

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მიხეილ ფიფია

სეტყვიანობის კლიმატოლოგია აღმოსავლეთ საქართველოში

11.00.09 - მეტეოროლოგია, კლიმატოლოგია

გეოგრაფიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის

მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი ელიზბარ ელიზბარაშვილი
ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
ავთანდილ ამირანაშვილი

თელავი - 2016

შინაარსი

შესავალი -----	3
თავი I. სეტყვიანობის პრობლემა -----	11
1.1. სეტყვა, მისი წარმოშობის მექანიზმი და გავრცელების ძირითადი რაიონები -----	11
1.2. სეტყვიანობის კვლევა საქართველოში -----	18
თავი II. აღმოსავლეთ საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება ---	23
2.1. გეოგრაფიული მდებარეობა და რელიეფი -----	23
2.2. კლიმატური პირობები -----	28
2.3. ჰიდროლოგია -----	32
2.4. ნიადაგები -----	39
2.5. ბუნებრივი ლანდშაფტები -----	43
თავი III. აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიანობის სტატისტიკური მახასიათებლები -----	47
3.1. ამოცანების დასმა -----	47
3.2. მონაცემთა ბაზა -----	49
3.3. სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობა -----	52
3.4. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორადობა -----	65
3.5. სეტყვის ინტენსივობა -----	67
3.6. სეტყვიანობის არეალები -----	76
3.7. სეტყვის ხანგრძლივობა -----	79
3.8. მოსული ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა -----	81
თავი IV. კლიმატის ანტროპოგენური ცვლილების გავლენა სეტყვიანობაზე -----	83
4.1. სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება -----	83
4.2. სეტყვიანობა სეტყვის პროცენტებზე აქტიური ზემოქმედების წლებში -----	94
4.3. სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების პერსპექტივები -----	100
დასკვნა -----	103
გამოყენებული ლიტერატურა -----	106

შესავალი

სტიქიური მეტეოროლოგიური მოვლენები - გვალვა, ყინვა და წყინვა, გრიგალი, ქარბუქი, თავსხმა ნალექები, ელჭექი, სეტყვა და ა.შ. იმ საშიშ მოვლენათა რიცხვს მიეკუთვნება, რომლებიც ქმნიან საგანგებო სიტუაციებს. მათი ექსტრემალურად ანომალური გადახრები ხშირად კატასტროფულ ხასიათს ატარებს და არსებით მატერიალურ ზარალს და ზოგჯერ ადამიანთა მსხვერპლს იწვევს. ასეთი მოვლენები უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე, სამშენებლო მასალაზე, ტექნიკაზე, ტრანსპორტის ფუნქციონირებაზე, ხოლო ხშირ შემთხვევაში, უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, იწვევს სხეულის ცალკეული ნაწილების მოყინვას, შენობა-ნაგებობების და ტექნიკის მუშაობის პირობების ექსპლუატაციის სისტემის რღვევას, გრუნტის გაყინვას. ამიტომ ამინდის სტიქიური მოვლენებისგან მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგების პრევენციისთვის მნიშვნელოვანია ამ მოვლენების ექსტრემალური და ანომალური მახასიათებლების ინტენსივობის და განმეორადობის სივრცითი-დროითი განაწილების ცოდნა. სწორედ ასეთ ცოდნაზეა დამყარებული საზოგადოების მზაობა ამინდის სტიქიური მოვლენების შედეგად მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგების შერბილებისთვის.

ამ სტიქიურ მოვლენებს შორის საქართველოსთვის, მეტ წილად მისი აღმოსავლეთი ნაწილისთვის, განსაკუთრებით საშიში მოვლენაა სეტყვა. მას მოაქვს მნიშვნელოვანი მატერიალური ზარალი, აზიანებს ნაგებობების სახურავებს და კედლებს, სასოფლო-სამეურნეო ნათესებს, ბაღებს, ვენახებს, იწვევს შინაური ცხოველების მსხვერპლს. ამიტომ სეტყვა უძველესი დროიდან იპყრობდა მოსახლეობის, ისტორიკოსების და მოგზაურების ყურადღებას. 1972 წლის 6 ივნისს სალამოს და ღამის საათებში ლაგოდების, გურჯაანის, თელავის, აგრეთვე, დუშეთის რაიონებში აღინიშნა სეტყვა, რამაც დააზიანა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ასობით ჰექტარი ნათესი. მაგალითების გაგრძელება დაუსრულებლად შეიძლება.

ამიტომაც, ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან მიმდინარეობდა სეტყვის პროცესების აქტიური თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები. საქართველოში განსაკუთრებით აღსანიშნავია გეოფიზიკის და ჰიდრომეტეოროლოგიის

ინსტიტუტებში ჩატარებული სამუშაოები, რის საფუძველზეც შემუშავდა სექციის ღრუბელზე ზემოქმედების ეფექტური მეთოდები. ეს მეთოდები დაინერგა სექციასთან ბრძოლის სპეციალურ სამსახურში, რომელიც სექციისგან იცავდა დაახლოებით 1.2 მლნ.3ა ფართობზე განლაგებულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. აღნიშნული სამუშაოების შედეგად ზარალი შემცირდა დაახლოებით 70-80%-ით.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, დაუფინანსებლობის გამო, სექციასთან ბრძოლის სამუშაოები შეწყდა, თუმცა სექციის პრობლემამ აქტუალობა არ დაკარგა. პირიქით, ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად, გლობალური დათბობის პირობებში შეინიშნება ამინდის მრავალი ექსტრემალური მოვლენის გააქტიურება, რაც უკვე საგრძნობია საქართველოს ეკოსისტემებისა და ეკონომიკისთვის (გვალვების გახშირება, გაუდაბნობა, მთის მყინვარების დნობა და სხვ.).

2012 წლის 19 ივლისს შუალამეს სტიქია თავს დაატყდა აღმოსავლეთ საქართველოს, ქალაქ თელავს და მის მიმდებარე სოფლებს, თელავის და გურჯაანის რაიონებს. გრიგალურ ქარბორბალას თან ახლდა ძლიერი სექცვა. დაზიანდა შენობები, მთლიანად განადგურდა მოსავალი, გამთენიისას არცერთი ფოთოლი არ ჰქონდა მცენარეებს შერჩენილი. ეს რომ მომხდარიყო დღის საათებში, გარდაუვალი იქნებოდა ადამიანთა მსხვერპლი.

2012-2015 წლებში კიდევ რამდენიმეჯერ დაისექცვა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია და მნიშვნელოვნად განადგურდა მოსავალი. მაგალითად, 2012 წლის 10 აპრილს მოსულმა სექცვამ თელავის, ყვარლის და ახმეტის რაიონები დააზარალა. ყვარლის რაიონში, კუჭატანსა და სანავარდოში მთლიანად განადგურდა მრავალწლიანი ნარგავები[91]; 2014 წლის 2 ივნისს ძლიერმა სექცვამ გორის მუნიციპალიტეტის ათზე მეტი სოფელი დააზარალა. სტიქიის მასშტაბურობიდან გამომდინარე, ზარალმა რამდენიმე მილიონს გადააჭარბა[92]; სიღნაღის რაიონის სოფლებში 2015 წლის 28 მაისს მოსული სექციის სიმაღლემ ზოგიერთ ადგილზე 30 სანტიმეტრს მიაღწია. სექცვამ რამდენიმე სოფელში მთლიანად განადგურა ვენახები, სიმინდი, ბადრიჯანი და სხვა კულტურები, ქერის და ხორბლის მოსავალი, რომელიც ორ კვირაში უნდა აეღოთ[93]; 2015 წლის 22 ივლისს გვიან ღამით მოსულმა სექცვამ ყვარლის რაიონის სოფლებში

რამდენიმე ასეულ ჰექტარზე ვენახები, საზამთროს ბაღები, სიმინდის ყანები 70–90%-ით გაანადგურა. სეტყვას თან ძლიერი ქარიც ერთვოდა[94]; 2015 წლის 20 აგვისტოს მოსულმა ძლიერმა სეტყვამ ყურძენი 100%-ით გაანადგურა ყვარელსა და მიმდებარე სოფლებში, განადგურდა სიმინდის ყანები და საზამთროს ბაღებიც. სეტყვამ ყვარლის რაიონში ათეულობით მანქანა დააზიანა[95]. ამან დააყენა საკითხი სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების განახლების შესახებ. მიმდინარეობდა ინტენსიური კონსულტაციები ერთის მხრივ სსიპ-სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტასა“ და მეორეს მხრივ ჰიდრომეტეოროლოგიის და გეოფიზიკის ინსტიტუტების სპეციალისტებს შორის. ამ ინსტიტუტების სამეცნიერო საბჭოების გადაწყვეტილებით ინსტიტუტები მზად არიან ჩაერთონ ზემოთ აღნიშნულ სამუშაოებში.

ამასთან დაკავშირებით დღის წესრიგში დგება სეტყვის გეოგრაფიული კანონზომიერებების გამოკვლევა ახალი მონაცემების საფუძველზე, რაც გულისხმობს აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვის ძირითადი კერების და არელების დადგენას, მისი ინტენსივობის შეფასებას ტერიტორიაზე, სეტყვიანობის თანამედროვე მსხვილმასშტაბიანი გეოინფორმაციული რუკების შედგენას, სეტყვის განმეორადობის გაანგარიშებას და ა.შ. ამით განისაზღვრება თემის აქტუალობა.

ნაშრომის მიზანია - აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა 1961-2014 წლების მონაცემებით. მიზნის მიღწევას დასჭირდა რამდენიმე ამოცანის გადაწყვეტა, ესენია:

1. სეტყვიანობის მონაცემთა ბაზის შექმნა 1961-2014 წლებისათვის;
2. სეტყვიანობის ინტენსივობის შეფასების განმსაზღვრელი სკალის შემუშავება და მასზე დაყრდნობით კატასტროფული სეტყვიანობის რეგიონების და შესაბამისი ალბათობების დადგენა;
3. სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობების, აგრეთვე, სეტყვის ინტენსივობის გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება;

4. სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების (დღეთა რიცხვი, განმეორებადობა, ინტენსივობა, არეალი, ხანგრძლივობა, მოსვლის პერიოდი, მოსული ნალექების რაოდენობა) გეოგრაფიული კანონზომიერებების გამოკვლევა;
5. სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილების გამოკვლევა.

დასაცავად გასატანი ძირითადი დებულებები, რაც წარმოადგენს დაცვის საგანს:

1. აღმოსავლეთ საქართველოსთვის შექმნილი სეტყვიანობის მონაცემთა თანამედროვე ბაზა 1961-2014 წლებისათვის;
2. სეტყვიანობის ინტენსივობის შეფასების განმსაზღვრელი სკალა და გამოვლენილი კატასტროფული სეტყვიანობის რეგიონები და შესაბამისი ალბათობები;
3. სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობების, აგრეთვე, სეტყვის ინტენსივობის რუკები;
4. სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების (დღეთა რიცხვი, განმეორებადობები, ინტენსივობა, არეალი, ხანგრძლივობა, მოსვლის პერიოდი, მოსული ნალექების რაოდენობა) გეოგრაფიული კანონზომიერებები;
5. სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილების თავისებურებები.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე:

1. აღმოსავლეთ საქართველოსთვის შექმნილია სეტყვიანობის მონაცემთა თანამედროვე ბაზა 1961-2014 წლებისათვის;
2. შემუშავებულია სეტყვის ინტენსივობის განმსაზღვრელი სკალა, რომელიც ეყრდნობა სეტყვის შედეგად დაზიანებათა ხარისხის შეფასებებს და დადგენილია კატასტროფული სეტყვიანობის რეგიონები და შესაბამისი ალბათობები;
3. შექმნილია გეოინფორმაციულ რუკათა სერია - სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობების, აგრეთვე, სეტყვის ინტენსივობის რუკები;
4. გამოვლენილია სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების-დღეთა რიცხვი, განმეორებადობები, ინტენსივობა, არეალი, ხანგრძლივობა, მოსვლის პერიოდი, მოსული ნალექების რაოდენობა, გეოგრაფიული კანონზომიერებები, მათი რელიეფის მორფომეტრიულ მახასიათებლებზე დამოკიდებულებები;
5. დადგენილია კლიმატის ანტროპოგენური ცვლილებების გავლენა სეტყვიანობაზე.

კვლევის ობიექტი:

კვლევის ობიექტად შერჩეულ იქნა აღმოსავლეთ საქართველო - საქართველოს ტერიტორია, რომელიც ვრცელდება ლიხის ქედის აღმოსავლეთით, იგი ძირითადად გაშლილია კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთით. ტერიტორიის ფართობია 37.236 ათასი კვ. კმ. აღმოსავლეთ საქართველო საკმაოდ რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებით გამოირჩევა. მის რელიეფში შერწყმულია ღრმა ხეობები, ბრტყელი დაბლობები, ტაფობები, პლატოები და მწვერვალები. რეგიონის ჰიფსომეტრული და მორფოლოგიური მრავალფეროვნება, აგრეთვე, დამახასიათებელი რადიაციული და ცირკულაციური პროცესები, განაპირობებს რთულ მეტეოროლოგიურ პროცესებს, კონვექციური პროცესების ხშირ განვითარებას, რასაც თავსხმა ნალექები და სეტყვა მოაქვს. კვლევის ობიექტად აღმოსავლეთ საქართველოს შერჩევა განპირობებულია აგრეთვე, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტის მიერ სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოებში ჩართვის მზაობით.

ფაქტობრივი მასალა და კვლევის მეთოდები:

შრომის შესასრულებლად ფაქტობრივ მასალად გამოყენებული იყო:

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიისა და თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის ინსტიტუტების საარქივო მასალა და ინსტიტუტებში შექმნილი მონაცემთა ბაზები, მათ შორის, რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტების ფარგლებში მომზადებული მონაცემთა ბაზები (http://rustaveli.org.ge/index.php?module=form_builder&page=proj_files&page_type=view_info&proj_id=2 &edit_id=346);

2. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს დაკვირვებათა მონაცემები;

3. რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული ჩვენი საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებული სეტყვის მონაცემთა ბაზა კახეთისათვის (კახეთის რეგიონში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა (ინტენსივობა, დღეთა რიცხვი, განმეორადობა), DO /63/9-110/13)).

4. კლიმატური ცნობარები.

კვლევაში გამოყენებულ იქნა მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდები და აგრეთვე, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კლიმატოლოგიის და აგრომეტეოროლოგიის განყოფილებაში დამუშავებული კვლევის მეთოდოლოგიური საფუძვლები.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება:

კვლევის შედეგების გამოყენება საშუალებას მისცემს მომხმარებელს, კერძოდ, სოფლის მეურნეობის, გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროებს, დაინტერესებულ ორგანიზაციებსა და ფერმერებს; აგრეთვე, სამეცნიერო დაწესებულებებს, შეასრულოს მრავალნაირი ანალიზი შესაბამისი ამოცანიდან გამომდინარე. მაგალითად, რეგიონის ეკოლოგიური ექსპერტიზა, გლობალური დათბობის გავლენა ექსტრემალურ მოვლენებზე, სტიქიური არეალების დადგენა და ა.შ.

სეტყვიანობის თანამედროვე მსხვილმასშტაბიანი გეოინფორმაციული რუკები, სეტყვის გეოგრაფიული კანონზომიერებები, გამოვლენილი სეტყვის ძირითადი კერები, სეტყვის ინტენსივობის, განმეორადობის და სხვა მახასიათებლები შესაძლებელია საფუძვლად დაედოს ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტების მიერ, სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების დაგეგმვას, საცეცხლე პუნქტების ადგილმდებარეობის შერჩევას, სეტყვის ღრუბლებზე აქტიურ ზემოქმედებას. ხელს შეუწყობს აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების განვითარების 2014-2021 წლების სტრატეგიის დამტკიცების თაობაზე საქართველოს მთავრობის №1364; №1365; №1366; №1373 განკარგულების ფარგლებში, ბუნებრივი კატასტროფების მართვის მიზნებისა და ამოცანების შესრულებას.

პოტენციური მომხმარებლები იქნებიან: გარემოს ეროვნული სააგენტო, გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების, სოფლის მეურნეობის, ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროები, აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების მუნიციპალიტეტები და გამგეობები, ორგანიზაციები, რომელთა საქმიანობა უკავშირდება გარემოს და მისი უსაფრთხოების უზრუნველყოფას. დაინტერესებთ, აგრეთვე, ჯგუფურ და ცალკეულ დაინტერესებულ მკვლევარებს, სოფლის მეურნეობაში დასაქმებულ ორგანიზაციებს, ფერმერებსა და ბიზნესმენებს.

ნაშრომის აპრობაცია და პუბლიკაციები: დისერტაციის კვლევის შედეგები მოხსენდა საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებს (2013-2016 წწ), რომელიც მიემდგნა მეტეოროლოგიისა და კლიმატოლოგიის აქტუალურ პრობლემებს. ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 4 სამეცნიერო ნაშრომში, მათ შორის, საზღვარგარეთის საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალში International science journal "European Geographical Studies" Vol. 2, No. 2, 2014.

ასევე, დისერტაციის კვლევის შედეგები ასახულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისთვის შესრულებულ ანგარიშში, „კახეთის რეგიონში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა (ინტენსივობა, დღეთა რიცხვი, განმეორადობა)“ DO /63/9-110/13, სადაც ჩვენი პროექტი გახდა ფონდის მიერ გამოცხადებულ დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამების საგრანტო კონკურსის გამარჯვებული (2013-2014 წწ).

დისერტაციის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლისა, 4 თავისა და დასკვნისაგან. გამოყენებული ლიტერატურის სია შეიცავს 95 დასახელებას. ნაშრომი შეიცავს 113 ნახეჭდ გვერდს, მათ შორის, 11 რუკას, 20 ცხრილს და 33 ნახაზს.

ნაშრომი სრულდებოდა იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო თემატიკების შესაბამისად. მასში გამოყენებულია ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის და რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტების მონაცემთა ბაზები და რთული გეოინფორმაციული ტექნოლოგიები. ცხადია, ასეთი მოცულების სამუშაოს შესრულება ერთი პიროვნებისათვის შეუძლებელი იყო, ამიტომ მომიწია მუშაობა საკმაოდ წარმომადგენლობით შემოქმედებით ჯგუფებთან ერთად, რომლებმაც დიდი წვლილი შეიტანეს სამუშაოს შესრულებაში. უპირველეს ყოვლისა მადლობა მინდა გადავუხადო დახმარებისათვის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის დირექტორს თ.ცინცამეს, ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარეს ნ.ბეგალიშვილს, აგრეთვე, ბ.

ბერიტაშვილს, ნ.კაპანაძეს, მ.მელაძეს, ნ.არუთინიანს, მ.ტატიშვილს, რ.მესხიას, ლ.ქართველიშვილს, რომელთაც დიდი დახმარება გამიწიეს მონაცემთა ბაზების დამუშავებაში, მოდელების შექმნაში და გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებაში. დიდ მხარდაჭერას ვგრძნობდი იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის დეკანის თ.მჭედლურის, აგრეთვე, ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლებისა და დამხმარე პერსონალის მხრიდან. ნაშრომი ვერ მიაღწევდა თავის ლოგიკურ დასასრულს, რომ არა ჩემი ხელმძღვანელების – პროფესორების ე.ელიზბარაშვილისა და ა.ამირანაშვილის ყოველდღიური ზრუნვა, რასაც ვგრძნობდი დისერტაციის შესრულების ყველა ეტაპზე. უღრმეს მადლობას მოვახსენებ ყველა ჩამოთვლილ პირს.

თავი I

სეტყვიანობის პრობლემა

1.1. სეტყვა, მისი წარმოშობის მექანიზმი და გავრცელების ძირითადი რაიონები

სეტყვა - სხვადასხვა ზომის, სფეროსებრი ცინულოვანი მასაა, რომლის რადიუსი საშუალოდ 5-დან 25მმ-მდე მერყეობს, იგი შედგება უმთავრესად გამჭვირვალე გულისაგან, რომლის გარშემოც გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ცინულოვანი ფენები ცვლიან ერთმანეთს. სეტყვა წარმოადგენს ცინულოვან ნალექს, ის წარმოიშობა ჭექა-ქუხილის გროვა-წვიმის ღრუბლების წინა ნაწილში, სადაც ინტენსიურია აღმავალი დენები. აღნიშნულ ღრუბლებში ხდება კონვექციური პროცესების ინტენსიური განვითარება, რომლის დროსაც თბილი ჰაერის აღმავალი დენების სიჩქარე 10მ/წმ-ზე მეტია და ხშირ შემთხვევაში იგი 25-35 მ/წმ-საც აღწევს.

სეტყვის წარმოშობის თეორიებიდან საინტერესოა ა. ვეგენერის მოსაზრება, მისი აზრით სეტყვა წარმოადგენს სუბლიმაციის შედეგს, ე.ი. წყლის ორთქლი ეხება რა გაციებულ ცინულის კრისტალს, ეგლისება მას თხელი წყლის ფენის სახით, რის შედეგადაც სეტყვა მატულობს ზომაში. მაგრამ ეს აზრი გულისხმობს წინასწარ ჰაერში გაციებული ცინულის არსებობას. გროვა-წვიმის ღრუბელში რომ გაციებულ წყლის წვეთებთან თოვლის კრისტალებიც დაცურავენ, ეს უდავოა, მაგრამ სუბლიმაცია არ შეიძლება იყოს ერთადერთი და ისიც ძირითადი მიზეზი სეტყვის ზომის ზრდისა აღმავალ ნაკადში.

ა. ვეგენერის ამ აზრის უარყოფა არ იქნებოდა სწორი, მაგრამ აქ მხედველობაში სხვა ფაქტორებიც უნდა იქნეს მიღებული, რომელთა შედეგად სეტყვა ზომაში უფრო სწრაფად მატულობს. ეს არის სეტყვის მცირე ნაჭრების მიტყუპება ანუ მათი კოაგულაცია. ამას მოწმობს სეტყვის უმეტეს წილად მუწუკოვანი ფორმა, ხოლო ფენოვანება ამართლებს ა. ვეგენერის აღნიშნულ აზრს. სეტყვის ორი პატარა ნაჭრის შეტყუპების დროს მაცემენტებელი სითხის როლს ასრულებს გაციებული წყლის წვეთები, რომლებიც მათ ორივეს ერთდროულად ეგლისება[25].

სეტყვის ღრუბლების წარმოშობა ხდება ღრუბლების გადაცივებულ ნაწილში - 0⁰-იანი იზოთერმას ზემოთ. ამ ზონაში ჩანასახოვან მდგომარეობაში მყოფი გადაცივებული

წყლის წვეთების და ყინულის კრისტალების ზრდა, საწყის ფაზაში, მიმდინარეობს კონდენსაციური და სუბლიმაციური, ხოლო შემდგომ გრავიტაციული კოაგულაციის გზით. მათი დიდ ზომამდე დამსხვილება ხდება წყლის წვეთების მნიშვნელოვანი აკუმულაციის დონეზე, რომელიც განლაგებულია იმ სიმაღლეზე, სადაც შეინიშნება ვერტიკალური მიმართულებით აღმავალი ჰაერის ნაკადის მაქსიმალური სიჩქარე (ღრუბლების შუა ნაწილი ან ცოტა მაღლა). რაც უფრო მატულობს ჰაერის ვერტიკალური სიჩქარე და ღრუბლების წყლიანობა, მით უფრო ინტენსიურად იზრდება ჩანასახოვანი სეტყვის ზომა. ვერტიკალური სიჩქარეც და ღრუბლების წყლიანობაც დამოკიდებულია ღრუბლების სიძლიერეზე, რომლის ზრდითაც მატულობს ორივე ელემენტის მნიშვნელობები. აღნიშნულის საილუსტრაციოდ შეგვიძლია მოვიყვანოთ გ. სულაქველიძის გამოთვლების შედეგები: დავუშვათ ღრუბლის სიმძლავრე 6 კმ-ია, ხოლო ვერტიკალური სიჩქარე - 10-15 მ/წმ, მაშინ 0⁰-იანი იზოთერმიის დონეზე ღრუბლების წყლიანობის 1-დან 5 გ/მ³-მდე მომატების პროცესში, სეტყვის ზომა შეიძლება ორჯერ და მეტად გაიზარდოს. მსგავსი მდგომარეობაა მაქსიმალური ვერტიკალური სიჩქარის მომატების პირობებშიც.

ხშირ შემთხვევაში, ღრუბლებიდან გამოყოფილი სეტყვის მარცვლები ვარდნის პროცესში გზაშივე დნება და დედამიწაზე მსხვილი წვიმის წვეთების სახით გვევლინება. ეს დამოკიდებულია 0⁰-იან იზოთერმას განლაგების სიმაღლეზე, ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდეზე (რაც უფრო მეტია γ , მით უფრო დაბლა იწევს 0⁰-იანი იზოთერმას სიმაღლე) და სეტყვის მარცვლის ზომაზე. როგორც გ. სულაქველიძის და მისი მოწაფეების გამოკვლევები გვიჩვენებენ, 4 მმ რადიუსის მქონე სეტყვის მარცვალი შეიძლება მთლიანად გადნეს (როცა $\gamma=0,65-0,80$ გრ/100 მ) თუ 0⁰-იანი იზოთერმა განლაგებულია 2-3 კმ სიმაღლეზე, ხოლო 8მმ-იანი რადიუსისთვის - 4-5 კმ-ზე.

აღსანიშნავია, რომ მცირეწყლიან ღრუბლებში სეტყვის მარცვლების სიმკვრივე (0,5-0,7 გ/სმ³) გაცილებით ნაკლებია უხვწყლოვან ღრუბლებში წარმოშობილ სეტყვასთან შედარებით (0,9 გ/სმ³). ეს იმითაა გამოწვეული, რომ პირველში ჩანასახოვანი სფეროკრისტალები ზომაში მატულობენ სხვადასხვა ფორმის თოვლის ფიფქისა და

ყინულის კრისტალების შემომარცვლის გზით, მისი ზედაპირი იფარება გაუმჭვირვალე ყინულის ქერქით, რომლის სიმკვრივე შედარებით მცირეა.

რაც შეეხება უხვწყლიან ღრუბლებში გაჩენილ სეტყვას, ის ზრდას განიცდის სფეროკრისტალის გლუვ ზედაპირზე გადაცივებული წყლის წვეთების თანაბრად დალექვისა და შეყინვის პირობებში, ამიტომაც სეტყვის ქერქის ზედაპირი უფრო გამჭვირვალე სახეს ღებულობს, ხოლო მისი ზრდის ინტენსივობა და სიმკვრივე გაცილებით აღემატება ზემოაღნიშნულისას.

