევები წყალქვეშა ხომალდებიდანაც წარიმართება. ასე, მაგალითად, ერთი წყალქვეშა ხომალდის (1000 კტ სიმძლავრის 144 ქობინი) მიერ ქალაქებში ბირთვული შეტევის განხორციელებას (Оуэи В. Тун и др., 2008) შეუძლია ჩინეთის ტერიტორიაზე 2312 გრ ჭვარტლის შემოფრქვევა და 119 მლნ. კაცის ლეტალური შედეგი ან დასახინრება, ან კიდევ მასვე შეუძლია რუსეთის ტერიტორიაზე 1012 გრ ჭვარტლისა და 42 მლნ. ცოცხალი ძალის უშუალო ან მშვეობითი განადგურება.

ამავე დროს, მეცნიერთა ერთი ნაწილის მიერ (Bush B. W. et al., 1989) შემუშავებული სცენარით დაშვებულია, რომ აშშ-ის მთავარი მოწინააღმდეგე ძალის მიერ შესაძლო განხორციელება ბირთვული არსენალის დახარჯვა მხოლოდ სამხედრო დანიშნულების 3030 კონკრეტულ (საარმიო შენაერთები, საზღვაო და საჰაერო სამხედრო ბაზები, საწვავის საწყობები, ქარხნები და ნავსადგურები) ობიექტზე მოხდება. ამ სცენარით სამოქალაქო ინფრასტრუქტურასა და მის მშვიდობიან მოსახლეობაზე იერიშების მიტანა დასახელებული ავტორების სცენარით არაა გათვალისწინებული, თუმცა ეს რუსეთის მხრიდან ნაკლებადაა მოსალოდნელი. ამის მიუხედავად, სცენარის მიხედვით ამერიკის ქალაქების 50 % მაინც აღმოჩნდა განადგურებული, ხოლო აეროზოლის რაოდენობამ 3712 გრ შეადგინა, რაც ხანგრძლივი „ბირთვული ზამთრის“ დასადგურებას მოასწავებს.

როგორც ჩანს, ბირთვული დარტყმების შედეგები კოლოსალური რაოდენობის ნაშვის ატმოსფეროში გაბნევას იწვევს, რასაც მზის ნათების შთამბეჭდავი შემცირება და ე. წ. „ბირთვული ზამთრის“ საშიშროება მოსდევს.

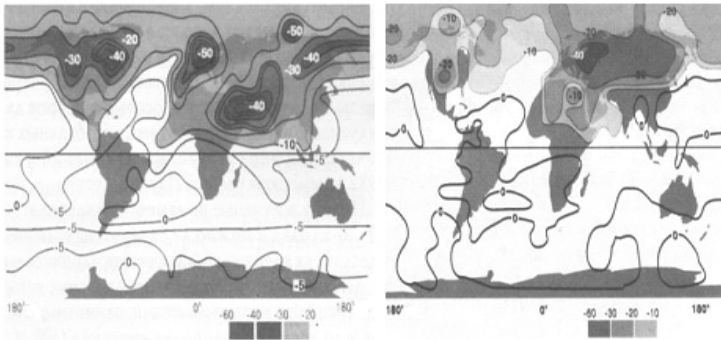
აეროზოლის (უმთავრესად ნახშირის ნაწილაკების) მიერ მზის რადიაციის შთანთქმის მაღალი უნარის გამო, გახურებული აეროზოლი, მის გარემომცველ ჰაერთან ერთად, სწრაფად მაღლა ასვლას იწყებს, სადაც ღრუბლების ფორმირების პროცესი საკმაოდ შენელებულია. ცხადია, რომ აეროზოლის ჰაერში შეკავების დროც იზრდება და, შესაბამისად, მზის ნათების ინტენსიურობაც ხანგრძლივად კლებულობს. ამავე დროს, მიწისპირა ჰაერი უფრო ცივი აღმოჩნდება, ვიდრე მის მაღლა არსებული ფენები და კონ-



ვექციის პროცესიც, ან კიდევ, აორთქლება და ნალექების გამოყოფა - შენელება. ამის გამო, ნალექები შემცირდება და აეროზოლის „ჩამორეცხვა“ გაცილებით ნელა წარიმართება. ცხადია, რომ „ბირთვული ზამთარი“ ხანგრძლივად დაისადგურებს. მისი გამოვლინება განსაკუთრებით საშიშია ჩრილოეთი ნახევარსფეროს „ფართო კონტინენტურ“ განედებზე (15-40<sup>0</sup>). ვარაუდობენ, რომ მისი ეფექტი განსაკუთრებით ზაფხულში გამოვლინდება, როცა ჰაერის ტემპერატურა გაყინვის დონეს მიაღწევს.

ბირთვული კონფლიქტის სცენარებით (Пархоменко, Тарко, 2000) განიხილება „მკაცრი“ (10000 მტ) და „რბილი“ (100 მტ) აფეთქებების შედეგები. პირველი სცენარი: ამაჟამად შეიარაღებაში არსებული (სურ.2) ბირთვული იარაღის 75%-ის გამოყენებას (1 მლნ „ჰიროსიმა“) გულისხმობს. მეორე სცენარში კი ბირთვული არსენალის მხოლოდ 1%-ის (8200 „ჰიროსიმა“) გამოყენების შედეგია ასახული.

1000 მტ ბირთვული იარაღის შესაძლო აფეთქების მოდელის მიხედვით პლანეტის მიწისპირა ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება სახიფათო სურათს გვპირდება: კონტინენტის თავზე ხანგრძლივი, მკვეთრი, ფართო ( =150-დან =400-მდე) და ძლიერი აცივება; ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს ზაფხულის ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 0<sup>0</sup>-ზე დაბლა დაცემა. სხვა სიტყვებით: ის რაც ცეცხლის აღს გადაურჩება, საბოლოოდ - გაიყინება.

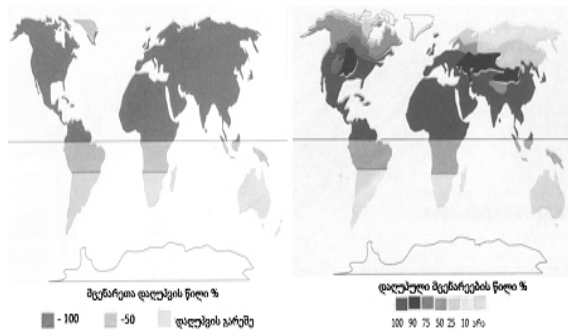


სურ. 2. „მკაცრი“ და „რბილი“ ბირთვული კონფლიქტის კლიმატური მოდელები

„ბირთვული ზამთრის“ გამოძახილი კიდევ უფრო ხანგრძლივ და დამღუპველ ეფექტებს გვპირდება: ხმელეთი-ოკეანეს შორის ჰაერის ტემპერატურის კონტრასტის გაზრდისა და, მაღალი ტემპერატურული ინერციის გამო, ჰაერის შედარებით უმნიშვნელო გაცივების გამოწვევა; ხმელეთზე კონვექციის შესუსტება და ღამის სიბნელეში, „ცივი გვალვის“ გამეფება. რაც შეეხება იანვრის „ბირთვული ზამთრის“ სცენარს, ამ დროს მაღალი და საშუალო გან-

ედების „მოვლემარე“ მცენარეების ბედი ძლიერ ყინვებსა და მათ შთამბეჭდავ დაღუპვას უკავშირდება.

ამ ბუნებრივი ზონების მცენარეთა ყინვაგამძლეობის უნარის მიუხედავად, ანომალური ზამთრში, მათ 90%-იან დაღუპვას უნდა ველოდოთ. ამავე მოვლენის პროგნოზული რუკიდან (სურ.3) ჩანს, რომ პლანეტის დაბალი და ზომიერი განედების ხმელეთის მნიშვნელოვან (70%) ნაწილში მცენარეთა მთლიან (100%) დაღუპვას ექნება ადგილი. თუკი ამ სცენარს ზაფხულში გადავიტანთ - მაშინ ორი კვირის შემდეგ, მზის სინათლის შემცირებისა და ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრი დაცემა ჩრდ. ნახევარსფეროს მცენარეული საფარის მთლიან დაღუპვას გამოიწვევს. მოპირდაპირე მხარეს, კლიმატის მკვეთრ ცვლილებას მხოლოდ ტროპიკებში ექნება ადგილი. მცენარეთა დაღუპვასაც სწორედ იქ უნდა ველოდოთ. ჩხადია, რომ ტროპიკებისა და სუბტროპიკების მცენარეულობის ელვისებურ გაქრობას მათი სტენოთერმული უნარი (აღფენიძე და სხვ., 2003) განსაზღვრავს.



სურ. 3. მცენარეთა დაღუპვის ივლისისა (მარცხნივ) და იანვრის „ბირთვული ზამთრის“ სცენარები

აღნიშნული სცენარის შედეგების შორეული პროგნოზი მოვლენათა უფრო საგრძნობ ნეგატივიზმს გვიპირდება: ტყეების გავრარანების შედეგად მიღებული მკვდარი მასის მიერ მეორადი ხანძრების ხელშეწყობა; ორგანული მასის გახრწნის გამო ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის შემოფრქვევა და მის მიერ გლობალური წრებრუნვის დარღვევის გამოწვევა; დაბალი განედების (განსაკუთრებით ტროპიკების) მცენარეული საფარის დეგრადაციის გამო, ნიადაგის აქტიური ეროზია.

ბირთვული კონფლიქტი მხოლოდ მცენარეთა დაღუპვას როდი მოასწავებს. მან ორგანულად დაკავშირებული ბუნებრივი სისტემის მთლიან ჯაჭვზე უნდა განავრცოს თავისი მოქმედება. ამ მხრივ, უნდა ვივარაუდოთ, რომ ჩრდილოეთი ნახევარსფეროს ცხოველთა სამყაროს დიდი ნაწილის საკვების სიმცირემ მათი მასიური დაცემა უნდა გამოიწვიოს. ამავე დროს, დაბალი განედების თერმული

რეჟიმი, ტემპერატურის დაცემის გამო, მკაცრი ამინდებით იქნება წარმოდგენილი. ცხადია, რომ აქ ძუძუმწოვრების მრავალი სახეობა და ფრინველთა უდიდესი ნაწილი გადაშენების გზას დაადგება. შესაძლოა მხოლოდ რეპტილიებმა „მოახერხონ“ თავის გადარჩენა.

ბუნებრივი გარემოს განვითარების სცენარების განხილვა „ბირთვული ზამთრის“ მიერ მდგრადი ეკოსისტემების (აგროეკოსისტემების) უცილობელი განადგურების პროგნოზს იძლევა. ერთდროულად, მოსალოდნელია: ნაყოფის მსხმოიარე ხეხილისა და ვენახის განადგურდება; მეცხოველეობის ინფრასტრუქტურისა და უმთავრესი სასოფლო-სამეურნეო დარგების მოშლის გამო, შინაური საქონლის მთლიანი მოსპობა; თესლის შენახვის უუნარის გამო, მცენარეთა აღდგენის მცირე პერსპექტივა. ამავე დროს, ბირთვულ აფეთქებით გამოწვეული ჰაერში აზოტის ოქსიდების გადატანა, ყოველი ცოცხალის მომაკვდინებელი - „მჟაუნა წვიმების“ ხანგრძლივ გამორებებს მოასწავებს. ეს ფაქტორიც ეკოსისტემების ძლიერ და აშკარად შეუქცევად ნეგატიურ შედეგებს გეპირდება.

ბირთვული კონფლიქტის მოქმედების აშკარად სახიფათო პროგნოზები მათი მოქმედების სინერგეტიკულ (არაერთდროულ, ერთმანეთის გამაძლიერებელ) ხასიათთანაა (დადებითი უკუკავშირები) დაკავშირებული. ამის გამო, ეკოსისტემის ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეებზე, კომპონენტებს შორის კავშირების დამყარება ქაოსური გზების გავლით მიმდინარეობს, ხოლო სისტემების გაერთიანების შემთხვევაში, მათი მთლიანი ნაწილი ცალკეული ელემენტების ჯამის ტოლი უკვე აღარ აღმოჩნდება. ეკოსისტემის არაერთგვაროვნების ფორმირების პირობები კი მისი ახალი ორგანიზაციის ჩამოყალიბების საფუძველს იძლევა.

სინერგეტიკის ამ თეორიული დასკვნის ჩვენი დაინტერესების თემატიკაზე გადატანისას აშკარაა, რომ ეკოსისტემაში გარედან ენერჯის შემოდინების (ბირთვული ან სხვ. აფეთქება) შემთხვევაში, ლოკალური სისტემის „ახალი მოწესრიგების“ პროცესების განვითარებას უნდა ველოდოთ. ცხადია, რომ მათი მიმდინარეობა მანამდე არ შეინიშნებოდა. აქედან გამომდინარე, სავარაუდოა ეკოსისტემის ძლიერ გაუწონასწორებული პირობების ჩამოყალიბება. ამის გამო, კომპონენტების დამოუკიდებლობის უნარმა, მათი კორპორაციული (გაერთიანებული) ქცევის ნორმების შექმნა უნდა განაპირობოს. დარღვეული წონასწორობის ეკოსისტემებში ბიფურკაციული (ორად გაყოფა, გაორება) მექანიზმის ამოქმედებასთან გვექნება საქმე, რაც ეკოსისტემის განვითარების გზაზე კვანძების გაყოფასა და დანაწევრებას მოასწავებს. აშკარაა, რომ ამ სისტემის განვითარების ვარიანტების პროგნოზი წინასწარ განჭკვრეტას პრაქტიკულად არ დაექვემდებარება.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ეკოსისტემების განვითარების მოდელები (სურ. 2-3) ბუნებრივი გარემოს საიმედო მდგომარეობის

დადასტურებულ იმედებს ვერ იძლევა. მეცნიერთა მიერ გამოკვლევებით მიღებული და სინამდვილესთან მიახლოებული ემპირიული შედეგები აშკარად ამაღლებებელი და შემაშფოთებელია. აკი, „ბირთვული ზამთრის“ ფენომენის შესწავლამ აჩვენა მისი კლიმატური და ეკოლოგიური შედეგების დამღუპველი მოქმედებების გამოწვევა არა მხოლოდ კონფლიქტში მონაწილე ქვეყნების ფარგლებში, არამედ პლანეტის საკმაოდ შორეულ (ინდოეთი, ბრაზილია, ნიგერია, ინდონეზია) რეგიონებშიც.

ამასობაში, მსოფლიოს სხვადასხვა ფრაგმენტებზე დაძაბულობის ახალი კერები იქმნება და შეიარაღებული კონფლიქტების რიცხვიც არ კლებულობს. გასული 55 წლის განმავლობაში შეიარაღებული კონფლიქტების რეგიონული ხასიათი მათ გაფართოებაზე ლაპარაკობს. ამ მხრივ, ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკის რეგიონში 26 კერა, ევროპაში 40-მდე, ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში - 35, აზიაში 70-ზე მეტი, ხოლო აფრიკაში 75-მდე არასტაბილურობის კერაა დაფიქსირებული. მკვეთრად ნეგატიური მდგომარეობა იქმნება რუსეთის ფედერაციის ამბიციების გამო. ბოლო 20 წელიწადი, რუსეთისა და მისი სატელიტი ქვეყნების მიერ, ყოფილი საბჭოთა რესპუბლიკების ურჩი რეგიონების მხარდაჭერითა და დამოუკიდებულობის აღიარების პოლიტიკით ხასიათდება. მისი დადასტურებაა ჯერ ომის წარმოება საქართველოსთან, ხოლო შემდგომ აფხაზეთისა და სამაჩაბლოს, ბოლო წლებში კი ყირიმისა და აღმოსავლეთი უკრაინის ორი რეგიონის გამოყოფის ხელშეწყობა და, საერთაშორისო ნორმების დარღვევით, დამოუკიდებელი ქვეყნის სტატუსის მინიჭება.

ამ ქმედებების საპასუხოდ, ევროპაში უსაფრთხოების შენარჩუნებისა საერთაშორისო სამართლის გათვალისწინებით, გეოპოლიტიკური სტატუს-ქვოს აღდგენის მიზნით, ამჟამად რუსეთის ფედერაცია ეკონომიკურ და პოლიტიკურ იზოლაციაშია მოქცეული, ხოლო სამხედრო არსენალის გაწონასწორების მიზნით – მიმდინარეობს ნატოს ქვეყნების საომარი საშუალებების რუსეთის საზღვრებთან განთავსება. ამავე დროს, მიმდინარეობს ბირთვული საშიშროების წინააღმდეგ რაკეტსაწინააღმდეგო თავდაცვითი საშუალებების მოზიდვა. მსგავსი ტექნიკა აშშ-მა ევროპაში უკვე განთავსა. ამასთან ერთად მიუთითებენ, რომ თანამედროვე ბირთვული არსენალის წინააღმდეგ ისინი საკმაოდ უძლურნი არიან და მათგან 100%-იანი დაცვის გარანტიაც საკმაოდ მოკრძალებულია. იოსფეროს გამოუსწორებელი შედეგების გამოწვევა კი ამჟამად არსებული ბირთვული იარაღის მხოლოდ 1%-ის გამოყენების შემთხვევაშიც (5000 „ჰიროსიმის“ სიმძლავრე) კი ადვილი შესაძლებელია.

რეგიონების ბირთვული უსაფრთხოება მხოლოდ იარაღის წარმოებასა და გამოყენებასთან არაა დაკავშირებული. ბირთვული ენერგეტიკის მზარდმა განვითარებამ ამ პრობლემის ერთი-ორად

ზრდა გამოიწვია. გასულ საუკუნეში ატომური ელექტროსადგურების (აეს-ის) რეაქტორებიდან რადიოაქტიური პროდუქტების გაჟონების გამო რეგიონული მასშტაბის დასახლებების მაგალითები საკმაოდ მრავლადაა. კვლევებით დადგენილია, რომ გასულ საუკუნეში (1986 წ.) ჩერნობილის აეს-ის კატასტროფის შედეგად, ჰაერში რადიონუკლიდების ამოფრქვევის დინამიკამ, საქართველოში სინოპტიკური სიტუაციის მსვლელობის შესაბამისად, ატმოსფეროს დაბინძურების მაღალი ხარისხი გამოიწვია.

ჩვენი ქვეყნის მეზობელ რეგიონებში, კერძოდ ქ. ერევანთან მდებარე აეს-ის ავარიის შემთხვევაში, აქ ქარული რეჟიმის შესაბამისად, გამოვლილია (ნოზაძე, 1998) რადიოაქტიური პროდუქტების ჩვენ ქვეყანაში გადმოტანის ალბათობა.

ამგვარად, თანამედროვე საპიენტიური (გონივრული) საზოგადოებრიობის მიერ გათავისებულია რა ბირთვული ომის შედეგების უმძიმესი საშიშროება - კაცობრიობის წინაშე აშკარად დგას ბიოსფეროს უცილობელი გადარჩენის გადაუდებელი ამოცანა. აქედან გამომდინარე უნდა ვივარაუდოთ, რომ თანამედროვე ცივილური საზოგადოება ამ საშინელი იარაღის გამოყენებისაგან თავს შეიკავებს.

### **ლიტერატურა:**

1. ალფენიძე მ. საზოგადოებრივი ანტაგონიზმი: შეიარაღებული
2. დაპირისპირებები, მათი ეკოლოგიური შედეგები და გარემოს მდგრადი განვითარება. თბ., 2006. – 189 გვ.
3. ნოზაძე მ., საქართველოს რადიომეტრიული მონიტორინგის ქსელის ოპტიმიზაციის მეტეოროლოგიური ასპექტები. ავტორ. დის. გეოგრ. მეცნ. კანდ., თბილისი, 1998. – 38 გვ.
4. Атомная бомбардировка Нагасаки. <http://hirosima.scepsis.ru/bombard/nagasaki.html#21>
5. Окружающая среда. Споры о будущем. //под.ред. А.И. Рябчикова, М., Мысль. 1983. -176
6. Оуэн Б. Тун, Алан Робок, Ричард П. Турко. Экологические последствия ядерной войны. пер. С.В. Бершаков, В.Е.Ярынич. Owen B. Toon, Alan Robock, Richard P. Turco. Environmental Consequences of Nuclear War, Physics Today, Vol. 61, Issue 12, Page 37, 2008. <http://www.armscontrol.ru/pubs/env-cons-nuc-war.pdf>. 1-7 с.

7. Пархоменко В.П., Тарко А.М. Ядерная зима. Экология и жизнь. № 3, 2000. <http://ecolife.ru/jornal/ecap/2000-3-1.shtml>
8. Рябчиков А.М., Куракова Л.И. Прогнозы влияния военных действий на окружающую среду. Окружающая среда. М., 1983. ст. 104-112
9. Тен Т. Ядерное наследство Семипалатинского полигона.2007. <http://nuclearno.ru/text.asp?12134>
10. Хиросима и Нагасаки. Часть 2. <http://world-japan.livejournal.com/-248397.html>
11. Bush B. W. et al., Nuclear Winter Source-Term Studies: Smoke Produced by a Nuclear Attack on the United States, vol. 6, rep. no. DNA-TR-86-220-V6, Defense Nuclear Agency, Alexandria, VA (1991); R. D. Small, *Ambio* 18, 377 (1989).
12. Gian Luca Burci, Claude-Henri Vignes. World Health Organization. Hague, 2004. – 258 p.
13. McMichael Anthony J. Human Frontiers, Environments and Disease. Cambridge University Press, 2001 – 413 p. <http://www.cambridge.org/-ge/academic/subjects/medicine/epidemiology-public-health-and-medical-statistics/human-frontiers-environments-and-disease-past-patterns-uncertain-futures?format=HB>
14. Sagan, Tarcov. A Path Where No Man Thought: Nuclear Winter and the End of the Arms Race. Random House, 1990
15. Westing Arthur H. Weapons of mass destruction and the environment. Stockholm International Peace Research Institute. Taylor & Francis, 1977 – 95p.
16. Westing Arthur H. Explosive remnants of war: mitigating the environmental effects. Taylor & Francis, 1985 – 141p.
17. Westing Arthur H. Environmental hazards of war: releasing dangerous forces in an industrialized world. SAGE Publications, 1990 – 96 p.

**МЕЛОР АЛПЕНИДЗЕ**

**ЯДЕРНАЯ ОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ И ОПАСНОСТЬ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Ключевые слова:** ядерный конфликт, среда, экосистема, сценарий, взрыв, ядерная зима

**Резюме.** Рассмотрены глобальные и региональные опасности ядерного взрыва и возможные реакции окружающей среды.

**Показаны:** “Базовый“ (осторожный) сценарий ядерного взрыва и его географический анализ в пространстве и во времени; Результаты воздействия ядерных взрывов на климатические изменения;

Мощные (15 мт) и суровые (10000 мт) ядерные взрывы и результаты их влияния на живые организмы; Региональные геоэкологические последствия в случае аварий АЭС.

**Виявлены:** Поведения экосистемы в результате внешнего притока вещества ядерного взрыва, её синергетические и положительные обратные связи и формирование „нового порядка“ в окружающей среде.

## მელორ ალფენიძე, კობა კოჩსანტია

### ოდიში: ზღვის ნაპირების მორფოგენეზი და რაციონალური ათვისება

საკვანძო სიტყვები: აბრაზია, წარეცხვა, პლაჟი, ნატანი, ტალღები

შავი ზღვის ნაპირების რაციონალური ათვისება ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ერთ-ერთი პრიორიტეტული (ალფენიძე, 1991; ალფენიძე და სხვ., 1995, 1996, 2003, 2007, 2008, 2011, 2013) საქმიანობაა, რომელიც მეცნიერულად დასაბუთებული პროექტების შემუშავება-რეალიზაციას მოითხოვს და მნიშვნელოვან გეოეკოლოგიურ პრობლემას (Alpenidze et al, 2013; კიკნაძე, 1994; ტატაშიძე და სხვ., 1995) წარმოადგენს. მსგავსი გამოკვლევების საბოლოო მიზანი, ბუნებრივი გარემოს გონივრული ათვისებისა და „ადამიანი-ბუნება-წარმოება“ სისტემის (Деграчев, 1980) სრულყოფისაკენაა მიმართული. ამ ამოცანას ეხმაურება ქვეყნაში მიღებული (2000 წელი) კანონი „ზღვებისა და მდინარეების ნაპირების რეგულირება-დაცვის შესახებ“.

ოდიშის ისტორიულ-გეოგრაფიული რეგიონის ფარგლებში შავი ზღვის სანაპირო ზოლს მდ. კელასურის შესართავსა და პალიასტომის ტბას (მდ. ფიჩორის შესართავი) შორის მოქცეული ნაპირის პერიმეტრი (ნაპირის ხაზის სიგრძე 138 კმ) აქვს დაკავებული და, მისი ათვისების მნიშვნელობიდან გამომდინარე, საკმაოდ დიდი სტრატეგიული მნიშვნელობა ენიჭება. ამიტომ, ზღვის ნაპირის გონივრული ათვისების ღონისძიებათა შემუშავების მიზნით, მორფოლოგიური და დინამიკური ასპექტების კვლევას, აშკარად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია. ცხადია, რომ დასმული საკითხი მნიშვნელოვანი გეოგრაფიული პრობლემაა, მისი გადაწყვეტა ავტორის მეცნიერულ ამოცანას წარმოადგენს.

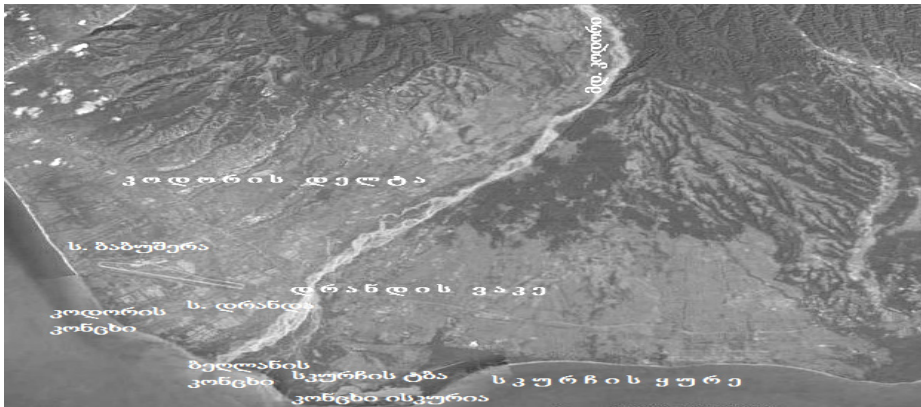
ოდიშის ზღვისპირა ზოლის ათვისების მცდელობა ახალი არაა. გასულ საუკუნეში დაჭაობებული ვაკის მიწის რესურსების ათვისებისა და კოლხეთის რეგიონის მდგრადი განვითარების მიზნით ჭაობების დაშრობის ფართო ღონისძიება ჩატარდა. თუმცა, მას შთამბეჭდავი დადებითი შედეგი არ მოჰყოლია. ჭაობების დაშრობის მიზნით ჰიდროტექნიკურ-მელორაციული პროექტების რეალიზაციამ ახალი საშიშროებები შექმნა: დატბორვა, ნიადაგების მეორადი დაჭაობება, ჰავის მარეგულირებელი უნარის დაქვეითება და სხვ. მათის სტაბილიზაციის მიზნით დამატებით ჩატარებული ღონისძიებების (წყალმოვარდნებისაგან სავარგულების დაცვის მიზნით მიწის ზვინულების მოწყობა, არხების გაყვანა, წყლის ნაკადების პიკური ხარჯების რეგულირება და ხელოვნური პოლი-



ფურკაცია, კოლმატაჟი, ქვიშის რეფულირება) რეალიზაციამ დადებითთან ერთად, ნეგატიური („ქვიშის ქარბუქი“, წყალმოვარდნების გახშირება, ზღვის ნაპირების ნგრევა და პლაჟების წარცხვა) შედეგები (Колхидская, 1990) მოგვცა.

ოდიშის სანაპირო ხაზი რკალისებრი ფორმისაა და ზოგადად ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენაა მიმართული. თავდაპირველად, მდ.მდ. კელასური-პატარა კოდორის სანაპირო მონაკვეთზე ზღვის კიდის ორიენტირება ( $Az=140-160^{\circ}$ ) სამხრეთ-აღმოსავლურია. პლაჟი ძირითადად კენჭნარი მასალითაა აგებული, თუმცა სამხრეთი მიმართულებით პლაჟში ქვიშის ფრაქციის ზრდა შეინიშნება. მდ. პატარა კოდორის შესართავიდან სანაპირო ხაზის აზიმუტი, 4 კმ-ის მანძილზე, შესამჩნევ ცვლილებას განიცდის - მკვეთრად უხვევს აღმოსავლური მიმართულებით და აზიმუტიც  $130^{\circ}$ -ია (Алпенидзе, 2014).

აქედან, ნაპირის ხაზი შესამჩნევ მომრგვალებას განიცდის, რაც მდ. კოდორის შესართავის შეერილის ფორმირებასთანაა (ნახ. № 1) დაკავშირებული. ამ მდინარის მიერ გამოზიდული მასალის დაღეჟვა რელიეფის ( $45 \text{ კმ}^2$ ) აკუმულაციური ფორმის - დელტის წარმოქმნა განაპირობებს. თავდაპირველად, სანაპირო ხაზი სამხრული მიმართულებისაა, რაც მდ. კოდორის წყლის ნაკადის ზღვის აკვატორიაში შეერთების წერტილამდე გრძელდება. შემდგომ, სანაპირო ხაზის აზიმუტი თავდაპირველად  $110^{\circ}$ , ხოლო შემდგომ ( $2,5 \text{ კმ-ის დაშორებით}$ ) უკვე  $80^{\circ}$ -შეადგენს. აქ, საკმაოდ ფართო ( $45-50 \text{ მ}$ ) პლაჟის შემადგენლობაში კენჭნარი მასალის გაბატონებას აქვს ადგილი.



ნახ. № 1. მდ. კოდორის შესართავი და დელტა.

მდ. კოდორის შესართავთან, ზღვის კიდის პერიმეტრზე,  $4,0-4,5 \text{ კმ-ის პერიმეტრზე}$  სამი აკუმულაციური გენეზისის კონცხია ფორმირებული: მდ. კოდორის შესართავის მარჯვნივ - კოდორის, ხოლო მის მარცხენა მხარეს - ბელლანისა და ისკურიის.

მდ. კოდორის აკუმულაციური კონცხისადმოსავლეთით ფართო და გაშლილი სკურჩის ყურეა გაშლილი. მის ფარგლებში სანაპირო ხაზის სიგრძე 7,0 კმ აღწევს. პლაჟის შემადგენლობაში დიდი ცვლილებები არ შეინიშნება, ხოლო მისი სიგანე მნიშვნელოვნად კლებულობს. კონცხი ისკურიის აღმოსავლურ ფრთაზე ზღვის კიდის აზიმუტი 50-60<sup>0</sup>-ის, ხოლო ყურეს შუა ნაწილში 75-80<sup>0</sup>-ის ფარგლებში მერყეობს. ყურეს აღმოსავლური ფრთა არც თუ შესამჩნევადაა გამოხატული, რომელზედაც ზღვის კიდის აზიმუტი 80-100<sup>0</sup>-ის დიაპაზონში განიცდის ცვალებადობას. აქედან, მდ. ოქვის შესართავამდე, სანაპირო ხაზი მცირე კლაკნილობით ხასიათდება და აზიმუტიც 90-120<sup>0</sup>-ის ფარგლებში მერყეობს. იმავე მიმართულებით, პლაჟის შემადგენლობაში ქვიშის ფრაქცია მატულობს, რომლის გამოჩენა პატარა მდინარეების (თომუში და დღამიში) ნატანის გრანულომეტრიითაა (Джаошвили, 1986) განპირობებული. ნაპირის შედარებით გამოზნექილ უბანზე (სიგრძე 2,5-3,0 კმ), მდ. ჭაშას შესართავის ზღვის კიდის აზიმუტი ჯერ 100<sup>0</sup>-ს, შემდგომ 140<sup>0</sup>-ს, ხოლო აღმოსავლურ ფრთაზე 90<sup>0</sup>-ს შეადგენს.

მდ. მოქვის შესართავიდან ოჩამჩირის ნავსადგურის მოლამდე ზღვის სანაპირო ხაზის (1,2 კმ) აზიმუტი 135<sup>0</sup>-ია. ნავსადგურის მოლის დასავლური, ქარპირა მხარეზე მდ. მოქვის ნატანი მასალის დაგროვებას აქვს ადგილი, რაც ამ ჰიდროტექნიკური ნაგებობის მიერ ნატანის სანაპიროსგასწვრივი ნაკადის შემაფერხებელი (მასალის მოძრაობის შეჩერება) გამოქმედებითაა გამოწვეული. ოჩამჩირის საზღვაო ნავსადგურის მშენებლობის (1933-1935 წწ) შემდგომი ექსპლოატაციის (1935-2015 წწ) პერიოდში (80 წელი) ნავსადგურის მოლის დასავლურ კიდეზე 2204000 მ<sup>3</sup> ნატანი მასალის დაგროვებას ქონდა ადგილი. ამ მოცულობიდან პლაჟწარმოქმნელი ფრაქციის სიდიდეს 664000 მ<sup>3</sup> უნდა (Джаошвили, 1986) შეედგინა, რაც ოჩამჩირე-განმუხურის სანაპიროზე 16600 მ<sup>3</sup>/წწ ნატანი მასალის დეფიციტს იწვევდა და, კენჭნარი მასალის ხეხვის გათვალისწინებით, დაახლოებით 13-15,0 ათას მ<sup>3</sup>/წწ შეადგენდა.

ოჩამჩირის უბეს სანაპირო პერიმეტრზე (7 კმ) სანაპირო ხაზი აზიმუტი მკვეთრად იცვლება. თავდაპირველად იგი ნაპირის მოკლე (1,0-1,2 კმ) უბანზე 80-90<sup>0</sup>-ის, ხოლო შემდგომ 130-140<sup>0</sup>-ის ფარგლებში მერყეობს. პორტის ექსპლოატაციის პირველივე წლებში, მდ. მოქვის ნატანი მასალის ნაკადის პორტის მოლის მიერ გადაკვეთას, ე.წ. ქვედა წარცხვების გამო, სანაპიროს ძლიერი აბრაზია და, შესაბამისად, ნაპირის ხაზის აქტიური (200-250 მ) უკან (Алпелидзе, 1975) დახევა მოყვა. ყველაზე აქტიურად ეს პროცესი, სწორედ პორტის აღმოსავლურ კიდეზე წარიმართა. ნაპირების ნგრევისა და დეგრადაციის შენელების მიზნით სანაპიროს 4,0 კმ-ის პერიმეტრზე (ქალაქის მიდამოები) პლაჟის მასალის დამჭერი ნაპირსამაგრი ბუნის სერიის მშენებლობა განხორციელდა.

ოჩამჩირის აღმოსავლეთ უბანზე, მდ. დალიძგის შესართავის აღმოსავლეთით სანაპირო ხაზის აზიმუტი ჯერ 150<sup>0</sup>-ის, შემდეგ კი სამხრული მიმართულებისაა და 160-170<sup>0</sup>-იან მნიშვნელობასღებუღლობს. აქ ნაპირები არამდგრადი. პღაუი საშუაღლო და, უმთავრესად, წვრიღლი კენჭნარი მასაღლისაგან შედღგება, ქღიშას კიღ დამორჩიღებუღლი როღლი უკავიღ. მდ. ენღურის შესართავის მარჯვენა მხარეზე (სოფ. განმუხური) პღაუის მასაღლაში მსხვიღლი კენჭების რაოდენობა მატუღლობს.



ნახ. № 2. მდ. რიონის ახღლი კაღლაპოტის შესართავი

მდ. ენღურის შესართავთან ნაპირის შევრიღლის გვერდით ხმეღლეთში შეჭრიღლი უბე იქმნება, თუმიღა რამდენიმე კიღლომეტრის მანძიღზე ისეღ სწორდება და მდ. რიონის ახღლ კაღლაპოტთან (მდ. ნაბაღა) საკმაოღღ გამოხნექიღღ პერიმეტრზე, ანაკღლის უბე თავის მორფოღლოგიურ გამოვღლინებას ამთავრებს. მდ. რიონის ახღლი კაღლაპოტის შესართავთან (ნახ. № 2) წყღლის ნაკაღდი 4 ტოტაღ იყოღღ. მათ შორის, მარჯვენა და მარცხენა ტოტებს შუღ ნაწიღღში საკმაოღღ დიღდი სამკუთხედისებრი ფორმის კუნძუღლის ზღღვისპირა სანაპირო პერიმეტრი 2,5 კმ-ს აღწევს. მის სამხრეთ ნაწიღღში პაღტარა კუნძუღლის ნაპირის ხაზის სიგრძე 650 მ-იღ.

მდ. რიონის ახღლი კაღლაპოტის შესართავიღან ფოთის ნავსაღღგურამღღ, 2,3 კმ-ის მანძიღზე, სანაპიროს აზიმუტი სამხრული ორინტაციისაღ და საშუაღლო ზოღმის ფრაქციის ქღიშებითაღ აგებუღლი. პღაუის ზოღლი საკმაოღღ განიერიღ (200-230 მ), რაც ფოთის ნავსაღღგურის (ექსპღლოატაციაში შევიღღა 1884 წელს) მოღღის მიერ ქღიშის სანაპიროს გასწვრივი ნაკაღდის გაღღაკეტვას უკავშირდება. ცხაღღია, რომ ნავსაღღგურის სამხრეთი ნაწიღღის ზღღვის სანაპირო შესამჩნევი დეფიციტის პირობებში აღმოჩნღღა. ამიტომაღ, ე.წ. დიღდი კუნძუღლის ფარღღლებში სანაპირო ხაზის უკან ღღახევაღ 800-850 მ შეღღღინა.

ოდის შავი ზღვის სანაპირო ზონის მორფოდინამიკის შესწავლისა და ათვისების მიზნით მიზანშეწონილია მთავარი ფაქტორების (ტალღები, ალუვიონი) რეჟიმის განხილვა. მათ შორის, ერთ-ერთი მათგანის - ტალღური რეჟიმის შესახებ მსჯელობა ინტერპოლაციით თუ შეგვიძლია. მათ შორის, ყველაზე რეპრეზენტატიულია სოხუმის, ოჩამჩირისა და ფოთის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურის (ჰმს) დაკვირვების მასალა. პირველი მათგანი სოხუმის კონცხის დისტალურ ნაწილში (ცხრილი № 1) იყო განთავსებული. ცხადია, რომ ამ სადგურის მიერ დაფიქსირებული ტალღების პარამეტრები ნაპირის საკმაოდ გრძელ (თითქმის 50 კმ) პერიმეტრზე შეიძლება რეპრეზენტატიულად ჩავთვალოთ. ამ სადგურში ტალღების აღრიცხვა 35 წლის განმავლობაში განუწყვეტლივ მიმდინარეობდა და დაკვირვების შედეგად მიღებული შემთხვევათა რიცხვი 18 ათასს აღემატება. ამავე დროს, დელვის ერთბაღიანი ( $h = 0,0-0,25$  მ) გამეორებათა რიცხვი 7 ათასს აღემატება, თუმცა პლაჟის მასალაზე მათი უმნიშვნელო ენერგეტიკული ზემოქმედების გამო, ჩვენ მიერ მხედველობაში არაა მიღებული.

სოხუმის კონცხის დისტალურ ნაწილში განთავსებული დელვის პარამეტრების აღრიცხვის (ცხრილი № 1) მონაცემთა ანალიზიდან ჩანს, რომ გაბატონებული ტალღების მიმართ ზღვის ნაპირის ზოგადი სამხრეთ-აღმასავლური ორიენტირების მიუხედავად, საკვლევი რეგიონის აღნიშნულ (მდ.მდ. კელასური-დალიძე) პერიმეტრზე, სანაპირო ხაზი საკმაოდ არაერთგვაროვნებას ამჟღავნებს. ამის გამო, ნაპირების სხვადასხვა უბნებზე, ტალღური რეჟიმი ფრიად განსხვავებულ სურათს იძლევა. სოხუმის უბის დასავლურ ფრთასა და მის შუა ნაწილში (მდ. ბესლეთის შესართავის მარჯვენა და მარცხენა უბნები) ძლიერი დასავლური შტორმული ტალღების შემოსვლას ადგილი არა აქვს. იგი დაცულია სოხუმის კონცხის შევირდის მიერ, რასაც ამ კონკრეტულ უბანზე ნაპირის ეკრანირება მოსდევს.

**ცხრილი № 1. დელვის პარამეტრები. 35 წლის უწყვეტი დაკვირვების შედეგები სოხუმის კონცხის ტალღსაზომი სადგურის მონაცემების მიხედვით. რეპრეზენტატულობის სექტორი - ზღვის სანაპირო პერიმეტრი გუმისთის დელტ-სოხუმის ყურე-მდ. დალიძეს შესართავი**

ბაღი	აღმ.		სამხ. აღმ		სამხრ		სამხრ.დას		დას.		ჯამი	
	შრ	%	შრ	%	შრ	%	შრ	%	შრ	%	შრ	%
0,25-0,5	248	2,6	563	5,1	2023	18	2584	23,5	1117	10,1	6535	59,7
0,5-0,75	83	0,5	338	3,1	867	7,9	1081	9,8	415	3,8	2784	25,1
0,75-1,25	26	0,1	125	0,8	350	3,2	610	5,5	264	2,4	1375	12,0
1,25-2,0	-		25	0,4	47	0,4	137	1,2	48	0,5	257	2,5
2,0-3,5	-		2	0,1	8	0,1	29	0,3	16	0,2	55	0,7
3,5-6,0	-		-	-	-	-	2	-	1	-	3	-
ჯამი	357	3,2	1053	9,5	3295	30	4443	40,3	1861	17,0	1109	100

დასავლური რუმბის ტალღების ნაპირზე შემოსვლა და პლაჟის მასალაზე ზემოქმედება, სწორედ მდ. კელასურის შესართავთან იწყება. აქედან, მდ. კოდორის დელტის მიმართულებით დასავლური ტალღების თავისუფალი მოქმედების სექტორი იხსნება და ფართოვდება. ამიტომ, დასავლური და სამხრეთ-დასავლური ტალღების მოქმედება თანდათანობით მატულობს. ამავე დროს, მდ. ელასურის შესართავის დასავლეთით შემოდინან სამხრეთ-აღმოსავლური და აღმოსავლური მიმართულებების შედარებით სუსტი ტალღები. ამ უკანასკნელთა მოქმედების გამო, მდ. კელასურის წვრილი ფრაქციის ნატანი (ქვიშები) მდ. ბესლეთისაკენ ანუ აღმოსავლეთითაა მიმართული, რაც ნაპიროსგასწვრივი ნაკადის გენერალური მიმართულების საპირისპიროა (Алпенидзе, 1988). წვრილი მასალა მდ.მდ. კელასური-ბესლეთისმონაკვეთზე, წლიდან წლამდე დაკონსერვებას განიცდის და, ნაპირის ამ 2 კმ-იან უბანზე, ქვიშიანი პლაჟის ფორმირებას განაპირობებს.

მსგავსი მორფოდინამიკური მდგომარეობა იქმნება მდ. ოდორისა მის სამხრეთით ზღვაში შემდინარეების (თომუში, დღამიში, მოქვი, ღალიძგა) შესართავების მიდამოებში. როგორც ცხრილი № 2 გვიჩვენებს, მდ.მდ. კელასური-კოდორის შესართავებს შორის (მანძილი, 20 კმ) მუდმივი წყლის ნაკადებს ზღვაში ყოველწლიურად 32700 მ<sup>3</sup> ატივარებული ნატანი (Джаошвили, 1986, 2003) შემოაქვთ, ფსკერზე მცოცავ-მგორავი ნატანის წლიური მოცულობა 11000 მ<sup>3</sup>, ხოლო პლაჟწარმოქმნელი მასალის რაოდენობა 23150 მ<sup>3</sup>/წწ შეადგენს. თუ ვივარაუდებთ, რომ ფსკერული ნატანი მთლიანად პლაჟწარმოქმნაში დებულობს მონაწილეობას, მაშინ ატივარებული ნატანის პლაჟის წარმოქმნაში მონაწილეობის წილი 12050 მ<sup>3</sup>/წწ-ის ტოლი ანუ მთლიანი ატივარებული მასალის 52% უნდა შეადგინოს. ბუნებრივ რეჟიმში პლაჟწარმოქმნელი მასალის ეს მოცულობა (23250მ<sup>3</sup>/წწ) სანაპიროს ამ მონაკვეთის ნატანის ნაპირის გასწვრივი ნაკადის სიმძლავრეს შეესაბამება და ნაპირის მდგრადობასაც ის განაპირობებდა.

**ცხრილი № 2. მდინარეთა წლიური ალუვიური მასალა. (მდ.მდ. კელასური-კოდორის მონაკვეთი, შ. ჯაოშვილის, 1986 მიხედვით)**

მდინარეები	ატივარებული ნატანი, მ <sup>3</sup> /წწ	მცოცავ-მგორავი ნატანი, მ <sup>3</sup> /წწ	პლაჟური ნატანის მოცულობა, მ <sup>3</sup> /წწ
კელასური	21600	5750	15700
მაჭარა	6650	2400	5000
აგუძერა	650	450	600
ფშაფი	1150	750	650
სკურჩა	1000	800	700
პ. კოდორი	1650	950	500
<b>კელასური-კოდორი</b>	<b>32700</b>	<b>11100</b>	<b>23150</b>

ამავე დროს, პლაჟების მდგრადობის დარღვევა და წარეცხვები იშვიათობას არ წარმოადგენს. ამის მიზეზები რამდენიმეა: 1). ექსტრემალური შტორმების შემთხვევებში ნაპირისგასწვრივი ნაკადის ტეკადობის მკვეთრი ზრდა, სიმძლავრის დაცემა, ტალღების მუშაობის გაზრდა, ხოლო მისი კვების პროდუქტის - ნატანი მასალის მწვავე დეფიციტის ჩამოყალიბება; 2). ადამიანის არაგონივრული სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული კალაპოტის ალუვიური და პლაჟის მასალის გაზიდვა ამა თუ იმ მიზნით (სამშენებლო ინდუსტრია, გზების დაგება) და სანაპირო ზონაში ნატანის დეფიციტს ხელოვნური შექმნა. ორივე შემთხვევაში, როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური ქმედებებით - ნაპირების დეგრადაციის ხელშემწყობას აქვს ადგილი.

ამ მხრივ, საკვლევი რაიონის კელასური-კოდორის სანაპირო მონაკვეთი გამონაკლისი სრულებით არაა. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში, ნატანი მასალის გაზიდვის მანკიერი პრაქტიკის პირობებში, მდ.მდ. კელასური-კოდორის სანაპირო საკმაოდ ძლიერი დატვირთვის ქვეშ მოექცა. მდ. კელასურის კალაპოტისა და ამ მდინარის შესართავიდან აღმოსავლეთით - დაბა გულრიფშისა და სოფ. ბაბუმერას ზღვისპირა ზოლიდან პლაჟწარმოქმნელი ნატანის გაზიდვამ, მხოლოდ 10 წლის (1959-1969 წწ) განმავლობაში, 265 ათასი მ<sup>3</sup> შეადგინა. ნატანის სანაპიროდან გაზიდვის ზუსტი სიდიდე ჩვენთვის უცნობია, თუმცა ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვისა და რეგიონში ჩატარებული სამშენებლო ინდუსტრიის სიმძლავრეთა გათვალისწინებით - ეს მაჩვენებელი ერთი რიგით მეტი უნდა იყოს.

როგორც კვლევებმა გვიჩვენეს, მდ. კელასურის პლაჟწარმოქმნელი მასალის შესრთავისპირა ფრაგმენტზე გამოტანასა და დაგროვებას წყლის ნაკადის მაღალი ხარჯის პირობებში ანუ გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში აქვს ადგილი. თუმცა როგორც აღმოჩნდა, შესართავის ფარგლებში აკუმულირებული ნატანი მასალის მიერ შექმნილი წყალქვეშა გამოტანის კონუსი არაერთჯერად გარდაქმნასა და ამგებელი მასალის გადანაწილებას განიცდიდა. ნაპირის ამ მონაკვეთზე, წლის სეზონების შესაბამის დროს, ავტორის მიერ (Алпенидзе, 1988) ჩატარებული განმეორებითი აგეგმვების შედეგად, ტალღების ზემოქმედებების შედეგად, მდ. კელასურის კონუსის გარდაქმნის (ცხრილი № 3) ნათელი სურათი მივიღეთ. ამ ცვლილებების ანალიზი გვიჩვენებს როგორც პლაჟის ალუვიური მასალის ზღვის შესართავისპირა ფრაგმენტზე შემოსვლის ხასიათს, ისე ნაპირისგასწვრივ ნაკადში მის ჩართულობას.

**ცხრილი № 3. მდ. კელასურის შესართავისპირა ფრაგმენტის რელიეფის დეფორმაცია სეზონების მიხედვით**

წლის დრო, სეზონი	აკუმულაცია, (+) მ3	წარეცხვა, (-)მ3	დეფორმაციის ჯამი, (+ ) მ3
შემოდგომა-ზამთარი	7540	10370	-2830
გაზაფხული-ზაფხული	11720	8605	+3165
ზაფხული-შემოდგომა	4040	3640	+400
ჯამი	23300	22615	+735

როგორც ცხრილი №3-დან ჩანს, მდ. კელასურის ალუვიური მასალის შესართავისპირა უბანზე შემოსვლა (11720 მ<sup>3</sup>) და შესართავთან დაგროვება უმთავრესად გაზაფხულ-ზაფხულის ატმოსფერული ნალექებისა (წვიმები) და სანაპიროს მიმდებარე მთებში (ზღ. დონიდან 2500 მ-მდე) თოვლის დნობის შედეგად გამოწვეულ წყალდიდობებს უკავშირდება. მყარი ნატანის ზღვისპირზე შემოტანის მეორე პიკი (7540 მ<sup>3</sup>) გვიანი შემოდგომისა და ზამთრის ეპიზოდური თავსხმა წვიმებითაა გამოწვეული. მდ. კელასურის აუზში ზაფხული-შემოდგომის სეზონები, ატმოსფერული ნალექების სიმცირითა და თოვლის საფარს მოკლებული მთებიდან წყლის უმნიშვნელო ჩამონადენით ხასიათდება, რომელმაც ალუვიური მასალის სიღარიბე და მდ. კელასურის გამოტანის კონუსის სიმცირე (4040 მ<sup>3</sup>) გამოიწვია. წლის განმავლობაში კი გამოტანის კონუსის ჯამურმა მოცულობამ 23300 მ<sup>3</sup> შეადგინა<sup>1</sup>.

ცხადია, რომ გამოტანის კონუსის დეფორმაცია და მისი ამგებელი ნატანის შესამჩნევი წარეცხვა სეზონების მიხედვით არაერთგვაროვნად მიმდინარეობდა. შემოდგომა-ზამთრის ძლიერი შტორმების გამო წარეცხვის სიდიდემ 10370 მ<sup>3</sup> შეადგინა და ამ უბანზე რელიეფის დეფორმაციის უარყოფითი ბალანსი (-2830 მ<sup>3</sup>) მოგვცა. გაზაფხულ-ზაფხულის სეზონებში, ნატანი მასალის მაღალი ხარჯისა და ზღვის შტორმების შედარებით დაბალი სიდიდეების გამო, მნიშვნელოვანი წარეცხვების (8605მ<sup>3</sup>) მიუხედავად, კონუსის დეფორმაციის ბალანსის დადებითი სიდიდე (+3165მ<sup>3</sup>) დაფიქსირდა. ზაფხულისა და შემოდგომის უნალექო და შტორმებს მოკლებული შტილის სეზონები კი როგორც აკუმულაციის (4040 მ<sup>3</sup>), ისე წარეცხვის (3640 მ<sup>3</sup>) დაბალი სიდიდეებითა და გამოტანის კონუსის ბალანსის, მცირე (+735 მ<sup>3</sup>) მაგრამ, დადებითი მაჩვენებლის დაფიქსირებით ხასიათდება.

ამასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს, რომ ოდიშის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის ზღვაში უშუალოდ შემდინარე წყლის

<sup>1</sup> გასაშუალოებული მონაცემები მიღებულია მდ. კელასურის გამოტანის კონუსის პარამეტრების 5 წლის განმავლობაში, სეზონური გაზომვების ჩატარების საფუძველზე.

შედარებით დიდი არტერიების (მდ.მდ. კელასური, კოდორი, ღალიძგა, მოქვი) პლაჟწარმოქმნელი მასალის შესართავისპირა აკვატორიასა და პლაჟის ზოლში დაგროვებისა (აკუმულაცია) თუ წარცხვის სეზონური და წლიური მიმდინარეობის სურათი ასახავს რანაპირის ამ პერიმეტრის მდინარეთა შესართავების მორფოდინამიკის საერთო (ზოგად) ასპექტებს - მხოლოდ ერთ-ერთი მათგანის (მდ. კელასურის) სივრცე-დროითი ცვლილების ჩვენება - საკმარისად ჩავთავალეთ.

**ცხრილი № 4. მდინარეთა ალუვიური მასალა მდ.მდ. კელასური-კოდორის მონაკვეთზე. (შ. ჯაოშვილის, 1986 მიხედვით)**

მდინარეები	ატივნარებული ნატანი, მ <sup>3</sup> /წწ	მცოცავ-მგორავი ნატანი, მ <sup>3</sup> /წწ	პლაჟური ნატანის მოცულობა, მ <sup>3</sup> /წწ
კოდორი	485100	66800	270000
ბულეკა	650	200	150
ჭაშა	850	500	450
თუმუში	1150	750	850
დღამიში	3350	1750	1850
ცხენისწყალი	1150	750	800
მოქვი	21600	5950	8300
აძიქვა	1000	650	750
ღალიძგა	45300	9300	21700
ოქუმი	14900	4850	7200
კოდორი-ენგური	575050	91500	312050

რაც შეეხება მდ. კოდორის სანაპიროს დინამიკურ (Кикнадзе, 1977) სისტემას (პერიმეტრი, 67 კმ), ზღვის ნაპირის ფარგლებში შემოდინებულ წყლის ნაკადებს (ცხრილი № 4) სანაპირო ზონაში 575050 მ<sup>3</sup>/წწ ატივნარებული მასალა შემოაქვთ, რომლის 38% ანუ 220450 მ<sup>3</sup> ნატანი პლაჟის მასალის ფორმირებაში ღებულობს მონაწილეობას. ფსკერული ნატანი მასალის ჯამი რეგიონში 91500 მ<sup>3</sup>/წწ შეადგენს. პლაჟური ნატანი მასალის ჯამური მოცულობა 312050 მ<sup>3</sup>/წწ-ის ტოლია (Джаошвили, 1986), რომელშიც მცოცავ-მგორავი ნატანის წილი 29,2 % შეადგენს, ხოლო დანარჩენი 70,8% ანუ 220,45 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ ატივნარებული ნატანის პლაჟწარმოქმნელ ფრაქციაზე (>0,2 მმ) მოდის. აღნიშნული მოცულობის ნატანი მასალიდან მთავარი მომწოდებელი მდ. კოდორის წყლის მძლავრი (აუზის ფართობი - 2035 კმ<sup>2</sup>, სიგრძე - 79 კმ, ხარჯი - 89 მ<sup>3</sup>/წმ, ჩამონადენის მოცულობა - 2,82 კმ<sup>3</sup>) ნაკადია. ამ მდინარის მიერ ნატანის წლიური მოცულობების სტრუქტურა შემდეგნაირია: ატივნარებული - 485100 მ<sup>3</sup>, ფსკერული - 66800 მ<sup>3</sup>, პლაჟწარმოქმნელი ნატანი - 270000 მ<sup>3</sup>. ამასთან, ატივნარებული ნატანის წლიური მოცულობის წილი 41,9 % ანუ 203, 2 ათასი მ<sup>3</sup> შეადგენს.



