

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი
ეკოლოგიის მიმართულება

ბიორბი ბერუაშვილი

საბაკალავრო ნაშრომი

მიწიკვრის ზოგიერთი წინმსწრები პროცესის
გამოვლენის ფიზიკური მეთოდები

ხელმძღვანელი: ნუზარ ბუბაძე

ფიზიკის აკადემიური დოქტორი,

ბირთვული ფიზიკის სასწავლო-სამეცნიერო

ლაბორატორიის გამგე

თ ბ ი ლ ი ს ი
2014

შესავალი

1. რა არის მიწისძვრა.....

2. მიწისძვრები მსოფლიოში.....

3. მიწისძვრები საქართველოში.....

4. მიწისძვრის წინამორბედების გამოვლენის ფიზიკური მეთოდები..

5. დასკვნა.....

ლიტერატურა.....

შესავალი

ბუნებრივ სტიქიურ მოვლენებს შორის მიწისძვრა ყველაზე საშიშია და იგი დღესაც ისევე თავზარს სცემს ადამიანებს, როგორც ათასწლეულების წინათ. იგი ბევრად უფრო კატასტროფულ შედეგებს იწვევს, ვიდრე ისეთი საშიში ბუნებრივი მოვლენები, როგორიცაა: წყალდიდობა, ქარიშხალი, ხანძარი, ზვავი და სხვა, რომელთა პროგნოზირება და მათგან მოსალოდნელი შედეგებისაგან თავდაცვა შედარებით შესაძლებელია.

მსოფლიოში მიწისძვრების გეოგრაფიული განაწილება მეტად არათანაბარია. ზოგიერთ რაიონში იგი მეტად ხშირად, ხოლო ზოგიერთებში ძალიან იშვიათად, ან საერთოდ არ ხდება. ამასთან, იქ სადაც მიწისძვრა ხშირად მეორდება, როგორც წესი, იგი დიდი ძალისაა და მეტად დამანგრეველი, ხოლო სადაც იშვიათად - სუსტი. ამიტომ, ბუნებრივია, მიწისძვრის გამომწვევი მიზეზებიც მხოლოდ იქ უნდა ვეძიოთ, სადაც მიწისძვრებია.

მიწისძვრის მიზეზების ახსნა ადრიდანვე საზოგადოების ყურადღების ცენტრში მოექცა, მაგრამ ამის გაკეთება აზროვნების განვითარების საკმაოდ დიდი ხნის მანძილზე ძნელი იყო და მრავალი საუკუნეების განმავლობაში ამ თავზარდამცემი სტიქიური მოვლენის შესახებ მითოლოგიური, ხშირად მეტად გულუბრყვილო მოსაზრებები ბატონობდა.

ძველი სამყაროს მოაზროვნეები ცდილობდნენ მიწისძვრის მოვლენის ასნას, მაგრამ ისინი იძულებულნი იყვნენ, მხოლოდ მისი აღწერილობით დაკმაყოფილებულიყვნენ. მათ არ მოყავდათ კონკრეტული მაგალითები. შედარებით მოგვიანებით შესაძლებელი გახდა თითოეული მოვლენის არა მხოლოდ აღწერა, არამედ ახსნაც.

1. რა არის მიწისძვრა?

მიწისძვრა არის ქანებში დაგროვილი დრეკადი ენერჯის უეცარი გამოთავისუფლება დრეკადი ტალღების სახით. მისი მიზეზი ბუნებრივია და

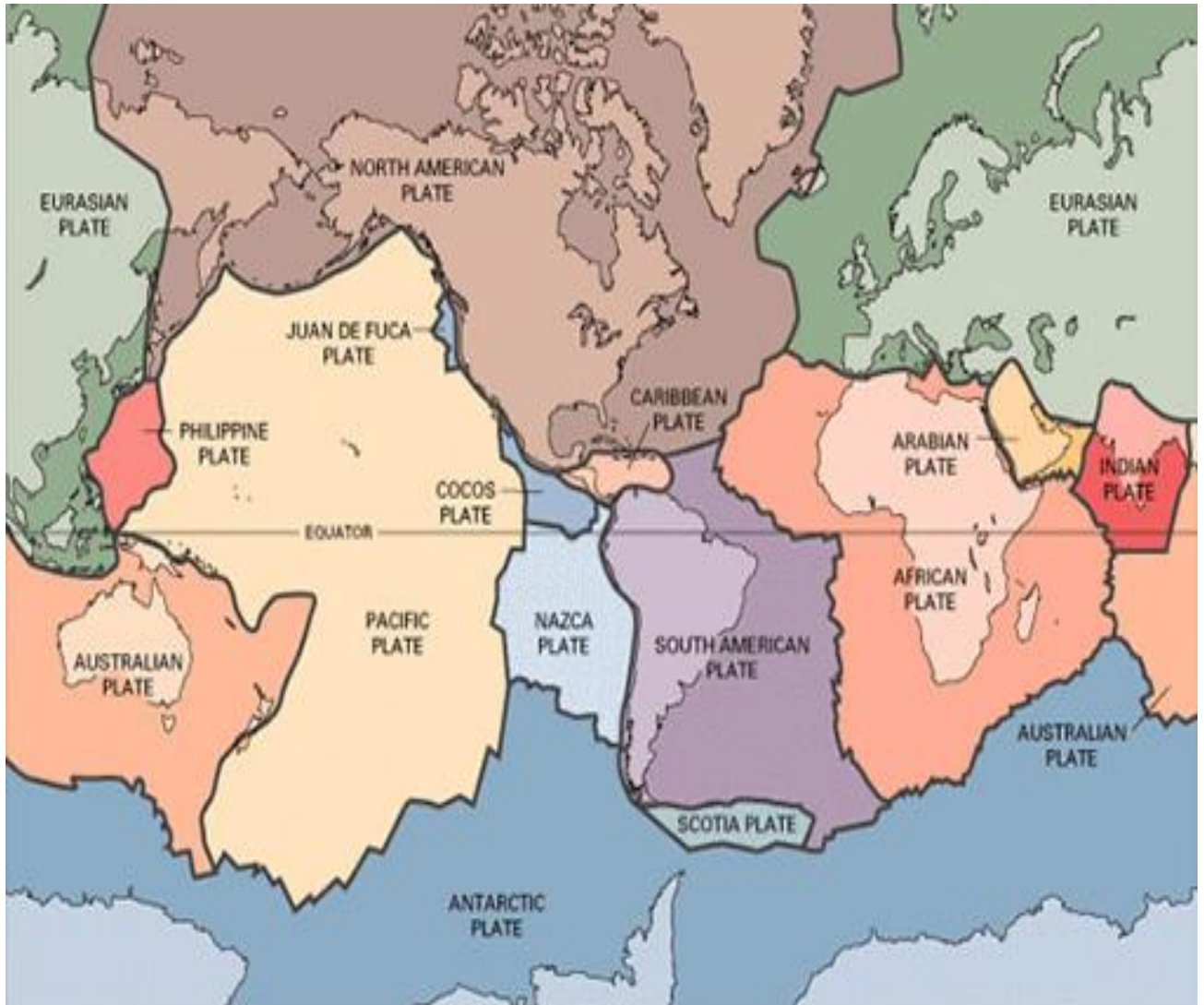
მიწისქვეშ მდებარეობს. მიწისქვეშა ბიძგებს იწვევს დედამიწის ქერქსა და ზედა მანტიამი მიმდინარე პროცესები. მიწისძვრის დროს დედამიწის ზედაპირის რხევები ძალიან მცირე ხანს, როგორც წესი, წამების ნაწილებიდან რამდენიმე წამამდე გრძელდება. ამ დროს ენერჯის უდიდესი რაოდენობა გამოიყოფა, რომელიც ზოგჯერ 130 მილიონი ტონა ტროტილის აფეთქების ტოლია.