ცნობილია, რომ კონვექციური წარმოშობის გროვა-წვიმის ღრუბლების წყლიანობა მნიშვნელოვნად იცვლება დროსა და სივრცეში (მის სხვადასხვა ნაწილში განსხვავებულია); აღნიშნულ გარემოში სფეროკრისტალები განიცდიან სწრაფ ადგილმონაცვლეობას ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით, რის შედეგადაც დამსხვილებული სეტყვის მარცვლების აგებულებაში აშკარად შეინიშნება ფენობრიობა, სადაც გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ფენები მორიგეობით ცვლიან ერთმანეთს[10].

სეტყვის ფორმათა დიდი ნაირნაირობა მოწმობს, რომ მისი წარმომშობი ძირითადი აეროდინამიკური მიზეზები გამოვლინდება ბუნებაში ამა თუ იმ სახით იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ჰაერის ტემპერატურა, შემადგენელი ნაწილების სახე და ფორმა (თხიერი, მყარი -კრისტალური), მათი საერთო რაოდენობა და განაწილება გროვა-წვიმის ღრუბლის სხვადასხვა ფენაში.

სეტყვის სიმსხო-სიდიდე დიდად არის დამოკიდებული დედამიწის ზედაპირის გათბობაზე და აქედან-კონვექციის სიძლიერეზე. გარდა ამისა, სეტყვისათვის საჭიროა, აგრეთვე, თვით ატმოსფერო იყოს განწყობილი არამდგრად, ანუ უფრო სწორად რომ ვთქვათ, ნოტიო არამდგრადად.

მსხვილი სეტყვა, როგორც წესი, ზაფხულობით იცის, როცა ჰაერის ტემპერატურა 20° , ზოგჯერ 30° აღემატება. ამას ორი მიზეზი აქვს. ერთი ის, რომ მსხვილი სეტყვისათვის საჭიროა ელქექის ღრუბლის დიდი ვერტიკალური ზრდა, რაც დიდი სიცხეების დროს ხდება. მეორე ის არის, რომ 0° -იანი იზოთერმა უნდა აცილებული იყოს ღრუბლის ფსკერს (ბაზას) რაც შეიძლება მეტად.

ცნობილია სეტყვის ისეთი ნიმუშები, რომელთა გულში მტვრის ნაწილაკები ან სხვა მცირე ზომის მინერალური ნაწილაკებია მოქცეული. მათი წარმოშობა მიეწერება ძლიერ აღმავალ დენას, რომელთაც შეუძლია ზევითკენ აიტაცოს მტვრის მძიმე ნაწილაკები, რომლებზედაც გაციებული წყლის წვეთები იყინება. როცა ჰაერში ატაცებული მტვერი ბევრია, მაშინ სეტყვა ჭუჭყიანია. ქიმიური ანალიზის შედეგად გამორკვეულია, რომ სეტყვის დაჭუჭყიანება თიხის, კვარცის და მიწიდან ატაცებული სხვა ნაწილაკებისგანაა გამოწვეული.

მრავალრიცხოვანი ლიტერატურული მონაცემებით, სეტყვაში არა მარტო მტვრის ნაწილაკებს, არამედ ზოგჯერ უფრო მსხვილ საგნებსაც პოულობენ, მათ შორის, მწერებსა და წვრილ ცხოველებსაც (კუ, თევზი). ამისი ახსნა ადვილად შეიძლება თუ გავითვალისწინებთ, რომ ძლიერ ქარბორბალას შეუძლია აიტაცოს უფრო მძიმე საგნებიც, რომელთაც ცივ ჰაერში მოხვედრისას გაციებული წყლის წვეთები ეყინება, რითაც წარმოიქმნება დიდი ზომის სეტყვის ნაჭრები[25].

სეტყვის ზრდასთან ერთად მისი ვარდნის სიჩქარეც ღრუბლებს შიგნით მატულობს, მაგრამ ინტენსიური აღმავალი დენები მას ისევ მაღლა აიტაცებენ. სეტყვის მარცვლების რამდენჯერმე ასვლა და ჩამოსვლა იწვევს მის იმ ზომამდე დამსხვილებას, რომ შესაძლებელი ხდება აღმავალი დენების ძალთა გადალახვა და მისი მოსვლა დედამიწაზე. ღრუბლების დიდი წყლიანობისა და აღმავალი დენების ინტენსიური მოქმედებისას 1 მმ დიამეტრის მქონე ყინულის ნაწილაკები 30 წუთის განმავლობაში შეიძლება 3 სმ-ით გაიზარდოს.

მეცნიერთა ჯგუფმა გ. სულაქველიძის ხელმძღვანელობით, რომელიც შეისწავლიდა სეტყვის წარმოშობის პირობებს ჩრდილო კავკასიაში, დაადგინა, რომ უმრავლეს შემთხვევაში სეტყვის ყველაზე უფრო ინტენსიური ზრდა მიმდინარეობს კონვექციური ღრუბლების იმ ფენაში, სადაც ტემპერატურა -2 , -15° -ის ინტერვალში იცვლება, ხოლო მისი საშუალო მოცულობა $10-15\text{კმ}^3$ და, იშვიათ შემთხვევაში, 30კმ^3 -ს არ აჭარბებს.

მეცნიერებს მიაჩნიათ, რომ გროვა-წვიმის ღრუბლებიდან მოსული მთელი ნალექების $2/3$ მოდის თავსხმა წვიმაზე, ხოლო დანარჩენი $1/3$ - სეტყვაზე. სეტყვას ახასიათებს სხვადასხვა სიგანისა და სიგრძის ზოლისებრი გზა; სეტყვის გზის სიგრძე შეიძლება

იცვლებოდეს რამდენიმე კილომეტრიდან 100 კმ-დეც კი, ხოლო სიგანე მერყეობს 1-2 კმ-დან 15-20 კმ-მდე.

სეტყვა დიდ ზიანს აყენებს ქვეყნების ეკონომიკას და განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობას. ხშირად ინტენსიური სეტყვა იწვევს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მთლიანად განადგურებას, პირუტყვის დახოცვას, იგი ზოგჯერ ადამიანის სიცოცხლესაც უქმნის საფრთხეს. სეტყვა გავრცელებულია დედამიწის უმეტეს რაიონში, ის დიდ პრობლემებს უქმნის მსოფლიოს მრავალ ქვეყანას-იტალიას, საფრანგეთს, ამერიკის შეერთებულ შტატებს, რუსეთს, მოლდავეთს, ავსტრალიას, უნგრეთს, პოლონეთს, ჩინეთს, არგენტინას, კავკასიის და შუა აზიის ქვეყნებს და ა.შ.

სეტყვა განსაკუთრებით საშიშია იმ რაიონებში, რომლებიც ხასიათდება რელიეფის სირთულით, ზღვის დონიდან დიდი სიმაღლით, ჰაერის მასების მაღალი ტენიანობით, ასევე, დედამიწის ზედაპირის მაღალი ტემპერატურით, რომელიც ხელს უწყობს კონვექციის გაძლიერებას[10].

სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განაწილებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლე. ჩრდილოეთ კავკასიის მთიანეთში ადგილის სიმაღლის ზრდა 500მ-დან 2500მ-მდე იწვევს სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის 2-3 ჯერ ზრდას, ხოლო სიმაღლის კიდევ უფრო ზრდის შემთხვევაში, სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა არ იცვლება და 3000მ-დან საერთოდ წყდება[71].

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ცენტრალურ ნაწილში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ზრდა 2500-2800მ-მდე გრძელდება, შემდეგ კი მცირდება. სეტყვიანობის ზრდის ეფექტი ძლიერდება აღმავალი დენების განვითარებით წინააღმდეგობების დაძლევისას ტურბულენტულობის გაძლიერებით ჰაერის მიწისპირა შრეებში, შედეგად ხდება კონვექციური ღრუბლიანობის გაზრდა, თუმცა, სიმაღლის ცვლილებით სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილების ხასიათი დამოკიდებულია კონკრეტულ რაიონზე, მის კლიმატურ თავისებურებებზე, დახრილობის ექსპოზიციაზე და სხვა ფაქტორებზე[79].

სეტყვისგან მიყენებული ზარალის მასშტაბები დამოკიდებულია მოსული სეტყვის მარცვლების სიდიდეზე. სასოფლო სამეურნეო კულტურებს მნიშვნელოვან ზარალს აყენებს წვრილი ინტენსიური სეტყვა, თუმცა, განსაკუთრებით საშიშია 10-15 მმ

დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლები, ხოლო 30-40 მმ და მეტი დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლებს შეუძლიათ მთლიანად გაანადგუროს ნათესები, დახვრიტოს სახლების სახურავები, დაამსხვრიოს ფანჯრები, დახოცოს შინაური ფრინველი და წვრილფეხა საქონელი. იშვიათ შემთხვევებს სეტყვიანობისა, როდესაც სეტყვის მარცვალი იწონის 100-200გ-ს და ქათმის კვერცხის ტოლიცაა, შეუძლია იყოს ადამიანის დაღუპვის მიზეზი. საქართველოსთვის უმეტეს შემთხვევებში დამახასიათებელია წვრილი ინტენსიური სეტყვის მოსვლა - დაახლოებით 70%; სეტყვიანობის განმეორადობა, საშუალო(20-30 მმ) და მსხვილი (30 მმ და მეტი) დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლებისა, შეადგენს 25-30%-ს. ამასთან, (30-50 მმ) დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლების მოსვლის განმეორადობა საქართველოში შეადგენს 10%-ს, და ბოლოს სეტყვიანობის შემთხვევათა 4% მოდის 50 მმ და მეტი დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლების მოსვლაზე. ჩვეულებრივ სეტყვა მოდის გროვა-წვიმის ღრუბლებიდან, თუმცა, ხშირად სეტყვის მოსვლა სხვა სახის ღრუბლებიდანაც შეინიშნება, უმეტესად სეტყვის მოსვლა ფიქსირდება დადებითი ჰაერის ტემპერატურის შემთხვევაში 15-20°C დიაპაზონში, თუმცა, ხშირია სეტყვის მოსვლის შემთხვევები არა მოცემულ დიაპაზონში - 10-15 და 21-25 °C დროს. მეტეოსადგურების დაკვირვებათა მონაცემებით, 5°C -ზე ნაკლები და 30°C -ზე მეტი ჰაერის ტემპერატურისას, სეტყვიანობა იშვიათად გვხვდება. გამონაკლისს შეადგენს მაღალმთიანი მეტეოსადგურები (ზღვის დონიდან 2000 მ-ზე მეტი), სადაც ტემპერატურის საერთო დაკლებასთან დაკავშირებით 5°C და ნაკლებ ჰაერის ტემპერატურისას შეინიშნება სეტყვიანობა[73].

სეტყვის მოსვლისას ფარდობითი ტენიანობის მნიშვნელობა მერყეობს ფართო საზღვრებში და შეიძლება მოიცავდეს 30-100%-ს. ხშირად ძლიერ სეტყვას წინ უსწრებს ჭექა-ქუხილი, თავსხმა წვიმა, ძლიერი ქარი 20-30 მ/წმ-ში, ასეთ დროს სეტყვისაგან მიყენებული ზარალი განსაკუთრებით დიდია[73], როგორც მაგალითად 2012 წლის 19 ივლისს თელავისა და გურჯაანის რაიონებში.

ქვემოთ მოყვანილია ზოგიერთი წლების მონაცემები საქართველოსთვის სეტყვის მოსვლის შემთხვევისა დღეებში და მის მიერ მიყენებული ზარალის ოდენობა ლარში.

საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვის მოსვლის შემთხვევა დღეებში და
მიყენებული ზარალი (1995-2011 წ.წ)

წელი	შემთხვევათა დღე	ზარალი მლ.ლ.
1995	7	12.7
1996	11	17.0
1997	14	35.0
1998	12	8.5
1999	9	6.9
2000	7	5.8
2001	8	10.4
2002	8	6.8
2003	7	6.0
2004	11	12.5
2005	19	6.9
2006	11	6.2
2007	7	5.0
2008	5	2.9
2009	15	9.5
2010	15	6.9
2011	14	6.2
	180	165.2

როგორც 1.1.1 ცხრილიდან ჩანს, ამ პერიოდში ყველაზე დიდი ზარალი სეტყვამ ქვეყანას 1997 წელს მიაყენა, რამაც 35 მლ.ლ შეადგინა.

როგორც დაკვირვებებმა ცხადყო, სეტყვა დიდ ზარალს იწვევს საქართველოში-განსაკუთრებით აღმოსავლეთში. დასავლეთ საქართველოში სეტყვა წლის ყველა დროშია მოსალოდნელი, მაგრამ დიდი ინტენსივობით არ გამოირჩევა. უფრო მეტად, აქ ხორხოშელა იცის, რასაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის რაიმე მნიშვნელოვანი ზიანის მიყენება არ შეუძლია. აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვა საგრძნობლად ანადგურებს აგრალურ კულტურებს. სეტყვა აქ მხოლოდ წლის თბილ პერიოდში იცის (მარტი - ოქტომბერი), განსაკუთრებით კი მაის-ივნისში, კახეთში წლიურად 2-3 დღეა სეტყვიანი. ადგილის სიმაღლის მასშტაბით იზრდება სეტყვიან დღეთა რიცხვი; ამ მხრივ აღსანიშნავია ჯავახეთის ზეგანი (ფარავანის ტბის მიდამოები), სადაც 10-15 დღეა სეტყვიანი.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, გროვა-წვიმის ღრუბლების წარმოშობა და სეტყვის მოსვლა ძირითადად დაკავშირებულია ცივი ფრონტის (პირველი და მეორე სახის) გავლენასთან და შიდამასურ კონვექციურ პროცესებთან. როგორც ვ. გიგინეიშვილის გამოკვლევებიდან ირკვევა, საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვის მოვლენების თითქმის 85% გამოწვეულია ზემოაღნიშნული პროცესების (ცივი ფრონტი და შიგამასური) განვითარების ინტენსივობაზე და მისი გადაადგილების მიმართულებაზე[10]. აღნიშნული ავტორი გარკვეულ როლს ანიჭებს, აგრეთვე, ოკლუზიის ფრონტსაც, რომელზეც დაახლოებით სეტყვიანობის 15% მოდის.

1.2 სეტყვიანობის კვლევა საქართველოში

გამოჩენილი ქართველი გეოგრაფი და მოგზაური ვახუშტი ბატონიშვილი თავის წიგნში „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“ კახეთში სეტყვიანობის შესახებ ცნობებს არ იძლევა. შეუძლებელია იგი მას გამორჩენოდა, მითუმეტეს, რომ შუა საუკუნეებში კახეთში საკმაოდ განვითარებული იყო სოფლის მეურნეობა, მოჰყავდათ მარცვლეული კულტურები, ყურძენი, ხილი, ბამბა და სხვ. მაგრამ მაშინ ალაზნის ველის დიდი ნაწილი (80%-ზე მეტი 1730-1740წწ[16]) ტყით ყოფილა დაფარული, რაც ამცირებდა კონვექციულ პროცესებს და სეტყვიანობას[10]. არსებული ტყის საფარი დროთა განმავლობაში შემცირდა, რის შედეგადაც გაძლიერდა სეტყვის გამომწვევი კონვექციური პროცესები. მაგალითად, 1877 წლის ივლისში გაზეთი „ივერია“ წერდა, რომ 4 ივლისს შესანიშნავი ამინდის დროს, შუადღიდან ამოვარდა ძლიერი გრიგალი, ჩამოხნელდა, დაუშვა თავსხმა წვიმა, რასაც სეტყვა მოჰყვა, მისი მარცვლები მტრედის კვერცხის ზომისა იყო. მთლიანად განადგურდა ნათესები და ვენახები გურჯაანში, ვეჯინში, ბაკურციხეში და მიმდებარე სოფლებში[43].

საქართველოში სეტყვიანობის კვლევას დიდი ხნის ისტორია აქვს. სეტყვიანობის პრობლემისადმი საქართველოში მიძღვნილია მრავალრიცხოვანი ლიტერატურა, ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევები ფართო სპექტრს მოიცავს, როგორც სეტყვიანობის კლიმატოლოგიას[1,57,59,72,80], ასევე სეტყვის ჩამოყალიბების

მექანიზმის შესწავლასა [48] და სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების მეთოდოლოგიასა და შედეგებს [45,60,65,75,83].

სეტყვის წარმოშობის ცირკულაციური ფაქტორების პირველი კვლევა საქართველოში ვ.გიგინეიშვილს ეკუთვნის (1960). მან დაადგინა, რომ ყველაზე ხშირად სეტყვა წარმოიქმნება ცივი ფრონტის გავლისას, შედარებით იშვიათად ტალღური აღრევების დროს. სეტყვის წარმოქმნის შიდამასურ პროცესებზე დაახლოებით 17% მოდის. აღმოსავლეთ საქართველოში ვ. გიგინეიშვილი [59] სეტყვიან დღეთა სიხშირის მიხედვით გამოყოფს სამ ძირითად რაიონს: 1. სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ცენტრალურ ნაწილს; 2. კავკასიონის ქედის სამხრეთ აღმოსავლეთ ფერდობს და 3. ალაზნის ველს ანუ შიდა კახეთს. მათ შორის სეტყვიანობის სიხშირით გამოირჩევა სამხრეთ მთიანეთის ცენტრალური ნაწილი. პირველ ორ რაიონში სეტყვით გამოწვეული ზარალი უმნიშვნელოა, რადგან აქ უმეტესად სამოვრები ისეტყვება.

ვ. გიგინეიშვილი [59] გამოყოფს ასევე მიკრო რაიონებს, სადაც სეტყვის მოვლენა განსაკუთრებით ხშირია და საიდანაც უმეტესად იწყება მისი ტრაექტორია. ასეთ პუნქტებს უწოდებს სეტყვის მოვლენის კერებს, რასაც განაპირობებს რელიეფი, ეს პუნქტებია: ბაკურიანი, აბასთუმანი, გუდაური და ცივ-გომბორი. ეს უკანასკნელი რაიონი მოიცავს მთელ რიგ სეტყვის კერებს - ცივი, გომბორი და სათიბე, საიდანაც მოვლენა ვრცელდება გომბორის ქედის გასწვრივ და მიემართება მდ. ალაზნისა და იორის ხეობებისკენ. კახეთში სეტყვას, მიუხედავად არაფრონტალური ხასიათისა, გადანაცვლებისას აქვს ტენდენცია მნიშვნელოვან ტერიტორიაზე გავრცელების, ამიტომ მისი ყოველი წარმოქმნისას დიდია საშიშროება სოფლის მეურნეობისათვის.

სეტყვა ხშირია ბორცვიან და პლატოსმაგვარ რელიეფზე, ნაკლებია დაბლობსა და მდინარის ხეობაში. ადგილობრივი წარმოშობის სეტყვა ხასიათდება კერების განვითარებით და დადგენილი ტრაექტორიით.

სეტყვის პროცესი ვ. გიგინეიშვილის [59] გამოკვლევებით უმეტესად მათ გზაზე მდგარი ქედების შემოვლით ხდება. ერთი მხრივ სეტყვის განმეორებაში მხოლოდ ადგილის სიმაღლე მნიშვნელოვან გავლენას არ ახდენს, დიდ როლს თამაშობს აგრეთვე სხვა ფაქტორები: ოროგრაფია, მცენარეული საფარი, ქედების ორიენტაცია

გაბატონებული ჰაერის მასების მიმართ და სხვა. მაგ. როკის რაიონი, რომელიც 1800 მ. სიმაღლეზეა სეტყვის განმეორება არის 1.8 დღე წელიწადში, მაშინ როცა სად. თელავის მონაცემებით, რომელიც მდებარეობს 562მ - არის 2.7 დღე [80].

სეტყვის მოსვლის ხასიათის მიხედვით ი.სულაქველიძემ (1988) საქართველოში გამოყო 5 რაიონი: შავი ზღვის სანაპირო, კოლხეთის დაბლობი, აჭარა-თრიალეთის ქედი, აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ ნაწილი და აღმოსავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთ ნაწილი. მანვე დაადგინა სეტყვის პროცესების ძირითადი ტრაექტორიები - ბაკურიანი, აბასთუმანი, გუდაური და ცივ-გომბორის ქედი. სეტყვის ჩამოყალიბების ფიზიკური პროცესების კვლევაში და მასზე აქტიური ზემოქმედების მეთოდების ჩამოყალიბებაში დიდი დამსახურება აქვს გ.სულაქველიძეს, ა.ქარცივაძეს, ვ.ლომინაძეს, ა.ორჯონიკიძეს, ი.ბართიშვილს, თ.დავითაიას, ბ.ბერიტაშვილს, ნ.ბეგალიშვილს, ა.ამირანაშვილს, კ.თავართქილაძეს, მ.ვათიაშვილს და სხვებს [48,52-54,64,65,71]. უკანასკნელ წლებში (2008-2010) სეტყვის პარამეტრების სტატისტიკური ანალიზი მთლიანად საქართველოსთვის რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის ფარგლებში ჩაატარა ა.ამირანაშვილმა. მან შეადგინა სეტყვის პერიოდულობის რუკა საქართველოს ტერიტორიისათვის. მიღებული რუკა კარგად შეესაბამება ი.სულაქველიძის დარაიონებას, უფრო მეტიც, აზუსტებს რაიონების საზღვრებს. ა.ამირანაშვილის თანახმად, სეტყვის პროცესები განსაკუთრებით აქტიურია სამხრეთ საქართველოს მთიანეთზე, აგრეთვე, ცივ-გომბორის ქედზე და აღმოსავლეთ კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე.

აღმოსავლეთ საქართველოში ჰაერის სტრატეფიკაციის არამდგრადობა მაქსიმუმს გაზაფხულის მეორე ნახევარში აღწევს, რაც ე. ნაფეტვარიძის [61] აზრით ქვეფენილი ზედაპირის გათბობით და ამავე დროს, კავკასიონის მაღალმთიან სარტყელში თოვლის არსებობით აიხსნება. გაზაფხულზე სინქრონულად დაწყებული ფრონტის სამხრეთ ტოტის ჩრდილოეთისაკენ გადანაცვლება და ამ ფრონტზე გაჩენილი ტალღური და ციკლონური მოქმედება კიდევ უფრო აძლიერებს ჰაერის სინოტივის არამდგრადობას, ავითარებს კონვექციულ ღრუბლებს, რომელსაც უხვ წვიმებთან ერთად ხშირად სეტყვაც ახლავს.

კახეთის რეგიონი მოიცავს მდ. ალაზნის ველს და მდ. იორის პლატოს ნაწილს, ჩრდილო-აღმოსავლეთით შემოსაზღვრულია კავკასიონის ქედით, ჩრდილო-დასავლეთით კახეთის ქედით, დასავლეთით და სამხრეთ-დასავლეთით ცივგომბორის ქედით. აქ კონვექციული პროცესები ხშირად დაკავშირებულია დასავლეთის შემოჭრებთან და იშვიათად აღმოსავლეთის შემოჭრებთან. ჩვეულებრივ ეს პროცესები ცივი ფრონტის შემთხვევაში ვითარდებიან, განსაკუთრებით მაის-ივნისში. მეტეოსადგურების მონაცემებით სექციან დღეთა რიცხვი 3-ზე მეტია. ყველაზე დიდი განმეორება 70% ახასიათებს დამყარებულ და არადამყარებულ სექციის პროცესებს, მცირე 9%, რომელიც გადადის უჯრედოვან სტადიაში. თუმცა, ამ უკანასკნელით მიყენებული ზარალი დიდია და მან შეიძლება 80% მიაღწიოს [49].

სექციის უმეტესი პროცესების ჩასახვა ხდება კახეთის ფარგლებს გარეთ, სექციასაშიში ღრუბლები მოძრაობენ გომბორის ქედის გასწვრივ, რომელიც ატმოსფეროს ქვედა ფენიდან ივსება თბილი ნოტიო ჰაერის მასებით, რაც იწვევს სექციანობის ინტენსიფიკაციას, შემდეგ ისინი აღწევენ ალაზნის ხეობის სიღრმეში და მოიცავენ ალაზნის ველს და იორის ზეგნის ნაწილს.

სექციის ტრაექტორიის პირველი ჯგუფი მოიცავს: თრიალეთის ქედის მთიანეთს, აბასთუმანი-ახალციხის რაიონებს; მეორე ჯგუფი - ცივ-გომბორის ქედს; მესამე კი კავკასიონის ცენტრალურ რაიონს და მის სამხრეთ ფერდობს.

სექციის ინტენსივობა დამოკიდებულია მის დიამეტრზე ამ მოვლენის ხანგრძლივობაზე. თეთრიწყაროსა და დმანისის რაიონებში 1974 წელს დაფიქსირდა სექციის დიდი ზომის მარცვლები. ზოგიერთი მათგანის წონა შეადგენდა 300გრ და მეტს [79,80]. ინტენსიური სექციის გავრცელების რაიონებია: ბორჯომი, გორი, დუშეთი, თბილისი, ბოლნისი, დმანისი, საგარეჯო, თელავი, ლაგოდეხი, წნორი, სიღნაღი.

სექციის ხშირი განმეორებით ხასიათდება ჯავახეთის მთიანეთი, მესხეთის და თრიალეთის ქედების სამხრეთ კალთები, კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნაწილი. ამ რაიონების ცალკეულ ადგილებში სექციან დღეთა საშუალო რიცხვი წელიწადში აღწევს 9-10 (ბაკურიანი). ასეთივე განმეორებით ხასიათდება ცენტრალური კავკასიონის მაღალმთიანი სარტყელი 1900-2200 მ ფარგლებში და კახეთის ქედის თხემი.

ხშირია აგრეთვე სეტყვის განმეორება მდინარეების: ალგეთის და ქციას აუზების შუა ნაწილში, გომბორის ქედის სამხრეთ-აღმოსავლეთ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე [80].

როგორც ზემოთ აღინიშნა, სეტყვის განმეორება ადგილის სიმაღლის მიხედვით მატულობს (ცხრ. 1.2.1).

ცხრილი 1.2.1

საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით

სიმაღლის სარტყელი მ.	სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა	გრადიენტი
500 -1000	1.86	-
1000 – 1500	3.67	1.81
1500 – 2000	6.71	3.04
2000 -2500	5.72	0.99

ამ ცხრილის ანალიზმა გამოავლინა, რომ საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა მატულობს 2000 მ სიმაღლემდე, ხოლო ზემოთ კლებულობს.

აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა რაოდენობა დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით წლის განმავლობაში მატულობს და შეადგენს - კახეთში 2-3; სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში - 7-10; კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში - 6 და მეტ დღეს. უმეტეს სეტყვიან დღეთა რაოდენობა კი გვხვდება სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში და კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში და აღემატება 20 დღეს წლის განმავლობაში. აქ სეტყვის პროცესები შეინიშნება წლის თბილ პერიოდში და უმეტესად აქტიურია გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში, როდესაც კონვექციური ღრუბლებისათვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება. სეტყვიან დღეთა რიცხვი სეზონური სვლისას ძირითადად მოდის მაისსა და ივნისზე, ხოლო კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში სეტყვის მოსვლის მეორადი მაქსიმუმი ფიქსირდება სექტემბერში[39,40,44,47,50,59,62,73,79,81,86].