მდ. კოდორის შესართავის გამოზიდვის კონუსის ფორმირებას გვიან გაზაფხულისა და მთელი ზაფხულის განმავლობაში აქვს ადგილი. მდინარის სიმღვრივე 300-500 გ/მ<sup>3</sup> შეადგენს, ხოლო გამოტანის კონუსის ფარგლებში აკუმულირებული პლაჟმარმომქმნელი მასალის (270 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ) დიდი ნაწილი - 100 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ წყალქვეშა კანიონში შთაინთქმება. გასული საუკუნის 80-იან წლებამდე, კონცხი ისკურიის უბანზე, ნაპირისგასწვრივი ნაკადის გავრცელების ზონაში, 150 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ-ში პლაჟის მასალის გაზიდვას ქონდა ადგილი. სკურჩას უბეში კი მხოლოდ 20 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ სიმძლავრის ნაპირისგასწვრივი ნაკადი შემოდინდა, რომელიც ფაქტობრივად აქვე რჩება და უბის სამხრეთ-აღმოსავლეთით არც კი ვრცელდება. საკუთრივ უბეში, სამხრული ტალღების მოქმედების შემთხვევაში, ნაპირის მოკლე მონაკვეთზე სუსტი უკუმიმართულების ნაკადის წარმოქმნას აქვს ადგილი. მისი დამადასტურებელ ფაქტს წარმოადგენს უბის შუა ნაწილში წარმოქმნილი ეფემერული აკუმულაციური შვერილი. ნატანის უკუმიმართულებით მოძრაობას იწვევს კონცხი ისკურიის გამოზნექვა, რომელიც უბის ნაპირის აღმოსავლეთი ნაწილის ეკრანირებას (ЛеонтьевиСафьянов, 1973) იწვევს. აქედან, მდ. ენგურის შესართავის მიმართულებით, შედარებით პატარა მდინარეების მიერ დამატებით 42000 მ<sup>3</sup>/წწ-ზე მეტი პლაჟმარმომქმნელი ფრაქციის მასალის შემოტანა ფიქსირდება. თუმცა, კენჭნარი მასალის ხეხვის გამო ნაპირისგასწვრივი ნაკადის სიმძლავრე საბოლოო ჯამში 35-40 ათას მ<sup>3</sup>/წწ (Колхидская, 1990) არ აღემატება.

ოჩამჩირის საზღვაო ნავსადგურის ექსპლოატაციაში შესვლამდე (1933-1935 წწ), მდ. კოდორის ნატანი მასალა მდ. ენგურის შესართავამდე ვრცელდებოდა და მდ. მოქვის შესართავამდე ნაპირების სტაბილურობას განაპირობებდა. ამჟამად კი, მდ. კოდორის ნატანი მხოლოდ სკურჩის უბის შუა ნაწილამდე აღწევს. ზღვის კიდის დანარჩენი სანაპირო პერიმეტრის პლაჟის ვიწრო ზოლი შედარებით მცირე შემდინარეების (ბულევა, ჭაშა, თუმუში, დღამიში, ცხენისწყალი) მიერ ზღვაში გამოტანილი პლაჟმარმომქმნელი მასალით იკვებება (4100 მ<sup>3</sup>/წწ) და, მისი არასკმარისი რაოდენობის გამო, აშკარა წარუცხვებს განიცდის. შედარებით სტაბილური ნაპირები მხოლოდ მდინარეთა შესართავების მოკლე უბნებზე შემინევა.

ამდენად, მდ.მდ. კოდორი-ენგურის შესართავებს შორის აღუვიური პლაჟმარმომქმნელი მასალის წლიური მოცულობა 312050 მ<sup>3</sup> შეადგენს, რასაც 67 კმ-ის სანაპირო პერიმეტრზე სტაბილური და მდგრადი მდგომარეობა უნდა განეპირობებინა. თუმცა, მსგავსი მდგომარეობა აქ არ ჩამოყალიბდა, რომელსაც ხელი შეუწყო როგორც ბუნებრივმა (ნატანის ხეხვა, შთანთქმა წყალქვეშა კანიონებ-

ში), ისე ანთროპოგენურმა (ნატანის გაზიდვა, პორტის მშენებლობა, არასწორი ნაპირდაცვა) ფაქტორებმა.

პლაჟის ზოლის აქტიური წარეცხვა და ნაპირის აბრაზია აღნიშნული ნავსადგურის აგების მეორე წელსვე დაფიქსირდა. თვად-აპირველად მან ნავსადგურის მიმდებარე უბნები, ხოლო მოგვიანებით ქალაქის ზღვისპირა პერიმეტრი მოიცვა. ამჟამად, ის მდ. დალიძგამდე ვრცელდება. ნავსადგურის მიმდებარე უბანზე მაღალი (8-10 მ) კლიფი გამოქმუწავდა, ნაპირის უკან დახევამაც შთამბეჭდავი (250 მ) სიდიდე (Алпенидзе, 1975) მოგვცა. ქალაქის დაცვა აქტიური ნაპირდაცვითი მეთოდებით წარიმართა. აქ, ბუნის საწყისი სერიაც აიგო. ნაპირისა და თვით ნაპისამაგრი ნაგებობის მდგრადობის შენარჩუნების მიზნით, ბუნის ჯიბის ინერტული მასალით პერიოდული შევსება მიმდინარეობდა. ამის მიუხედავად, ბუნის სერიის მიმდებარე უბნები ქვედა წარეცხვების ქვეშ აღმოჩნდა და ახალი სერიის მშენებლობას მოითხოვდა. დღეს, ქ. ოჩამჩირის სანაპიროზე 55 ბუნაა აგებული, რომელთა ნაწილი აშკარად დეფორმირებულია და თავიანთ მოვალეობას ვერ ასრულებენ. ნაპირის ამ მონაკვეთის დაცვის პრაქტიკა (ბეტონის ნაგებობათა მშენებლობა) XX საუკუნის შუა წლების ნაპირდაცვის მსოფლიოში დანერგილ (Walker, 1981; Зенкович, 1987) არარაციონალურ პოლიტიკას ექვემდებარებოდა და ყველგან ნეგატიური შედეგები მოჰქონდა, რაც რამდენიმე წლის შემდგომ ახალი - „ქართული მეთოდით“ შეიცვალა კიდევაც. მდ. დალიძგა-ენგურის სანაპიროს ფართო ზოლი დაბალი და ჭაობიანია, რომელიც მდ. ნატანების შესართავამდე ვრცელდება. ნაპირის ამ პერიმეტრის ბუნებრივი რეჟიმის მკვეთრი შეცვლა მდ. ენგურის კალაპოტში ჰეს-ის აგებასა და წყლის ნაკადების სივრცებრივ რეგულირებას უკავშირდება. კაშხლის აშენებისა და მდ. ენგურის წყლის მდ. ერისწყლის გაფართოებულ, გაგანიერებულ და გაღრმავებულ კალაპოტში ლოკალიზაციის შემდეგ ახალ სადინარში თხევადი ჩამონადენი 100 მ<sup>3</sup>/წმ (სხვა მონაცემებით 425 მ<sup>3</sup>/წმ) გახდა. მას წყლის დინების საკმაოდ მაღალი სიჩქარე შესართავამდეც კი აქვს შენარჩუნებული. ამის გამო აშკარაა, რომ ზღვაში შეჭრილი წყლის ნაკადი ე. წ. „ბუნის“ ეფექტის ((Колхидская, 1990) ფორმირებას იწვევდა, რაც ნატანის ნაპირისგასწვრივ ნაკადზე შემაფერხებელ ზემოქმედებას ახდენდა. ცხადია, რომ ნაკადის მასალა ამ არხის შესართავის ჩრდილოეთ (მარჯვენა) მხარეს ილექებოდა, ხოლო მის სამხრეთ ნაპირზე არც კი შემოდის.

მდ. ერისწყლის შესართავის სამხრეთი ნაწილის ნაპირი კატასტროფული (17 მ/წწ) სისწრაფით უკან იხევდა. ბათიმეტრიული რუკების შედარების საფუძველზე ჩატარებულმა გამოთვლებმა (Маткава, 1987) აჩვენა, რომ მდ. ერისწყალი-ენგურის შესართავებს შორის (სიგრძე 23 კმ) სამი წლის განმავლობაში (1977-1979 წწ) წარეცხვების (ნატანის დიამეტრი 0,15 მმ) მაჩვენებელმა 150

ათასი მ<sup>3</sup>, ანუ 50 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ შეადგინა. აქედან გამომდინარე, ნგრევას ვერ გადაურჩა სანაპიროს რიგი ნაგებობები. თუმცა, უკვე 1980-იან წლებში აქ ახალი წონასწორობა დამყარდა. ამჟამად, ნაპირი სტაბილურ წარეცხვას (2-5 მ/წწ) განიცდის და ნატანის მუდმივ დეფიციტში (25-30 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ) იმყოფება.

**ცხრილი № 5. მდინარეთა წლიური ალუვიური მასალა. მდ.მდ. ენგური-რიონის მონაკვეთი. (შ. ჯაოშვილის, 2003 მიხედვით)**

მდინარეები	ჩამონადენი ათასი მ <sup>3</sup> /წწ	სანაპირო ათასი მ <sup>3</sup> /წწ	ზღვიური, ათასი მ <sup>3</sup> /წწ
ენგური	260/1500 <sup>2</sup>	78,0/490,0	182/1010
ხობი	130	40,0	90,0
რიონი ჩრდ. ტოტი	1990	610	1380
რიონი სამხრ. ტოტი	1550	450	1100
ენგური-რიონი	3930/5170 <sup>2</sup>	1178/1590 <sup>2</sup>	2752/3580 <sup>2</sup>

მდ. ენგური-რიონის შესართავებს შორის მდინარეების მიერ სანაპირო ზონაში გამოტანილი ალუვიონის მოცულობა 3930,0 ათას მ<sup>3</sup>/წწ (დარეგულირებამდე კი 5170 ათას მ<sup>3</sup>/წწ) შეადგენს. ქედან, პლაჟის (ცხრილი № 5) ამგებელი ფრაქციის მოცულობა 1178,0 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ (დარეგულირებამდე 1590 ათას მ<sup>3</sup>/წწ) შეადგენს. ამავე დროს, სანაპიროს განსახილველ პერიმეტრის ორი მთავარი მდინარე (ენგური და რიონი), გასულ საუკუნეში, შთამბეჭდავი ანთროპოგენური დატვირთვების ქვეშ მოექცა. მდ. ენგურის ჰეს-ის მშენებლობასთან დაკავშირებით, დაბა ჯვართან კაშხლის აგებამ, წყლის ნაკადისა და ნატანი მასალის რეგულირება გამოიწვია. მდ. ენგურის ნატანის მთლიანი მოცულობამ (1,5 მლნ მ<sup>3</sup>/წწ) და, მათ შორის, პლაჟური მასალამ (400 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ) ჰეს-ის წყალსაცავში დაიწყო დაღეჭვა, ზღვის სანაპირო ზონა კი ალუვიონის კვების გარეშე დარჩა.

მდ. რიონის დელტის ფორმირების ბუნებრივი პროცესიც ამ 130 წლის წინ შეწყდა. მანამდე კი დელტა ზღვაში შეხუქილი სამკუთხედის ფორმას ინარჩუნებდა. მდ. რიონი ორ ნაწილად იყოფოდა. მის მთავარ სამხრულ ტოტში წყლის ნაკადის 75 % გაედინებოდა, მეორეს კი კალაპოტი ქალაქის ფარგლებში ქონდა გამოუმუშავებული. მათ შორის, ამჟამადაც „დიდი კუნძული“ მდებარეობს. აქვე, ჩრდილოეთი ტოტის სიახლოვეს, 1884 წელს პორტი აიგო, რომელსაც შიდა აკვატორიის ტალღების დასაცავი მოლი მიუშენეს. ამავე დროს, მოულოდნელად, მდ. რიონის წყლის ნაკადის დიდი ნაწილი ჩრდილოეთ ტოტში გადავიდა, რომლის პარალელურად, მისი შესართავის წინ, წყალქვეშა კანიონის სათავის („ორმო“) აქტიურობა (8 მ/წწ), ხოლო დიდი კუნძულის სანაპიროზე

<sup>2</sup> დარეგულირებამდე.

კატასტროფული უკან დახევა (40 მ/წწ) დაფიქსირდა. ამასთან, წყალქვეშა სანაპირო ფერდობზე (8-9 მ სიღრმემდე) ძლიერი წარეცხვა წარიმართა, რომელიც (14 მ სიღრმემდე) დღესაც ((Колхидская, 1990)) გრძელდება.

მდ. რიონის ჩრდილოეთ ტოტში წყლის ხარჯის ზრდამ, ქალაქის დატბორვა გამოიწვია. ამიტომ, გადაწყდა მისი, უფრო ჩრდილოეთით, ახალ ხელოვნურ კალაპოტში (მდ. ნაბადა) გადაგდება და, ამ მიზნით, წყალგადამანაწილებელი ნაგებობა (ზღვიდან 7 კმ დაშორებით) ააგეს. ამ ახალ - მდ. ნაბადას კალაპოტში მდ. ლიონის წყლის 90 % და ნატანი მასალის 1990 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ გადავიდა. ამის პარალელურად, მდ. რიონის ახალი დელტის ფორმირების პროცესიც სწრაფად წარიმართა და ამჟამადც მიმდინარეობს. ახალი შესართავის დელტის ფართობმა 10 ათასი კმ<sup>2</sup> შეადგინა და ზღვის აკვატორიაში 2 კმ-ით შეიჭრა. ამჟამად, წვრილი ქვიშისა და თიხების ნატანით აგებული დელტის მოცულობა 60 მლნ მ<sup>3</sup> აღემატება. დელტის მოცულობის ზრდასთან ერთად გაიზარდა ფოთის პორტის შიდა აკვატორიის მოსიღვა და მის სამხრეთით მდებარე დიდი კუნძულის სანაპიროს უკან (900 მ-მდე) დახევა. ნაპირდაცვის ძველმა მეთოდმა საქმეს ვერ უშველა. ბეტონის მასიური ლოდების ბერმა რამდენიმე წლის შემდეგ ქვიშაში „ჩაიძირა“ და დადებითი ეფექტი ვერ მოიტანა. ნაპირდაცვის მიზნით, ბუნის სერიის აგებამ და მათი ჯობეების ქვიშის მასალით შევსებამ ნაპირის უკან დახევის ტემპის შენელება ვერ შეძლო, ნაპირდამცავი ნაგებობები კი დეფორმირებული აღმოჩნდნენ და ნაპირიდან შორს „კუნძულებად“ გაირიყნენ.

რაც შეეხება მდ. ხობის ჰიდროლოგიურ მახასიათებლებს უნდა ითქვას, რომ ამ მდინარის წყლის ნაკადში შეტივანარებული წვრილი ფრაქციის მასალის წლიური მოცულობა 120 ათას მ<sup>3</sup> შეადგენს, ხოლო მსხვილი ფსკერული ნატანი მასალის მოცულობა 13 ათასი მ<sup>3</sup>-ით განისაზღვრება. მათი ჯამიდან (133 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ) პლაჟის წარმოქმნაში მონაწილეობას 39 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ ღებულობს, რომელიც მდ. რიონის ახალ შესართავამდე პერიმეტრზე ხელს უწყობს პლაჟების მდგრადობას. მდ. რიონის ძველი (სამხრეთი ტოტი) კალაპოტის შესართავის სამხრეთით მდ. ფიხორამდე სანაპირო ხაზი ასევე უკან დახევას განიცდის. პლაჟის ქვიშების დიუნების ამგებელი ქვიშები ჭაობების აკვატორიის დასავლური ნაწილისაკენ გადაადგილდებიან და, მათი ფართობის შემცირებასთან ერთად, ტორფის გრუნტის ზედაპირს იკავებენ.

ამგვარად, ოდიშის შავი ზღვისპირა სანაპირო ზოლში შემოსული ალუვიური მასალის მოცულობის სტრუქტურა შემდეგნაირია: ოდიშის მდინარეების მიერ ზღვაში ყოველწლიურად შემოდის 6 283 350 მ<sup>3</sup> ნატანი მასალა შემოდის. აქედან პლაჟის წარმოქმნაში მონაწილე ნატანის მოცულობა 2 093 200 მ<sup>3</sup>-ია.

დეღვის რეჟიმი და შტორმული ტალღების ექსტრემალური მაჩვენებლებიდან, ნაპირის ამ ფრაგმენტზე, ყველაზე რეპრეზენტატიული ფოთის ჰიდრომეტეოროლოგიური სადგურის (ჰმს) დაკვირვების (ცხრილი № 6) მასალაა. ტალღების მაქსიმალური პარამეტრები ( $H=8,5$  მ;  $L=90$  მ;  $T=9,4$  წმ) ძირითადად ზამთრის სეზონშია. გაბატონებული მნიშვნელობა სამხრეთ-დასავლური (33 %) და დასავლური (25 %) მიმართულების (აღფენიძე და სხვ., 2011; აღფენიძე და სხვ., 2013; აღფენიძე და სხვ., 2013) ტალღებს გააჩნიათ. შანაპიროს მიმდებარე ზღვის აკვატორიის ფსკერი საკმაოდ დამრეცია და, ამიტომაც, ტალღების რეფრაქციაც ნაპირიდან შორს იწყება. ამ პირობებში ტალღის ფრონტები იზობათების თითქმის პარალელურ მდგომარეობას ღებულობენ და ენერგიასაც თანდათანობით კარგავენ. ტალღების სხივები (ორთოგონალები) კი სანაპირო ხაზთან ნორმალის მიმართულებით (900) ლაგდებიან და ნატანის ნაპირისგანსწორივი ნაკადის ტევადობაც მკვეთრად ეცემა. არც ნაკადის შემხვედრი მიგრაციების გამოვლინებაა გამონაკლისი შემთხვევა.

**ცხრილი № 6. ტალღის ელემენტების მაქსიმალური სიდიდეები სეზონების მიხედვით**

ტალღის ელემენტები	სეზონები		წლიური
	IV-VIII	IX-III	
სიმაღლე (მ)	2,5-4,0	5,0-8,5	8,5
სიგრძე (მ)	54-75	70-90	90
პერიოდი (წმ)	7,2-8,6	8,6-9,4	9,4

ცხრილიდან (№ 6) ჩანს, რომ სამხრეთ-დასავლური და დასავლური მიმართულების ტალღების სიმაღლეები 5,0 მ და მეტ მნიშვნელობებს აღწევს. მაქსიმალური (9,0 მ) სიდიდეც დასავლური რუმიბის ტალღებს გააჩნიათ. სანაპირო პერიმეტრზე ტალღების შემოსვლის სეგმენტი საკმაოდ ფართოა (225<sup>0</sup>) და სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან თითქმის ჩრდილოეთ რუმბამდე ვრცელდება. ზოგი ავტორის მონაცემებით აკვატორიაში თითქოს აღმოსავლური მიმართულების ტალღების შემოსვლას აქვს (Джганджгава, 1979) ადგილი. ამ შემთხვევაში, ტალღები ნაპირიდან ღია ზღვისაკენ უნდა ვრცელდებოდნენ. მსგავსი სურათი სინამდვილეს არ შეეფერება და არსად ფიქსირდება. ცხადია, რომ მას არც შავ ზღვაში აქვს ადგილი. საქმე ეხება, ალბათ, მდ. რიონის ხეობაში გავრცელებულ ქარებს, რომლებიც მართლაც ქრიან აღმოსავლეთიდან დასავლური მიმართულებით. თუმცა, ისინი აღმოსავლური მიმართულების ტალღების გენერაციას აშკარად ვერ გამოიწვევენ.

ამგვარად, სანაპირო ზონაში შემოსული ტერიგენული მასალის ანალიზი, ზღვის დეღვის რეჟიმის სივრცე-დროითი ხასიათი და ნაპირების ანთროპოგენური ცვლილებების მეცნიერული გათავისე-

ბა გვინვენებს, რომ ოდიშის შავი ზღვისპირეთი ბუნებრივ-ანთროპოგენური თავისებურებების გამოვლინების ერთ-ერთ გამორჩეულ არეალს, ხოლო რელიეფის მობილურობის თვალსაზრისითა და მორფოდინამიკური ასპექტების გათვალისწინებით, საკმაოდ უნიკალურ გეომორფოლოგიურ ობიექტს წარმოადგენს. ამავე დროს, განხილული მასალა ადასტურებს სანაპირო ზონის ბუნებრივი რეჟიმისათვის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებებსა და მათი ხელოვნური გზით გარდაქმნების კანონზომიერ მიმდინარეობას, რომელთა შორისაა:

- მდინარეთა შესართავების ფრაგმენტებზე ფორმირებული გამოტანის კონუსების სივრცე-დროითი დეფორმაციის მიმდინარეობის ბუნებრივი (გეოგრაფიული) კანონზომიერების დადასტურება;
- მრავალფაქტორული ბუნებრივი მიზეზებით (დედვისა და ჩამონადენის რეჟიმები, ნაპირის სინოპტიკური მდგომარეობა, სანაპირო რელიეფის აგებულება და დანაწევრება) შეპირობებული ერთიანი და მთლიანი გეომორფოლოგიური სისტემების - ნატიანის ნაპირისგასწვრივი ნაკადების ფორმირებისა და მათი სივრცითი დანაწევრების დროითი გარდაქმნების კანონზომიერი სვლა;
- სანაპირო ზონის ბუნებრივი სისტემების ანთროპოგენური დატვირთვების შედეგად გამოწვეული გარდაქმნების სურათის მიხედვით ბუნებრივი კომპლექსების კომპონენტებს შორის კავშირების გაწვევით გამოწვეული სისტემების მდგრადობის რღვევის კანონზომიერების ასახვა;
- ბუნებრივ სისტემებში მიმდინარე პროცესების გაუთვალისწინებლად ჩატარებული ადამიანის სამეურნეო საქმიანობათა ნეგატიური გამოვლინებების, მათი შენელების მიზნით არაგონივრული ნაპირდაცვითი პოლიტიკის კრიტიკული განხილვა და რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრინციპის - დარღვეული სისტემების აღდგენისა და დაცვის მიზნით რეგულირება-მართვის ბერკეტების ამოქმედება, ასევე ბუნებრივი გარემოს ფართო კომპლექსის - „ნაპირი-მდინარე-სამეურნეო საქმიანობა“ ერთიან სისტემაში განხილვა და გონივრული პროექტების რეალიზაციის გზების წარმოდგენა.

საკვლევი რეგიონის პერიფერიული მდებარეობა და ეკონომიკური განვითარების დაბალი დონე მისი მდგრადი განვითარების პროექტების შემუშავებასა და რეალიზაციას მოითხოვს. ამ მხრივ, მიზანშეწონილია მსხვილი საზღვაო ნავსადგურის აგება და ევრაზიის ქვეყნებში ტვირთბრუნვის უზრუნველყოფის პრიორიტეტის ამ რეგიონში დამკვიდრება. ამ მიზნით, ყველაზე ხელსაყრელად მდ. მდ. ენგური-ხოვის მონაკვეთი ითვლება. მეცნიერთა ყურადღება კი მდ. ენგურის ჩადინების უბანზეა (Зенкович, 1976; Ломинадзе, 2006; ალფენიძე, ლომინაძე, 2014) შეჩერებული. ამ მხრივ, მდ. ენგურის შესართავი ყველა მოთხოვნებს აკმაყოფილებს: მდ. ენგურის

წყალქვეშა კანიონის (Леонтьев, Сафьянов, 1973) ტალევეგი ხელს უწყობს ღრმა წყალწყვის გემების შემოსვლას; მდ. ენგურის კალაპოტის ქვედა მონაკვეთზე ფსკერის ჩაღრმავების გზით შესაძლებელია დიდი საპორტო აკვატორიის შექმნა; პორტის მოლაშვისა (მოსიღვის) მცირე აღბათობა და ა.შ.

პორტის მოსაწყობად საჭირო გახდება წყალქვეშა კანიონების მოღებით იზოლირება, რომლის შედეგად ოჩამჩირე-ფოთის სანაპირო ორ დინამიკურად განცალკევებულ მონაკვეთად დაიყოფა. მისი სამხრეთი უბანი წარეცხვებს დაექვემდებარება. მდ. ენგურის შესართავის ჩრდილო ნაწილის ნაპირის პერიმეტრზე, მდ. ერისწყლის შესართავამდე (მდ. ენგურის ახალი კალაპოტი), საკმაოდ დეფიციტური ნატანის ნაპირისგასწვრივი ნაკადის გავრცელების ფარგლებში, პლაჟების შესუსტებული კვება და ნაპირის აქტიური დეგრადაცია დასტურდება, რომლის თავიდან არიდება ნატანის ხელოვნური კვებითაა შესაძლებელი. მისი თავდაპირველადი მოცულობა 200 ათასი მ<sup>3</sup>-ით, ხოლო შემდგომში 40 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ-ით უნდა იყოს განსაზღვრული.

მდ. ენგურის წყალქვეშა კანიონის სათავის რეაქციის გამოვლენის მიზნით ჩატარებულმა კვლევამ (ГалановиСафьянов, 1972; Маткава, 1987) აჩვენა, რომ მდ. ენგურის ქვედა კალაპოტის გაუწყლოების პირობებში, კანიონის სათავის უბანზე (1978-1987 წწ) მხოლოდ დადებითი დეფორმაციები იყო დაფიქსირებული. მანამდე კი აქ მდ. ენგურის 370 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ პლაჟის მასალა (Джаошвили, 1978, 1987) შემოდიოდა. მდ. მდ. ენგური-ხოზის შესართავებს შორის (15 კმ) პლაჟის კვება პირველი მათგანის ნატანით ხორციელდებოდა. თუ კი პლაჟის სტაბილურობას 30 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ ნატანი მასალა (Сакварелидзе, 1979) განაპირობებდა, მაშინ ცხადია, რომ კანიონში შთანთქმული ნატანის მოცულობა 340 ათასი მ<sup>3</sup>/წწ შეადგენდა, ხოლო (1974-1980 წწ) კანიონის სათავეებში შთამბეჭდავ აქტიურობას (5,0 მ) ქონდა (Маткава, 1987) ადგილი.

რეგიონის გარემოს გონივრული ათვისებისა და რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ერთ-ერთ საინტერესო ფრაგმენტს მდ. ენგურის ქვედა კალაპოტი და ენგური - ჰეს-ის წყალსაცავი წარმოადგენს. ორივე მათგანში არსებული ინერტული (კენჭნარი, ქვიშა, ალუვიტი) მასალის მოცულობა 897 მლნ მ<sup>3</sup> შეადგენს. მუშადად, მდ. ენგურის ქვედა კალაპოტში მისი მხოლოდ სანიტარული (30 მ<sup>3</sup>/წმ) და მდინარეების მაგანასა (8,0 მ<sup>3</sup>/წმ) და ჯუმის (12 მ<sup>3</sup>/წმ) ჩამონადენია შენარჩუნებული. ამ ორი მდინარის ჰიდროლოგიური მაჩვენებლები სრულიად განსხვავებულია: პირველი მათგანის ფორმირებას მთებში, ხოლო მეორეს - მთისწინეთებში აქვს ადგილი. ამიტომ, მათი წყალდიდობისა და, შესაბამისად, ნატანის ტრანსპორტირების შესაძლო თანხვდენა ნაკლებადაა მოსალოდნელი. ორივე მდინარის ნატანის ჯამი 40 ათას მ<sup>3</sup>/წწ შეადგენს. მოცემულ პი-

რობებში, ამ მოცულობის ნატანის ტრანსპორტირება შეუძლებელია და ალუვიური მასალა მდ. ენგურის გაუწყლოებულ კალაპოტში წლიდან წლამდე გროვდება, რაც ეროზიის ბაზისის აწევას იწვევს. ენგურის წყალსაცავიდან წყლის აგარიული გაშვების (2500 მ<sup>3</sup>/წმ) პირობებში კი მდ. ენგურის ქვედა კალაპოტის ნაპირის ნგრევა და მიმდებარე ტერიტორიის დატბორვა კატასტროფულ ხასიათს გვიძრდება. აქედან ცხადია, რომ მდ. ენგურის კალაპოტი აუცილებელ გაწმენდასა და ეროზიის ბაზისის დაწევას მოითხოვს. მიღებული ინერტული მასალის გამოყენება უპირველესად ნაპირდაცვით საქმიანობას (ნატანის ნაკადის დეფიციტის ხელოვნური შევსება) მოხმარდება, ხოლო მასში შემავალი ძვირფასი ქიმიური კომპონენტების მოპოვება, გადამუშავება და რეალიზაცია ეკონომიკურად ეფექტური, სოციალურად გამართლებული, გარემოდაცვითი და ეკოლოგიური თვალსაზრისით კი უსაფრთხო საზოგადოებრივ საქმიანობას წარმოადგენს.

**ლიტერატურა:**

1. ალფენიძე მ. შავი ზღვის პლაჟების რეგულირებისა და მართვის ზოგიერთი საკითხები. გეოგრაფია და ისტორია სკოლაში № 3-4. 1991. გვ. 59-64.
2. ალფენიძე მ, ციციქიშვილი მ., ფრანგიშვილი ი. ზღვის აუზის რესურსების ეკოლოგიურად უსაფრთხო ათვისების საერთაშორისო კომპლექსური პროგრამა. იუნესკო. მეცნ. აკად. სამ. კონ. „ზღვა და ადამიანი“. 1995. გვ. 186-187.
3. ალფენიძე მ., გობეჩია გ., ჯომიდავა რ. და სხვ. შავი ზღვის აუზის რესურსათვისება და რაციონალური ბუნებათსარგებლობა საკითხები. „მეცნიერება და ტექნიკა“ №541. 1996. გვ. 110-113.
4. ალფენიძე მ., დავითაია ე. კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის რეგიონულ-გეოგრაფიული საკითხები. „მეცნიერება და თანამედროვეობა“, 2003. გ. 135-142.
5. ალფენიძე მ., რუსსო გ. სანაპირო ზონის გეოგრაფიული რეგულირების პრაქტიკა. რეს. კონფ. მასალები, №5. 2007. გ. 67-74,
6. ალფენიძე მ. საქართველოს შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრობლემები. სოხ. უნ-ის შრ. ტ. 2. საბ. მეც. სერ., 2007.გ. 108-122
7. ალფენიძე მ., სეფერთელაძე ზ., დავითაია ე. შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური კვლევა და ანთროპოგენური პროცესების რეგულირება-მართვა. გეოგრაფიის ინს-ტი, შრ. კრ. № 2 (81). 2008. გ. 329-341.



8. ალფენიძე მ. შავი ზღვის სანაპირო ზონის ჰიდრო-ლითო-მორფოგენეზის გეოგრაფიული მოდელირების შესახებ. სსუ, შრ. ტ 6, საბ.მეცნ სერია, 2008. გ. 147-163.
9. ალფენიძე მ., ლომთათიძე ზ. შავი ზღვა: აბიოტური და ბიოტური პროცესების დინამიკა. ნაწილი 1, აბიოტური პროცესები. აფხ. მეცნ აკადემია 2011. - 186 გ.
10. ალფენიძე მ., სეფერთელაძე ზ., დავითაია ე, ალექსიძე თ, რუხაძე ნ. კოლხეთის ანაკლია განმუხურის შავი ზღვისპირა ზოლის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრობლემები. საქართველოს გეოგრაფიის პრობლემები. შრ. კრებული №3 (82), 2011.
11. ალფენიძე მ., სეფერთელაძე ზ., დავითაია ე. კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის ბუნებათსარგებლობის ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური პრობლემები (შედგები, პერსპექტივები). საერთ. კონფ. „კოლხეთის დაბლობის წყლის ეკოსისტემები - დაცვა და რაც-რი. გამოყენება. 2013. გ. 132-135.
12. ალფენიძე მ., სეფერთელაძე ზ., დავითაია ე., რუხაძე ხ. კოლხეთის შავიზღვისპირეთის რაციონალური ათვისების პრობლემები. თსუ, გეოგრაფიის ინ-ტი.შრ. კრ. №5 (84) გეოგრაფიის თანამროვე პრობლემები. 2013. გ. 96-99
13. ალფენიძე მ., ლომინაძე გ. სად და როგორ უნდა აშენდეს პორტი ანაკლიაში? საქართველო და მსოფლიო № 21 (256), 11-17 ივნისი [www.geworld.net](http://www.geworld.net), 2014, გ. 18-19.
14. კიკნაძე ა. საქართველოს შავი ზღვის ნაპირწარმოქმნელი პროცესების რეგულირებისა და მართვის პრობლემები. „გარემო და სტიქიურ-დამანგრეველი პროცესები“, თბ., 1994, გვ. 17-23.
15. ტატაშიძე ზ. და სხვ. საქართველოს შავი ზღვისპირეთის გეოეკოლოგიური ოპტიმიზაციის სტრატეგია. კრ.: „ზღვა და ადამიანი“ თბ., 1995, გვ. 176-180.
16. Alpendidze M., Kordzakhia G., Diasamidze R. et all Complex Investigation of Ecological State of the Black Sea and Actions for Its Protection . Black Sea Energy Resource Development and Hydrogen Energy Problems NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. 2013.
17. Алпенидзе М. Рельеф побережья Черного моря средней части Абхазии. Материалы Межд. Электр. Конф-ции в Интернете - География и сов-ные пробл. окружающей среды. 2014.
18. Галанов Л.Г., Сафьянов Г.А. Отложения, рельеф и литодинамика верховьев Ингурского подводного каньона. Докл. симпозиума по инженерно-геологическим условиям шельфовой зоны Чепного моря, Тбилиси, 1972.

- 19.Дергачев В.А. Природно-хозяйственная контактная зона суша-океан. Изв. Всесоюз. геогр. об-ва, № 1, 1980. с. 40-45.
- 20.Джанджгава К.И. Инженерная геология шельфовой зоны и побережья Черного моря в пределах Кавказа. Тбилиси, 1979. – 214 с.
- 21.Джаошвили Ш. В.Пляжеобразующие наносы рек Колхиды и ожидаемые изменения в бюджете вдольбереговых потоков // Тез. докл. итоговой науч. сес. Ин-та географии АН ГССР. 1978. с. 44-45.
- 22.Джаошвили Ш. В. Речные наносы и пляжеобразование на Черноморском побережье Грузии, Тбилиси, 1986. -156 с.
- 23.Джаошвили Ш. В.Баланс наносов устьевых взморий рек Грузии. В сб., Природные основы берегозащиты. Изд. Наука, М., 1987, с.57-62.
- 24.Джаошвили Ш. В. Реки Черного моря.Тбилиси, 2003.186 с.
- 25.Зенкович В.П. Ожидание изменения морского берега на севере Колхиды. Сообщ. АН ГССР 83, №3, 1976.
- 26.Зенкович В.П. Из зарубежного опыта морской берегозащиты. В сб.: Природные основы берегозащиты. М.: Наука, 1987. с. 149-153.
- 27.Кикнадзе А.Г. Динамические системы и бюджет наносов вдоль Черноморских берегов Грузии. В сб.: Человек и окружающая среда, “Алашара”, Сухуми, 1977.
- 28.Колхидская низменность.Научные предпосылки и освоения. М., 1990.- 248 с.
- 29.Леонтьев О.К., Сафьянов Г. А. Каньоны под морем. Мысль, М., 1973. – 260 с.
- 30.Ломинадзе Г., Мегрели Н., Руссо Г. Изменение динамики береговой зоны Черного моря под влиянием техногенных факторов. Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Тр. Межд. Электр.конф.Тб., М., 2006, с. 133-139
- 31.Маткава Д. И. Размыв берегов северной Колхиды. Сообщ. АН ГССР. 82, №1, Тб. 1976.
- 32.Маткава Д. И. Деформация Ингурского подводного каньона. в сб., природные основы берегозащиты. //под.ред. В.П. Зенковича, М., Наука, 1987,с 62-67.
- 33.Сакварелидзе В.В. Определение вдольберегового расхода пляжевых наносов // Сообщ. АНГССР, 1979, т. 93, № 1. с. 109-112.

34. Walker H. G. Man and shoreline modification//Coast dynamics and scientific sites. Tokyo, 1981. p. 55-90.

**MELOR ALPENIDZE, KOBA KORSANTIA**

**ODISHI: MORPHO-DINAMICS AND RACIONAL OPENING UP OF  
BLACK SEA COAST**

Key words: abrasion, erosion, beach, alluvium (drift), waves.

Are considered : Morphological peculiarities of the Black Sea Coast Zone. Odishi is between Rever kelasuri and Pichori (length-134km), Formation and changing of natural-antrogenetic coastae factors, coaster belts (zones) moisterd offulated zones rational using.

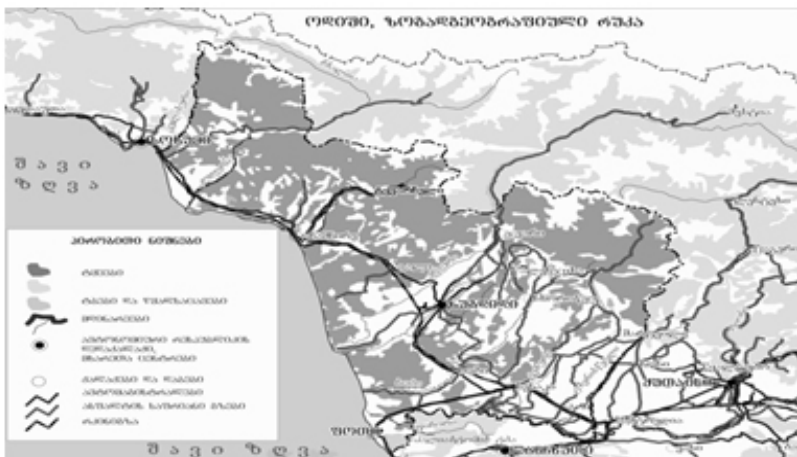
Are offered: River Inguri alluvial drifts<sup>le</sup> laboration, coastae drifts filling in shortage, sandy and pebbly (shingly) beaches restoration, Sea Port construction in the Region (River Inguri Coast)

**მელორ ალფენიკე, კობა კოჩსანტია, რომან მაისუჩაკე,  
ლანა მზარაშვილი, ბეატა ტობოშვილი**

**ოდიში: სუბსტრატის ბეოლოგიური ასპექტები და რეგიონის  
ათვისების გზები**

**საკვანძო სიტყვები: ნაოჭები, სეისმიკა, პლაჟი, დიუნები, კარსტი.**

საქართველოს გეოტექტონიკური დარაიონების (Гамკრელიძე, 1957) მიხედვით საკვლევი რეგიონის უკიდურესი ჩრდილოეთი ზოლი მოქცეულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ნაოჭა სისტემაში და მოიცავს აღნიშნული სისტემის გაგრა-ჯავის ზონის პორფირიტული იურის ჩრდილო ქვეზონის უკიდურეს დასავლურ პერიფერიასა და კიდური დანაოჭებისა, ასევე შეცოცების ამზარა-მუხურის ქვეზონას. ოდიშის მნიშვნელოვანი ნაწილი საქართველოს ბელტის (მთათაშუეთის) ფარგლებშია მოქცეული. ამ სისტემის უკიდურესი დასავლური ზოლი სამურზაყანოს ქვეზონას მოიცავს და მდ. მდ. კელასური-ენგურის შორის მდებარეობს. ოდიშის აღმოსავლური ნაწილი (მდ.მდ. ენგური-ცხენისწყალს შორის მდებარე ტერიტორია) აღნიშნული სისტემის ოდიშის ქვეზონაში ექცევა, ხოლო რეგიონის უკიდურესი სამხრეთი ზღვისპირა ზოლი (მდ.მდ. კელასური-ენგური) და, აღმოსავლური, შედარებით განიერი ნაწილი - კოლხეთის ქვეზონას აქვს დაკავებული.



ოდიშის ტერიტორიის ჩრდილოეთი ზოლი (ნაოჭა სისტემის სამხრეთი პერიფერია) მეზოზოურსა და ქვედა პალეოგენის განმავლობაში გეოსინკლინს წარმოადგენდა და, ამიტომ, აგებულია დიდი სიმძლავრის დანაღები და ნაწილობრივ ვულკანოგენური ფორმაციებით. საკვლევი რეგიონის დამახასიათებელ ნიშნას ინტენსიური დანაოჭება, ასევე ნაოჭების სამხრეთისაკენ გადმოწოლა წარმოადგენს.

საქართველოს ბელტი ოდიშის დადაბლებულ ნაწილს მოიცავს. ბელტის კრისტალურ სუბსტრატზე დიდი კუთხური და სტრატოგრაფიული უთანხმოება დასტურდება და მცირე სისქის ლიასური, შუა იურის შედარებით მძლავრი ვულკანოგენური წარმონაქმნების, ზედა იურისა და ცარცის, ასევე პალეოგენისა (მცირე სისქის) და ნეოგენის (ძირითადად მოლასური) მძლავრი ნალექების გავრცელებით ხასიათდება.

ოდიშის ფარგლებში საქართველოს ბელტის დასავლეთის დაძირვის ზონა ფიგურირებს, რომელშიც სამურზაყანოს, კოლხეთისა და ოდიშის ქვეზონები გამოიყოფა. მათი გავრცელება უკავშირდება, როგორც საკუთრივ ბელტის დანაწევრების მაჩვენებელს, ისე მის მიერ შექმნილი რელიეფის მორფოლოგიურ-მორფომეტრიულ მაჩვენებლებს.

საკვლევი რეგიონის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობას ღებულობენ როგორც ვულკანოგენური, ისე უმთავრესად დანალექი ფაციესები. პირველი მათგანში ცალკე უნდა გამოიყოს მდ. კელასურის სათავეების ფარგლებში წარმოდგენილი, საკმაოდ დიდ ფართობზე გავრცელებული, შუა იურული ასაკის ვარდისფერი გარანიტიდები, რომელსაც მდ. კელასური თითქმის შუაში ჭრის და აქტიურად რეცხავს კიდევაც. უფრო მაღლა კი შუა იურული პორფირიტები, მათი პიროკლასტოლითები, ქვიშაქვები და ნაწილობრივ ფიქლებია დალექილი.

მდ. კელასურის შუა და ქვემო დინებების ფარგლები, ასევე საკვლევი რეგიონის გორაკ-ბორცვების, მთისწინეთებისა და დაბალი მთების მიდამოები (მდ. კელასურიდან მდ. ჩხენისწყალამდე) აგებულია პალეოცენური და ქვედა ეოცენური ასაკის თიხებით, მერგელებითა და ქვიშაქვებით, პალეოცენ-ეოცენური კირქვებითა და მერგელებით, მიოცენ-პლიოცენური თიხებით, მერგელებით, კირქვებით, ქვიშაქვებითა და კონგლომერატებით.

ოდიშის შავი ზღვის სანაპირო ზოლსა და გორაკ-ბორცვებს შორის მოქცეული საკმაოდ ფართო დაბალი ვაკისა და ზღვისპირა დაბლობის აგებულებაში მონაწილეობენ მეოთხეული ასაკის ალუვიური და ზღვიური წარმოშობის ნგრეული მასალის (რიყნარი, ქვიშნარი და რიყნარ-ქვიშნარ-თიხნარი) ფენები. მდინარეთა კალაპოტები მეტწილად თანამედროვე ალუვიური (რიყნარი, ქვიშნარი და თიხნარი) მასალით, ხოლო შავი ზღვის სანაპირო ზოლი ახალგაზრდა ზღვიური კენჭნარ-ქვიშნარი ნაფენებითაა აგებული. აქ, მსხვილმარცვლიანი აკუმულაციური წარმონაქმნები თიხების შემავსებლებითაა წარმოდგენილი. რეგიონის უკიდურესი სამხრეთი ზღვისპირა ნაწილი ლაგუნური (ტორფი და საპროპელი), ჭაობური (გატორფებული ფენები) ნალექებითაა წარმოდგენილი. უშუალოდ ზღვის სანაპიროს გასწვრივ ზღვიური გენერაციის დიუნების ვიწ-

რო ზოლებია გაწოლილი, ხოლო მათ უკან თანამედროვე ზღვიური პლაჟის ზოლია გაშლილი.

საქართველოს სეისმური რუკების მიხედვით (საქართველოს ატლასი, 1964, 2013) საკვლევი რეგიონის დასავლეთი ნაწილი (კელასური-ლალიძეას მდინარეთაშუეთი) ასეისმურ ხასიათს ატარებს. რაც შეეხება მის აღმოსავლეთ ნაწილს (მდ.მდ. ლალიძეასა და ცხენისწყალს შორის), ის საკმაოდ აქტიურ რაიონს წარმოადგენს. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ოდიშის ჩრდილო-აღმოსავლეთი - ეგრისის ქედის თხემური ნაწილი და მისი აღმოსავლური განშტოებების მიდამოები. ეს ეხება ოდიშის, ერთი მხრივ, გორაკ-ბორცვიანი და მთისწინეთების ნაწილს, რომელიც ჯვარი-ჩხოროწყუ-მარტვილისენაკის შემაერთებელი ხაზით შემოირკალება. აქ, დაფიქსირებულია შთამბეჭდავი მიწისძვრების ეპიცენტრები, რომელთა მაგნიტუდების (M) სიძლიერე 6-დან 7-მდე სიდიდეს აღწევს.

როგორც ჩანს, საკვლევი რეგიონის აღმოსავლური სეისმურად აქტიური პერიფერია მოქცეულია დასავლეთი საქართველოს M<sub>z</sub>სიძლიერის მიწისძვრების გავრცელების სეისმურ რაიონში. აქ გამოყოფილია მარტვილის (1957 წ) მიწისძვრათა პლესტოცენისტური ოლქი. აქვე, ამ ჯგუფში, გამოიყოფა განსაკუთრებით გამორჩეული (1930 წლის 7 ნოემბერი) დამანგრეველი ხასიათის მიწისძვრები სოფ. ჯვარის მიდამოებში, ქ. სენაკის გარეუბნის (1941 წელი) მიწისძვრათა გროვა, ზედა სამეგრელოსა (1955 წლის 25 დეკემბერი) და მარტვილის 1957 წლის იანვარი) სეისმური კერები. აქ, გამოვლენილი მიწისძვრების კერები შეყვანილია A კლასში და 25-მდე კმ-ის სიღრმეზე გავრცელებით ხასიათდება

მეორე სეისმური რაიონი ოდიშის შავი ზღვისპირა და დაბალი ვაკის ფარგლებში ვრცელდება. ნაკლებად აქტიური სეისმური ზოლი ტყვარჩელი-ოქუმი-გალი-გაგაიდა-ფიჩორი-განმუხური-ნაბაღა-მალთაყვას შემაერთებელ ხაზს გასდევს და ლოკალურად შემოფარგლულ რამდენიმე ფრაგმენტს ქმნის. ამ მხრივ, განსაკუთრებით აღსანიშნავია კოკი-დარჩელის ისტორიული მიწისძვრა, რომელსაც 1613 წელს ჰქონია ადგილი და დაახლოებით 8 ბალიანი სიძლიერე გააჩნდა. ოქუმისა და კოკი-დარჩელის მიდამოების მიწისძვრის კერების ეპიცენტრების სიმჭიდროვე 00,5 ზომის კვადრატულ ტრაპეციასზე 0-5 ან 10-მდე მნიშვნელობით განისაზღვრება. აღნიშნული სეისმური კერები (სანაპირო ზოლი) მეორე - B კლასშია შეტანილი და 50-მდე კმ-ის სიღრმეზე მდებარეობით ხასიათდება.

უახლეს ტექტონიკურ მოძრაობათა სქემების მიხედვით საკვლევი რეგიონის სამხრული ნაწილი მოქცეულია პლიოცენ-ანთროპოგენში 2000 მ-ზე უფრო მეტად დაძირული რთული აღნაგობის ზღვის სანაპირო დეპრესიის ოლქის შემადგენლობაში. მისი მიმდებარე წყალქვეშა ფერდობის შედარებით ვიწრო ზოლი ზღვის

ფსკერის დაძირვის ოლქშია მოქცეული, რომლის დაწვევის მანვე-  
ნებელი 200 მ-ით განისაზღვრება. ამ ზოლის მიღმა კი ზღვის სა-  
ნაპირო ფერდობია წარმოდგენილი, რომლის დაძირვის სიდიდე  
1000 მ-მდე აღწევს. ოდიშის ტერიტორიის ჩრდილო განაპირა ზო-  
ლი 1000-1500 მ-მდე, ხოლო ზოგან 2000 მ-მდე ახევებული კაინოზო-  
ოური სტრუქტურების ზედაპირზე მდებარეობს. მათ პალეოგენ-  
ნეოგენური დაძირვების შემდგომ ეტაპზე, პლიოცენ-პლეისტოცენის  
დიფერენცირებული ახევებანი განიცადეს. ამ ზოლში შესამჩნევია  
რამდენიმე მკვეთრად გამოხატული ცალკეული ანტიკლინები, რო-  
მელთაც რელიეფის დადებითი ფორმები (ჯიხა, ეკი, ურთა, აბე-  
დათი) შეესაბამებათ.

რელიეფის გეოლოგიური ასაკის (თანამედროვე რელიეფის  
მსგავსი რელიეფი) რუკის მიხედვით, საკვლევი რაიონის დასავლუ-  
რი პერიფერია (მდ.მდ. კელასური-დალიძგის მონაკვეთი) მოქცეუ-  
ლია ზედა პლიოცენურ დროს გენერირებული რელიეფის ფარ-  
გლებში. ოდიშის ზღვისპირა ზოლი კი გეოლოგიური დროის მიხე-  
დვით ყველაზე ახალგაზრდა (პოლოცენი) ასაკის რელიეფს მიეკუ-  
თვნება. სენაკისა და მისი სამხრული ნაწილის რელიეფი კი ზედა  
პლეისტოცენურია.

შავი ზღვის ძველი კარანგატული აუზის სანაპირო (ოჩამჩი-  
რე-ფოთის მონაკვეთი) ხაზი ოდიშის დაბალი სანაპირო დაბლობის  
ფარგლებში (თითქმის 100 კმ-ით) ვრცელდებოდა და ხობი-სამტრე-  
დიის პერიმეტრს იკავებდა. მოგვიანებით, ზღვის ღრმა – ახალევექსი-  
ნური რეგრესიის პირობებში, იგივე ხაზი უკვე უკანაა დახეული  
და ანაკლიასთან ხმელეთში მხოლოდ 30-40 კმ-ითაა შეჭრილი. თუ-  
მცა, ოდიშის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, ახალევექსინური სანა-  
პრო, პირიქით - ზღვის აკვატორიაში საკმაოდ შორს, განსაკუთრ-  
ებით ოჩამჩირის ზღვისპირა პერიმეტრზე, თანამედროვე ნაპირიდან  
30-35 კმ-ით იყო შეჭრილი და შთამბეჭდავი სიდიდის ვრცელი და-  
ბლობი იყო ფორმირებული. მომდევნო შავზღვიური ტრანსგრესიის  
მსვლელობისას ვრცელი ვაკე ზღვის აქტიური აბრაზიის ქვეშ მო-  
ექცა და ოჩამჩირე-ფოთის მარჩხოვის ფორმირებას შეუწყო ხელი.

საკვლევი რაიონის მეოთხეული ასაკის ნალექების დატარ-  
ილება საკმაოდ რთული (გენეტური ტიპების კორელაციის სირთუ-  
ლე, ღარიბი ნამარხი ფაუნა) აღმოჩნდა. ამიტომ, მათი დატარყლე-  
ბის მიზნით მეცნიერებმა გეომორფოლოგიური და არქეოლოგიური  
მეთოდები გამოიყენეს. ამდენად, ოდიშის შავი ზღვის სანაპირო  
ზოლში გავრცელებული ზღვიური გენეზისის ქვიშები და ქვიშის  
ზვინულები გვიანმეოთხეული და თანამედროვე ასაკის, ხოლო მდ.  
მდ. კოდორის, ენგურის, რიონის დელტური წარმონაქმნების, ასევე  
პატარა მდინარეების შესართავების ზღვიური თიხები, ქვიშები და  
კონგლომერატები შუა და ზედამეოთხეული ასაკის აღმოჩნდა. შაკ-  
ვლევი რაიონის დასავლეთი ნაწილის (მდ.მდ. კელასური-მოქვი)

ზღვისპირა ზოლის 120-160 მ-ის სიმაღლის დიაპაზონში კი ჩაუდური, ზღვიური და ალუვიური თიხები, ქვიშები და კონგლომერატები დაფიქსირდა.

ოდიშის შავი ზღვისპირა სანაპირო დაბლობის ალუვიური და ფლუვიოგლაციალური ნალექების ფორმირება გვიანმეოთხეულ დროს შეესაბამება, მათ მიმდებარე ზოლში, მდ.მდ. დალიძგა-ენგურის ხეობებს შორის კი ვიურმული, მის ჩრდილო პერიფერიაზე კი რისული, ხოლო მიმდებარე ფრაგმენტებზე მინდელური მყინვარული ეპოქის ალუვიური და ფლუვიოგლაციალური ნალექებია გავრცელებული. ოდიშის ჩრდილო პერიფერიის დასავლურ ნაწილში ჩაუდური კონტინენტური ნალექები - რიყნარი, თიხები და ქვიშები საკმაოდ ფართო ფრაგმენტებს ქმნიან, ხოლო რეგიონის დასავლეთი ნაწილის გორაკებისა და წინამთების მცირე უბნები ელუვიურ-დელუვიურ (თიხნარი და ღორღი) ნალექებს უკავია.

გრუნტის წყლების, სასმელი და თერმული წყლების გავრცელების მიხედვით ოდიშის ტერიტორიას საკმაოდ უხვი რესურსები გააჩნია. ამ მხრივ, განსაკუთრებით გამოირჩევა მდ. ცხენისწყლისა და მდ. რიონის აუზები. საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების (საქართველოს ატლასი, 1964, 2013) საკვლევი რეგიონი მოქცეულია საქართველოს ბელტის ჰიდროგეოლოგიური ოლქის ფარგლებში. ძირითად წყალშემცავ პორიზონტებს აქ ზედა იურული, ცარცული და მესამეული ასაკის ქანების კომპლექსები წარმოადგენენ. სწორედ, მათ მიერაა აგებული კოდორის, კოლხიდისა და ეგრისის არტეზიული აუზები. მათი დიდი ნაწილი, ჯერ კიდევ, გასული საუკუნის შუა წლებშია (1944-1948 წწ) გამოვლენილი. აღნიშნული არტეზიული აუზების ჭაბურღილები კვეთავენ თერმულ და მაღალთერმულ მიწისქვეშა წყლების პორიზონტებს. აქვე, გამოვლენილია დიდი წყალუხვობისა და მაღალი მინერალიზაციის ქლორიდული მიწისქვეშა წყლები, რომლებიც გოგირდწყალბადს ( $H_2S$ ) შეიცავენ. ოდიშის გრუნტის წყლები უმთავრესად მეოთხეული ნალექების გავრცელების ფარგლებში სუსტი წყალუხვობის ფოროვან (კოლხეთის დაბალი ზღვისპირა ვაკე) და გორაკ-ბორცვებიანი ფრაგმენტების ნეოგენური ნალექების ნაპრალოვან-ფოროვანი წყალუხვ ( $D_{მეტია} 0,1$  ლ/წმ) ცირკულაციის ტიპებს მიეკუთვნებიან.