დედამიწის ქერქის რყევას მარტოოდენ ტექტონიკური პროცესები როდი იწვევს. მიწისძვრის გამომწვევი სხვა მიზეზებიც არსებობს. ძირითადად გამოყოფენ მეწყრულ, კარსტულ, ვულკანურ და ტექტონიკურ მიწისძვრებს. მეწყრულ მიწისძვრებს იწვევს მეწყერი. მართალია, ჩამოწოლილი მეწყერის სიდიდე მიწისძვრის სიძლიერეზეც მოქმედებს, მაგრამ, როგორც წესი, ასეთი მიწისძვრები სუსტია. კარსტული მიწისძვრების დროს დედამიწის ქერქში დიდი ჩაქცევები ხდება, დედამიწის ქერქში არსებობენ ადვილად ხსნადი ქანები, რომლებიც მიწისქვეშა სივრცეებსა და მღვიმეებში ადვილად იხსნება წყალში. ასეთ დროს ხდება სიცარიელების სახურავის ჩანგრევა, რაც იწვევს მიწის შერყევას. ვულკანური მიწისძვრა დაკავშირებულია ვულკანურ ამოფრქვევასთან, რომლის დროს მძლავრი აფეთქებები იწვევენ დედამიწის ქერქის რყევებს. ვულკანური მიწისძვრებიც ადგილობრივი შეგრძნებისაა. აღნიშნულ მიწისძვრებს შორის ყველაზე უფრო ძლიერი და საშიშია ტექტონიკური მიწისძვრები, რომელთა წილად მოდის მომხდარ მიწისძვრათა 99 პროცენტი.

მიწისძვრების წარმოშობის მიზეზების გასარკვევად საჭიროა სწორი წარმოდგენა გვექონდეს დედამიწის აგებულებასა და მასში მიმდინარე პროცესებზე.

დედამიწის ქერქი განუწყვეტლივ მოძრაობს და განიცდის სხვადასხვა მიმართულებისა და სიდიდის მუდმივ რხევებს. დედამიწის მანტიის ზედა მტკიცე გარსს ლითოსფეროს უწოდებენ, ხოლო მის ქვეშ მდებარე ნაკლებად მკვრივ ფენას კი ასთენოსფეროს. ლითოსფერო ღრმა ნაპრალებით დანაწევრებულია დიდ ბლოკებად. ლითოსფერო არ წარმოადგენს მთლიან სფერულ გარსს. იგი შედგება ათამდე დამოუკიდებელი გიგანტური ფილაქნისაგან, რომლებიც მოიცავენ როგორც კონტინენტებს, ასევე ოკეანეებს.

ფილაქანთა თეორიის მიხედვით ლითოსფერო შედგება რამდენიმე დიდი ფილაქნისაგან და ეს ლითოსფერული ფილაქნები მოძრაობენ ერთმანეთის მიმართ. ჩვეულებრივ გამოყოფენ 6 დიდ, კონტინენტური ზომის, ფილაქანს: აფრიკის, ამერიკის, ანტარქტიკის, ავსტრალია-ინდოეთის, ევრაზიის და წყნარი ოკეანის, და 14 შედარებით მცირე სუბკონტინენტური ზომის ფილაქანს: ფილიპინების, კარიბის, არაბეთის და ა. შ.



ლითოსფერული ფილაქნები მოძრაობენ შედარებით ბლანტ ასთენოსფეროზე. დიდი ფილაქნების საზღვრებზე მრავალი პატარა მიკროფილაქანი იქმნება. ფილაქნების ურთიერთ მოძრაობა იწვევს ფილაქანთა შორის მოთავსებული შედარებით ვიწრო სასაზღვრო ზოლის დეფორმაციას. დეფორმაციის გამო ხდება დამაბულობის დაგროვება, ეს დამაბულობა შეიძლება განიმუხტოს უეცრად (სეისმურად) ან ნელა (ასეისმურად).

იმის გამო. რომ დეფორმაცია ძირითადად ფილაქნების საზღვრებზე ხდება, მიწისძვრების უმეტესობაც ამ საზღვრებთანაა კონცენტრირებული.

ფილაქნები ერთ შემთხვევაში შორდებიან ერთმანეთს და მათი გახლეჩის არეში ასთენოსფეროს ფენიდან ამოინთხევა ლავა, რომელიც ოკეანის ფსკერზე ან კონტინენტზე ქმნის ახალ ქერქს. მეორე შემთხვევაში ფილაქნები ეჯახებიან ერთმანეთს, ხოლო მესამე შემთხვევაში ხდება ფილაქნების პარალელური ძვრა. სადაც ეს ურთიერთქმედება აქტიურია, იქ მიწისძვრებიც უფრო ხშირია.

მიწისძვრა დედამიწის წიაღში გარკვეულ სიღრმეზე მასების უეცარი გადანაცვლებით ხდება. იმ ადგილს, სადაც მიწისძვრის კერაა, ანუ მიწისძვრა იწყება და სადაც უძლიერესია ჰიპოცენტრი ეწოდება, მის თავზე მდებარე ადგილს კი - ეპიცენტრი. რამდენადაც ჰიპოცენტრიდან ეპიცენტრამდე უმოკლესი მანძილია, მიწისძვრის სიძლიერე მიწის ზედაპირზე ყველაზე მეტად ეპიცენტრში იგრძნობა.