თავი II.

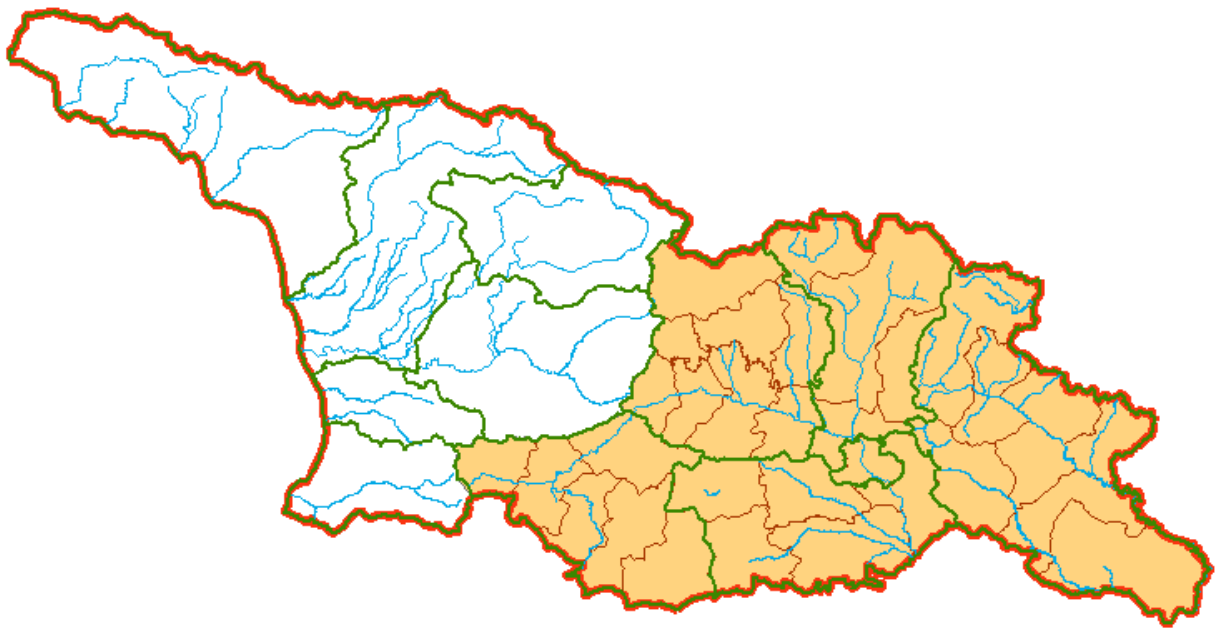
აღმოსავლეთ საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული დახასიათება

2.1 გეოგრაფიული მდებარეობა და რელიეფი

საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებები, მისი ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონება და ლანდშაფტური დიფერენციაცია განხილულია მრავალრიცხოვან ლიტერატურაში[11,19,20,26,58]. რადგანაც სადისერტაციო ნაშრომი ემდგნება სექციანობის კვლევას აღმოსავლეთ საქართველოში, ჩვენ შემოვიფარგლებით მხოლოდ აღმოსავლეთ საქართველოს განხილვით.

აღმოსავლეთ საქართველო - საქართველოს ტერიტორიის მონაკვეთია, რომელიც ვრცელდება ლიხის ქედის აღმოსავლეთით. საქართველოს აღმოსავლეთი ნაწილის ტერიტორიაზე მდებარეობს ვრცელი რეგიონები: შიდა ქართლი, ქვემო ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი, სამცხე-ჯავახეთი და კახეთი (ნახ. 2.1.1). მის ტერიტორიაზეა აგრეთვე ისტორიულ-გეოგრაფიული მხარეები: ფშავი, ხევსურეთი, ხევი, მთიულეთი, თუშეთი და ერწო-თიანეთი და სხვ.

აღმოსავლეთ საქართველო მდებარეობს ამიერკავკასიის ცენტრალურ ნაწილში, ევრაზიის კონტინენტის სამხრეთ მთათა დიდ ზოლში, ზომიერ სარტყელში, ჩრდილო განედის 41° და 42° 46' შორის და აღმოსავლეთ გრძედის 43° 29' და 46° 44' შორის. ასეთი მდებარეობა აპრობებს მისი ტერიტორიის რელიეფის მთიან ხასიათს, კლიმატურ თავისებურებებსა და ლანდშაფტის ნაირგვარობას. საქართველოს აღმოსავლეთი ნაწილის ტერიტორია ძირითადად გაშლილია კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთით, თუმცა, მცირე ნაწილი მთავარი წყალგამყოფის ჩრდილოეთითაც გადადის. ეს არის საქართველოს ის ნაწილი, მთების ზილგახობისა (დასავლეთით) დაშავიკლდის (აღმოსავლეთით) შორის მონაკვეთზე წყალგამყოფის ჩრდილო ფერდობზეც რომ გადადის. ამ ნაწილს უჭირავს მდინარე ანდის ყოისუს ზემო აუზი — თუშეთი, აგრეთვე მდინარეების: თერგის, ასას და არლუნის ზემო დინებათა აუზები.



ნახ. 2.1.1 აღმოსავლეთ საქართველო

აღმოსავლეთ საქართველო იყოფა შემდეგ ძირითად ფიზიკურ გეოგრაფიულ ერთეულებად: აღმოსავლეთ კავკასიონი, შიდა ქართლის ბარი, ქვემო ქართლის ბარი, ივრის ზეგანი (გარე კახეთი), შიგნით კახეთის ბარი, საგურამო გომბორის საშუალო მთიანეთი, ჯავახეთის მთიანეთი, თრიალეთის ქედი. აღმოსავლეთ კავკასიონი ვრცელდება მამისონის უღელტეხილის აღმოსავლეთით. საქართველოს ფარგლებში მოქცეულია კავკასიონის სამხრეთი და ჩრდილოეთ ფერდობების ნაწილიც. პირველი დახრილია შიდა ქართლისა და შიგნით კახეთის ბარისაკენ - სამხრეთ და სამხრეთ დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო მეორე ჩრდილოეთით თერგის ხეობისაკენ და აღმოსავლეთით მდინარე ანდის ყოუს დინების მიმართულებით. იგი დასერილია მრავალი მერიდიანული ქედით (ხარულის, ლომისის, გუდამაყრის, ქართლის, კახეთის და სხვა). კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობზე თავისუფლად ვრცელდება ჩრდილოეთიდან წამოსული ცივი ჰაერის მასები, მაშინ როდესაც სამხრეთი ფერდობი დაცულია მათგან, ამიტომ სამხრეთ ფერდობთან შედარებით ზამთარი აქ უფრო ცივი და მშრალია. ამრიგად, კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედი სამხრეთ და ჩრდილოეთ ფერდობებს შორის არამარტო წყალგამყოფი, არამედ კლიმატგამყოფიცაა. რაიონი

მოქცეულია კონტინენტურ სუბტროპიკულიდან, ზღვიურ სუბტროპიკულ კლიმატზე გარდამავალ ოლქში. მისი დიდი ნაწილი დაფარულია ტყით. სამხრეთ კალთაზე ტყეები ვრცელდება 2000 მ სიმალიდან. ტყეები უმთავრესად შერეულია. დაბალ ნაწილში ჭარბობს მუხა, რცხილა, ნეკერჩხალი. საშუალო სიმაღლეზე წიფელი და წიწვნარი. საკმაო ფართობი უკავია სუბალპურ და ალპურ ზონებს.

შიდა ქართლის ბარი მდებარეობს ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული კლიმატის ოლქში. იგი შეიცავს შიდა ქართლის ვაკეს და ვაკისაკენ დაშვებული ქედების ქვემო ფერდობებსა და მთისწინეთებს. ვაკის სიმაღლე საშუალოდ 600-800 მ. ხოლო მთისწინებისა და ქვემო ფერდობების სიმაღლე 800-1000 მ-ს აღწევს. შიდა ქართლის ფიზიკურ გეოგრაფიული თავისებურება მდგომარეობს, უპირველეს ყოვლისა, მის ერთობლივ ტაფობისებურ მოყვანილობაში. იგი თითქმის ყველა მხრიდან ჩაკეტილია საკმაო სიმაღლის ქედებით. რაიონის დიდ ნაწილზე ბუნებრივი მცენარეული საფარი შეცვლილია კულტურული მცენარეულობით, რის გამოც მხოლოდ ვაკის ირგვლივ ქედებზეა შემორჩენილი ტყეები, რომლის ქვედა ნაწილშიც სჭარბობს ქართული მუხა, ზედა ნაწილებში წიფელი.

ქვემო ქართლის ბარი მდებარეობს მდინარე მტკვრის ორივე მხარეს, ზემო ავჭალიდან მდინარე ხრამის შესართავამდე. სამხრეთი და ნაწილობრივ სამხრეთ-აღმოსავლეთი საზღვარი მიუყვება სომხეთის და აზერბაიჯანის საზღვრებს. აღმოსავლეთით ესაზღვრება ივრის ზეგანი. დასავლეთით შემოფარგლულია ჯავახეთის და თრიალეთის, სამხრეთით ლოქის ქედის ფერდობებით.

ქვემო ქართლის ბარში გამოიყოფა 2 მთავარი ნაწილი - თბილისის ქვაბული და ქვემო ქართლის ვაკე. გარდა ამისა, აქ გაერთიანებულია ზემოთ აღნიშნული ქედების მთისწინეთი. რაიონი ღიაა აღმოსავლეთიდან, საიდანაც თავისუფლად იჭრება ჰაერის მასები.

ქვემო ქართლის ბარის უმეტესი ნაწილი ველებს უკავია. აქ გავრცელებულია მშრალი ველებისათვის დამახასიათებელი მცენარეულობა. მთისწინეთში გვხვდება ტყეები, რომელთა დიდი ნაწილი გაჩეხილია და მათი ადგილი სახნავ-სათესებს უკავია. ამ რაიონში ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული ჰავაა.

ივრის ზეგანი (გარე კახეთი) მდებარეობს შიგნით კახეთისა და ქვემო ქართლის ბარს შორის. საქართველოს მთათაშორისი ბარისა და სხვა ნაწილებისაგან გამოირჩევა თავისი რელიეფური პირობებით. ივრის ზეგანის ზედაპირი ძირითადად უსწორმასწოროა. აქ არის ვაკეების, ჩადაბლებების და პატარ-პატარა სერების მონაცვლეობა. ზეგანის სამხრეთ აღმოსავლეთი ნაწილი მთლიანად ვაკე რელიეფით ხასიათდება (შირაქის და ელდარის ვაკე). ჩრდილო დასავლეთით მისი სიმაღლე თანდათან მატულობს და საგურამო-იალონის და გომბორის ქედის კალთებს ებჯინება. ივრის ზეგნის საშუალო სიმაღლე 700-900 მეტრია. რაიონი მშრალი კონტინენტური ჰავით ხასიათდება. მისი ზედაპირი დაფარულია ველისა და ნახევრად უდაბნოს მცენარეულობით. აქა იქ გვხვდება ყოფილი ტყის ნაშთები ე.წ. ნათელი ტყეები, სადაც ჭარბობს აკაკის ხე და ელდარის ფიჭვი.

შიგნით კახეთის ბარი მოქცეულია კახეთის კავკასიონის, ცივ გომბორის ქედსა და ივრის ზეგანს შორის. იგი 3 მხრიდან ჩაკეტილია ქედებით, მხოლოდ სამხრეთ აღმოსავლეთით თანდათან გადადის აგრიჩაის ვაკეში. ბარის ძირი უკავია ალაზნის ვაკეს, რომელიც თანდათან მალდება და გადადის მთისწინეთის ზოლში. ვაკის სიმაღლე 200-470 მეტრია, მთისწინეთისა კი 700-800 მეტრს შორის მერყეობს.

შიგნით კახეთი ისეთ სამკუთხედს წააგავს, რომელსაც ფუძე დაბლობისკენ აქვს გაშლილი. ასეთი მოყვანილობის გამოა, რომ მისი ჰავა მნიშვნელოვნად განსხვავდება აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა, იმავე სიმაღლეზე მდებარე ადგილების ჰავისაგან. აქ ზამთარი და შემოდგომა უფრო თბილია, ნალექები მეტი, ქარი უფრო სუსტი, ვიდრე ეს შიდა და ქვემო ქართლში.

შიგნით კახეთში მდინარე ალაზნის როგორც მარჯვენა, ისე მარცხენა მხარის ვაკეზე გავრცელებულია ჯაგ-ეკლიანი ველები, მაგრამ ამასთანავე აქა-იქ შემორჩენილია ტყის მცირე კორომები. მარჯვენა მხარის ვაკის სამხრეთ აღმოსავლეთ ნაწილში გამოხატულია ველის ბალახეულობა. ამჟამად ბუნებრივი ლანდშაფტი თითქმის შეცვლილია კულტურული მცენარეულობით. ბუნებრივი ტყეები მხოლოდ მდინარე ალაზნის გასწვრივ არის შემორჩენილი, მთისწინეთის სარტყელში ვრცელდება მთის ტყე, სადაც ყველაზე მეტად გავრცელებულია მუხა და რცხილა.

საგურამო გომბორის საშუალო მთიანეთში გაერთიანებულია ქართლის და კახეთის ქედების სამხრეთი ნაწილი, ხოლო გომბორის ქედი მთლიანად. მისი რთული რელიეფი ხელს უწყობს ამ მხარის კლიმატური პირობების მრავალფეროვნებას. რაიონი აზიდულია 1600-2000 მეტრ სიმაღლემდე. გომბორის ქედის უმაღლესი მწვერვალია ცივი, რომლის სიმაღლეც 1991 მეტრია. ქედების კალთები დაფარულია ტყით. ქვედა ნაწილებში სჭარბობს მუხა და რცხილა. საშუალო სიმაღლეზე მათთან ერთად გვხვდება წიფელი და ფიჭვი. რაიონის ყველაზე მაღალი ადგილები სუბალპურ მეორად მდელოებს და ტყე-ბუჩქებს უჭირავს.

თრიალეთის ქედი დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენაა მიმართული და წარმოადგენს მესხეთის ქედის გაგრძელებას. იგი აზიდულია საშუალოდ 2000-2500 მეტრამდე (უმაღლესი მწვერვალი არჯევანი – 2757 მ). მისი ჩრდილო კალთა შიდა ქართლის ბარისაკენ ეშვება, სამხრეთი კალთა კი ჯავახეთის ზეგნისაკენ. თრიალეთის ქედი თავის დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილებში იტოტება და უფრო ფართო ხდება. აქ მცენარეულობა დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. მხარის უმცირესი ნაწილი უჭირავს ფოთლოვან და წიწვიან ტყეებს (ნაძვი, სოჭი, ფიჭვი, მუხა, რცხილა, წიფელი), მთის ველის მცენარეულობა საკმაო ფართობზე ვრცელდება. ალპური მცენარეულობა წარმოდგენილია უმთავრესად სიმშრალის მოყვარული მარცვლოვნებით.

ჯავახეთის მთიანეთი განსაკუთრებით რთული რელიეფით გამოირჩევა. მასში გაერთიანებულია ახალქალაქის მაღალი პლატო, რომელიც 1700-2000 მეტრ სიმაღლეზე მდებარეობს, წალკის ქვებუი, სამსარის, ჯავახეთის და ჩილდირის ქედები, რომელთა სიმაღლე 2000-3000 მეტრს აღწევს. სამსარის ქედზე მდებარეობს ამ მხრივ უმაღლესი მწვერვალი დიდი აბული, რომლის სიმაღლე ზღვის დონიდან 3301 მეტრია.

ჯავახეთში ჰავა კონტინენტური ხასიათისაა, ამიტომ საქართველოს სხვა მხარეებთან შედარებით ეს რაიონი ტყეებით მეტად ღარიბია. ტყეები გვხვდება რაიონის აღმოსავლეთ და ჩრდილოეთ ნაწილებში. ამ ტყეებში გავრცელებულია მუხა, წიფელი და რცხილა. ზოგან გვხვდება წიწვნარიც. ჯავახეთის მცენარეულობის დამახასიათებელ ტიპს მაღალმთის ბალახოვანები შეადგენენ. აქ გამოირჩევა მთა-ველის, სუბალპური და ალპური სახეობები[6].

2.2 კლიმატური პირობები

აღმოსავლეთ კავკასიონი ვრცელდება სუბტროპიკულ კონტინენტური კლიმატიდან ზღვის კლიმატზე გარდამავალ ოლქში. კარგად არის გამოხატული კლიმატური სიმაღლებრივი ზონალურობა. საშუალო წლიური ტემპერატურა ქვედა ნაწილში 8-10°C, 3500 მ სიმაღლეზე -6°C. ყველაზე ცივი თვეების (იანვარი, თებერვალი) ტემპერატურა -3°C, -15°C, აბსოლუტურ მინიმალური -26°C, -42°C; უთბილესი თვეების (ივლისი, აგვისტო) ტემპერატურა 2-18°C, მაქსიმალური 16-40°C.

ნალექიანობა აღმოსავლეთ საქართველოში არათანაბრადაა განაწილებული. აღმოსავლეთ კავკასიონზე ატმოსფერული ნალექები სიმაღლის შესაბამისად ყველგან მატულობს და ტერიტორიულად 800-1800 მმ შორის იცვლება. შიდა ქართლის ბარში წლიურად წელიწადში 500-800 მმ ნალექი მოდის, ქვემო ქართლის ბარში 400-600 მმ, ხოლო ივრის ზეგანზე 400-500 მმ. ატმოსფერული ნალექების მინიმალური რაოდენობა (375 მმ წელიწადში) მოდის აზერბაიჯანის საზღვარზე - წითელ ხიდთან და ელდარის დაბლობზე. სწორედ აქ მდებარეობს საქართველოს სიმშრალის პოლუსი [27,35].

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გამოიყოფა ჰავის შემდეგი ტიპები:

1. ზომიერად ნოტიო ჰავა, ზომიერად ცივი ზამთრით, ხანგრძლივი ზაფხულით;
2. მშრალი სუბტროპიკული სტეპური ჰავა, ზომიერად ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით;
3. საკმაოდ ნოტიო ჰავა, ზომიერად თბილი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით;
4. ნოტიო ჰავა, ხანგრძლივი ზამთრით და გრილი ზაფხულით;
5. მაღალმთის ნოტიო ჰავა, მუდმივი თოვლითა და მყინვარებით.

ჰავის პირველი ტიპი აღმოსავლეთ საქართველოს დიდ ფართობს მოიცავს და გამოხატულია ძირითადად შიდა ქართლის, მცხეთა-მთიანეთისა და კახეთის რეგიონებში. მაგალითად, შიდა ქართლის ვაკეზე საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-12°, იანვრისა -3°, ივლისისა - 20-22°. მშრალი სუბტროპიკული სტეპური ჰავა ნიშანდობლივია შიდა ქართლისა და ქვემო ქართლის ვაკეებისათვის და აგრეთვე ივრის ზეგნისათვის. უკანასკნელისათვის იანვრის საშუალო ტემპერატურა იქნება 0-დან-2°C-მდე, ივლისში 23-24°C.[66]. იორის ზეგანი (გარე კახეთი) საერთოდ კონტინენტური

კლიმატით ხასიათდება, რომელიც ჩრდილო- დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით უფრო არიდული ხდება, ხოლო ცივ-გომბორის ქედის მიმართულებით თანდათანობით ზომიერად თბილ კლიმატურ ზონაში გადადის[23]. იორის ზეგანის მეტეოროლოგიურ დახასიათებას ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი 2.2.1 იძლევა.

ცხრილი 2.2.1

იორის ზეგანის მეტეოროლოგიური მონაცემები

მეტეოსადგურები	სიმაღლე ზღ. დ.	წლიური ატმოსფერული ნალექები	საშ. წლიური ჰაერის ტემპ.	აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა	აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა
გომბორი	1085	720	8.3	-27	35
საგარეჯო	802	865	11.0	-24	39.5
სამგორი	529	599	11.6	-22	38
შირაქი	555	565	10.4	-32	38
ელდარი	500	517	11.6	-26	39

წლიური ატმოსფერული ნალექებიდან მაქსიმუმი მაის-ივნისში მოდის, მცირე ნალექები კი ზამთრის თვეებში და ივლისსა და აგვისტოში. გარე კახეთის ზეგანზე ხშირი გვალვებისა და ძლიერი ქარების შედეგად ხდება ნიადაგის ქარისმიერი ეროზია, ამის შედეგად მოსავლიანობა ძალზე ეცემა. ამიტომ აქ მოსავლის მისაღებად აუცილებელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვა, ხოლო ქარებისაგან დასაცავად - ქარსაცავი ტყეების გაშენება.

ალაზნის ვაკეზე განვითარებულია ნოტიო ჰავა, დამახასიათებელია ზომიერად თბილი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. ხშირია სეტყვა[35]. მდ.ალაზნის აუზის ოროგრაფიული ხასიათი განაპირობებს მისი ჰავის თავისებურებას. აუზი სამი მხრიდან მაღალი და საშუალო სიმაღლის ქედებით გარსემოზღუდულია, რაც შიდა კახეთის ვაკისა და მთისწინების ზონას იცავს ჰაერის ცივი მასების შემოჭრისაგან და ხელს უწყობს საკმაო რაოდენობით ნალექების მოსვლას, სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან აუზს აქვს ღია მდებარეობა, ამ მხრიდან შემოჭრილი სამხრეთ აღმოსავლეთის თბილი მასები სათანადო გავლენას ახდენს თერმულ რეჟიმზე და საერთოდ კლიმატის ფორმირებაზე.

დასავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები აქ შედარებით ტენით გაღარიბებული მოდის. კახეთისა და ცივ-გომბორის ქედებიდან დაშვებული ჰაერის მასები თბება და შრება, რის გამოც აღნიშნული ქედების ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობზე ნალექების გამოყოფა არ ხდება. ხეობაში შემოჭრილი გამშრალი ჰაერის მასების ნაწილი მიდის სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ, ხოლო ნაწილი კავკასიონის ქედისაკენ, სადაც ციცაბო ფერდობებზე მაღლა ასვლის შედეგად ხდება მისი გაცივება და ჰაერის გაჟღინთვა კონდენსაციის წერტილამდე, ამის შედეგად გამოიყოფა მეტი ნალექი, ვიდრე კახეთისა და ცივ-გომბორის ქედების ჩრდილო-აღმოსავლეთ ფერდობებზე.

აღმოსავლეთიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები განიცდიან იძულებით აღმავალ დენას, რის გამოც წარმოიშობა მნიშვნელოვანი ღრუბლიანობა, ჩნდება ნისლი და მოდის უხვი ატმოსფერული ნალექები.

ალაზნის აუზში ორივე მხრიდან შემოჭრილი ჰაერის მასები იწვევს არა მარტო უხვი ნალექების მოსვლას, არამედ წლის თბილ პერიოდში ხშირ ელჭექებსა და სეტყვას, რაც დიდ ზიანს აყენებს კახეთის სოფლის მეურნეობას[29].

ალაზნის აუზის ზოგიერთი მეტეოროლოგიური ელემენტის ზოგად დახასიათებას ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი 2.2.2 იძლევა.

ცხრილი 2.2.2

მდ.ალაზნის ვაკისა და მთისწინების საშუალო წლიური ზოგიერთი მეტეოროლოგიური ელემენტის მონაცემები

მეტეოსადგურები	სიმაღლე ზ.დ.	საშუალო წლიური ატმოს.ნალექი მმ.	საშუალო წლიური ჰაერის ტემპერატურა	აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა	აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა
სიღნაღი	795	811	11.1	-24	37
თელავი	568	776	12.1	-23	39
ახმეტა	567	739	12.0	-23	38
ლაგოდეხი	435	975	12.9	-23	38
გურჯაანი	415	783	12.6	-22	38
ალაზანი	290	804	13.7	-24	40
ჯოყოლო	663	1207	10.8	-26	38

როგორც ჩანს, ალაზნის აუზის ვაკისა და მთისწინების ზონაში საკმაო რაოდენობის ნალექი მოდის, თუმცა, წლის განმავლობაში არათანაბრად ნაწილდება. ხოლო საშუალო წლიური ჰაერის ტემპერატურა ჩვეულებრივ ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად კლებულობს. ყველაზე ცივი თვეა იანვარი, ხოლო ცხელი ივლისი და აგვისტო.

აღმოსავლეთ საქართველოს მცირე ფართობზე, კერძოდ, მაღალმთიან ზონებში დამახასიათებელია მაღალმთის ნოტიო ჰავა, სადაც განვითარებულია მუდმივი თოვლი და მყინვარები[35]. იგი აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთი რაიონებისაგან გამოირჩევა ცივი მკაცრი კლიმატური პირობებით. აქაური კლიმატი მიეკუთვნება მაღალი მთის უზაფხულო, ხანგრძლივი და მძლავრი თოვლის საბურველის კლიმატურ ტიპს და მაღალმთის მარადი უხვი თოვლის და მყინვარების კლიმატის ტიპს[8].

აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ რაიონების (მესხეთ-ჯავახეთი) კლიმატი ხასიათდება ზომიერად ნოტიო, ცივი და შედარებით მშრალი ზამთრით, მიეკუთვნება თბილ და ხანგრძლივ ზაფხულიანი კლიმატის მშრალ სუბტროპიკულ მთიანეთის კლიმატზე გარდამავალ ტიპს. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა $6^{\circ} - 9,4^{\circ}$ უდრის, უცივესი - იანვრის თვის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა - $26^{\circ} - 32^{\circ}$ -მდე ეცემა, უთბილესი თვის აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა $36^{\circ}-39^{\circ}$ აღწევს[9].

ქვემო ქართლი მშრალი კლიმატური პირობებით ხასიათდება, რაც ძირითადად გამოწვეულია გარე კახეთის ნახევრადუდაბნო ზეგნის სიახლოვით და აზერბაიჯანის მშრალი ველებიდან ცხელი ქარების შემოჭრით.

აქ ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა $12^{\circ} - 13^{\circ}$ -უდრის. ყველაზე ცივი თვეა იანვარი ($0,3^{\circ} - 0,8^{\circ}$), ყველაზე თბილი - ივლისი და აგვისტო ($25^{\circ} - 25,3^{\circ}$).

წლიური ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა - 25° -ს უდრის, აბსოლუტური მაქსიმალური ტემპერატურა 41° -მდე აღწევს[23].