ოდიშის ბუნებრივი გამოსავლებების მინერალური და ჭაბურღილების მიერ გამოვლენილი წყლების ტიპების გავრცელება შემდეგი სურათისაა: გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლები წარმოდგენილია ტყვარჩელის, რეჩხი-ცხირისა და მენჯის მიდამოებში; აზოტიან-მეთანიანი წყალი - ცაიშის ჭაბურღილითაა გამოვლენილი; მეთანიანი წყლები ოქუშის ბუნებრივი, ხორგასა და ყულევის ჭაბურღილებით ფიქსირდება; ნაქალაქევის მიდამოებში გაყვანილ ჭაბურღილში აზოტიანი წყალი, სკურსა და ლებარდემი კი ნახ-



შიორქანგიანი წყლების ბუნებრივი წყაროები ფიქსირდება. ძოგადად, საკვლევი რაიონი მინერალური და მტკნარი წყლების სიუხვით გამოირჩევა, რაც ვიზუალურად ჩანს მათი ხშირი (თუმცა მცირე დებიტის) ბუნებრივი წყაროების მიხედვით. მათი დიდი ნაწილი ამჟამად აუთვისებელია და ადგილობრივი მოსახლეობის მიერ მხოლოდ სასმელი ან საყოფაცხოვრებო მიზნებით გამოიყენება, ან კიდევ, ცალკეული ნაკადულების ფორმირებას ემსახურება.

ოდიშის ტერიტორიაზე უხვადაა ბუნებრივი მღვიმეები, რომელთა გენერირება კარსტულ პროცესებს უკავშირდება. მათი წარმოშობა კარბონატული ქანების (კირქვები, დოლომიტები, კირქვული კონგლომერატები, ქვიშაქვები კირქვის ცემენტითა და სხვ) წყალში ქიმიური გახსნით აიხსნება. მღვიმეები ძირითადად განვითარებულია საკვლევი რაიონის ჩრდილო გორაკ-ბორცვიან და მთაგორიან პერიფერიაზე. აქ, მღვიმეების ფორმირება ხედა იურულ, ტრიასულ, ცარცულ და ქვედა პალეოგენურ კირქვებთანაა დაკავშირებული. ოდიშის ბუნებრივი მღვიმეებიდან აღსანიშნავია კელასურის, ყადას, ცივწყალას (სიგრძე - 250 მ-ზე მეტი), ცოტნე დადიანის, ქვარჯღალის, მოთენას, ჯორწყუს მიწისქვეშა კარსტული წარმონაქმნები. ბუნებრივ მღვიმეებთან აღსანიშნავია აგრეთვე კლასტოკარსტული სიდრუეები, რომლებიც წყალში ხსნად ნგრეულ (კონგლომერატები, ქვიშაქვები, ბრექჩიები) ქანებშია წარმოქმნილი. კლასტოკარსტული მღვიმეების ყველაზე ვრცელი რაიონია ცენტრალური ოდიშის ტერიტორია. ამ ტიპია მღვიმეებიდან ყველაზე გრძელია ნაზოდელავო (2000 მ-ზე მეტი) და კორცხელი (780 მ-ზე მეტი), თუმცა აღსანიშნავია აგრეთვე ქვაჯის, გარახას, სავეკუოს კლასტოკარსტული წარმონაქმნები.

ოდიში სასარგებლო წიაღისეულით შედარებით ღარიბია, თუმცა აღსანიშნავია მინერალური და მტკნარი წყლების, საწვავი და ლითონური წიაღისეულის, განსაკუთრებით სამშენებლო მასალების საკმაოდ შთამბეჭდავი მარაგები. როგორც აღვნიშნეთ, საკვლევი რაიონს ბუნებრივი წყლების საკმაოდ მარაგები (ტყვარჩელი, სკური, ლუგელა, ცაიში, მენჯი) გააჩნია, რაც მათი გონივრული ათვისების პირობებში, წყლების საექსპორტო დანიშნულების ერთი-ორად ზრდის მომასწავლებელია. ლითონური წიაღისეულიდან ცნობილია ამტყელის ტყვია-თუთიას საბადო, საწვავი წიაღისეულიდან კი ტყვარჩელის კოქსვადი ქვანახშირის საბადო, რეგიონში ცნობილია აგრეთვე ხუდონის თაბაშირის მარაგი და სამშენებლო მასალების საკმაოდ შთამბეჭდავი რაოდენობა.

ამგვარად, ოდიშის სუბსტრატის გეოლოგიური აგებულების, ლითოლოგიისა და ტექტონიკური პირობების დეტალური განხილვა გვიჩვენებს, რომ საკვლევი რაიონს საკმაოდ რთული აგებულება და ტექტონიკური პირობები გააჩნია. სუბსტრატის ჭრელი ხასიათი და ეგზოგენური პროცესების მრავალფეროვნების გამო, ოდიშის ტერი-

ტორია - ხანგრძლივი გეოლოგიური დროის მანძილზე, მაღალი პოტენციური შესაძლებლობების რეგიონად ჩამოყალიბდა. ცხადია, რომ რეგიონის აღნიშნული ასპექტები მთელი რიგი პერსპექტიული დარგების განვითარების ხელშემწყობ ფაქტორებს წარმოადგენენ. მათ შორის, პირველ რიგში აღსანიშნავია მინერალური და მტკნარი წყლების რაციონალური (გონივრული) ათვისება და მისი ექსპორტი, რაც რეგიონის მდგრადი განვითარების მისაღწევად აუცილებელი საფუძვლის შექმნას განაპირობებს. მეორე ადგილზეა სამშენებლო (კენჭნარი, ქვიშები, ღორღი, ალუვიური ქვარგვალი) მასალა. ამ მხრივ, მხოლოდ მდ. ენგურის გაუწყლოებული კალაპოტის (ჯვარი-ანაკლიას მონაკვეთი, სიგრძე 35 კმ) ჭაღასა და ტალღეზე თავმოყრილი ალუვიონის დამუშავება და სამშენებლო პოლიგონებზე გაზიდვა საკმაოდ მაღალ ეკონომიკურ ეფექტებს გვპირდება. ამავე დროს, მნიშვნელოვანია ტყვარჩელის მაღალი ხარისხის ქვანახშირის (თუმცა, მცირე მარაგის) ათვისების გაგრძელება, რაც ამ რეგიონში პოლიტიკური მდგომარეობის წინასწარ რეგულირებას მოითხოვს.

#### **ლიტერატურა:**

1. ალფენიძე მ., დავითაია ე. კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის რეგიონულ-გეოგრაფიული საკითხები. „მეცნიერება და თანამედროვეობა“, თბ., მეცნიერება, 2003.
2. ყიფიანი შ., საქართველოს კარსტი. თბ., 1974.
3. საქართველოს ატლასი. თბილისი-მოსკოვი, 1964; თბ., 2013.
4. ტატაშიძე ზ., საქართველოს კარსტული მღვიმეები. თბ., 1976.
5. Гамкрелидзе П.Д. Основные черты тектонического строения Грузии. Тр. ин-та геологии АН ГССР, т. X (XV), Тб., 1957.
6. Геология СССР, т. X. Грузинская ССР (под. ред. А. Цагарели). Москва, 1964.

**MELOR ALPENIDZE, KOBIA KORSANTIA, ROMAN MAISURADZE,  
LANA MZARELUA, BEKA TOGOSHVILI**

**ODISHI: GEOLOGICAL PERSPECTIVE (ASPECTS) OF  
SUBSTRATUM AND THE WAYS OF ITS REGION ASSIMILATION**

Key words: folds, seismic, braeh, dunes

Are considered: Geological structure and tectonic conditions of Odishi; active and passive seismic regions; meanings and fragments of the newest tectonic movements; the reliefs newest Geological age; quaternary deposits and their allocations; underground water and their assimilation ways; caves spreading; fossilized wealth (resources) especially building materials, mineral and fresh (unsalted) water.

Are displayed: On the basis of geological, lithological and tectonic aspects substratum-prospects of regional assimilation.

## მერაბ ბონბაკი

### ხინამთის პირველი მასივი

საქართველოს კირქვული ზოლი უწყვეტადაა გადაჭიმული აფხაზეთიდან სამახაბლომდე. ყველაზე განიერი იგი რაჭაშია და კარსტული პროცესების ფართო გავრცელებით გამოირჩევა. გეომორფოლოგიური დარაიონების სხვადასხვა სქემების მიხედვით ეს რეგიონი მიეკუთვნება სამხრეთ-დასავლეთ კავკასიონის კირქვულ-კარსტულ მხარეს, უფრო ზუსტად კი – რაჭის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ მონაკვეთს მოიცავს.

რელიეფის განვითარების გასაანალიზებლად აუცილებელია მიმოვიხილოთ რაჭის ქედის ამ ნაწილის ტექტონიკური და გეოლოგიური აგებულება, აგრეთვე ოროგრაფიული მდგომარეობა.

რაჭის ქედის ამ მონაკვეთის ყველაზე მაღალ წერტილს ხინამთა წარმოადგენს (2240 მ ზღვის დონიდან). მის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მთა ველტყევი (1922 მ), სამხრეთისკენ ქედის თხემი ციცაბოდ დაბლდება სხვაგვარად გადასასვლელისაკენ ([1185 მ). რაჭის ქედის ამ მონაკვეთის განშტოებები ასიმეტრიულად არიან განვითარებული – შაორის ქვაბულისკენ მიმართული ფერდობები ფლატეებს ქმნიან, ხოლო ჩრდილო-დასავლეთი მხარე დამრეცადაა დაქანებული.

გეოლოგიურად რეგიონი ძირითადად ქვედა ცარცული კირქვებით, დოლომიტებით, მერგელებით და ქვიშაქვებითაა აგებული. ჩრდილო-აღმოსავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ პერიფერიებზე ზედაპირზე შიშვლდება შესაბამისად აპტურ-ალბური ასაკის თიხები, მერგელები, მერგელური კირქვები, ზედა ცარცი-ეოცენის კირქვები, მერგელები, თიხები, ქვიშაქვები.

თვით რაჭის ქედი მძლავრ ანტიკლინს წარმოადგენს, რომელიც შაორის ქვაბულიდან შქმერამდე გრძელდება. ქედის თხემი ანტიკლინის ჩრდილო ფრთას მიუყვება, ხოლო სამხრეთი ფრთა ეროზია-დენუდაციითაა გადარეცხილი. უფრო ჩრდილოეთით ვრცელდება ლემანეულის ანტიკლინი, რომელიც ამბროლაურთან იძირება, ხოლო საპირისპირო – დასავლეთის მხრიდან უერთდება რაჭის ანტიკლინს. ამ ორ ანტიკლინს შორის ვრცელდება ხოტევის სინკლინი, რომლის ღერძი აღმოსავლეთით იძირება, ხოლო დასავლეთით მისი ნაოჭები იკარგება ანტიკლინურ შრეებს შორის. რეგიონი დაქსელილია პლიკატური და დიზუნქტიური დისლოკაციებით. ლემანეულის ანტიკლინი ჩრდილოეთით ისაზღვრება განედური შესხლეტვით, რომელიც იწყება სოფ. ხონჭიორის აღმოსავლეთით და ციცაბო ფლექსურით გამოიხატება. სოფ. ქედისუბნიდან რღვევით აწეულია სამხრეთული ფრთა, შემდეგ კი რღვევა გადის ადგილ ქვაფუტკარისა და იწის მიდამოებში. აქ, მდ. რიონის გას-

წერივ გამოძავალ სარმატული ქვიშაქვებიდან რამდენიმე ასეული მეტრის სიმაღლეზე ზედა ცარცული შრეები შიშვლდება. აღმოსავლეთით ეს ტექტონიკური ხაზი კარგად ჩანს სოფელ კრიხთან, სადაც შეცოცება ადგილს უთმობს ფლექსურულ რღვევას და რელიეფში 7-8 მ სიგანისა და 100-120 მ სიმაღლის გაჭიმვის ნაპრაღითაა გამოხატული. ეს რღვევა შემდეგ გადის სოფ. სხვაგის ჩრდილოეთით 1175 მ-ის სიმაღლეზე და გრძელდება სოფ. ზედა ბარის აღმოსავლეთით. ამ ტექტონიკურ დისლოკაციაში ჰორიზონტული გადაადგილება მიმართულია ჩრდილოეთით, ხოლო ვერტიკალური მოძრაობის მიმართულება იზრდება აღმოსავლეთით.

ველტყევის სამხრეთ-დასავლეთით იწყება გარდიგარმო რღვევა, რომელიც მიემართება სოფ. ველევისაკენ და კვეთს შაორის ქვაბულს. აეროკოსმოსური ფოტოსურათების დემიფირირების შედეგად იკვეთება ორი ურთიერთგადამკვეთი რღვევა, რომელიც ერთმანეთს ამბროლაურსა და სხვაგას შორის ხვდებიან. ერთი მათგანი სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო-დასავლეთისკენ მიემართება, მეორეს კი მას დიაგონალურად კვეთს და შაორის ქვაბულიდან სხვაგა-ბარის გასწვრივ ვითარდება. ამ ტექტონიკური დისლოკაციების ასაკი სავარაუდოდ პლიოცენით თარიღდება [2].

რაჭის ქედის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილის რელიეფის განვითარება უმთავრესად გეოლოგიურ-ტექტონიკურმა და ლითოლოგიურმა აგებულებამ განაპირობა. ეს გამოიხატა ხშირი ეროზიული ქსელის განვითარებით, რომელიც გარკვეულწილად მისადაგებულია რღვევებთან, ხოლო ურგონულმა კირქვებმა, დოლომიტებმა და სხვა წყლისადმი დამყოლმა ქანებმა ღრმა, ციცაბოკალთებიანი ხეობების ჩამოყალიბება განაპირობა. უმთავრეს ეროზიულ მოქმედებას აქ კრიხულა, ხოტევეურა, შარაულა და მათი მრავალრიცხოვანი შენაკადები აწარმოებენ. მათე მიზეზით ხიხამთის კირქვულ მასივზე, შაორის ქვაბულში, ნაქერალას ქედზე ინტენსიურად ვითარდება კარსტული პროცესები, რომლებიც ვლინდება როგორც მიწისზედა, ასევე მიწისქვეშა ფორმებით.

ამ ადგილების კარსტული ფორმები მრავალ მეკლევარს აქვს აღწერილი (ვახუშტი ბატონიშვილი, შალვა ყიფიანი, დავით წერეთელი და სხვები). ცალკე უნდა აღინიშნოს ვახუშტი ბატონიშვილის „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“ –ში მოყვანილი ცნობები შაორისა და სხვაგას ყინულოვან მღვიმეებზე, როგორც ადგილობრივი მოსახლეობა უწოდებს მათ – „საყინულეებზე“.

... . კვალად კრიხულას ერთვის კრიხს ზეით, სხოვის ხევი, დის სამხრიდან ჩრდილოთ. ამ ხევედ არს ორმო დიდი, ვრცელი და ღრმა, რომელსა შინა დის წყარო, და ვერ გაჰყინავს ზამთარს, არამედ ზაფხულს ჰყინავს სრულიად, რომელი ამოუგლელი არს, რაოდენიცა სჭრას მრავალმან, კაცმან” .. [1]. ვახუშტი ბატონიშვილი აქ აღწერს სხვაგის საყინულეს, რომელიც ამავე

სახელწოდების სოფლის სამხრეთით, ხიხამთის მასივზე 1300 მ სიმაღლეზე მდებარეობს. მღვიმე ქვედაცარცულ კირქვებშია გამო-  
მუშავებული და უსწორმასწორო ფსკერის მქონე ღია ორმოა, სად-  
აც კლდეში გაჩენილი ნაპრაღის შიგნით, 12-13 მ-ის მოშორებით  
გაჩენილია ყინულის სვეტები, სიმაღლით 5 და 8 მ. მღვიმეში  
ტემპერატურა იცვლება სეზონურად და ყოველდღიურადაც. შესა-  
სვლელთან, ივლისში 18-20<sup>0</sup> –ია, ხოლო სიღრმეში –2<sup>0</sup>–მდე ეცემა.  
ზამთრის ცივი ჰაერის ჩადინება აქ გრუნტის წყლების გაყინვას  
იწვევს, რომლებიც მღვიმის ჩრდ. ნაწილში გროვდება. გაზაფხულ-  
ზე ჰაერის მოძრაობის და ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად  
ყინული დნება, მაგრამ ზაფხულის უარყოფითი ტემპერატურების  
მეშვეობით წყალი ისევ იყინება.



სურ. №1, სხვაგის საყინულე

ხიხამთის კირქვული მასივი ვრცელდება სოფ. შქმერიდან  
სოფ. კრიხამდე. სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან იგი შემოფარგლულია  
რაჭის ქედის თხემით (საწალიკემდე), ხოლო ჩრდილო-დასავლეთი-  
დან სოფ. სხვაგის მთით, რომელიც აღმართულია რიონისა და  
კრიხელას ხეობებს შორის. ეს უკანასკნელი სოფ. სხვაგსთან იღ-  
ებს სათავეს უხვწყლიანი ვოკლუზის სახით, საიდანაც, ფაქტი-  
ურად მთელი ეს მდინარე გამოედინება. აქვე ვოკლუზთან, 25 მ-ის  
სიმაღლის ჩანჩქერით სამხრეთიდან მას უერთდება მოზრდილი

მდინარე, რომელიც შ. ყიფიანს თავის ნაშრომში მდ. ველევეურას სახელწოდებით აქვს მოხსენიებული. ვოკლუზთანვე კრიხულას ჩრდილო, მარჯვენა მხრიდან უერთდება პატარა მდინარე, რომელსაც ადგილობრივები ჭაღას უწოდებენ. მისი ზედაპირიდან ხიხამთის მწვერვალამდე შეფარდებითი სიმაღლე 650მ-ია, ხოლო მდ. ჭაღას, რომელიც სოფ. ფუტიეთის მიდამოებიდან იღებს სათავეს, რამდენიმე ათეული მეტრი სიღრმის კანიონისებური ხეობა აქვს გამომუშავებული. მდინარე ურგონულ, მსხვილშრეობრივ კირქვებში ჭრის თავის კალაპოტს და მისი ფსკერი მრავალრიცხოვანი პონორებითაა დახვრეტილი. თვით ხიხამთის მასივი ზედაპირული კარსტული ფორმების სიჭარბით გამოირჩევა. გარდა ვახუშტი ბატონიშვილის მიერ აღწერილი „სსოვის საყინულისა“ აქ მრავლადაა კარსტული ეხები, ძაბრები და ჭები – ე.წ. „სასულეები“, როგორც მათ ადგილობრივი მოსახლეები უწოდებენ.

1970 წლის ზაფხულში სტატიის ავტორმა და ბ-ნმა შ. ყიფიანმა მონიხულეს და აღწერეს რამდენიმე მათგანი; შედეგად „საყინულე“ საქართველოში წითელი წიგნის არაორგანული ბუნების ძეგლების ნუსხაში მოხვდა, ხოლო 2008 წელს გამოსულ საყმაწვილო ენციკლოპედიის IX ტომში „საყინულე“, „სასულე“ და სავსებით ხიხამთის მასივი შევიდა, როგორც საქართველოს ბუნების უნიკალური ძეგლი. ამის საფუძველს იძლევა 2006 წელს სტატიის ავტორისა და კ. წიქარიშვილის მიერ ჩატარებული გამოკვლევები, რამაც დაგვანახა, რომ ხიხამთის სახით გამორჩეულ კარსტულ სისტემებთან გვაქვს საქმე.



სურ. №2. ჭაღას დამშრალი ხეობა

ზემოთაღნიშნული გამოკვლევების დროს, მიწისძვრის და ხშირის წვიმების შედეგად ჩამოსულმა მეწყერულმა სხეულმა კრიხუ-

ლას ვოკლუზიდან 1,5 კმ-ით ზევით მდ. ჭალა გადაკეტა და მცირე ტბა გაჩნდა. წყალი თანდათან მატულობდა, რამაც ტბიდან რამდენიმე ასეული მეტრის აყოლებით გაზარდა წნევა-დაწოლა კალაპოტზე. შედეგად მდინარის ნატანით ამოვსებული პონორები გაიხსნა და მდინარემ მიწისქვეშა სადინარით გააგრძელა გზა კრიხულას ვოკლუზამდე, ანუ თავის ეროზიის ბაზისამდე. მდ. ჭალაზე სხვა-ველებს რამდენიმე წისქვილი აქვთ გამართული, რომლებიც უწყლოდ დარჩნენ. მოსახლეობამ წისქვილების ზევით პინორები ამოაგსო და წყალმა წისქვილებამდე ისევ ზედაპირზე იწყო დენა. მათს ქვევითაც, დროთა განმავლობაში მდინარის ნატანი ისევ ამოაგსებს პონორებს და წყალიც ზედაპირზე იდენს. მაგრამ, მთავარია ის, რომ ამ მოვლენებმა დაგვანახეს თუ რა განვითარებული მიწისქვეშა სადინარი აქვს ამ პატარა მდინარეს. აღარაფერს ვამბობთ თვით კრიხულაზე, რომელიც მიწისქვეშაიდან გამოდის და ამბროლაურთან საკმაოდ დიდი ნაკადის სახით უერთდება რიონს.

ყოველივე ზემოთქმული მეტყველებს წყლის მიერ კირქვებში გამომუშავებული სიდრუების – ხვრელების, გვირაბების, მღვიმეების განტოტვილი ქსელის არსებობაზე. ამას ემატება მასივის ზედაპირზე უკვე აღნიშნული კარსტული ჭებიდან ჩამავალი წყლები, რომელიც, საფიქრებელია, რომ ასევე კარგად განვითარებული მიწისქვეშა სიცარიელები აქვთ გამომუშავებული. თუ მასივის სქემას დავხედავთ, დავინახავთ, რომ მრავალრიცხოვანი ზედაპირული ფორმების საშუალებით მასივში დიდი რაოდენობით ნალექი იჭონება, რაც კარსტული დენუდაციის ინტენსიურ განვითარებას იწვევს.

ყველა ამ მონაცემის გათვალისწინებით უნდა ვივარაუდოთ, რომ ხიხამთის კირქვულ-კარსტული მასივი ძალზე რთულ და განტოტვილ მიწისქვეშა სიდრუეთა სისტემას შეიცავს.

მისი კვლევა ქართველი სპელეოლოგების გადაუდებელ საქმედ უნდა იქცეს, რათა ქვეყანას გადაეცეს ახალი ათონისა და წაყლტუბოს მღვიმეთა რანგის ობიექტი. შაორის ტურისტულ კოლმპლექთან ერთად ხიხამთის კარსტული სისტემა, მისი სერიოზული გამოკვლევისა და კეთილმოწყობის შემდეგ, ბუნების უნიკალურ ძეგლად იქცევა. ყოველივე ეს კი საფუძვლიანად გამოაცოცხლებს ამ თითქმის დაცლილი კუთხის სოციალურ-ეკონომიკურ მდგომარეობას.

## ლიტერატურა:

1. ვახუშტი ბაგრატიონი. „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“, საქ. მეცნ. აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 1941წ., 340გვ.



2. შ. ყიფიანი. „შაორის გამოქვაბულის გეომორფოლოგიისათვის“, გეოგრაფიის ინსტიტუტის ფონდები, 1939წ, 10გვ.

## **MERAB GONGADZE**

### **KHIKHAMTA CALCAREOUS MASSIF**

The unique calcareous massif on Ratcha ridge in Western Georgia represent the area of intensive developmenty carst proceses testified by existense of diverse carst forms and and-ergraund rivers there.

## მეზაზ ბონაპე

### მეზოლინამიკური პროცესები ალაზნის მარჯვენა შენაკადების აუზებში (დიდრიყე – თურდოს მონაკვეთი)

ღვარცოფული პროცესები – ბუნების ერთერთი საშიში სტიქიური მოვლენაა, კახეთში დიდი ინტენსივობით ვლინდება და მოსახლეობასა და მეურნეობას უდიდეს ზარალს აყენებს. ამ პროცესების კვლევის დროს უმთავრესია სწორად გავაანალიზოთ ღვარცოფწარმოქმნის ფაქტორები, განსაკუთრებით მორფოლოგია, ლითოლოგია და ნალექები. 2005-2007 წლებში ალაზნის მარჯვენა შენაკადების აუზებში, ვაკეირდებოლით ღვარცოფების წარმოშობა – განვითარების პირობებს. გომბორის ქედის ჩრდილო ფერდობებზე, საკმაოდ ხელსაყრელი მდგომარეობა იქნება ამ პროცესების განვითარებისათვის. დადგინდა და გამოიყო ღვარცოფწარმოქმნელი კერები, რომლებიც განსაკუთრებით მკვეთრადაა გამოხატული ორვილის, დიდრიყის, შაგაბას, თურდოს სათავეებში.



სურ. №1. თურდოს ხეობა

ღვარცოფები, როგორც ცნობილია, ორი ძირითადი სახით ვრცელდება: სტრუქტურული (შეკრული) და ტურბულენტური (დენადი). პირველი უმეტესად მყარი მასალისგან შედგება და გაზაფხული - ზაფხულის ზღვარზე წარმოიშვება, მაგრამ არა ყოველწლიურად! ასეთი ღვარცოფი განსაკუთრებულ გეომორფოლოგიურ,

ლითოლოგიურ და კლიმატურ პირობებში წარმოქმნება ზოგიერთი მდინარის ზემო წელში. მის მიერ წამოღებული მყარი მასალა თითქმის ვერ აღწევს გამოზიდვის კონუსამდე და წყალმოვარდნის ნაკადის შერევის გამო ხშირად სახეს იცვლის. უფრო გავრცელებულია ღვარცოფული ნაკადის მეორე ტიპი-ტურბულენტური, რომლის შემადგენლობაში მყარი მასალა მხოლოდ 20-30%-ია. იგი შიდა კახეთის თითქმის ყველა მდინარეში წარმოქმნება და გამოზიდვის კონუსებამდე, ხშირად მათს პერიფერიებამდე აღწევს. ავრცელების პერიოდი გაზაფხულ - შემოდგომას, ხანდახან ზაფხულსაც ემთხვევა.

ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობა - განვითარების ერთერთი უმთავრესი ფაქტორია რელიეფი და მისი თავისებურებანი. გომბორის ქედის ჩრდილო კალთები წარმოდგენილია ახალგაზრდა ნაოჭა სტრუქტურებზე განვითარებული ზედაპირებით, რომლებიც ლითოლოგიურად ცარცული და მესამეული ასაკის ქვიშაქვებით, კირქვებით, მერგელებით და ცარცული კონგლომერატებითაა აგებული. გომბორის ქედი მწვერვალ ბერტყედან სოფ. ანდაურამდე საშუალომთიანია, ხოლო უფრო აღმოსავლეთით - მწვერვალ შავმთამდე - დაბალმთიანი. ფერდობი დასერილია მდინარეთა ეროზიული ხეობებით, რომლებიც ცალკეულ სერებად ანაწევრებენ მას. აქვე უნდა გავუსვათ ხაზი ალაზნის ხეობის ასიმეტრიულობას - მარცხენა მხარე - კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი მაღალი და ციცაბოა, ხოლო მარჯვენა - გომბორის ჩრდილო კალთები - დაბალი და დამრეცი, თუმცა ისევე დანაწევრებული, როგორც მარცხენა. აქ ინტენსიურად მიმდინარეობს დესტრუქციული პროცესები, რაც ღვარცოფების განვითარებისთვის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის. ალაზნის ვაკეზე ძირითადად ხეობებიდან გამოტანილი მასალის აკუმულაცია მიმდინარეობს. ალაზნის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები არამარტო ასიმეტრიულია, არამედ განსხვავდება პროცესების განვითარების თავისებურებებითაც, რასაც ლითოლოგიური კლიმატური და მორფოლოგიური ფაქტორები განსაზღვრავს. გომბორის ქედზე, თიანეთის ქვაბულიდან სოფ. მელაანამდე ცარცული ასაკის კირქვები, მერგელები, თიხები, თიხაფიქლები, ქვიშაქვები, ქვიშიანი თიხებია გავრცელებული. ისინი ადვილად ემორჩილებიან დესტრუქციულ პროცესებს, ამდენად ამ ქანების გავრცელების არეებში ინტენსიური მეწყრული პროცესები ვითარდება, რაც ღვარცოფული ნაკადების კვების მძლავრ კერებს ქმნის. ამავე ქედზე, ერთიანი ზოლის ან ცალკეული უბნების სახით გვხვდება მესამეული თიხები, ნაწილობრივ კირქვები. მათი გავრცელების არეებში ასევე მრავლად გვხვდება მეწყრული სხეულები, რომელთა განვითარებას ხელს უწყობს ამგებელი ქანების ადვილადშლადობა, ფერდობების დახრა და ხემცენარეულობის გაჩეხვა. მეოთხეული ნაფენები ძირითადად ალაზნის ვაკეზეა განაწილებუ-

ლი აღუვიური, პროლუვიური, დელუვიური რიყნარის, ქვიშნარისა და თიხნარის სახით და ალაზნის მრავალრიცხოვანი შენაკადების მიერაა მოტანილი. გომბორის ქედის გეოლოგიური სტრუქტურა განვითარდა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის გეოსინკლინის სამხრეთი ტოტიდან. იგი თავსდება ძლიერ დანაოჭებული ცარცული და მესამეული ასაკის ნალექების ქვეზონაში. სტრუქტურები გართულებულია იზოკლინური ნაოჭებით, რღვევებითა და ნახსლეტებით. მათი ძლიერი ნაპრალიანობა განაპირობებს ინტენსიურ გამოფიტვასა და დენუდაციას, რაც თავის მხრივ დიდი რაოდენობის ნგრეულ მასალას ქმნის დელუვიური ნაფენების, მცვივანის კონუსების გაშიშვლებული ფლატეები დროდადრო იშლება ღვარცოფული კერები ყალიბდება. ამრიგად, დამანგრეველი ნაკადების წარმოშობისთვის ამ რაიონში ფრიად ხელსაყრელი გეომორფოლოგიური და ლითოლოგიური პირობები გვაქვს.

ასევე მთავარი, თუ უმთავრესი არა, მნიშვნელობა აქვს ჰავას და განსაკუთრებით ნალექებს. გვაქვს წყალი, გვაქვს პროცესი, არ გვაქვს წყალი, არ გვაქვს პროცესი. კახეთი, როგორც მშრალი სუბტროპიკული ჰავის გავრცელების რეგიონი, ნაკლები ნალექიანობით გამოირჩევა, მაგრამ აქ პერიოდულად მოდის თავსხმა სეზონური წვიმები, აგრეთვე, თბილი გაზაფხულის პირობებში ერთბაშად დნება თოვლი. ყოველივე ეს იწვევს წყალმოვარდნებსა და წყალდიდობებს, რასაც არაიშვიათად უმძლავრესი ღვარცოფული ნაკადების განვითარება მოსდევს. ნალექების არასტაბილურობას განაპირობებს რელიეფი და ამიერკავკასიის ადგილობრივი ანტიციკლონი. ალაზნის ვაკე აღმოსავლეთით ფართოვდება, რაც ხელს უწყობს აქედან ჰაერის მასების შემოჭრას. კავკასიონის მთავარი ქედი, თავის მხრივ, ხელს უშლის ჰაერის ცივი მასების კახეთის ტერიტორიაზე გავრცელებას. ამასთან, დასავლეთიდან შემოსული თბილი და ნოტიო ჰაერი სწრაფად გადაცივდება მთიან მასივებთან შეჯახებისას, რასაც თავსხმა წვიმები და ხშირად სეტყვა მოჰყვება. ამის მიზეზი რელიეფის დიდი ჰიფსომეტრიული ამპლიტუდაცაა (150-დან 2000 მეტრამდე), რაც ქმნის მეტროლოგიური ელემენტების ძლიერ განსხვავებულ ხასიათს. გომბორის ქედზე სიმაღლის მიხედვით ნალექების მატებაზე მიუთითებს ის ფაქტიც, რომ თელავში ნალექების წლიური ჯამია 860 მმ, ხოლო მწვერვალ ცივზე – 924მმ. კახეთის კავკასიონზე ეს მონაცემები უფრო თვალსაჩინოა: 1000მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 1400მმ-ს აღწევს, ხოლო 2000მ-ზე – 1700მმ-ს. თავსხმა ნალექების დღედამური ჯამი აქ ზოგჯერ 150მმ-ს აღწევს, რაც უმეტესად მაის-ივნისში ხდება. ამ დროს გრუნტი გამდნარი თოვლის წყლებითაა გაჯერებული, ამდენად მოსული წვიმისწყლის შეწოვა თითქმის აღარ ხდება და იქმნება ჭარბი ზედაპირული ჩამონადენი. ეს განსაკუთრებით მ. ცივის ჩრდილო ფერდობებზე აისახება. ღვა-

რცოფული ნაკადების განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ნიადაგ-მცენარეული საფარი. გომბორის ქედის ზედა ნაწილში (700-2000მ ზ.დ.-დან) გავრცელებულია მთა-ტყეთა და ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები. ტყეების ქვედა ზონა წარმოდგენილია ტყის ყომრალი და ტყის ყავისფერი ნიადაგებით. ტყის ინტენსიური ჩეხვის უბნებში ნიადაგები გადარეცხილია, რაც გრუნტებში ინტენსიური გამოფიტვის განვითარებას უწყობს ხელს. ყოველივე ამას კი ისევ ღვარცოფული ნაკადების განვითარებასთან მივყავართ. ამ პროცესების განვითარებაზე არაპირდაპირად მოქმედებს თანამედროვე ტექნიკური მოძრაობები, მდინარეთა ეროზიული მოქმედება (ხეობათა ზედა ნაწილებში), დენუდაცია და სხვა.



სურ. №2. კისისხევი

საინტერესოა განვიხილოთ გომბორის ჩრდილო ფერდობზე ჩამომავალი რამდენიმე ხეობა, სადაც აქტიურად ვითარდება ღვარცოფული ნაკადები. მდ. დიდრიყე იწყება 1680 მ-ის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, სამი ტოტის სახით, რომლებიც ადგილ ნარიანველში უერთდებიან ერთმანეთს. ამის შემდეგ ხეობის კალაპოტი ღრმავდება, ხოლო მარჯვენა ფერდობზე მეწყრები და კლდეზვავებია განვითარებული. 2,5 კმ სიგანის მეწყრული უბანი გვხვდება ნასოფლარ საკვერეს ქვემოთ, სათავიდან 8 კმ-ის დაშორებით. იგი მდინარის კალაპოტამდე ჩამოდის და განვითარებულია თიხიან ნალექებში. უფრო ჩრდილოეთით, დიდრიყის ორივე მხარეზე მძლავრი მეწყრული სხეულებია, რომლებიც მდინარეს თითქმის 2 კმ სიგრძეზე გასდევს. მძლავრი ორმხრივი მეწყრებია ასევე სოფ. ხალდაბასთან, რომლებიც ზოგან ხეობას კეტავენ. 1946 წელს ორმხ-

რივი მეწყრის ჩამოსვლის შედეგად მდინარე შეგუბდა და წარმოიშვა 15-მდე სიღრმის ტბა, რომლის სიგრძე 4 კმ-ს აღწევდა. წყალი 6 წლის განმავლობაში ჭრიდა ბუნებრივ კაშხალს, რის შედეგადაც ტბა თანდათან დაშრა. დიდი მეწყრებია განვითარებული ახალდების სამხრეთ-აღმოსავლეთით, სიგრძით 1კმ-მდე და სიგანით 200მ.

სოფ. ჩარეკაულის მახლობლად დიდრიყე გამოდის ალაზნის ვაკეზე, სადაც მას მარჯვნიდან უერთდება შავკაბა. მარცხნივ, მთა გოდლისის სამხრეთ ფერდობზე განვითარებული მეწყერი ხეობის ფსკერამდე ჩამოდის და მას წყალი რეცხავს. აქ ხეობა 180-200მ-მდე ფართოვდება. მეწყრების გარდა ფერდობებზე მრავლადაა გაშიშვლებანი, ფლატეები, რომლებიც აგებულია თიხნარებით, მერგელებით, ქვიშაქვებით. ისინი ინტენსიურად იფიტებიან და დიდძალ მყარ მასალას ქმნიან მდინარისთვის. ეს კი გაზაფხულ-ზაფხულის მიჯნაზე ტურბულენტური ღვარცოფების წარმოქმნის საფუძველს იძლევა.

დიდრიყის მარჯვენა შენაკად შავკაბას ხეობაში ფერდობები მრავალ ადგილას იმეწყრება. მის სათავეში 3კმ სიგრძის მეწყერია, აქვე მ. სარჯაკლესთან ორმხრივი მეწყრული სხეულები მოძრაობენ.

აქტიურად მიმდინარეობს დესტრუქციული პროცესები შავკაბის შენაკადებში (სალესაგისხევი, ჭიკარტიანთხევი), რის გამოც აქ პერიოდულად მძლავრი ღვარცოფული ნაკადები წარმოიშვება.

აღსანიშნავია, რომ შავკაბის მარჯვენა სანაპიროზე, სოფ. ზემო ხოდაშენტან რამდენიმე წლის წინ აშენდა ღვინის ქარხანა “ბადაგონი”, რომელიც მდინარის კალაპოტიდან 70-80 მ-ითაა დაშორებული. ქარხნის გალავნიდან რამდენიმე ათეული მეტრის ზევით 150მ-ის სიგრძეზე განგრეული აქვს დამცავი ჯებირი და ჭალი-სზედა ტერასა ნაპირიდან 50-70 მ-ის დაცილებით გამორეცხილია. ძლიერი წყალმოვარდნის და ღვარცოფული ნაკადის წარმოქმნის შემთხვევაში ქარხნის ნაგებობები აუცილებლად დაზიანდება. ამის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია აღდგეს დამცავი ჯებირი, რაც ალბათ ქარხნის საზრუნავია. გაურკვეველია, რა მოსაზრებებით ხელმძღვანელობდნენ ქარხნის დამპროექტებლები, როცა ასეთ ძვირადღირებულ კომპლექსს ასე ახლოს აშენებდნენ ღვარცოფსა-შიში მდინარისაგან.

შავკაბას შესართავიდან ქვემოთ, 1,5 კმ-ზე, დიდრიყეს მდ. ერხვა უერთდება, რომლის ხეობაში ღვარცოფული კერებია განვითარებული თიხა-ქვიშიანი გაშიშვლებებისა და მეწყრების სახით; შედეგად, მდინარის ზემო წელში სტრუქტურული ღვარცოფები წარმოიქმნება, რის გამოც ხშირად ზიანდება სოფ. ზემო ხოდაშენი და ოჟიო. XX სკ-ის 80-იან წლებში მდ. დიდრიყის ღვარცოფისგან მიყენებულმა ზარალმა აიძულა სოფ. ხორხლის შუაუბანი აყრილი-

ყო და სოფლის დასავლეთით და აღმოსავლეთით გადასახლებულიყო.

მდ. ჩუმათხევი სოფ. იყალთოს შუაზე ჰკვეთს. ხეობის შუა ნაწილში, ცივის წყების თიხიან-ქვიშიან ქანებში, გვხვდება ორმხრივი მეწყრები, გაშიშვლებანი, რის გამოც აქ ტურბულენტური ღვარცოფები წარმოიქმნება.

მდინარე თურდო ერთ-ერთია ალაზნის მარჯვენა ღვარცოფულ შენაკადებს შორის. სათავეს იღებს გომბორის ქედზე, მ. ჟატიშთის (1876მ) ჩრდილო ფერდობებზე, რომლებიც ძლიერ დანაწევრებულია. აქ, ცივის წყების ქვიშარებისა და თიხნარების მძლავრი გაშიშვლებების ზოლში, ფლატეების სიმაღლეები 0,5 – 1კმ-ის ფარგლებში მერყეობს, ხოლო სიგანე 6კმ-ს აღწევს. თურდოს ზემო წელის დასავლეთის მხარის შენაკადები სათავეს იღებენ მ. გომბორისა (1840) და მ. ცივის (1712მ) ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე. აქ ისინი მძლავრ მეწყრულ სხეულებს კვეთენ. აქ მკაფიოდ ჩამოყალიბებული ბედ-ლენდებია, სადაც ინტენსიური გამოფიტვა მიმდინარეობს, ასევე დენუდაცია, ეროზია, მეწყრები. ღარტაფებში მუდმივად გადაადგილდება მყარი მასალა და ფერდობების მისადგომებზე გროვდება. გაშიშვლებანი, მდინარის სათავეში არსებული მაროსებური მოყვანილობისა და ეროზიით მკვეთრად და დასერილი. ეს ხელს უწყობს აქ წარმოქმნილი ღვარებისა და ლანქერთა ნაკადების თავმოყრას უშუალოდ ხეობაში და წყლის ეს უზარმაზარი მასა, მყარ მასალასთან ერთად, დიდი სისწრაფით გადაადგილდება. აღსანიშნავია თურდოს შენაკადები – მღვრიე და საბელისწყალი. მდ. მღვრიეს ხეობის ზემო და შუაწელში განვითარებულია 80მ სიგანისა და 2კმ-მდე სიგრძის მოძრავი მეწყერი, რომელიც თიხნარებისა და კირქვის ლოდებისგან შედგება. აქვე გვხვდება მეწყრული ტბები. მოძრავ მასას აღმოსავლეთით გასდევს 250მ-მდე სიმაღლის ფლატე, სადაც ქვიშაქვები, კირქვები და თიხნარები შიშვლდება. ისინი ინტენსიურად იფიტებიან, რითაც ქმნიან როგორც მეწყრის, ასევე ღვარცოფული ნაკადების კვების არეს. თურდოს მარცხენა მხრიდან უერთდება მდ. შაბელი-სწყალი; სათავეს ფერდობები ძლიერ დამეწყრილია, რასაც ართულებს გაშიშვლებებზე მიმდინარე გამოფიტვის პროცესები. შედეგად ყალიბდება ტურბოლენტური ღვარცოფული ნაკადები, არა გამორიცხული სტრუქტურული ღვარცოფის ჩამოყალიბებაც. თურდოს ხეობა სოფ. თეთრიწყლების ქვემოთ მკვეთრად ფართოვდება და 1,5კმ სიგანეს აღწევს. ალაზნის ვაკეზე მდინარე საკმაოდ ფართო (70X80მ) გამოზიდვის კონუსებს ქმნის.

მდინარის სათავეებში მოსალოდნელია სტრუქტურული ნაკადების წარმოქმნა, რომლებიც სავარაუდოდ შუა წელამდე ჩამოაღწევენ. უფრო ხშირად კი ტურბულენტური ღვარცოფები წარმოიქმნება, რომელთა გავლენა სოფ. ყარაჯალამდე შეიმჩნევა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, დესტრუქციული პროცესები გომბორის, ქედის ჩრდილო ფერდობებზე ინტენსიურად მიმდინარეობს, რასაც ხელს უწყობს მცენარეული საფარის განადგურება ციცაბო ფერდობებზე ტყის უსისტემო ჭრის და გადაჭარბებული ძოვების შედეგად. ამის გამო ძლიერდება მდინარეთა ეროზია, ალაზნის ვაკეზე აკუმულაცია, იზრდება გამოზიდვის კონუსების ფართობი. ყოველივე ამას მოჰყვება სავარგულების აკარგვა, საცხოვრებელ-სამეურნეო ნაგებობების დაზიანება და შესაძლო მსხვერპლიც. ჩვენი აზრით, პირველ რიგში აღსადგენია დამცავი ჯებირი მდ. შავკაბას მარჯვენა ნაპირზე, ღვინის ქარხანა “ბადაგონთან”. აუცილებელია ასევე ღვარცოფდამჭერი ბარაჟების მოწყობა მდინარეთა შუა წელში, რათა შემცირდეს მყარი მასალის მის ქვემოთ გადაადგილება. სასურველია კალაპოტებიდან დაგროვილი ნაშალი მასის პერიოდული გამოტანა, რაც სამშენებლო ინერტულ მასალას წარმოადგენს. სანაპირო ზვინულები და ჯებირები, თუ ისინი ზუსტად შერჩეულ ადგილებში მოეწყობა, ასევე შეამცირებენ ღვარცოფული ნაკადებით მიყენებულ ზარალს.

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებას საფუძვლად უნდა დაედოს გეოგრაფების, გეოლოგების, ნიადაგმცოდნეების, ბოლოგების საფუძვლიანი, თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით ჩატარებული კვლევა-ძიების შედეგები. მხოლოდ ასეთი კომპლექსური მიდგომით შეიძლება ამ ფრიად აქტუალური პრობლემის სასურველ დონეზე გადაჭრა და დიდი მატერიალური ზარალის შემცირება, რაც ძალზე ხშირად მოსდის საქართველოს ამ ეკონომიკურად უმნიშვნელოვანეს მხარეს.

### **ლიტერატურა:**

1. ჩანგაშვილი გ. ღვარცოფული მოვლენები შიდა კახეთში. გამომცემლობა ”მეცნიერება”, თბილისი, 1984 წ. 240 გვ.

## **MERAB GONGADZE**

### **EXODINAMICAL PROCESS ON THE NORTH SLOPE OF THE GOMBORI MOUNTAIN**

In this survey we considered the exodinamical process on the north slope of the Gombori mountain. This process is caused by unsystematical cutting of the trees on the slopes and also overfulfilled shepherding. Mud-rock floods is developing, particularly in the valleys of Matany, Shavkala, Didi-Ruke, Turdo and Ckisishevy.



## გალსაზ ღმინჯილია

### ველნესის ინფსტრუქციის ტურისტულ-რეკრეაციული ბაზა საქართველოში

ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრებისათვის დამახასიათებელია სტრესები, ემოციური გადატვირთვა და ჰიპოდინამია. ადამიანი საჭიროებს ხარისხიან და ხელმისაწვდომ პროფილაქტიკას, გამაჯანსაღებელ დასვენებას, რომლებიც დღეს სანატორიუმებში, პროფილაქტორიუმებში, სპა და ველნეს ცენტრებში ხორციელდება.

ტერმინი "სპა" წარმოებულია ბელგიის კურორტ სპა-დან, რომელიც ცნობილია თავისი მინერალური წყლებით. ტერმინი "ველნესი" ახალი სიტყვაა და მისი პირდაპირი თარგმანი არ არსებობს. აზრობრივად კი ეს არის კარგი გუნება-განწყობილება.

ჯანმრთელი ცხოვრების წესი ამჟამად "მოდაშია". დამსვენებლებიც, რომლებიც მიემგზავრებიან ახალი ემოციებისა და რელაქსაციის მისაღებად, ცდილობენ ისე გაატარონ დასვენების პერიოდი, რომ ნაკლები მზის დამწვრობები და სხვა ცუდი მოვლენებები დარჩეთ. შინ დაბრუნებულ ტურისტებს ერთი სურვილი აქვთ, თავიანთ ახლობლებს აჩვენონ დასვენების შედეგად გაკაჟებული სხეული, მშვიდი და გაწონასწორებული სახე და უამრავი დადებითი ემოცია. ყოველივეს უზრუნველყოფა მხოლოდ სპა კურორტებზეა შესაძლებელი.

დიას, ველნეს ცენტრები-ესაა სპეციალური დიეტის, სხვადასხვა წყლის პროცედურების და მასაჟოთერაპიის ერთობლიობა. თურისტები თავიანთი ფინანსური შესაძლებლობებიდან და ასევე თავისუფალი დროიდან გამომდინარე არჩევენ კურორტსა და პროგრამას. შემდგომ დამსვენებლები ექიმის კონსულტაციის შესაბამისად ადგენენ ინდივიდუალური კვებისა და პროცედურების სპეციალურ კომპლექტს.

არსებობს რეკომენდაციები, რომლის გათვალისწინება ველნეს თერაპიის დროს აუცილებელია. აქ ექიმ კურორტოლოგის მეთვალყურეობის ქვეშ უნდა მოხდეს, როგორც წყლის აბაზანების, ასევე სხვა პროცედურების მიღება. აქ რეკრეანტის დამოუკიდებელ ქმედებას შეუძლია გაჯანსაღების ნაცვლად, დასნეულება გამოიწვიოს. ასე, მაგ., მაღალი არტერიული წნევის მქონე რეკრეანტებისათვის მოსაფრთხილებელია, როგორც თერმული მინერალური წყლის პროცედურები, ასევე გამამხნეველებელი და სარელაქსაციო მასაჟები. ამ პროცედურებმა შეიძლება არტერიული ჰიპერტენზია და მიოკარდიული ინფარქტიც კი გამოიწვიოს. არც თერმული წყროების მიღებიდან მცირე დროში სამთო-სათხილამურო ტრავმებსზე დაშვებაა მიზანშეწონილი და ა.შ.[3].

არსებობს ცალკეული შეხედულებები, რომ ველნესი არ უნდა ასოცირდებოდეს სამკურნალო ტურიზმთან, ვინაიდან ამ ცნების

ქვეშ იგულისხმება დაავადების საფუძვლის პროფილაქტიკა. ეს მაშინ, როცა სამკურნალო ტურიზმი უფრო რეაბილიტაციაა, მიმართული ადამიანში უკვე არსებული დაავადებების განსაკურნებლად და ჯანმრთელობის აღსადგენად. გამაჯანსაღებელი ტურიზმი ხორციელდება ადამიანის ჯანმრთელობის უზრუნველყოფისათვის, შესაბამისად ხელსაყრელ ბუნებრივ და კლიმატურ პირობებში. არსებული ტურიზმი იყოფა ბალნეო-სამკურნალო, კლიმატურ-სამკურნალო, საზღვაო-სამკურნალო, ტალახით სამკურნალო და აქტიური დასვენების ფორმების მიხედვით.

დღეს მსოფლიოში არსებობს მრავალი კურორტი, რომელიც სპეციალიზებულია არა მარტო ამა თუ იმ დაავადებების განსაკურნებლად, არამედ უზრუნველყოფს მომხმარებლებს ანტიცისტრესული მარშრუტებითა და ფიტნეს ტურებით. დიდი პოპულარობით სარგებლობს მრავალრიცხოვანი თერმული წყაროები და ბალნეოკურორტები.

საბანაო მიმართულებით ფავორიტებს წარმოადგენს-იტალია, საფრანგეთი, ისლანდია და უნგრეთი. ისინი მეტწილად ტურისტებს სთავაზობენ ველნეს-ინდუსტრიისათვის დამახასიათებელ მომსახურებას. დღეს ამ ბაზარზე მომუშავე ყველა პირი ცდილობს ველნეს-ინდუსტრიის "მატარებელს დროულად შეახტეს" და ტურისტთა სურვილები, იყონ ჯანმრთელნი, ახალგაზრდულნი, წარმატებულნი და ხალასნი, უზრუნველყონ უმაღლეს დონეზე [4].

ტერმინი - ველნესი (ინგლ. ჰელენესს) პირველად გამოიყენა ამერიკელმა ექიმმა ჰელბერტ დანმა 1959 წელს. წიგნში - "უმაღლესი დონე ველნესი", მან ჩამოაყალიბა ჯანსაღი ცხოვრების წესის ძირითადი პრინციპები. სიტყვა "ველნესი" ნიშნავს შემდეგს: 1) აქტიური, სრულყოფილი ცხოვრების წესი; 2) სასიცოცხლო ძალების სწრაფი და ხარისხიანი აღდგენა; 3) რაციონალური კვება; 4) ყველა საკურორტო ფაქტორის გამოყენება; 5) ინდივიდუალურად შერჩეული ფიზიკური დატვირთვა; 6) კანის სწორი მოვლა; 7) ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგია [1].

ამერიკელი პროფესორის პოლ ზეი პილზერის წიგნმა "ველნესის რევოლუცია", მართლაც დიდი აჟიოტაჟი გამოიწვია მსოფლიოში. მისმა ვარაუდმა, რომ ველნეს-ინდუსტრიიდან აშშ-ში ბრუნვის მაჩვენებლები 1 ტრლნ აშშ დოლარს მიაღწევდა, გამართლდა. მისი შეხედულებით, მსოფლიო მოსახლეობაში ველნეს-ინდუსტრიისადმი ინტერესი მზარდია. დღევანდელი ცხოვრების რიტმი ჩქარია და ამიტომ ბუნებრივად ჩნდება მოთხოვნილება, ადამიანის ფიზიკური და სულიერი მდგომარეობის პარმონიულ შერწყმასთან დაკავშირებით, სტრესებისა და ნერვული აშლილობების თავიდან ასაცილებლად.

ძალიან აქტუალური და მოთხოვნადია მომსახურების სრული კომპლექტის ლოკალიზაცია ერთ კონკრეტულ ადგილას. იზრდება

ცხოვრების ტემპიც, ასევე კეთილდღეობასთან მიმართებაში იმ ადამიანთა მოთხოვნილებებიც, რომელთაც სურთ ამ მომსახურებით სარგებლობა. ახალი სოციო-კულტურული სტანდარტები საჭიროებენ მოთხოვნილებათა მიზნობრივ უზრუნველყოფას. დღეს უკვე ადამიანის "მოვლილობის" ხარისხზეა დამოკიდებული სოციალურ სფეროში მისი იდენტიფიცირება და პოზიციონირება, შესაბამისად კი მისი პროფესიონალური და პირადი წარმატება [5].

ველნესის მთავარი ამოცანა დაავადებებისა და, როგორც გარეგანი, ისე შინაგანი დაბერების ნიშნების თავიდან აცილება და პროფილაქტიკაა. ველნესი ადამიანის კარგი მდგომარეობის ფილოსოფიაა, მისი არსებობის ყველა – სულიერ, სოციალურ თუ ფიზიკურ სფეროში. ის ვინც ველნესის ფილოსოფიით ცხოვრობს, ასაკის მიუხედავად – იღბლიანი, წარმატებული და ენერგიით სავსე ოპტიმისტია. ის საკმაო ყურადღებას უთმობს თავისი სხეულის გარეგნულ მდგომარეობას, მისდევს ჯანმრთელი კვების პრინციპებს და იღებს ზომიერ ფიზიკურ დატვირთვებს. ამ ფილოსოფიის ძირითადი პრინციპებია:

- მოძრაობა;
- გონებრივი აქტიურობა;
- მოღუწება და ჰარმონია;
- სილამაზე და სხეულის მოვლა;
- დაბალანსებული კვება.

ველნესი, უპირველეს ყოვლისა, ცხოვრების სტილის შეცვლას გულისხმობს და არა რაიმე კონკრეტული დაავადების მკურნალობას.

2002 წლის კვლევებით ველნესის ძირითადი მომსახურებები მიმართული იყო პროფილაქტიკაზე (70%) და დასვენებაზე (23%). ველნესი, პირველ რიგში, განკუთვნილია ქალაქელებისათვის, რომლებისთვისაც, დაძაბული ცხოვრების რიტმისა და ხშირი სტრესების მიუხედავად, დამახასიათებელია არა ერთჯერადი დიდხნიანი შევებულება, არამედ მრავალჯერადი უიკენდი.

დღეს ფიტნესი ველნესის შემადგენელ ნაწილად განიხილება, რადგან ეს უკანასკნელი უფრო ფართო ცნებაა, რომელიც გულისხმობს დიეტოლოგიის, სარეაბილიტაციო პროგრამების, ფსიქოლოგიური გაჯანსაღების, სპა და სხვა პროცედურების კომპლექსურ გამოყენებას. ეს ყველაფერი ერთად იწვევს ფიზიკური ჯანმრთელობის გაუმჯობესებას, რაც, თავის მხრივ, სულიერი წონასწორობის აღდგენის საფუძველიც ხდება.