მიწისძვრის სიძლიერე ორი მაჩვენებლით - მაგნიტუდითა და სეისმურ ტალღათა ენერგიით განისაზღვრება. მიწისძვრის ეფექტს დედამიწის ზედაპირზე ინტენსივობა ეწოდება, რომელიც სეისმურ ტალღათა ენერგიით განისაზღვრება. მიწისძვრის სიძლიერე ბალობით იზომება. ყველაზე ზღიერი მიწისძვრა 12 ბალიანია.

მიწისძვრის ენერგიის შეფასების ერთერთი ყველაზე პოპულარული შკალაა რიხტერის შკალა. ამ შკალის მიხედვით მაგნიტუდის ერთი ერთეულით მატებას შეესაბამება გამოთავისუფლებული სეისმური ენერგიის 32-ჯერადი ზრდა. მიწისძვრა მაგნიტუდით 2 ძლივს შესამჩნევია, იმ დროს, როდესაც მაგნიტუდა 7 შეესაბამება დამანგრეველი მიწისძვრების ქვედა ზღვარს, რომელიც მოიცავს დიდ ტერიტორიებს. მიწისძვრის ინტენსიობა (არ შეიძლება შეფასდეს მაგნიტუდით) ფასდება იმ დაზიანებებით, რასაც იგი მიაყენებს დასახლებულ რაიონებს.

ინტენსიობა წარმოადგენს მიწისძვრის ხარისხობრივ მახასიათებელს და მიუთითებს იმ ზემოქმედების ხასიათსა და მასშტაბებზე, რასაც ახდენს მიწისძვრა დედამიწის ზედაპირზე, ხალხზე, ცხოველებზე და ასევე ხელოვნურ და ბუნებრივ ნაგებობებზე მიწისძვრის რაიონში. მსოფლიოში გამოიყენება ინტენსიობის რამდენიმე

შკალა: ევროპაში - ევროპული მაკროსეისმური შკალა (EMS), იაპონიაში - იაპონიის მეტეოროლოგიის სააგენტოს შკალა (Shindo), აშშ-სა და რუსეთში მერკალის შკალა (MM):

- 1 ბალი (შეუმჩნეველი) - აღირიცხება მხოლოდ სპეციალური ხელსაწყოებით
- 2 ბალი (ძალიან სუსტი) - აღიქვამენ მხოლოდ ძალიან მგრძობიარე შინაური ცხოველები და ზოგიერთი ადამიანი მაღალ სართულებზე
- 3 ბალი (სუსტი) - შეიგრძნობა მხოლოდ ზოგიერთ შენობაში, როგორც რყევა გამოწვეული სატვირთო მანქანის ჩავლით
- 4 ბალი (ზომიერი) - მიწისძვრა აღიქმება მრავალი ადამიანის მხრიდან; შესაძლოა ფანჯრებისა და კარების რხევები
- 5 ბალი (საკმაოდ ძლიერი) - ჩამოკიდული ნივთების ქანაობა, იატაკის ჭრაჭუნი, ბათქაშის ჩამოცვენა
- 6 ბალი (ძლიერი) - შენობის მსუბუქი დაზიანება: ნალესში მცირე ზომის ბზარები, ნასკდომები და სხვა
- 7 ბალი (ძალიან ძლიერი) - შენობის მნიშვნელოვანი დაზიანება; ნალესებში ბზარები და ჩამონაყარი, ვიწრო ბზარები კედლებში, საკვამლე და სავენტილაციო მილების დაზიანება, ბზარები ნედლ გრუნტებში
- 8 ბალი (დესტრუქციული) - ნგრევები შენობებში: დიდი ბზარები კედლებში, კარნიზების და საკვამლე და სავენტილაციო მილების ნგრევა. მთის ფერდობებზე რამოდენიმე სანტიმეტრი სიგანის ნაპრალები და მეწყერები.
- 9 ბალი (დამანგრეველი) - ნანგრევები ზოგიერთ შენობებში, კედლების ჩამოშლა. მეწყერები მთებში. ბზარების გავრცელების სიჩქარემ შესაძლოა მიაღწიოს 2კმ/წმ - ს.
- 10 ბალი (გამანადგურებელი) - ნანგრევები მრავალ შენობა-ნაგებობაში, დანარჩენებში სერიოზული დაზიანებები, 1 მეტრამდე სიგანის ნასკდომები გრუნტში, მეწყერები, ღვარცოფები. მდინარეების ჩახერგვის გამოწარმოიქმნება ტბები.
- 11 ბალი (კატასტროფა) - მრავალრიცხოვანი ბზარები დედამიწის ზედაპირზე, დიდი ზვავები მთებში, შენობების საერთო განადგურება.

- 12 ბალი (ძლიერი კატასტროფა) - რელიეფის ფართომასშტაბიანი ცვლილება, უზარმაზარი ზვავები და მეწყერები, შენობა-ნაგებობების საერთო განადგურება.



ასეთი ნაპრალები გაჩნდა ინდონეზიაში 2008 წლის აგვისტოს მიწისძვრის შედეგად.



ცუნამი იაპონიაში მიწისძვრის შემდეგ

ქალაქი ნატორი:

მიწისძვრამდე



მიწისძვრის შემდეგ



ქალაქი იშინამაგი:

მიწისძვრამდე



მიწისძვრის შემდეგ



ფუქსიმა:

მიწისძვრამდე



მიწისძვრის შემდეგ

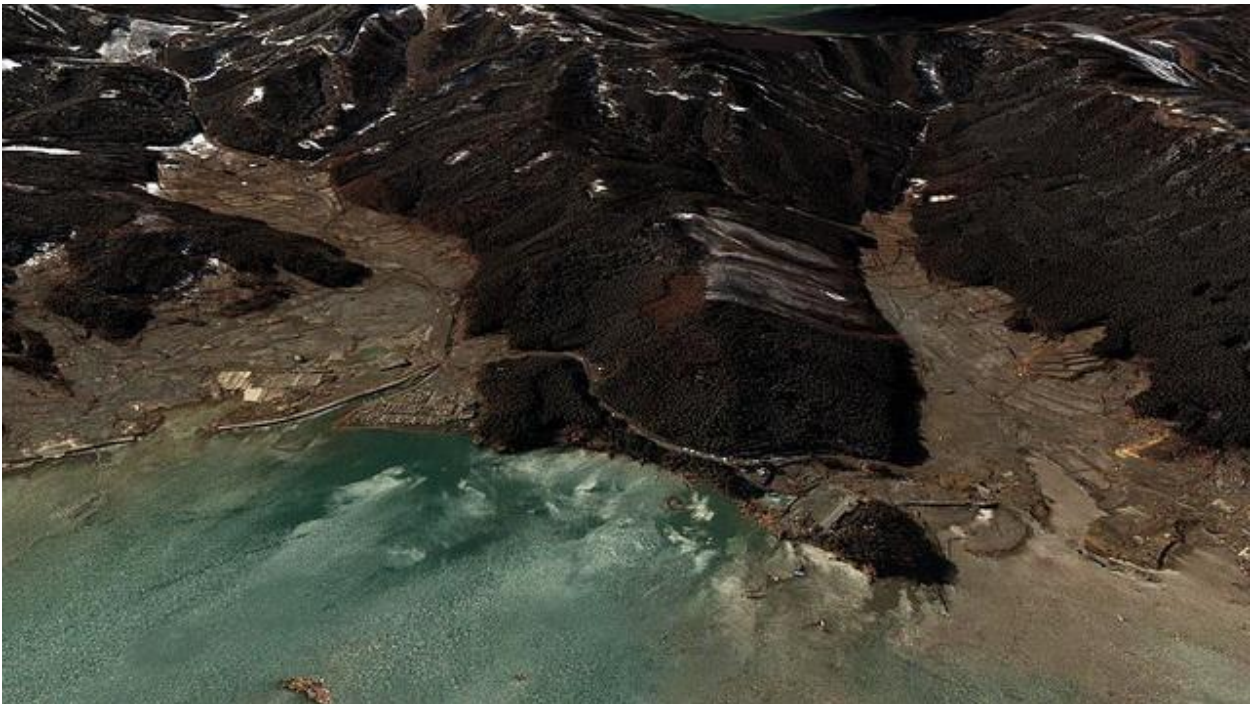


მიანის პრეფექტურა:

მიწისძვრამდე



მიწისძვრის შემდეგ



გაჩნდა მონაცემები იმასთან დაკავშირებით, რომ მიწისძვრები შეიძლება იყოს გამოწვეული ადამიანის ქმედებით. ასე, მაგალითად, ძლიერდება ტექტონიკური აქტიობა რაიონებში სადაც მიმდინარეობს წყლის დაგუბება მსხვილი წყალსაცავების ასაშენებლად, ამავე დროს იმატებს მიწისძვრის სხშირე და მაგნიტუდა. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ წყალსაცავში დაგროვილი წყლის მასა თავისი წონით ზრდის წნევას მთის ქანევზე, ხოლო გაჟონილი წყალი ადაბლებს მთის ქანების სიმტკიცის ზღვარს. ანალოგიური მოვლენები მიმდინარეობს შახტებიდან და კარიერებიდან წიაღისეულების ამოღების დროს. მიწისძვრა შესაძლოა გამოიწვიოს დიდმა მეწყერებმა და დიდმა ზვავებმა. ასეთი მიწისძვრები ძირითადად ლოკალური ხასიათისაა და მცირე ძალის. მიწისძვრა შესაძლოა გამოიწვიოს დიდი რაოდენობის ასაფეთქებელი ნივთიერების ან ბირთვული ბომბის აფეთქებამ. ასეთი მიწისძვრები დამოკიდებულია აფეთქებული ნივთიერების რაოდენობაზე. მაგალითად, 2006 წელს კორეაში ბირთვული ბომბის გამოცდისა მოხდა საკმაო სიძლიერის მიწისძვრა, რაც დაფიქსირდა მრავალ ქვეყანაში. ასეთი აფეთქებები შესაძლოა ჩაითვალოს მიწისძვრის რაღაც გამშვებ მექანიზმად და გამოიწვიოს იგი.

2. მიწისძვრები მსოფლიოში

ძველ დროში კატასტროფული და დამანგრეველი მიწისძვრები გაცილებით ნაკლებ მსხვერპლს იწვევდა, ვიდრე ამჟამად. ამას ძირითადად ორი ფაქტორი განაპირობებდა. პირველი - ქალაქები არ იყო ბევრი და მეორე - ქალაქის მოსახლეობა იყო მცირე, დაახლოებით 5000-10000 ადამიანი. V საუკუნეში მხოლოდ ორი მრავალრიცხოვანი ქალაქი არსებობდა - ათენი და რომი. ათენში 180 ათასი კაცი ცხოვრობდა, ხოლო რომში კი - ორი მილიონი. თანაც, იმ პერიოდში როგორც ქალაქებში ასევე სოფლებში უმეტესწილად

ხის, მსუბუქი კონსტრუქციის, მცირე ფართობისა და დაბალჭერიან ინდივიდუალურ სახლებს ამენებდნენ, რომლებიც ძლიერ მიწისძვრებსაც უძლებდნენ.

ქალაქების ზრდასთან ერთად მიწისძვრების შედეგად მსხვერპლთა რაოდენობაც იზრდებოდა. უკანასკნელი 500 წლის განმავლობაში მიწისძვრებმა 4,5 მილიონი ადამიანი იმსხვერპლა. ცნობილია, რომ ყოველწლიურად დედამიწაზე საშუალოდ ერთი კატასტროფული, 100-ზე მეტი დამანგრეველი და 1000-მდე უმნიშვნელო ზარალის მომტანი მიწისძვრა ხდება. დაახლოებით 100 000 მიწისძვრას კი ადამიანი ვერ ამჩნევს. მსოფლიოში რეკორდული მიწისძვრები ხდება იაპონიის ქალაქ მაცუსიროში - წელიწადში 6 000.

კატასტროფულმა მიწისძვრებმა მრავალ უმსხვილეს ქალაქს და დასახლებულ პუნქტს მოუტანა დიდი უბედურება. ცნობილია ლისაბონის, მეხიკოს, სან-ფრანცისკოს და სხვა კატასტროფული მიწისძვრები, რომლებმაც ერთ წუთში მიწასთან გაასწორა აყვავებული ქალაქები.