შიდა ქართლის რეგიონი ხასიათდება ტემპერატურათა დიდი კონტრასტებით. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონი შეადგენს 12° -ს. უდიდესი ტემპერატურები აღინიშნება შიდა ქართლის ვაკეზე ($10-12^{\circ}$). სამხრეთით ადგილის სიმაღლის გაზრდასთან დაკავშირებით ტემპერატურა კლებულობს და თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე 4° -მდე ეცემა. ტემპერატურა კლებულობს

ჩრდილოეთის მიმართულებითაც და კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მაღალმთიანეთში 0-2⁰-ს შეადგენს. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ასეთი კანონზომიერებები შენარჩუნებულია ყველა თვესა და სეზონში, განსაკუთრებულია მხოლოდ ტემპერატურის რაოდენობრივი მაჩვენებლები[18].

2.3 ჰიდროლოგია

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით. მის ტერიტორიაზე მიედინება 26060 მდინარე, რომელთა საერთო სიგრძე 60 ათას კმ-ს აღწევს. ამ მდინარეების 99,4% მცირე სიგრძისაა (25 კმ-ზე ნაკლები).

წყლის რესურსები არათანაბრად არის განაწილებული და ძირითადად ქვეყნის დასავლეთ ნაწილშია თავმოყრილი. საქართველოს მდინარეები მიეკუთვნებიან ორ ძირითად აუზს, რომლებსაც ლიხის ქედი ყოფს. შავი ზღვის აუზს მიეკუთვნება საქართველოს მდინარეთა საერთო რაოდენობის დაახლოებით 70 %, ხოლო კასპიის ზღვის აუზს შესაბამისად მიეკუთვნება დაახლოებით 30%. ჰიდროლოგიურად შესწავლილია 555 მდინარე შავი ზღვის აუზში და 528 მდინარე კასპიის ზღვის აუზში.

აღმოსავლეთ საქართველოს თითქმის ყველა მდინარე ქმნის მტკვრის ერთიან სისტემას და ჩაედინება კასპიის ზღვაში, დასავლეთ საქართველოს მდინარეები კი დამოუკიდებლად ერთვიან შავ ზღვას[88].

მდინარეთა დიდი ნაწილი მთის ტიპის მდინარეებს მიეკუთვნება. რელიეფის ზედაპირის დანაწევრების გამო, არ გვხვდება დიდი სიგრძისა და აუზის დიდი ფართობის მქონე მდინარეები. კავკასიონის ქედის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი ახლოს გაყვება შავი ზღვის სანაპიროს, ამიტომ აქ მდინარეებს აქვთ მცირე სიგრძე, ძლიერი დახრილობა და მცირე წყალშემკრები აუზები. კავკასიონის ქედი სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით თანდათან შორდება შავი ზღვის სანაპიროს, რის შედეგადაც მდინარეების სიგრძე და წყალშემკრები აუზის ფართობებიც იზრდება. სამხრეთით აჭარა-იმერეთის ქედი და მისი განშტოებები ახლოს მიდის შავ ზღვასთან და მდინარეები უშუალოდ ჩაედინებიან მასში, აქ მათი სიგრძე და ფართობები ძალზე მცირეა. კოლხეთის დაბლობზე ძირითადად

პატარა მდინარეებია, რომლებიც სათავეს მთისწინების გორაკბორცვიან ზოლში იღებენ, ხასიათდებიან ძლიერი მეანდრიდებით და მცირე სიჩქარეებით. აღმოსავლეთ საქართველოში, ივრის ზეგანზე, ქვემო ქართლის ვაკეზე და მტკვრისპირა დაბლობში გვხვდება უმთავრესად მშრალი ხეხევი, რომლებშიც წყალი მიედინება თოვლის დნობის და თავსხმა წვიმების დროს.

საქართველოს მდინარეთა ქსელის სიხშირე ტერიტორიულად არათანაბრად არის განაწილებული. ზოგადად, დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით ნალექების შემცირებასთან ერთად ქსელის სიხშირე მცირდება. უკიდურეს აღმოსავლეთით კლიმატის სიმშრალისა და ვაკე რელიეფის პირობების გამო სიხშირე ძალზე მცირეა 0–0.2 კმ/კმ², ხოლო დასავლეთში, განსაკუთრებით კავკასიონის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ მხარეზე, იგი აღწევს 3.0–3.5 კმ/კმ². საშუალოდ დასავლეთ საქართველოში სიხშირის სიდიდე 1,07კმ/კმ²-ია, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 0,68კმ/კმ².

საქართველოს მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირების ძირითადი წყაროები. - ჩამონადენი რთული ბუნებრივი პროცესის შედეგია, რომელიც გეოგრაფიულ გარემოში მიმდინარეობს და გამუდმებით განიცდის აუზის ფიზიკურ-გეოგრაფიული ფაქტორების გავლენას, რომელიც ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა.

1. მეტეოროლოგიური ფაქტორები – ატმოსფერული ნალექები, მზის რადიაცია, ჰაერის ტემპერატურა, წყლისა და ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება და სხვ.

2. აუზის ზედაპირული (ბუნებრივი პირობები) ფაქტორები – წყალშემკრები აუზის გეოლოგიური აგებულება, ნიადაგური და მცენარეული საფარი, რელიეფის დანაწევრება, ჰიდროგრაფიული ქსელის განვითარების ხასიათი, ტბები, ჭაობები, მდინარის სიგრძე და დახრილობა და სხვ.

მეტეოროლოგიური ფაქტორები გადამწყვეტ როლს ასრულებს ამა თუ იმ ტერიტორიის წყლიანობის ფორმირებაში, მის წლიურ და ტერიტორიულ განაწილებაში. ხოლო აუზის ბუნებრივი პირობები: ნიადაგები, მცენარეული საფარი, რელიეფის და სხვ. მუდმივ ურთიერთმოქმედებაშია.

საქართველოს ტერიტორიაზე საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი 53,4 კმ³-ს შედგენს. აქედან დასასავლეთ საქართველოს მდინარეებს შავ ზღვაში საშუალოდ ჩააქვთ 40,7კმ³ წყალი, ანუ მთელი ჩამონადენის 76%, კასპიის ზღვაში კი 12,7კმ³, რაც 23%-ია[55].

როგორც აღნიშნული იყო, აღმოსავლეთ საქართველოს ბუნებრივი პირობები განსხვავებულია დასავლეთ საქართველოს ბუნებრივი პირობებისაგან. ეს განსხვავება კარგად ჩანს როგორც რელიეფის, კლიმატურ, ნიადაგურ-მცენარეული საფარის გავრცელებაში, ასევე წყლის რესურსების მხრივაც და მისი აგრალორ სექტორში გამოყენებით[23].

აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეების წყლის რეჟიმები მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან. აქ ძირითადად შერეული საზრდოობის ტიპის მდინარეებია, რაშიც მონაწილეობენ წვიმის, თოვლის, მყინვარების და მიწისქვეშა წყლები. არ გვხვდება ისეთი მდინარეები, რომლებიც ერთი რომელიმე წყაროთი საზრდოობენ, გარდა დროებითი ნაკადებისა, რომლებიც მხოლოდ გაზაფხულზე თოვლის დნობისა და თავსხმა წვიმების დროს წარმოიშობიან. მდინარეთა საზრდოობაში ამა თუ იმ წყაროს მონაწილეობის წვლილი იცვლება აუზის სიმაღლის, კლიმატის თავისებურებისა და ტერიტორიის გეოლოგიურ აგებულების მიხედვით. აქ გამოიყოფა მდინარეთა რეჟიმის სამი ტიპი[55]:

1. მდინარეები - გაზაფხულის წყალდიდობით და შემოდგომის წვიმის წყალმოვარდნებით. მათ გააჩნიათ თოვლისა და წვიმის წყლების საზრდოობის წყაროები. წყალდიდობა მათზე იწყება მარტში და მთავრდება ივლის-აგვისტოში, მაქსიმუმი დაიკვირვება ივნისში. ასეთი რეჟიმის მდინარეებს მიეკუთვნებიან მდინარეები: ფოცხოფი, ალგეთი, ქცია-ხრამი, დებედა. წყალდიდობის დროს შეინიშნება მკვეთრი პიკები - გამოწვეული წვიმის წყლების საზრდოობით;

2. მდინარეები - გაზაფხულის წყალდიდობით, ტბა-წყაროების და წვიმის წყლებით საზრდოობით. წყალდიდობა იწყება აპრილში და მთავრდება ივლისში. მაქსიმალური ხარჯი დაიკვირვება მაისში და ივნისში. ამ ტიპის მდინარეებს მიეკუთვნება მდინარეები: კორხი, ფარავანი და სხვ.;

3. მდინარეები - გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობით. მდინარეების ეს ტიპი ემთხვევა შავი ზღვის აუზის შესაბამისი ტიპის რეგიონის მდინარეებს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება მდინარეები: არაგვი, იორი, ალაზნის ზედა წელი და მათი შენაკადები.

ჰიდროგრაფიული ქსლის შემადგენლობა კლასებისა და სიგრძეების მიხედვით მოცემულია ცხრილ 2.3.1-ში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღმოსავლეთ საქართველოში 5870 მდინარეა, საერთო სიგრძით 18740 კმ.

ცხრილი 2.3.1

აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონის მდინარეთა ჰიდროგრაფიული ქსელის შემადგენლობა კლასებისა და სიგრძეების მიხედვით

ფართობი, კმ ²	მდინარეთა განაწილება სიდიდის მიხედვით (რაოდენობა/სიგრძე)							ქსელის სიმჭიდროვე, კმ/კმ ²	
	ძალიან პატარა		პატარა		საშუალო				სულ
	<10	11-25	26-50	51-100	101-200	201-300	301-500		
34600	5602	191	61	12	2	1	2	5870	0.68
	12207	2816	2063	792	310	201	671	18740	

აღმოსავლეთ საქართველოს დიდი მდინარეების წყალშემკრებ აუზში არსებული მდინარეთა რაოდენობა, მათი საერთო სიგრძე და სიმჭიდროვე, მოცემულია ცხრილ 2.3.2-ში.

დიდი მდინარეების წყალშემკრებ აუზებში მდინარეების რაოდენობა (მრიცხველში) და მათი საერთო სიგრძე (მნიშვნელში)

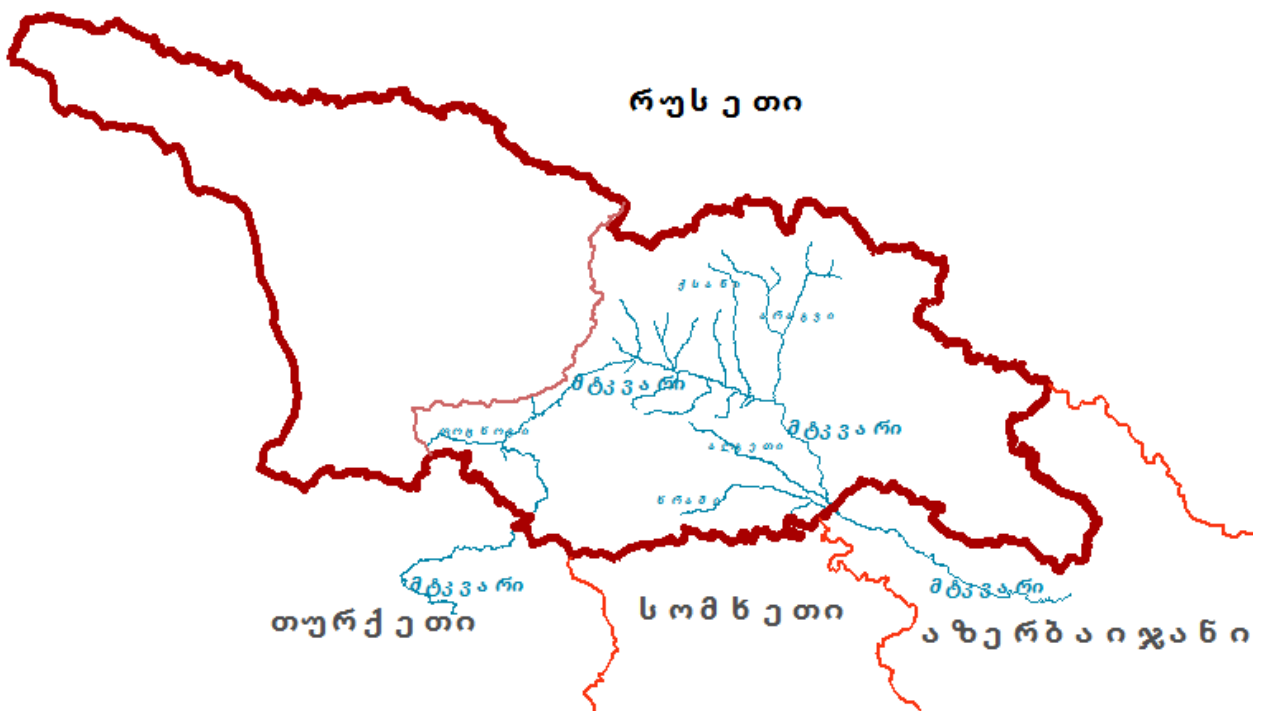
მდინარეები	წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ ²	მდინარეების სიგრძე, კმ						ჯამი	მდინარეთა ქსელის სიმჭიდროვე, კმ/კმ ²
		<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300		
დიდი ლიახვი	1440	571 1263	13 195	5 177	2 161			591 1796	0.74
არაგვი	2740	693 1435	16 223	4 144	2 122			715 1924	0.70
იორი	4650	491 1134	13 197	4 127			1 320	508 1458	0.31
ალაზანი	10800	1694 4047	63 937	33 1116	4 260	1 134	1 351	1796 6845	0.63
ქცია-ხრამი	8340	2153 4328	86 1264	15 499	4 249	1 176	1 201	2260 6717	0.80

ცხრილ 2.3.3 - ში მოყვანილია აღმოსავლეთ საქართველოს დიდი მდინარეების ძირითადი მორფოლოგიური მახასიათებლები.

დიდი წყალშემკრები მდინარეების ძირითადი მორფომეტრიული მახასიათებლები

მდინარე	წყალშემკრები აუზის ფართობი, კმ ²		მდინარის სიგრძე, კმ	
	მთლიანი	საქართველოს ფარგლებში	მთლიანი	საქართველოს ფარგლებში
მაშავერა		1390		84
მტკვარი	188 000	19 050	1 364	359
ალაზანი	10 800	5 943	351	318
ქცია-ხრამი	8 340	4 600	201	201
იორი	4 650	4 190	320	284
დებეტა	4 080	3 740		40
არაგვი	2 740	2 740	107	107
დიდი ლიახვი	2 440	2 440	121	121

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ძირითადად წყლის ობიექტს მდ. მტკვარი წარმოადგენს, რომელიც საქართველოს შუაწელით გადაკვეთს (ზემო წელი თურქეთის ტერიტორიაზე აქვს, ქვემო წელი აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე). იგი სათავეს იღებს თურქეთის ტერიტორიაზე, კალას (გიულის) ჭაობებიდან, 2742 მ სიმაღლეზე (ზ.დ.), კვეთს ერეშუთის ქედს (1287 მ ზ.დ.) ქ.ქურთყალასთან და შემოდის საქართველოს ტერიტორიაზე[23]. (იხ.ნახ.2.3.1).



ნახ. 2.3.1 მდ.მტკვრის აუზი

მტკვრის აუზის წყლის რესურსების გამოყენების ოლქი საქართველოს ფარგლებში სამ რაიონად(მონაკვეთად) იყოფა და პირობითად ეწოდება:

- 1) მტკვრის ზემო წელის რაიონი თურქეთის საზღვრიდან(ხერთვისიდან)ნ სოფ. ახალდაბამდე,
- 2) მტკვრის შუაწელის რაიონი სოფ.ახალდაბასა და მდ.არაგვის შესართავს შორის (შიდა ქართლის მიდამოებში),

3) მტკვრის ქვემო წელის რაიონი (ქვემო ქართლის მიდამოებში).

პირველ მონაკვეთზე მდ.მტკვრის მნიშვნელოვანი შენაკადებია: მდ. ურაველი, მდ. ფოცხოვი, მდ ქვაბლიანი, მდ. ფარავანი, მდ. ბორჯომულა და სხვ.

მტკვრის ზემო წელის რაიონში მრავალი მცირე თუ დიდი ზომის ტბაა გაფანტული. აქ შეიძლება აღინიშნოს აჭარა-იმერეთის ქედის სამხრეთ ფერდობზე ადიგენის სამხრეთით მოთავსებული მნიშვნელოვანი სიდიდის ყარაგელის ტბა, რომელსაც აგრეთვე სათახვის ტბას უწოდებენ. თავისი სიდიდით მნიშვნელოვანი ტბებია: ფარავანი, სალამო, ხარჩალი, ბულდაშენი, მადათაფა, ზრესი, ტაბისყური, კახისი და სხვები.

ტბების მთავარ სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობას სარეწი თევზის მოშენება წარმოადგენს, რისთვისაც ძირითადად გამოყენებულია ფარავნის, სალამოს და ტაბისყურის ტბები.

მიწისქვეშა წყლები, რომლებიც მრავალ ადგილზე წყაროების სახით გამოედინებიან, მოსახლეობის მიერ გამოყენებულია წყალმომარაგებისათვის და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსარწყავად, ხოლო მინერალური წყლები - სამკურნალოდ და ბალნეოლოგიური კურორტების მოსაწყობად.

მდ. მტკვრის ზემო წელის მდინარეთა აუზები მდიდარია მინერალური წყლებით, აქ განლაგებულია ადგილობრივი და საერთაშორისო მნიშვნელობის კურორტები.

შიდა ქართლის ტერიტორიაზე წყლის რესურსების თითქმის ყველა სახე გვხვდება - მდინარეები, ტბები, ჭაობები, მიწისქვეშა წყლები, მარადი თოვლი და მყინვარები, წყალსაცავები და ტბორები, სარწყავი არხები და სხვა.

შიდა ქართლის წყლის მთავარ არტერიას აქაც მდ.მტკვარი წარმოადგენს. მას მრავალი შენაკადი ერთვის, რომელთა შორის წყლიანობის სიდიდით და გამოყენების მიხედვით მნიშვნელოვანია მარცხენა მხარის შენაკადები - დიდი ლიახვი, ქსანი, არაგვი თავიანთი შენაკადებით; მარჯვენა მხარის შენაკადებიდან - ძამა, თეძამი, ტანა და სხვ. შედარებით მცირეწყლიანობით ხასიათდებიან და მათი სამეურნეო გამოყენებაც შედარებით მარცხენა მხარის შენაკადებთან უმნიშვნელოა.

მდ.იორის აუზის შუა და ქვემო წელი (გარე კახეთი) შედარებით ღარიბია. აქ წყლის რესურსების ძირითად წყაროს მდ.იორი წარმოადგენს, რომელსაც შუა და ქვემო დინებაზე არც ერთი მნიშვნელოვანი შენაკადი არ ერთვის.

წყლის რესურსებით მდიდარია ალაზნის აუზი (შიდა კახეთი), მის მეზობლად მდებარე იორის აუზთან შედარებით. აქ წყლის მთავარ არტერიას მდ. ალაზანი წარმოადგენს, რომელსაც ორივე მხრიდან მრავალი შენაკადი ერთვის.

მდ.ალაზნის აუზის წყლის რესურსებიდან აღსანიშნავია მიწისქვეშა წყლებიც, რომელიც მოთავსებულია კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობს შორის და ცნობილია ალაზნის არტერიული ფოროვანი, ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-კარსტული წყლების აუზის სახელწოდებით[23].

2.4 ნიადაგები

ნიადაგი დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოქმნის, ევოლუციის და მთის ქანებთან ბიოტის ურთიერთქმედების ყველაზე მასშტაბური, გლობალური შედეგია. ნიადაგი, მთის ქანებთან შედარებით, ხმელეთის მცირე სისქის (რამდენიმე სანტიმეტრიდან 1-2 მეტრამდე) ზედაპირული ნაყოფიერი ფენაა[24].

ბუნებრივი პირობების გამო, საქართველოში გამოიყოფა 3 ნიადაგური ოლქი; ერთ-ერთი მათგანია აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების ოლქი, რომელიც ვრცელდება ლიხის ქედის აღმოსავლეთით და მოიცავს ვაკეების, მთისწინეთისა და მთების მხარეებს. წაბლა და შავმიწა ნიადაგები გავრცელებულია ველების ზონებში. მურა ნიადაგები გვხვდება აღმოსავლეთ საქართველოს უკიდურეს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში – ელდარის დაბლობზე და ზოგან ივრის ზეგნის სამხრეთ ნაწილში. მათთვის დამახასიათებელია სუსტად განვითარებული პროფილი, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობა, ხირხატიანობა, ზედაპირიდანვე დიდი რაოდენობით ნახშირმჟავა კირი, უფრო ღრმად თაბაშირი და ხშირად ადვილად ხსნადი მარილები. წაბლა (რუხ-ყავისფერი) ნიადაგები გავრცელებულია გარდაბნის, მარნეულის, სამგორის ვაკეებზე და ივრის ზეგანში შემავალი ტარიბანისა და ნატბეურის ველებზე.

შავმიწა ნიადაგები ვრცელდება ივრის ზეგნის შედარებით შემალლებულ ნაწილებში, კერძოდ, სამგორის, გარეჯის, აზამბურის და განსაკუთრებით შირაქის ველზე. შავმიწებისათვის დამახასიათებელია სქელი ჰუმუსიანი ფენა, ჰუმუსის დიდი შემცველობა. ნემომპალა-სულფატურ (ე.ი. გაჯიანი) ნიადაგებს დიდი ფართობი უკავია აღმოსავლეთ საქართველოს ველიან ზონაში, შავმიწა და წაბლა ნიადაგებს შორის. დამლაშებული ნიადაგები გვხვდება მარნეულის, გარდაბნისა და ალაზნის ვაკეებზე, ელდარის დაბლობზე და სხვ. აღმოსავლეთ საქართველოს ამალლებული ადგილებისათვის ნიშანდობლივია მთა-მდელოს კორდიანი, კორდიან-ტორფიანი და პრიმიტიული ნიადაგები. უკანასკნელის სამხრეთით (ზოგან აღმოსავლეთით) არის ყომრალი ნიადაგები. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის საკმაო ფართობზე ვრცელდება ტყის ყომრალი ნიადაგები.

აღმოსავლეთ საქართველოს ზედა და საშუალო სარტყელის (1100-1200 მ. ზღვის დონიდან) მიწისპირა ფენა მურა ნიადაგებისაგან შედგება. ქვედა ზონის სარტყელში გავრცელებულია ძირითადად ტყის ყავისფერი და ნაწილობრივ ნემომპალა-კარბონატული ნიადაგები. ზედაპირული ფენის საშუალო და ქვედა ფენები მდიდარია კარბონატებით. დამრეც ფერდობებზე ასეთი ნიადაგები მცირე სიმძლავრისაა და ძლიერ ჩამორეცხილია[46].

აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობის ამალლებული ზონის ნიადაგები წარმოდგენილია სტეპის ყავისფერი და შავმიწა ნიადაგებით. ამ ზონაში ფართოდ არის განვითარებული მევენახეობა, მემარცვლეობა, მეხილეობა და სოფლის მეურნეობის სხვა დარგები.

ძირითადად, კახეთის ნიადაგების დამლაშება სულფატურ და ჰიდროკარბონატულ ხასიათს ატარებს, რადგანაც იქ ქლორი თითქმის არ არის. კირის მაღალი შემცველობის დროს დამლაშება წარმოდგენილია თაბაშირის სახით[17].

კახეთის შავმიწა ნიადაგების მუქი შეფერილობის მიუხედავად, ისინი არ გამოირჩევიან ორგანული ნივთიერებების (ჰუმუსი) მაღალი შემცველობით. მათში ორგანული ნივთიერებების საერთო რაოდენობა საშუალოდ 4 – 6 %-ს არ აღემატება.

ჰუმუსის შემცველობით კახეთის ნიადაგი მუქი-ყავისფერი ნიადაგების რიცხვს მიეკუთვნება.

მ.საბაშვილის მიხედვით, მტკვრის, ფოცხოვის, ქობლიანის და სხვა მდინარეთა ქვედა ტერასებზე ყველაზე დიდი ფართობი უკავია ალუვიურ კარბონატულ თიხნარ ნიადაგებს, მიმდინარე შემადლებულ ნაწილში მათ ცვლის დელუვიურ ნაფენებზე გარდამავალი ტიპის რუხი ყავისფერი ნიადაგები, ხოლო ძველ ტერასებზე გავრცელებულია დიდი სისქის მდელოს ყავისფერი ნიადაგები.

მთისწინების ზონაში გავრცელებულია რუხი ყავისფერი და ტყის ყავისფერი ნიადაგები.

საქართველოში მთის შავმიწები და შავმიწისებრი ნიადაგები ყველაზე მეტად არის გავრცელებული ჯავახეთის ზეგანზე, რომელიც 2100-2200 მ სიმაღლემდე ვრცელდება. ზეგნის შუა წელში უფრო მეტად გავრცელებულია ტყის ყომრალი ნიადაგები.

აღნიშნულ ნიადაგებს დიდი გამოყენება აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის, აქაური ნაყოფიერი შავმიწები და ტყის ყომრალი ნიადაგები, ყოველთვის წარმოადგენდა მიწათმოქმედების ძვირფას ობიექტს. უფრო მეტად თესვენ საგაზაფხულო ხორბალს, ქერს, სიმინდს და კარტოფილს; იგი ქვეყნის კარტოფილით მომარაგების ერთ-ერთ ძირითად რაიონს წარმოადგენს[23].

შიდა ქართლში ნიადაგები ვერტიკალური ზონალობით ხასიათდება[38], ალპურ სარტყელში გავრცელებულია კორდიანი და კორდიან-ტორფიანი ნიადაგები, მთა-ტყის ზონის შუა და ზედა სარტყელში - ტყის ყომრალი და ყომრალი ნიადაგებია. კირნარი ქანების ზედაპირზე გავრცელებულია ნემომპალა-კარბონატული ნიადაგები. მთა-ტყის ზონის ქვედა სარტყელში და ნაწილობრივ მთისწინებში ნალექი ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე ფართო ზოლი უკავია ტყის ყავისფერ ნიადაგებს.

შიდა ქართლის ვაკეზე ძირითადად გავრცელებულია ალუვიური კარბონატული, შავმიწისებრი, მდელოს ყავისფერი ნიადაგები, მტკვრის მარჯვენა მხარეზე ვიწრო ზოლის სახით გვხვდება მდელოს ყავისფერი ნიადაგები, რომელთაც ახასიათებთ დიდი სისქე, მძიმე თიხნარი და თიხიანი შედგენილობა და საკმაოდ დიდი კარბონატულობა.

ზოგან აღინიშნება ამ ნიადაგების უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობა და საკმაოდ დიდი გამკვრივება, სუსტი ბიცობიანობის გამო.