ველნესის აღჭურვილობა იყოფა ორ ჯგუფად:

- აქტიური ვარჯიშებისათვის განკუთვნილი (ტონუსური მაგიდები, ვაკუუმური ტრენაჟორები, იპოტრენაჟორები, ბალანს-პლატფორმები, ვიბრო-პლატფორმები და სხვა);

- პასიური პროცედურებისათვის განკუთვნილი (პრესოთერაპია, მანკოთერაპია, თერმოთერაპია ინფრაწითელი სხივებით, მასაჟის საწოლები და სხვა).

მიუხედავად გარკვეული განსხვავებისა, ტერმინში ჭეღვანელობის თოურისმ სხვადასხვა ქვეყნებში პრინციპული სხვაობა არ არის. ვეღნეს ტურისტები – ყველაზე ხშირად, საკამოდ კარგი ჯანმრთელობის მქონე ადამიანია, რომლებიც დედამიწის პრაქტიკულად ჯანმრთელი მოსახლეობის 7-8%-ს შეადგენს. გარდა ამისა, ვეღნეს ტურისტები არიან ჯანმრთელობის რეზერვების გაზრდაში დაინტერესებული ადამიანები, რომლებიც ცდილობენ თავიდან აიცილონ ქრონიკული დაავადებების გამწვავებადები, დამატებითი დასვენების დღეებით.

"მედგრუპ ჯორჯიას" დამფუძნებელმა, მედიცინის დოქტორმა თამაზ მჭედლიძე აღნიშნავს, რომ "ამერიკაში ვეღნეს ინდუსტრიას ტრილიონი დოლარის ბრუნვა აქვს. საქართველო ამ მიმართულებისთვის ასე პროცენტით იდეალური ქვეყანაა. მსოფლიოში ძალიან მოთხოვნადია ვეღნეს კურორტები და ე.წ. ანტი ეიჯ მედიცინა. ეს კურორტი საქართველოში ძალიან მდიდარ ხალხს მოიზიდავს, ვისაც შესაძლებლობა აქვს დიდი თანხა დატოვოს ჩვენს ქვეყანაში".

კომპანია "მედგრუპ ჯორჯია" 2007 წლის 24 მაისს დაფუძნდა. მისი საქმიანობის ძირითად მიმართულებას გამაჯანსაღებელი კომპლექსების შექმნა წარმოადგენს, რისი საბოლოო მიზანიცაა საქართველოს ვეღნეს ინდუსტრიის ცენტრად გადაქცევა.

ბევრი ვეღნესს სამედიცინო ტურიზმთან აიგივებს. დეალურად იგი, ამ უკანასკნელისგან განსხვავებით, რეაბილიტაციას და ჯანმრთელობის

აღდგენას კი არ ემსახურება, არამედ დაავადებათა პირველად პროფილაქტიკას და ინდივიდის გაახალგაზრდავებას გულისხმობს.

ჩვენს ეპოქაში ერები ახალი გამოწვევების წინაშე დადგნენ. გლობალიზაციამ და ინტერნეტ ტექნოლოგიებმა არა მარტო ტერიტორიული, არამედ კულტურულ საზღვრებიც გააქრო. დიდ სახელმწიფოებს უკვე დანაწილებული აქვთ ე.წ. გავლენის სფეროები; მაგალითად, ამერიკის შეერთებული შტატები მსოფლიოს პოლიტიკური, სამეცნიერო და ფინანსური დომინანტია, ჩინეთი - იაფი პროდუქციის უკონკურენტო მწარმოებელი; იაპონია მაღალი ტექნოლოგიების ლიდერია, საფრანგეთი - მოდისა და ღვინის მქა და ა.შ. მცირე ერების მრავალსაუკუნოვან კულტურას და ტრადიციებს გაქრობის საფრთხე დაემუქრა. ასეთ სიტუაციაში გადარჩენის ერთადერთი გზა ცივილიზაციისთვის რაღაც განსაკუთრებული, საინდივიდუალური ბრენდკოდის შეთავაზებაა.

საქართველოს უნიკალური ბუნება, მრავალფეროვანი კლიმა-

ტური ზონები, ზღვა, მთები, მდინარეები, ტყეები, სხვადასხვა სახეობის მინერალური წყლები, სამკურნალო მცენარეები, ბალნეოლოგიური რესურსები, მრავალსაუკუნოვანი ქართული კულტურა და ტრადიციები, თანამედროვე სამეცნიერო მიღწევებთან ჰარმონიზაციის გზით გააძლევს შანსს გავხდეთ მსოფლიო ველნეს ინდუსტრიის ცენტრი. სამეცნიერო პარადიგმა, რომელზედაც დაყრდნობით შეიქმნა ბიოლი ველნეს კონცეფცია, გულისხმობს ჯანმრთელობის შენარჩუნებას ადამიანის უჯრედის დონეზე, მასში მიმდინარე ოქსიდაციური სტრესის მართვის მეშვეობით.

„ბიოლის“ იდეის ხორცშესხმის პროცესში შემუშავებულ იქნა „ბიოლი“ ველნეს დიაგნოსტიკის მეთოდების ექსკლუზიური კომპლექსი (ოქსიდაციური სტრესის მაჩვენებლები, სხვადასხვა მიკროელემენტებისა და ტოქსიკური მძიმე მეტალების შემცველობის 50-მდე სხვადასხვა პარამეტრი, ორგანიზმის ფიტნეს პროფილი და ვეგეტატური რეგულაციის ტიპი, სპეციალურად შემუშავებული ველნეს პროფილის კითხვარი), რომლის მშვეობითაც მიღებული მონაცემების საფუძველზე ველნეს-თერაპევტების მიერ ხდება ინდივიდუალური ველნეს პროგრამების შედგენა და განხორციელება.

თითოეული პროგრამა მოიცავს ნატურალური პროდუქტებითა და მრავალფეროვანი ენდემური ფიტოდანამატებით დაბალანსებულ კვებას,

სხვადასხვა ტიპის ანტისტრესულ ფიზიკურ აქტივობებს, სპა პროცედურებს, დეტოქსიკაციის საშუალებებს, მრავალფეროვან აპარატულ მეთოდებს, ძილის რეგულაციისა და გაჯანსაღების პროცედურებს.

გამაჯანსაღებელი პროგრამების ეფექტის მდგრადობასა და გაძლიერებას უზრუნველყოფს „ბიოლის“ ლანდშაფტურ-არქიტექტურული ფაქტორი, უნიკალური ხედები, მთის კრისტალურად სუფთა ჰაერი, მრავალფეროვანი კულტურული ღონისძიებები, ეროვნული სამზარეულოსა და ღვინის იშვითი ჯიშების დეგუსტაციის სასიამოვნო სადამოები [6].

ანალოგიური, ოღონდ მცირე მასშტაბების ველნეს ცენტრები საქართველოს სხვა რეგიონებშიც გვხვდება. განსაკუთრებით გამოირჩევა ახალციხეში, რაბათის კომპლექსში არსებული "ჯინო ველნესს რაბათი".

სასტუმროს ღირშესანიშნაობას წარმოადგენს ველნეს-სპა ცენტრი რომელიც მოიცავს რამოდენიმე ტიპის საუნას:

- საუნა სურნელოვანი არომატებით საუკეთესო საშუალებაა მოდუნებისა და რელაქსაციის მისაღწევად.
- საუნა მარილის ორთქლით ატენიანებს, არბილებს და კანის ზედაპირს ამდიდრებს იოდით, აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას.

საუნა მენტოლის და ევკალიპტის მონაცვლეობითი არომატე-

ბით ხელს უწყობს სასუნთქი გზების სტიმულირებას.

ჯაკუზი, რომაული საუნა, ფინური მშრალი საუნა, ცივი წყლის აუზი, ზღვის კენჭებიანი აუზი ფეხის ჰიდრო-მასაჟორით, მინი ბარი, გამაგრილებელი სასმელებით, სასიამოვნო მუსიკა, რომელიც ისმის მთელ საუნაში და საუნის შემდგომი მოსასვენებელი ადგილი - ტეპიდარიუმი, ერთობლიობაში ქმნის განსაკუთრებულ მყუდრო გარემოს სრული რელაქსაციისა და ამაღლებული განწყობის შესაქმნელად [7].

ამრიგად, ველნესი ეს არის ინდუსტრია, რომელიც საშუალებას იძლევა მომხმარებლებს გაუხანგრძლივოს ახალგაზრდობა, სასიცოცხლო ტონუსი და შეარბილოს სიბერის დადგომა. ველნესის სტილში ცხოვრება შესაძლებელს ხდის თავიდან ავიცილოთ ჩვენი "საუკუნის ცივილიზაციის" დაავადებები—ინფარქტი, შაქრის დიაბეტი, ჰიპერტონია, გულ-სისხლძარღვთა და საყრდენ-მამოძრავებელი სისტემის დაავადებები. არსებული ინდუსტრია ჯანსარი ცხოვრების წესსა და "სწორად ცხოვრებაზე" ორიენტირებული, რაც ბუნებასა და საზოგადოებას შორის ჰარმონიული დამოკიდებულების პროცესში მიიღწევა. საქართველო კი თავისი ლანდშაფტური მრავალფეროვნების, ბუნებრივ-რეკრეაციული რესურსების სიუხვის, ჯანსარი "ბიოსაკეებისა" და ბუნებრივი ფოტოდანამატების გამოყენებით, მიზნობრივი მენეჯმენტის პირობებში თავისუფლად შეიძლება გადაიქცეს ველნეს-ინდუსტრიის ცენტრად კავკასიის რეგიონში.

### ლიტერატურა:

1. ერქომაიშვილი გ. ველნეს (Wellness) ინდუსტრია და მისი განვითარების სტრატეგია საქართველოში. ჟურ. "ეკონომიკა და ბიზნესი". თსუ, 2013წ.
2. ყუფარაძე გ. სამკურნალო ტურიზმი, სამედიცინო ტურიზმი და ველნესის ფილოსოფია. რიგოდ რობაქიძის სახელობის უნივერსიტეტის შრომები. თბ. 2014წ.
3. <http://vmesta.com/a257-tendentsii-razvitiya-spa-i-wellness-turizma-.html>
4. <http://www.inflora.ru/diet/diet193.html>
5. <http://www.paulzanepilzer.com/books/opm-htm>
6. <http://mg.ge/?cat=1&lang=geo>.
7. <http://gino.ge/index.php?cat=spa>

## **MALKHAZ GHVINJILIA**

### **TOURING-RECREATION BASIC OF WELLNESS INDUSTRY IN GEORGIA**

Nowadays in the world there are many resorts specialize not only in treatment of particular disease, but also provide customers with anti-stress routes and fitness tours. The numerous thermal springs and balneology resorts are very popular with tourists. It is very important and vital the localization of complete set of services in one particular place. It is increasing a rate of life and well-being in relation to the needs of the people who wants to use this service.

The main task of wellness is to avoid diseases both external and internal signs of aging and its prevention. Wellness is a modern concept of the healthy lifestyle, human's good condition philosophy in all spheres of its existence - mental, social and physical.

Georgia's unique nature, the various climatic zones, the sea, mountains, rivers, and forests, various mineral waters, medical herbs, balneological resources, the centuries-old Georgian culture and traditions and the modern scientific achievements through harmonization gives us the chance to become a world center of the Wellness industry.

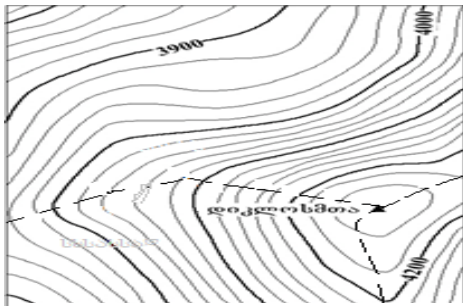
In this regard, it is worth noting the complex Wellness Centers the Rabat positioning of Boil and Gino in the Georgian market, not only for the Georgian, but also foreign tourists consumers. It will play an important role in the future of the tourism industry.

**რეზიუმე თეორეტიკულ, რეალური ნიშნის მქონე,  
თეორიული ბოლომდე, თანამართლებელი**

**საქართველოს სხვადასხვა სახეობის ჩრდილო-აღმოსავლეთ  
მონაკვეთის ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი**

აქტუალობა. სახელმწიფო საზღვრების ჩამოყალიბებას მრავალი ფაქტორი განაპირობებს. მათ შორის მეტად მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია სასაზღვრო ზოლის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებებს, ამიტომ სახელმწიფოთა შორის გამმიჯნავი საზღვრების განსაზღვრას წინ უნდა უძღოდეს გამყოფი ზოლის სრულფასოვანი კარტოგრაფიულ-გეოგრაფიული კვლევა, რომელიც მოიცავს როგორც არსებული კარტოგრაფიული მასალის კვალიმეტრიულ ანალიზს, ისე ადგილობრივი გეოგრაფიული პირობების შესწავლას.

როგორც კვლევამ გვიჩვენა სამხრეთ კავკასიაში და საერთოდ, პოსტსაბჭოურ სივრცეში, ასეთი კომპლექსური მიდგომა არც ყოფილა გამოყენებული და როგორც საარქივო მასალები გვარწმუნებს, იგი მხოლოდ რესპუბლიკებს შორის სამეურნეო ტერიტორიების უბრალო გამიჯვნის პრინციპს ეყრდნობოდა. 1990-იან წლებში დამოუკიდებლობის აღდგენამ სამხრეთ კავკასიის სახელმწიფოები ახალი გამოწვევების წინაშე დააყენა. რესპუბლიკებს შორის არსებული ადმინისტრაციული საზღვრის სახელმწიფო საზღვრის სტატუსამდე აყვანამ გამმიჯნავ ზოლში რიგი პრობლემები წარმოშვა. მათ შორის უცილობლად უნდა დასახელდეს საზღვრის შეუთანხმებელი მონაკვეთების დელიმიტაცია-დემარკაციის საკითხიც.



**ნახ. 1. საზღვრის საზღვრის  
მდებარეობა დიკლოს მთასთან**

პოსტსაბჭოთა ქვეყნებს შორის საზღვრის დელიმიტაცია-დემარკაციისა და ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებათა გათვალისწინების გარეშე, აგრეთვე მხოლოდ ზოგადი შეთანხმების დონეზე საზღვრის გატარების პრაქტიკის ნეგატიურმა შედეგებმა თავი განსაკუთრებით იჩინა საქართველოს სახელმწიფო მიჯნის სენსიტიურ მონაკვეთებზე. ასეთ უბნებს

შორისაა ჩვენი კვლევის ობიექტი - მონაკვეთი მთა დიკლოსმთიდან მთა ტინოვროსომდე, რომელიც დაახლოებით 161.60 კმ-ს შეადგენს და პირობითად შეიძლება მივიღოთ სახელმწიფო საზღვრის ჩრდილო-აღმოსავლეთ მონაკვეთად. კვლევის ობიექტად ამ მონაკვეთის



შერჩევა ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების სირთულემ, საზღვრის ტიპების მრავალფეროვნებამ, მსოფლიო პრაქტიკაში დამკვიდრებული სახელმწიფო საზღვრის გატარების წესების უგულვებლყოფამ და შეუთხმეველი მონაკვეთების სიმრავლემ განაპირობა. 25,000 და 100,000 მასშტაბების სატელიტური და ტოპოგრაფიული რუკების კარტომეტრიულ-გეოგრაფიულმა ანალიზმა გამოავლინა, რომ სამეცნიერო და სასწავლო ლიტერატურაში დამკვიდრებული აზრი - საქართველო-რუსეთის საზღვარი მიუყვება კავკასიონის მთავარ ქედს სრული სიზუსტით წარმოჩინდება საქართველოს საზღვრის მხოლოდ ჩრდილოეთ მონაკვეთის გასწვრივ - მთა აგეფსთიდან მთა დიკლოსმთამდე. საბჭოთა ტოპოგრაფიული რუკების მიხედვით სახელმწიფო მიჯნის ხაზი აქ ძირითადად მართლაც გასდევს კავკასიონის მთავარ ქედს და მისგან „გადახრას“ არ აქვს ადგილი.

საკვლევი მონაკვეთი იწყება კავკასიონის მთავარი ქედის გვერდითა - თუშეთის ქედის მწვერვალ დიკლოსმთიდან, შემდეგ მიუყვება სამხრეთისაკენ ორიენტირებულ ბუციბაცის ქედს 10 კმ მანძილზე და მხოლოდ 42 კმ-ის შემდეგ კვლავ მთავარ ქედს გასდევს. დიკლოსმთის (ჩეჩ. დუკლუიუ-ლამ - „მთა თოვლიან ქედზე“) მრავალმწვერვა-ლიანი მასივი მდებარეობს თუშეთის კავკასიონზე. აქ ყველაზე მაღალია ცენტრალური დიკლოსმთა ( $H=4285,1$ ;  $f=42^{\circ}31$ ,  $\lambda=45^{\circ}46$ ), ასევე მნიშვნელოვან აბსოლუტურ სიმაღლეს აღწევს აღმოსავლეთი ( $H=4275,1$ ) და დასავლეთ დიკლოსმთა ( $H=42,1$ ) (4). მასივი მეზობელი მწვერვალებისაგან და მთის მასივებისაგან გამოყოფილია უღელტეხილებით: აღმოსავლეთი ( $H=3780$  მ), დასავლეთი დიკლოსმთა ( $H=3715$  მ) და ნისლია ( $H=38770$  მ). მასივის გამყინვარება მნიშვნელოვანია. ცხრა მყინვარის საერთო ფართობია 5,1 კმ<sup>2</sup>. დიკლოსმთის ასეთი რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურება დელიმიტაცია-დემარკაციის პროცესში საზღვრის პერიმეტრის ცალსახად განსაზღვრას აუცილებლად შეუქმნის საფრთხეს.

დიკლოსმთიდან საზღვარი სამხრეთის მიმართულებით მიუყვება ბუციბაცის ქედის თხემს და აღწევს უღელტეხილ სარმაღელემდე ( $H=2596,0$ ). საზღვრის ხაზი არ სცილდება ქედის თხემურ ნაწილს. სასაზღვრო ზოლის ორივე მხარე ძირითადად უტყეოა (ხემცენარეულობა მხოლოდ მდინარეთა ხეობებშია შემორჩენილი) და აღპირ საძოვრებს უკავია. ჰიდროგრაფიული ქსელი მდ. ანდის ყოისუს მარცხენა შენაკადებითაა წარმოდგენილი. მყინვარები მხოლოდ 5 კმ-ის მანძილზე (აკარაბაკის ქედამდე) მიუყვება საზღვარს. საგზაო ქსელი სუსტადაა განვითარებული - წარმოდგენილია ნასახლარ იბცოხისა (საქართველო) და სოფ. ხუშეთის (აზერბაიჯანი) შემაერთებელი საველე გზით. საგზაო კომუნიკაციის ასეთი სიმწი-

რე სასახდვრო ზოლში მიგრაციული პროცესებითაა განპირობებული. თუმცა ბოლო პერიოდში საქართველოში ტურიზმის განვითარების სახელმწიფო პროგრამის ამოქმედება ასეთი რთული მონაკვეთების აღორძინების პერსპექტივას ქმნის. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ იბცოხში მდებარე კოშკები, რომელთა ჩართვა ტურისტულ მარშრუტში, აქ მოსახლეობის დაბრუნებას შეუწყობდა ხელს.

უღელტეხილიდან საზღვრის ხაზი მდ. ანდის ყოისუსკენ ეშვება და მისგან 430 მეტრში პირველად სცილდება ქედის თხემურ ნაწილს, გადადის მის ერთ-ერთ შენაკადისკენ და აქედან მოყოლებული მონაცვლეობით დებულობს სამდინარო საზღვრის სტატუსს, ან უბრუნდება წყალგამყოფებისა და ქედების თხემებს, თუმცა ხშირად მათ ფერდობებზეც გადაინაცვლებს ხოლმე. საზღვრის ეს ნაწილი 2500 მ სიმაღლემდე ტყიანია, თუმცა გამეჩხერების კვალიც ატყვია.



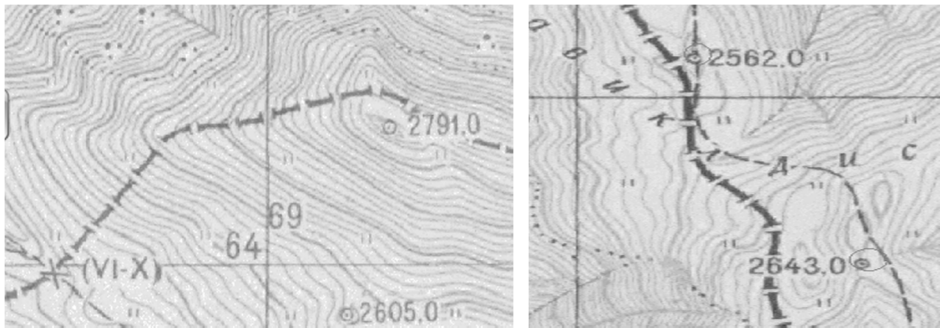
ნახ. 2. საზღვრის ხაზის მდებარეობა მთა ბეჟირასთან

ხეობიდან გამოსული საზღვრის ხაზი კვეთს რა ბეჟირის მერიდიანული მიმართულების ქედს, მარცხნიდან უვლის მთა ბეჟირას (H=3335,0 მ), ადის ახატლის ქედზე და მიუყვება მდ. ანდის ყოისუს შენაკადების წყალგამყოფს (ნახ. 2). 1: 25,000, 1:10,000 მასშტაბის რუკების ანალიზმა აჩვენა, რომ გამმიჯნავი ხაზი აქ ძირითადად მიუყვება წყალგამყოფს, თუმცა ადგილებში გარს უვლის რელიეფის ისეთ

დადებით ფორმებს, როგორცაა ბორცვი, მთის მწვერვალი (მთების ხელთას, მცირე კაბადნიას, ოფუწყალის-წვერის მწვერვალები, სიმაღლე 3028.3 მ. და სხვ.) რითაც იქმნება შთაბეჭდილება, რომ დარღვეულია საზღვრის წყალგამყოფებზე გატარების პრინციპი. თუმცა არაა გამორიცხული, რომ ეს რუკის შეცდომებიც იყოს. მთა ნაციდრისწვერთან (H= 3102,0 მ) ხაზი გადადის კავკასიონის მთავარ ქედზე. ამასთან, საკუთრივ მწვერვალი რჩება საქართველოს მხარეს. ამ მონაკვეთზე აბსოლუტური სიმაღლეები 3,000 მ-ზე დაბლა არ ეშვება. საზღვარი ძირითადად მთავარი ქედის მიმართულებით არის ორიენტირებული, თუმცა ხშირად იცვლის ორიენტაციას - სამხრეთული მიმართულებიდან გადადის სამხრეთ-დასავლეთისაკენ, შემდეგ კი სამხრეთულ და სამხრეთ-აღმოსავლურ მიმართულებას დებულობს. იგი აქაც ხშირად სცილდება მის თხემს და გვერდით ქედებზეც გადადის ხოლმე. ამასთან, საზღვრის ხაზი

ადგილებში გატარებულია მთის ფერდობებზე და წყალგამყოფისგან მოშორებით (ნახ. 3), ისევე როგორც არამართებულადაა გატარებული იგი წყალსატევებზე (ტბებზე), ვინაიდან სარკის ფართობები ხშირად მეზობელ სახელმწიფოებს შორის არათანაბრადაა გადანაწილებული.

ამრიგად საზღვრის ხაზის გატარების საერთაშორისოდ აღიარებული წესები აქაც დარღვეულია - სახელმწიფო მიჯნის მიღმა რჩება რელიეფისა და ჰიდროგრაფიული ქსელის გამორჩეული ობიექტები: მწვერვალები, მდინარეები, წყალგამყოფები. 1:10,000 - 1:100,000 მასშტაბის ტოპოგრაფიულ რუკებსა და მათ ელექტრონულ ანალოგებზე ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლინდა ათეულობით ასეთი შემთხვევა. საზღვრის მიმდებარე ტერიტორია უკავია ალპიურ სამოვრებს, რომელიც მდიდარია ჰიდროგრაფიული ქსელით - მდინარეების ანდის ყოისუსა და ალაზნის შენაკადებით;



**ნახ. 3. ა, ბ. საზღვრის ხაზის არასწორი მდებარეობა წყალგამყოფისა და სიმაღლის მიმართ**

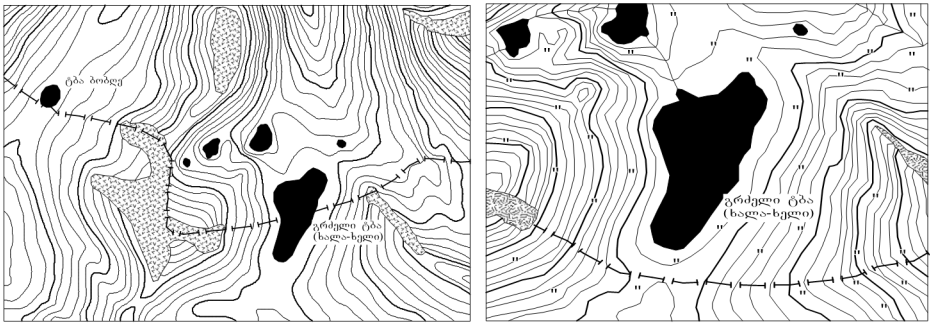
ალაგ-ალაგ გეხვედება პატარ-პატარა ტბები და მცირე ფართობის ყინვარები. საგზაო ქსელი წარმოდგენილია ბილიკებით, რომლებიც ხან მიუყვებიან საზღვარს, ხან კი კვეთენ მას. უნდა აღვნიშნოთ, რომ მთავარი ქედი აქ უფრო დაბალი ჰიფსომეტრიული მაჩვენებლებითაა წარმოდგენილი, რამაც განაპირობა სასაზღვრო ზოლში და უშუალოდ მის სიახლოვეს ბილიკებისა და საზაფხულო სადგომების სიმრავლე (ნახ. 4). უღელტეხილ მუშაკიდან ( $H=2157.2$  მ) მთა ლაყესთავამდე ( $H=2722.3$  მ) მონაკვეთზე ტყე ისევ მჭიდროდ უახლოვდება საზღვრის ხაზს, თუმცა გაკაფული მასივები აქაც ხშირადაა. კოშიმარის ქედიდან რელიეფი კვლავ სცილდება 3,000 მ-იან ნიშნულებს, საზღვრის ხაზი ამ მონაკვეთზე უფრო ხშირად წყალგამყოფსა და ქედების თხემურ ნაწილს მიუყვება, თუმცა შეუსაბამოებები ამ მონაკვეთზეც გეხვედება (მ. ნუხულოსა,  $H=2928.7$  მ, სიმაღლე 2811.0 მ). უღელტეხილ მსხალ-გორიდან საზღვრის ზოლი ჰიდროგრაფიული თვალსაზრი-

სით მეტად მდიდარ მხარეში ხვდება, აქ 20-ზე მეტი მხოლოდ დიდი და პატარა ტბა ფიქსირდება (ტბები: მარმომი, ბოშლე ხელ, ხალა-ხელ (გრძელი ტბა), მახლა-ხელ დას ხვ.



ნახ.4. საზაფხულო სადგომები და ციხესიმაგრე

ამასთან ხშირია სახელმწიფო მიჯნის ჰიდროგრაფიულ ობიექტებზე გატარების საერთაშორისოდ აღიარებული პრაქტიკის უგულებელყოფა. ასე მაგალითად, საზღვარი ტბა ბოშლე ხელთან ისეა გატარებული, რომ ის მთლიანად რუსეთის იურის დიქციის ქვე შაა მოქცეული, მაშინ როდესაც მისგან გამომავალი მდინარე შრომის ხევი მთლიანად საქართველოს ტერიტორიაზე მიედინება. ძალიან საინტერესო მდებარეობა ფიქსირდება აგრეთვე გრძელ



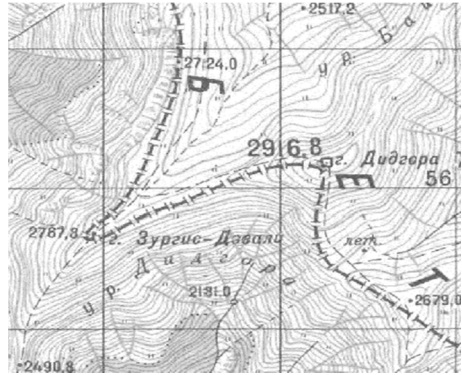
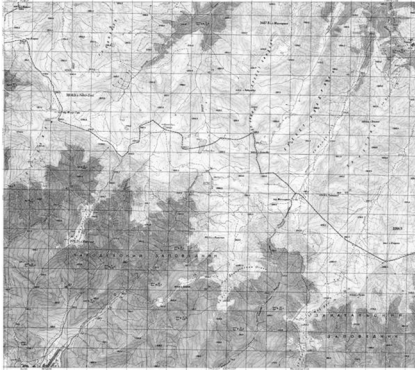
ნახ. 5. საზღვრის მდებარეობა გრძელ ტბაზე (1:25,000) და მის სამხრეთით (1:10,000) მასშტაბის რუკებზე

ტბასთან (ხალა-ხელ), სადაც საზღვრის ხაზის მდებარეობა სხვადასხვა წლებში გამოშვებულ და სხვადასხვა მასშტაბის რუკებზე განსხვავებულადაა დაფიქსირებული. ასე მაგალითად, ნახ. 5-ზე, ნახ. 6-ზე და 7-ზე ნაჩვენებია საზღვრის ხაზის მდებარეობა

1:25,000 - 1:10,000 მასშტაბის რუკებზე [2]. ნახ. 5-ის პირველ ფრაგმენტზე საზღვარი კვეთს ტბას, თუმცა მისი ფართობი მეზობელ სახელმწიფოებს შორის არათანაბრადაა გადანაწილებული ( $S_{რუს.}=102163მ^2$ ,  $S_{საქ.}=69239მ^2$ ), ხოლო მეორე ფრაგმენტზე უკლის რა მას სამხრეთიდან, მთლიანად რჩება რუსეთის ფედერაციის მფლობელობაში. ამასთან, „ტბების რაიონსა“ და მთა ტინოვანდის ყოისუსა და ალაზნის შენაკადებით; როსოს შორის მონაკვეთზე, საზღვარი ადგილებში მთის ფერდობებზეცაა გატარებული და რამდენიმე კილომეტრითაც არის დაშორებული მთავარი ქედის ისეთ მწვერვალებს, როგორცაა ჩოდორი დაგი ( $H=3570,8$  მ), და ტინოვროსო\* $\square$   $H=3374,0$ მ, [საქართველოს, რუსეთის ფედერაციისა და აზერბაიჯანის საზღვრების შესაყარი 1.510 მეტრითაა დაშორებული მთა ტინოვროსოდან, თუმცა ზოგიერთი მონაცემით მათი მდებარეობა თანხვედნილია (4)].

სხვადასხვა მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკებისა და მათი ელექტრონული ანალოგების კარტომეტრიულმა და გეოგრაფიულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ საქართველოსა და რუსეთის ფედერაციას შორის მოცემულ მონაკვეთზე ყოფილი საბჭოთა რესპუბლიკებს შორის არსებული ადმინისტრაციული საზღვრის ყოველგვარი რევიზიის გარეშე სახელმწიფო მიჯნის სტატუსამდე აყვანის შედეგად ადგილი აქვს საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული წესების ხშირ უგულვებელყოფას. ცნობილია რომ, ადმინისტრაციული შეთანხმებების საფუძველზე, ხშირად ტერიტორიის პრაქტიკული ფლობის საფუძველზე გავლებული პირობითი ხაზი ვერ იქნება შეთავსებული იმ ოროგრაფიულ და ჰიდროგრაფიულ ობიექტებს, რომელზეც უნდა მოწესრიგდეს გამმიჯნავი ხაზი. კვლევის შედეგად გამოვლენილია მრავალი ასეთი მონაკვეთი და ობიექტი, აღრიცხულია საზღვრის ორივე მხარეს ხუთკილომეტრიან ზოლში არსებული ფიზიკურ-გეოგრაფიული და სოციალურ-ეკონომიკური ობიექტები, რუსეთის მხარეს აღრიცხულია ქართული ტოპონიმების სიმრავლე, რაც ადმინისტრაციული საზღვრის ხშირი ცვლილების შედეგი უნდა იყოს (ცხრ. 1).

სხვადასხვა წყაროების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ხანგრძლივ ისტორიული პროცესების შედეგად სასაზღვრო ზოლში ჩამოყალიბებულია მძიმე დემოგრაფიული და სოციალურ ეკონომიკური მდგომარეობა, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს სახელმწიფო მიჯნის დელიმიტაცია - დემარკაციის პროცესზე, რადგანაც დაუსახლებელი და გაუპაცრიელებული ტერიტორიების მომრავლება მეზობელი სახელმწიფოების მიერ \*ტინოვროსო (ავარ. Тинаб-раса - მცირე ღარტაფი) — მთის მწვერვალი: ( $\varphi=41^{\circ}54'43.41''$   $\lambda=46^{\circ}26'35.62''$   $H=3374$ )



**ნახ. 6. საზღვრის მდებარეობა მთა ტინოვროსოსთან და „ტბების რაიონში“**

საზღვრის ხაზის გადმოწევის პრეცედენტებს ქმნის. ამის მაგალითები ამ მონაკვეთზეც მრავლად აღირიცხა (3). ამასთან, საქართველოსა და რუსეთის ფედერაციას შორის უბრალო შეთანხმების დონეზე ტოპოგრაფიულ რუკებზე დაფიქსირებული ადმინისტრაციულ საზღვრის მდგენელი წებრტილებისა და ხაზების მდებარეობა, მოცემული მონაკვეთის საკმაოდ რთული ოროგრაფიული პირობების გამოც (ჭიუხების, პარალელური ქედებისა და ხეობების ხშირი მონაცვლეობა), აბსოლუტურად ვერ აკმაყოფილებს ტერიტორიის გამიჯენისას გამყოფი ხაზის ცალსახა აღქმადობას.



**ნახ. 7. საზღვრის მდებარეობა მთა ზურგის ძვალთან (1:25,000) და მისგან**

კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ სადელიმიტაციო სამუშაოების ჩატარების წინ აუცილებელი იქნება სასაზღვრო ზოლის კომპლექსური შესწავლა, რომელიც მოიცავს ტოპოგეოდეზიური და კარტოგრაფიული სამუშაოების შესრულების პარალელურად ადგილმდებარეობის სიტუაციის გეოგრაფიულ შესწავლასაც, რომლის

გარეშეც შეუძლებელი იქნება ასეთ რთულ რეგიონში დელიმიტაცია-დემარკაციის პროცესის წარმართვა.

**სკვანძო სიტყვები:** სახელმწიფო საზღვარი, დელიმიტაცია და დემარკაცია, ადმინისტრაციული საზღვარი, ტოპოგრაფიული რუკები, რუსეთი, საქართველო.

### **ლიტერატურა:**

1. დ. ნიკოლაიშვილი, რ. თოლორდავა. საქართველოს სახელმწიფო საზღვრის ისტორიული ტრანსფორმაციის გეოგრაფიული ფაქტორები. შრომათა კრებული. „სივრცე, საზოგადოება, პოლიტიკა“. თსუ, თბ. 2013.
2. Топографические карты М 1:10,000 - 1:100,000. Главное управление геодезии и картографии. М. 1983.
1. Nikolaishvili D.A. Tolordava R.Sh. Geographical Factor as a Basis for Research of State Borders (On the Example of Georgia). Journal of Earth Science and Engineering №3. USA California. 2013.
2. [www.geographic.org/.../name.php?uni...](http://www.geographic.org/.../name.php?uni...) 3461
3. <http://my.georgia.ge/>

**REVAZ TOLORDAVA, DALI NIKOLAISHVILI, TENGIZ  
GORDEZIANI, TAMAR TOLORDAVA**

### **PHYSICAL-GEOGRAPHICAL PECULIARITIES OF THE NORTH- EASTERN PART OF THE GEORGIAN STATE BORDER**

This article reviews geographical and cartographic peculiarities of the north-eastern part of the Georgian-Russian State Boarder (mountain Diklosmta-mountain Tinovroso). On the base of the analysis of the topographic maps and their electronic analogues it is shown the vicious results of transforming the former Soviet Republic's administrative border as a state boarder. Cartometric analysis of the Physical-Geographical and Socio-Economic conditions of the boundary is done. The study has revealed many examples of neglect of international practice rules during the process of making a state boarder on the given part. Also, it is shown the difficulties of delimitation administrative boarder in a mountainous relief conditions and its "reincarnation" as a state boundary without marking on the place. Results of the study are modeled in draughts and table.

**რეზიზი თოლორდიაზა, დალი ნიკოლანიშვილი,  
ბიბინა ლემონჯია**

**ლუბელის ხეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების ტოპონიმების  
გეობრაფიულ-კარტოგრაფიული ანალიზი**

**აქტულობა.** ნებიმისერი ქვეყნის, ან რეგიონის წარსულის, კულტურული მემკვიდრეობისა და პალეოგეოგრაფიული თავისებურებების შესწავლის საქმეში ტოპონიმოკას მეტად მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია, რამეთუ ის მრავალმხრივი ინფორმაციის მატარებელია. ამ მხრივ, ინტერესმოკლებული არ უნდა იყოს საქართველოს ტოპონიმების კვლევა, ვინაიდან იგი გამორჩეულია ბუნებრივი პირობების მრავალფეროვნებით, ქართველი ერისა და ქართული სახელმწიფოს მრავალსაუკუნოვანი ისტორიითა და კულტურით.

განსაკუთრებით საინტერესოა ისეთი ტერიტორიების კვლევა, სადაც ადგილობრივი მოსახლეობის სალაპარაკო ენა იმდენადაა დაშორებული სალიტერატურო ქართულს, რომ მათი ლექსიკა ბეჭდური სახით ნაკლებადაა შემორჩენილი. ამის გამო მნიშვნელოვანი ინფორმაციები მხოლოდ ზეპირსიტყვიერებამ შემოინახა. ამ ხარვეზის გამოსწორება ნაწილობრივ შესაძლებელია ძველი რუკებისა და საარქივო მასალების ანალიზის, აგრეთვე ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვის საფუძველზე. თუმცა ისიც ცხადია, რომ უძველესი რუკების შედგენა, როგორც წესი, წვრილ მასშტაბში ხდებოდა, რაც მხოლოდ ძირითადი დასახლებული პუნქტების გამოსახვის საშუალებას იძლეოდა. მცირე ზომის ობიექტების რუკაზე გამოსახვა მოგვიანებით, XVIII საუკუნეში დაიწყო, რაც ტოპოგრაფიული რუკების შექმნით გახდა შესაძლებელი.

ლუბელის ხეობის მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგებმვა XIX საუკუნეში, რუსეთის იმპერიის პერიოდში დაიწყო. ღოგორც წესი, იმ პერიოდში ტოპოგრაფიულ აგებმვებს უმთავრესად რუსულენოვანი სპეციალისტები აწარმოებდნენ. ამიტომ მათ მიერ შედგენილ რუკებზე (ე.წ. „ვერსტოვკებზე“) ხშირია შეცდომები – არასწორად აღრიცხული ტოპონიმები, ხშირად დამახინჯებული, რუსულად ქდერადი ფორმებით. მსგავსი შეცდომები დამახინჯებულია საბჭოთა ტოპოგრაფიული რუკებისათვისაც.

პოსტსაბჭოთა პერიოდში, დამოუკიდებლობის აღდგენასთან დაკავშირებით, დღის წესრიგში დადგა სახელმწიფოს ახალი ქართულენოვანი ტოპოგრაფიული რუკებით უზრუნველყოფის საკით-

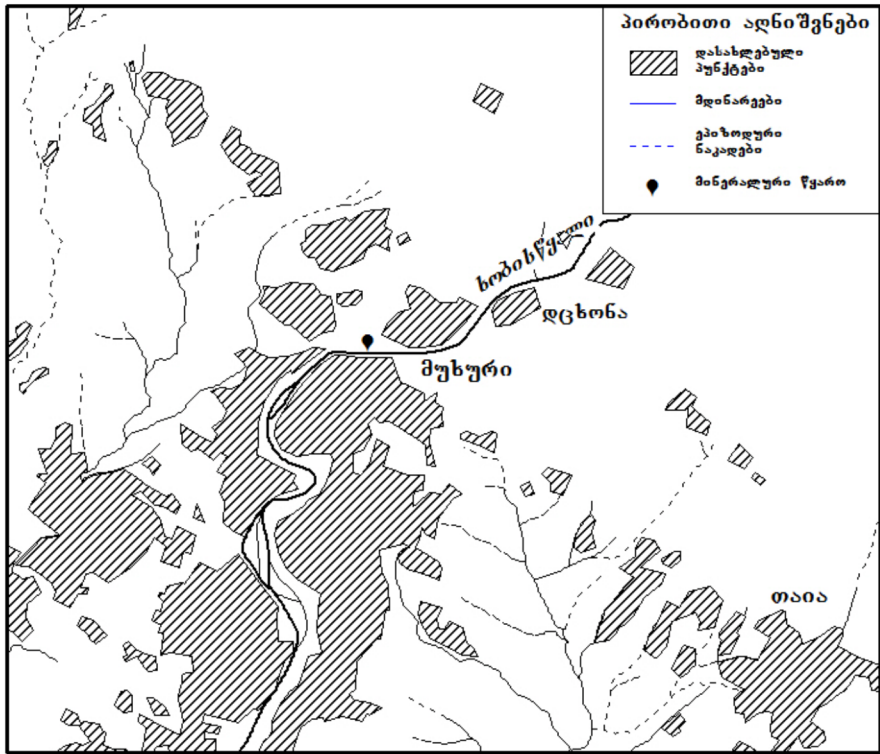


ხი. თავდაცვის უწყების შესაბამისი სტრუქტურების მიერ უკვე მიმდინარეობს ასეთი სახის სამუშაოები, რომელიც ხშირ შემთხვევაში მხოლოდ არსებული რუსულენოვანი ტოპონიმების გადათარგმნითა და განსახლების ზოლისა და მიმდებარე ტერიტორიების შესახებ ინფორმაციის მოპოვება-განახლებით შემოიფარგლება. მასთან დასახლებული პუნქტების სახელწოდებების შეცვლის პირობებშიც კი (სათანადო დადგენილებების მიღების მიუხედავად), ხშირად ორი სახელწოდების (ძველი და ახლის) აღმნიშვნელი აბრევიატურაა ადგილზე. ეს უმთავრესად ადგილზე ორიენტირების მიზნითაა გაკეთებული. აქედან გამომდინარე, მეტად აქტუალურია კარტოგრაფიულ წყაროებში მოცემული ტოპონიმების მეცნიერულ დონეზე კვლევა, მათი ძველ და ხალხურ სახელწოდებებთან შეპირაპირება.

კვლევის მიზანია ლუგელის ხეობისა და მიმდებარე ტერიტორიების ტოპონიმების გეოგრაფიულ-კარტომეტრიული ანალიზი.

**საწყისი მასალები და კვლევის მეთოდები.** კვლევის ძირითად საფუძვლად გამოყენებულია საბჭოთა (მასშტაბები 1:10000 და 1:25000) და ქართულენოვანი (მასშტაბი 1:50000) ტოპოგრაფიული რუკები, აგრეთვე სატელიტური რუკები (GoogleEarth). ამ რუკებზე ასახული ტოპონიმები შედარებულია სტატისტიკურ გამოცემებს, სამეცნიერო წყაროებსა [ცხადაია ..... 2007] და სხვადასხვა სახის წყაროს გამოყენების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა აბორიგენული ტოპონიმები ზუსტი ლოკალიზაციის მითითებით ადგილზე და განგვესაზღვრა მათი გეოგრაფიული კოორდინატები სატელიტური რუკების მეშვეობით.

**გეოგრაფიული მდებარეობა და საზღვრები.** ლუგელის ხეობა ტერიტორიულად ჩხოროწყუს მუნიციპალიტეტის სოფელ მუხურის საკრებულოს საზღვრებშია მოქცეული და უმთავრესად მოიცავს მდ. ხობისწყლის ზემო წელს (ნახ. 1). აქედან გამომდინარე, მას ხობისწყლის ხეობასაც უწოდებენ. ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვალსაზრისით, ხეობა კოლხეთის დაბლობის გორაკ-ბორცვებიდან იწყება და ეგრისის ქედის სამხრეთი ფერდობის სიღრმეში იჭრება. ხეობა გადაჭიმულია თითქმის 40 კმ მანძილზე და მოიცავს როგორც მდ. ხობისწყლის, ისე მის შემდინარეთა ხეობებს. მაქსიმალურ სიგანეს (პირდაპირი ხაზით 15-17 კმ) იგი ხეობის შუა ნაწილში აღწევს.



ნახ. 1. ლუგელის ხეობის დასაწყისი და სოფ. მუხურის ცენტრი

ლუგელის ხეობის სახელწოდებით ცნობილია ის მონაკვეთი, რომელიც სოფლის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილიდან იწყება და მდინარის აღმა მიემართება. მისი მარჯვენა კალთა სენაკი-წალენჯიხის დამაკავშირებელ საავტომობილო გზას ებჯინება, ხოლო მარცხენა კალთა ცენტრიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით, დაახლოებით ნახევარ კილომეტრ მანძილზე იწყება.

**ლუგელის ხეობის გეოგრაფიული თავისებურებანი.** არსებული კარტოგრაფიული მასალის ანალიზის, ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვისა და ადგილის ვიზუალური დათვალიერების შედეგად, დადგინდა ლუგელის ხეობის ზუსტი ლოკალიზაცია და ხეობის განფენილობის პარამეტრები (გეოგრაფიული კოორდინატები და აბსოლუტური სიმაღლეები). ხეობის საწყისად მდ. Xობისწყალზე გადებული უძველესი ხიდის მიმდებარე ტერიტორია (მარჯვენა მხარე) იქნა მიჩნეული (ცხრ.1, წერტ.1), ხოლო მარცხენად –

დცხონის (დცხონას) სერის სამხრეთ-დასავლეთი დაბოლოება (ცხ.1, წერტ.2).

**ცხრ. 1. ლუგელის ხეობის განფენილობის მეტრული მაჩვენებლები**

ხეობის დასაწყისი						ხეობის ბოლო წერტილი		
მარჯვენა ნაპირი			მარცხენა ნაპირი					
ფ <sup>0</sup>	λ <sup>0</sup>	მ	ფ <sup>0</sup>	λ <sup>0</sup>	მ	ფ <sup>0</sup>	λ <sup>0</sup>	მ
42°38'	42°11'2	155	42°38'	42°11'2		42°48'	42°13'5	2420-
08"	0"		08"	0"		42"	1"	2620

მდ. ხობისწყლის წყალშემკრები აუზი, ხეობის ფარგლებში, შეადგენს 350 კმ<sup>2</sup>-ს. მისი მარცხენა ნაწილი მოიცავს მიგარიის კარსტული მასივის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილს, რის შედეგადაც აქ მრავლადაა რელიეფის კარსტული ფორმები: ჭები (გარამი), მღვიმეები (შურუბუშუ) და მინერალური წყალი (ლუგელა). მცირეა ჰიდროგრაფიული ქსელის სიხშირე. ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებებით სრულიად განსხვავებულია ხეობის მარჯვენა მხარე - ფაქტობრივად მოკლებულია რელიეფის კარსტულ ფორმებს, ჰიდროგრაფიული ქსელის მაღალი სიხშირე კი - აშკარად თვალში საცემია.

სოფელი მუხური ოდითგანვე გამოირჩეოდა ხალხმრავლობითა და კულტურულ-ეკონომიკური მდგომარეობით. ამჟამად სოფელში 2600-ზე მეტი მცხოვრებია. სასკოლო განათლება აქ XIX ს-ის შუა პერიოდიდან იღებს სათავეს, ფუნქციონირებს ბაზარი, ხშირად იმართებოდა ბაზრობები, რამაც გავლენა იქონია სოფლის ეკონომიკურ და კულტურულ განვითარებაზე. ხელსაყრელმა კლიმატურმა პირობებმა მას კურორტის სახელი დაუმკვიდრა. ამასთან, მდებარეობს რა მდინარის ორივე ნაპირას, სენაკი-ჩხოროწყუ-წაღენჯიხის შემაერთებელი საავტომობილო გზაც მასზე გაივლის, რის გამოც ის გარკვეულწილად სატრანსპორტო ცენტრადაც გვევლინება - აქ თავს იყრის მეზობელი სოფლების დამაკავშირებელი გზებიც, როგორცაა თაია - მუხური და მუხური - ზუმი.

**ლუგელის ხეობის ზოგიერთი ტოპონიმის ეტიმოლოგიისათვის** (ამ საკითხზე უფრო დაწვრილებით ანალიზს წარმოვადგენთ სხვაგან). ტოპონიმების მნიშვნელოვანი ნაწილი გვარ-სახელებთანაა დაკავშირებული და მათი განსახლების ადგილს მიუთითებს. აგ-

ლითად, **ლეროკე** („ლე“ გეოგრაფიული სახელის მაწარმოებელი კოლხური თავსართია, რომელიც განსახლების მიმითებელია და ქართულად თავსართ „სა“-ს შეესატყვისება, მაგალითად, სა-მეგრელო [ჭუმბურიძე, 1971]), **ლაცანე**, **ლესოსილე**, **ლელურათე** და სხვა. ტოპონიმები მიუთითებენ, რომ ეს ადგილები როგავას, ცანავასა სოსელიას და ღულათავას გვარების წარმომადგენლებით ერთ დროს მჭიდროდ იყო დასახლებული. ეს მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მატარებელი ფაქტია, ვინაიდან ხეობაში ჯერ კიდევ შემორჩენილ ტოპონიმებთან გაიგივებული გვარების უმრავლესობა (როგავა, ჯგამურია, სოსელია ღულათავა და სხვ.) არა მარტო მუხურში, არამედ ახლომახლო სოფლებშიც ფაქტობრივად აღარ შემორჩა და არც ადგილობრივი მოსახლეობის მეხსიერებას შემორჩენია მათი აქ განსახლების შესახებ რაიმე ინფორმაცია.

გარდა „ლე“-სი, აქ გვხვდებით სხვა კოლხურ „ლა“ და ქართულ „სა“ თავსართსაც. ასეა წარმოქმნილი ტოპონიმები: **ლაკუმურაშ გინოლც(ე)**, **ლაკუმურაშ დუდი**, **ლანჯერი**, **ლაფა(რ)ჩარზენი**, **საოჩიო და საცხენო** - საცხენოშ გინალც(ე).

საკამათოდ შეიძლება მივიჩნიოთ ზოგიერთი ტოპონიმის ეტიმოლოგია და მათი გვარ-სახელებთან კავშირი. მაგალითად, „შელეთი“, „შელია“-დან უნდა იყოს ნაწარმოები **ლემე-ლიე**. ტოპონიმი **წიფურია** შეიძლება „წიფელი“-დან ნაწარმოები სიტყვაა (წიფელი - მეგრ. წიფური), რაც ამ ადგილას წიფლის გაბატონებაზე მიუთითებს. თუმცა არც იმის გამორიცხვაც შეიძლება, რომ თვით გვარის წარმოშობა იყოს წიფელთან, წიფლიან ადგილთან დაკავშირებული.

**მუხური** ქართველურ მეტყველებაში კუთხეს, მხარეს ნიშნავდა, დღეისათვის კი ის პირდაპირი მნიშვნელობით აღარ გამოიყენება, თუმცა სამშენებლო საქმეში (სახლის სახურავის მოწყობისას) კუთხის აღმნიშვნელია. ამიტომ არასწორი იქნება, თუ ამ ტოპონიმის ეტიმოლოგიას მუხას დავუკავშირებთ. მსგავსი არაერთი მაგალითის დასახელება შეიძლება სამეგრელოსა და იმერეთის ტოპონიმიაში [ჭუმბურიძე, 1971].

ხიდის სახელწოდება - ნაცხა, შეიძლება ნიშნავდეს გაკაფულს, ახოს [ელიავა გ. . ., 1983]. გხვდება მიკროტოპონიმი ნაჩიხა და ჩიხუაც. პროფ. პაატა ცხადაიას ზეპირი ცნობით არის ტოპონიმი ნაჩხაც. ჩვენი აზრით, ფონეტიკური თვალსაზრისით, შეაძლებლად მივიჩნიოთ: ნაჩიხა-ნაჩხა-ნაცხა, ე.ი. ჩხ-ცხ გადასვლა.\*

მეტად საინტერესოა სოფლიდან გარკვეულწილად განცალკევებულად და მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში მდებარე უბნის - **ქოყოს** (ქოყო) ტოპონიმი. ეს უბანი მდინარის ორივე ნაპირზე მდებარეობს და ხეობის ბოლო დასახლებული ტერიტორიაა. თვით უბნის სახელი ნაყოფიერ ადგილს (ქო-კი, ყო-ყოფა მოსავლიანობის აღმნიშვნელია) უნდა ნიშნავდეს [ელიავა გ., . . ., 1983].

ისევე როგორც მთელს ლუგელის ხეობაში, აქაც ტოპონიმების უმეტესობა გვარ-სახელებთანაა დაკავშირებული (**ლეგაბედე, ლეცირდე, ლეთოლორდე, ლეჩიქვანე, ლეცირამუე, ლეგახარე**). თუმცა განსახლების ამ არეალებში სხვა გვარის წარმომადგენლებიც მოსახლეობენ. მაგალითად, ლეთოლორდეში კომპაქტურად არიან დასახლებული ფაცაციები, 1940-1970-იან წლებში კი ამ უბანში ოცინდალედან თოდუები და აბშილავეები ჩამოსახლდნენ, XIX ს-ში ქოყოს უბანში კი - კრილოვები (დღეისათვის მხოლოდ რამდენიმე ოჯახი).

მდინარის მარცხენა სანაპიროზე, ქოყოს უშუალო გაგრძელებაა ადგილი **დგცხონა** (დგცხონა). ადგილობრივი მოსახლეობა ამ სახელწოდებით ოცინდალედან ჩამომავალი სერის მარჯვენა კალთას მოიხსენებს, თუმცა ტოპოგრაფიულ რუკებზე (1:25000, 1:50000) იგი უშუალოდ მდ. ხობისწყლის პირას, ლუგელის ხეობის მარცხენა კალთის დასაწყისშია მითითებული (ნახ. 2). თუმცა ეს ტოპონიმი სანაპიროდან მოშორებით, მეორე ადგილზეცაა აღნიშნული. ამასთან, თუ 1:25000 მასშტაბზე ამ ადგილებზე გამოსახული შენობანაგებობები არა საცხოვრებელ და ნანგრევებადაა მოხსენიებული, 1:10000-ზე ასეთი წარწერა არ არის მოცემული. აღსანიშნავია, რომ ეს ტოპონიმი, რუსული ტრანსკრიპციით, თითქმის ყველა მასშტაბის ტოპოგრაფიულ რუკაზე (1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000) დამახინჯებულია და Тусхона-დ მოიხსენიება. ასევე არასწორადაა (ტუსკინა) იგი მითითებული GeoLand-ის ქართულენოვან ელექტრონული ტოპოგრაფიულ რუკებზეც. (\*ოჩიხუა (მეგრ.) ნიშნავს მდინარის გადაკეტვას, გადახერგვას- ამ შემთხვევაში ხობისწყლის ხეობის ბუნებრივ ან სტიქიური მოვლენით შევიწროებასთან არის დაკავშირებული).