მიწისძვრას ხშირად ახლავს არანაკლებად საშიში სტიქია - ცუნამი. ცუნამი ოკეანის სანაპიროზე ყველაფერს ანადგურებს. ასე მოხდა 1755 წელს ლისაბონში მომხდარი მიწისძვრის დროს, როდესაც პირველი ძლიერი ბიძგის შემდეგ პანიკაში ჩავარდნილი ხალხი თავის გადასარჩენად სანაპიროს მიაწყდა. მაგრამ აქ არანაკლები ტრაგედია დატრიალდა. მეორე ბიძგის შედეგად წყალმა უკან დაიხია, პორტი თითქმის გაშიშვლდა, გემები მოწყვიტა და გაიტაცა, 25 მეტრის სიმაღლის ტალღამ თითქმის მტლიანად წალეკა მთელი ქალაქი. ამ მიწისძვრის დროს დაიღუპა 60 ათასი ადამიანი.

ძლიერი მიწისძვრები მოხდა 1906 წელს კალიფორნიაში, 1908 წელს იტალიის ქალაქ მესინაში, დიდი ტრაგიკული შედეგებით დამთავრდა 1923 წლის ტოკიოს მიწისძვრა, რომელიც იოკოჰამაშიც დაფიქსირდა. ამ მიწისძვრას თან დაერთო ხანძარი და ცუნამი, რამაც უფრო დიდი მსხვერპლი გამოიწვია, დაიღუპა 99 300 კაცი. მნიშვნელოვანია 1985 წლის მიწისძვრა მექსიკის დედაქალაქ მეხიკოში. ეს მიწისძვრა მეტად თავისებური სპეციფიკით ხასიათდებოდა. აღსანიშნავია, რომ ეპიცენტრთან ახლოს მდებარე პუნქტები ნაკლებად დაზიანდა, ვიდრე მეხიკო, რომელიც ეპიცენტრიდან 400 კილომეტრის დაშორებით მდებარეობდა. ეს გამოიწვია თიხოვანმა გრუნტმა,

რომელზეც გაშენებულია მექსიკის დედაქალაქის უდიდესი ნაწილი. ასეთი გრუნტის, კერძოდ, რბილი თიხების საფარის პირობებში რეზონანსული რხევების ინტენსივობამ, ბიძგების ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად გაზარდა. სწორედ ეს გახდა მიზეზი ასეთი ძლიერი მიწისძვრის, რომელიც დაფიქსირდა მეხიკოში. მსოფლიოში ცნობილია სხვს კატასტროფული მიწისძვრებიც: 1138 წლის სირიის, 1455 წლის ნეაპოლის (იტალია), 1868 წლის ეკვადორსა და კოლუმბიაში, 1978 წლის ჩინეთში, 1970 წლის პერუში და სხვა.

3. მიწისძვრები საქართველოში

საქართველოში მიწისძვრების შესახებ ადრეული პერიოდის წერილობით ძეგლებში ცნობები დაცული არ არის, საისტორიო თხზულებათა კრებული „ქართლის ცხოვრება“, რომელშიც თანმიმდევრობითაა გადმოცემული ქართველი ერის თავგადასავალი უძველესი დროიდან XVIII საუკუნემდე, ძირითადად მოგვითხრობს დამანგრეველ მიწისძვრებზე, რომელსაც ადგილი ჰქონდა XI და XIII საუკუნეებში. საქართველოს უძველესი პერიოდის მიწისძვრებზე არც არქეოლოგიური გათხრები გვეუბნება. უძველესი დროიდან 1975 წლამდე აღრიცხული მიწისძვრებიდან საქართველოში გაცილებით უფრო ნაკლები რაოდენობის დამანგრეველი მიწისძვრა მოხდა, ვიდრე სომხეთსა და აზერბაიჯანში.

პირველი დამანგრეველი მიწისძვრა, რომელიც აღწერილია „ქართლის ცხოვრებაში“, 1089 წელს სამცხეში მოხდა და იგი თმოგვის სახელწოდებითაა ცნობილი. ეს მიწისძვრა დაემთხვა დავით აღმაშენებლის გამეფების წელს. უფრო დამანგრეველი იყო მცხეთის მიწისძვრა, რომელიც 1275 წელს მოხდა. ის 8-9 ბალიანი იყო. მცხეთის მიწისძვრის დროს განსაკუთრებით დაზარალდა სამცხე. ამ პერიოდში მონღოლებისაგან ისედაც აოხრებულ სამცხეს ზედ დაერთო უძლიერესი მიწისძვრა, რომელმაც ურიცხვი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა.

1318 წელს ისევ მცხეთაში ჰქონდა ადგილი დამანგრეველ მიწისძვრას. დაინგრა კათედრალური ტაძარი. 1616 წელს მიწისძვრა მოხდა სამეგრელოში, რომლის დროსაც დაინგრა ცაიშის ტაძარი. 1742 წელს მომხდარი მიწისძვრის დროს მოხდა ალავერდისა და ნინოწმინდის ტაძრების დანგრევა. ძლიერი და დამანგრეველი მიწისძვრა მოხდა ქართლში 1920 წელს, რომლის დროსაც დაინგრა ქალაქი გორი და სოფლები ბეთლემი და ხიდისთავი. XX საუკუნის მიწისძვრებიდან აღსანიშნავია 1978 წლის დმანისის და 1986 წლის ფარავნის მიწისძვრა. 1991 წელს მოხდა მიწისძვრა, რომელმაც მოიცვა საჩხერის, ონის, ჯავის რაიონები. ახლახან 2002 წელს თბილისში მომხდარი მიწისძვრის სიძლიერე 7 ბალით დაფიქსირდა. საერთოდ თბილისში ხშირია მიწისძვრები.

საქართველო სეისმურად აქტიური ქვეყანაა. კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი და ჯავახეთის ზეგანი მიმდებარე ტერიტორიებით ხასიათდება 9 ბალით. დანარჩენი ტერიტორია ეკუთვნის 8-ბალიან ზონას, თუმცა მასში არის მცირე უბნები 7 - ბალიანი ინტენსივობით - შავი ზღვის სანაპიროზე და აჭარაში. საქართველოს სეისმური აქტივობის ფონური მნიშვნელობა საშუალოდ 8 ბალის ტოლია. V F U F N 3 -ს სამშენებლო ნორმების მიხედვით ეს ნიშნავს, რომ ატომური ელექტროსადგური უნდა აშენდეს 10-ბალიანი ინტენსივობის მქონე მიწისძვრის მოხდენის შესაძლებლობის გათვალისწინებით. ეს კი ძალიან ძვირია, იმდენად, რომ - არარეალურად. მშენებლობის ღირებულება დამოკიდებულია სეისმურ დარაიონებაზე, რომელიც საფუძვლად უდევს მშენებლობის ნორმატივების შედგენას. ასე მაგალითად, 7-ბალიან რაიონში სახლი შენდება 1 ბალით მაღალ ინტენსივობაზე გაანგარიშებით, რაც ნაგებობის ფასს ზრდის დაახლოებით 4-ჯერ; 8-ბალიდან 9 ბალზე გადასვლა დაახლოებით 9-ჯერ აძვირებს მშენებლობას, ხოლო 7 - ბალიანიდან 9 - ბალიანზე გადასვლისას მშენებლობის ღირებულება იზრდება დაახლოებით $4 \times 9 = 36$ -ჯერ (გაძვირებს განაპირობებს მშენებლობაში სპეციალური დეტალების შეტანა უსაფრთხოების გაზრდის მიზნით. მაგალითად, იაპონიაში სახლები შენდება რხევების ჩამხშობ დემპფერებზე და მოძრავ სახსრებზე - მიწისძვრისას სახლი “გორავს” ბიძგების შესაბამისად, რის გამოც არ ინგრევა). სეისმურად აქტიურ რეგიონებში არის გეოლოგიური რღვევებიც.