შიდა ქართლის ვაკის ნიადაგები ხელსაყრელია მევენახეობის, ხეხილის ბაღების და უფრო მეტად მარცვლეული კულტურების გავრცელებისათვის.

ქცია-ხრამისა და ალგეთის აუზების რელიეფის ჰიფსომეტრიული განვითარება, გეოლოგიური აგებულება, კლიმატური თავისებურება და სხვა ფაქტორები ნიადაგური და მცენარეული საფარის ვერტიკალურ ზონალობას განაპირობებს.

აქ მაღალმთიან ზონაში 2200-2400 მ ზევით განვითარებულია მთა-მდელოთა ნიადაგები, სუბალპურ, ნაწილობრივ ალპური მდელოების ზონაში მცირე სისქის მთა-მდელოთა ნიადაგებია. მაღალი მთების ფერდობებზე ხშირად გვხვდება მთა-მდელოს ტორფიანი ნიადაგები, ხოლო ღარტაფებში მდელოს ტენიანი და ჭაობიანი ნიადაგები.

წალკის, გომარეთის და დმანისის ვულკანურ ზეგნებზე და მოსაზღვრე ქედების ფერდობებზე გაბატონებულია მთის შავმიწა და მდელოს შავმიწა ნიადაგები. მთის შავმიწებს შორის დადაბლებულ ადგილებში საკმაოდ დიდი ფართობი უჭირავს მდელოს ჭაობიან ნიადაგებს ტენმოყვარე ჭაობის მცენარეულობით.

მთისწინების ზოლში კირქვების გაშიშვლებებთან დაკავშირებით დიდი მასივების სახით გავრცელებულია ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები,

მარნეულის ვაკეზე ძირითადად განვითარებულია მუქი წაბლა, წაბლა და ბიცობიანი ნიადაგები, ხოლო მდინარეთა ხეობებში დიდი ადგილი უჭირავს ალუვიურ მდელოს ნიადაგებს[17].

გარე კახეთის ტერიტორიაზე ნიადაგების მრავალსახეობას განაპირობებს გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და კლიმატური პირობების თავისებურება. ტერიტორიის შემადგენელ ადგილებში ძირითადად გავრცელებულია შავმიწა ტიპის ნიადაგები, ველების ზოგიერთ ადგილებში საკმაოდ დიდი ფართობი უჭირავს სუსტად ბიცობიან და სუსტად დამლაშებულ ნიადაგებს. კერძოდ, სამგორისა და თბილისის მიდამოებში შავმიწა და წაბლა ნიადაგებს შორის დიდი გავრცელება აქვს ნეშომპალა-სულფატურ (გაჯიან) ნიადაგებს, ხოლო სხვა ველებზე უფრო ჩამოყალიბებული სახის მლაშობ და ბიცობიან ნიადაგებს.

გარე კახეთის შავმიწები დიდი ნაყოფიერებით ხასიათდება, რომელიც აქ ძირითადად გამოყენებულია მარცვლეული კულტურებისთვის, კერძოდ კი საშემოდგომო ხორბლის ნათესებისათვის.

შიდა კახეთის ბუნებრივი პირობების თავისებურება განაპირობებს ნიადაგებისა და მცენარეული საფარის მრავალფეროვნებას. მაღალმთიან ზონაში 2000 მ ზევით ძირითადად გავრცელებულია მთა-მდელოს ნიადაგები, ხოლო მის ქვევით 1100-1200 მ წიწვიან ტყის სარტყელში ღია ფერის გაეწერებული ნიადაგები, რომელთაც ცივი კლიმატური პირობების გამო სოფლის მეურნეობაში მცირე გამოყენება აქვთ. ზღვის დონიდან 800-900 მ სიმაღლემდე ტყის ყომრალი ნიადაგები გამოყენებულია ვენახების, ხეხილის ბაღებისა და მარცვლეული კულტურებისათვის[38].

2.5 ბუნებრივი ლანდშაფტები

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლენილია მრავალი დასახელების ლანდშაფტი. ისინი იყოფა 2 ჯგუფად - ბარის და მთის ლანდშაფტებად. ბარის ლანდშაფტებიდან უმთავრესია: შიდა ქართლის ბარის ზომიერად მშრალი ჰავის ვაკეებისა და მთისწინეთების, ქვემო ქართლის მშრალი სუბტროპიკული სტეპური, ივრის ზეგანის სტეპური და არიდულ ბუჩქოვანთა, ალაგ მლაშობიანი და ნახევარუდაბნოს, ალაზნისპირეთის ვაკეთა და მთისწინეთი ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული და ელდარის ბორცვიანი ვაკე დაბლობის მშრალი სუბტროპიკული ნახევარუდაბნოს ავშანიან-ვეძებიანი და აბზიანდიანი ლანდშაფტები[20].

კახეთის ბარის ლანდშაფტი გადაჭიმულია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ დაახლოებით 110 კმ-ზე[7]. საშუალო სიგანეა 25-30 კმ, ხოლო სიმაღლე – ზ.დ. 200-500 მ. კახეთის ბარის ლანდშაფტების მთავარ თვისებად შეიძლება ჩაითვალოს ვაკე რელიეფი და ზომიერად ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატი ზოგიერთ წლებში ხანმოკლე მშრალი პერიოდით. აქ გაჩეხილი ტყეების ადგილზე დიდი ფართობი უკავია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. თავისი არსით ემსგავსება ტროპიკული სარტყლის ნათელი ტყეების ლანდშაფტებს. ივერიის ბარის ლანდშაფტი დიდ ტერიტორიაზეა გავრცელებული. მას აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის 2/3 უკავია და

მოიცავს სამი ისტორიულ-გეოგრაფიული პროვინციის (შიდა და ქვემო ქართლისა და გარე კახეთის) ტერიტორიას. ივერიის ბარის ლანდშაფტს აქვს საკმაოდ ფართო სიმაღლებრივი დიაპაზონი - ზ.დ. 200-1000 მ-ის ფარგლებში. მცენარეულობა ნაირფეროვანია. ისტორიულ წარსულში აქ გაბატონებული იყო არიდული ნათელი ტყე, რომელიც ადამიანმა მრავალი საუკუნის განმავლობაში თითქმის მთლიანად გაჩეხა (ტყეები მხოლოდ ვაშლოვანის ნაკრძალში, ივრის ზეგნის სამხრეთ-აღმოსავლეთშია შემორჩენილი). ამჟამად გავრცელებულია სტეპისა და შიბლიაკის მცენარეულობა. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის სტეპის ლანდშაფტებს. მტკვარ-არაქსის ვაკე-დაბლობზე, ძირითადად აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე, ფართოდაა წარმოდგენილი ბარის უდაბნოსა და ნახევარუდაბნოს ლანდშაფტი. საქართველოს ტერიტორიაზე იგი იჭრება ქვემო ქართლის და ელდარის ვაკეზე. ქვემო ქართლში აღნიშნული ლანდშაფტი თითქმის მთლიანადაა შეცვლილი ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად. იგი მხოლოდ ელდარის ველზეა შედარებით კარგად შემონახული. ამიტომ მას ხშირად ელდარის ლანდშაფტსაც უწოდებენ. ელდარის ბარის ლანდშაფტს ახასიათებს მშრალი სუბტროპიკული კლიმატი, რომელიც განაპირობებს ნახევარუდაბნოს ტიპის მცენარეულობის ფორმირებას. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის ნახევრადუდაბნოს ლანდშაფტს.

მთის კლასის ლანდშაფტებია: აღმოსავლეთ საქართველოს ზომიერად ნოტიო მთა-ტყის, ჯავახეთის მთიანეთის ნატყეევარებზე ჩამოყალიბებული მაღალი მთის სტეპური, კავკასიონისა და მცირე კავკასიონის მაღალი მთის, ზომიერად ნოტიო და გრილი ჰავის სუბალპური და ალპური მდელოების და კავკასიონის მთამაღალის სუბნივალური და ნივალური ლანდშაფტები.

სამხრეთ საქართველოს მთის სტეპის ლანდშაფტები სხვადასხვა სიმაღლეზე გვხვდება. მაგალითად, ახალციხის ქვაბულში ეს ლანდშაფტები ზ.დ. 800-1000 მ-ზე, წალკის პლატოზე 1200-1800 მ სიმაღლეზეა, ხოლო ახალქალაქის პლატოზე -ზ. დ. 1600-2000 მ-ზე. ყველაზე ტიპობრივად ეს ლანდშაფტი ჯავახეთშია წარმოდგენილი. ამიტომ ზოგჯერ მათ ჯავახეთის ლანდშაფტს უწოდებენ. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის სტეპის ლანდშაფტებს. აღმოსავლეთ საქართველოს ქვედა მთის ტყის

ლანდშაფტი აღმოსავლეთ საქართველოში ვიწრო ზოლის სახითაა გავრცელებული ზ.დ. 800-1200 მ სიმაღლემდე, ზოგან (შიდა კახეთში) იგი 600 მ სიმაღლემდე ეშვება, სამხრეთ საქართველოში კი ზ.დ. 1300-1400 მეტრ სიმაღლემდე ადის. აღსანიშნავია ჩრდილოეთი და სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობების მცენარეულ საფარს შორის მკვეთრი განსხვავება. კერძოდ, სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობებზე, ჩვეულებრივ, წარმოდგენილია სიმშრალის მოყვარული მუხნარი და მუხნარ-ჯაგრცხილნარი, ჩრდილოეთი ექსპოზიციის ფერდობზე კი რცხილასა და წიფლის ტყეები. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის ფართოფოთლოვანი ტყეების ლანდშაფტებს. აღმოსავლეთ საქართველოს საშუალო მთის ტყის ლანდშაფტი გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოში, კავკასიონის სამხრეთი ექსპოზიციისა და მცირე კავკასიონის ჩრდილოეთი და აღმოსავლეთი ექსპოზიციის ფერდობებზე, ზ.დ. 1000-1800 მ სიმაღლეებს შორის. აქ გაბატონებულია საშუალო დახრილობის ფერდობები წიფლნარით. სხვა ჯიშები უფრო იშვიათად გვხვდება. წიფელს აქ აქვს ერთგვაროვანი, ხშირი ვარჯი, რომლის ქვეშ მზის რადიაციის მხოლოდ 3-5% აღწევს. ამიტომ ასეთ ტყეში ბალახოვანი საფარი განვითარებული არ არის. ვითარდება მხოლოდ მძლავრი მკვდარი საფარი. ტყის სახელწოდებაც მკვდარსაფარიანი აქედან მოდის. თავისი არსით შეიძლება ჩაითვალოს ზომიერი სარტყლის ფართოფოთლოვანი ტყეების ლანდშაფტების ანალოგად.

მაღალი მთის ტყის ლანდშაფტები ძირითადად დასავლეთ საქართველოში გვხვდება. მას საკმაოდ დიდი ფართობი უჭირავს კავკასიონის მთავარი ქედისა და მისი განშტოებების, აგრეთვე, აჭარა-იმერეთისა და შავშეთის ქედების ფერდობების, ერუშეთის მასივის შუა, ზოგან ზედა ნაწილშიც. ეს ლანდშაფტი აღმოსავლეთ საქართველოშიცაა თრიალეთის ქედის დასავლეთ ნაწილსა და მდ. ლიახვის აუზში. მაღალი მთის ტყის ლანდშაფტი წიფლნარ-მუქწიწვოვანი ტყით, ძირითადად გავრცელებულია საშუალო მთებში ზ.დ. 1400-1800 მ-ის 29 ფარგლებში. მას ახასიათებს მცენარეულობის ზრდის საუკეთესო ჰიდროთერმული პირობები. ამიტომაც აქ ფიტომასის მაქსიმალური რაოდენობაა არა მარტო საქართველოში, არამედ ევრაზიის მთელ ჩრდილოეთ ნაწილში. ზოგიერთ ადგილას ფიტომასის რაოდენობა 1000 ტ/ჰა

აღმატება, რაც მაღალტანიანი ხემცენარეებითაა (ცალკეული ხეების სიმაღლე 50 მეტრს აღწევს) განპირობებული. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის შერეული ტყეების ლანდშაფტებს. მაღალი მთის სუბალპური და ალპური ლანდშაფტების მთავარი თავისებურებებია: დენუდაციური და პალეოგლაციალური რელიეფი, ცივი კლიმატი მოკლე გრილი ზაფხულით და მდელოს მცენარეულობა. ეს უკანასკნელი იყოფა სუბალპურ და ალპურ (ზედა ალპურ) მდელოებად. სუბალპური და ალპური ლანდშაფტების გავრცელების ქვედა საზღვარი გადის ზ.დ. 1800-2400 მეტრ სიმაღლეზე. კონტინენტურ, შედარებით მშრალ რაიონებში ეს საზღვარი უფრო მაღლაა, ვიდრე ზღვისპირეთის ნოტიო რაიონებში. ამ ლანდშაფტების ზედა საზღვარი დასავლეთ საქართველოში გადის ზ.დ. 2800-3000 მ-ზე, ხოლო დანარჩენ ადგილებში ზ.დ. 3000-3200 მეტრ სიმაღლეზე. სუბალპურ და ალპურ ლანდშაფტებს შორის საზღვარი მკვეთრი არ არის. ზ.დ. 2500-2700 მეტრი სიმაღლის ზონა გარდამავალია და ემსგავსება როგორც სუბალპურ, ისე ალპურ ლანდშაფტს. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის ტყეტუნდრისა და ტუნდრის ლანდშაფტებს. საქართველოში ზ.დ. 3000-3500 მ-ზე ზევით გლაციალურ-ნივალური ლანდშაფტებია. გლაციალურ-ნივალურ ლანდშაფტებში არაა მუდმივი მოსახლეობა. ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა სეზონურია. თავისი არსით ემსგავსება ზომიერი სარტყლის არქტიკული უდაბნოების ლანდშაფტებს[7].

თავი III.

აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიანობის სტატისტიკური მახასიათებლები

3.1. ამოცანების დასმა

აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში სეტყვა წარმოიქმნება ფრონტალური ან შიგამასური პროცესების შედეგად. პირველ შემთხვევაში, როცა ხდება ცივი და ოკლუზიის ფრონტების შემოჭრა, სეტყვა ვრცელდება დიდ ფართობზე და ხშირად აჭარბებს 50კმ²-ს. მეორე შემთხვევაში - პროცესი ვითარდება ერთგვაროვან ჰაერის მასაში კონვექციური პროცესების შედეგად. ამ დროს სეტყვა ვრცელდება მცირე ფართობზე. შიგამასური პროცესის დროს სეტყვის ხანგრძლივობა არ აღემატება 10-15 წთ-ს.

სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა აღმოსავლეთ საქართველოში წარმოადგენს ნაშრომის მთავარ მიზანს. მიზნის მისაღწევად საჭირო გახდა რამდენიმე ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხის გადაწყვეტა როგორცაა:

1. სეტყვიანობის მონაცემთა ბაზის შექმნა:

სამუშაოს საფუძველს სწორედ მონაცემთა ბაზა ქმნის. სეტყვიანობის მონაცემთა ბაზის შექმნა გარკვეულ სირთულეებს უკავშირდება. მიუხედავად იმისა, რომ მეტეოროლოგიური დაკვირვებები საქართველოში მე-19 საუკუნის 50-იან წლებში დაიწყო და მე-20 საუკუნის დასაწყისში ჩამოყალიბდა, რეგულარული მეტეოროლოგიური სადგურების ქსელი, რომელთა რაოდენობა 40-იანი წლებისათვის 160-ს აღემატებოდა, ეს ქსელი 90-იანი წლებისათვის თითქმის დაიშალა და ამჟამად ფუნქციონირებს მხოლოდ რამდენიმე სადგური, სადაც დაკვირვება ტარდება მთელი სისრულით. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ დაკვირვებები ატმოსფერულ მოვლენებზე - ნისლი, სეტყვა და ა.შ. არ გამოირჩევა დიდი საიმედოობით.

სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების მონაცემთა ბაზა შეიქმნა 1961-2014 წლისთვის. ამისათვის გამოყენებული იქნა გარემოს დაცვის ეროვნულ სააგენტოში მომზადებული ბაზა, აგრეთვე, გამოყენებულ იქნა ამავე სააგენტოს დაკვირვებათა მონაცემები, რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტთან დაკავშირებით ჰიდრომეტეოროლოგიისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტებში შექმნილი

მონაცემთა ბაზები, და რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული ჩვენი საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებული სექცვის მონაცემთა ბაზა კახეთისათვის.

2. სექციანობის ინტენსივობის შეფასება:

სექციანობის ინტენსივობის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ შესრულებულ საგრანტო პროექტში შემუშავებული ინტენსივობის სკალა, რომელიც ეყრდნობა სექცვის შედეგად დაზიანებათა ხარისხის შეფასებებს. ამოცანის არსს წარმოადგენდა სექციანობის რანჟირება ერთიანი მიდგომით შემუშავებული სკალის საფუძველზე, რამაც საშუალება მოგვცა შეგვეფასებინა სექციანობის ინტენსივობა. სექციანობის ინტენსივობის შესაფასებლად შემუშავებულ იქნა სპეციალური პარამეტრი, რომელიც ითვალისწინებს აღმოსავლეთ საქართველოს სექციანობის კლიმატურ მახასიათებლებს, მათი ცვალებადობის დიაპაზონს და მოინახა კრიტერიუმის გრადაციები, რომლითაც შეფასდა სექცვის მიერ მიყენებული სხვადასხვა ხარისხის ზარალი: უმნიშვნელო, საშუალო, ძლიერი და ძალიან ძლიერი.

2. სექციანობის გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება:

თანამედროვე პირობებში გეოგრაფიულ კვლევებში ფართოდ გამოიყენება გეოინფორმაციული სისტემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალი სიზუსტის და დიდი ინფორმაციის მატარებელი რუკების მიღებას. ასეთი სისტემა იქნა გამოყენებული სექციანობის გეოინფორმაციული რუკების შესადგენად. არსებობს უამრავი გეოინფორმაციული სისტემები, მათ შორის, სამაგიდო და სტანდარტულ გეოინფორმაციულ სისტემებს მიეკუთვნება: MapInfo, Geomedia, ArcWiew, ArcGIS და სხვ.

3. სექციანობის კლიმატური მახასიათებლების სივრცე-დროითი ანალიზი:

სექციან დღეთა საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობის, აგრეთვე, ინტენსივობის გარდა მნიშვნელოვანი ყურადღება გამახვილდა სექციანობის ისეთ კლიმატურ მახასიათებლებზე, როგორებიცაა სხვადასხვა რაოდენობის დღეთა რიცხვის განმეორადობა, სექცვის არეალი, ხანგრძლივობა, მოსული ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა.

ჩატარდა შემუშავებული გეოინფორმაციული რუკების ანალიზი. გამოვლინდა სექციანობის გეოგრაფიული კანონზომიერებები, ადგილის სიმაღლის და სხვა მორფომეტრიული მახასიათებლების გავლენა სექციანობაზე, სექციანობის ყველაზე დიდი ინტენსივობის კერები, სადაც რეკომენდირებული იქნა სადამკვირვებლო პუნქტების გახსნა. სექციანობის განმეორადობების საფუძველზე გამოანგარიშებული იქნა სექციის მოსვლის ალბათობები, და შესაბამისად სექციის ფონური პროგნოზი.

საქართველოში სექციანობის კვლევისას მნიშვნელოვანია აგრეთვე მთლიანი რეგიონის დახასიათება და რეგიონში არსებული ერთიანი სურათის ნახვა.

ამრიგად, სადისერტაციო ნაშრომში განხილულ იქნა შემდეგი ამოცანები:

1. სექციანობის მონაცემთა ბაზის შექმნა 1961-2014 წლებისათვის;
2. სექციანობის ინტენსივობის შეფასების განმსაზღვრელი სკალის შემუშავება და მასზე დაყრდნობით კატასტროფული სექციანობის რეგიონების და შესაბამისი ალბათობების დადგენა;
3. სექციან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობების, აგრეთვე სექციის ინტენსივობის გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება;
4. სექციანობის კლიმატური მახასიათებლების (დღეთა რიცხვი, განმეორადობები, ინტენსივობა, არეალი, ხანგრძლივობა, მოსვლის პერიოდი, მოსული ნალექების რაოდენობა) გეოგრაფიული კანონზომიერებების გამოკვლევა;
5. სექციანობის მრავალწლიური ცვლილების გამოკვლევა.

3.2. მონაცემთა ბაზა

დისერტაციაზე მუშაობისას ფართოდ იქნა გამოყენებული სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებათა შრომათა კრებულებში და სხვა სამეცნიერო ჟურნალებში გამოქვეყნებული მრავალრიცხოვანი ლიტერატურული მონაცემები, სექციანობის შესახებ საქართველოში და მთლიანად კავკასიაში.

შრომის შესასრულებლად საჭირო მონაცემთა ბაზის შესაქმნელად გამოყენებული იყო:

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიისა და თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის ინსტიტუტების საარქივო მასალა და ინსტიტუტებში შექმნილი მონაცემთა ბაზები, მათ შორის, რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტების ფარგლებში მომზადებული მონაცემთა ბაზები (http://rustaveli.org.ge/index.php?module=form_builder&page=proj_files&page_type=view_info&proj_id=2 &edit_id=346);
2. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს დაკვირვებათა მონაცემები;
3. რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული ჩვენი საგრანტო პროექტის ფარგლებში მომზადებული სეტყვის მონაცემთა ბაზა კახეთისათვის (კახეთის რეგიონში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა (ინტენსივობა, დღეთა რიცხვი, განმეორადობა), DO /63/9-110/13)).
4. კლიმატური ცნობარები.

კლიმატური მახასიათებლების სიზუსტისა და სანდოობის შეფასებისთვის, ჩვენს ხელთ არსებული მასალების დამუშავებისას გამოყენებულ იქნა კლიმატოლოგიაში აპრობირებული მეთოდები და მათემატიკური სტატისტიკის ფორმულები.

სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა სადგურზე დღეღამური დაკვირვების საშუალო მნიშვნელობა[80]. იგი განიხილება, როგორც ერთი დაკვირვება, რომელთა თანმიმდევრობა ქმნის შემთხვევათა რიგს $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, სადაც დაკვირვების თითოეული წევრი X_i წარმოადგენს თავისთავად X შემთხვევითი სიდიდის განხორციელებას.

სეტყვაზე დაკვირვების მონაცემების განაწილების მნიშვნელოვანი სტატისტიკური მახასიათებელია საშუალო არითმეტიკული:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad , \quad (3.2.1)$$

სადაც n - დაკვირვების რაოდენობაა.

30 წლიანი და მეტი ხნის დაკვირვების საშუალო მნიშვნელობას ნორმას უწოდებენ, ხოლო მოვლენის საშუალოდან გადახრას $a_i = x_i - \bar{x}$ - ანომალიას.

მოცემულ პუნქტზე ელემენტის ანომალურობის სტატისტიკურ მახასიათებლად იყენებენ საშუალო კვადრატულ გადახრას σ , რომელიც წარმოადგენს კვადრატულ ფესვს დისპერსიიდან:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i^2, \quad (3.2.2)$$

ნებისმიერი მეტეოროლოგიური დაკვირვებები საჭიროებს კონტროლს. კონტროლის სისტემა ითვალისწინებს შემოწმების ორ მთავარ ტიპს:

- ა) მეტამონაცემების შეცდომებს - სადგურის მდებარეობის ან სიმაღლის შეცდომა;
- ბ) თვიური მონაცემების შეცდომა - თვის განმავლობაში არსებული მონაცემების მნიშვნელობების შეცდომებს.

კონტროლის სისტემა აგრეთვე ითვალისწინებს გადაადგილების დაფიქსირების ორ სტრატეგიას: გადაადგილების პირდაპირი დადგენა და არაპირდაპირი დადგენა სადგურის ისტორიული არქივის დროითი არათანმიმდევრობის საშუალებით. პირდაპირი შემოწმება განხორციელდა GIS მონაცემთა მასივის გამოყენებით, ხოლო არაპირდაპირისას შემოწმდა - სადგურის ისტორიული ფაილის, მდებარეობის და სიმაღლის არათანმიმდევრობა.

თვიური მონაცემების შეცდომისათვის ხარისხის კონტროლი განხორციელდა შესაბამისი მეთოდის შერჩევის საშუალებით.

სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მრავალწლიურმა კვლევებმა ცხადყო, რომ მათი განაწილება საქართველოს ყველა რაიონისთვის სრულიად დამაკმაყოფილებლად აღიწერება პუასონის ფორმულით:

$$P(X) = \frac{e^{-m} \times m^x}{x!} \quad (3.2.3)$$

სადაც P-ალბათობა, m-სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა და x-სეტყვიან დღეთა რაოდენობის წინასწარი მნიშვნელობაა.

ეს ნიშნავს იმას, რომ ჰუასონის ფორმულით, დაკვირვებათა საწყისი მონაცემების გამოყენების გარეშე, შესაძლებელია სეტყვიან დღეთა წინასწარი რაოდენობის ალბათობის გამოთვლა, რისთვისაც საკმარისია სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცოდნა.

ამრიგად, შექმნილი იყო სეტყვიანობის მონაცემთა ბაზა აღმოსავლეთ საქართველოში განლაგებული საერთო ჯამში 13 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის 1961-2014 წლებისათვის, რაც საფუძვლად დაედო შემდგომ კვლევებს.

3.3. სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობა

სეტყვიანობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს სეტყვიან დღეთა რაოდენობა. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განაწილება საქართველოში მეტწილად დამოკიდებულია მის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე, განსაკუთრებით ოროგრაფიასა და ზღვის სიახლოვეზე. რთული მეტეოროლოგიური, კერძოდ, კონვექციური პროცესების განვითარებაზე დიდ გავლენას ახდენს მთები, ზეგნები და მაღლობები. მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, წინააღმდეგობის დაძლევისას ჰაერის მიწისპირა შრეებში ძლიერდება ტურბულენტულობა და იზრდება კონვექციური ღრუბლიანობა, ყველაფერი ეს გავლენას ახდენს სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განაწილების ხასიათზე, რაც კარგად იყო ნაჩვენები ჩვენს გამოკვლევებშიც[79].