ჩვენი მონაცემებით, ეს ადგილი XX ს-ს შუა პერიოდამდე იყო დასახლებული (უკანასკნელმა მცხოვრებმა იგი 1970-იანი წლების დასაწყისში დატოვა), დღეისათვის იგი, მართლაც, ნასახლარია. დგცხონას მოპირდაპირედ, ნაპირთან ახლოს, ქოყოს გაგრძელებაზე, 1990-იან წლებამდე ფუნქციონირებდა კირის ქარხანა, რომელ-

იც ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე მუშაობდა. მასთან დაკავშირებით გაჩნდა ახალი ტოპონიმი - ონკირეში (საკირე), რომელიც შემდეგში მიმდებარე ტერიტორიის ადგილის სახელწოდებადაც იქცა.

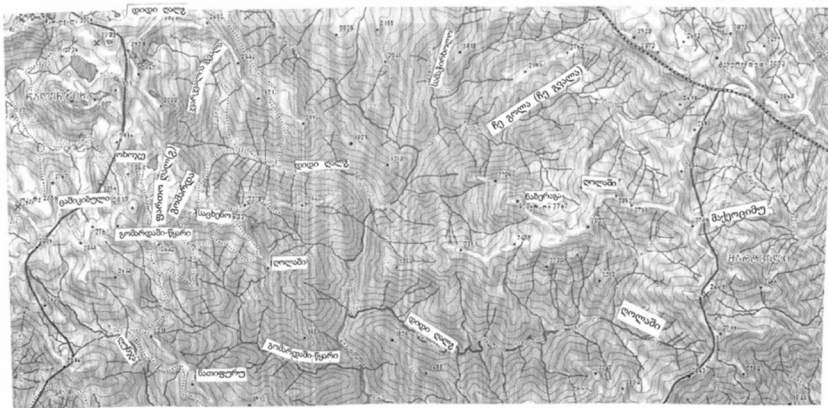


ნახ.2. დცხონას ლოკალიზაცია 1:10000 მასშტაბის ტოპოგრაფიულ რუკაზე

ადგილ ონკირეშიდან ხეობა ვიწროვდება, კალაპოტი კანიონის ფორმას ღებულობს, თუმცა მცირე დახრილობის გამო, მდინარე მაინც მდორეა და წყალი უხმაუროდ მიედინება. ამ ბუნებრივი თავისებურების გამო, უწოდებიათ ამ ადგილისათვის **შურუბუმე** (უხმაურო, სულგანაბული). მოგვიანებით კი, ეს სახელი მდინარის მარცხენა ნაპირზე, 1970-იან წლებში აღმოჩენილ მღვიმესაც ეწოდა - **შურუბუმეს მღვიმე**.

ადგილ ონკირეშიდან გზა ორად იყოფა - მთავარ გზას საველე გზა გამოეყოფა და მალდა, ადგილ **ზინდისკენ** მიემართება. ამ ტოპონიმს შეიძლება ორი მნიშვნელობა ჰქონდეს: 1. ზინდი – გოზინდილი (გაწელილ ადგილი). 2. ზინდი - ათრიე, თრევას, რაიმე ტვირთის წადებას ნიშნავს. ცენტრიდან ადგილამდე საკმაოდ შორი მანძილია და უგზოობის პირობებში ეს სახელი ამ ადგილს მართლაც შეესაბამება. ასევე ყურად-სადებია ტოპონიმი „მენჯი“. ძველ მეგრულში ეს საზოგადო სიტყვა მინერალურ წყალს ნიშნავს (ჯიმუ - მეგრ. მარილი). ამ მოსაზრებას ადასტურებს სხვა ჰიდრონიმებიც, მაგალითად, მინერალური წყალი „მენჯი“ კურორტ მენჯის ტერიტორიაზე (სენაკის მუნიციპალიტეტი). ამრიგად, მენჯის სახელით მოიხსენიება მინერალური წყლის გამოსასვლელის მიმდებარე ტერიტორია, თვით მინერალურმა წყალმა კი სულ სხვა სახელი - **ლუგელა** დაიმკვიდრა (მინერალურმა წყალმა ეს სახელი

ხეობის სახელიდან მიიღო). ტოპონიმ „ლუგელას“ ეტიმოლოგიას - ლუგელა - ლგე-ელა (ლგე - მეგრ. მტკნარი, უმარილო) უმზეო ადგილის მნიშვნელობით ხსნიან. ამის საფუძველს ხეობის ჩრდილო-აღმოსავლეთის ექსპოზიცია იძლევა, რაც მდინარის ვიწრო ხეობაში მზის სხივების შეღწევის თავისებურ ბარიერად გვევლინება (ნახ. 3)



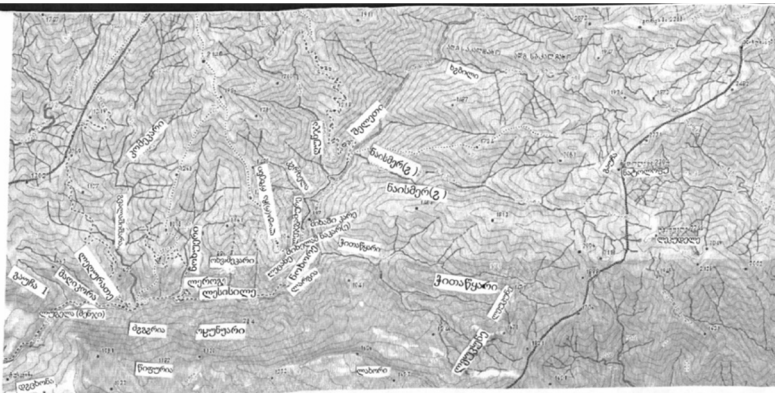
**ნახ.3. ლუგელის ხეობა**

მდ. სობისწყლის ხეობაში, მენჯიდან 900 მეტრ მანძილზე ხეობის ამ მონაკვეთის უდიდესი შენაკადი - გვალაშიშარაა, რაც „მთის გზას“ (გვალა - მთა, შარა - გზა) ნიშნავს. საბჭოთა და ქართულ ტოპოგრაფიულ რუკებზე ეს სახელწოდება „გვალაშარა-ადმარის წარმოდგენილი, რაც არამართებულია. მდინარეზე ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობა იწყება, რაც ხეობის ბუნებრივ გარემოში დიდ ცვლილებებს გამოიწვევს. არ არის გამორიცხული, ახალმა მშენებლობამ ახალი ტოპონიმების დამკვიდრებასაც შეუწყოს ხელი, რისი არაერთი მაგალითი გვაქვს საქართველოს რეალობიდან.

ლუგელის ხეობის ტოპონიმების მრავალფეროვნება. ლუგელის ხეობა უძველესი დრო იდანაა დასახლებული, რასაც მოწმობს ტოპონიმების სიმრავლე და მრავალფეროვნება. საველე კვლევის, კარტოგრაფიული და ისტორიული მასალების ანალიზის საფუძველზე 94 ტოპონიმი დადგინდა. მათ შორის უდიდესი ნაწილი მოდის ორონიმებსა და ჰიდრონიმებზე.

ტოპონიმების სიმრავლემ და მრავალფეროვნებამ გვაფიქრებინა მათი ცხრილის სახით მოდელი რება (ცხრ. 2; 3), ვინაიდან

თვით მსხვილმასშტაბიანი (1:10000) ტოპოგრაფიული რუკები კი ვერ იძლევა ყველა ცნობილი ტოპონიმების ასახვის საშუალებას. ამასთან, კვლევამ აჩვენა, რომ საკვლევ ტერიტორიის ამსახველი რუკების შინაარსობრივი დატვირთვა არ არის სრული და მასშტაბების შესატყვისი. ერთი და იგივე რანგისა და მნიშვნელობის ობიექტების სახელწოდებების ნაწილი დატანილია რუკაზე, ნაწილი კი - არა. ეს რუკაზე თვალის ერთი გადავლევითაც მკაფიოდ ჩანს. მაგალითად, რუკაზე არ არის დატანილი ადგილი ლეროგე, ლეცანე, ლეჯგამურე და სხვა. ამ ხარვეზის გამოსწორების მიზნით, შევეცადეთ 1:10000 მასშტაბის რუკის შესატყვისი ტოპონიმების ნუსხის შედგენა, რაც ზემოთ მოცემულ ცხრილშია ასახული.



#### ნახ.4. ლუგელის ხეობა

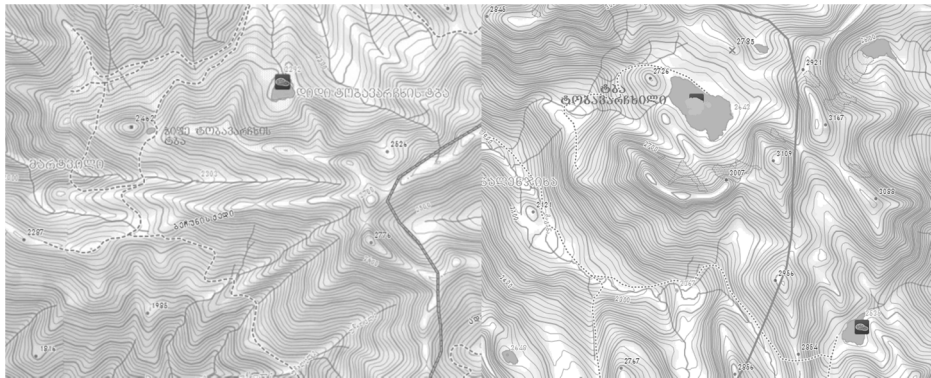
კვლევის შედეგად აღირიცხა ტოპონიმები, რომელთა შინაარსის დადგენა შეუძლებელია, ვინაიდან ისინი თანამედროვე მეგრულში აღარ გამოიყენება. ასეთი ტოპონიმებია: ლაკუმურა, კალეტა, ლაკუმურა და სხვა.

კვლევის შედეგად, განისაზღვრა არაერთი ტოპონიმის ზუსტი ლოკალიზაცია. მაგალითად, ტოპონიმი „ლაკადა“ საზოგადო სახელ „ლაკადა“-სგანაა ნაწარმოები და გამოიყენება გორაკ-ბორცვებიდან მთისაკენ გარდამავალი სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობების აღსანიშნავად. თუმცა ამავდროულად მას აქვს ლოკალური განფენილობა - მოიცავს მარტვილის, ჩხოროწყუს და წაღენჯიხის მუნიციპალიტეტების (ნაწილობრივ სენაკის რაიონი) მთისწინეთებსა და გორაკ-ბორცვებს. დღეს ეს ადგილები ტყის საფარისაგან თითქმის განთავი სუფლებულია, თუმცა, ვფიქრობთ, რომ ტოპონიმთან ამას კავშირი არ უნდა ჰქონდეს.



ასევე საზოგადო ლექსემისგანაა ნაწარ მოები ტოპონიმი „შუშელი“, რომელიც ალპური ზონის აღმნიშვნელია. „ლაკადა“-საგანგან სხვაებით, ის სამეგრელოსა და აფხაზეთის მთიან რეგიონებში დღესაც ფართოდ გამოიყენება.

ტოპონიმთა ნაწილი ასახავს ადგილობრივი დიალექტისათვის დამახასიათებელ ნიშანთვისებებსაც. მაგალითად, ეგრისის ქედის სამხრეთ ფერდობზე მდებარე ტბა ტობავარჩხილი, ენგურის მარცხენა შენაკად მაგანას ხეობაშია, თუმცა ყველაზე უსაფრთხო მისასვლელი ხობისწყლის ხეობიდან აქვს. გაირკვა, რომ ასეთი დასახელების ტბები - დიდი და ვიწრო (მეგრ. ჭიფე) ტობავარჩხილი ტეხურის ხეობაშიც არის. ადგილობრივ (მარტვილის რაიონი) დიალექტზე ეს ტოპონიმი გამოითქმის როგორც „ტობავარჩხი“ – და ის რუკებზეც ასეა აღრიცხული (ნახ. 5). უნდა აღინიშნოს, რომ ხეობაში ვხვდებით პარალელურ ტოპონიმებსაც. მაგალითად, გაუნა, დიდი ღაღუ და ღოღაში ორ ადგილას არის აღრიცხული.



**ნახ. 5. სამეგრელოს მთების მშენება: 1, ა) ტობავარჩხილი - (მდ. აგანას ხეობა) და ბ). ტბები დიდი და ჭიფე ტობავარჩხი (ტობა ვარჩხილი, ტეხურის ხეობა)**

**ცხრ. 2. ლუგელის ხეობის მარჯვენა ნაპირის ზოგიერთი ტოპონიმის გეოგრაფიულ-კარტომეტრიული მაჩვენებელი**

#	ტოპონიმები	ტოპონიმის ტიპები	ადგილმდებარეობა	აბსოლუტური სიმაღლე (მ)	აბსცისა (მ)	ორდინატა (მ)
1	გაუნა 1	ორონიმი (მთა/სერი) ადგილი	წალენჯიხის მუნიციპალიტეტის (სქურის სატყეოს) საზღვარზე	1000-1100	4726846 4727473	269669 269314
2	გვალაშიშარა, გვალაშარა	ჰიდრონიმი (მდინარე)	ლუგელა, მოედინება გულურხენიდან, მდ. ხობისწყლის შენაკადი	311-2120	4726195 4733093	272992 273912
3	გომარდა (გვამარდა)	ადგილი	მ. ცაშკიბულის სამხრეთ-აღმოსავლეთით	2450-2750	4736977 4737617	276236 276585
4	გომარდაში-წყარი	ჰიდრონიმი (მდინარე)	ხობისწყლის შენაკადი. მოედინება ადგ. ფრთო დაღვიდან	865-2620	4733663 4736589	280633 275157
5	გომარდაში-წყარი	ორონიმი (მთა)	მ. ცაშკიბულის სამხრეთ-დასავლეთით	2891,5	4737381	275431
6	დიდი დაღვი	ჰიდრონიმი (მდინარე)	ჭოლაწყარის მარცხენა შენაკადი	1178-2090	4737207 4741445	280904 276488
7	დიდი დაღვი	ჰიდრონიმი (ტბა)	ტობა-ვარხილის ჩრდილო-აღმოსავლეთით	2689,1 S =5383მ <sup>2</sup>	4741180	275016
8	ზინდი	ადგილი ნატ-ბეგარი ტაფობი	წყლამ-გაუნასა და თარზენს შუა, დაახლ. 25 კმ	600-720	4725574 4726211	269959 269689
9	ზინდი	ლიკონიმი (ნასოფლარი )	სოფ. მუხურის ყოფილი განაპირა უბანი	600-720	4725574 4726211	269959 269689
10	კალაში	ორონიმი (ხეობა-საძოვარი)	გვამარდის სათავის ჩრდილო-აღმოსავლეთით			
11	კალაში	ჰიდრონიმი (ტბა)	მ. ჭითაგვალას აღმოსავლეთით, (გამ. ხობისწყლის შენ.)	2482 S =7221მ <sup>2</sup>	4741752	275069
12	კალაში(იშ)	ჰიდრონიმი	გვამარდის მარცხენა			

	წყურგილი	(მდინარე)	შენაკადი			
13	კვარკვალის გვალა	ორონიმი (მთა), ადგილი, საძოვარი	ოთიფურესა და ნატოლოფუს შუა	2350-2450	4739321 4740295	277029 278035
14	კვარკვალის რზენი	ადილი (კაკმ-სახნავი)	გულურზენი			
15	კომეკარი	ჰიდრონიმი (მდინარე)	გვალაშიშარას მარცხენა შენაკადი	680-1850	4729014 4731607	272767 274335
16	კვრზელა	ორონიმი (სერი),	ვგრისის ქედი	585-1465	4728777 4730077	276407 275602
17	ლაკუმურაში დუდი	ადგილი, ორონიმი (მთა) მწვერვალი	ვგრისის ქედი	3311	4744205	272074
18	ლაკუმურაშ გინოლ(ე)	ორონიმი (ულე-ლტეხილი)	მდ. ხობისწყლისა და მდ. ლარგიას შესართავთან			
19	ლარგია	ადგილი		255-400	4726685 4726708	274763 274865
20	ლანჯერი	ადგილი (საძოვრები)	ღუნჯის მარცხენა ნაპირზე, ოხოჯეს ქვემოთ			
21	ლაფარნარზენი	ადგილი, დავაკება	მდ. ლარგიის სათავე	550-625	4727367	274078
22	ლგაბედე	ადგილი, მიკროუბანი	თარზენის ძირას, ლეფოფესა და ლეგახარეს შუა	275-320	4724340 4724238	268630 268914
23	ლეღურათე	ადგილი	მდინარეების გვალაშიშარასა და მალიკორას შორის	450-650	4726519 4727298	272538 272722
24	ლეროგე	ადგილი		349-480	4726461 4726623	274622 274905
25	ლესოსილე	ადგილი (ტყე-ფერდობი)	ლეროგეს თავზე	400-665	4726195 4733093	272992 273912
26	ლეცანე	ადგილი		360-452	472406 4726649	274268 274362
27	ლეჯგამურე	ადგილი		550-625	4728126 4728128	277218 277155
28	ლეგელა	ჰიდრონიმი (მინერალური წყარო),	ს. მუხურიდან 4 კმ-ზე, მდ. ხობისწყლის მარჯვენა ნაპირზე (თანამედროვე ჭაბურღილი)	290	4726218	272378
29	ლეგელა	ორონიმი	ხობისწყლის	305-415	4724938	26 9721

		(ხეობა)	მონაკვეთი ქოყოდან ლარგიაბდე, სიგრძე 5 კმ (8)		4726274	275765
30	მელიკორა	ჰიდრონიმი (მდინარე)	მდ. ხობისწყლის მარჯ. შენაკადი	293-692	4726248 4727565	272238 270419
31	მიხაში კარე	ადგილი		550-597	4728131 4728136	277158 277224
32	მიხელაშ ნაკარ(ე)	ადგილი (საძოვარი)	<b>ხობისწყლისა და ლარგის შესართავთან</b>			
33	მუხური	ოიკონიმი (სოფელი)	ლუბკელის ხეობის დასაწყისში, სენაკი წალენჯიხის საავტომობილო გზაზე	255	4724248	268507
34	ნათიფურუ	ორონიმი (მთა)	მდინარეების დუნჯასა და გომარდაშიწყარის წყალგამყოფზე	2203,2	4733327	276723
35	ნაცხა	ადგილი	ვიწრო კლდოვანი კალაპოტი, მუხურის ცენტრში, ხიდი	256	4724508	268482
36	ნოხორე	ადგილი	ადგილ ლარგიას ჩრდილო- აღმოსავლეთით	400-625	4726593 4726828	276573 276830
37	ნოხური	ჰიდრონიმი (მდინარე)	მდ. ხობისწყლის მარჯ. შენაკადი	337-1620	47226384730 440	273924 274628
38	ოხოჯე	ჰიდრონიმი (ტბა)	(გამ. მდ. დიდი დაღჯის შენაკადი)	2535,1	4738372	276211
39	ოხვამეკარი	ადგილი	მდ. ნოხურის მარჯვენა ნაპირზე, შესართავიდან 1 კმ	600-810	4727114 4727509	274141 274122
40	ოხოჯე	ჰიდრონიმი (დედე)				
41	ოხოჯე	ადგილი, საძოვარი	მდ. ხუნჯის ხეობაში			
42	საცხენო	ორონიმი (მთა)	კალაშის ხეობისა და დიდღალის ხეობის წყალგამყოფზე, ცაშკიბულის აღმოსავლეთით	2644,1	4737273	276809
43	საცხენო, საცხენოში გინალ (ე)	ორონიმი (უღელტეხი ლი)	კალაშიდან დიდღალის ხეობაში	2644,1	4737273	276809
44	ფართო ლალ(ე)	ადგილი	მდ. დუნჯისა გომარდაშიწყარის სათავეებში, მ.	2600-2640	4736337 4734671	276642 275084

			გომარდაშიწვარის სამხრეთ- აღმოსავლეთით			
45	ფართო ღალ(ჯ)	ჰიდრონიმი (მდინარე), ტყე- წიწვნარი	გოკჯნელიში სუკის გვერდით		4734671	275084
46	ფართოღალ (ჯ), გვამარდაში ფართოღალ (ჯ)	ჰიდრონიმი (ღელე)	მდ. გვამარდის მარჯვენა შენაკადი			
47	ქოცო	ადგილი ს. მუხურის უბანი	მუხურის ცენტრიდან ჩრდილო- აღმოსავლეთით, მდ ხობისწყლის მარჯვენა სანაპირო	265-325	4724452 4724859	268883 269888
48	ღოლაში	ორონიმი (მთა)	მდ. გვამარდაშიწვარისა და უსახელო მდინარის წყალგამყოფზე	2200,9	4735997	278651
49	ღუნჯა	ჰიდრონიმი (მდინარე)	ხობისწყლის მარჯვენა შენაკადი	520-2510	4729019 4736077	277655 273206
50	შელეთი	ორონიმი (ხეობა)	ხობისწყლის ხეობა ღუნჯის შესართავიდან ზემოთ საკალმა- ხომდე, სიგრძე 8-9 კმ	600-800	4729694 4730300	277901 278560
51	შურუბუმ(ჯ)	ჰიდრონიმი (მდ. ხობისწყლის მონაკვეთი)	დასაწყისი ს. მუხურის ცენტრიდან 2,7 კმ-ზე, ხეობის შიგნით	280-283	4725289 4726119	270845 271330
52	ცაშიკიბულ ი, ცაცკიბალი	ორონიმი (მწვერვალი )	ეგრისის ქედზე	3016,8	4737422	275844
53	ჭითაგვალა	ორონიმი (მთა)	ეგრისის ქედზე, ტობავარხილის ჩრდილო- დასავლეთით	3226	4744020	273343

**ძირითადი დასკვნები.** მიუხედავად ჩატარებული კვლევის მრავალმხრივობისა, ვერ მოხერხდა ყველა მიკვლევადი ტოპონიმის რუკებზე ზუსტად ლოკალიზება. ასე მაგალითად, ხობისწყლის მარცხენა შენაკადების ნაისმერის, ჭითაგვალის, ხიბილის ზემო წელში რესპოდენტების გამოკითხვისას მოხსენიებული ადგილები: ჩამფონი (მეგრ. „ჩამფა“ ხე-მცენარე), ჩიქონი (მეგრ. „ჩიქონი“ - ბაღანი), თირემეში კუდელი (საირმეს კუდი) და სხვ. ასევე ვერ მოხერხდა მდ. ხობისწყლის სათავეებთან მითითებული ტოპონიმის ქლიავას (ქლიავების საზაფხულო სადგომი) რუკაზე აღნიშვნა

**ცხრ. 3. ლუგელის ხეობის მარცხენა ნაპირის ზოგიერთი ტოპონიმის  
გეოგრაფიულ-კარტოგრაფიული მახვენებელი**

	ტოპონიმები	ტოპონიმის ტიპები	ადგილმდებარეობა	აბსოლუტური სიმაღლე (მ)	აბსცისა (მ)	ორდინატა (მ)
1	გაუნა	ორონიმი (სერი) ადგილი	მდ. ჭითაწყარის შენაკადებს შორის	2140-2150	47294 36 47297 05	27414 1 27462 5
2	დეიბახი	ჰიდრონიმი (ეოკლუზი )	მდ. ხობისწყლის მარ-ცხენა შენაკადი, გამოედინება დეცხონას ფერდობიდან	270-420	47252 07 47252 24	27054 5 27800
3	დეცხონა	ადგილი (ნასახლარი)	ოცინდაღეს ქედის მარცხენა ფერდობი	350-495	47245 61 47249 94	27986 5 27069 0
4	დიდივე	ადგილი	მთ. სამაჭირხოლესა და მთ. კუნდახარს შორის	2600-2880	47449 83 47441 24	28272 0 28379 1
5	დიდი დელე (დიდი ლალე)	ჰიდრონიმი (მდინარე)	ხობისწყლის შენაკადი, სათავე მ. დოლაშთან	989-2800	47373 23 47349 09	28640 8 28074 7
6	მ. გეშახუნაფუ	ორონიმი (მთა), საძოვარი	მდ. დიდი ლალესა და მდ. ტეხურის წყალგამყოფზე	2749,6	47321 27	28747 7
7	კალეტა	ორონიმი (უღელტეხილი)	მთ. კუნდახართან, ეგრი-სის ქედზე	2688,0 (V-X)	47452 39	28142 3
8	კატახტიში-დუდი	ორონიმი (მთა)	ურაშის ქედზე	2947,3	47465 27	27860 8
9	კატახტიში-დუდი	ორონიმი (უღელტეხილი)	ეგრისის ქედზე	2778,0 (VI-X)	47456 34	28895 3
10	კუნდახარი	ორონიმი (მთა)	მდ. ხობისწყლის სათავეებთან	2875,1	47450 55	28092 5
11	ლახორი	ორონიმი (კლდე)	მდ. ონხომურის სათავესთან, ხობისწყლისა და ონხომურის წყალგამყოფზე	1250-1750	47248 01 47242 27	27751 4 27995 6

12	ლეკუდლეუ	ორონიმი (მთა)	მდინარეების ნაისმერისა და ლეჭიხას წყალგამ- ყოფზე (ნაისმერის სათავესთან)	2244,3	47275 98	28540 5
13	ლეუკუხე	ადგილი	მდ. ჭითაწყარის ხეობაში	1160- 1300	47248 13 47265 38	28104 2 28226 8
14	ლეცირდე	ოიკონიმი, ს. მუხურის უბანი	ს. მუხურის ცენტრის ირგვლივ, მარცხენა სანაპიროზე	250-260	47243 40 47242 38	27863 0 27891 9
15	ლუბელა (მენჯი)	ჰიდრონიმი (მინ. წყარო), ბუნებრივი გამოსავლები	მდ. ხობისწყლის მარცხ. ნაპირი, ს. მუხურიდან 5 კმ.	298	47260 86	27240 7
16	მაქეოციმუ	ადგილი, ორო- ნიმი (ფერდობი)	(მდ. ტეხურის სათავესთან)	2201,0 - 2731,0	47357 28 47350 59	28977 1 29029 4
17	ნაბურაღა	ორონიმი (მთა)	მდ. ჩე გოლას სათავეებში	2767,0	47374 40	28427 8
18	ნაგამსონ	ადგილი	ოცინდალეს ქედზე	360-420	47241 41 47241 22	26947 4 26965 4
19	ნაისმერ(ე)	ჰიდრონიმი (მდინარე)	სათავე მთ. ლეკუდელესთან, მდ. ხობის-წყლის შენაკადი	628-2122	47296 25 47275 75	27831 4 28493 4
20	ნატოლოფუ	ორონიმი (მთა)	მდ. ნაისმერისა და მდ. ლეჭიხას წყალგამყოფზე	2304,4	47292 66	28460 5
21	ოისირეში ღული	ორონიმი (მთა)	მდ. სამაჭირხოლოს მარჯვენა შენაკადის სათავეებთან	2493,0	47429 11	28095 4
22	ოყუნუარი	ადგილი (პლატო)	მდ. ხობისწყლის ხეობაში, მდ-დან 600 მ.	700-750	47250 74 47256 39	27483 7 27558 6
23	ოცინდალე	ოიკონიმი (ნასოფლარი)	სოფ. თაიას ყოფილი უბანი, წმ. გიორგის სახ. ეკლესია (აღდგენილია)	759,7- 650	47239 21 47227 29	27101 4 27186 3
24	საკალმახე	ორონიმი (ადგილი)	მდ. ხეზლის მარჯვენა სანაპირო, მდ.	900-1700	47322 14 47320	28076 3 28343

			ხობის-წყალთან შერთვის ადგილიდან		73	8
25	სამაჭირხოლო	ჰიდრონიმი (მდინარე)	მდ. სამაჭირხოლოს სათავე, ხობისწყლის შენაკადი	1285,1- 2890	47385 71 47451 95	28203 5 28284 1
26	სამაჭირხოლო	ორონიმი (მთა)	მდ. სამაჭირხოლოს სათავეებთან	3170,4	47448 29	28378 6
27	საოჩიო	ორონიმი (უღელტეხილი)	ეგრისის ქდ. მდ. ხობი-სწყლის სათავის ჩრდი-ლო- აღმოსავლეთით	2750 (V I - X)	47455 98	27605 4
28	საოჩიო	ორონიმი (ადგილი)	ეგრისის ქედის სამხრეთ ფერდობი, ხობისწყლის სათავეებთან	1920-2370	47441 83 47440 46	27605 4 27781 5
29	ტეხერიში ღუდი	ორონიმი (მთა)	მდ. ტეხერისა და მდ. ხეღედუღას წყალგამყოფზე	3001,7	47407 32	28882 1
30	ტეხერიში ღუდი	ორონიმი (უღელტეხილი)	ეგრისის ქედზე, მ. ტეხერიში ღუდის სამ-ხრეთ - აღმოსავლეთით	2790 (V- X)	47406 28	28848 2
31	ტბა ტობა	ჰიდრონიმი (ტბა)	(მდ. ტეხურის სათავესთან)	2460	47348 49	28931 7
32	უსახელო	ჰიდრონიმი (ტბა)	მ. სამაჭირხოლოს ჩრდილოეთით	2805 S =697,6მ <sup>2</sup>	47452 96	28366 1
33	ჩე გოლა (ჩე გვალა)	ჰიდრონიმი (მდინარე)	სათავე მთ. ტეხერიში ღუდისთან მდ. ხო- ბისწყლის შენაკადი	1330-2720	47390 75 47402 45	28263 5 28855 9
34	ღოლაში	ორონიმი (მთა)	მდ. მდ. ჩეგოლასა და დიდი ღალის წყალ-გამყოფზე	2739,0	47377 79	28603 9
35	ღოლაში	ადგილი, სამოვრები	დიდიღალის სათავესთან, მდინარეების ტეხურისა და ხობისწყლის წყალგამყოფზე	2000- 2500	47376 36 47370 15	28341 5 28415 7
36	შურუბუმ(ე)	მღვიმე	მდ. ხობიწყლის სანაპიროზე	282	47257 12	27104 5



37	ხეხილი	პიდრონიმი (მდინარე)	მდ. ხობისწყლის შენაკადი, სათავე მ. გეშახუნაფუსთან	730-2150	47319 44 47316 72	28064 9 28727 1
38	ძებგრია	ადგილი	მდ. ხობისწყლის ხეო-ბაში, მდ-დან 900 მ.	800-950	47253 07 47253 83	27334 4 27375 1
39	წიფურია	ადგილი	ადგ. ძებგრიასა და ოყუნუარის სამხრეთით	1100- 1025	47242 12 47243 51	27327 1 27521 5
40	ჭითაწყარი	პიდრონიმი, (მდინარე)	მდ. ხობისწყლის შენაკადი, სათავე მ. მიგარიის ჩრდილო- აღმოსავლეთით	448-1550	47273 31 47261 31	27790 3 28352 1
41	ჯვარი	ორონიმი (მთა)	მ. მიგარიას დასავლეთით	1838,3	47237 49	28026 6

მიუხედავად მსგავსი ხარვეზებისა, ვფიქრობთ, კვლევის შედეგების ცხრილის სახით წარმოდგენილი მოდელი სრულყოფილად წარმოაჩენს ლუგელის ხეობისა და მიმდებრე ტერიტორიების ტოპონიმიის გეოგრაფიული განფენილობასა და მათი წარმომავლობის ზოგიერთ საკითხებს.

ამრიგად, კვლევის შედეგად გაირკვა, რომ ლუგელის ხეობის ტოპონიმია მეტად საინტერესო და მრავალფეროვანია. თოპონიმები ძირითადად დაკავშირებულია ადგილებთან, ადგილმდებარეობის ობიექტებთან, ფლორასთან, ფაუნასთან, გეო-გრაფიულ მოვლენებთან (მაგ. ადგილი მაქეოციმუ - მაქე - საღესი ქვის მასალა, ოციმუ - ცვენის ადგილი) და გვარ-სახელებთან. ამასთან ზეპირსიტყვიერებასა და გეოგრაფიულ-კარტომეტრიულ მასალაზე არსებული სახელწოდებათა მნიშვნელოვანი ნაწილის გაშიფვრის სირთულე და გვარების თანამედროვე ლოკალიზაციათა სიმორე გვაფიქრებინებს, რომ ხეობის ტოპონიმია უძველესი წარმოშობისაა და მისი შესწავლა ღრმა ისტორიული პერიოდიდან უნდა დაიწყოს და სივრცე-დროით ჭრილში იქნას განხილული. ძველი და თანამედროვე ტოპოგრაფიული რუკების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ისინი ვერ აკმაყოფილებენ რუკების წინაშე წაყენებულ ისეთ მოთხოვნებს, როგორცაა სისრულე, ადგილმდებარეობასთან შესატყვისობა, რაც გამოიხატება ადგილებისა და ობიექტების დასახელებათა გამოტოვებითა (მაგალითად, მდ. ჭითაწყარის - ხობისწყლის ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი მარცხენა შენაკადი) და სახელწოდებათა შეცდომით ასახვაში, რაც მრავლად გამოვლინდა კვლევის პერიოდში.

**ლიტერატურა:**

1. ელიავა გ., ფარულავა გ., შენგელია გ. ჩხოროწყუს რაიონის ტოპონიმიკის კატალოგი. ხელოვნება, თბილისი, 1983. (სტ.4). 125გვ.
2. ცხადია პ. - სამეგრელოს გეოგრაფიული სახელწოდებანი, თბ., 2007;
3. ცხადია პ. - მთიანი სამეგრელოს ტოპონიმია (ენათმეცნიერული ანალიზი) თბ., 1986;
4. ჭუმბურიძე ზ. - რა გქვია შენ? თბილისი: "ნაკადული", 1971;
1. Топографические карты масштаба 1, 25000-1,100000. Изд. Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР;

**REVAZ TOLORDAVA, DALI NIKOLAISHVILI,  
BIDZINA LEMONJAVA**

**GEOGRAFIC-CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF LUGELA VALLEY  
AND SURROUNDING AREAS TOPONYMY**

Toponymy consists of different information, so it takes a significant place in the history and cultural heritage of the country's regions. Samegrelo region in this regard is the most interesting part of Georgia, because local toponyms are mainly Megrelian. Because of difference from Georgian language Megrelian toponyms are distorted. The understanding of its printed forms in cartographic and other types of geographic sources is complicated. On creating new topographic maps in Georgian language, in order to avoid the possible inaccuracies it is particularly actual to make an examination on scientific level of toponymics fixed in cartographic sources.

The object of the study, Lugela gorge is located in the watershed of the river Khobistskhali. On the process of research a fundamental examination of cartographic and other types of geographic sources as well as a field research of found toponyms has been made in the gorge and its surrounding territory.

Research materials and other cartographic data are modeled in tables and maps.

## ღალი ახალაჲ, მიხეილ ხანანაშვილი

### ბლუპოზისა და ქოლესტერინის მაჩვენებლის ბანსაზღვრა ბანსხვამეზული სირთულის თავდაცვითი რეაქციების ტესტირებისას

სტრესი ზოგადბიოლოგიური ფენომენი და სიცოცხლისუნარიანობის აუცილებელი ატრიბუტია. უმაღლესი ნერვული მოქმედების სხვადასხვა სახის პათოლოგიისა და ორგანიზმის ჰომეოსტაზის მეტაბოლური პროცესების კვლევის შესწავლა თანამედროვე ბიოლოგიისა და მედიცინის ერთ-ერთი მთავარ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. გარემო პირობების ცვლილებები ზემოქმედებს ორგანიზმზე, თუმცა ეს ზემოქმედება ჩვეულებრივ არ იწვევს ფიზიოლოგიური პროცესების სერიოზულ დარღვევებს იმ მექანიზმების კომპლექსის წყალობით, რომლებიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის მდგრადობას – ჰომეოსტაზს. ჰომეოსტაზის ცნება აღნიშნავს არა მხოლოდ ორგანიზმის სხვადასხვა ფიზიოლოგიური კონსტანტის ცნობილ მუდმივობას, არამედ ის მოიცავს ფიზიოლოგიური რეაქციების ადაპტაციისა და კოორდინაციის პროცესებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზმის ერთიანობას, როგორც ნორმალურ პირობებში, ასევე მისი არსებობის პირობების შეცვლისას. ორგანიზმის სტრუქტურებისა და ფუნქციების ერთიანობის შენარჩუნებაში მთავარი როლი ეკუთვნის არა მარტო ნეირო-ენდოკრინულ ჯაჭვს, არამედ მნიშვნელოვნად და საინტერესოდ ერთგება გარემო პირობების ზემოქმედების პასუხის რეალიზაციაში ბიოქიმიური მაჩვენებლების ფუნქციური ცვლილებები.

აქედან გამომდინარე, ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს თავის ტვინის თვითრეგულაციური მოქმედების ქცევითი კომპონენტების იდენტიფიკაცია, ქცევითი აქტების გამოვლინების კანონზომიერების დადგენა “ინფორმაციული ტრიადის” არახელსაყრელი შერწყმით გამოწვეულ ფსიქოგენური სტრესის პირობებში (სხვადასხვა ეტაპზე) და მათი გავლენა მეტაბოლიზმის ადაპტაციურ მაჩვენებლებზე. ფსიქოგენური სტრესის მოდელირებისთვის გამოვიყენეთ აქტიური განრიდების რეაქციის მოდიფიცირებული მოდელი (Хананашвили.М 1989), რომლის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე შევისწავლეთ ქცევის კომპენსატორული მექანიზმებისა და ბიოქიმიური მაჩვენებლების ფუნქციური ცვლილებები. ქსპერიმენტში, ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე ქცევითი მაჩვენებლებისა და სისხლში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების: კორტიზოლის, გლუკოზისა და ქოლესტერინის ფუნქციური ცვლილებები შევისწავლეთ შემდეგი მეთოდით:

ცხოველების ემოციური მდგომარეობის შეფასების მიზნით, გამოვიყენეთ “ღია ველის” (Hall C.1934: 385-403) და პროკონფლიქტური” (Korda M. 1986: 121) ტესტის მეთოდები.

ფსიქოგენური მოდელირებისთვის გამოვიყენეთ აქტიური განრიდების რეაქციის მოდიფიცირებული მოდელი (Хананашвили. М. 1989). აღნიშნული მოდელი ცხოველებზე ხანგრძლივი ფსიქოგენური სტრესის მოდელირების საშუალებას იძლევა, რის ფონზეც შესაძლებელი იყო ქცევითი და ემოციური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

იმუნოფერმენტული – გლუკოკორტიკოიდული მეთოდი (Humani-ის ნაკრებით) – სტრესირების შემდეგ ცხოველებს (ვირთაგვა) ჩაუტარდათ დეკაპიტაცია, სადაც მათი სისხლის ნიმუშები შევარგოვთ გლუკოზისა და ქოლესტერინის მაჩვენებლის კონცენტრაციის განსაზღვრად. სისხლში აღნიშნული მაჩვენებლის ფუნქციური ცვლილებები განისაზღვრა იმუნოფერმენტული – გლუკოკორტიკოიდული მეთოდით (Tiets NW 1995: 266-273).

ექსპერიმენტული კვლევა ჩატარებულია 200-250 გრ. წონის მამრობითი სქესის 60 თეთრ ლაბორატორიულ ვირთაგვაზე. ცხოველები დაყოფილი იყო ორ ჯგუფად :

**1. პირველი ჯგუფის ცხოველებს** (საექსპერიმენტო ვირთაგვა) ჩაუტარდათ ფსიქოგენური სტრესის მოდელირება, შემდეგი სქემით: **I ეტაპი** – პირველ პირობით სიგნალიზე (მეტრონომი-2ჰც) აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავება და განმტკიცება.

**II ეტაპი** – ორ პირობით სიგნალიზე (მეტრონომი-2ჰც; ტონი-500ჰც) აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავება და განმტკიცება.

**III ეტაპი** – ორი აქტიური განრიდების რეაქციის 14 დღიანი ერთდროული ტესტირება (გელერმანის სტოქასტური პროგრამის მიხედვით) (Gellerman S.1933:207-208)

**2. მეორე ჯგუფის ცხოველებზე** (ინტაქტური ვირთაგვა) შევისწავლეთ ქცევითი და ემოციური მაჩვენებლები სტრესირებამდე და სტრესირების შემდეგ “ღია ველის” და “პროკონფლიქტური” ტესტით. კვლევის მეორე საფეხურზე, სტრესირების დამთავრების შემდეგ ორივე ჯგუფის ვირთაგვების სისხლში განისაზღვრა ბიოქიმიური მაჩვენებლის კორტიზოლის, გლუკოზისა და ქოლესტერინის კონცენტრაცია, იმუნოფერმენტული – გლუკოკორტიკოიდული მეთოდით.

ფსიქოგენური სტრესის მოდელირებისას ცხოველებს თავდაპირველად ცალ-ცალკე თითოეულ გამღიზიანებელზე (მეტრონომი-2ჰც, ტონი-500ჰც) გამოვუმუშავებდით აქტიური განრიდების რეაქციას. ამ დროს პირობითი სიგნალის ჩართვისას მტკივნეულ გაღიზიანებისგან თავდაცვის მიზნით, ვირთაგვა ხტებოდა იმ განყოფილებაში, რომელშიც გადახტომის საშუალებაც მას ჰქონდა (მეორე განყოფილება ჩაკეტილი იყო). უკვე გამომუშავებული თავდაცვითი

რეაქციების “გაერთიანების” დროს ცხოველის წინაშე ვაყენებდით ახალ ამოცანას, იგი მტკივნეულ გაღიზიანებას მხოლოდ იმ შემთხვევაში დააღწევდა თავს, თუ სიგნალის ჩართვისას განახორციელებდა სივრცით ორიენტაციულ ქცევას, ე. ი. გადახტებოდა არა მხოლოდ ძგიდეზე, როგორც ეს ადრე ხდებოდა, არამედ გადავიდოდა სიგნალიზირებულ განყოფილებაში. ვირთაგვა ამ ამოცანას თავს ვერ ართმევდა და ამიტომ, მიუხედავად ამისა, რომ იგი სიგნალიზე ახორციელებდა განრიდების რეაქციას, მაინც ისჯებოდა ელექტრული დენით. ის გარემოება, რომ ცხოველი ერთი ცდის განმავლობაში ორი სხვადასხვა პირობითი გამღიზიანებლის შემთხვევითი სქემით წარდგინებისას ვერ ახერხებს გამოიმუშავოს ადექვატური ქცევა, შეიძლება შემდეგნაირად აიხსნას: ექსპერიმენტის თავისებურებიდან გამომდინარე, აღნიშნულ ვითარებაში ვირთაგვა ვერ იღებს ინფორმაციას, რომლის მიხედვით იგი განახორციელებდა სივრცით ორიენტაციულ ქცევას ანუ ცხოველის თავის ტვინი ფუნქციონირებს “ინფორმაციული ტრიადის” ფაქტორების – ინფორმაციის, მოტივაციისა და დროის ფაქტორის არახელსაყრელი შერწყმის პირობებში, რაც მათთვის რთულ ამოცანას და ძლიერ სტრესოგენურ ფაქტორს წარმოადგენდა – ცხოველის უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფუნქციებზე (Хананашвили М.1998:13-16). ინფორმაციული სტრესი ფსიქოგენური სტრესის ფორმაა, ის გამოიწვევა იმ სამი ფაქტორის ზემოქმედებით, რომლებიც ინფორმაციული დაავადების აღმოცენებას განაპირობებს. ეს ფაქტორებია: 1). ინფორმაციის რაოდენობა, 2). ინფორმაციის გადამუშავებისა და გადაწყვეტილების მიღებისთვის საჭირო დრო, 3). გადაწყვეტილების მიღების მოტივაციის დონე. ეს სამივე ფაქტორი, რომელთა ერთობლიობას “ინფორმაციული ტრიადა” უწოდეს თავისთავად ბევრად განაპირობებს ნორმალურ ქცევას, მაგრამ შესაძლებელია ეს ფაქტორები არახელსაყრელ პირობებში სტრესოგენური გახდეს. აგალითად, ჭარბი ინფორმაციის მოზღვაავების (ან დეფიციტის), დროის ქრონიკული უკმარისობის და ქცევის მაღალი მოტივაციის პირობებში (ხანანაშვილი მ. 2008: 24-25).

ხანგრძლივი ფსიქოგენური სტრესის მიმდინარეობისას, განსხვავებული სირთულის ექსპერიმენტის პირობებში, ვირთაგვების ქცევა თვისობრივად არ შეცვლილა, ადგილი ჰქონდა ქცევით აქტებს შორის თანაფარდობის შეცვლასა და ორგანიზმში (სისხლში) საადაპტაციო მექანიზმების ფუნქციურ ცვლილებას. კერძოდ, პირველ პირობით სიგნალიზე მეტრონომზე - აქტიური განრიდების რეაქციის ტესტირებისას საექსპერიმენტო ცხოველებს დასწავლის კრიტერიუმის მისაღწევად დასჭირდათ 120-160 შეუღლება, ე. ი. აქტიური განრიდების რეაქციის გამოიმუშავებისა და განმტკიცების ფორმირება მიმდინარეობდა 6-8 დღე – ცხოველისთვის უცნობ გარემოში უცხო გამღიზიანებლის ზემოქმედების პირობებში. როცა

ცხოველი პირველად დგებოდა რთული ამოცანის გადაწყვეტის წინაშე, აღინიშნებოდა ჩვენს მიერ რეგისტრირებული ქცევითი და ემოციური მაჩვენებლების და ბიოქიმიური პარამეტრების ფუნქციური ცვლილებების განსაზღვრა. ვირთაგვებმა ამ ეტაპზე, ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებისას, გამოავლინეს ქცევით და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებში ცვლილებები: ქცევით მაჩვენებლებში დომინირებდა ვერტიკალური დგომები, მისი ხანგრძლივობა მთელი ექსპერიმენტის დროს  $4,7 \pm 2,3$ -ს შეადგენდა. “გრუმინგის” ხანგრძლივობის მაჩვენებელი ( $0,6 \pm 0,5$ ) საგრძობლად ჩამორჩებოდა ვერტიკალური ( $4,7 \pm 2,3$ ) და ჰორიზონტალური ( $2,6 \pm 1,1$ ) დგომების ხანგრძლივობის მაჩვენებლებს. თავის აწევათა ( $22,2 \pm 7,8$ ) რაოდენობა საგრძობლად მაღალი იყო ფეკალური ბოლუსების ( $5,6 \pm 1,7$ ) მაჩვენებელთან შედარებით, ხოლო სიგნალთშორის გადასვლების რაოდენობა იყო – ( $3,4 \pm 1,2$ ) (ცხრილი.1). ბიოქიმიური პარამეტრებიდან, სისხლის პლაზმაში კორტიზოლის ( $38,4 \pm 9; P=0,004$ ), გლუკოზისა ( $4 \pm 0,7; P=0,004$ ) და ქოლესტერინის ( $1,7 \pm 0,5; P=0,009$ ) კონცენტრაციის მაჩვენებლები სტატისტიკურად სარწმუნოდ იყო მომატებული ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით (ცხრილი.2).

**ცხრილი 1. ქცევითი მაჩვენებლების სტატისტიკური შეფასება აქტიური ანრიდების რეაქციის გამომუშავება-განმტკიცებისა და ერთი ცდის განმავლობაში ორი აქტიური ვანრიდების რეაქციის ერთდროული ტესტირების პერიოდში – საექსპერიმენტო ვირთაგვებში**

ქცევითი ფორმები	I ეტაპი (1)		II ეტაპი (2)		III ეტაპი		P 1-2	P 2-3
	საშ	SD	საშ	SD	საშ	SD		
ვერტიკალური დგომები	4,7	2,3	1,9	0,8	4	0,9	0,009	0,0001
ჰორიზონტალური დგომები	2,6	1,1	3,9	0,7	0,3	0,2	0,009	0,02
თავის აწევა	22,2	7,8	25,3	6,2	13,6	4	0,04	0,05
ფეკალური ბოლუსები	5,6	1,7	2,7	0,5	5,2	1,1	0,001	0,0001
სიგნალთშორის გადასვლები	3,4	1,2	1,7	0,5	3,8	1,4	0,009	0,003
გრუმინგი	0,6	0,5	2,1	1,1	0,1	0,1	0,005	0,02

ცხოველისთვის უცნობ გარემოში უცხო გამღიზიანებლის ზემოქმედების პირობებში, ტკივილს, როგორც ფსიქიკური ფაქტორის გამღიზიანებელს, დამცავი მექანიზმები მოყავს მობილიზაცია-

ში, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია კომპლექსორული – შემეუბნებლობითი რეაქციებით, ეს უკანასკნელი კი მიმართულია, არა მხოლოდ გაღიზიანების წყაროს აღმოსაფხვრელად, არამედ შინაგანი გარემოს მუდმივობის (ჰომეოსტაზის) შესანარჩუნებლად-აც (Вальдман А.1986:29-73). ექსპერიმენტული დაკვირვებები მოწმობს, რომ ფსიქიკური ფაქტორის გამღიზიანებელზე, ორგანიზმის რეაქციის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მრავალი ნერვული ქსელი განიცდის აქტივაციას (Vermentten E, 2002: 126-147).

ფსიქოგენური ფაქტორების მიმართ განსაკუთრებით გრძობი-არეა ლიმბური ტვინის სტრუქტურები: კერძოდ, ჰიპოკამპი, ნუშისე-ბრი სხეული, პრეფრონტალური ქერქი, რომლებიც ინფორმაციას ღებულობენ სხვადასხვა სენსორული სისტემიდან. ფსიქოგენური ფაქტორებით გამოწვეული ინტრალიმბური პროცესების მიმდინა-რეობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული განსახორციელებელ ქცევით რეაქციებზე. ლიმბურ სტრუქტურაში თავმოყრილი ინფორ-მაციის გადამუშავება იწვევს ქცევით რეაქციებს (Wiener H.1992), რასაც თან ახლავს ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური კომპო-ნენტების: გლუკოზისა და ქოლესტერინის მეტაბოლური ცვლილე-ბები. ტესტირების ამ ეტაპზე – მეტრონომზე გამოვლენილი ქცე-ვითი რეაქციები და ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები ას-ახავს ცხოველის ემოციურ მდგომარეობას, თვითრეგულაციური მე-ქანიზმების მუშაობის გამოსატყვას, რასაც განაპირობებს გარემოს შეცვლილი პირობებისადმი ორგანიზმის ადაპტაცია. ვერტიკალური დგომები ვირთაგვის ძლიერი ემოციური დაძაბულობის გამომხატ-ველია. “გრუმინგი” კი ემოციური დაძაბულობის დროს არ გამოე-ლინდება. ხოლო ადაპტაციური ჰორმონის კორტიზოლის კონცენ-ტრაციის მომატება და გლუკოზისა და ქოლესტერინის მაჩვენებ-ლების ცვლილებები კი, ორგანიზმს ამზადებს ბრძოლისთვის, რო-მელიც ასოცირდება შიშთან, გააფთრებასთან და ტკივილთან. ჩხო-ველების ამგვარი ქცევა რთული ამოცანის გადაჭრის დროს ემსა-ხურება ემოციური დაძაბულობის განმუხტვას და განიხილება რო-გორც **თვითრეგულაციური ქცევა** (Хананашвили М. Реберг Г. 1981:123-129), ხოლო ბიოქიმიური კომპონენტების ცვლილებები, სტრესული პასუხის ძირითად მედიატორებს წარმოადგენენ, როგ-ორც ორგანიზმის დამცველი ძალების სასწრაფო მობილიზაციის მთავარ ფაქტორს – **დარღვეული წონასწორობის აღსადგენად**.

გამოკვლევის შემდგომ ეტაპზე – ტონზე აქტიური განრიდე-ბის რეაქციის გამომუშავებასა და განმტკიცების ფონზე ვირთაგე-ებს თავდაცვითი რეაქცია უფრო სწრაფად გამოუმუშავდათ, დაახ-ლოებით დასჭირდათ 60-80 შეუღლება, სადაც 3-4 დღის განმავლო-ბაში ვამოწმებდით უკვე გამომუშავებული აქტიური განრიდების რეაქციის სიმტკიცეს. ამ ვითარებაში ცხოველებმა გამოავლინეს გაავტომატებული ადექვატური თავდაცვითი ქცევა, ე. ი. ისინი უკვე

საექსპერიმენტო გარემოსთან ადაპტირებული ცხოველები არიან: ცნობილია, რომ ამგვარი ვითარება ნაკლები ემოციური დაძაბულობით ხასიათდება, რაც ქცევით აქტებსა და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებს შორის ურთიერთთანაფარდობითი ცვლილებებით გამოვლინდა. კერძოდ, ცხოველებში გაიზარდა “გრუმინგის” ხანგრძლივობის მაჩვენებელი ( $P=0,005$ ), იგი საშუალო სიძლიერის კონფლიქტურ სიტუაციაში გამოვლინდება, ხოლო შემცირდა ვერტიკალური დგომების ( $P=0,009$ ) ხანგრძლივობა და სიგნალთაშორის გადასვლების ( $P=0,009$ ) რაოდენობა (ცხრილი.1), რაც ძლიერი ემოციური დაძაბულობის გამომხატველია. ექსპერიმენტში „გრუმინგის“ მაჩვენებელი თავს იჩენს მას მერე, როცა ვერტიკალური დგომები კლებულობს, ცხოველებში ამგვარი ვითარება ნაკლებ ემოციურ დაძაბულობაზე მიანიშნებს, რაზეც მიუთითებს სისხლის პლაზმაში კორტიზოლის, გლუკოზისა და ქოლესტერინის მეტაბოლური ცვლილებებიც (ცხრილი.2); პირველ ბგერით გამღიზიანებელზე აქტიური განრიდების რეაქციის გამოშუშავება – გამტკიცების პერიოდთან შედარებისას, კორტიზოლის ( $33,5 \pm 3,5$ ;  $P=0,001$ ) კონცენტრაციის მაჩვენებელი სარწმუნოდ შემცირდა, ხოლო ინტაქტურ ცხოველებთან ( $28,0 \pm 1,9$ ) შედარებისას კი კორტიზოლი, როგორც სტრეს-ჰორმონის ( $P=0,001$ ) მაჩვენებელი სარწმუნოდ გაიზარდა, გლუკოზისა ( $3,7 \pm 0,4$ ;  $P < 0,01$ ) და ქოლესტერინის ( $1,6 \pm 0,5$ ;  $P < 0,09$ ) მაჩვენებლებმა კი სარწმუნო მონაცემები არ მოგვცა, თითქმის გაუთანაბრდა ინტაქტური ცხოველების კონცენტრაციის მაჩვენებლებს (ცხრილი.2)

**ცხრილი 2. ბიოქიმიური მაჩვენებლების სტატისტიკური შეფასება ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე საექსპერიმენტო ვირთაგვებში**

ეტაპები	კორტიზოლი			გლუკოზა			ქოლესტერინი		
	საშ	SD	p	საშ	SD	p	საშ	SD	P
ინტაქტური	28	1,9		2,8	0,8		1,4	0,1	
I ეტაპი	38,4	9,0	0,004	4	0,7	0,004	1,7	0,5	0,009
II ეტაპი	33,5	3,5	0,001	3,7	0,4	0,01	1,6	0,5	0,09
III ეტაპი	43,5	9,2	0,0001	3,8	0,4	0,003	1,7	0,2	0,002

გაავტომატებული ადექვატური თავდაცვითი ქცევის დროს გამოვლენილი ქცევითი მაჩვენებლების „გრუმინგის“ ხანგრძლივობის ზრდამ და ვერტიკალური დგომების შემცირებამ, აგრეთვე, კორტიზოლის კონცენტრაციის ცვლილებამ ვირთაგვებში, გამოიწვია გლუკოზისა და ქოლესტერინის მაჩვენებლების ცვლილებები, რამაც ორგანიზმში დაარღვია ჰომეოსტაზის პარამეტრები, მაგრამ ასეთი დარღვევების საპასუხოდ ჩაერთო ფიზიოლოგიური



მექანიზმები – ჰომეოსტაზის აღსადგენად, შემდგომ ბიოლოგიური ფუნქციები დაუბრუნდება “ნორმას” ანუ ფონურს. ცნობილია, რომ სტრესული პასუხის რეალიზაციაში ჩაერთობა სიმპატიკ – ადრენერგული სისტემა, რომლის აქტივაცია იწვევს ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ადრენერგული ბოჭკოებიდან და თირკმელზედა ჯირკვლის ტვინოვანი შრიდან ცენტრალურ სტუქტურაში და სისხლში კატეხოლამინების გამოყოფას (Кулагин В. 1978:296). კატეხოლამინების სეკრეციას არეგულირებს ცენტრალური ნერვული სისტემის უმაღლესი განყოფილებები, რომლებიც მდებარეობენ თავის ტვინის ქერქში, მეოთხე პარაკუზის, ჰიპოთალამუსის, რეტიკულური ფორმაციის უბნებში. კატეხოლამინები აღნიშნავენ რეაქციული სინდრომის აღმოცენების დასაწყისს, ხოლო ადრენალინი ითვლება ავარიულ ჰორმონად, იგი კრიტიკულ სიტუაციაში ინარჩუნებს ცირკულაციურ ჰომეოსტაზს (Теплов С.1986:94-111). აღსანიშნავია, რომ ნორადრენალინი ჩართულია თავის ტვინის თვითრეგულაციის პროცესებში, რომლის საფუძველზეც ხორციელდება სხვადასხვა კოგნიტიური და ქცევითი რეაქციები, თავის ტვინის ნორადრენერგული სისტემა აქტივირდება სტრესოგენური გამღიზიანებლების ზემოქმედებისას, ყურადღების კონცენტრირებისას, მოძრაობითი აქტიურობის გაძლიერებისას, ერთი მოქმედებიდან მეორე მოქმედებაზე გადასვლისას და სხვა. ვეგეტატიური ნერვული სისტემის სიმპატიკური ბოჭკოების გააქტიურება იწვევს ადრენალინის გამოყოფას, ადრენალინი თავის მხრივ ასტიმულირებს გლიკოგენოლიზს ღვიძლში და გლუკოზის გადასვლას სისხლში, სტრესის დროს სისხლში გლუკოზის დონე დამოკიდებულია სტრესის ხასიათზე და ინტენსიურობაზე (Armario a.. 1990; 341-347). ორგანიზმში ფიზიოლოგიური რეაქციები (პასუხები) სტრესის გამღიზიანებელზე (სტიმულატორზე), რომელიც მოიცავს სისხლის წნევის მომატებას, გულის რითმის გახშირებას, სხეულის ტემპერატურის მატებასა და ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის კონცენტრაციის ზრდას, ურთიერთობაშია სიმპატიკური ნერვული სისტემის გააქტიურებასთან და გლუკოზისა და ქოლესტერინის მეტაბოლურ ცვლილებებთან, რაც ფსიქოგენური სტრესისთვის დამახასიათებელი ერთ-ერთი მნიშველოვანი ფაქტორია.