ცნობილია, რომ დიდ კაშხლებს შეუძლია შეცვალოს მიმდებარე ტერიტორიის სეისმურობა. ამას სეისმოლოგიაში აღძრულ სეისმურობას უწოდებენ. არის ქვეყნები, სადაც აღძრული სეისმურობით ძლიერი მიწისძვრები წარმოიშვა, რასაც მოჰყვა დიდი მსხვერპლი. საქართველოში უკვე გვაქვს ერთი დიდი კაშხალი ენგურჰესის სახით. შენდება ხუდონჰესიც. ასე რომ, ეს მომენტიც აუცილებლად გასათვალისწინებელია.

რაც შეეხება სომხეთს, იგი სეისმურად არანაკლებ აქტიურია, ვიდრე საქართველო, მეტიც. საერთაშორისო სეისმოდარაიონებით სომხეთის ტერიტორია ძირითადად 9-ბალიანია. არის მცირე უბნები 8 ბალიანი და არის წერტილები, რომელთა სეისმურობა 10 ბალია.

სომხეთის ტერიტორიის მაღალი სეისმოაქტიურობა 1989 წლის დეკემბერში უჩვენა სპიტაკის მიწისძვრამაც, რომლის ინტენსივობა 9-10 ბალს შეადგენდა. აღსანიშნავია, რომ სომხეთის ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით ერევნის სამხრეთით, ისტორიული მონაცემების მიხედვით, დაიშვირებოდა კატასტროფული მიწისძვრები 9 და მეტი ბალით, იმდენად ძლიერი, რომ სომხეთის ისტორიული დედაქალაქი - დვინი - მიწისპირიდან აღიგავა და დედაქალაქი IX საუკუნეში ერევანში გადმოიტანეს.

როგორც აღვნიშნეთ, მიწისძვრა ერთ-ერთი ყველაზე საშიში კატასტროფული მოვლენაა. ამიტომ, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს მის პროგნოზირებას. ამ დროს მთავარია სწორი სეისმური დარაიონება, რომელიც წარმოდგენას მოგვცემს გარკვეულ რაიონში მოსალოდნელი მაქსიმალური ინტენსივობის მიწისძვრის შესახებ. ამის შესაბამისად შეიძლება სეისმურად მდგრადი ნაგებობების დაპროექტება და მშენებლობა. თავიდან ავიცილოთ მოსალოდნელი ნგრევა და მსხვერპლი. ამდენად, მეტად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სეისმოლოგიური და გეოლოგიური სრულყოფილი მონაცემების საფუძველზე სეისმური დარაიონების რუკების სწორად შედგენას.

ცნობილია, რომ მიწისძვრის კერა სულ ცოტა 5-10 კილომეტრის სიღრმეზე მაინც მდებარეობს. სწორედ აქ მზადდება მიწისძვრა, რომელიც იქ კი არ ხდება სადაც ძალა უშუალოდ აწვება, არამედ იქ, სადაც სუსტი ადგილია, სადაც „მზადყოფნაა.“ მისი დადგენა რომ შეიძლებოდეს, უფრო ადვილად

ავიცილებდით ამ საშინელი სტიქიური მოვლენის ტრაგიკულ შედეგს. მიწისძვრის ზუსტი პროგნოზი კი დღეისათვის არ არსებობს და მის შესახებ არსებული ცოდნა ძირითადად მისი, როგორც მოულოდნელად თავსდატეხილი უბედურების აღწერილობითა და მოქმედების შედეგებით შემოიფარგლება. არადა, დღეს აუცილებელია ასეთი პროგნოზის არსებობა, რადგანაც თუ ადრე, ჯერ კიდევ 1500 წელს მსოფლიოში მოსახლეობა მხოლოდ 450 მილიონი იყო, დღეს მისი რიცხვი 7-8 მილიარდს აღწევს. შესაბამისად მაშინ დამანგრეველი მიწისძვრები გაცილებით ნაკლებ მსხვერპლს იწვევდა, ვიდრე დღეს. ქალაქების ზრდასთან ერთად, მიწისძვრის შედეგად მსხვერპლთა რაოდენობაც იზრდება. უკანასკნელი 500 წლის განმავლობაში მიწისძვრებმა 4,5 მილიონი ადამიანი შეიწირა[1]. ამდენად, ადვილი წარმოსადგენია, თუ რაოდენ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მიწისძვრის წარმოქმნის მექანიზმისა და პროგნოზირების საკითხების შესწავლას. მაგალითად, გ. შენგელაიას ნაშრომში „ზოგი რამ დედამიწის შესახებ“ სხვა მრავალ ფაქტთან ერთად მოყვანილია მონაცემები მიწისძვრების გამართლებული პროგნოზების შესახებ. კერძოდ, 1978 წლის ჰაიჩენტის (ჩინეთი) ძლიერი მიწისძვრის წინასწარმეტყველებისათვის გამოიყენეს მიწისქვეშა მინერალურ წყლებში რადონის კონცენტრაციის ვარიაცია, მიწისქვეშა წყლის დონეთა ცვლილება, დედამიწის ზედაპირის დახრები, ელექტრონული ველის ცვლილებები, ცხოველების ქცევა. ამ მონაცემების კომპლექსური ანალიზის საფუძველზე გამოცხადებული განგაშის თანახმად ორი დღის განმავლობაში მოსალოდნელი იყო ძლიერი მიწისძვრა. მოსახლეობამ დროულად დაცალა ქალაქი და ხუთი საათის შემდეგ მართლაც მოხდა ძლიერი მიწისძვრა, რომელმაც მთლიანად დაანგრია ქალაქი ჰაიჩენტი. ერთ მილიონამდე ადამიანი დაღუპვას გადაარჩა. ასე წარმატებით გამართლდა 1978 წლის მეხიკოს, 1980 წლის კალიფორნიის, 1981 წლის კვლავ კალიფორნიის, 1982 წლის კოსტარიკის და სხვა ძლიერი მიწისძვრების პროგნოზები. მიწისძვრების წარმატებულ პროგნოზირებასთან ერთად საკმაოდ ბევრია არასწორი პროგნოზირების ფაქტებიც. საერთო ჯამში ეს შესაძლებელია, მაგრამ ძალიან ძვირი ჯდება და ჯერ-ჯერობით ყოველთვის როდი შეიძლება მისი მოხდენის მიახლოებითი დროის განსაზღვრაც კი. მიწისძვრის მზადების ბუნებრივი მონაცემების ხასიათი და ინტენსივობა შემთხვევით იცვლება, რაც განსაკუთრებით ართულებს მიწისძვრების პროგნოზების გაკეთების შესაძლებლობას. ამის გამო იაპონიაში