სეტყვიან დღეთა რაოდენობა და სეტყვის მოსვლის პერიოდები (თვე)

რაიონი		დაკვირვებათა პუნქტები	სიმაღლე ზ.დ. (მ)	საშუალო დღეთა რაოდენობა (წლიური)	უდიდეს დღეთა რაოდენობა (წლიური)	სეტყვის მოსვლის პერიოდები (თვეები)
I	შავი ზღვის სანაპირო და კოლხეთის დაბლობი	ბათუმი	5	1.5	6	მთელი წელი
		ფოთი	1	2	9	მთელი წელი
		ქუთაისი	114	0.5	3	მთელი წელი
II	კახეთი	თელავი	568	2.8	7	III-XI
		საგარეჯო	802	2.6	5	III-X
III	სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი	ახალქალაქი	1716	7	16	III-XI
		ბაკურიანი	1665	9.5	23	III-XI
		ცხრაწყარო	2466	8	11	IV-XI
IV	კავკასიონის ცენტრალური ნაწილი	გუდაური	2194	9	21	II-XI
		ჯვრის უღელტეხილი	2395	6	13	IV-X
		მამისონის უღელტეხილი	2854	8	20	V-X

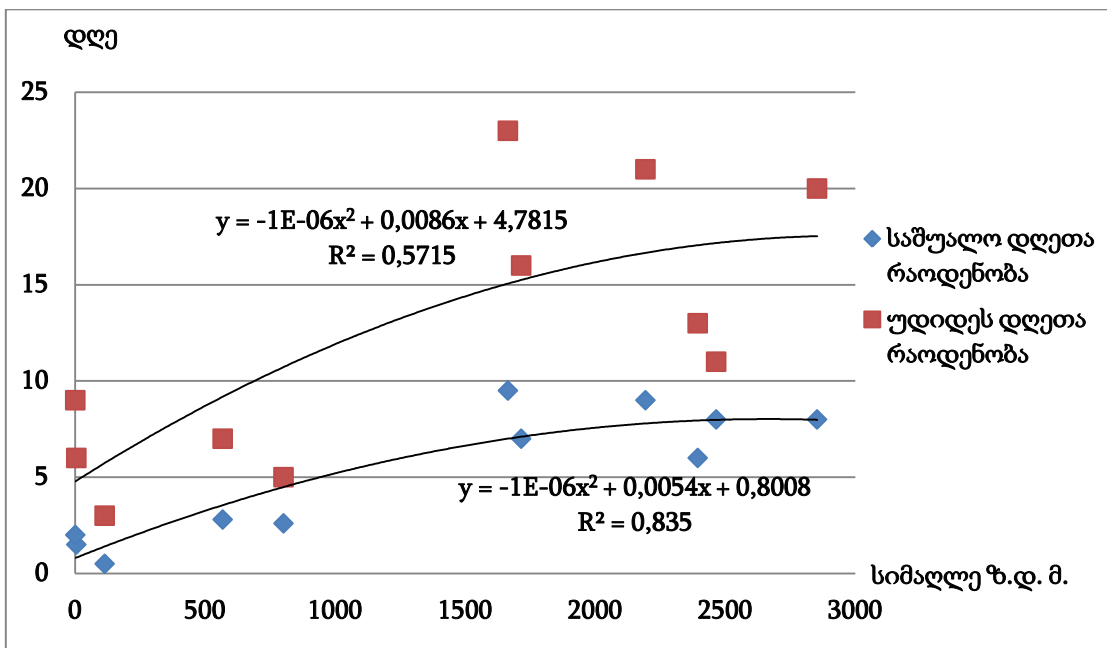
ცხრილ 3.3.1-დან ირკვევა, რომ ყველაზე ნაკლები სეტყვიან დღეთა რაოდენობა აღინიშნება შავი ზღვის სანაპიროსა და კოლხეთის დაბლობზე. აქ სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში არ აღემატება 2-ს, ხოლო სეტყვიან დღეთა უდიდესი რაოდენობა აღწევს 9-ს (ფოთი). დასავლეთ საქართველოში სეტყვა შეიძლება მოვიდეს წელიწადის ნებისმიერ თვეს. განსხვავებით აღმოსავლეთ საქართველოსგან აქ სეტყვა ფიქსირდება გვიან შემოდგომასა და ზამთარში, იგი წარმოიქმნება ციკლონებში, ციკლონთა სიღმეში, ქედების წინა ნაწილში და მცირეგრადიენტის წნევის არეში.

სეტყვიან დღეთა რაოდენობა წლის განმავლობაში აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში მატულობს და შეადგენს - კახეთში 2-3 დღეს, სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში - 7-10, კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში - 6-9. აქ სეტყვის პროცესები აღინიშნება მხოლოდ წლის თბილ პერიოდში (მარტი-ოქტომბერი).

დასავლეთ საქართველოში სეტყვის ნაკლებ სიხშირეს აღმოსავლეთ საქართველოსგან განსხვავებით, ზოგიერთი მეცნიერი მცენარეული საფარით და შავი ზღვის გავლენით ხსნის, რომლებიც ამცირებენ ატმოსფერული პროცესების ინტენსივობას[13,64,70].

ცხრილი 3.3.1-დან ნათლად ჩანს, რომ ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება სეტყვიან დღეთა რაოდენობა, თუმცა, როგორც უკვე ავლინებთ, სეტყვიან დღეთა ცვლილება სიმაღლის ცვლილებასთან მიმართებაში, დამოკიდებულია კონკრეტული რაიონის კლიმატურ თავისებურებებსა და სხვა ფაქტორებზე.

ნახ. 3.3.1-ზე ნაჩვენებია სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება ადგილის სიმაღლესთან დაკავშირებით საქართველოსთვის.



ნახ. 3.3.1 სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება (წლიური) ადგილის სიმაღლეზე დამოკიდებულებით საქართველოში; შესაბამისი კვადრატული ფუნქციები და დეტერმინაციის კოეფიციენტი (R^2); x - ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ), y - დღეთა რაოდენობა

ნახ. 3.3.1-დან ჩანს, რომ სეტყვიანობის ზრდა გრძელდება 2500-2800 მ-მდე, ხოლო შემდეგ მცირდება. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება ადგილის სიმაღლესთან დამაკმაყოფილებლად აღიწერება მე-2 ხარისხის პოლინომით.

მონაცემთა სტატისტიკური ანალიზის დროს, რომელიც ჩატარდა საქართველოს რეგიონების მიხედვით მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემთა შესწავლით, გამოვლინდა, რომ დასავლეთ საქართველოში სეტყვა წლის ნებისმიერ თვესაა მოსალოდნელი, რაც აიხსნება ცირკულაციური პროცესებით. ზოგიერთ რეგიონში ნოემბერ-დეკემბერში სეტყვიან დღეთა შედარებით მაქსიმალური შემთხვევა ფიქსირდება, ეს მოვლენა აიხსნება ღრუბლების დიდი სინოტივით, მაღალი ტემპერატურული კონდენსაციით და ჰიგროსკოპიული ნაწილაკების მნიშვნელოვანი რიცხვით [12,64,70].

სეტყვიან დღეთა სტატისტიკური ანალიზი საქართველოს რეგიონების მიხედვით მოცემულია 3.3.2 ცხრილში.

ცხრილი 3.3.2

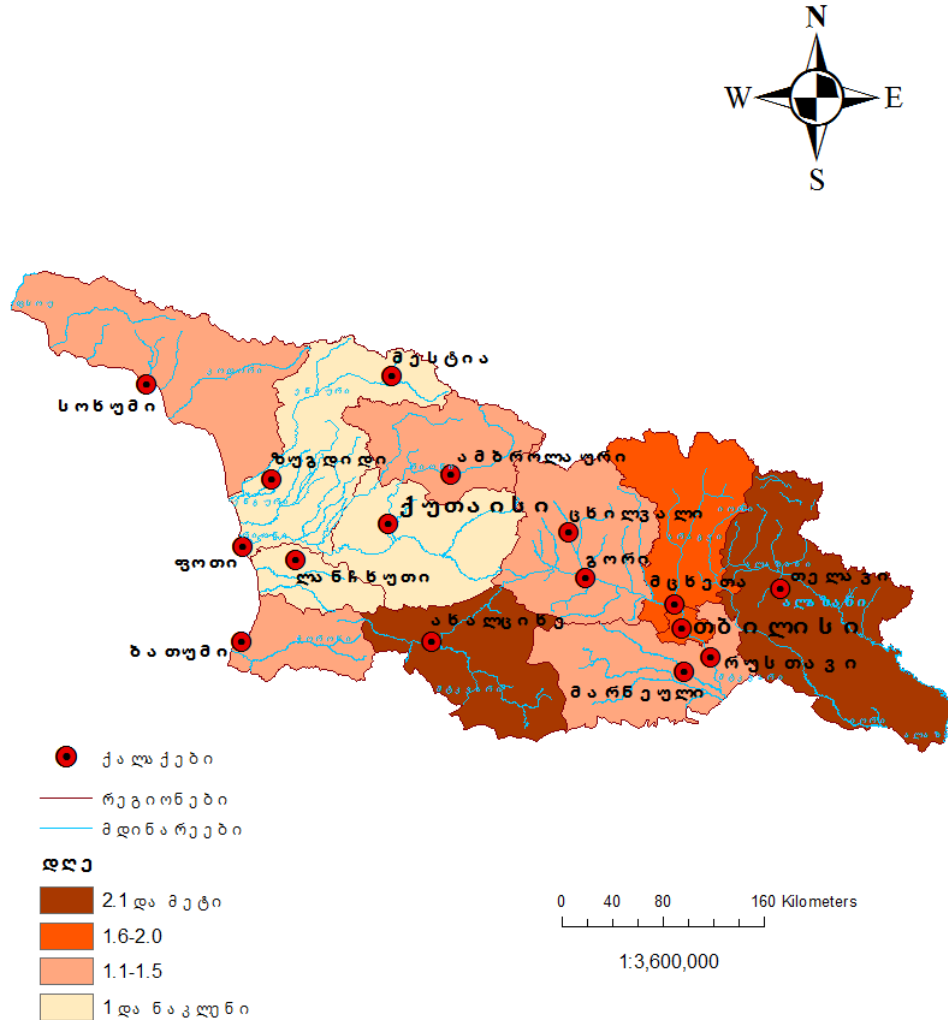
საქართველოს რეგიონებში საშუალო მრავალწლიურ სეტყვიან დღეთა რაოდენობა 1961-2006წ.წ. მონაცემებით (საშუალო წლიური)

რეგიონი	ფართობი, კმ ²	სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა
თბილისი	400	1.6
აფხაზეთი	8700	1.48
სამეგრელო-ზემო სვანეთი	7400	0.82
რაჭა-ლეჩხუმი ქვ. სვანეთი	2500	1.22
იმერეთი	6600	0.94
გურია	2000	0.55
აჭარა	2900	1.35
სამცხე-ჯავახეთი	6400	2.11
შიდა ქართლი	3400	1.32
ქვემო ქართლი	6900	1.31
მცხეთა-მთიანეთი	6700	1.76
კახეთი	12200	2.29

ამ ცხრილის ანალიზმა გამოავლინა, რომ საშუალო მრავალწლიურ სეტყვიან დღეთა რიცხვი რეგიონების მიხედვით განსხვავებულია, რაც დაკავშირებულია ადგილობრივ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებთან.

მაქსიმალურ სეტყვიან დღეთა რიცხვით გამოირჩევა კახეთი და სამცხე-ჯავახეთი, მინიმალურით - გურია.

ცხრილ 3.3.2-ზე დაყრდნობით შეიქმნა სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობის გეოინფორმაციული რუკა საქართველოს რეგიონებისთვის, მათი მუნიციპალური საზღვრების ფარგლებში (ნახ. 3.3.2).



ნახ.3.3.2 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის წლიური განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე რეგიონების მიხედვით

ჩვენი თანავეტორობით შესრულებულ შრომაში მთლიანად საქართველოსთვის გამოკვლეულია სეტყვიან დღეთა რიცხვი, ინტენსივობა, ხანგრძლივობა, არეალები, ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა, მრავალწლიური ცვალებადობა [79]. მიუხედავად ამისა, აღნიშნული კვლევა მაინც ზოგად ხასიათს ატარებს და ვერ წვდება ამ მოვლენის თავისებურებების დეტალებს საქართველოს ცალკეული რეგიონების დონეზე, თუმცა, საქართველოს ტერიტორიაზე სეტყვიანობის აქტიურობის თვალსაზრისით, რაიონები ერთმანეთისგან ძალზე განსხვავებულია [79]. ერთ-ერთი ასეთი გამორჩეული რაიონია კახეთი, რომელსაც საქართველოს უკიდურესი აღმოსავლეთი ნაწილი უკავია. იგი სხვა რეგიონებისაგან განსხვავებით სეტყვისაგან ყველაზე მეტად ზარალდება, ამიტომ ჩვენს ნაშრომში კახეთის რეგიონში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების კვლევას გამორჩეული ადგილი უკავია.

კახეთში სეტყვის გამანადგურებელი შედეგების შესახებ საკმაო მასალაა დაგროვილი. მაგალითად, 1953 წლის 19 ივნისს საგარეჯოში მოსულმა სეტყვამ შექმნა 5-7 სმ სისქის საფარი. დაზიანდა ვენახები და ბაღები. სეტყვის მარცვლის ზომები აღემატებოდა კაკლის ზომებს. მსგავსი სტიქიური მოვლენა არაერთხელ განვითარდა მანამდეც და შემდეგ წლებშიც.

ცხრილში 3.3.3 მოყვანილია ძლიერი სეტყვის შემთხვევები, როდესაც განსაკუთრებით დიდი ფართობები დაზიანდა კახეთში.

ცხრილი 3.3.3

ძლიერი სეტყვის შემთხვევები კახეთის რეგიონში (1877-2012წწ)

წელი	თვე	რიცხვი	დაზიანებული ფართობი, კმ ²	დაზარალებული ტერიტორიები, უდიდესი ინტენსიურობის ცენტრი
1877	ივლისი	4	60	გურჯაანი, ვეჯინი, ბაკურციხე
1953	ივნისი	19	45	საგარეჯო
1978	მაისი	28	129	სიღნაღი
1982	მაისი	20	34	გურჯაანი, დედოფლისწყარო
1986	მაისი	21	30	გურჯაანი, რუისპირი
1987	მაისი	9	121	უდაბნო, ნუკრიანი
1987	მაისი	12	42	ნაფარეული
1987	ივნისი	4	18	გავაზი
2012	ივლისი	19	35	თელავი

როგორც ცხრილი 3.3.3-დან ჩანს, ყველაზე დიდი ფართობი დაზიანდა 1978 წლის 28 მაისს მოსული ძლიერი სეტყვის შედეგად სიღნაღში (129 კმ²) და 1987 წლის 9 მაისს - უდაბნოსა და ნუკრიანში (121 კმ²).

მონაცემთა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ კახეთში ხშირად სეტყვის 54-76% გრძელდება 10 წუთი, გამონაკლისია დედოფლისწყარო, სადაც ამ ხანგრძლივობის, სეტყვის მხოლოდ 36%-ია (ცხრილი 3.3.4).

ცხრილი 3.3.4

კახეთის რეგიონში სეტყვის ხანგრძლივობისა და დღელამის განმავლობაში მოსვლის (საათები) ალბათობა(%)

სადგური	ხანგრძლივობა, წთ				დღელამის საათები		
	10	11-20	21-30	30 და მეტი	21-06	06-12	12-21
	%				%		
ახმეტა	54	37	9	-	9	3	88
თელავი	76	20	4	-	14	10	76
გურჯაანი	74	26	-	-	2	2	96
ყვარელი	67	21	12	-	14	8	78
სიღნაღი	69	23	2	6	4	2	94
საგარეჯო	74	20	2	4	6	8	86
დედოფლისწყარო	36	47	10	7	3	-	97

3.3.4 ცხრილიდან ირკვევა, რომ სეტყვის მოსვლის უდიდესი ალბათობა დღელამის განმავლობაში 12-21 სთ ინტერვალშია და შეადგენს 76-97%. უმცირესი კი 06-12 სთ ინტერვალშია (0-10%), რაც აიხსნება ატმოსფეროს არასაკმარისი გათბობით დღელამის ამ პერიოდისთვის და კონვექციური დენების არარსებობით.

სეტყვის მოსვლის ხანგრძლივობა ერთ ჰექტარზე შეადგენს 3-5 წუთი, სეტყვის წარმომქმნელი ღრუბლები გადაადგილდება საშუალოდ 20-30 კმ/სთ სიჩქარით[70].

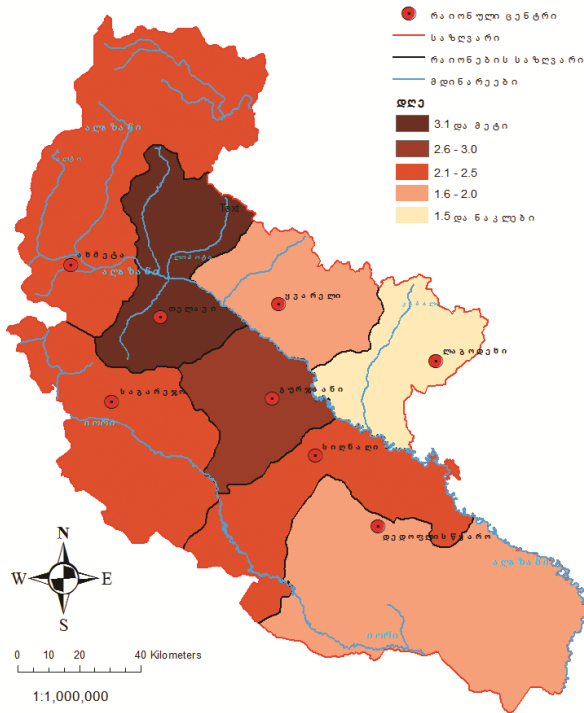
ცხრილში 3.3.5 წარმოდგენილია სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობა წლის განმავლობაში კახეთის რეგიონის მუნიციპალიტეტებისათვის.

სეტყვიან დღეთა რაოდენობა კახეთში წლის განმავლობაში (1967-2004) წწ.

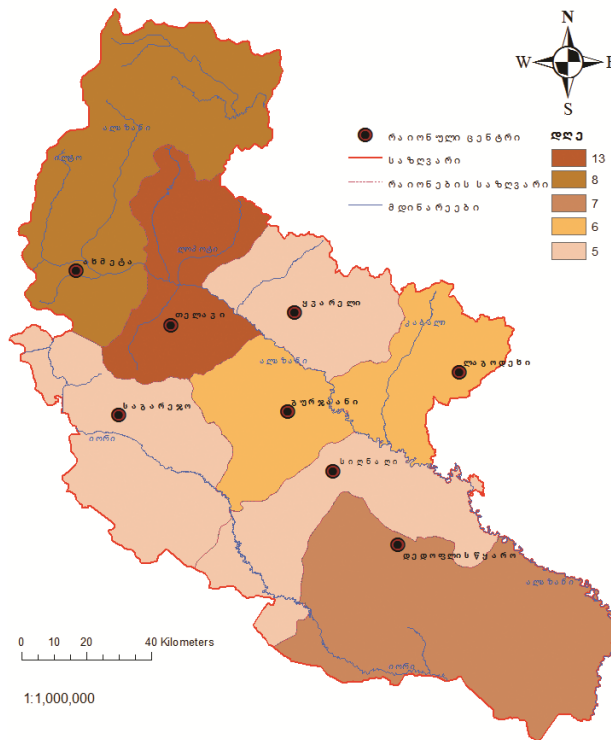
რაიონი	სიმაღლე ზ.დ., მ	სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა	სეტყვიან დღეთა უდიდესი რაოდენობა
ახმეტა	567	2.5	8
გურჯაანი	451	3.0	6
დედოფლისწყარო	800	1.7	7
თელავი	562	3.2	13
ლაგოდეხი	435	1.2	6
საგარეჯო	802	2.5	5
სიღნაღი	790	2.4	5
ყვარელი	448	1.7	5

როგორც 3.3.5 ცხრილიდან ჩანს, სეტყვიან დღეთა ყველაზე ნაკლები საშუალო რაოდენობა დაფიქსირებულია ლაგოდეხის რაიონში. აქ სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა არ აღემატება 1.2-ს. ხოლო ყველაზე მეტი სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა აღინიშნება თელავის რაიონში და შეადგენს 3.2-ს. უდიდეს სეტყვიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება აგრეთვე თელავის რაიონში და შეადგენს 13 დღეს.

3.3.5 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე შედგენილია სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობის გეოინფორმაციული რუკები კახეთისთვის მუნიციპალური რაიონების საზღვრების ფარგლებში (ნახ. 3.3.3 და ნახ. 3.3.4).



ნახ. 3.3.3 სეტყვიან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობის განაწილება კახეთის რაიონების მიხედვით

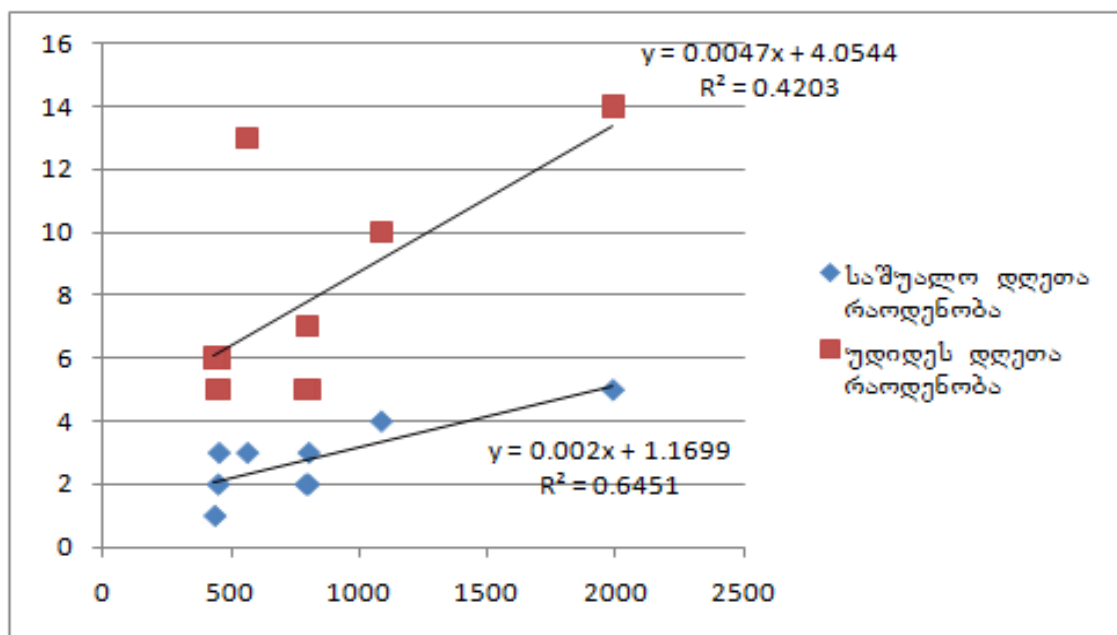


ნახ. 3.3.4 სეტყვიან დღეთა უდიდესი წლიური რაოდენობის განაწილება კახეთის რაიონების მიხედვით

3.3.3 ნახაზიდან ჩანს, რომ სექციის პროცესები ყველაზე აქტიურია თელავის რაიონში, სადაც სექციან დღეთა რაოდენობა წელიწადის განმავლობაში საშუალოდ აღემატება 3-ს. გურჯაანის რაიონში სექციან დღეთა რაოდენობა რამდენადმე ნაკლებია (2.6-3.0), ახმეტის, საგარეჯოსა და სიღნაღის რაიონებში კი მათი რაოდენობა შეადგენს 2.1-2.5-ს, ყვარლისა და დედოფლისწყაროს რაიონებში - 1.6-2.0-ს, ხოლო ლაგოდეხის რაიონში რაოდენობა 1.5-ზე ნაკლებია.

3.3.4 ნახ-ის თანახმად, წლის განმავლობაში ყველაზე მეტი სექციან დღეთა უდიდესი რაოდენობა ასევე თელავის რაიონშია და შეადგენს 13-ს, ახმეტის რაიონში 8-ს, დედოფლისწყაროს რაიონში 7-ს, გურჯაანისა და ლაგოდეხის რაიონებში 6-ს, ხოლო სიღნაღის, საგარეჯოსა და ყვარლის რაიონებში მათი რაოდენობა არ აღემატება 5-ს.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ, სექციან დღეთა რაოდენობის განაწილებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან. ცხრილში 3.3.5 წარმოდგენილი სადგურების სიმაღლეთა დიაპაზონი 400-800 მ-ს შეადგენს. ცხადია, ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელია სექციანობის სიმაღლის მიხედვით ცვლილების შეფასება. ამიტომ დამატებით იქნა გამოყენებული დაკვირვებათა შედარებით ძველი მასალა გომბორისა (1000 მ ზ.დ.) და ცივიტურას (1990 მ ზ.დ.) მეტეოროლოგიური სადგურებიდან. მითი გათვალისწინებით სექციან დღეთა რაოდენობის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით კახეთის რეგიონში წარმოდგენილია ნახ. 3.3.5-ზე.



ნახ. 3.3.5 სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით კახეთში; შესაბამისი კვადრატული ფუნქციები და დეტერმინაციის კოეფიციენტი (R^2)

როგორც ნახ. 3.3.5-დან ჩანს, სეტყვიან დღეთა რაოდენობა სიმაღლის მიხედვით წრფივად იზრდება 2000 მ-მდე. სამწუხაროდ, ამ სიმაღლის ზემოთ კახეთში მეტეოროლოგიური სადგური არ ფუნქციონირებს, ამიტომ ძნელია ვიმსჯელოთ სეტყვიანობის ცვლილების ხასიათზე მაღალმთიან ზონაში, თუმცა, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ როგორც კავკასიის სხვა რეგიონებში, სეტყვიან დღეთა რაოდენობამ მაქსიმუმს აქაც შეიძლება დაახლოებით 2500 მ სიმაღლეზე მიაღწიოს, ხოლო უფრო ზემოთ შემცირდეს.

ნახ. 3.3.5-ზე წარმოდგენილია, აგრეთვე, წრფივი რეგრესიის განტოლებები, რომლებიც აღწერს სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განაწილებას, და დეტერმინაციის კოეფიციენტები (R^2). დეტერმინაციის კოეფიციენტების მნიშვნელობების შესაბამისად, ტერიტორიის სიმაღლის წვლილი სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილებაში 64%-ს შეადგენს, ხოლო მისივე წვლილი სეტყვიან დღეთა უდიდესი რიცხვის ცვლილებაში მხოლოდ 42%-ია.

კახეთის რეგიონის მსგავსად, 1967-2004 წლების მონაცემების საფუძველზე შედგენილ იქნა სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობის ცხრილი (ცხრილი 3.3.6) ქვემო ქართლის რეგიონისათვის.