ორი აქტიური განრიდების რეაქციის ერთდროული 14 დღიანი ტესტირებისას სწორი პასუხების პროცენტული მაჩვენებელი 30-45% არ აღემატებოდა, რაც შენარჩუნებული იყო 14 დღის განმავლობაში. ვირთაგვებმა ამ ეტაპზე, აქტიური განრიდების რეაქციის ფორმირება ვერ მოახერხეს, რადგან ცხოველის თავის ტვინი ფუნქციონირებს “ინფორმაციული ტრიადის” ფაქტორების არახელსაყრელი შერწყმის პირობებში. კერძოდ, ვირთაგვა ხანგრძლივი დროის მანძილზე აღმოჩნდა მაღალი მოტივაციის, დროისა და პრაგმატული ინფორმაციის დეფიციტის პირობებში, რაც მათთვის

რთულ ამოცანას და ძლიერ სტრესოგენურ ფაქტორს წარმოადგენდა. სტრესირების ამ ეტაპზე ვერტიკალური დგომების მაჩვენებელი კვლავ მნიშვნელოვნად აღემატებოდა ყველა სხვა ქცევით მაჩვენებლებს. სიგნალთაშორის გადასვლების ( $3,8 \pm 1,4$ ;  $P=0,003$ ) რაოდენობა საექსპერიმენტო ვირთაგვებში სარწმუნოდ იყო გაზრდილი, განმტკიცებული თავდაცვითი რეაქციების პერიოდთან შედარებისას, აღნიშნული ქცევა არის თვითრეგულაციური ქცევის გამოხატულება, რომელიც არ არის დაკავშირებული პირობით სიგნალთან. რაც შეეხება “გრუმიზი”, “ჰორიზონტალურ დგომები” და თავის აწევათა რაოდენობა, მათი მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა გაავტომატებული თავდაცვითი რეაქციების ანალოგიურ მაჩვენებლებს (ცხრილი.1). მაშასადამე, ორი თავდაცვითი სიგნალის ერთ ცდაში გამოყენებისას 14 დღის განმავლობაში საცდელი ცხოველების ქცევაში კვლავ დომინირებდა – ვერტიკალური დგომები. განმტკიცებული თავდაცვითი რეაქციების პერიოდთან შედარებისას, სისხლის პლაზმაში სარწმუნოდ იყო მომატებული, კორტიზოლის ( $43,5 \pm 9,2$ ;  $P=0,0001$ ) კონცენტრაციის მაჩვენებელი, ხოლო გლუკოზისა ( $3,8 \pm 0,4$ ;  $P < 0,01$ ) და ქოლესტერინის ( $1,7 \pm 0,2$ ;  $P < 0,02$ ) კონცენტრაციის მაჩვენებლებმა სარწმუნოდ მონაცემები არ მოგვცა (ცხრილი.2.); ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებისას კი კორტიზოლის ( $P=0,0001$ ), გლუკოზისა ( $P=0,003$ ) და ქოლესტერინის ( $P=0,002$ ) კონცენტრაციის მაჩვენებლები სარწმუნოდ გაზრდილი იყო. ცნობილია, რომ თავის ტვინის ნერვული რეგულაციისა და ჰუმორული მექანიზმების საერთო სისტემა (Blum K., 2000; 1-112) უზრუნველყოფს სტრესოგენურ სიტუაციაში ორგანიზმის ადაპტაციას და წარმოადგენს ორგანიზმის მდგრადობის ცენტრალური მარეგულირებელი მექანიზმის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს. აღნიშნული მექანიზმი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც თვითრეგულაციური მექანიზმი, რომელიც მიმართულია ორგანიზმის მდგრადობის ასამაღლებლად ავერსიული ზემოქმედების საპასუხოდ. ლიტერატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით მიგვაჩნია, რომ ფსიქოგენური სტრესის მოცემულ ეტაპზე ვირთაგვების მიერ გამოვლენილი ქცევითი მაჩვენებლები, გლუკოზისა და ქოლესტერინის მეტაბოლური ცვლილებები თვითმარეგულირებელი ბუნებისაა, რომელიც ხელს უწყობს გარემოს შეცვლილი პირობებისადმი ადაპტაციას და მიმართულია სტრესოგენური ზემოქმედების მიმართ ორგანიზმის მდგრადობის გაძლიერებისკენ.

პირობითი სიგნალების სტოქასტური მიწოდების შემთხვევაში ცხოველები ცვლიან ქცევის სტრატეგიას, კერძოდ, პირობით გამდინჯიანებელზე რეაგირებენ ერთის გამოტოვებით ან მოძრაობენ მხოლოდ ერთი საკვებურისაკენ. რამდენადაც სტერეოტიპულ ქცევას არ ახასიათებს ისეთი ემოციური დაძაბულობა, როგორც სი-

გნალების შემთხვევითი ტესტირებისას ვითარდება, იგი განიხილება, როგორც ემოციური დაძაბულობის განმუხტვის საშუალება. ემოციური დაძაბულობის შესუსტებას უნდა ემსახურებოდეს ისეთი ქმედება, როგორცაა დიფუზური მოძრაობითი აქტიურობის გაძლიერება, სიგნალთშორის გადასვლების გახშირება და ბიოქიმიური მანვენებლების ეტაპობრივი ცვლილებები (ახალაძე ლ. 2006:709-713) სხვადასხვა ტიპის სტრესოგენური გამღიზიანებლებით გამოწვეულ ფსიქოგენური სტრესის პირობებში. აღწერილი ქცევა და მეტაბოლური ცვლილებები განიმარტება, როგორც ბიოლოგიურად დადებითი სტრესის გამოვლინება და ასახავს თავის ტვინის თვითრეგულაციურ მოქმედებას. ტვინის თვითრეგულაციური მოქმედების გაძლიერება უნდა იწყებოდეს დაავადების წინა სტადიაზე. ღოდესაც ეს მექანიზმები კარგად არის გამოხატული, მათ მიზანდასახულმა გაძლიერებამ შეიძლება გადამწყვეტი როლი ითამაშოს ტვინის და საერთოდ სტრესოგენურ ფაქტორებისადმი ორგანიზმის რეზისტენტობის ამაღლებაში (Хананашвили М.1998:13-16).

ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე ვირთაგვებში, სტრესირებამდე და სტრესირების შემდეგ შევისწავლეთ ცხოველების ემოციური მდგომარეობა “ღია ველის” და “პროკონფლიქტური” ტესტის საშუალებით. ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით თავდაცვითი რეაქციების გამომუშავება-განმტკიცების შემდეგ “ღია ველში” ტესტირებისას აღინიშნებოდა კვლევითი აქტიურობის შემცირების ტენდენცია, გაზრდილი იყო მოძრაობის აქტიურობის ლატენტიური პერიოდი ( $P=0,001$ ) და “გრუმინგის” ( $P=0,003$ ) ხანგრძლივობის მაჩვენებელი. “ღია ველში” კვლევითი აქტიურობის შემცირება ემოციური დაძაბულობის გაძლიერებაზე მიუთითებს (Hall C. 1934; 385-403). ამ მოსახზრების მართებულობაზეც მიუთითებს “პროკონფლიქტურ” სიტუაციაში ვირთაგვების ტესტირების შედეგებიც. კერძოდ, ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით თავდაცვითი რეაქციების გამომუშავება-განმტკიცების შემდეგ ( $P=0,001$ ) და მათი ერთდროული 14-დღიანი ტესტირებისას ( $P=0,004$ ) დენით დასჯილი წყლის სმის აქტების რაოდენობა სარწმუნოდ შემცირებულია. ამ ტესტის მიხედვით დენტან შეუღლებული წყლის სმის აქტების რაოდენობის სიმცირე ვირთაგვებში შიშისა და შფოთვის რეაქციის გაძლიერების მაჩვენებელია. ამრიგად, “ღია ველისა” და “პროკონფლიქტური” ტესტით ვირთაგვებში დომინირებს შიშისა და შფოთვის რეაქციები.

განსხვავებული სირთულის თავდაცვითი რეაქციების ტესტირებისას, ვირთაგვების მიერ გამოვლენილი ქცევითი რეაქციების ხასიათი, სისხლში მეტაბოლური მანვენებლების ცვლილებებთან ერთად განიხილება, როგორც ბიოლოგიურად დადებითი ადაპტაციური ხასიათის რეაქციები, რომელიც ზრდის ორგანიზმის მდგრა-

დობას სხვადასხვა პათოგენური ფაქტორების მიმართ. ორგანიზმში ნერვული რეგულაციის საერთო სისტემა მაღალი მგრძობელობით გამოირჩევა. ის ააქტივებს სომატურ, ჰორმონალურ და სხვა ფუნქციურ სისტემებს, რომელთა აქტივაცია ზრდის ორგანიზმის მდგრადობას პათოგენური ზემოქმედებისადმი. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ თავის ტვინის ზემოთ აღნიშნული ფუნქციონალური სისტემები, ერთეობა ორგანიზმის დამცველობით, კომპესატორული მექანიზმების რეგულაციაში და წარმოადგენს გარდამავალ ეტაპს ბიოლოგიურად დადებითი სტრესული რეაქციის აქტივაციასა და ფორმირებაში (ახალაძე ლ. 2013:61-67; Хананашвили М.1998:13-16.) აღნიშნული კვლევების შედეგად მიღებული მასალა ადასტურებს, რომ სტრესოგენური აგენტის ზემოქმედების დროს გამოვლენილი ქცევა: “გრემინგი”, სიგნალთშორის გადასვლები, ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დგომები – თვითმარეგულირებელი მექანიზმების ქცევით კომპონენტებს განეკუთვნებიან. სისხლში მეტაბოლური მაჩვენებლების ცვლილებები: კორტიზოლის, როგორც სტრესს ჰორმონის ეტაპობრივი მომატება კი, განაპირობებს გლუკოზისა და ქოლესტერინის ცვლილებებს განსხვავებული სირთულის ექსპერიმენტის პირობებში, რაც ორგანიზმის დამცველი ძალების სასწრაფო მობილიზაციის მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს – დარღვეული წონასწორობის აღსადგენად და განიხილება ბიოლოგიურად ადაპტაციური ხასიათის რეაქციად, რომელიც თავის ტვინის ფუნქციონირების ოპტიმალური რეჟიმის შენარჩუნებას ემსახურება. ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ცხოველების ამგვარი ქცევა და მეტაბოლური ცვლილებები, სტრესირების დროს ორგანიზმის მიერ გამოვლენილი ქცევის დამცველობითი და თვითმარეგულირებელი ბუნებისაა და სტრესული ზემოქმედებისადმი ორგანიზმის მდგრადობის გაძლიერების მანიშნებელი. აღნიშნული მდგომარეობა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სტრესოგენურ გარემოსთან ინდივიდის ადაპტაციაში.

**ლიტერატურა:**

1. ახალაძე ლ., დომიანიძე თ., ჭიკაძე ა., ხანანაშვილი მ., ლოღობერიძე მ., ჩიხლაძე მ., ჯუღელი ნ., შანიძე მ., გლუკოზის კონცენტრაციის ცვლილებები სისხლში ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე თეთრ ვირთაგვებში. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის „მაცნე“, ბიოლოგიის სერია, ტომი 32. №5. გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი. 2006. გვ.709-713
2. ახალაძე ლ. ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებები ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. მონოგრა-

- ფია. გამომცემლობა “მერიდიანი” 2013. გვ.61-67.
3. ხანანაშვილი მ. ინფორმაციული სტრესი. საქართველოს მეც . ეროვნ. აკად. გამომცემლობა. თბილისი, 2008. გვ.24-25.
  4. *Хананашвили М. М. Реберг Г.* Саморегуляция поведения в условиях возрастающих нагрузок на аналитико-синтетическую деятельность мозга у кошек. Журн. В.Н.Д. 1981. т. 31. №4. с. 123- 129.
  5. *Хананашвили М. М.* Психогенный стресс: теория, эксперимент, практика. Вестник, Российской Академии Медицинских Наук. Москва. Медицина. 1998. с.13-16.
  6. . *Кулагин В.К.* Патологическая физиология травмы и шока – Л., Медицина. 1978. с.296.
  7. *Теплов С.И.* Гормональные факторы регуляции// В кн.: Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения. Ленинград. Наука. 1986. с.94-111.
  8. *Вальдман А.В.* Нервная система и гомеостаз// в кн. Гомеостаз// Под ред. П.Д. Горизонтова, 2-е изд. – Москва. Медицина. 1986. с.29-73.
  9. *Хананашвили М. М., Домиანიძე Т. Г.* Способ моделирования невроза. Авторское свидетельство, №1506474, 1989. СССР.
  10. *Devidze N., Gogoberidze M., Orjonikidze Ts.* Behavior of rats in the conditions of psychogenic stress. Proc. Georgian Acad. Sci. Biol. Ser. 1997, v.23, №1-6; p.17-20
  11. *Gellerman S.W.* Change orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. J.Cenet. Psychol, 1933. V.42, P.207-208.
  12. *Korda M.J., Biggio G.* Stress and gabeargic transmission biochemical and behavior studies. Advances in biochemical sychopharmacology.1986,V.41, P.121.
  13. *Hall C.S.* Emotional behavior in the rat. I.Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. J.Comp. Psychol. 1934. V. №2, P.385-403
  14. *Tiets NW* (Hrsg). Clinical Guide to Laboratory Tests, Auflage. Philadelphia. PA; WB Saunders Company; 1995:266-273.
  15. . *Vermentten E., Bremner J.D.* Circuits and system in stress: I.Preclinical studies. Depress Anxiety. 2002, v.15, p.126-147.
  16. *Wiener H.* Perturving the organism. The biology of stressful experience. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
  17. *Armario A. Marti J, Gil M.* The serum glucose response to acute stress is sensitive to the intensity of the stressor and to habituation. J. Psychoneuroendocrinology, 1990, 15(5-6):341-7.
  18. *Blum K. Braverman E. Holder J. Lubar J. et al.* – Reward deficiency syn drome: a biogenetic model for the diagnosis end treatment of impulsive, addictive and compulsive behaviors. Jour. Psychoactive Drugs. 2000. v. 32. p.1-112.

19. *Bremner J.D. Krystal J.H., Soutwick S.M. Charney D.S. – Noradrenergic mechanisms is stress and anxiety: Preclinical studies. Synapse. 1996. V.23. P.28-38.*

**LALI AKHALADZE, MOKHEIL KHANANASHVILI**

**DETERMINATION OF GLUCOSE AND CHOLESTEROL  
VALUES WHEN TESTING DEFENSE REACTIONS OF  
VARIOUS COMPLRXITY**

We have used a model modifying active evasion response for modeling psychogenic stress. In this model we have assessed central mechanisms of self-regulatory behavior of animals, metabolic changes taking place in an organism (blood), values of adaptation hormone Cortisol, indicators of carbohydrate and lipid exchange –in the conditions of different complexity of an experiment. On the basis of scientific literature and the results of an experiment carried out by us, we can conclude that whenever testing various complexity protective reactions, increase of Cortisol release, has caused glucose and cholesteremia changes that indicate increase of sustainability of organism self-regulatory mechanisms, facilitating adaptation to environmental conditions.



**გაქა თოღუა, დალი ბერიკაშვილი,  
სოფიო ცაშიტაია, ლელა ბიორბოზიანი**

**საქართველოს ტყის ხილკენკროვნების ბენეტიკური  
რესურსი და ბიომრავალფეროვნება**

**ანოტაცია:**წარმოდგენილ სტატიაში გადმოცემულია კვლევის შედეგები ველურ ხილზე (ტყის მსხალი “პანტა”, ვაშლი “მაჟალო” და სხვა კენკრა). ყველა მცენარეს თან ახლავს მოკლე ბოტანიკური დახასიათება და გავრცელების საერთო არეალის მახვენებლები, რესურსი და მათი გამოყენების შესაძლებლობა. დახასიათებულია გენეტიკური ცვალებადობა, მუტაციური მოვლენები და სხვადასხვა სახის ფენოტიპური ცვალებადობები (მოდულირებული, შემთხვევითი, გენოტიპური და ა.შ.).

**შესავალი.**ველურად მზარდი ხილკენკროვნების გენეტიკური რესურსი მისი ასორტიმენტი, ფლორისტული შემადგენლობა და გავრცელების კანონზომიერება საქართველოში თითქმის შეუსწავლელია. მით უმეტეს, რომ ველური ხილკენკროვნები ძალიან ფართოდ არიან გავრცელებული და ქმნიან ბიოტურ თანასაზოგადოებებს ანუ ბიოცენოზებს: ტყის მსხალი და ვაშლი, შინდი, ასკილი, კუნელი, კოწახური, კომში, ბროწეული, ქაცვი და მრავალი სხვა კენკრა. აქედან ყველაზე მრავალრიცხოვანია ვარდისებრთა ოჯახში (Rosaceae) შემავალი პანტები. ისინი შედგებიან სხვადასხვა ზომის ბუნებრივ დაჯგუფებებისაგან მცირე თარგებიდან ან კორომებიდან დაწყებული უზარმაზარი ტყის ხილკენკროვნების მასივებით დამთავრებული.

ველურად მზარდ ქართულ ხილკენკროვნებს, მაღალი ადაპტირების უნარისა და მდგრადი თვისებების წყალობით, გააჩნიათ გავრცელების უფრო ფართო არეალი, ვიდრე კულტურულ ხილკენკროვან მცენარეებს. ისინი გავრცელებული არიან კოლხეთის ვაკედაბლობიდან და მთიანი ოლქებიდან – აჭარა, აფხაზეთი, სამეგრელო-სვანეთი, გურია, იმერეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, დაწყებული აღმოსავლეთ საქართველოს – სამხრეთ ოსეთი, ფშავ-ხევსურეთი, ფშავ-მთიულეთი, თუშ-ხევსურეთი, ქვემო და ზემო ქართლი, სამცხე-ჯავახეთი, კახეთ-ქიზიყი, მაღალმთიანი ყაზბეგის რაიონებსა და ოლქების ჩათვლით. სახეობათაგანლაგების სიმჭიდროვე ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით თანდათანობით იცვლება, განსაკუთრებით ის მაღალია საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთის დაბალ, საშუალო და მთიან ნაწილებში.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველო მდიდარია ველური ხილით მისი რაოდენობა მაინც ნელ-ნელა კლებულობდა და კლებულობს. მრავალი სასარგებლო გენი დაკარგულია. მოხმარების განუზღვრელი კანონი კერძო საკუთრებაზე და მცენარეთა დაცვის არაგონივრული სტრატეგია ხშირად ხელს უწყობდა და უწყობს დი-

დი რაოდენობით ველური ხილის გავრცელების არეალისა და სახეობრივი შემადგენლობის შემცირების. მცენარეების განუკითხავმა ჭრამ და რესურსის დამზადების წესების დარღვევამ უდიდესი ზიანი პირველ რიგში მიაყენა სამკურნალო-საკვებ მცენარეთა ისეთ სახეობებს, როგორცაა პანტა და მაჟალო. ასეთი გამანადგურებელი გამოყენება ხშირად იწვევდა სხვა ხილ-კენკროვანთა პატარა მოცულობის ტყეების გაქრობას და შესაბამისად გენეტიკური მასალის დაკარგვას. ეს მაშინ, როცა სათანადო ყურადღება არ ექცეოდა ტყის ნობათს ველური ხილის სახით, რომლებთაც გააჩნიათ ძალიან დიდი მნიშვნელობა, როგორც საკვებ და სამკურნალო რესურსს.

ტყის ხილი ძირითადად გამოიყენება, კვების მრეწველობაში ასევე მაღალეფექტურ სამკურნალო საშუალებად, ამასთანავე ისინი ცენოზის სხვა კომპონენტებთან ერთად წარმოადგენენ ბიოსფეროში პირველადი ორგანული მასის წარმოქმნელს და ენერჯისა და ნივთიერებათა ცვლის ძირითად წყაროს.

**კვლევის ობიექტი და მეთოდი.** კვლევის ობიექტად ძირითადად გამოიყენებული იყო “პანტა” მსხალი და ვაშლი “მაჟალო”. ბოტანიკური ექსკურსიები ეწეობოდა საქართველოს თითქმის ყველა რეგიონში. კვლევის მიზანს შეადგენდა უმთავრესი ხილკენკროვნების – პანტის, მაჟალოს და სხვა კენკრის არეალის დაზუსტება, მცენარეულ საფარში მათი მონაწილეობა, შიდასახეობრივი თავისებურებების დადგენა და ა.შ. ამ საკითხების შესასწავლად ძირითადად გამოიყენებული იყო გ. გიგაურის (1980) და ვ. გულისაშვილის (1980) ცნობილი მეთოდები, რომლებიც გულისხმობს სასარგებლო რესურსის გამოვლენას და მათი სახალხო მეურნეობაში გამოყენებას.

**კვლევის შედეგების განხილვა.** როგორც ზემოთ აღინიშნა, კვლევის ობიექტად ძირითადად გამოიყენებული იყო ტყის მსხალი “პანტა” და ვაშლი “მაჟალო”. ბუნებრივ პირობებში ისწავლებოდა მათი გენეტიკური მრავალფეროვნება, მუტაცია და სხვა სახის ცვლილებები. საქართველოს პირობებში პანტა ხასიათდება შემდეგი თვისებებით.

დავიწყოთ იმით, რომ საქართველოში ველურად მოხარდ მსხლებს ორ ჯგუფად ჰყოფენ-პანტებად და ბერყენებად. პანტების წარმომადგენელია კავკასიის ენდემი *Pyrus caucasica*. პანტა 10-15 მ სიმაღლის ხეა. ტოტები ეკლიანია. შიშველი ან ოდნავ შებუსული. ფოთოლი ნახევრად ტყავისებურია, მომრგვალო, ოვალური ან ნახევრად კვერცხისებრი. გვხვდება წაგრძელებული ფორმის ფოთლებიც. ფოთლის ყუნწი საშუალო სიგრძისაა ან გრძელია. აქვს ფარისებრ ყვავილედებად შეკრებილი თეთრი ყვავილები. ნაყოფები ძლიერ პოლიმორფულია. განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ზომით, ფორმით, ფერით, გემოთი და მწიფობის ვადებით.





სურ. 1: ტყის მსხალი პანტა ყვავილობის პერიოდში (Pyrus Caucasica).



სურ. 2: პოლიმორფიზმი პანტებში. ფართო ვარჯიანი პანტა (Pyrus Caucasica).



სურ. 3: მუტაცია ნაყოფსმოიარე პანტის ტოტი, რომელიც შედგება უხვი, მსხვილი და ერთგვაროვანი ნაყოფებისაგან.



**სურ. 4:** მუტაცია – ნაყოფსმოიარეპანტა მეჩხერი ტოტებით დამცირე მოსაფლიანობით.



**სურ. 5:** მოდიფიკაცია პანტებში. პანტების მასივი თიანეთის რაიონში (სიონის წყალსაცავის მარჯვენა სანაპირო), სადაც თავმოყრილია ფენოტიპურად ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფორმები.

პანტას გააჩნია ნაირგვარი ზომის ნაყოფები: წვრილნაყოფა (საშუალო სიგრძე 2,3სმ, სიგანე2,1 სმ), საშუალო ნაყოფა (შესაბამისად 2,8სმ, 2,6სმ) და მსხვილნაყოფა (შესაბამისად 3,8 სმ, 3,6 სმ). ფორმის მიხედვით არჩევენ: მსხლისებრს, სფეროსებრს, შებრტყელ-

ებულ სფეროსებრს, უკუ კვერცხისებრს და სხვ. სიმწიფის ფაზების მიხედვით ნაყოფის ფერი იცვლება მუქი მწვანიდან ქარვისფრამდე, ხოლო ღრმა სიმწიფეში მოყავისფრო-ოქროსფრამდე. გვხვდება ყვითელი, მომწვანო-მოყვითალო, ქარვისებრ-მოყავისფრო დაწინწკლული და სხვა გარდამავალი ფერები. საერთოდ პანტის ნაყოფის ფერი მაინც მომწვანო-მოყვითალოა. მრავალფეროვანია პანტის ნაყოფები გემოს მიხედვითაც. სიტკბოსა და არომატის, აგრეთვე სხვა გემური თვისებების მიხედვით გამოირჩევა შემდეგნაირი ნაყოფები: ტკბილი უმნიშვნელო სიმწკლარტით, მწკლარტე და სხვა. ნაყოფს აქვს სქელი კანი. რბილობში მეტნაკლები რაოდენობითაა გაქვავებული უჯრედები. პანტის მთელი რიგი ფორმების ნედლი ნაყოფები საჭმელად არ ვარგა. შენახვის შემდეგ რბილობი შავდება და ძალიან გემრიელი ხდება. სიმწიფის ფაზების მიხედვით არჩევენ საადრეო (მწიფდება აგვისტოში), საშუალო (მწიფდება სექტემბერში) და საგვიანო (მწიფდება ოქტომბერ-ნოემბერში) პერიოდებს.



**სურ. 6. ტყის პანტა მსხალი (*Pyrus caucasica*).**

**მუტაცია** – მოწითალოშეფერილობის ნაყოფებიანი პანტა (მარცხნივ) და ჩვეულებრივი პანტა (მარჯვნივ). მომწიფების შემდეგ პანტის ნაყოფი გამოიყენება საჭმელად. მისგან ამზადებენ აგრეთვე ხილფაფას, მურაბებს, პავიდლოს, კომპოტებს, ბურახს, ხდიან არაყს, ღვინოს და ა.შ

პანტა უმეტესად მთის ქვედა და შუა სარტყელში იზრდება ზ.დ. 800–900 მ-დან 1500–1800 მეტრამდე. მეტ წილად დამახასიათებელია ფოთლოვანი და შერეული ტყეებისათვის (მუხნარი, მუხნარ-რცხილნარი, რცხილნარ-წიფლნარი და ა.შ.). ხშირად გვხვდება ტყისპირებზე სხვა ველურ ხილთან ერთად, ნატყევარ ადგილებზე, საკარმიდამო ნაკვეთებზე და სხვა. ტყის გაჩეხვისას ადამიანი პანტას და მაჟალოს ისე იოლად ვერ იმეტებდა და ტოვებდა როგორც ფრიად სასარგებლო მცენარეს, რაც დღესაც ხშირია რაჭა-ლეჩხუმში და სხვაგან. ყვავილობს აპრილში. ნაყოფები მწიფდება სხვადასხვა დროს აგვისტოდან ნოემბრამდე.

პანტის ნაყოფი შეიცავს 5-16 % შაქრებს (ძირითადად მონოსაქარი-დებს), ორგანულ მჟავებს, 0,3 % ცილებს, 4 %-მდე პექტინოვან და მთრიმლავ ნივთიერებებს, თიამინს, ტანინებს, კაროტინს, ასკორბინის მჟავას. ახალგაზრდაპანტის ხეების ქერქში მოიპოვება ტანინები, C ვიტამინი პანტაში უფრო მეტია ვიდრე კულტურული ჯიშის მსხლეებში (ნიჟარაძე, ბუჩუკური, 1979). თ.კეზელის (1966) მონაცემებით პანტაში არის B1, B2, PP, E, C ვიტამინები.

2009 წლის მონაცემებით საქართველოში პანტის ნაყოფის მოსალოდნელი წლიური მარაგი შეადგენს 145000-60000 ტონას, განსაკუთრებით უხვმოსაბლიანობით გამოირჩევიან გომბორის მთისა და მისი შემოგარენის, ასევე სოფელი “სასადილო“-ს პანტები, რომელთა უმეტესი ნაწილი ეზოებშია გაშენებული და თითო ოჯახის წლიური მოსავალი 5-6 ტონით განისაზღვრება. მაქალოს მოსავალი კი 99000 ტონით განისაზღვრება, შინდის – 11000 ტონით.

როგორც ვნახეთ ზემოთ ჩამოთვლილი ხილკენკროვნების ხვედრთი წონა საქართველოში მეტად მაღალია. აქედან სრულიად ნათელია, რომ მას შეუძლია მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს მოსახლეობის ველური ხილკენკროვნებით მომარაგების საქმეში.

გენეტიკური კვლევის შედეგად პანტებში დადგენილია ფორმათა ბიომრავალფეროვნების ანუ ცვალებადობის მაღალი სიხშირე. ცვალებადობა არის ორგანიზმის უნარი, შეიძინოს მშობლებისაგან განსხვავებული ნიშან-თვისებები. ცვალებადობა მემკვიდრეობის საპირისპირო თვისებაა. თუ მემკვიდრეობა მსგავსებისა და მდგრადობის შენარჩუნებას განაპირობებს, ცვალებადობა პირიქით, უზრუნველყოფს თაობებში განსხვავებული ნიშანთვისებების მქონე ინდივიდების წარმოქმნას.

ცვალებადობა ორი ძირითადი ჯგუფისაა: მემკვიდრეობითი და არამემკვიდრეობითი. მემკვიდრეობითია ისეთი ცვალებადობა, რომელიც განპირობებულია ორგანიზმის გენეტიკურ აპარატში მომხდარი ყოველგვარი ცვლილებით (თვისობრივი, რაოდენობრივი, კომბინაციური, რეკომბინაციური). ისინი, ჩვეულებრივ, თაობებს მემკვიდრეობით გადაეცემათ.

არამემკვიდრეობითს უწოდებენ ცვლილებას, რომელიც ხორციელდება ორგანიზმის განვითარების ნებისმიერ ეტაპზე გარემო ფაქტორების გავლენით (ონტოგენეზური, მოდიფიკაციური). ასეთი ცვლილებები დაკავშირებული არ არის მემკვიდრული აპარატის ცვლილებებთან და ამიტომაც ისინი თაობებს მემკვიდრეობით არ გადაეცემათ. არჩვენ ფენოტიპურ და გენოტიპურ ფორმებს.

ფენოტიპური ცვალებადობა იყოფა მოდიფიციკურად და შემთხვევითად, გენოტიპური კი გენერაციულად და კომბინაციურ ცვალებადობად. ისევე, როგორც ყველა ცოცხალ ორგანიზმებს, ასევე პანტებს გააჩნიათ უნარი მემკვიდრეობით გადასცენ თავისი სახეობრივი თუ ინდივიდუალური ნიშანთვისებები. მემკვიდრეობა, როგ-

ორც ცნობილია ხორციელდება სასქესო უჯრედების მეშვეობით, რომელსაც თან სდევს განაყოფიერება და ახალი ინდივიდების წარმოშობა.



**სურ. 7: ფოთლების ნაყოფების და ყუნწების მუტაციური ცვალებადობის სიხშირე პანტებში**



**სურ. 8: ფოთლების ნაყოფების და ყუნწების მუტაციური ცვალებადობის სიხშირე ვაშლ-მაშალოში**

ახლად წარმოქმნილი ყველა ხილკენკროვან მცენარეთა ინდივიდები (თაობები) შთამომავლობაში ინარჩუნებენ ამ სახეობებისათვის დამახასიათებელ აგებულებას და ფუნქციას ანუ მემკვიდრეობას. მიუხედავად მსგავსებისა შთამომავლებსა და მშობლებს შორის, იგი აბსოლუტური არ გახლავთ. მაგალითად პანტებისა და მაშალოს შთამომავლები ერთმანეთისაგან და თავისი მშობლებისაგან განსხვავდებიან მთელი რიგი ნიშან-თვისებებით და მათ ცვალებადობა (ვარიაცია) ეწოდება.

ჩვენ მოკლედ შევეხებით პოლიმორფიზმის (ცვალებადობის) საკითხის განხილვას ველურ ხილში, რომელიც იძლევა განსხვავებული ფორმების გამოვლენის მეტ შესაძლებლობას. ცვალებადობა სახეობის ფარგლებში ძლიერ გავრცელებულ მოვლენას წარმოადგენს და გამოწვეულია გარემო ფაქტორების მოქმედებით. პირველ რიგში ეს ცვალებადობა გამოიხატება პანტებისა და მაშალოების

ვარჯის, ხის ტანისა და ნაყოფების ზომის, შეფერვისა და სხვა სურათის შეცვლაში, ადგილი აქვს აგრეთვე სხვა მორფოლოგიური ნიშნების ცვალებადობასაც.

გარემოს ის ფაქტორები, რომლებიც ასეთ როლს ასრულებენ ცვალებადობის წარმოშობის საქმეში, საკმაოდ დიდია, მაგრამ მათ შორის მაინც ტემპერატურა, ტენიანობა და განათებაა უმთავრესი.

პოლიმორფიზმი ცვალებადობის რთული ფორმაა. სახეობის ფარგლებში. როგორც სახელწოდება მიუთითებს, იგი ნიშნავს მრავალფორმიანობას. ეს მოვლენა ყველაზე უკეთესად გამოხატულია პანტებში, სადაც პანტების კორომებში, თარგებში და მასივებში ვხვდებით დაბრეცილტანიან, ვიწრო ვარჯიან და შედარებით სწორტანიან და გაშლილ ვარჯიან პანტებს. პანტების უმეტესობას პანტების გავრცელების ადგილებში აქვს დიდი ზომა და აგებულება, ხოლო ნაწილს მეჩხერი ვარჯი და პირამიდული ფორმა.

პანტებში ხშირია ფენოტიპური განსხვავება ანუ მოდიფიკაცია, რომელიც პანტებში თითქმის მასიურია (სურ. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) ამ სურათებზე გამოსახული ცვლილებები შეუქცევადია, საწყის პირობებში დაბრუნებისას ინდივიდებს უბრუნდებათ თავდაპირველი ფენოტიპი და მოდიფიკაცია ხშირ შემთხვევაში ხანმოკლეა.

აღსანიშნავია ისიც, რომ პანტების არამემკვიდრული ცვალებადობის დროს ინდივიდების გენოტიპი უცვლელია, იცვლება, მხოლოდ ფენოტიპი. ასე მაგალითად – სავსებით ერთნაირი გენოტიპის მქონე ინდივიდები განსხვავებულ გარემოში განვითარებისას, წაყლსაცავი “სიონის” შემთხვევაში ფენოტიპით განსხვავდებიან და ის შემდეგი ნიშნით ხასიათდება: პანტის პოპულაციის დიდ ნაწილს აქვს სხვადასხვა სახის შეცვლილი ფენოტიპი, რაც შეუქცევადია.

მემკვიდრულ ცვალებადობის შემთხვევაში ნიშანთვისების შეცვლას გენოტიპში მომხდარი ცვლილება განაპირობებს. ჩვალებადობა შეიძლება იყოს მემკვიდრული, არამემკვიდრული, კომბინაციური, მუტაციური და ა.შ.

**მემკვიდრული ცვალებადობა.** ტყის მსხლებისა და ვაშლების მემკვიდრულ აპარატში მომხდარი ცვალებადობის ხასიათისა და ფენოტიპურად გამოვლინების კანონზომიერებათა გათვალისწინებით მემკვიდრეობითი ცვალებადობა იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად: 1. კომბინაციური; 2. რეკომბინაციური და 3. მუტაციური ცვალებადობა.

კომბინაციური – მეიოზის დროს არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა დამოუკიდებელი განაწილებითა და განაყოფიერებისას გამეტათა თავისუფალი კომბინაციებით გამოწვეული და რეკომბინაციური – მეიოზისდროს კროსინგოვერის შედეგად ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის გენების გადაჯგუფების შედეგად მიღებული ცვლილება.

**არამემკვიდრული ცვალებადობა.** არამემკვიდრული ცვალებადობის დროს ინდივიდის გენოტიპი უცვლელია, იცვლება მხოლოდ ფენოტიპი. ასეთი ცვლილება შთამომავლობას არ გადაეცემა. ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ვხვდებით მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ, ბიოქიმიურ და ორგანიზმის სხვა თავისებურებათა კანონზომიერ ცვლილებებს.

პანტის მაგალითზე სავსებით ერთნაირი გენოტიპის მქონე ინდივიდები განსხვავებულ გარემო პირობებში განვითარებისას, ზოგიერთ შემთხვევაში ფენოტიპით განსხვავდებიან. ამ გზით გამოწვეულ ნაირგვარობას მოდიფიკაციურს უწოდებენ. მათთვის დამახასიათებელია:

1. გარემო ფაქტორის მოქმედებით ადეკვატური ცვლილების წარმოქმნა;
2. ცვლილება მასიურია, ახალ გარემოში პოპულაციის დიდ ნაწილს აქვს შეცვლილი ფენოტიპი;
3. ცვლილება შექცევადია, საწყის პირობებში დაბრუნებისას ინდივიდებს უბრუნდებათ თავდაპირველი ფენოტიპი;
4. მრავალი მოდიფიკაცია ხანმოკლეა.

**მემკვიდრული ცვალებადობა ტყის მსხლისა და ვაშლის მაგალითზე.** მემკვიდრული ცვალებადობის შემთხვევაში ნიშანთვისების შეცვლას გენოტიპში მომხდარი ცვლილება განაპირობებს, რომელიც შთამომავლობას გადაეცემა. გამოყოფენ მემკვიდრული ცვალებადობის ორ ფორმას: კომბინაციურსა და მუტაციურს.

**კომბინაციურიანუ რეკომბინაციური ცვალებადობა.** ლეკომბინაციის მეშვეობით ხორციელდება მდებარეობით და მამრობით პანტებში და მაჟალოში არსებული გენეტიკური მასალის შთამომავლებში გადანაწილება, რაც კომბინაციური ცვალებადობის საფუძველია. რეკომბინაცია არის უნივერსალური ბიოლოგიური მექანიზმი, რომელიც კენკროვნების მთელ სისტემაში მოქმედებს.

**მუტაციური ცვალებადობა.** მუტაციებს უწოდებენ ორგანიზმის მემკვიდრულ აპარატში მომხდარ თვისობრივ და რაოდენობრივ ცვლილებებს. რამდენადაც მემკვიდრულ მასალას თვითწარმოქმნის უნარი გააჩნია, კვლავ წარმოიქმნება მასში მომხდარი ყოველგვარი ცვლილებაც და უჯრედულ თუ ორგანიზმულ თაობებს ასეთივე სახით გადაეცემა. ამიტომაც მუტაციები მემკვიდრეობითი ცვლილებებია. არსებობს მუტაციის რამოდენიმე თეორია, რომელიც შემდგომში გენეტიკაში ახალი აღმოჩენების შესაბამისად, დამუშავდა და შეივსო ახალი მუტაციური თეორიებით. ეს თეორიები თვისობრივად და რაოდენობრივად მრავალფეროვანია, ასევე მრავალფეროვანია მათი კლასიფიკაცია.

მუტაციათა კლასიფიკაცია საკმაოდ რთული საქმეა. იმისდა მიხედვით, თუ რას ავიღებთ კლასიფიკაციის საფუძველად, მუტაციათა სხვადასხვაგვარ დაჯგუფებას მივიღებთ. ამასთან, იმის შესაბ-

ამისად, თუ რომელი ტიპის უჯრედში ხდება იგი, შეიძლება გამოიყოს გენერაციული და სომატური მუტაციები. გენერაციულს უწოდებენ მუტაციებს, რომლებიც ხდება სასქესო ან იმ უჯრედებში, საიდანაც შემდგომ სასქესო უჯრედები ყალიბდებიან. სომატური მუტაციები კი აღმოცენდებიან სხეულის ამგებ ნებისმიერ სომატურ უჯრედში.

გენერაციულ და სომატურ მუტაციებს შორის არავითარი არსებითი განსხვავება არ არის. მათ შორის განსხვავებულია მხოლოდ თაობებში მემკვიდრეობით გადაცემისა და გამოვლინების კანონზომიერებანი. რამდენადაც სქესობრივად მამრავ ორგანიზმებში სომატური უჯრედები თაობის წარმოქმნაში მატერიალურად უშუალოდ არ მონაწილეობენ, ამდენად, მათში აღმოცენებული მუტაციებიც თაობებს ვერ გადაეცემა, მაშინ, როცა გენერაციული მუტაციების თაობებში გადაცემის შესაძლებლობა ძალიან დიდია.

მაგრამ, როცა სომატური მუტაციები აღმოცენდებიან ვეგეტაციურად მამრავლ ორგანიზმებში, ისინიც თავისუფლად შეიძლება გადაეცეს თაობებს, რადგანაც ვეგეტაციური გამრავლების დროს ახალ თაობას დასაბამს, სწორედ სომატური უჯრედები აძლევენ.

მუტაციათა კლასიფიკაცია შეიძლება მოვახდინოთ იმის მიხედვითაც, თუ როგორი სახის ფენოტიპურ ცვლილებებს იწვევენ ისინი ორგანიზმებში. ამ მხრივ შეიძლება გამოიყოს: მორფოლოგიური (როცა იცვლება ორგანიზმის მორფოლოგიური ნიშნები – ფერი, ფორმა და ა.შ.), ბიოქიმიური (ორგანიზმში იცვლება ბიოქიმიურ გარდაქმნათა ჯაჭვი ან ბიოქიმიური შემადგენლობა, მაგრამ არ ტოვებს საგრძნობ ფენოტიპურ კვალს) და ფიზიოლოგიური მუტაციები (როცა ცვლილებები ხდება სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებში).

კლასიფიკაცია შეიძლება აგრეთვე მუტაციათა ადაპტური (შეგუებითი) ღირებულების მიხედვით. მუტაციები, რომლებიც შემთხვევითი ხასიათის ცვლილებებია, ხშირად გარემო ფაქტორების გავლენითაა გამოწვეული, მაგრამ გარემოთი დაპროგრამებული და გარემო პირობების ადექვატური არასდროს არ არის. ამიტომაცაა, რომ მუტაციები, როგორც შემთხვევითი ცვლილებები, უმრავლეს შემთხვევაში არღვევენ ორგანიზმსა და გარემოს შორის ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ ადაპტურ თანაფარდობას. ამის გამო მუტაციათა დიდი უმრავლესობა ბიოლოგიურად ანუ ადაპტური თვალსაზრისით საზიანოა. მიუხედავად ამისა, თვისობრივი თვალსაზრისით ჭეშმარიტად ახალი ცვალებადობა ცოცხალში მხოლოდ მუტაციური ცვალებადობის გზით წარმოიქმნება და სწორედ, მუტაციური ცვალებადობაა ევოლუციური გარდაქმნისათვის ელემენტარული მასალის მიმწოდებელი.

30-იან წლებში რუსმა გენეტიკოსმა ნ. დუბინინმა გამოთქვა საინტერესო მოსაზრება, რომ მუტაბილობის (მუტაციების წარმოქ-



მნის) დონე სახეობის ადაპტურ ნიშანს წარმოადგენს. ეს დაახლოებით იმას ნიშნავს, რომ რაც არ უნდა უარყოფითი იყოს ადაპტურად მუტაციები, სახეობის დონეზე მასიურად აღმოცენებულ მუტაციათა სიმრავლეში შემთხვევითობის წესით გამოჩნდება ბიოლოგიურად სასარგებლო ცვლილებებიც. ამიტომაც, რაც უფრო ძლიერ ექვემდებარება სახეობა მუტაციებს, ცვალებადი გარემო პირობებისადმი შეგუების მით უფრო მეტი შესაძლებლობა ეძლევა მას. ასე რომ, მუტაციათა ძალიან მცირე ნაწილი შეიძლება იყოს ადაპტური ანუ ბიოლოგიურად სასარგებლო. საზიანო მუტაციები შეიძლება იყოს ისეთი ხარისხის, რომ ორგანიზმთა სიკვდილი გამოიწვიონ. ასეთ მუტაციებს ლეტალურს უწოდებენ. გამოყოფენ ნახევრად-ლეტალურ მუტაციებსაც, რომლებიც მართალია, ასუსტებენ ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას, მაგრამ ხშირად ლეტალური ეფექტით მაინცარ ხასიათდებიან.

ბიოლოგიური სარგებლიანობის მიხედვით გამოყოფენ პირობით საზიანო მუტაციებსაც, რომლებიც გარემოს განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება საზიანო იყოს, მეორე – სასარგებლოც კი.

ადაპტური ღირებულების მიხედვით გამოიყოფა ნეიტრალური მუტაციებიც. ისინი მართალია, იწვევენ ორგანიზმის რაღაც ნიშანთვისების ცვალებადობას, მაგრამ არ მოქმედებენ ორგანიზმის საერთო ცხოველმყოფელობაზე და არ ეხებიან ადაპტურ თავისებურებებს.

შეიძლება გამოყოფოთ სამეურნეო თვალსაზრისით სასარგებლო და საზიანო მუტაციებიც. აქ საქმე ეხება იმას, თუ რამდენად აინტერესებს ორგანიზმის ამა თუ იმ ნიშანთვისების მუტაციური ცვალებადობა ადამიანს. გამომწვევი ფაქტორების თავისებურებათა მიხედვით გამოყოფენ სპონტანურ (ბუნებრივ) და ინდუცირებულ (ხელოვნურ) მუტაციებს.

ჩვენს მიერ, ბუნებრივ პირობებში გამოვლენილი მუტაციები ხილკენკროვანი ორგანიზმის მემკვიდრული ინფორმაციის შემცველი სტრუქტურის გენოტიპის ცვლილებებია, რომლის დროსაც ხდება გენის, ქრომოსომის სტრუქტურის ან მათი რიცხვის ცვლილება და ადგილი აქვს, სახეობის შიგნით, ქრომოსომათა რაოდენობის მატებას ან შემცირებას. არსებობს მოდიფიკაციური, გენური და ქრომოსული მუტაციები.

მუტაცია, როგორც ცოცხალი სისტემის უნივერსალური თვისება, მიმდინარეობს უმდაბლესებიდან დაწყებული უმაღლესი მცენარეების ჩათვლით. ამ ტიპის ცვალებადობას ხშირად ვხვდებით როგორც ტყის მსხლებში (პანტა), ასევე ვაშლებში (მაჟალო). ანსაკუთრებით მუტაციური ცვლილებები კარგად ვლინდება ამ მცენარეების ვეგეტატიურ ნაწილებში და ნაყოფებში. იმ სახეობებში, რომლებიც მრავლდებიან მხოლოდ სქესობრივი გზით, სომატური მუტაციები შთამომავლობაში არ გადაეცემა. ვეგეტატიური გამრავ-

ლების შემთხვევაში კი ეს შესაძლებელია და ამიტომაც მას იყენებენ ხილკენკროვნების სექციაში.

**ქრომოსომული მუტაციები.** ამ ტიპის მუტაციებს ქრომოსომულ აბერაციებსაც უწოდებენ. ხდება ქრომოსომების სტრუქტურის ცვლილება. ამგვარმა გარდაქმნებმა შეიძლება მოიცვას როგორც ერთი ქრომოსომის მონაკვეთები, ისე სხვადასხვა (არაჰომოლოგიური) ქრომოსომების უბნები. გამოყოფენ შიდაქრომოსომულ (დეფიშენსი, დელეცია, დუპლიკაცია, ინვერსია) და ქრომოსომათაშორის (ტრანსლოკაცია) სტრუქტურულ დარღვევებს. შუალედური ადგილი უკავია ტრანსპოზიციას, რომელიც მიმდინარეობს როგორც არაჰომოლოგიურ ქრომოსომათა შორის, ისე ერთი და იმავე ქრომოსომის ფარგლებში.

**გენომური მუტაციები.** ქრომოსომათა ფორმა, ზომა და რიცხვი ყოველი სახეობისათვის მნიშვნელოვანი სისტემატიკური ნიშანია. მაგრამ, ხშირ შემთხვევაში ადგილი აქვს ქრომოსომების სტრუქტურის ან მათი რიცხვის ცვალებადობას. მაგალითად, პანტებში, ქრომოსომათა რიცხვში შედგება 34, 51 და 68 ქრომოსომასაგან, ხოლო მაჟალოში მათი რაოდენობა განისაზღვრება 34 და 36 ქრომოსომების ფარგლებში. რაც კიდევ იმის დასტურია, რომ ხილკენკროვნებიდან პანტები და მაჟალოები პოლიმორფული სახეობებია, რაც მუტაციის შედეგი უნდა იყოს. ქრომოსომაში მოცემულია რამოდენიმე ნიშანი ანუ გენი. გენომი არის ქრომოსომათა ჰაპლოიდური ნაკრები მასში ლოკალიზებული გენებით. მუტაციის შედეგად, როგორც გენები და ქრომოსომათა სტრუქტურა, ისე გენომი იცვლება. გენომური მუტაციების შედეგად იცვლება, აგრეთვე, ქრომოსომათა რაოდენობა.

როგორცნახეთ, საქართველოს ფლორა ძალიან მდდარია ველური ხილკენკროვნების გენეტიკური რესურსებით. მათი მოპოვება-წარმოება ძალიან ადვილია და ის შეიძლება გახდეს შემოსავლის სტაბილური წყარო და სოფლის მეურნეობის ზრდის ერთ-ერთი მამოძრავებელი ძალა. მის მოპოვება-წარმოებას არ სჭირდება მიწის წინასწარი დამუშავება, ხილკენკროვნების ნერგების გამოყვანა, მათი გადარგვა (პანტა, მაჟალო, თხილი), წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მოწყობა, მავნეველებისაგან დაცვა (გამოირჩევიან დაავადებებისადმი იმუნურობით) და ა.შ. თანაც ველური ხილის მოპოვება-წარმოება ნაკლებ მუშახელს მოითხოვს. მაგალითად, 50 ჰექტარ ფართობზე, შინდის მოსავლის ასაღებად, ფაქტობრივად, მხოლოდ ერთი ადამიანის ფიზიკური შრომაა საჭირო. სოფლის მოსახლეობის დანარჩენი მაწილი შეიძლება დასაქმდეს თხილის, მაცულის, მოცვის, პანტის, მაჟალოს და სხვა კენკროვნების მოპოვება-წარმოებით, რათა ბუნებრივი რესურსების განვითარება და აგრარული ბიზნესის შედეგიანობის გაზრდა მოხდეს ჩინეთის მსგავსად. მაგალითად, ჩინეთში მხოლოდ ხილკენკროვანთა ერთი ოჯახიდან

(ვარდისებრთა) – 42 სახეობაა გამოყენებული და კვებითი, სამედიცინო და ქიმიის მრეწველობაში დანერგილი.

ამან კი ხელი შეუწყო ამ დარგის განვითარებას და მაღალხარისხიანი ნედლეულის დიდი რაოდენობით წარმოებას ჩინეთის რესპუბლიკაში.

ამიტომ, სოფლის მეურნეობის ამ დარგის განვითარებისათვის აუცილებელია მხარდაჭერის ისეთი სპეციფიკური ღონისძიებების განხორციელება, როგორცაა ვეღური ხილის მომპოვებელთა განათლება, კოოპერაციის წახალისება, ტექნოლოგიური და ინფრასტრუქტურული ბაზის შექმნა და სხვ.

### ლიტერატურა:

1. გაგნიძე რ., დავითაძე მ. ადგილობრივი ფლორა, 2000, ბათუმი, 271 გვ. მარუაშვილი ლ. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. 1964, 341 გვ.
2. გიგაური გ., საქართველოს ტყეებში მეურნეობის გაძღოლის საფუძვლები, თბ., 1980, თბ., 1980;
3. გულისაშვილი ვ., ზოგადი მეტყვეობა, წგნ. 1-2, თბ., 1974-1975;
4. კეცხოველი ნ., საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960, 441 გვ.
5. ზოგიერთი ვიტამინი ქართლის კურკოვანებში /თ. კეხელი, ქ. ტარასაშვილი, გ. ნაცვლიშვილი. თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომები. თბილისი, 1953. ტ.15. გვ.3-13
6. პაპუნძე ვ. მანველიძე ზ. აჭარის ტყეების ბიომრავალფეროვნება და მათი ეკოლოგიური როლი. ეკოლოგიის პრობლემები. თბილისი, გამომც. „ტექნ. უნივერსიტეტი“, 2000, 110–119 გვ.
7. ქუთათელაძე მ., მანდენოვი ი., შხიანი ა. სასარგებლო მცენარეები. „მეცნიერება“, თბილისი, 1965, 79 გვ.
8. დვინიაშვილი ც. „ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია“, ტ. 11, გვ. 5, თბილისი, 1987.
9. თოდუა ვ. სამურზაყანოს ფლორისტული შემადგენლობა და მისი ბოტანიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი. აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. შრომატა კრებული ტ. 3, თბილისი, 2010, გვ. 73-91.
10. თოდუა ვ., ბერიკაშვილი დ. ქაცვი ვერაზიაში, იმერეთში, რაჭა-ლეჩხუმში და მისი რესურსები საქართველოში. თბილისი, 2012, 90 გვ.
11. თოდუა ვ., ბერიკაშვილი დ., ცქვიტაია ს., ოდიშის ფლორისტული რაიონის ბუნება და მცენარეულობა. სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები, ტ. XI, 2014, გვ. 57-78.
12. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк Кавказа. М.-Л.б Изр. АН СССР, 1935, 192.

13. Гросгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. Тр. Бот. ин-та Азерб. филиале АН ССР. Баку, Изд. Аз. фил. АН СССР, 1936, 1-260.
14. Гросгейм А.А. Растительный покров Кавказа, 1948, изд. МОИП:1-268.
15. Гросгейм А.А. Типы реликтов. Изв. Азерб. фил. АН СССР, 1939, 6:74-80.
16. Ликун Х., Юлинд К., Шухуа К., Швенек Е. Дикорастущие плодовые растения Китая. Шаньдунская академия лесоведения, Китай; Научно-исследовательский институт плодоводства, Польша. Ж. Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения. 2002, 66-69 с.
17. Долуханов А.Т. Колхидский подлесок «Мецниереба», 1980, 361.

**VAZHA TODUA, DALI BERIKASHVILI,  
TSOFIO TSKVITAIA, LELA GIORGOBIANI**

**GENETIC RESOURCE AND THE DIVERSITY OF  
GEORGIAN WILD FRUIT**

The present essay introduces the results of research on wild fruit (forest pear “Panta”, apple “Mazhalo”, sea-buckthorn and other berries). All of them are characterized genetically. Also their variability and mutation are discussed.

**გაშა თოღუა, დალი ბერიკაშვილი,  
სოფიო ცაშიტაია, ლელა ბიორბოზიანი**

**ოდიშის ტერიტორიაზე გავრცელებული უმთავრესი ველური  
სამკურნალო მცენარეები და მათი გამოყენება მედიცინაში**

ოდიშის ველურად მოზარდ მცენარეთა შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს სამკურნალო ხე-ბუჩქებს მხვიარა და ბალახოვან მცენარეებს, რაც დიდ ეროვნულ სიმდიდრეს წარმოადგენს მეგრელებისათვის. და არა მარტო მათთვის. ნაშრომის ეს ნაწილი ეთმობა სამკურნალო და საკვები მცენარეების სახეობრივი შემადგენლობის დადგენას, გავცელებას და გამოყენებას, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია შემდეგი:

**1. ქაცვი** – *Hippophae rhamnoides*, ოჯ. ფშატისებრთა (*Elaeagnaceae*), მეგრ. კვადაცი. ქაცვი ხშირია მდ. ენგურის სანაპიროებზე: ს. ჯვარი, ლია, რიყე, რუხი, კახათი, ორსანტია, განმუხური და ანაკლიის მიდამოები; მდ. რიონის მიდამოები ფოთში (მალთაყვა და ზღვის შესართავი ყულევში. სამკურნალოდ ყველაზე მნიშვნელოვანია ქაცვის ზეთი. ქაცვის ზეთს გააჩნია ჭრილობის შემსორცებელი, პოლივიტამინური, ანთების დასკლეროზის საწინააღმდეგო, ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედებებით.

ქაცვისნაყოფი აუმჯობესებს საჭმლის მონელებას, არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას, ეწინააღმდეგება თრომბის წარმოქმნას, ხელს უშლის პათოლოგიური ქსოვილების ზრდას, ამაგრებს თმის ფესვებს. ქაცვის პრეპარატებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ქაცვის ზეთი. ქაცვის ზეთი შემდეგნაირად მზადდება:

ნაყოფი შეაგროვეთ მისი დამწიფების და დარბილების დროს. გარეცხეთ და გააშრეთ 60°C ტემპერატურაზე, მაგრამ არა სინათლეზე. რბილობი დააქუცმაცეთ ყავის საფქვავეში ან სხვა ხერხით. ნაქურთენი მოათავსეთ შუშის ჭურჭელში ან ჭიქაში, დაპრესეთ და დაასხით რაფინირებული მცენარეული ზეთი (სიმინდის, ზეთუნის, მზესუმზირის), ზეთი წინასწარ გააცხელეთ 40–50° ტემპერატურამდე. ჭურჭელი ბნელ ადგილას ოთახის ტემპერატურაზე დადგით 5 – 7 დღით და პერიოდულად ურიეთ. შემდეგ გამოწურეთ ზეთი, გაფილტრეთ და დადგით ბნელ ადგილას, სანამ გამჭვირვალე არ გახდება, მიღებული ზეთი უნალექოდ შეინახეთ ბოლომდე შევსებულ და თავდახურულ ჭურჭელში გრილ ადგილას (მაცივარში).

შეგიძლიათ ქაცვის ნარჩენებს მეორედ დაასხათ ზეთი და იგივე ოპერაციები ჩაატაროთ, შედეგად მიიღება უფრო სუსტი კონცენტრაციის ქაცვის ზეთი, რომელიც ვარგისია გარეგანი გამოყენებისათვის.

ქაცვის ზეთს იყენებენ დამწვრობების, ნაწოლების, მოყინვის, კანის დახეთქვის, ეროზიის, გამონაყარის და სხვა დეფექტების

დროს. ზეთი ხელს უწყობს ჭრილობების, ეროზიის და წყლულების შეხორცებას. ამ მიზნით ქაცვის ზეთს ისევე პირის ღრუში, გენიტალიების და ანალური ხვრელის დაზიანებულ ადგილებზე.

გასუფთავებული ჭრილობის ან წყლულის ზედაპირი პენიცილინის ხსნარით ან სხვა ანტიბიოტიკით გაასუფთავეთ ნეკროზული ნაფიფქისგან, პიპეტის საშუალებით დაასხით ქაცვის ზეთი და სახვევი დაადეთ. აღნიშნული პროცედურა ჩაატარეთ და სახვევი შეცვალეთ დღეგამოშვებით. მკურნალობა გააგრძელეთ გრანულაციების გაჩენამდე.

დაწყლულებული ბუასილის, ტროფიკული წყლულის, ნაწოლების, თვალის რქოვანა გარსის მცოცავი წყლულის, სწორი ნაწლავის, ქალის სასქესო ორგანოების კიბოს და სხივებით მკურნალობის დროს იყენებენ ქაცვის ზეთის ოყნას, ტამპონებს, სანთლებს, წვეთებს.

გინეკოლოგიურ პრაქტიკაში ქაცვის ზეთი გამოიყენება კოლპიტის, ენდოცერვიციტის, საშვილოსნოს ყელის ეროზიის დროს. ამ მიზნით საშოს და საშვილისნოს ყელის ლორწოვან გარსზე ყოველდღე უსვავენ ქაცვის ზეთს (წინასწარ ასუფთავებენ ნაფიფქისგან). საშვილოსნოს ყელის ეროზიის დროს დამატებით იღებენ 5 – 10 გრ. ქაცვის ზეთში დასველებული ბამბის ტამპონებს. როცადურას ყოველდღე იმეორებენ, ტამპონებს 16 – 24 საათის შემდეგ ცვლიან.

კოლპიტის დროს 10 – 15 პროცედურაა საკმარისი, ენდოცერვიციტის და საშვილოსნოს ყელის ეროზიის დროს – 8 – 12 პროცედურა. მკურნალობის კურსის გამეორება 4 – 6 კვირის შემდეგ შეიძლება. სხვა პრეპარატების ფორმებიდან ამზადებენ ნაყენს, ნახარშს, და ა.შ. ქაცვის ნაყოფის ნაყენი: 25 გ კენკრას დაასხით 1 ჩ.ჭ. წყალი, დააყენეთ 4 საათის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ კანზე გამონაყარის დროს.

ქაცვის ნაყოფი და ფოთლის ნაყენი: 20 გ ნაყოფს და 20 გ ფოთოლს დაასხით 1 ჩ.ჭ. თბილი ადულებული წყალი, დააყენეთ 6 საათის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ 50 მლ სამჯერ დღეში სურავანდის, ავიტამინოზის, რევმატიზმის, ნიკრისის ქარის დროს.

ქაცვის თესლის ნახარში: 10 – 15გ თესლს დაასხით 1 ჩ.ჭ. მდუღარე წყალი. გააცხელეთ დაბალ ცეცხლზე 10 წთ.-ის განმავლობაში, დააყენეთ 2 საათი, გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3–4-ჯერ დღეში კუჭმეკრულობის დროს.

ქაცვის ფოთლის ტოტის ნახარში: 10 გ დაქუცმაცებულ ფოთოლს და ტოტს დაასხით 1 ჩ.ჭ. მდუღარე, გააცხელეთ დაბალ ცეცხლზე 20 წთ., გაწურეთ, მიიღეთ 1–2 ს.კ. 4-ჯერ დღეში ფადარათის დროს.

ქაცვის ნაყოფის ნახარში: 20გ ნაყოფს დაასხით 1ჩ.ჭ. მდუღარე და გააცხელეთ დაბალ ცეცხლზე 20წთ, გაწურეთ. გამოიყენეთ,

როგორც გარეგანი საშუალება თმის ცვენის დროს, ასევე კანის დაავადებების სამკურნალოდ. დალიეთ, როგორც ვიტამინური საშუალება კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადებების დროს.

ქაცვის დამბალი ფოთლები დაიდეთ მტკივან ადგილებზე რევმატიზმის, ნიკრისის ქარის და სახსრების სხვა დაავადებების დროს.

უკუჩვენება: მითითებული დოზების გადაჭარბებისა და წესების არასწორად გამოყენების შემთხვევაში შეიძლება შეიგრძნოთ მომატებული მგრძობელობა ქაცვის მიმართ, კუჭის, ღვიძლის, ნაღვლის ბუშტის, კუჭქვეშა ჯირკვლების მწვავე დაავადებები.

გავრცელების ადგილები: იზრდება მდინარისპირა ჭალებში, მშრალ ფერდობებზე; გვხვდება განიავებულ, საკვებით ღარიბ ნიადაგებში. მას გააჩნია აზოტ ფიქსაციის უნარი - იკვებება თვითონ და აზოტით ამდიდრებს ნიადაგს. საქართველოში გავრცელებულია უმთავრესად აჭარაში, აფხაზეთში, შიდა ქართლში, ყაზბეგში, კახეთში და ა.შ. სადაც მას დაკავებული აქვს 2910 ჰა ფართობი (სხვა რეგიონებთან ერთად). მის ნედლეულის წლიური საშუალო მარაგი შეადგენს 58200 ტონას.

**2. კუნელი** – *Crataegus sanguinea* Pall., ოჯ. ყვავილოვანთა (Rosaceae), მეგრ. ქუნცი, ეშმაკიშ მათრახი. გავრცელებულია ზუგდიდის რაიონის სოფლებში – ღია, რუხი, ჭკადუაში, ჯუმი, ნარაზენი; ხობი – ხეთა, ბია, საჯიჯაო; ხიბულა; სენაკი – ნოქალაქევის მიდამოები; მარტვილი – დიდი ჭყონის მიდამოები, ასევე წალენჯიხა, ჩხოროწყუ, აბაშა, ფოთის ტყის პირებში, გზებზე, მდინარის ნაპირებზე და ა.შ. კუნელს იყენებენ გულისა და ტვინის სისხლძარღვების სამკურნალოდ: გულის მოქმედების (ფუნქციური მოშლილობის, ჰიპერტონია, ანგიონერვოზი, ტაქიკარდია), თავბრუსხვევა, სულის ხუნთვა, უძილობა, თავის ტვინის ძარღვების შევიწროვება, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ორგანოების დაავადებები და სხვა. კუნელისპრეპარატები ამცირებს ცენტრალური ნერვიული სისტემის აღზნებადობას, რეკომენდებულია ათეროსკლეროზის და გულის ნევროზის დროს. უნელის ხანგრძლივი მიღება უკუჩვენებას არ იძლევა. ეს შესაძლებლობას იძლევა კუნელი დაენიშნოს თირკმლის ფუნქციის დარღვევის მქონე ავადმყოფს ისე, რომ აკუმულაციის საშიშროება არ იყოს. მხოლოდ ძალიან დიდი დოზის (100 წვეთზე მეტი კუნელის ნაყენი) შემდეგ პულსი ნელდება და ითრგუნება ცენტრალური ნერვიული სისტემა.

**3. ასკილი** – *Rosa canina* L., ოჯ. ყვავილოვანთა (Rosaceae), მეგრ. ეშმაკიში ვარდი. გავრცელებულია ოდიშის ტყის ნაპირებზე, მის ღია ადგილებში, ფერდობებზე და ა.შ. გამოიყენება სუვარანდის სამკურნალოდ და ნაღვლმდენ საშუალებად.

**4. ბაბუაწვერა** (ბურბუშელა) – *Taraxacum officinale* Wigg., ოჯ. როტუ-  
ლყვაილოვანთა (Compositae), მეგრ. პაპაში ღვინი. გავრცელებულია  
ყველგან, უყვარს ღია და ნათელი ადგილი. მას უნიშნავენ კუჭ-შე-  
კრულობის, დიაბეტის, თირკმლის ჭვალის, ათეროსკლეროზის  
დროს. ბურბუშელასაგან მზადდება მხალეული.

**5. ბროწეული** – *Punica granatum* L., ოჯ. ბროწეულისებრთა (Punicac-  
eae), მეგრ. ბერწული. ველური ბროწეული ოდიშში გვხვდება ურ-  
თას მთის მიდამოებში, ს. ნარაზენში, ხიბულაში, ბიაში, ნოქალაქე-  
ვში, მდ. ტეხურისა და ცხენის წყლის ქვედა და ზედა ნაწილში.  
გამოიყენება ანემიის, ათეროსკლეროზის, კოლიტის ქრონიკული  
ჰეპატიტის, ქოლეცისტიტის, კუჭის დაბალი მჟავიანობის გასტრი-  
ტის, ქრონიკული ენტერიტის სამკურნალოდ. ბროწეულის ხის ქერ-  
ქის წვენი წმენდს სისხლს, ქერქის ნახარშს იყენებენ ღვიძლის,  
თირკმელების, პირის ღრუს, მხედველობის და სმენის ორგანოების  
ანთებითი დაავადებების, სახსრების ტკივილის, ძვლების მოტეხი-  
ლობის, საშვილოსნოდან სისხლდენის და ღრძილებიდან სისხლდ-  
ენის დროს.

ქერქის ფხვნილი გამოიყენება მოსაყრელი ფხვნილის სახით  
კანის ეპითელიუმის მთლიანობის დარღვევისას და ნაბზარებისას.  
ნაყოფის კანის ნახარშს იყენებენ დიზენტერიის სამკურნალოდ. ნე-  
დლი ნაყოფი ეფექტურია ხველების, გაცივების და მალარიის დრ-  
ოს. მასვე იყენებენ ორგანიზმის დასუსტებისას. სამკურნალო პრე-  
პარატებიდან ამზადებენ ნახარშს, წვენს, ნაყენს და ა.შ.

ბროწეულის ქერქის ნახარშს ზოგჯერ იყენებენ ჰელმინთოზ-  
ის სამკურნალოდ. ამ მიზნით დააქუცმაცეთ 40 – 50 გ ქერქი, და-  
ასხით 400 მლ წყალი, დააყენეთ 6 საათის განმავლობაში, ადუღეთ  
მანამ, სანამ 200 მლ სითხე არ დარჩება. გაწურვის შემდეგ გააცივ-  
ეთ. ბროწეულის ქერქით მკურნალობის წინ ავადმყოფს ჩვეულებრ-  
ივ ამზადებენ. შემდეგ ასმევენ 200 მლ ნახარშს ერთი საათის გა-  
ნმავლობაში, ნახევარი საათის შემდეგ უნიშნავენ საფადარათო სა-  
შუალებას.

ნახარშის მიღებისას შეიძლება თავი იჩინოს ტოქსიკურმა სი-  
მპტომებმა: თავბრუსხვევა, საერთო სისუსტე, კრუნჩხვა, მხედველო-  
ბის დაქვეითება. ამით თავიდან ასაცილებლად იგი შემკვრელ პრე-  
პარატებთან, მაგალითად, ტანინთან ერთად ინიშნება. ამ შემთხვევ-  
აში პრეპარატი მცირე რაოდენობით შეიწოვება და ტოქსიკური მო-  
ქმედება არ აქვს.

ბროწეულის მარცვლები დააყენეთ და შეურიეთ თავლს თან-  
აფარდობით 1:4. ეს მაღამო კარგი საშუალებაა ავთვისებიანი  
წყლულის დროს. ბროწეულის ყუნწებს იყენებენ ჭრილობების შე-  
სახორცებლად.



ღვინოზე დაყენებული ბროწეული: მოათავსეთ ჭურჭელში 1 მწიფე ტკბილი ბროწეული, დაასხით 1 ჩ.ჭ. წითელი ღვინო, ადუღეთ 30 წთ.-ის განმავლობაში, დააყენეთ და დაიდეთ კომპრესების სახით ყურზე – ყურში სიმსივნის დროს.

უკუწვენება: ბროწეულის ნაყოფის წვენი აუცილებლად წაყლში გაზავებული დალიეთ, რადგან იგი შეიცავს ბევრ სხვადასხვა მუავას, რომელიც აღიზიანებს კუჭს და შლის კბილის ემალს. მიფრთხილე გმართებთ ბროწეულის ქერქის მოხმარებისას, ვინაიდან ზედმეტმა დოზამ შეიძლება გამოიწვიოს თავბრუსხვევა, სისუსტე, მხედველობის გაუარესება, კრუნჩხვები.

**6. დიდგულა – *Sambucus nigra* L.,ოჯ. ცხრატყავასებრთა (Caprifoliaceae), მეგრ. თახვანტია, ინჭირაია. გავრცელებულია ოდიშის ტენიან ადგილებში. დიდგულას ყვავილს გააჩნია ოფლმდენი, შარდმდენი, ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება გაცივების დროს. კენკრას კი გააჩნია ოფლმდენი და საფაღარათო მოქმედება.**

გაზაფხულზე ორგანიზმი ცდილობს გათავისუფლდეს ყველა იმ მავნე ნივთიერებისგან, რომელიც დაგროვდა ზამთრის განმავლობაში. ამასი ორგანიზმს დიდგულას ყვავილები ეხმარება. არდა ამისა, დიდგულას ყვავილი კურნავს წითელ ქარს და დამწვრობას. დიდგულას კენკრის მურაბა ჩაისთან ერთად წმენდს კუჭს, დადებითად მოქმედებს თირკმელებზე და შარდის გამოყოფაზე, ნაყენი შველის ძლიერი ფაღარათის დროს.

დიდგულას პრეპარატებს იყენებენ, როგორც გამოსავლებს საშუალებას სასუნთქი გზების დაავადების დროს. ქერქის ნახარშს და ფხვნილს იყენებენ, ასევე თირკმელების და შარდის ბუშტის დაავადებების დროს. დიდგულას ფესვის ნაყენი წმენდს თირკმელებს, კარგად მოქმედებს კუჭის დაავადების დროს. სამკურნალო პრეპარატებიდან მზადდება ნაყენი, ნახარში, ფხვნილი და სხვ.

დიდგულას ყვავილის ნაყენი: 5 – 15 გ დაქუცმაცებულ ხმელ ყვავილს დაასხით 1 ჩ.ჭ. მღუღარე, დააყენეთ 20 წთ., გაწურეთ, შეინახეთ გრილ ადგილას. მიიღეთ 1/2 ჩ.ჭ. ცხელი ნაყენი 3–4ჯერ დღეში ჭამამდე 15 წთ.-ით ადრე გაცივების და ხერხემლის ტუბერკულოზის დროს. ფხვნილისგან მომზადებულ ნაყენს იგივე მოქმედება აქვს. ნაყენს ამზადებენ 1–2 მწიკვი ფხვნილისგან 1 ჩ.ჭ. წაყლზე და 2 ჯერ სვავენ.

დიდგულას ნაყოფის ნაყენი: 10 გ ხმელი დიდგულას ნაყენი დააყენეთ 200 მლ ცივი ადუღებული წყლით 2 საათის განმავლობაში, გაწურეთ, მიიღეთ 150–200 მლ 1–ჯერ დღეში კუჭშეკრულობის დროს.

რეცეპტი დიდგულას მონაწილეობით: საგულდაგულოდ აურიეთ 20 გ დიდგულას ყვავილი, ამდენივე სალაბის ფოთოლი და ბაღლა. 20 გ ნარევი დააყენეთ 200 მლ მღუღარე წყლით, გაწურეთ.

გამოიყენეთ პირის ღრუში და ყელში გამოსავლებად ლორწოვანი გარსის ანთებითი დაავადებების დროს.

კიდევ ერთი რეცეპტი დიდგულას მონაწილეობით: აიღეთ თანაბარი რაოდენობით დიდგულას ყვავილი, საღაბის ფოთოლი, ბადის პიტნა და საგულდაგულოდ აურიეთ. 40გ ნარევი ხარშეთ 250 მლ წყალში ნელ ცეცხლზე 5-10 წთ.-ის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ ცხელი, ძილის წინ მწვავე რესპირატორული დაავადების, გაცივების, გრიპის, ბრონქიტის დროს.

დიდგულას ქერქის და ახალგაზრდა ყლორტების ნახარში: აურიეთ თანაბარი რაოდენობით ქერქი და ახალგაზრდა ყლორტი, 30 გ ნელგულას დაასხით 1 ლ მდუღარე, დადგით ნელ ცეცხლზე 5 წთ-ით, დააყენეთ 40 წთ., გაწურეთ. გამოიყენეთ ღიაბეტის დროს, ასევე, როგორც შარდმდენი საშუალება სხვადასხვა წარმომავლობის შემუშავების დროს.

დიდგულას ფოთოლს იყენებენ ტრამეების დროს, ხოლო ქერქის და ფესვის ფხვნილს იყრიან ჭრილობებზე, სველ წყლულებზე და დამწვრობებზე.

დიდგულა იზრდება ფოთლოვანი ტყეების პირებზე, ბუჩქნარებში, გზების გასწვრივ, ბაღებსა და პარკებში. (ზუგდიდი, ხიბულა, ნარაზენი, კახათი, ანაკლია; ხობი: ძველი და ახალი ხიბულა, საჭიჯაო, ბია, ხორგა; სენაკისა და აბაშის ტყისპირა მიდამოები. ის ხშირია აგრეთვე წალენჯიხის, ჩხოროწყუს, მარტვილის რაიონების ტყისპირა, გზისპირა, მდინარესპირა ადგილებში.

**7. თხილი ჩვეულებრივი – *Corylus avellana* L.,** მეგრ. თხირი. ავრცელებულია ნეშომპალა – კარბონატულ, ეწერის და ალუვიალურ ნიადაგებში. ყველგან ოდიშის ქვედა და ზედა სარტყლებში. თხილის პრეპარატებს გააჩნია სიცხის დამწვევი და დიზენტერიისა და ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება.

**8. იფანი ჩვეულებრივი – *Fraxinus excelsior* L.,** ოჯ. ზეთისხილისებრთა (*Oleaceae*), მეგრ. ლანჯი. გავრცელებულია ოდიშის ქვედა და შუა სარტყელში. იყენებენ თირკმელში კენჭის დროს, როგორც შარდმდენ საშუალებას, ასევე იყენებენ რევმატიზმის, რადიკულიტის და ზედა სასუნთქი გზების დაავადებების დროს. სამკურნალო პრეპარატებიდან მზადდება ნაყენი. ფოთლის ნახარშს სვამენ რადიკულიტის დროს და როგორც საფაღარათო საშუალებას ჭიის გამოდენის მიზნით. თანაბარი რაოდენობით აღებული ფოთლის და ქერქის ნახარშს სვამენ ზედა სასუნთქი გზების ქრონიკული დაავადებების დროს. ფოთლის ნაყენს იყენებენ, როგორც ჭიის საწინააღმდეგო საშუალებას, ასევე თირკმელების, ღვიძლის, შარდ-კენჭოვანი დაავადების, სახსრების დაავადებების, დიზენტერიის დროს, როგორც შარდმდენ საშუალებას. მას შემდეგნაირად ამზადებენ: 20 გ ფოთოლს დაასხით 200 მლ მდუღარე წყალი, დააყენეთ 1 სთ-ის განმავლობაში, მიიღეთ 1 ს.კ. 3-ჯერ დღეში ჭამის შემდეგ.

ივნის ნედლი ქერქი გამოიყენება ჭრილობების მოსარჩენად. ამ მიზნით ქერქი ჭრილობაზე დაიდეთ. გამოიცვალეთ დღეში 2–3-ჯერ.

უკუჩვენება: მცენარე შხამიანია: ფოთლის და ქერქის ნაყენი დიდი რაოდენობით მიღების შემთხვევაში ადამიანი იწამლება. გვხვდება ოდიშის თითქმის ყველა რაიონებში.

**9. ლენცოფა** – *Hyoscyanus niger* L., ოჯ. ძალღყურძენასებრთა (Solanaceae), მეგრ. წირკემ წამალი. იზრდება ნაგვსაყრელებში, სახლების მახლობლად, საბალახოებზე, როგორც სარეველა. მისგან დამზადებულ პრეპარატებს გააჩნია სპაზმოლიტური და ტკივილგამაყუჩებელი თვისებები.

**10. მარწყვი** – *Fragaria vesca* L., ოჯ. ვარდისებრთა (Rosaceae), მეგრ. ციმუა. გავრცელებულია ოდიშის ტყის მთლიან ტერიტორიაზე. იზრდება ბუჩქნარებში, ტყისპირას, ტყის მდელოებზე.

ხალხურ მედიცინაში მარწყვის ნედლ და ხმელ ფოთოლს, ფესვს და კენკრას იყენებენ, როგორც შარდმდენ საშუალებას. იგი ხელს უწყობს ორგანიზმიდან მარილების გამოყვანას, იყენებენ სახსრების ზოგიერთი დაავადების, ნიკრისის ქარის, ღვიძლის და ელენთას დაავადებების, ათეროსკლეროზის დროს. მარწყვის კენკრას და წვეწვს უნიშნავენ ავიტამინოზის, გასტრიტის, კუჭის წყლულოვანი დაავადების, ნაღვლ-კენჭოვანი დაავადების, ასევე გულის სისხლძარღვების ათეროსკლეროზის, ჰიპერტონიული დაავადების, ანემიის დროს. მარწყვი სასარგებლოა გასტრიტის, კოლიტის, დიზენტერიის დროს, აძლიერებს საშვილოსნოს მუსკულატურის შეკუმშვას. ნედლი ნაყოფი კარგი საშუალებაა სისხლნაკლებობისას. გარეგან სახმარად იყენებენ ეგზემის, ფერისმჭამელების, პიგმენტური ლაქების სამკურნალოდ. მარწყვის ფოთლის ნაყენი კარგი სურავანდის საწინააღმდეგო საშუალებაა, რადგან დიდი რაოდენობით შეიცავს ვიტამინ C-ს. იგი ანელებს გულის შეკუმშვათა რიტმს და აძლიერებს მის ამპლიტუდას, აფართოვებს სისხლძარღვებს. სამკურნალო პრეპარატებიდან მზადდება ნაყენი, წვენი, ჩაი, ნახარში.

მარწყვის კენკრას ნაყენი: 50 გ კენკრას დაასხით 200 მლ მდუღარე წყალი, დააყენეთ 2 საათი, გაწურეთ. მიიღეთ 50 მლ 3–4-ჯერ დღეში ჰიპერტონიის, გულის არეში ტკივილის, ათეროსკლეროზის, გასტრიტის, კოლიტის, ქოლეცისტიტის დროს.

მარწყვის ბალახის და ფესურას ნაყენი: 50 გ ფესურას და ბალახს დაასხით 500 მლ მდუღარე წყალი, დააყენეთ 4 საათის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ 200 მლ 3-ჯერ დღეში ჭამამდე თირკმელებში კენჭის, ღვიძლის დაავადების, ნიკრისის ქარის, ათეროსკლეროზის, ფადარათის დროს.

მარწყვის ფოთლის ნაყენი: 20 გ ხმელ ფოთოლს დაასხით 400 მლ მდუღარე, დააყენეთ 30 წთ, გაწურეთ. მიიღეთ 100 მლ 4-ჯერ

დღეში ჭამის წინ, ღვიძლის, თირკმელების დაავადების, რაქიტის, სურავანდის, ბუასილის, გასტრიტის დროს.

მარწყვის ფოთლის ნახარში: 30 გ დაქუცმაცებულ ფოთოლს დაასხით 200 მლ წყალი, ადუღეთ 5–10 წთ, დააყენეთ 2 საათი, გაწურეთ, მიიღეთ 1 ს.კ. 3–ჯერ დღეში ბრონქული ასთმის, გასტრიტის, კოლიტის დროს.

მარწყვის ფოთლის ჩაი: 20 გ დაქუცმაცებულ ფოთოლს დაასხით 200 მლ მდუღარე, ადუღეთ 5–10 წთ., დააყენეთ 2 საათი, მიიღეთ 1 ს.კ. 3–4-ჯერ დღეში. ნედლი მარწყვის წვენი 4–6 ს.კ. დღეში უნდა დალიოთ შაქრიანი დიაბეტით დაავადებულმა ადამიანებმა.

სასარგებლოა მარწყვის არაჟანთან ერთად მიღება: ამ დროს კარგად აითვისება მისი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები.

უკუხვევება: მარწყვმა შეიძლება გამოიწვიოს ალერგია. ამ შემთხვევაში მარწყვი მცირე რაოდენობით უნდა გამოიყენოთ ან შეამციროთ მარწყვის წვენის, ნაყენის ან ფოთლის ნახარშის დოზა, ან სრულებით თქვათ უარი მარწყვის მიღებაზე

**11. მაყვალი** – *Rubus caesius* L., ოჯ. ყვავილსებრთა (Rosaceae), მეგრ. დურღენი, ომბოლი ძიგირი. გავრცელებულია ზუგდიდის რაიონ ს. ნარაზენში დიდი რაოდენობით, ს. ნარაზენისა და ს. ხიბულას გამყოფ საზღვარზე, კორცხელში, ჯიხაშკარში, ჭაქვინჯიში, ორსანტი-აში, ხიბულა–საჯიჯაოში. ასევე დიდი რაოდენობით ხობის, ზუგდიდის და სენაკის რაიონებშიდა ყველგან ოდიშში. მაყვლის პრეპარატებს გააჩნია ანთების საწინააღმდეგო, ჭრილობის შემხორცხელი, ამოსახველებელი, ჭის საწინააღმდეგო, შარდმდენი და დამამშვიდებელი თვისებები.

მაყვალს იყენებენ აგრეთვე კლიმაქტერულ პერიოდში ნევროზის სამკურნალოდ, ასევე ფადარათის, გასტრიტის, კუჭიდან სისხლდენის დროს, ზოგჯერ კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების, ზედა სასუნთქი გზების დაავადების დროს. გარეგან სახმარად იყენებენ პირის ღრუში და ყელში გამოსავლებად ღრძილებიდან სისხლდენის, ანგინის დროს, მენსტრუაციის დროს გამორეცხვის სახით, საფენების სახით – ქრონიკული წყლულის, ჩირქოვანი ჭრილობების, ეგზემის დროს.

ნედლი და ხმელი კენკრის ნაყენი კლავს წყურვილს, გააჩნია სიცხის დამწვევი თვისებები, რეკომენდებულია მწვავე რესპირატორული დაავადების, პნევმონიის დროს. ხმელი კენკრის ნახარშს და ნაყენს გააჩნია ოფლმდენი და შარდმდენი თვისებები. ნედლ კენკრას საფადარათო მოქმედება გააჩნია. ნედლ კენკრას და მის ჩაის იყენებენ, როგორც დამამშვიდებელ საშუალებას, განსაკუთრებით, კლიმაქსის დროს. კენკრა აუმჯობესებს ნაწლავების მოქმედებას, სასარგებლოა ცისტიტის, თირკმელების დაავადების დროს. შამკურნალო პრეპარატებიდან ცნობილია ნაყენი, ნახარში და სხვ.

ფოთლების და ყლორტების ნაყენს და ნახარშს (1:20) იყენებენ პირის ღრუში და ყელში გამოსავლებად, საფენების და აბაზანების სახით – კანის დაავადების დროს. სვამენ კუჭის, ღვიძლის დაავადების დროს. ფოთლის ფხვნილს იყენებენ ტროფიკული წყლულის დროს. ფესვის ნაყენს სვამენ, როგორც შარდმდენ საშუალებას. კანის დაავადებების სამკურნალოდ დაზიანებულ ადგილებზე დაქუცმაცებულ ფოთოლს ან ფოთლის ნახარშის საფენებს იღებენ.

ფოთლის ნაყენი: 1 ს.კ. ფოთოლი 1 ჩ.ჭ. მდუღარე წყალზე, დააყენეთ 4 საათის განმავლობაში, მიიღეთ 1 ჩ.ჭ. 3–4ჯერ დღეში ჭამამდე 20–30 წთ.–ით ადრე. მათგან იზრდება ტყისპირას, მდელოებზე, ბუჩქნარებში, გზის, მდინარეების და ნაკადულების ნაპირებზე. დაცვას არ საჭიროებს.

**12. მრავალძარღვა** – *Plantago major L.*, ოჯ. მრავალძარღვასებრთა (*Plantaginaceae*), მეგრ. მაჯარღვია. გავრცელებულია ყველგან ოდიშის ტყიან ზონაში, გზა–ბილიკების გვერდით, ეზოებში, მდინარეების და ტბების სანაპიროებზე.

მრავალძარღვას ნედლი ფოთლები აჩერებს სისხლდენას და ახორციებს ძველ ჭრილობებს. გასრესილი ფოთლებით არჩენენ წყლულებს. მრავალძარღვასგან სპილოს დაავადების დროს აკეთებენ სამკურნალო სახვევს, რომელიც ხელს უშლის სიმსივნის ზრდას. მრავალძარღვა ეფექტური სამკურნალო საშუალებაა დაბალი მჟავიანობის ფონზე კუჭის წყლულის დროს, ენტერიტის და კოლიტის, წყლულოვანი დაავადებების დროს.

მრავალძარღვას ფოთლები შველის შაკიკს, წყლულს, ნაკლებ მტკივნეულს ხდის მენსტრუაციას. ძმარში მოხარშული დაფქული თესლი ან ფოთოლი არჩენს დიზენტერიას. სამკურნალო პრეპარატებიდან ამზადებენ ნაყენებს.

მრავალძარღვას ფოთლის ნაყენს შემდეგნაირად ამზადებენ: 100 გ ხმელ ფოთოლს დაასხით 500 მლ მდუღარე წყალი და დააყენეთ 2 საათის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3–ჯერ დღეში ჭამის წინ გასტრიტის, დაბალი მჟავიანობის, ბუასილის დროს. იყენებენ ჭრილობების, წყლულების, ფურუნკულების მოსაბანად. ფოთლის ნაყენს იყენებენ ბრონქიტის, ასთმის, ყივანახველას და სასუნთქი გზების სხვა დაავადებების დროს. ხველის დროს ნედლ ახალგაზრდა ფოთლებს ასხამენ მდუღარე წყალს და ამ ნაყენს თაფლთან ერთად სვავენ.

მრავალძარღვას თესლის ნაყენი: 25 გ თესლს დაასხით 200 მლ მდუღარე, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ანჯდრიეთ, გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3–ჯერ დღეში ჭამამდე 15–20 წუთით ადრე კუჭშეკრულობის, შარდის ბუშტის ანთების დროს.

მრავალძარღვას ფოთლის ნაყენი: ახალგაზრდა ფოთლები საგულდაგულოდ გარეცხეთ ცივი წყლით და საწურზე მოათავსეთ.

მას შემდეგ, რაც წყალი დაიწურება, წვენსაწურში და ხორცსაკეპ მანქანაში გაატარეთ და გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3-ჯერ დღეში ჭამამდე 15-20 წუთით ადრე ჰიპოციდური გასტრიტის, კოლიტის დროს. ახლად გაწურული წვენი შველის ქრონიკულ ფადარათს. ეს საშუალება სასარგებლოა პირის ღრუს და სასუნთქი გზების ანთების დროს. შინაგანი გამოყენებისას წვენი სისხლის დაავადებებს კურნავს.

**13. ფითრი** – *Viscum album* L., ოჯ. ორანტჰაცეაე, მეგრ. ლიყვი. არა-ზიტი მცენარეა, ძირითადადში პარაზიტობს კულტურულ მცენარეებზე. ცოცხალი მცენარეების ტოტებზე იზრდება ჩაის ბუჩქის სახით, განსაკუთრებით ძლიერ არის გავრცელებული წალენჯიხის, ჩხოროწყუს, სენაკის და ხობის რაიონებში. ფითრის თხევად ექსტრაქტს გააჩნია მატონიზირებელი და კრუნჩხვის საწინააღმდეგო მოქმედება, ამადლებს პოტენციას. (სენაკი, ჩხოროწყუ და სხვა).

**14. ფურისულა გაზაფხულის** – *Primula veris* L., Primulaseae, მეგრ. ჯოდორიში ნინა. გავრცელებულია ყველგან ოდიშის ტერიტორიაზე, სადაც ქმნის მცირე და საშუალო ზომის კოლონიებს (ზუგდიდი, ხობი, წალენჯიხა, ჩხოროწყუ, მარტვილი, ფოთი, აბაშა). ფურისულას პრეპარატებს გააჩნია შარდმდენი, ოფლმდენი, საერთო გამაჯანსაღებელი, ამოსახველებელი მოქმედება, აუმჯობესებს თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის ფუნქციას და კუჭის წვენის გამოყოფას. გამოყენება მედიცინაში.

ფურისულას ნაყენი აძლიერებს ბრონქული ჯირკვლების სეკრეციას, მცირედტოქსიკურია. გამოიყენება სასუნთქი ორგანოების დაავადებების, შაკიკის, თავბრუსხვევის, უძილობის, საერთო სისუსტის, თირკმელების და შარდის ბუშტის დაავადებების, კუჭშეკრულობის, ფილტვების ანთების, უმადობის, რევმატიზმის, ნიკრისის ქარის, ჰიპოვიტამინოზის, სურავანდის დროს.

#### **სამკურნალო პრეპარატები:**

ნაყენს ფურისულას ხმელი ფოთლიდან მცენარის ყვავილობის დროს ამზადებენ 1 ჩ.კ. დაქუცმაცებულ მცენარეს დაასხით 1 ჭ. მღუღარე, დააყენეთ ნახევარი საათი და დალიეთ 1/2 ჩ.ჭ. 2-ჯერ დღეში. ნაყენი მომინანქრებულ ჭურჭელში მოამზადეთ. მეორე დღეს ნაყენში ვიტამინ C-ს შემცველობა მცირდება.

ფურისულას ფესვის ნაყენი: 5 გ ფესვს დაასხით 200 მლ მღუღარე, დააყენეთ 2 საათი, გაწურეთ, მიიღეთ 1 ს.კ. 3-4-ჯერ დღეში კუჭშეკრულობის, უძილობის, საერთო სისუსტის, უმადობის, ხველების, თავბრუსხვევის, თირკმელების და შარდის ბუშტის დაავადებებისას, როგორც შარდმდენი საშუალება.

ფურისულას ფოთლის ნაყენი: 5-10 გ ფოთლის ფხენილს დაასხით 200 მლ მღუღაე, დააყენეთ 1 სთ, გაწურეთ, მიიღეთ 1 ს.კ. 3-4-ჯერ დღეში უმადობის, საერთო სისუსტის, ხველი, ჰიპოვიტამინოზის, სურავანდის, ფილტვების ანთების დროს.

**15. ქრისტესისხლა** – *Chelidonium majus* L., *Paraveraceae* L., ნმეგრ. ნაწიფუ, ჯაში ზისხირი. გავრცელებულია წალენჯიხისა და ჩხორ-ოწყუს ნაძვნარებში, ნაძვნარსოჭნარებში, შედარებით ნაკლებადაა მუხნარებში და ბაღებში, სარეველა მცენარეა. ქრისტესისხლას იყენებენ სტენოკარდიის, ჰიპორტენიული დაავადების, კანის დაავადების, კანის სიმსივნის, ძნელად შეხორცებადი ჭრილობების, კუნთის სპაზმის დროს. გამოყენება მედიცინაში.

ქრისტესისხლას იყენებენ სტენოკარდიის, ჰიპერტონიული დაავადების, კანის დაავადების, კანის სიმსივნის, ძნელად შეხორცებადი ჭრილობების, კუნთის სპაზმის დროს.

ბალახის ნახარშში აბანავენ ბავშვებს სურავანდის და კანის სხვადასხვა დაავადების დროს.

ქრისტესისხლას ნაყენს გააჩნია გამხსნელი და შარდმდენი მოქმედება. ქრისტესისხლას წვენი იყენებენ მეჭეჭების, კოყრების, კანზე მუქი ლაქების მოსაცილებლად, ასევე იყენებენ კომპრესების სახით ფურუნკულოზის დროს.

#### **სამკურნალო პრეპარატები:**

ქრისტესისხლას ფოთლის ნაყენი: 1 გ ხმელ ფოთოლს დაასხით 1 ჩ.ჭ. მდუღარე, დააყენეთ 1 საათი, გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3-ჯერ დღეში.

ქრისტესისხლას ფოთლის ნახარში: 1 გ ხმელ ფოთოლს დაასხით 2 ჩ.ჭ. მდუღარე, გააცხელეთ დაბალ ცეცხლზე 10 წთ-ის განმავლობაში, დააყენეთ 20 წთ., გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. 3-ჯერ დღეში ჭამამდე 20 წთ-ით ადრე.

უკუწვენება: ქრისტესისხლას მომწამველი თვისებების გამო მისი მიღება მცირე დოზით ან სხვა მცენარეებთან ერთად უნდა დაიწყოთ.

გავრცელების ადგილები: გავრცელებულია ნაძვნარებში, ნაძვნარ-სოჭნარებში, შედარებით ნაკლებადაა მუხნარებში და ბაღებში, როგორც სარეველა, უფრო მეტად მარტვილის, სენაკის, ჩხორ-ოწყუს და წალენჯიხის სოჭნარებში და მუხნარებში.

**16. ღვედეკცი** – *Prioploca graeca* L., ოჯ. ღვედეკციებრთა, *Asclepiadaceae* L. მეგრ. ჯაშქითია. გავრცელებულია ყველგან ოდიშში, ჭაობიან და ტენით მდიდარ ადგილებში. მისი ქერქიდან მიიღება სუფთა ჰერიპლოცინი, რომელსაც ხსნარის სახით ამპულებში უშვებენ და გამოიყენება გულის დაავადების მქონე ადამიანებისათვის. სამკურნალო პრეპარატებიდან ამზადებენ 40 %-იან სპირტზე ნაყენს (1:10). მიიღეთ 5-10 წვეთი 2-3-ჯერ დღეში გულისხსლბარდვთა უკმარისობის I და II სტატიაზე, ასევე მიტრალური სარქველის ორგანული მანკის დროს. ავადმყოფებისათვის ინტერვენუალად.

**17. შვიტა** – *Equisetum arvense* L., ოჯ. შვიტასებრთა, მეგრ. თუნთიში ჭკმი. მაჭყვადური. გავრცელებულია ოდიშის მდინარეების ნაპირე-

ბზე, ბუჩქნარებში, მდელოებზე, ფოთლოვან, წიწვოვან და შერეულ ტყეებში. იზრდება ასევე ბაღებსა და ბოსტნებში. მედიცინაში გამოიყენება თირკმლის სხვადასხვა დაავადების სამკურნალოდ. შვიტა გროხირებულ ადგილებში. გამოიყენება მედიცინაში.

შვიტა გამოიყენება, როგორც შარდმდენი საშუალება გულის დეკომპენსირებული მანკის და შარდგამომყვანი გზების დაავადებების (ცისტეტი, ურეთრიტი) დროს.

შვიტა წმენდს ორგანიზმს. გამოიყენება ძველი და ჩირქოვანი ჭრილობების დროს, შეუცვლელია თირკმელების და შარდგამომყვანი გზების დაავადებების დროს. ნახარშს იყენებენ კომპრესების, საფენების სახით, წმენდს კუჭს, ხსნის ტკივილს კენჭოვანი დაავადებების დროს, ხელს უწყობს ორგანიზმიდან მარილების, ქვიშის გამოდევნას, კეჭების დაშლას. შვიტას იყენებენ კბილების, ფრჩხილების, ხრტილების და ძვლების გასამაგრებლად. სახსრების დაავადებებისას აყუჩებს ტკივილს და ხსნის ანთებას, აჩქარებს ტყვიის მარილების გამოდევნას ორგანიზმიდან.

#### **სამკურნალო პრეპარატები:**

შვიტას ბალახოვანი ნაყენი: 20 გ ბალახს დაასხით 200 მლ მდუღარე, დააყენეთ 1 საათი, გაწურეთ. მიიღეთ 1-2 ს.კ. 3-4-ჯერ დღეში შარდ-კენჭოვანი დაავადების, გულის უკმარისობით გამოწვეული შეშუპების, შარდის ბუშტის, ღვიძლის ანთებითი დაავადებების, ქალური დაავადებების, ტუბერკულოზის, ჰიპერტონიული დაავადების დროს. ნაყენით მოიბანეთ ჭრილობები, ნაწოლები, წყლულები, რომლებიც დიდხანს არ ხორცდება. გაიწმინდეთ ცხიმოვანი სახის კანი, დაიბანეთ ეგზემით, ფურუნკულებით დაზიანებული კანის უბნები. გამოიყენეთ კომპრესების სახით მტკივან სახსრებზე ნიკრისის ქარის, რევმატიზმის, პლევრიტის დროს. ამოივლეთ პირის ღრუში და ყელში ანგინის და სხვა ანთებითი პროცესების დროს.

შვიტას ბალახის ნაყენი: 25 გ შვიტას დაასხით 200 მლ მდუღარე, ადუღეთ 30 წთ. დაბალ ცეცხლზე, გაწურეთ. თუ მოცულობა შემცირდა, დაამატეთ ადუღებული წყალი. მიიღეთ 1 ს.კ. 3-4-ჯერ დღეში ჭამის შემდეგ, როგორც შარდმდენი საშუალება გულისა და თირკმელების უკმარისობით გამოწვეული შეშუპების დროს, ექსუდაციური პლევრიტის, თირკმელების და შარდის ბუშტის ანთებითი დაავადებების დროს. გამოივლეთ პირის ღრუში და ყელში, მოიბანეთ ჭრილობები, ნაწოლები, წყლულები, ეგზემით, ფურუნკულოზით დაზიანებული კანი. გაიკეთეთ კომპრესები მტკივან სახსრებზე.

შვიტას მაღამო: შვიტას ექსტრაქტი შეურიეთ ვაზელინს ან კარაქს თანაფარდობით 1:4. წაივით ჭრილობებზე, წყლულებზე, ნაწოლებზე, რომლებიც დიდხანს არ ხორცდება, ეგზემით დაზიანებულ კანზე.



ხმელი ბალახის ფხენილი დაიყარეთ ჭრილობებზე, წყლულე-  
ბზე.

შიტას ბალახის წვენი: შიტას ნედლი ბალახი საგულდაგუ-  
ლოდ გარეცხეთ, დააქუცმაცეთ და გამოწურეთ წვენი. შეინახეთ  
ცივ ადგილას, მიიღეთ 2 ს.კ. 3–4ჯერ დღეში, როგორც შარდმდენი  
საშუალება შეშუპების დროს. მოიბანეთ დაჩირქებული ჭრილობები  
და წყლულები. ჩაიწვეთეთ ცხვირში 2–3 წვეთი ცხვირიდან ხშირი  
სისხლდენის დროს.

უკუჩვენება: ნეფრიტი და ნეფროზონეფრიტი, რადგან შეიძლ-  
ება გამოიწვიოს თირკმელების გაღიზიანება. შიტას პრეპარატების  
მიღება აუცილებელია ექიმის მეთვალყურეობის ქვეშ და რეჟიმის  
მკაცრი დაცვით.

გავრცელების ადგილები: იზრდება მდინარეების ნაპირებზე,  
ბუჩქნარებში, მდელოებზე, ფოთლოვან, წიწვოვან და შერეულ ტყე-  
ებში, როგორც სარეველა. იზრდება ბაღებსა და ბოსტნებში. ავრ-  
ცელებულია თითქმის მთელ საქართველოში.

**18. ცაცხვი გულფოთოლა** – *Tilia cordata mill.*, მეგრ. ცხაცხუ. ჩაც-  
ხვი გავრცელებულია ოდიშის შედარებით ნესტიან ფერდობებზე  
არსებულ მუხნარებსა და მუხნარ–რცხილნარებში. ცაცხვის პრე-  
პარატებს გააჩნია დამამშვიდებელი. ტკივილგამაყუჩებელი, ნაღვლ-  
მდენი, ოფლმდენი. შარდმდენი, ამოსახველებელი. ანტიმიკრობული,  
ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება. ასტიმულირებს კუჭის მუშაო-  
ბას. გამოყენება მედიცინაში:

ცაცხვის პრეპარატებს იყენებენ ნერვიული აღგზნების, კრუნ-  
ჩხვები, კუჭის ტკივილის, გაცივების, ქრონიკული ხველის, ფილტ-  
ვებში ვახველის დაგროვების დროს. გამოიყენება ღვიძლის დაბინ-  
ძურებით გამოწვეული კუჭის ტკივილის დროს, ასევე თირკმელ-  
ების დაავადების, ჰიპერტონიული დაავადების დროს; როგორც და-  
მხმარე საშუალება – გრიპის და მწვავე ბრონქიტის, უძილობის  
დროს. გარეგან სახმარად იყენებენ პირის ღრუში გამოსავლებად-  
ანგინის დროს, სახის დასაბანად, რათა კანს ელასტიკურობა და-  
უბრუნდეს.

#### **სამკურნალო პრეპარატები:**

ცაცხვის ყვავილის ნაყენი: 2 ს.კ. დაქუცმაცებულ ყვავილს  
დაახით 2 ჩ.ჭ. დღეში გაცივების, თავის ტკივილის, გულის წასვლ-  
ის დროს. ასევე გამოიყენეთ ყელში გამოსავლებად ანთებითი პრო-  
ცესების დროს.

უფრო კონცენტრირებული ნაყენი გამოივლეთ ყელში და კან-  
ის დასარბილებლად სახე დაიბანეთ.

ცაცხვის ყვევილის ნახარში: აიღეთ 3–4 ს.კ. დაქუცმაცებული  
ყვავილი 2 ჩ.ჭ. წყალზე, ადუღეთ 10 წთ–ის განმავლობაში, გაწურ-  
ეთ.

ცაცხვის ყვავილს ფართოდ იყენებენ ჩაის ნაცვლად.

ცაცხვის ახლადდაკრეფილი ფოთლები შველის თავის ტკივილს – ფოთლები თავზე უნდა შემოიხვიოთ. ახალგაზრდა ფოთლებს კი ვიტამინური სალათების მოსამზადებლად იყენებენ.

ცაცხვის ახალგაზრდა ყლორტებიდან (ტოტების ყველაზე პატარა და ნორჩი კენჭუროები – არაუმეტეს 10 სმ–სა) საჭიროების შემთხვევაში შეიძლება მოხარშოთ ფაფა. ყლორტს 2–3 სმ. შიგრიძის ნაჭრებად ჭრიან. შემდეგ გასწვრივ ჭრიან წვრილ ნაჭრებად, რის შემდეგაც ოდნავ მარილიან წყალში ხარშავენ სრულ დარბილებამდე.

ცაცხვის ხის ნახარშს მეტეორიზმის და ფაღარათის დროს იყენებენ.

ცაცხვის ყვავილეებს კოსმეტიკური მიზნითაც ხმარობენ.

მშრალი კანის დროს სახე ცაცხვის ყვავილების ცივი ნაყენით დაიბანეთ. დაღლილი სახის გასაგრილებლად გაიკეთეთ სახის კომპრესი. მოხარშეთ ცაცხვის ყვავილების და პიტნის ჩაი, გაწურეთ და კიდევ ერთხელ შეათბეთ. ცხელი ჩაასხით დიდ ჭიქაში, გვერდით ცივი წყლით სავსე ჭიქა დაიდგით, მოამზადეთ ორი რბილი, ტილოს ხელსახოცი, ერთი ხელსახოცი ცხელ ჩაიში დაასველეთ, გაწურეთ, სახეზე დაიდეთ და ორი წუთით გააჩერეთ, შემდეგ ცივ წყალში დასველებული ხელსახოცით შეცვალეთ, ხელსახოცები 2–3–ჯერ შეცვალეთ, ბოლო – ცივი, 5 წთ. გააჩერეთ.

ცაცხვის ყვავილის ნაყენი: 1 ჩ.ჭ. მდუღარე წყალში ერთი მუჭაყვავილი ჩაყარეთ და თბილად შეფუთული 15 წთ. დააყენეთ. აყენს დაამატეთ ჩ.კ. თაფლი. ამ ნაყენით უხვად დაისველეთ სახე და კისერი და 10 წთ. გააჩერეთ. დარჩენილი ნაყენი ცივ ადგილას დადგით, შემდეგ ჯერზე პროცედურა გაიმეორეთ. გამოყენების წინ შეანჯღიეთ. ეს შესანიშნავი საშუალება სახეს ახალგაზრდაებს, უფრო ლამაზს და მიმზიდველს ხდის.

ლოსიონი მშრალი კანისთვის: ცაცხვის ყვავილის ნაყენს (1,5 ს.კ. ყვავილი, 1 ჩ.ჭ. მდუღარე) შეურიეთ 1 ჩ.კ. თაფლი. მიღებული ლოსიონით გაიწმინდეთ სახე (პირის დაბანის ნაცვლად).

მოდუნებული სახის კანის დროს სასარგებლოა ცაცხვის ყვავილების, პიტნის, სვიის ცხელი კომპრესები. ხმელი ბალახების ნარევის (1 ს.კ. ნარევი 1 ჩ.ჭ. წყალზე) დაასხით მდუღარე, დააყენეთ 15 წთ., გაწურეთ. ცხელ ნახარშში დაასველეთ ტილოს ნაჭერი, ოდნავ გაწურეთ და დაიდეთ სახეზე. როდესაც გაცივდება, ისევ დაასველეთ ცხელ ნაყენში, გაწურეთ და კვლავ გაიკეთეთ კომპრესი. გაიმეორეთ 5–8 წთ.–ის განმავლობაში.

ცაცხვის ყვავილის ნახარში აჩერებს თმის ცვენას: 8 ს.კ. ცაცხვის ყვავილს დაასხით 0,5 ლ. წყალი და ადუღეთ 20 წთ. გაცივეთ, გაწურეთ. მიღებული ნახარშით დაიბანეთ თავი.

დამწვრობის დროს იყენებენ ცაცხვის ყვავილის ნახარშს (4 ს.კ. ყვავილს დაასხით 0,5 ლ. წყალი და ადუღეთ დაბალ ცეცხლზე 10 წთ-ის განმავლობაში).