რკინიგზასაც კი იცავენ, რომ მოსახლეობას საფრთხე არ დაემუქროს. კერძოდ რკინიგზის მაგისტრალზე დაყენებულია სეისმური რხევების დეტექტორები, რომლებიც სეისმური ტალღების წარმოშობისთანავე ავტომატურად აჩერებენ მატარებელს.

მაგრამ, რამდენადაც მიწისძვრის პროგნოზი არ არსებობს, მთელი ძალისხმევა მიმართულია მისი წინმსწრები პროცესების - წინამორბედების გამოსავლენად.

4. მიწისძვრის წინამორბედების გამოვლენის ფიზიკური მეთოდები

წინმსწრები მოვლენები მრავალნაირია, მაგრამ მათ შორის საიმედო და მით უმეტეს ცალსახა არც ერთი. ამიტომ, პროგნოზის ალბათობის გასაზრდელად საჭიროა რაც შეიძლება მეტი დამოუკიდებელი მეთოდი. რამდენიმე მათგანის ერთდროული გამოყენება საშუალებას მოგვცემს უფრო მეტი საიმედოობით დავადგინოთ მიწისძვრის წინამორბედების შესაძლო პარამეტრები: ადგილი, სიმძლავრე, დრო და ა.შ. ცნობილია, რომ ერთი და იგივე მეთოდი ყველგან ერთნაირად ეფექტური არ არის. ეს კიდევ ერთხელ მიუთითებს იმაზე, რომ აუცილებელია გვქონდეს მეთოდების ფართო სპექტრი, რაც გაზრდის იმის ალბათობას, რომ შესაძლო მიწისძვრა არ დარჩება შეუმჩნეველი.

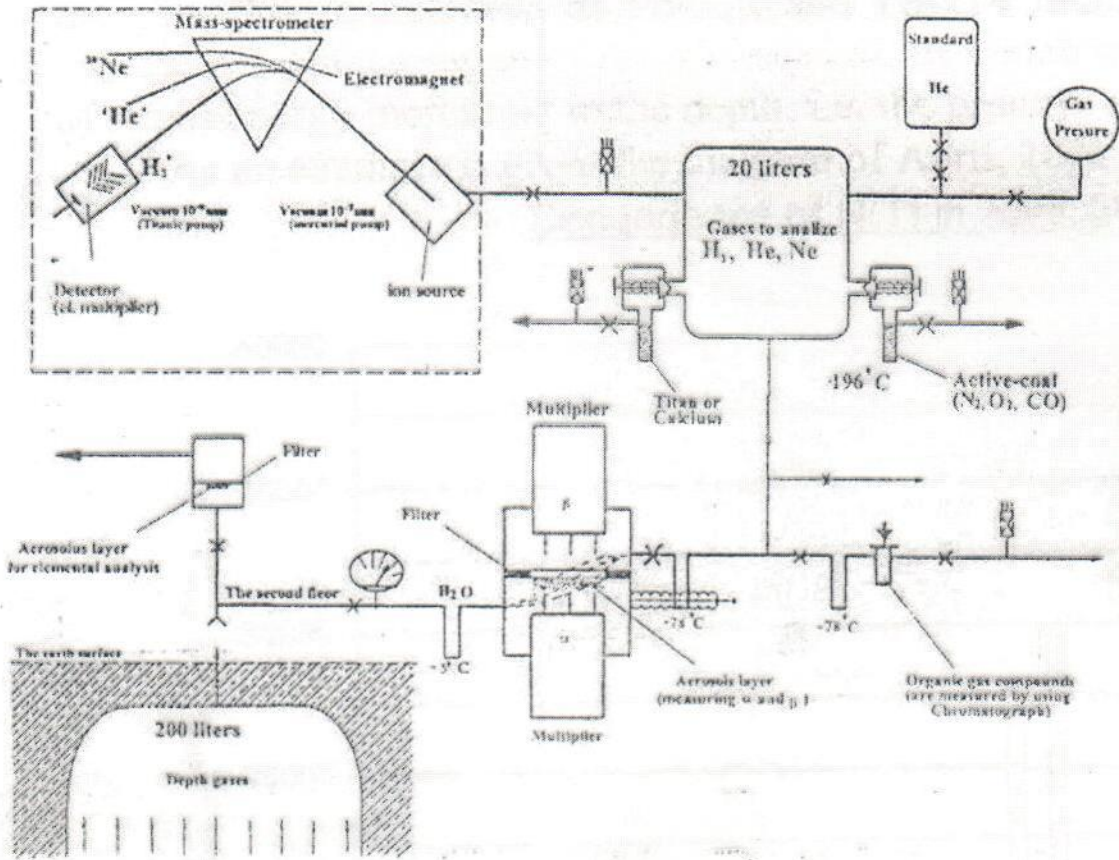
დღეისათვის აღიარებულია, რომ მიწისძვრის წარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს ქერქსა და მანტიაში, ე.ი. დედამიწის მოცულობაში დაახლოებით 3000 კმ სიღრმემდის. აღნიშნული სიღრმეებიდან, როგორც ამ პროცესის გამოძახილი, ნივთიერების სახით ჩვენამდის რღვევის ხაზების გავლით აღწევს მხოლოდ იქ არსებული ან შემდგომ წარმოქმნილი გაზები, რომლებიც არიან სიღრმული პროცესების თანამონაწილენი[2]. სწორედ მათი ელემენტური და იზოტოპური ანალიზი იძლევა უნიკალურ ინფორმაციას სიღრმეში მიმდინარე პროცესებზე.