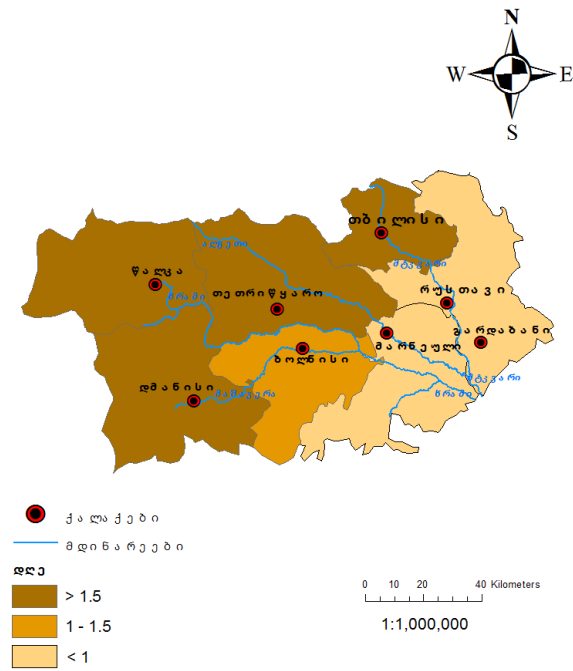
ცხრილი 3.3.6

სეტყვიან დღეთა რაოდენობა თბილისსა და ქვემო ქართლში წლის განმავლობაში (1967-2004წწ)

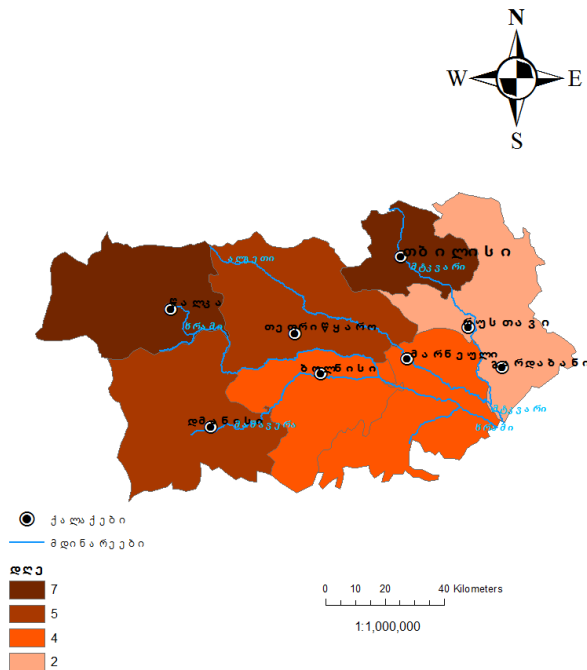
რაიონი	სიმაღლე ზ.დ. მ.	სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა	სეტყვიან დღეთა უდიდესი რაოდენობა
თბილისი	403	1.6	7
გარდაბანი	300	0.53	2
მარნეული	432	0.82	4
თეთრიწყარო	1140	1.58	5
ბოლნისი	534	1.47	4
დმანისი	1256	1.71	5
წალკა	1457	1.78	7

როგორც ცხრილი 3.3.6-დან ჩანს, ქვემო ქართლში, კახეთთან შედარებით, როგორც სეტყვიან დღეთა საშუალო, ასევე უდიდესი რაოდენობა საკმაოდ დაბალია. ყველაზე მეტი სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა შეადგენს მხოლოდ 1.7 დღეს (დმანისი), ხოლო სეტყვიან დღეთა უდიდესი რაოდენობა შეადგენს 7 დღეს (წალკა).

ცხრილი 3.3.6-ის მონაცემების საფუძველზე შედგენილია სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობის გეოინფორმაციული რუკები თბილისისა და ქვემო ქართლის მუნიციპალური რაიონების საზღვრების ფარგლებში (ნახ. 3.3.6 და ნახ. 3.3.7).



ნახ. 3.3.6 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის წლიური განაწილება თბილისისა და ქვემო ქართლის რაიონების მიხედვით



ნახ. 3.3.7 სეტყვიან დღეთა უდიდესი რაოდენობის წლიური განაწილება თბილისისა და ქვემო ქართლის რაიონების მიხედვით

3.4. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობა

სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლებიდან მნიშვნელოვანია სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობის ანალიზის შედეგები. ნაშრომში იგი განხილულია კახეთის მაგალითზე.

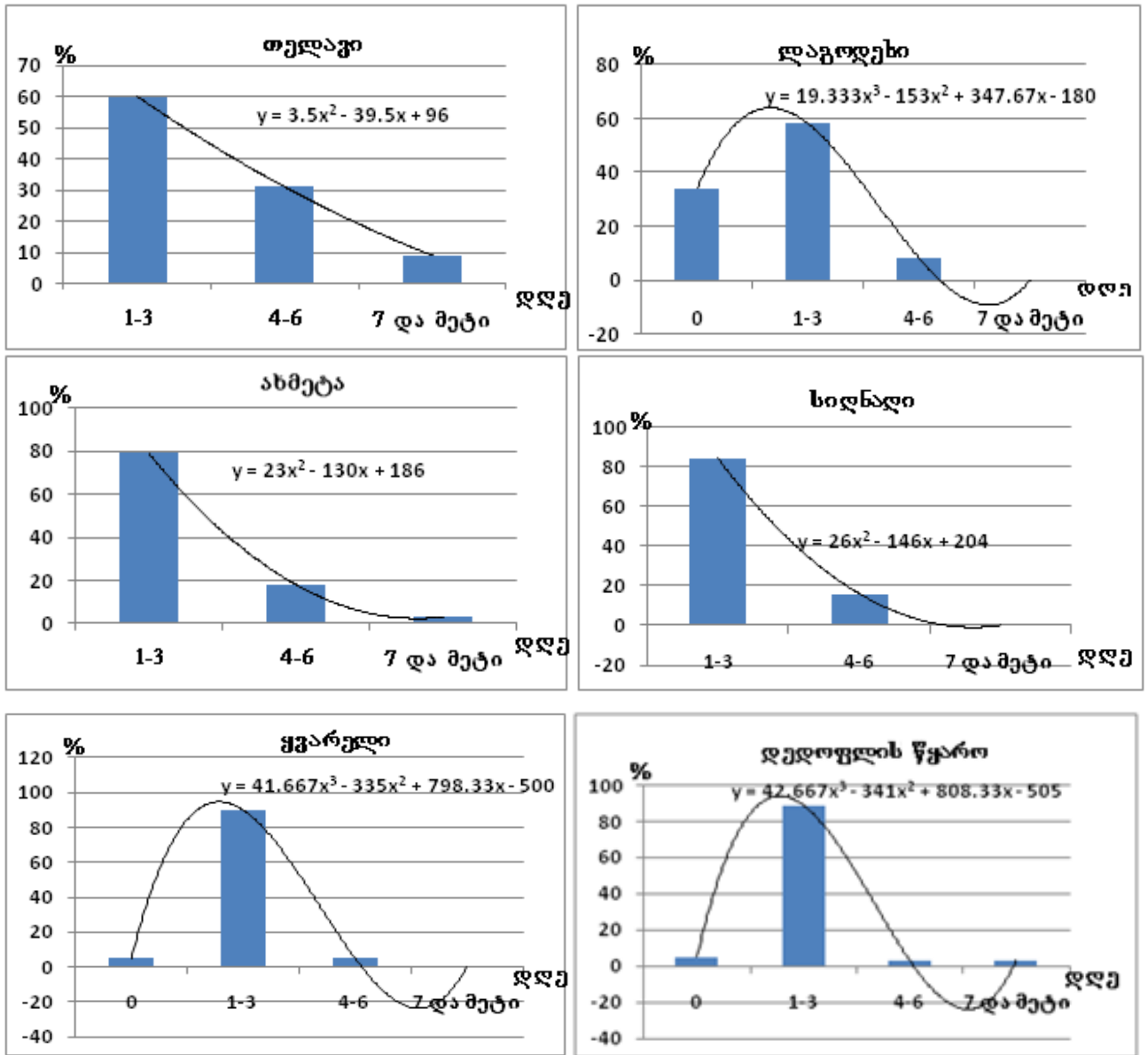
ნახაზზე 3.4.1 წარმოდგენილია სხვადასხვა გრადაციის სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობათა ჰისტოგრამები და მათი აღმწერი შესაბამისი ფუნქციები კახეთის რეგიონის ყველა ადმინისტრაციული რაიონისათვის.

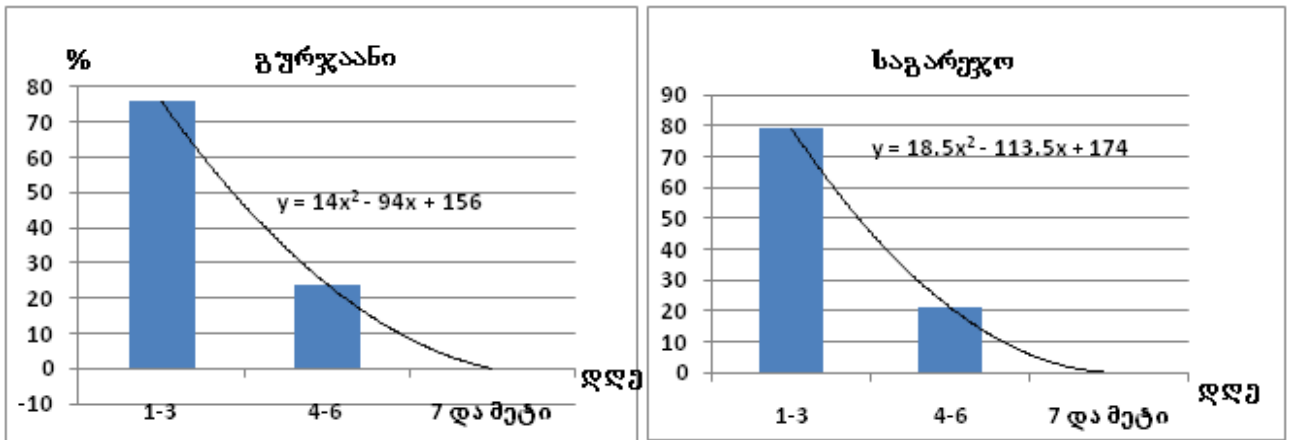
ჰისტოგრამების განხილვით გამოიკვეთა მათი 2 ტიპი.

პირველი, როდესაც სეტყვა ყოველწლიური მოვლენაა, ანუ მას არ გააჩნია ნულოვანი გრადაცია. ეს თვისება დამახასიათებელია თელავის, ახმეტის, გურჯაანის, სიღნაღის და საგარეჯოს რაიონებისთვის. აქ სეტყვის ყველაზე მაღალი ალბათობა შეესაბამება პირველ გრადაციას, ამ შემთხვევაში 1-3 დღეს. ამ გრადაციის განმეორებადობა დაახლოებით 80%-ია - მხოლოდ თელავში შეადგენს 60%-ს. შესაბამისად, თელავში 30%-მდე გაზრდილია მეორე გრადაციის, ანუ 4-6 სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობა, რაც დანარჩენ რაიონებში გაცილებით ნაკლებია. 7 და მეტი სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობა იშვიათი მოვლენაა და აღინიშნება მხოლოდ თელავის, დედოფლისწყაროს და ახმეტის რაიონებში, სადაც, შესაბამისად შეადგენს 9%, 3% და 3%-ს. ასეთი ტიპის ჰისტოგრამები კარგად აღიწერება კვადრატული ფუნქციებით, რომელთა სახეები კონკრეტული რაიონებისათვის წარმოდგენილია გრაფიკებზე (ნახ.3.4.1).

ჰისტოგრამების მეორე ტიპი შეიცავს სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ნულოვან გრადაციას, ანუ ამ დროს შეიძლება მთელი წლის განმავლობაში სეტყვა არ მოვიდეს. ასეთი შემთხვევებია ყვარლის, დედოფლისწყაროს და ლაგოდეხის რაიონებში. უსეტყვო დღეთა რაოდენობის განმეორებადობა ლაგოდეხის რაიონში 34%-ს შეადგენს, ხოლო ყვარლისა და დედოფლისწყაროს რაიონებში - 5-5%-ს. თუმცა, სეტყვიანობის უდიდესი განმეორებადობა მაინც 1-3 დღეს შეესაბამება და ყვარლისა და დედოფლისწყაროს რაიონებში 90%-ია, ხოლო ლაგოდეხის რაიონში - 60%. მეორე ტიპის ჰისტოგრამები

კარგად აღიწერება მესამე რიგის პოლინომებით, რაც აგრეთვე წარმოდგენილია გრაფიკებზე (ნახ.3.4.1).





ნახ. 3.4.1. სხვადასხვა გრადაციის სეტყვიან დღეთა რაოდენობის განმეორებადობათა ჰისტოგრამები და მათი აღმწერი შესაბამისი ფუნქციები

3.5. სეტყვიანობის ინტენსივობა

სეტყვიანობის ინტენსივობა ძირითადად დამოკიდებულია სეტყვის მარცვლების ზომაზე და სეტყვიანობის ხანგრძლივობაზე. სეტყვის მარცვლების დიამეტრი ლავირებს ფართო საზღვრებში, რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე სანტიმეტრამდე. ვ. გიგინეიშვილის[59] განმარტებით, სეტყვის მარცვლის მაქსიმალური დიამეტრი, რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოში ფიქსირდება, შეადგენს 4-5 სმ. აღმოსავლეთ საქართველოს სამსარის რაიონში ი. ბართიშვილი[48] აღნიშნავს 3 სმ დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლების მოსვლას, ხოლო გ. ვორონოვზე[56] დაყრდნობით, ასევე აღმოსავლეთ საქართველოში, ალაზნის ველზე უმეტესად ცვივა 1.4-1.8 სმ დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლები. გ.სულაქველიძეს[71] მოყავს ფაქტები ჩრდილო კავკასიაში მოსული სეტყვის შესახებ, რომლის მიხედვითაც სეტყვის მარცვლების დიამეტრმა 8 სმ შეადგინა. რაც უფრო დიდია სეტყვის მარცვლების ზომა, მით მეტია მათი ზემოქმედების ეფექტი, მაგალითად, 5 სმ და მეტი დიამეტრის მქონე სეტყვის მარცვლები ძალიან ძლიერ-კატასტროფულ ეფექტს ახდენს. სეტყვის მარცვლების ზომის შემცირებასთან ერთად, ზემოქმედების ეფექტი მცირდება და 5 მმ დიამეტრის მქონე მარცვლების ზემოქმედების ეფექტი საკმაოდ სუსტია.

საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური სტანდარტულ დაკვირვებებს სეტყვის მარცვლების დიამეტრზე არ აწარმოებდა და არც ამჯერად

აწარმოებს გარემოს ეროვნული სააგენტო, ამიტომ სექციანობის ინტენსივობის შეფასება მოვახდინეთ დაზიანებული ფართობის მიხედვით, ამასთან ერთად, სექციანობის ინტენსივობის კლასიფიკაციისას გათვალისწინებული იყო სექციის მარცვლების ზომები[79] (ცხრილი 3.5.1).

ცხრილი 3.5.1

სექციანობის ინტენსივობა, შესაძლო ზიანი და მოსალოდნელი ზარალი

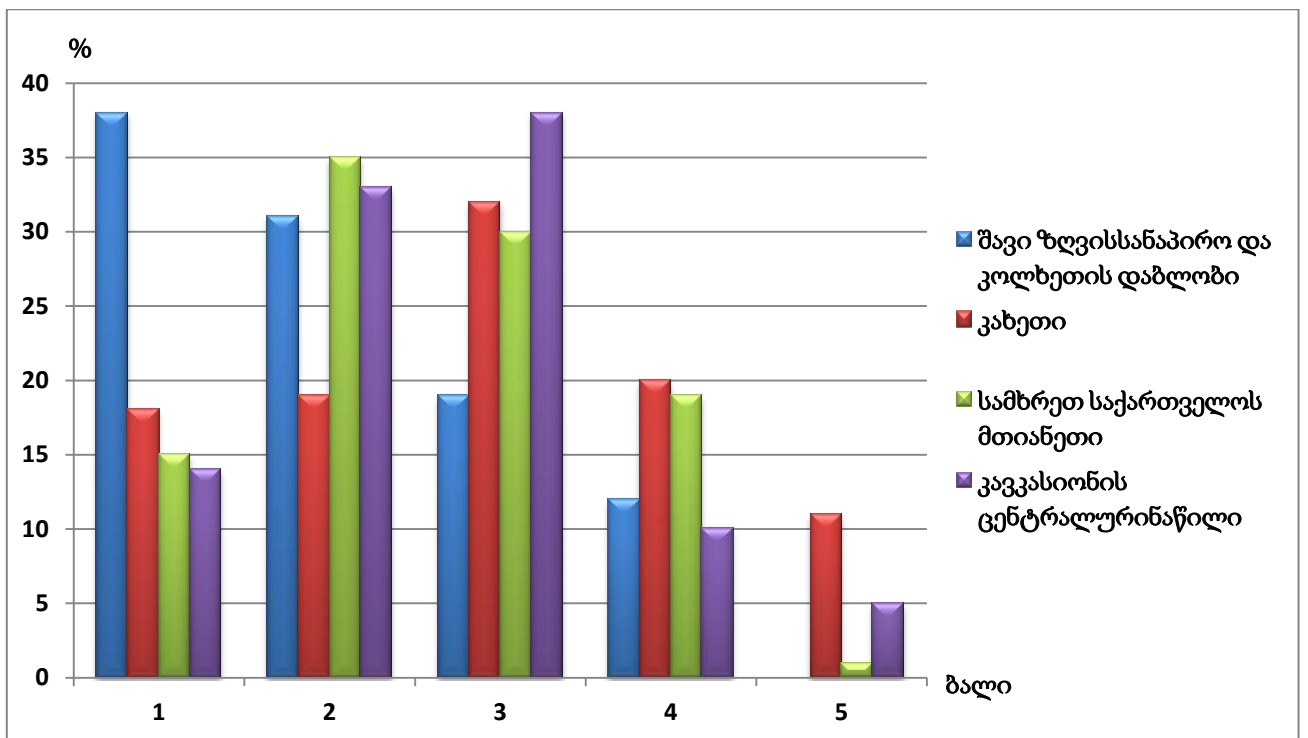
ინტენსივობა ბალებში	სექციის მარცვლების დიამეტრი მმ.	100% დაზიანებული ფართობი კმ ² .	ზემოქმედების ეფექტი	შესაძლო დაზიანება და ზარალი
1	≤5	<1	ძალიან სუსტი	ნაწილობრივ დაზიანებულია ნათესები და ხეების ფოთლები.
2	6-10	1-5	სუსტი	შესამჩნევად დაზიანებულია ბალები, ვენახები, მარცვლეული კულტურები და ნათესები.
3	11-20	6-10	საშუალო	დაზიანებულია სათბურები და შენობებისა და სატრანსპორტო საშუალებების ფანჯრები, ნაწლობრივ დაზიანებულია შენობათა სახურავები, დაზიანებულია ბალები, ვენახები და მარცვლეული კულტურის ნათესები.
4	21-50	11-50	ძლიერი	მთლიანად განადგურებულია ნათესები, დაცხრილულია სახლების სახურავები, დამსხვრეულია

				შენობათა და სატრანსპორტო საშუალებათა მინები, დახოცილია შინაური ფრინველები და წვრილფეხა საქონელი, დაზიანებულია აგურის შენობათა კედლები, არსებობს მსუბუქი თვითმფრინავების დაზიანების რისკი.
5	>50	>50	ძალიან ძლიერი	მთლიანად განადგურებულია აგრალურ კულტურათა მოსავალი, ნათესები და საძოვრები. დანგრეულია ხის შენობები, საკმაოდ დაზიანებულია აგურის შენობები, თვითმფრინავებისა და ავტომობილთა კორპუსები, დანგრეულია ზოგიერთი შენობის სახურავები. დახოცილია შინაური ცხოველები, არის ადამიანთა მსხვერპლის რისკი.

აღასანიშნავია ის, რომ მოცემული სეტყვიანობის სკალას აქვს საკმაოდ ზოგადი ხასიათი. იმ შემთხვევაში, თუ სეტყვას თან ახლავს ძლიერი ქარი და ქარიშხალი, გაცილებით მაღალია დაზიანების ხარისხი, როგორც აგრალური კულტურებისთვის, ასევე შენობებისა და სატრანსპორტო საშუალებებისთვის. ამ დროს თუნდაც მცირე ზომის სეტყვის მარცვლებს, როგორც ახასიათებს 1-2 ბალის ინტენსიურ სეტყვას (რომ არაფერი ვთქვათ უფრო მსხვილი სეტყვის მარცვლების ცვენაზე), შეუძლია ისეთივე ზარალის მიყენება, როგორც 3 და მეტი ბალის ინტენსიურ სეტყვას. მსხვილი სეტყვის

მარცვლებს ძლიერ ქართან და ქარიშხალთან ერთობლიობაში, შეუძლია გამოიწვიოს კატასტროფული შედეგები როგორც ეკონომიკური, ასევე ჰუმანიტარული ხასიათის (სახლების, სატრანსპორტო საშუალებების, ელექტრო გადამცემი კომუნიკაციების დანგრევა, შინაური ფრინველებისა და ცხოველების დახოცვა, ადამიანთა მსხვერპლი და სხვ.). უფრო მძიმე შედეგების მოტანა შეუძლია, თუ ამ პროცესებს თან ახლავს ინტენსიური თავსხმა წვიმა, რომელსაც ზემოთ ხსენებულ მოვლენებთან ერთად მიყვავართ წყალდიდობებთან, მეწყერებთან და ღვარცოფებთან[43].

ნახ. 3.5.1-ზე წარმოდგენილია სეტყვის სხვადასხვა ინტენსივობის განმეორადობის ჰისტოგრამა საქართველოს სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში (ცხრილი 3.3.1-ის დარაიონების მიხედვით)



ნახ.3.5.1 სეტყვიანობის სხვადასხვა ინტენსივობის განმეორებადობა რაიონების მიხედვით

ნახაზიდან 3.5.1 ირკვევა, რომ სეტყვიანობის სხვადასხვა ინტენსივობის განაწილების ალბათობის ფუნქციები სხვადასხვა გეოგრაფიული პირობებისთვის სხვადასხვაა. შავი ზღვის სანაპიროსა და კოლხეთის დაბლობზე სეტყვიანობის

ინტენსივობის მოდალური მნიშვნელობა მოდის პირველ გრადაციაზე. სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში ინტენსივობის მოდა ინაცვლებს მეორე გრადაციაზე, ხოლო კახეთსა და კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში ინაცვლებს მესამე გრადაციაზე. კატასტროფული სეტყვიანობა კი - როცა მათი ინტენსივობა 5 და მეტი ბალია, კახეთში შემთხვევათა 11% აღინიშნება, ხოლო კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში შემთხვევათა 5%-ია. ამრიგად, კახეთსა და კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში მეტად ინტენსიურია სეტყვიანობა, ვიდრე სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში[79].

დასავლეთ საქართველოში ინტენსიური სეტყვიანობა იშვიათი მოვლენაა, აქ ინტენსიური საშიში სეტყვის მოვლენები წარმოიქმნება ძირითადად ისეთი ატმოსფერული პროცესების დროს, რომლებიც დაკავშირებულია სხვადასხვა ტიპის ფრონტების გავლასთან, აგრეთვე, ერთგვაროვან ჰაერის მასებში ძლიერ განვითარებულ კონვექციურ პროცესებთან.

დასავლეთ საქართველოში, აღმოსავლეთ საქართველოსგან განსხვავებით, სეტყვის პროცესები წარმოიქმნება მხოლოდ ცივი ჰაერის მასების შემოჭრის დროს. აღმოსავლეთიდან შემოჭრილი ცივი ფრონტი ლიხის ქედამდე ვრცელდება და იშლება, იშვიათ შემთხვევაში, თუ ცივი ფრონტი დასავლეთში იჭრება, ფიონური ეფექტის გავლენით ჰაერი მშრალი, თბილი და მდგრადი ხდება, ამიტომ სეტყვა არ წარმოიქმნება. მეორეს მხრივ, სეტყვის წარმოქმნას ფიონი ხელს უწყობს სამხრეთის ციკლონების შემოსვლისა და გასვლის დროს.

სეტყვა ფრონტალური პროცესების დროს აზიანებს დიდ ფართობებს. ოროგრაფიასთან დაკავშირებით და შავი ზღვის გავლენით, წლის თბილ პერიოდში კონვექციური დენები მთის ფერდობებზე აღმასვლისას განაპირობებენ სეტყვას, რომელიც სანაპირო რაიონებში იშვიათია, ხოლო მთიან რაიონებში აღწევენ თავის მაქსიმუმს.

საქართველოში სეტყვიანობის ინტენსივობის სტატისტიკური მონაცემები ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში არ მოიძიება, თუმცა, ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალების კვლევისა და ანალიზის საფუძველზე, რომელიც მოიცავს 1983-1991 წწ.-ის მონაცემებს სეტყვის ინტენსივობის შესახებ, შედგენილ იქნა სეტყვის საშუალო და

მაქსიმალური ინტენსივობის ცხრილები (ცხრილები 3.5.2 და 3.5.3) და შესაბამისი გეოინფორმაციული რუკები (ნახ. 3.5.2; 3.5.3; 3.5.4; 3.5.5) აღმოსავლეთ საქართველოსთვის და ცალკე კახეთის რეგიონისთვის.

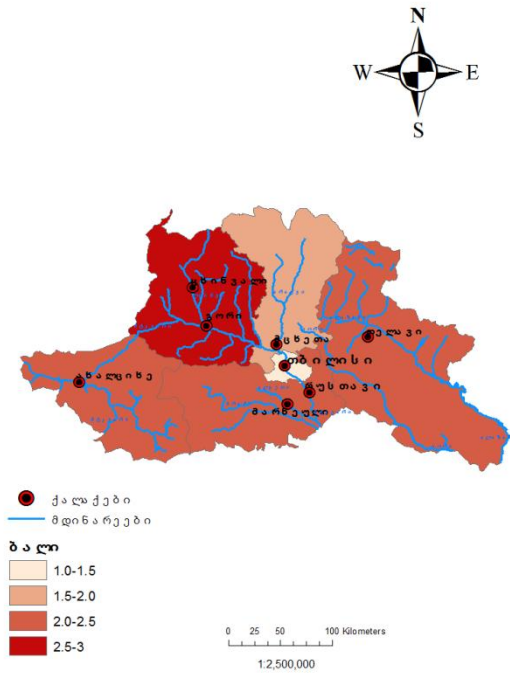
ცხრილი 3.5.2

აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვის საშუალო და მაქსიმალური ინტენსივობა რეგიონების მიხედვით

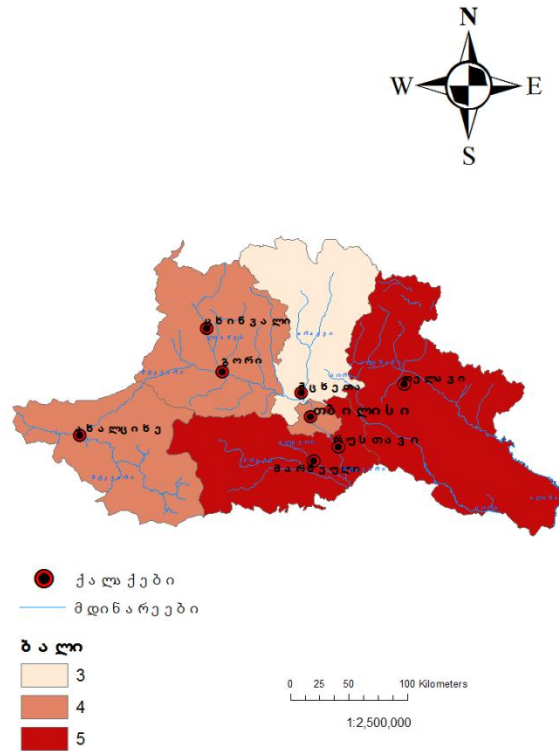
რეგიონი	საშუალო ინტენსივობა (ბალი)	მაქსიმალური ინტენსივობა (ბალი)
თბილისი	1	4
კახეთი	2.3	5
ქვემო ქართლი	2.3	5
შიდა ქართლი	2.6	4
მცხეთა-მთიანეთი	1.7	3
სამცხე-ჯავახეთი	2.3	4

როგორც ცხრილი 3.5.2-დან ჩანს, ყველაზე დაბალი ინტენსივობით ხასიათდება თბილისი საშუალოდ 1 ბალი, შემდეგ მოჰყვება მცხეთა-მთიანეთი საშუალოდ 1.7 ბალი, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს დანარჩენ რეგიონებში სეტყვის ინტენსივობა საშუალოდ 2-3 ბალის ფარგლებში მერყეობს. რაც შეეხება სეტყვის მაქსიმალურ ინტენსივობას, მასიმუმს (5 ბალი) იგი აღწევს კახეთსა და ქვემო ქართლში, რაც სავსებით მოსალოდნელი იყო.