**გავრცელების ადგილები:**

ცაცხვის სხვადასხვა სახეობა მთელ ევროპაშია გავრცელებული. გვხვდება შედარებით ნესტიან ფერდობებზე არსებულ მუხნარებსა და მუხნარ-რცხილნარეებში.

**19. წიწმატურა** – *Capsella bursa-pastoris* Medik (L.), მეგრ. ტყარი წიწმარტე გავრცელებულია ყველგან ოდიშში. ძირითადად იგი გვხვდება გზისპირას და მინდვრებზე.

წიწმატურას ბალახს იყენებენ, როგორც სისხლის შემდეგებელ საშუალებას ფილტვებიდან, თირკმელებიდან, საშვილოსნოდან და კუჭიდან სისხლდენის დროს, ჭრილობიდან და ფაღარათის დროს სისხლდენისას. გამოყენება მედიცინაში.

წიწმატურას ბალახის ნაყენს და თხევად ექსტრაქტს იყენებენ საშვილოსნოს ატონიის და საშვილოსნოდან სისხლდენის დროს. აძლიერებს საშვილოსნოს მუსკულატურის ტონუსს და ავიწროვებს პერიფერიულ სისხლძარღვებს.

ბალახს იყენებენ წნევის დასაწევად. ბალახის პრეპარატები აუმჯობესებს კუჭნაწლავის, ღვიძლის ფუნქციას, არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას.

უფრო ეფექტურია მცენარის ნედლი ბალახი.

**სამკურნალო პრეპარატები:**

წიწმატურას ბალახის ნაყენი: 15 გ ბალახს დაასხით 200 მლ ცივი ანადუღარი წყალი, დააყენეთ 8 საათის განმავლობაში, გაწურეთ. მიიღეთ 2 ს.კ. 3–4 ჯერ დღეში ჰიპერტონიული დაავადების, კოლიტის, საშვილოსნოდან, ფილტვებიდან, თირკმელებიდან სისხლდენის დროს. ნაყენით მოიბანეთ სისხლმდენი ჭრილობები და წყლულები.

წიწმატურას ბალახის ნაყენი: 40–50 გ ბალახს დაასხით 1 ლ. მდუღარე. დააყენეთ 30 წთ., გაწურეთ. მიიღეთ თბილი, 200 მლ 3–ჯერ დღეში თირკმელების, შარდის ბუშტის ანთების, შარდ და ნაღვლ-კენჭოვანი დაავადების, ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის დროს.

წიწმატურას ბალახის ნახარში: 10 გ ბალახს დაასხით 300 მლ მდუღარე, გააცხელეთ დაბალ ცეცხლზე 30 წთ., გაწურეთ. მიიღეთ 1 ს.კ. ან 100 მლ 3–ჯერ დღეში თირკმელებიდან, საშვილოსნოდან სისხლდენის, სისხლის ამოხვევების, თირკმელების, ღვიძლის დაავადებების დროს. წიწმატურას ნედლი ბალახის წვენი გააზავეთ წყალში თანაფარდობით 1:1, მიიღეთ 1 ს.კ. 3–ჯერ დღეში სისხლდენის, ფაღარათის დროს, მოიბანეთ სისხლმდენი ჭრილობები, წყლულები.

წიწმატურას ექსტრაქტს 70%-იანი სპირტით ამზადებენ თანაფარდობით 1:10. მიიღეთ 20–25 წვეთი 2–3-ჯერ დღეში საშვილოსნოდან სისხლდენის დროს.

უკუჩვენება: ორსულობა, მიდრეკილება თრომბოს წარმოქმნისკენ. გავრცელების ადგილები: გავრცელებულია მთელ საქართველოში, იზრდება გზისპირას, მინდვრებზე (ზუგდიდი, წაღენჯისა, ჩხოროწყუ, სენაკი, ხობი, მარტვილი).

### ლიტერატურა:

1. პაპუნძე ვ. მანველიძე ზ. აჭარის ტყეების ბიომრავალფეროვნება და მათი ეკოლოგიური როლი. ეკოლოგიის პრობლემები. თბილისი, გამომც. „ტექნ. უნივერსიტეტი“, 2000, 110–119 გვ.
2. ქუთათელაძე მ., მანდენოვი ი., შხიანი ა. სასარგებლო მცენარეები. „მეცნიერება“, თბილისი, 1965, 79 გვ.
3. ღვინიაშვილი ც. „ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია“, ტ. 11, გვ. 5, თბილისი, 1987.
4. თოდუა ვ. სამურზაყანოს ფლორისტული შემადგენლობა და მისი ბოტანიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი. აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. შრომატა კრებული ტ. 3, თბილისი, 2010, გვ. 73-91.
5. თოდუა ვ., ბერიკაშვილი დ. ქაჯვი ევრაზიაში, იმერეთში, რაჭა-ლეჩხუმში და მისი რესურსები საქართველოში. თბილისი, 2012, 90 გვ.
6. თოდუა ვ., ბერიკაშვილი დ., ცქვიტაია ს., ოდიშის ფლორისტული რაიონის ბუნება და მცენარეულობა. სოხუმის უნივერსიტეტის შრომები, ტ. XI, 2014, გვ. 57-78.
7. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк Кавказа. М.-Л.6 Изр. АН СССР, 1935, 192.
8. Гросгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. Тр. Бот. ин-та Азерб. филиале АН ССР. Баку, Изд. Аз. фил. АН СССР, 1936, 1-260.
9. Гросгейм А.А. Растительный покров Кавказа, 1948, изд. МОИП:1-268.
10. Гросгейм А.А. Типы реликтов. Изв. Азерб. фил. АН СССР, 1939, 6:74-80.
11. Ликун Х., Юлинд К., Шухуа К., Швенек Е. Дикорастущие плодовые растения Китая. Шаньдунская академия лесоведения, Китай; Научно-исследовательский институт плодоводства, Польша. Ж. Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения. 2002, 66-69 с.
12. Долуханов А.Т. Колхидский подлесок «Мецниереба», 1980, 361.

**VAZHA TODUA, DALI BERIKASHVILI, SOFIO CQVITAIA,  
LELA GIORGOBIANI**

**THE MAIN WILD MEDICINAL PLANTS SPREAD ON THE AREA OF  
ODISHA AND THEIR USE IN MEDICINE**

The work discusses the results of researches for the main wild medicinal plants spread on the area of Odisha. Here are described medicinal tree-shrubs, liane and herbaceous plants, where their distribution, raw material supplies, chemical composition and the use in medicine is indicated.

**თამარ შიშკაშვილი, ირინა ხატიაშვილი, ღაზით კვარაცხელია,  
ზაურ ლომთათიძე, ღარჯან ღულშინიშვილი**

**აქტინომიცეტების ანტაგონისტური მოქმედება ზოგიერთი  
მიკროორგანიზმის მიმართ**

მკვლევართა დიდი ყურადღება დღეს მიმართულია იმ მიკროორგანიზმების კვლევაზე, რომლებიც პროდუცირებენ ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნაერთებს. ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია აქტინომიცეტების ძიება. ცნობილია, რომ მრავალ მათგანს გააჩნია ანტიბაქტერიული თვისებები, ისინი მაღალი აქტივობით თრგუნავენ ბაქტერიების სხვადასხვა გვარის სახეობების ზრდა-განვითარებას. აქტინომიცეტების მრავალი შტამი ცნობილი ანტიბიოტიკის პროდუცენტს წარმოადგენენ [1,2,3].

აქედან გამომდინარე, მუხრან-საგურამოს ველიდან (ყავისფერ-მდელოს ტიპის ნიადაგი) აღებული იყო ნიადაგის ორი ნიმუში. შესწავლილი იქნა ნიადაგის ამ ტიპში აქტინომიცეტ-ანტაგონისტების გავრცელების თავისებურებანი. ნიადაგების ნიმუშებიდან გამოყოფილი აქტინომიცეტების სუფთა კულტურებიდან, შეირჩა 4 კულტურა: შტამი მს (მუხრან-საგურამო)-1, შტამი მს-2, შტამი მს-3, შტამი მს-4, რომლებმაც გამოამჟღავნეს ფიზიოლოგიური აქტივობა. შესწავლილი იქნა. მათი ანტაგონისტური თვისებები ზოგიერთი მიკროორგანიზმებისადმი, კერძოდ მიკობაქტერიების, ეშერიხიების, საფუვრების, აგრობაქტერიუმის და სხვათა მიმართ.

აქტინომიცეტების კულტივირებას ვახდენდით კრასილნიკოვის სინთეზურ არეზე (CPI-I), ხოლო ანტაგონისტური თვისებებს ვსაზღვრავდით ბლოკის მეთოდით [4]. ცდებში ტესტ-ობიექტებად გამოვიყენეთ შემდეგი მიკროორგანიზმები: *Elythrosporangium brasiliense*, *Actinosporangium violaceum*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium rubrum* 874, *Agrobacterium tumefaciens* (ვაზის კიბოს გამომწვევი), *Xanthomonas campestris* (კომბოსტოს დაავადების გამომწვევი), *Pectobacterium aroideae*, *Hansenula anomala*, *Hansenula anomala* y-141. გამოყოფილი აქტინომიცეტების ანტაგონისტური თვისებების შესახებ შედეგები მოცემულია ცხრილში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, აქტინომიცეტების ფიზიოლოგიური აქტივობა საცდელი ტესტ-ობიექტების მიმართ ვლინდება სხვადასხვა სიძლიერით; ყველაზე აქტიური აღმოჩნდა კულტურა მს-2, იგი თრგუნავს *Mycobacterium Rubrum* 874-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 9,5 მმ), *Xanthomonas campestris*-ის და *Pectobacterium aroideae*-ს (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 9 მმ), *Staphylococcus aureus*-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 7,5 მმ), *Escherichia coli*-ის და *Agrobacterium tumefaciens*-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 3,5 მმ) ზრდა-

განვითარებას, ხოლო საფუერების და აქტინომიცეტების მიმართ არ ავლენს ბაქტერიციდულ თვისებებს.

აქტინომიცეტი შტამი მს-1 ანტაგონისტურ თვისებებს ავლენს Actinosporangium violaceum-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 3,5 მმ), Mycobacterium rubrum 874-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 3,25 მმ), Xanthomonas campestris-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 1,5 მმ), Staphylococcus aureus-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 1,25 მმ) მიმართ, ხოლო Agrobacterium tumefaciens -ის და საფუერების მიმართ იგი ინაქტიურია.

კულტურა შტამი მს-3 ბაქტერიციდულ თვისებებს ავლენს Mycobacterium rubrum 874-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 6 მმ), Agrobacterium tumefaciens-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 3,5 მმ), Staphylococcus aureus-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 1,5 მმ), Elythrosporangium brasiliense-ს და Actinosporangium violaceum-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 1,0 მმ) მიმართ, ხოლო ვერ თრგუნავს Escherichia coli-ის და Xanthomonas campestris-ის Pectobacterium aroideae-ის, Hansenula anomala-ის Hansenula anomala-ის ზრდა-განვითარებას.

**ცხრილი 1. აქტინომიცეტების ანტაგონისტური მოქმედება ზოგიერთი მიკროორგანიზმის მიმართ**

ტესტ-ობიექტი	ანტაგონისტი კულტურა			
	შტამი მს-1	შტამი მს-2	შტამი მს-3	შტამი მს-4
	ზრდის დათრგუნვის ზონა, მმ			
Elythrosporangium brasiliense	1,0	0,0	1,0	0,0
Actinosporangium violaceum	3,5	0,0	1,0	0,5
Staphylococcus aureus	1,25	7,5	1,5	0,0
Escherichia coli	0,5	3,5	0,0	0,0
Mycobacterium rubrum 874	3,25	9,5	6,0	2,5
Agrobacterium tumefaciens	0,0	3,5	3,5	0,0
Xanthomonas campestris	1,5	9,0	0,0	2,5

Pectobacterium aroideae	0,5	9,0	0,0	0,0
Hansenula anomala	0,0	0,0	0,0	0,0
Hansenula anomala y-141	0,0	0,0	0,0	0,0

შესწავლილი აქტინომიცეტებიდან ნაკლებად აქტიურია კულტურა შტამი მს-4, რომელიც ანტაგონისტურ თვისებებს ავლენს მხოლოდ Mycobacterium rubrum-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონა შეადგენს 0,5 მმ), Xanthomonas campestris-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 2,5 მმ) და Actinosporangium violaceum-ის (ზრდის დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 0,5 მმ) მიმართ.

აღსანიშნავია, რომ შესწავლილი აქტინომიცეტებიდან არც ერთი არ ავლენს ანტაგონისტურ თვისებებს საფუერების მიმართ. მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მუხრან-საგურამოს ველიდან (ყავისფერ-მდელოს ტიპის ნიადაგი) გამოყოფილი აქტინომიცეტები ავლენენ სხვადასხვა სიძლიერის დამთრგუნველ აქტივობას ცვლაში გამოყენებულ ტესტ-ობიექტებზე. ყველაზე აქტიურია აქტინომიცეტის შტამი მს-2, იგი აქტიურად თრგუნავს მიკობაქტერიის, სტაფილოკოკის, ეშერიხიის, ფიტოპათოგენური ბაქტერიის, ქსანტომონასის და პეკტობაქტერიის შტამების ზრდა-განვითარებას, ხოლო ცვლაში გამოყენებული დანარჩენი აქტინომიცეტები ავლენდნენ შერჩევით, სხვადასხვა სიძლიერის, დამთრგუნველ მოქმედებას ტესტ-კულტურებზე. ყავისფერ-მდელოს ტიპის ნიადაგი (მუხრან-საგურამოს ველი) მდიდარია შერჩევითი ანტაგონისტური მოქმედების უნარის მქონე აქტინომიცეტებით.

### ლიტერატურა:

1. Красильников И.А. - Биология отдельных групп актиномицетов, Труды института микробиологии АН СССР М, изд-во АН СССР, вып 7, с.7-20
2. Егоров Н.С. - микробы-антагонисты и биологические методы определения антибиотической активности, М, 1965, вып5, с. 846-849.
3. ქ. მაძულაშვილი, ნ. რამიშვილი, თ. შიუკაშვილი, დ. თარყაშვილი, დ. კვარაცხელია, ი. გოროზია, ზ. ლომთათიძე აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ტიპის ნიადაგების მიკროფლორის თვისებრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა, საქართველოს სოფლის მეურნეობის თანამედროვე პრობლემები. სამეცნიერო - პრაქტიკული კონფერენცია. თბილისი, 2015წ.



შრომათა კრებული, აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, გვ.135-142.

4. ი. კუპრეიშვილი, თ. შიუკაშვილი, ი. გოროზია, ზ. ლომთათიძე
- ა. ზოგიერთი ჰერბიციდის ბიოციდური გავლენის შესწავლა მიკროორგანიზმებზე
- ბ. სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია. "სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარების პრობლემები და აგრარული სექტორის აღორძინების გზები", შრომათა კრებული, აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. თბილისი, გვ.39-41.

**TAMAR SHIUKASHVILI, IRINA KHATIASHVILI, DAVIT  
KVARATSKELIA, ZAUR LOMTATIDZE, DAREJAN GUGUNISHVILI**

**ANTAGONISTIC EFFECT OF ACTINOMYCETES TOWARDS SOME  
MICROORGANISMS**

Actinomycetes has been isolated from brown soils of Saguramo. Microorganism, actively inhibiting the growth and development of some bacteria was selected among the actinomycetes.

**ძვეთიან მამულაშვილი, ნანი რამიშვილი, თამარ  
შოთაშვილი, რუსუდან ტარყაშვილი, დავით  
კვარაცხელია, ზაურ ლომთათიძე, ღარიბაშვილი**

**აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ტიპის (ყავისფერ-  
ბაგრონატული და ალუვიურ-მუხავე) ნიადაგის  
მიკროორგანიზმთა შემადგენლობა**

დამოკიდებული მასში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებზე, რა-  
შიც დიდ მონაწილეობას ეტყობა მიკროორგანიზმები, მაგრამ  
ანთროპოგენული ფაქტორების ზემოქმედება ახდენს ნიადაგის  
სტრუქტურის და შესაბამისად მასში არსებული მიკრობული ასო-  
ციაციების თვისებრივ და რაოდენობრივ ცვლილებას [1,2.] აქედან  
გამომდინარე ნიადაგის მიკროფლორის კვლევა დღეს დიდ ყურა-  
დლებას იქცევს და მნიშვნელოვანია ნიადაგის ნაყოფიერების და  
უსაფრთხოების შესაფასებლად. ჩვენს მიზანს, პირველ ეტაპზე,  
წარმოადგება შეგვესწავლა კახეთის ზოგიერთი ნიადაგის მიკრო-  
ფლორის რაოდენობრივი და თვისებრივი შემადგენლობა.

მიკროფლორის საანალიზოდ ნიმუშები აღებული იქნა კახეთ-  
ის რეგიონის ყავისფერ-კარბონატული (საგარეჯო, წნორი, სიღნა-  
ღი) და ალუვიურ-მუხავე (ლაგოდეხი) ნიადაგებიდან. ნიადაგში ვსა-  
ზღვრავდით მიკროორგანიზმთა შემდეგ ფიზიოლოგიურ ჯგუფებს:  
საპროფიტული ბაქტერიები, ცელულოზადამშლელები, სოკოები,  
აქტინომიცეტები, ამილოლიტური ბაქტერიები, პირველი და მეორე  
ფაზის ნიტრიფიკატორები და ანაერობული მიკროორგანიზმები.  
განისაზღვრა აგრეთვე ცალკეული ტაქსონის % რაოდენობა.

კვლევაში გამოყენებულ იქნა ნიადაგის მიკრობიოლოგიურ  
კვლევის თანამედროვე მეთოდები. [3] ცდის შედეგების ანალიზი  
გვიჩვენებს რომ შესწავლილი ნიადაგები განსხვავებულია მიკრო-  
ორგანიზმების თვისებრივი და რაოდენობრივი შემადგენილობით,  
დადგენილია, რომ ყავისფერ-კარბონატულ ნიადაგებში მიკროორ-  
განიზმთათა საერთო რაოდენობა მერყეობს (საგარეჯოს ნიადაგებ-  
ში) 728235,5\*106-დან 3668458,5\*106-მდე (სიღნაღის ნიადაგები).

მიკრობული ასოციაციების ცალკეული ჯგუფები შემდეგნა-  
ირად ნაწილდებიან: ლაგოდეხის ალუვიურ ნიადაგებში: -საპროფი-  
ტული ბაქტერიები - 93,94% და აქტინომიცეტები - 0,00015123%;  
კარბონატულ ნიადაგებში - ცელულოზადამშლელები -  
0,000000097% და ანაერობული მიკროორგანიზმები - 0,000009156%.  
საგარეჯო: სოკოები - 0,0000025%, ამილოლიტური ბაქტერიები -  
51,86 და პირველი და მეორე ფაზის ნიტრიფიკატორები  
შესაბამისად 0,00005525% და 0,00000315%; ლაგოდეხის ალუვიურ  
მუხავე ნიადაგებში: ცელულოზა დამშლელი მიკროორგანიზმები -  
0,00000000154%; სოკოები- 0,0000002%; ამილოლიტური ბაქტერიები  
- 6,0592%; მეორე ფაზის ნიტრიფიკატორები -0,0000001345%.

საგარეჯოს ნიადაგებში საერთოდ არ აღინიშნა ცელულოზა-დამშლელი მიკროორგანიზმები, მინიმალურია საპროფიტული ბაქტერიების და აქტინომიცეტების რაოდენობა, შესაბამისად - 48,14% და - 0,000000008%; სიღნაღის ნიადაგებში არ აღმოჩნდა აქტინომიცეტები, დაფიქსირდა ნიტრიფიკატორების მცირე რაოდენობა - 0,00000683%, ხოლო ანაერობები - 0,000000375%-ია

რაოდენობრივი და თვისებრივი შედგენილობის მიხედვით ყავისფერ-კარბონატული ნიადაგები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ალუვიური ტიპის ნიადაგებისაგან. შესწავლილი ასოციაციებიდან საგარეჯოს ნიადაგებში არ ვხვდებით ცელულოზადამშლელ მიკროორგანიზმებს, ხოლო სიღნაღის ნიადაგებში - აქტინომიცეტებს.

მიკრობთა მაქსიმალური რაოდენობები დაფიქსირდა წნორის ნიადაგებში: საპროფიტული ბაქტერიები-92,79%, ცელულოზადამშლელები 0,00000097%, ამილოლიტური ბაქტერიები-87,21%, მეორე ფაზის ნიტრიფიკატორები 0,00000495% და ანაერობები 0,000009156%. საგარეჯოს ნიადაგებში: სოკოები - 0,0000025%, აქტინომიცეტები-0,000000008% და პირველი ფაზის ნიტრიფიკატორები-0,00000525%.

მინიმალური რაოდენობებია საგარეჯოში საპროფიტული ბაქტერიები რიცხვი(48,14 %), სიღნაღის ნიადაგებში კი სოკოები-0,00000077%-ია, ცელულოზადამშლელები - 0,000000042%, ამილოლიტური ბაქტერიები - 16,625%, პირველი და მეორე ფაზის ნიტრიფიკატორები ნიადაგის უსაფრთხოება და ნაყოფიერება დიდადაა შესაბამისად 0,00000083%, 0,000000765%, ანაერობები-0,0000000375%-ია, ამრიგად:

1. ნიადაგის ტიპი ცვლის მიკროორგანიზმთა ფიზიოლოგიური ჯგუფების რაოდენობრივ და ცალკეული სახეობების თვისებრივ შედგენილობას;
2. შესწავლილი ნიადაგებიდან მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობა გაცილებით მეტია ალუვიურ-მჟავე ტიპის (ლაგოდების ნიადაგები) ნიადაგში, ვიდრე ყავისფერ-კარბონატული ტიპის ნიადაგში (საგარეჯოს, წნორის, სიღნაღის ნიადაგი);
3. კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობები მნიშვნელოვნად ცვლიან ერთაიგივე ტიპის ნიადაგში მიკროორგანიზმების რაოდენობრივ შემადგენლობას.

### ლიტერატურა:

1. Добровольская Т., Скворцова И., Лысак В. – методы выделения и идентификации почвенных бактерий.- Москва. Изд-во МГУ 1989, стр. 21-35.

2. Экология микроорганизмов (Под. ред. А. И. Нетрусова)-,Академия,-М.,2004
3. ი.კუპრეიშვილი, თ.შიუკაშვილი, ი. გოროზია, ზ.ლომთათიძე. ზოგიერთი ჰერბიციდის ბიოციდური გავლენის შესწავლა მიკროორგანიზმებზე, სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია-”სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარების პრობლემები და აგრარული სექტორის აღორძინების გზები” თბილისი, 2015წ. შრომათა კრებული, აფხაზეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. გვ. 39-41,

**KETEVAN MAMULASHVILI, NANI RAMISHVILI, TAMAR  
SHIUKASHVILI, RUSUDAN TARKASHVILI, DAVIT  
KVARATSKELIA, ZAUR LOMTATIDZE, DAREJAN GUGUNISHVILI**

#### **MICROBIAL COMPOSITION OF SOME TURE (BROWN-CARBONATE AND ALLUVIAL-ACID) WEST GEORGIAN SOILS**

The qualitative and quantitative composition of saprofitic and cellulose-degrading microorganisms in Kakheti brown-carbonate and alluvial-acid soils has been studied. It was established that alluvial type of soils are richer with microorganisms.

## მარინა ჭურჭულია-შურღაია

### მასალაზე საქართველოს სოკოების მრავალფეროვნების შესწავლისათვის: პარკოსან მერქნიან მცენარეებთან ასოცირებული სოკოები

ნაშრომში თავმოყრილია თბილისში და მის შემოგარენში გავრცელებულ მერქნიან პარკოსან მცენარეებთან (აბრეშუმა ალბიცია-Albizia julibrissin, ჯილიესის ცეზალპინია- Caesalpinia gilliesii, არღავანი-Cercis siliquasrum, ჩინური გლედიჩია-Gleditsia sinensis, რობინია-Robinia pseudoacacia, იაპონური სოფორა- Sophora japonica, ვისტერია-Wisteria sinensis) ასოცირებული სოკოების იდენტიფიკაციის შედეგები, რომლებიც მოიცავს საკვლევ მცენარეებზე აქამდე უცნობ სოკოებს. მათ შორის გლედიჩია საერთოდ არ ფიგურირებს საქართველოს სოკოების მკვებავ მცენარეთა სიაში.

#### მასალა და მეთოდი

საკვლევი მასალა შეგროვებულია 2002-2008 წლებში თბილისსა და მის შემოგარენში სავსე დაკვირვებების დროს. შეგროვილ ნიმუშებზე არსებული სოკოვანი მოსახლეობის იდენტიფიცირებას ვახდენდი მიკროსკოპირების მეთოდით მაკრო და მიკრომორფოლოგიური თვისებების საფუძველზე. სოკოების იდენტიფიკაციისას გამოიყენებოდა კლასიკური (Saccardo, 1882-1931; Grove, 1935, 1937; Diedike, 1915) და თანამედროვე (Sutton, 1980; Ellis, 1971; Ellis, 1985; Sivanesan, 1985; Melnik, 1992; Мережко, 1991; ნახუცრიშვილი, 1986) სარკვევები.

#### კვლევის შედეგები

მიღებული შედეგები საყურადღებოა საქართველოს სოკოების მონიტორინგის და მრავალფეროვნების შესწავლის თვალსაზრისით, რომელთა სახეობრივი შემადგენლობა აქამდე არ წარმოადგენდა სპეციალური კვლევის საგანს. სოკოების 39 სახეობა პირველად აღინიშნა პარკოსან მერქნიან მცენარეებზე საქართველოში.

#### აბრეშუმა ალბიცია- Albizzia julibrissin Durazz.

ამ ფოთოლმცვენ დეკორატიულ მცენარეზე გამოვლენილია:

*Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. [9]. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 08.06.2008.

*Cladosporium tenuissimum* Cooke. [9] *Phoma leguminum* Westend.-თან ერთად. გამხმარ ნაყოფებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 25. 01.2003.

*Coniothyrium fuckelii* Sacc. [11] გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 08. 06.2008.

*Cytoplea insitiva* (Sacc.)Petr. Syn.:(*Coniothyrium insitivum* Sacc.) [9] გამხმარ ტოტებზე *Alternaria alternata* (Fr.)Keissl.-თან ერთად. თბილისი, დიდუბე, 24.06. 2005.

*Cytospora pruinosa* (Fr.) Sacc. [2] გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, დიდუბე, 24.06. 2005.

*Eutypella scoparia* (Schwein.) Ellis&Everh. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო,25.01.2003.

*Microsphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. [12] გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, დიდუბე, 23.09. 2004.

**ჩინური გლედიხია- *Gleditsia sinensis* Lam.**

ფოთოლმცვენ, დეკორატიულ მცენარეზე, გლედიხიაზე აღნიშნულია:

*Camarosporium spartii* Trail [11] გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 05.01.2004; თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28. 01.2007.

*Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. [8]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 24.12.2003; 05.01.2004.

*Cyclothyrium juglandis* (Schum. ex Rabenh.)B.Sutton *Dothiorella berengeriana* Sacc.-თან ერთად. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,05.01.2004.

*Eutypella stellulata* (Fr.) Sacc. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,03.11.2003.

*Hendersonia gleditsiae* Kikx. . გამხმარ ტოტებზე. თბბ,03.11.2003.

*Kaskasia gleditsiae* Born & Crane. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, დიდმის მასივი.24.05.2004.

*Microdiplodia gleditsiae* Died. [1]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 24.12.2003; 05.01.2004.

*Pseudovalsa profusa* (Fr.) Wint. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,03.11.2003.

საქართველოში *Eutypella stellulata* გვხვდება თელაზე (*Ulmus*), კაკალზე (*Juglans*), ხურმაზე (*Diospyros*). [6]

**გლიცინია, ჩინური ვისტერია- *Wisteria sinensis* (Sims.) DC**

ვისტერია ულამაზესი მერქნიანი ფოთოლმცვენი ღიანა, დიდი, კაშკაშა იასამნისფერი, ვარდისფერი, წითელი, თეთრი სურნელოვანი ყვავილებით. იგი ფართოდ გამოიყენება დეკორატიულ მებაღეობაში. ვისტერიაზე გამოვლენილია:

*Cladosporium macrocarpum* Preuss. [9]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 26.01.2006.

*Dinemasporium decipiens* Sacc.[1]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,09.03.2006.

*Eutypella scoparia* (Schwein.) Ellis&Everh. [14]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,22.02.2006.

*Eutypella stellulata* (Fr.) Sacc. [14]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,02.03.2006.

*Microsphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. [12;10] *Diplodia wisteriae*-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 13.10.2005.

დიდიკეს ცნობით [8] *Dinemasporium decipiens* აღინიშნება მრავალ მერქნიან მცენარეზე (წაბლზე, მუხაზე, რობინიაზე, რცხილაზე).

საქართველოში გამოვლენილია ქაფურის ხეზე ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში და კავკასიურ ხურმაზე თბილისის ბოტანიკურ ბაღში.

### **ჯილიესის ცეზალპინია - *Caesalpinia gilliesii* L.**

ამ ელევანტურ, მარადმწვანე, ღამაზად მოყვავილე (ყვითელი ყვავილები მოგრძო წითელი მტვრიანებით) ტროპიკულ მცენარეზე, რომელიც წარმოშობით არგენტინიდან და ურუგვაიდანაა, აღინიშნა შემდეგი სოკოები:

*Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces.& De Not. [4] გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 05.12.2003.

*Camarosporium aecuivocum* Sacc. [9]. *Dothiorella berengeriana* Sacc. და *Diplodina cavanillesiana* Frag.- თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 05.12.2003.

*Dothiorella berengeriana* Sacc. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 05.12.2003.

*Eutypella scoparia* (Schwein.) Ellis&Everh. [13]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,05.12.2003.

*Macrophoma sophorae* Kant. (კონიდიუმები 23-30x7-8  $\mu\text{m}$ .) გამხმარ ტოტებზე. თბბ,08.05.2007.

*Microdiplodia poincianae* Gucev. [3]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,17.02.2005.

*Microsphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. [12]. *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler და *Fusarium lateritium* Nees-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 29.01.2004.

*Shizophyllum commune* Fr. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,03.12.2003;18.07.2003.

*Trimmatostroma salicis* Corda. გამხმარ ტოტებზე. თბბ,07.05.2004.

საქართველოში *Botryosphaeria dothidea* და *Eutypella scoparia* აღინიშნება მრავალ მერქნიან მცენარეზე.[6]

### **არღავანი, იუდას ხე-*Cercis siliquasrum* L.**

ხმელთაშუაზღვისპირეთის დეკორატიული მცენარეები საქართველოში ფართოდ არიან გავრცელებული, კერძოდ შავი ზღვის სანაპიროებზე, თბილისსა და მის შემოგარენში, სადაც უხვად მსხმოიარობენ, იძლევიან თვითნათესს და ველურდებიან. მათ შორის არღავანი ანუ იუდას ხე ვარდისფერი, მუქი ვარდისფერი და იასამნისფერი ყვავილებით და ღამაზი თირკმლისებრი ფოთლებით, რომელთა გამოჩენას წინ უსწრებს ყვავილობა. არღავანზე აღნიშნულია შემდეგი მიკრომიცეტები:

*Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces.& De Not. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 22.06.2004.

*Camarosporium aecuivocum* Sacc. [9]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 19.02.2007.

*Camarosporium siliquastri* P. Henn. *Diplodia siliquastri*-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 01.12.2003.

*Camarosporium sparti* Trail [11] გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.01.2007.

*Diathripella quercina* (Pers.) Nitschke [14] *Camarosporium aecuivocum* Sacc.-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 19.02.2007.

*Dinemasporium decipiens* Sacc. [1]. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.02.2004.

*Diplodina gleditsiae* Hollos [1] გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 18.06.2008.

*Hendersonia sarmentorum* Westend. *Microdiplodia cercidis* Died.-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.01.2007.

*Macrophoma sophorae* Kant. (კონიდიუმები 20-30x5-8  $\mu$ m.). *Diplodia siliquastri* Westend.-თან ერთად, გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 13.09.2008.

*Microdiplodia siliquastri* (Pass.) Sacc. [1]. გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 18.06.2008.

*Microdiplodia gleditsiae* Died. [1]. გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 24.12.2003; 29.01.2004.

*Microsphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. [12]. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.01.2007.

*Seimatosporium caudatum* (Preuss.) Soemaker. გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 05.01.2004; 29. 01. 2004.

*Trimmatospora betulinum* (Corda) Hughes [9]. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.01.2007.

*Trichothecium roseum* Link. გამხმარ ტოტებზე. თბზ, 13.10.2003.

### **რობინია ცრუაკაცია- *Robinia pseudoacacia* L.**

რობინია ცრუაკაცია ინტროდუცირებული, სწრაფად მზარდი, ლამაზად მოყვავილე ხეა ჩრდილო ამერიკიდან. იგი ფართოდ გამოიყენება დასახლებული პუნქტების გამწვანებაში. რობინია ინვაზიურ მცენარეებს განეკუთვნება, რაც საფრთხეს უქმნის ადგილობრივ მცენარეებს, მოცემული ეკოსისტემის რღვევის თვალსაზრისით. რობინიაზე აღინიშნა:

*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler გამხმარ ტოტებზე, *Camarosporium pseudoacaciae* Brun.-თან ერთად. თბილისი, საბურთალო, 15.02.2004.

*Camarosporium laburni* (Westend.) Sacc. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 13.08.2004.

*Chaetomella atra* Fuckel. გამხმარ ტოტებზე *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler და *Fusarium lateritium* Nees-თან ერთად. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 13.08.2004.



*Cyclothyrium juglandis* (Schum ex Rabenh.) B. Sutton. გამხმარ ტოტებზე *Dothiorella berengeriana* Sacc.-თან ერთად. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 28.02.2003.

*Cytospora leucosperma* (Pers.) Fr. [2] გამხმარ ტოტებზე, თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 17.10.2002; 07.08.2004.

*Cytospora leucostoma* Fr. [2] გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 22.06.2004.

*Cucurbitaria laburni* (Pers.) De Not. გამხმარ ტოტებზე, *Camarosporium laburni* (Westend.) Sacc -თან ერთად. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 25.01.2003.

*Microdiplodia microsporella* (Sacc.) Alesh. [1]. გამხმარ ტოტებზე *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler და *Fusarium lateritium* Nees-თან ერთად. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 13.08.2004.

*Microsphaeropsis olivacea* (Bonord.) Höhn. [12]. გამხმარ ტოტებზე. თბილისი, საბურთალო, უნივერსიტეტის ქ., 25.12.2002.

თბილისის ბოტანიკურ ბაღში *Microsphaeropsis olivacea* მერქნიანი მცენარეების 34 სახეობაზე აღინიშნა.

#### **იაპონური სოფორა- *Sophora japonica* L.**

იაპონური სოფორა დეკორატიული, თაფლოვანი მცენარეა ლამაზი გაშლილი ვარჯით, რომლის სიმაღლე 15-25 მ. (სამშობლოში, იაპონიასა და ჩინეთში 25-30) აღწევს, კარგად ეგუება საქართველოს კლიმატურ პირობებს. სოფორაზე იდენტიფიცირებულია შემდეგი სოკოები:

*Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. [8]. გამხმარ ტოტებზე, *Diplodia sophorae* Speg. & Sacc. და *Macrophoma sophorae* Kant. -თან ერთად. თბილისი, კუს ტბა, 02.07.2003.

*Dothiorella berengeriana* Sacc. გამხმარ ტოტებზე. *Diplodia sophorae* Speg. & Sacc. -თან ერთად. თბბ, 26.01.2004.

*Hendersonia sophorae* (Peil) Sacc. & Traser. გამხმარ ტოტებზე. *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not. -თან ერთად. თბბ, 16.02.2004.

*Microdiplodia gleditsiae* Died. [1]. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 11.02.2003.

*Shizophyllum commune* Fr. გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 16.01.2004.

*Sphaeropsis malorum* Berk. [4] გამხმარ ტოტებზე. თბბ, 16.02.2004; 07.05.2004.

მონაცემები ეხება მიკრომიცეტებს, რომლებიც ზემოთ აღნიშნულ მცენარეებზე საქართველოში არ იყო ცნობილი.

## ლიტერატურა:

1. 1.Визначник грибів України. Незавершені гриби.Наукова Думка, Київ, 1971.
2. 2.Гврйтишвили М.Н.Грибы рода *Cytospora* Fr. В СССР. Сабчота Сакартвело, Тбилиси. 1982.
3. 3. Мережко Т.А., Смык Л.В. Флора грибов Украины. Диапортальные грибы.Наукова Думка, Киев,1991.
4. 4.Нахуцришвили И.Г. Флора споровых растений Грузии. Мецниереба.Тбилиси.1986.
5. 5.Смицкая М.Ф., Смык Л.В., Мережко Т.А. Определитель пиреномицетов УССР. Наукова Думка, Киев,1986.
6. 6.Churgulia-Shurgaia M. New Data on Mecobiotic Complexes of Woody Legume Plants. Bulletin of National Academy of Sciences, vol.174,N 3,2006, 465-467.
7. Churgulia-Shurgaia M., Kacheishvili-Tavartkiladze K. New Data on Fungi Associated With Woody Leguminosae in Tbilisi Environs. Proc.Georgian Acad. Sci. Biol. Ser B. Vol.3, 2005, 61-64.
8. 8.Diedicke H. Spaeropsidae Melanconiae: in Kryptogamenflora der Mark Branderburg.Pilze VII, Leipzig,1915.
9. Ellis M.B. Dematiaceous Hyphomycetes, SMI, Kew, Surrey, 1971.
10. Ellis M.B., Ellis M.J.P. M, Microfungi on land plants.Croom Helm, London, Sydney,1985.
11. 11.Grove W. B. British stem- and leaf-fungi (Coleomycetes). 1,2. Cambridge Univ. Press.1935,1937.
12. 12.Sutton M.C. The Coleomycetes.Fungi imperfecti with conidia, acervuli and stromata. SMI,Kew, Surrey,England.1980.
13. 13.Sivanesan A. The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs, J. Gramer. 1984.
14. Traverso J.B. Flora Italica Cryptogama.1.Fungi, Pyrenomycetidae, 2,1,1906.

**MARINA CHURGULIA-SHURGAIA**

**CONTRIBUTION TU THE MYCOBIOTIC DIVERSITY OF GEORGIA:  
FUNGI ASSOCIATED WITH LEGUME WOODY PLANTS.**

The paper deals with the data concerning microfungi on dead branches of legume woody plants (*Albizzia julibrissin*, *Caesalpinia gilliesii*, *Cercis siliquasrum*, *Gleditsia sinensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica*, *Wisteria sinensis*). With 39 species of fungi recorded on woody legumes for the first time in Georgia (Tbilisi and Tbilisi environs) It must be noted that *Gleditsia sinensis* is not listed among host plants of fungi of Georgia.

## გარდაღებული (ბენო) წურწუშია, მანუჩარ წურწუშია

### ლაზერული დიაგნოსტიკის პრინციპები, ყველაზე ტიპური მაგალითები

ნაშრომი მთლიანად ეძღვნება ლაზერულ დიაგნოსტიკას ბიოლოგიასა და მედიცინაში, ასევე განხილულია არაგამანადგურებელი დიაგნოსტიკის ყველაზე საინტერესო მეთოდები, შეფასებულია მათი შესაძლებლობები და პერსპექტივები. აქ, შესავალ ნაწილში, განსაზღვრულია მხოლოდ მთავარი პრინციპები და მოყვანილია ზოგიერთი ყველაზე თვალსაჩინო მაგალითი. როგორც უკვე აღინიშნა, ლაზერული დიაგნოსტიკის მეთოდები იყოფა მიკროდიაგნოსტიკურად, (ატომებისა და მოლეკულების დონეზე) და მაკროდიაგნოსტიკურად (უჯრედებისა და ორგანოების დონეზე). მიკროდიაგნოსტიკა იყენებს წრფივი და არაწრფივი ლაზერული სპექტროსკოპიის ყველა საშუალებას, ხოლო მაკროდიაგნოსტიკა - დრეკადი და არადრეკადი განბნევის მეთოდებს, ინტერფერომეტრიასა და ჰოლოგრაფიას. კვლევა, უზრუნველყოფილი იყოს ერთი სორტის 1010 ატომიდან ან მოლეკულიდან წამოსული სიგნალის დეტექტირება. ლაზერების გამოყენებით ხერხდება ზემოქმობიარე მეთოდების რეალიზება, რომლებიც იძლევა ცალკეული ატომებისა თუ მოლეკულების დეტექტირების საშუალებას, ასევე ტარდება ატომური ანალიზი უშუალოდ რეალურ ობიექტებზე, მათი წინასწარი მომზადების გარეშე. ერთ-ერთი მაგალითია პირდაპირი რეზონანსული ფოტოიონიზაციის მეთოდი, რომელიც წარმატებით გამოიყენება ადამიანის სისხლში ალუმინის ნაკვალევი კონცენტრაციების განსაზღვრისათვის.

მოლეკულათა რეზონანსული ფოტოიონიზაციის შეხამება ტრადიციულ მასსპექტრომეტრიასთან მნიშვნელოვნად ზრდის მგრძობელობას და მას წყალში ტრიპტოფანის შემცველობის განსაზღვრის შემთხვევისათვის 10-14 გ-ს დონეზე.

ლაზერული სპექტროსკოპია განსაკუთრების ეფექტიანი აღმოჩნდება ტოქსიკური და პათოგენური ნივთიერებებით გარემოს (ფლორისა და ფაუნის, საკვები პროდუქტების და სხვა.) დაბინძურების გამოკვლევისას და ადამიანის ორგანიზმში მათი შეღწევის ანალიზისას. შედარებით მარტივი ფლუორესცენტული ანალიზიც კი ქრომატოგრაფიასთან კომბინაციაში ლაზერების გამოყენებისას აღმოჩნდება ძალიან მგრძობიარე. ლაზერულ-ფლუორესცენტული სპექტროსკოპია პათოლოგიური ქსოვილების სენსიბილიზატორების, მაგალითად ჰემატოპორფირინის წარმოებულების გამოყენებით მეტად ეფექტიანი გამოდგება კიბოვანი და სხვა დაავადებების ადრეული დიაგნოსტიკისათვის.

ოპტიკურ-აკუსტიკურ სპექტროსკოპიას აქვს თავისი განსაკუთ-

რებული უპირატესობები ბიოლოგიური ობიექტების გამოკვლევისას, რომელთაგანაც მთავარია განზნევის მცირე გავლენა შთანთქმის სპექტრების გაზომვის შედეგებზე, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია არაერთგვაროვანი სტრუქტურის ბიოლოგიური გარემოებისათვის. ლზერული აგზნება აქაც უზუნველყოფს მაღალ სპექტრულ გარჩევითობას, ანალიზის ლოკალურობასა და დისტანციურობას, ბოჭკოვანი ტექნიკის გამოყენების შესაძლებლობას.

მძლავრი ლაზერული კონების ხისტი ფოკუსირება გამოიყენება მთელ რიგ მეთოდებში, რომლებიც ახდენს ბიოლოგიური ობიექტების მიკროსპექტრალური ანალიზის რეალიზებას. ბიოობიექტის ზედაპირიდან მიკროსინჯის ლაზერული აღება ნივთიერების მიკრომოცულობის (1მკმ3) აორთქლების გზით ამ ორთქლის შემდგომი მას-სპექტრალური ანალიზით საფუძვლად უდევს ლაზერულ მიკროანალიზურ მასპექტროსკოპიას (lamma-მეთოდი) და სამრეწველო ანალიზურ მას-ანალიზატორებს.

არსებობს აგრეთვე ბიოობიექტების მიკროსპექტრალური ანალიზის არაგამანადგურებელი მეთოდები, მაგალითად ცალკეული ცოცხალი უჯრედებისა თუ ორგანელების ლაზერული მიკროფლუორიმეტრია. მეთოდის სივრცითი და დროითი გარჩევითობა შეადგენს შესაბამისად 0,3 მკმ და 0,2 ნწმ. ის შეიძლება სასარგებლო იყოს გენების ფლუორესცენტული კარტირებისას. დნმ-ის პირველადი სტრუქტურის პირდაპირი დაკვირვებისათვის ყველაზე ხელსაყრელი შეიძლება აღმოჩნდეს კომბინირებული მეთოდი, რომელიც ახამებს ქრომოფორების მოლეკულების სელექციურ ლაზერულ იონიზაციას და იონურ-ველურ მიკროსკოპიას. ცალკეული ატომების იზოტოპურ-სელექციური დეტექტირება შეიძლება გამოყენებული იყოს ცოცხალი ორგანიზმების მეტაბოლიზმის გზების *in vivo* ანალიზისათვის მათ შორის უჯრედულ დონეზე.

პიკოსეკუნდური და სუბპიკოსეკუნდური ხანგრძლივობის ლაზერულმა იმპულსებმა მეტად ფართო გავრცელება ჰპოვა ფოტოსინთეზის პირველადი პროცესების მხედველობისა და ბიოქიმიური რეაქციების შესასწავლად ჰემოგლობინის, დნმ-ისა და სხვა ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი მოლეკულების მონაწილეობით. ულტრასწრაფი პროცესები დამახასიათებელია ბიოლოგიისათვის, ამასთან ერთსა და იმავე ობიექტისათვის ფოტოფიზიკური და ფოტოქიმიური პროცესების დროებმა შეიძლება დაიკავოს მეტად ფართო დიაპაზონი, მაგალითად ჰემოგლობინისათვის 10-5 – 10-15 წმ. ამ პროცესების კვლევები მოითხოვს იმპულსური ლაზერებისა და სპექტროსკოპიის ახალი მეთოდების გამოყენებას, სადაც შედის კომბინაციური განზნევის (კგ) სპექტროსკოპია ნანოსეკუნდურ და პიკოსეკუნდურ დიაპაზონებში, სწრაფმომქმედი აბსორბციული მეთოდებიდროის მასშტაბში ნანოსეკუნდებ-

იდან ფემტოსეკუნდებამდე და პიკოსეკუნდური ფლუორესცენტრული სპექტროსკოპია.

განვითრება ჰპოვა ისეთმა მიმართულებამ დიაგნოსტიკაში, როგორცაა ბიოლოგიური ობიექტების (ფიტოპლანქტონისა და წყლის გარემოს ნავთობით დაბინძურების, ატმოსფეროში ბიოლოგიურად აქტიური მინარეგების, მიწისზედა მცენარეულობის და სხვ.) დისტანციური ლაზერული ზონდირება, რომელიც ემყარება Kr-სა და ფლუორესცენტრულ სპექტროსკოპიას.

ბიოსამედიცინო მაკროდიაგნოსტიკას საფუძვლად უდევს ლაზერული გამოსხივების მაღალი მონოქრომატულობისა და კოჰერენტულობის გამოყენება, რაც საშუალებას იძლევა, გაიზომოს ბიოლოგიური ობიექტთა სხვადასხვა კომპონენტების მდებარეობა, სიჩქარე, მცირე გადაადგილებები და ფორმა. შევნიშნოთ, რომ ქვემოთ ჩამოთვლილი მაგალითების უმეტესობა პრინციპში რეალიზებული ვერ იქნება სინათლის სითბური წყაროების მეშვეობით.

ბიომედიცინაში ლაზერების ერთ-ერთი პირველი ეფექტიანი გამოყენება იყო ციტოფლუორიმეტრია, როდესაც ლაზერი გამოყენებული იყო ძუძუმწოვართა ცალკეული უჯრედების ანალიზებისა და სეპარაციის დასაჩქარებლად მათი ოპტიკური თვისებების-ლაზერით გამოწვეული ფლუორესცენციის მახასიათებლების ზუსტი გაზომვების ხარჯზე. პირველი თაობის ციტოფლუორიმეტრებს Ar ლაზერების საფუძველზე,  $\lambda = 488$  ნმუშვებს მრეწველობა. გამოსაშვებად ემზადება მეორე თაობის ციტოფლუორიმეტრები უფრო მოკლელტალდური He-Cd ლაზების საფუძველზე,  $\lambda = 441,6$  ნმ

ლაზერების სხვა არანაკლებ ეფექტიანი გამოყენებაა ლაზერული ანემომეტრია, რაც მდგომარეობს ბიოლოგიური სითხეების მოძრაობის მცირე სიჩქარეების გაზომვაში (მაგ: სისხლძარღვებში სისხლდენების სიჩქარე, ბაქტერიების, სპერმატოზოიდების მოძრაობა და სხვ.) ეს მეთოდი ეფუძნება ლაზერის გამოსხივების სიხშირის დოპლერისეული გადაწვევის გაზომვისას, რაც ჩნდება უკუგანბნევისას მიკრონული ზომის მოძრავი ნაწილაკებისაგან.

ჰოლოგრაფია და ინტერფერომეტრია წარმოადგენს ზოგადად დიაგნოსტიკისა და კერძოდ ბიოსამედიცინო დიაგნოსტიკის მძლავრ საშუალებას. პოლიგრაფიული მეთოდები იძლევა ბიოობიექტების სამგანზომილებიანი გამოსახულებების მიღების საშუალებას, ამ ობიექტების კონტურები შეიძლება იყოს კარტირებული, ხოლო მათი დერფორმაციები - გაანალიზებული დროის რეალურ მასშტაბში. ამ ახალმა შესაძლებლობებმა შეიძლება გავლენა მოახდინოს მედიცინის მრავალი დარგის განვითარებაზე: ორთოპედიაზე, რადიოლოგიაზე, ოფთალმოლოგიაზე, უროლოგიასა და ოტოლოგიაზე. დიდი პოტენციური შესაძლებლობები ამ კუთხით აქვს კლასიკურ ინტერფერომეტ-

რიას ლაზერული წყაროების გამოყენებით (მაგალითად, რეტინომეტრების - მხედველობის რეტინალური სიმახვილის განმსაზღვრელი მოწყობილობების შექმნისას), აგრეთვე სპეკლ-ინტერფერომეტრია (მაგალითად, ძოგიერთი ბიოქსოვილის სტრუქტურისა და სინქისის განსაზღვრისათვის).

დრეკადი განბნევა სინათლის ლაზერული წყაროების გამოყენებისას განბნევის ინდიკატრისის პოლარიზაციული მახასიათებლების სრულ ანალიზთან შეხამებაში საშუალებას იძლევა ეფექტიანად მოხდეს სუსტად შთანთქმული ანიზოტროპული ორკომპონენტიანი ბიოქსოვილების, მაგალითად თვალის ქსოვილების შესწავლა. დრეკადი შუქგანბნევა აგრეთვე ეფექტიანი გამოდგება იმუნოლოგიის, ვირუსოლოგიისა და ჰემატოლოგიის რიგ ამოცანებში. ლაზერების გამოყენება ამ კვლევებში მნიშვნელოვნად ამარტივებს გაზომვებს და ზრდის მათ საიმედოობას.

ლაზერული დიაგნოსტიკის პრობლემების განხილვისას არ შეიძლება არ შევეხოთ ლაზერების ბიოსამედიცინო გამოყენების ორ სხვა სფეროს: ლაზერულ თერაპიასა და ქირურგიას, თუნდაც იმიტომ, რომ დიაგნოსტიკის ჩატარებისას უნდა ვიცოდეთ, თუ რა შედეგებს ქონდეს ადგილი, თუკი ლაზერების დასხივების სიმძლავრის დონეები და დოზები შეესაბამება თერაპიულს ან ქირურგიულს. ისევე როგორც ადრე, თხრობისას ძირითადად მიყვებით ნაშრომს.

### ლიტერატურა:

1. ვარადებული წურწუშია „ბიოლოგიაში და მედიცინაში ლაზერული გამოსხივების თანამედროვე შესაძლებლობების გამოყენების ანალიზი“, თბილისი 2055.
2. ვარადებული წურწუშია „მედიკო-ბიოლოგიური ობიექტების გამოკვლევის პოლიგრაფიული მეთოდები“.
3. „კომპლექსური ქიმიურ-თერაპიული ლაზერული დანადგარის შექმნა ბოჭკოვან-ოპტიკური ელემენტების გამოყენებით“. თბილისი 2006.
4. Эскин В.Е. рассеяние света растворами полимеров и свойства макромолекул.-Л.:Наука, 1986.
5. Хайруллина А.Я. распространение света в дисперсной среде.- Минск: Наука и техника, ю С. 275;

**VARADEBULI (GENO) TSURTSUMIA, MANUCHAR TSURTSUMIA**

**LASER DETECTION PRINCIPLES, THE MOST TYPICAL  
EXAMPLES**

The book is entirely dedicated to laser diagnostics of biology and medicine. The following sections will be discussed the most interesting methods of non destroyable diagnostics, evaluate their abilities and prospects. Here, in the introductory chapter, defined only the main principles and some of the most obvious example.



## ავტორები

- **ალექსანდრე მიმინოშვილი** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **როინ ბერია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **გურამ ბერია** – ფიზიკის დოქტორი
- **ეთერი გვაზავა** – ფიზიკის დოქტორი
- **მელორ აღფენიძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **მერაბ გონგაძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ლანა მზარელაშვილი** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი
- **კობა კორსანტია** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი
- **თენგიზ გორდუზიანი** – გეოგრაფიის დოქტორი. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **რევაზ თოღორდავა** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მალხაზ დვინჯილია** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ბიძინა ლემონჯავა** – ფილოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ლალი ახალაძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, ზაზა ფანასკერტელის სახელობის სამედიცინო კოლეჯის ასოცირებული პროფესორი
- **მიხეილ ხანანაშვილი** – მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი. ივ. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის პროფესორი
- **ვაჟა თოდუა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **დადი ბერიკაშვილი** – ბიოლოგიის დოქტორი
- **სოფიო ცქვიტაია** – ბიოლოგიის დოქტორი
- **ლელა გიორგობიანი** – ბიოლოგიის დოქტორი
- **ზაურ ლომთათიძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი
- **მარინა ჭურდულია-შურდია** ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ვარაღებული (გენო) წურწუშია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

## AUTHORS

- **Alexander Miminoshvili** - Doctor of Physics, Professor of Sokhumi State University
- **Roin Beria** - Doctor of Physics, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Guram Beria** - Doctor of Physics
- **Eteri Gvazava** - Doctor of Physics
- **Melor Alpenidze** - Doctor of Geography Seiens, Professor of Sokhumi State University
- **Merab Gongadze** - Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Lana Mzarelua** - Doctor of Geography, Assistent Professor of Sokhumi State University
- **Koba Korsantia** - Doctor of Geography, Assistent Professor of Sokhumi State University
- **Tengiz Gordeziani** - Doctor of Geography, Tbilisi State University
- **Revaz Tolordava** - Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Malkhaz Gvinjilia** - Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Bidzina Lemonjava** - Doctor of Philology, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Lali Akhaladze** - Doctor of Biology
- **Mikheil Khananashvili** - Doctor of Medical Seiens
- **Vazha Todua** - Doctor of Biology, Associate Professor of Sokhumi State Universiti
- **Dali berikashvikli** - Doctor of Biology
- **Sofio Tskvitaia** - Doctor of Biology
- **Lela Giorgobiani** - Doctor of Biology
- **Zaur Lomtadize** - Doctor of Biology, Professor of Sokhumi State University
- **Marina Churgulia-Shurgaia** - Doctor of Biology, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Varadebuli (Geno) Tsurtsumia** - Doctor of Physics, Associate Professor of Sokhumi State University