ასეთი კვლევები მსოფლიოს მრავალი წამყვანი ლაბორატორიის კვლევის საგანია[2], მაგრამ, ჩვენი აზრით, ამ ექსპერიმენტების საერთო ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ მიწისძვრის წინამორბედად მიიჩნევენ სიღრმული აირის ფაქტობრივად ერთ-ერთ კომპონენტს, როგორც წესი რადონს - Rn.

რადონი თავისთავად საინტერესო ელემენტია, რამდენადაც მისი კონცენტრაცია ატმოსფეროში მცირეა და კვლევის ფიზიკური მეთოდებით შესაძლებელია სიღრმული Rn-ის კონცენტრაციის ცვლილების დაფიქსირება.

მიწისძვრის მზადების პროცესში დედამიწის სიღრმეში მიმდინარე პროცესების (ენერჯის დაგროვება, წნევის და ტემპერატურის ზრდა და ა.შ.) გამო სიღრმული Rn-ის ნაკადის ინტენსიურობა მატულობს. Rn-ის ინერტულობა იძლევა იმის გარანტიას, რომ ნაკადისათვის არ არსებობს რაიმე სახის „ზღურბლი“ ქიმიური თვალსაზრისით, ხოლო მისი რადიოაქტიურობა კი შესაძლებლობას იძლევა მოვახდინოთ რადონის ისეთი მცირე რაოდენობის გაზომვა, რომელსაც საერთოდ ვხვდებით ბუნებაში. ჩვენს ლაბორატორიაში, ტრადიციულ მიმართულებებთან ერთად, ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად იქცა სიღრმული რადონის კვლევის ფიზიკური მეთოდების შემუშავება, რასაც წლების წინ საფუძველი ჩაეყარა პროფესორ მ. კავილადის ხელმძღვანელობით[3].

მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მიწაში 1,5 მ-ის სიღრმეზე ჩადგმული გვაქვს ატმოსფეროდან იზოლირებული 200ლ მოცულობის ჭურჭელი, რომლის ღია ბოლო ებჯინება ღრმულის ფსკერს. ამდენად, ჭურჭელში (გამოტუმბვის შემდეგ) გროვდება მხოლოდ დედამიწის სიღრმიდან მომავალი აირი - სიღრმული გაზი. ჭურჭელი სპეციალური ვაკუუმური მილებისა და ონკანების საშუალებით დაკავშირებულია ლაბორატორიაში დამონტაჟებულ დეტექტორულ სისტემასთან. ტუმბოს საშუალებით გამოვტუმბავთ რეზერვუარში დაგროვილ აირს. გაზის გამოტუმბვა წარმოებს, რომლის წინ განთავსებულია სცნტილაციური ფირფიტა და ფოტოელექტრონული გამამრავლებელი. ფილტრზე გროვდება აეროზოლები, რომლებიც შეიცავენ რადონის რადიოაქტიური დაშლის პროდუქტებს, ძირითადად ^{218}Po და ^{214}Po , რომლებზე დაკვირვებით დგინდება სიღრმული რადონის ნაკადის ცვლილება[3,4].



“Rn -ის დანადგარი” - სქემატური ნახაზი

5. დასკვნა

დაგროვილი სტატისტიკა საკმაოდ საინტერესო დასკვნის საშუალებას იძლევა, გამოიკვეთა გარკვეული სურათი, რომლის გარეშე არ ხდება მიწისძვრა: მიწისძვრის მზადების პროცესში Rn-ის ნაკადი იზრდება. შემდეგ, ხდება მკვეთრი ვარდნა ნორმალურზე გაცილებით დაბლა, რამოდენიმე დღის შემდეგ კი ხდება მიწისძვრა და ნაკადი იწყებს მატებას ნორმის ფარგლებში. მოცემული მეთოდი საკმაოდ ხშირ თანხვედრაშია მომხდარ მიწისძვრებთან, მაგრამ არის შემთხვევები, როდესაც სურათი მეორდება, მიქისძვრა კი არ ხდება. ესე იგი ენერგია გროვდება და დანადგარი ამ ფაქტს

აფიქსირებს, მაგრამ ხდება მისი დისიპაცია, თუმცა, ერთი რამ ცალსახაა - თუ ნაკადის მატება არ ფიქსირდება, მიწისძვრა არ ხდება.

როგორც შესავალ ნაწილში აღვნიშნეთ, პროგნოზირების ალბათობის გასაზრდელად საჭიროა რაც შეიძლება მეტი დამოუკიდებელი მეთოდი. ამ ფაქტიდან გამომდინარე, ლაბორატორიაში იქმნება ახალი კომპლექსური მეთოდი სიღრმული გაზების რადონის, წყალბადის, ჰელიუმის, მეთანის და მისი ჰომოლოგების ნაკადისა და მათი იზოტოპური ფარდობების დასადგენად[4]. მეთოდის არსი გამოიხატება იმაში, რომ გაერთიანდეს ერთ დანადგარში სხვადასხვა კომპონენტების შესწავლის ყველა არსებული მეთოდი. კომპლექსური მეთოდის ამუშავების შემთხვევაში, დედამიწის სუნთქვაზე დაკვირვება და ცალკეული კომპონენტების იზოტოპური და ელემენტური შემადგენლობის შესწავლა, ვიმედოვნებთ, მოგვცემს მიწისძვრის პროგნოზირების უფრო დიდ ალბათობას.

ლიტერატურა:

1. ა. თოთაძე, (2002) მიწისძვრები საქართველოში, გამ. "უნივერსალი", თბილისი.
2. Thomas Gold. (1999) The Deep Hot biosphere, *An Imprint of Springer – Veriag, New York*.
3. Kaviladze M.Sh. and Gubadze N.V. (1995) Izotope contents of the depth gases and opportunities of juvenile hydrogen existence, *XIV Symposium on geochemistry of isotopes, russian academy of sciences, Moscow, 19-21 October, 100-101*.
4. Kaviladze M., Gubadze N. and Gamcemlidze E. (1999) Complex analysis of the depth gases in accordance with their elemental and isotopic contents, *International workshop "Geologic, Geophysics and Geochemic researches in the Black Sea", Tbilisi, December, 75-78*.