ცხრილი 3.5.2-ის საფუძველზე შედგენილ იქნა აღმოსავლეთ საქართველოს სეტყვის საშუალო და მაქსიმალური ინტენსივობის გეოინფორმაციული რუკები (ნახ. 3.5.2 და 3.5.3).



ნახ. 3.5.2 აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვის საშუალო ინტენსივობა რეგიონების მიხედვით



ნახ. 3.5.3 აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვის მაქსიმალური ინტენსივობა რეგიონების მიხედვით

კახეთის რეგიონისთვის, რომელიც წარმოადგენს ჩვენი განსაკუთრებული ინტერესის საგანს, ვინაიდან ინტენსიური სექცვა ყველაზე უფრო ამ რეგიონს აზარალებს, ასევე შეფასებულ იქნა სექცვის საშუალო და მაქსიმალური ინტენსივობები (ცხრილი 3.5.3) იგივე პერიოდის (1983-1991 წწ) მონაცემების მიხედვით.

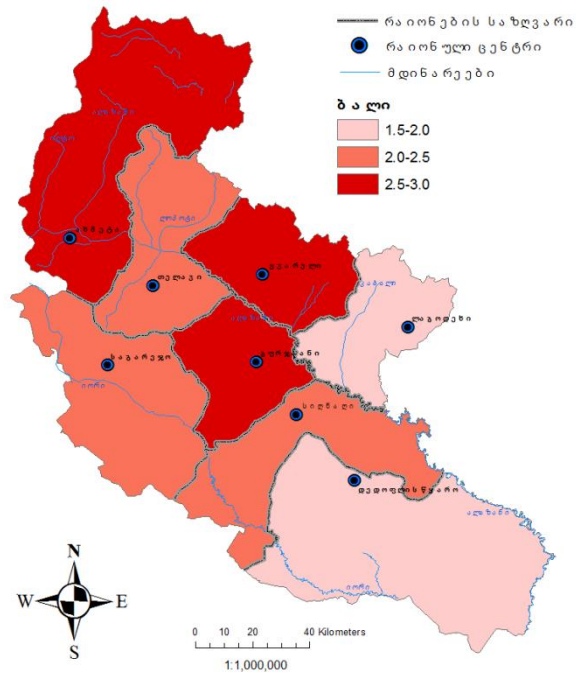
ცხრილი 3.5.3

კახეთის რეგიონში სექცვის საშუალო და მაქსიმალური ინტენსივობა რაიონების მიხედვით

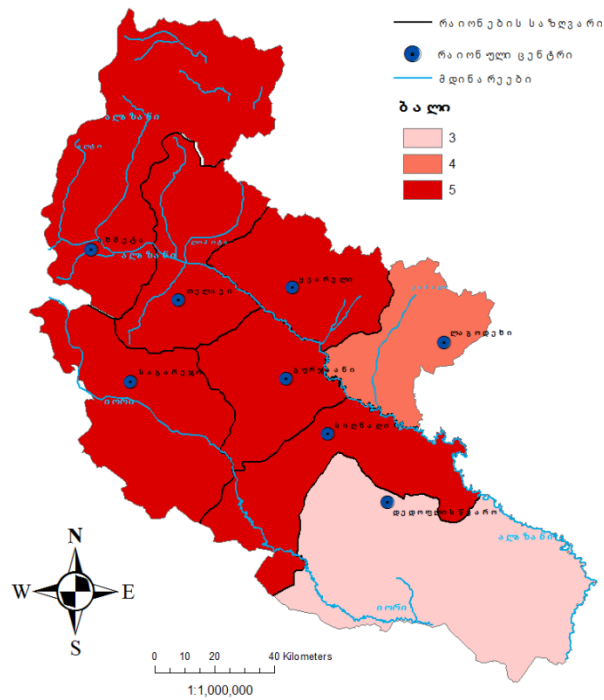
რაიონები	საშუალო ინტენსივობა (ბალი)	მაქსიმალური ინტენსივობა (ბალი)
ახმეტა	2.6	5
თელავი	2.0	5
საგარეჯო	2.2	5
გურჯაანი	2.5	5
დედოფლისწყარო	1.6	3
ლაგოდეხი	1.7	4
ყვარელი	2.8	5
სიღნაღი	2.3	5

ცხრილი 3.5.3 - დან კარგად ჩანს, რომ კახეთის რეგიონში სექცვის შედარებით დაბალი ინტენსივობა მხოლოდ დედოფლისწყაროსა და ლაგოდეხის რაიონებში ფიქსირდება, საშუალოდ 1.6 და 1.7 ბალი, ხოლო კახეთის დანარჩენ რაიონებში სექცვის საშუალო ინტენსივობა 2-3 ბალის ფარგლებშია, ასეთივე მდგომარეობაა სექცვის მაქსიმალური ინტენსივობის შემთხვევაში, კახეთის რეგიონის ყველა რაიონში, გარდა დედოფლისწყაროსა და ლაგოდეხის რაიონებისა ფიქსირდება სექცვის ინტენსივობის მაქსიმუმი - 5 ბალი, რაც ასევე მოსალოდნელი იყო.

ცხრილი 3.5.3 - ზე დაყრდნობით შედგენილ იქნა კახეთის რეგიონის რაიონების მიხედვით სექცვის საშუალო და მაქსიმალური ინტენსივობის გეოინფორმაციული რუკები (ნახ. 3.5.4 და 3.5.5).



ნახ. 3.5.4 კახეთის რეგიონის სეტყვის საშუალო ინტენსივობა რაიონების მიხედვით



ნახ. 3.5.5. კახეთის რეგიონის სეტყვის მაქსიმალური ინტენსივობა რაიონების მიხედვით

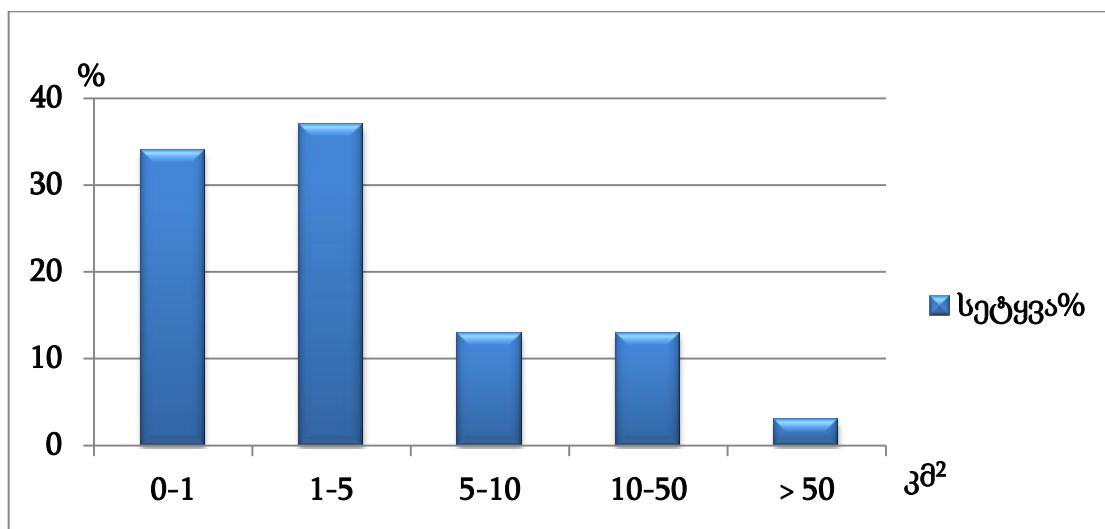
3.6. სეტყვიანობის არეალები

სეტყვა ყველაზე ხშირად წარმოიქმნება ცივი ფრონტის გავლისას [7,59,63,74], თუმცა, ადგილობრივ ოროგრაფიულ პირობებს ქვეფენილი ზედაპირის ძლიერი გადახურების შედეგად, ასევე ჰაერის მასების სტრატეფიკაციის არამდგრადობას, შეუძლიათ კონვექციური პროცესების გამლიერება. ამასთან ერთად, სეტყვის წარმოქმნის სიტუაციების აეროსინოპტიკური პირობები მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია რეგიონის გეოგრაფიულ მდებარეობასა და ოროგრაფიულ თავისებურებებზე. მაგალითად, ლ. ბატანის[51] მონაცემებით, მსხვილი სეტყვის მოსვლის აეროსინოპტიკური პირობები ვრცელი დაბლობის თავზე იქმნება მაშინ, როდესაც მიწის ზედაპირზე ჩრდილოეთისკენ მოძრაობს თბილი ტენიანი ჰაერი, რომელზეც მთიდან გროვდება დასავლეთის შედარებით ცივი მშრალი ჰაერის მასა. პოლონეთში, ყველაზე ინტენსიური სეტყვიანობის შემთხვევათა 38% დაიკვირვება ცივი ფრონტის გავლისას[87]. ნ. გლუშკოვაზე[63] დაყრდნობით, ჩრდილოეთ კავკასიაში სეტყვის მოსვლის ალბათობა ცივი ფრონტის გავლისას შეადგენს - 21%, ხოლო სომხეთში - 11%. ამასთან, სეტყვიანობის ალბათობა შიდამასური პროცესების დროს შეადგენს პოლონეთში - 33%, სომხეთში - 10%, ჩრდილოეთ კავკასიაში - 2%. ვ.გიგინეიშვილის[59] მონაცემებით, სეტყვის მოსვლის ალბათობა ცივი ფრონტის გავლისას საქართველოში შეადგენს - 44%, ტალღური აღრევისას სამხრეთით შეადგენს - 24%, ხოლო შიდამასური კონვექციური პროცესებისას შეადგენს - 17%. პირველი ორი შემთხვევისას სეტყვის პროცესები ჩვეულებრივ მოიცავს დიდ ფართობებს, მესამე შემთხვევისას, რომელიც დაკავშირებულია კონვექციურ პროცესებთან, სეტყვიანობის ფართობი არც თუ ისე დიდია.

მოსული სეტყვა მიწის ზედაპირზე აყალიბებს ერთგვარ ბილიკს, კვალს. სეტყვის ბილიკები გამოკვლეულია მრავალი ავტორის მიერ[71,59]. ვ. გიგინეიშვილის მიხედვით[59], აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვის ბილიკის საშუალო სიგრძე 20-30კმ მერყეობს, ხოლო საშუალო სიგანე 5-7კმ ფარგლებშია, ამგვარად, სეტყვიანობის შედეგად დაფარული ფართობი საშუალოდ შეადგენს 100-200კმ². სეტყვის ბილიკის მაქსიმალური სიგრძე, ასევე ვ. გიგინეიშვილის თქმით შეადგენს 100კმ, ხოლო

მაქსიმალური სიგანე შეადგენს 10კმ. ჩრდილოეთ კავკასიაში სეტყვის ბილიკის მაქსიმალური სიგრძე შეადგენს დაახლოებით 400კმ[71].

ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის თანახმად, სეტყვა 100%-ით აზიანებს ყველაზე ხშირად 1-5კმ² ფართობს (37%) და 1კმ²-ზე ნაკლებ ფართობს (34%). 5კმ²-ზე მეტი ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება 30%-ზე ნაკლები შემთხვევისას (ნახ.3.6.1). 5-50კმ² ფართობის ტერიტორია მთლიანად ზიანდება 26% შემთხვევისას. თუმცა იშვიათად, რომ სეტყვიანობამ დააზიანოს უფრე დიდი ფართობის ტერიტორია, მაგალითად, 50კმ² ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება სეტყვიანობის 3% შემთხვევისას[71].



ნახ. 3.6.1 სეტყვიანობის სხვადასხვა არელების განმეორებადობა 100% დაზიანებისას

სეტყვიანობის შესახებ, როგორც საქართველოსთვის განსაკუთრებულად საშიშ მოვლენაზე, გაზეთი „ივერია“ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში წერდა მტრედის კვერცხის ზომა სეტყვაზე, რომელმაც გაანადგურა ნათესები და ვენახები გურჯაანის რაიონში. 1969 წელს ინტენსიურმა სეტყვამ ხულოს რაიონში (დასავლეთ საქართველო) 100% გაანადგურა: 307 ჰა თამბაქოს პლანტაცია; 740 ჰა მინდვრის კულტურა; 198 ჰა სიმინდი; 109 ჰა ხეხილის კულტურა; 19 ჰა კარტოფილი; 15 ჰა ბალჩიული კულტურა; 9 ჰა ვენახი. ანალოგიური შემთხვევები სეტყვიანობის გამანადგურებელი შედეგებისა ასევე იყო

დაფიქსირებული დედამიწის სხვა რაიონებშიც. მაგ. 1965 წლის 19-20 ივლისს ჩრდილოეთ კავკასიაში, ტიხორეცკის რ/ნ-ში მოვიდა სეტყვა ასანთის კოლოფის ზომის სეტყვის მარცვლებით. დაზიანებულ იქნა სახლების სახურავები და კედლები, აგრაღური ნათესები, დაიხოცა უამრავი შინაური ფრინველი[57].

ცხრილი 3.6.1-დან, სადაც მოცემულია 100% დაზიანებული ტერიტორიის შესახებ ინფორმაცია და შესაბამისი ზარალი სეტყვიანობის ზოგიერთი შემთხვევისას საქართველოში, ჩანს, რომ ყველაზე მეტად მნიშვნელოვან ტერიტორიაზე სეტყვიანობა აღინიშნება კახეთში, ძირითადად ალაზნის ვაკეზე და ცივ-გომბორის ქედზე. ამასთან, იგი საკმაოდ მნიშვნელოვან ზარალს იწვევს, რომელიც იანგარიშება რამდენიმე ათეული მილიონი აშშ დოლარით. ამიტომ პირველი სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახური მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში ჩამოყალიბდა ამ ტერიტორიაზე. 2014 წელს აქვე მოხდა ამ სამსახურის მუშაობის აღდგენა[79].

ცხრილი 3.6.1

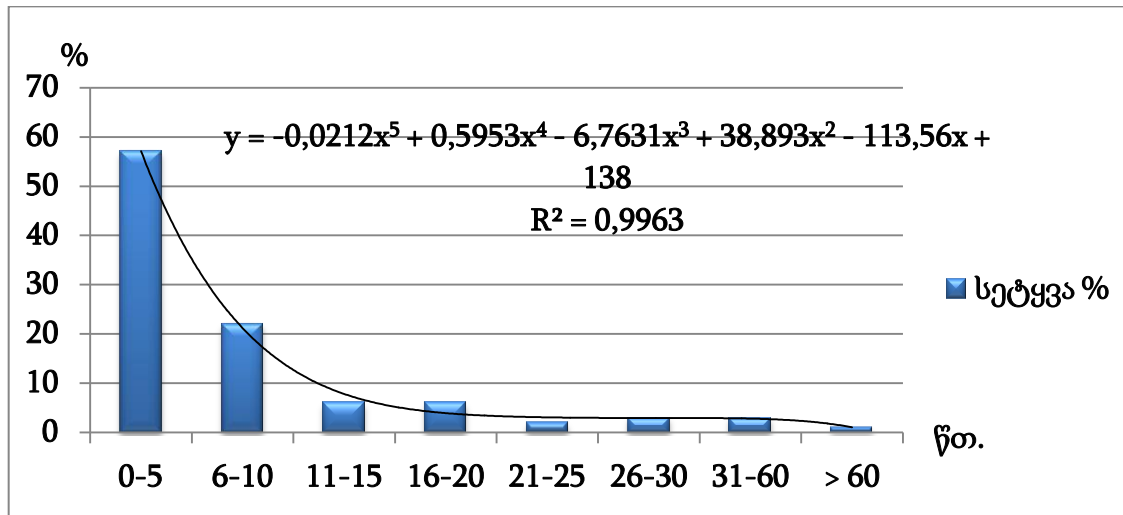
სეტყვიანობის ზოგიერთი შემთხვევისას 100% დაზიანებული ტერიტორიები და შესაბამისი ზარალი

წელი	თვე	რიცხვი	ფართობი, კმ ²	ზარალი მლნ. აშშ დოლარი	რაიონი (ყველაზე დიდი ინტენსივობის ცენტრი)
1978	V	28	129	21.552	კახეთი (სიღნაღი)
1982	V	20	34	7.370	კახეთი (გურჯაანი, დედოფლისწყარო)
1982	VII	5	72	9.360	სამხრეთ-საქართველოს მთიანეთი (ახალქალაქი)
1986	V	21	30	5.840	კახეთი (რუისპირი, გურჯაანი)
1987	V	9	121	26.0	კახეთი (უდაბნო, ნუკრიანი)
1987	V	12	42	9.130	კახეთი (ნაფარეული)
1987	VI	4	18	3.810	კახეთი (გავაზი)
2012	VII	19	35	30.150	კახეთი (თელავი)

3.7. სეტყვის ხანგრძლივობა

სანდო მონაცემები, რომლებიც ასახავს სეტყვის ხანგრძლივობას, არ მოიპოვება. გ. სულაქველიძის ცნობით[3], სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა არ აჭარბებს 8 წთ-ს. ხოლო სეტყვის მაქსიმალურმა ხანგრძლივობამ 1966 წელს ჩრდილოეთ კავკასიაში შეადგინა 360 წთ. სხვა ავტორთა ცნობით სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა ირყევა 5-10 წთ.-ის საზღვრებში. გ. სულაქველიძეს თავისივე მონოგრაფიაში მოყავს მონაცემები, რომლის მიხედვითაც ყველაზე ხანგრძლივი სეტყვა ყოფილ საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში გაგრძელდა 20-30 წთ., ავსტრალიაში - 50 წთ., აშშ-ში - 90 წთ. და ა.შ.

ნახ.3.7.1-ზე მოცემულია სეტყვის სხვადასხვა ხანგრძლივობის განმეორებადობის ჰისტოგრამა საქართველოს ტერიტორიაზე. ნახ.3.7.1-დან ჩანს, რომ სეტყვის შემთხვევათა 60%-ის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 წთ-ზე ნაკლებს, ხოლო 80%-ის ხანგრძლივობა - 10წთ-ზე ნაკლებს. სეტყვის ხანგრძლივობის ნახევარ საათზე მეტი განმეორებადობა შეადგენს მხოლოდ 3%-ს. ხოლო საათზე მეტი განმეორებადობა სეტყვის ხანგრძლივობისა 1%-ზე ნაკლებია. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 9 - 10 წთ.-ს[79].

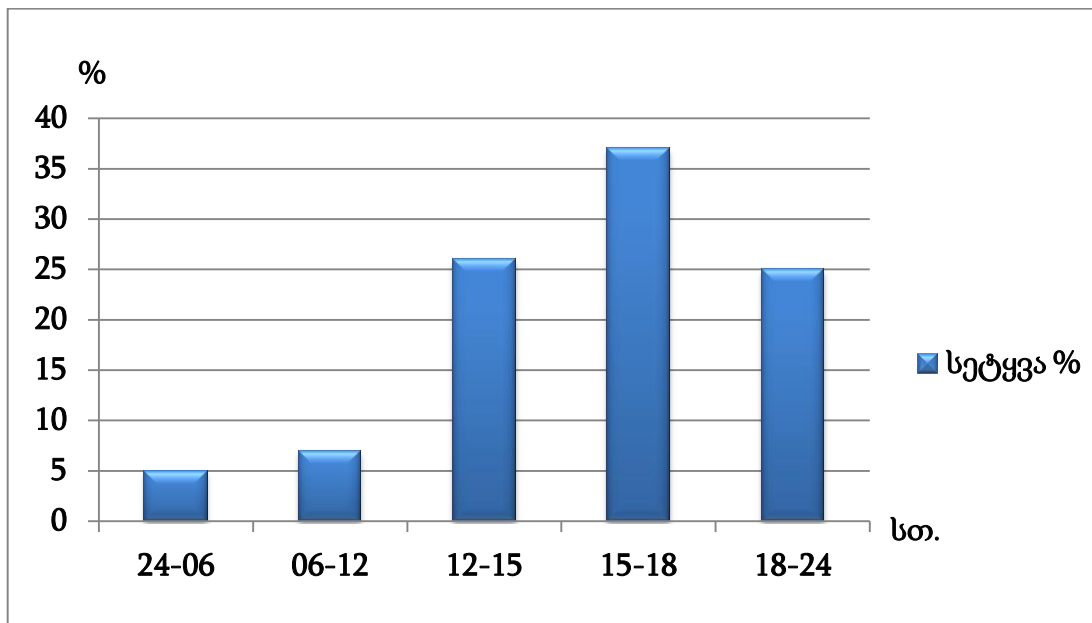


ნახ.3.7.1. სეტყვის სხვადასხვა ხანგრძლივობის განმეორებადობა და შესაბამისი რეგრესიის განტოლება ($y = -0,0212x^5 + 0,5953x^4 - 6,7631x^3 + 38,893x^2 - 113,56x + 138$; $R^2 = 0,9963$), x - ხანგრძლივობა, y - განმეორებადობა, R^2 - კორელაციური დამოკიდებულება.

ნახ. 3.7.1-ზე მოყვანილი ჰისტოგრამა კარგად აღიწერება მე-5 ხარისხის პოლინომით. ამ პოლინომით შესაძლებელია გამოითვალოს ნებისმიერი სექცვის ხანგრძლივობის ალბათობა.

ჩვენს მიერ შედგენილი კატალოგის თანახმად, ყველაზე ხანგრძლივი სექცვა აღნიშნულია 1982 წლის 21 მაისს კახეთში (სიღნაღი, ანაგა, გურჯაანი, ტიბაანი), როდესაც სექცვა გრძელდებოდა 240 წთ, ასევე 1986 წლის 8 ივნისს სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში (წალკა) სადაც სექციანობა გაგრძელდა 210 წთ. პირველ შემთხვევაში ზარალმა შეადგინა 13 მლნ. აშშ დოლარზე მეტი, მეორე შემთხვევაში - დაახლოებით 3 მლნ. აშშ დოლარი.

სექციანობა შესაძლებელია დღეღამის ნებისმიერ დროს, თუმცა, ყველაზე მეტად სექცვა მოდის დღის მეორე ნახევარში, უმეტესად შუადღის ან საღამოს საათებში. შემთხვევათა დაახლოებით 80% სექცვა მოდის 12-დან 21 სთ-მდე. სექცვის მოსვლის ყველაზე დიდი ალბათობა შეესაბამება 15-დან 18სთ-მდე პერიოდს (37%), 12-დან 15 სთ-მდე შემთხვევათა 26%-ია. ღამის საათებში, 24-დან 06 სთ-მდე სექცვის მოსვლის ალბათობა შეადგენს მხოლოდ 5%-ს[79]. სექცვის მოსვლის შემთხვევათა ალბათობა დღეღამის განმავლობაში გრაფიკის სახით მოცემულია ნახ.3.5.2-ზე.



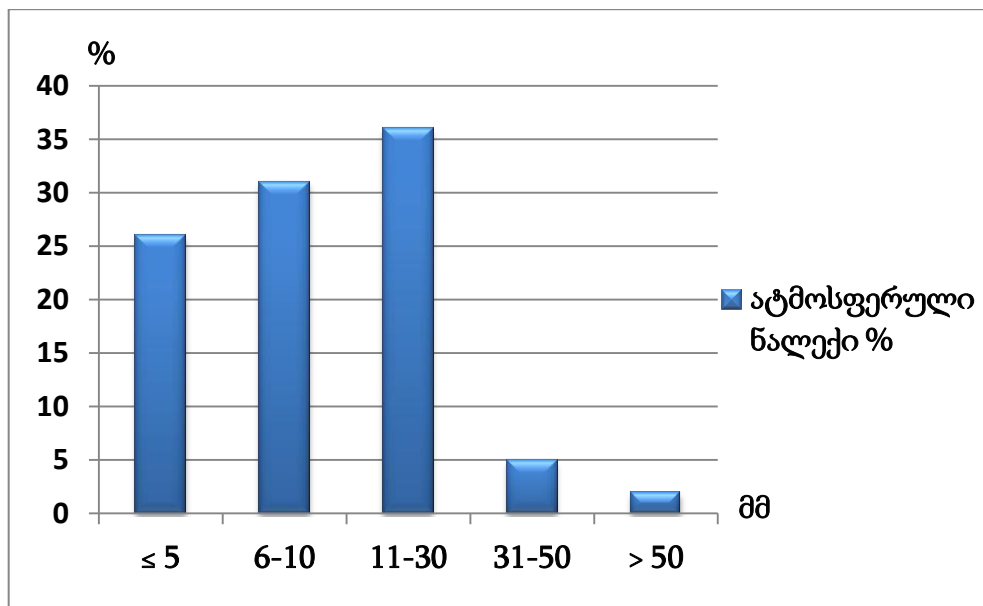
ნახ. 3.7.2 სექციანობის ალბათობა დღეღამის განმავლობაში

3.8. მოსული ნალექების რაოდენობა და ინტენსივობა

სეტყვიანობისას სეტყვის მარცვლებთან ერთად მიწაზე ხვდება თხევადი ნალექები, უფრო მეტიც სეტყვიანობას არცთუ იშვიათად თან სდევს ინტენსიური წვიმები და ძლიერი ქარები. ამ დროს მოსული ნალექთა რიცხვი ჩვენი გათვლებით მერყეობს ფართო დიაპაზონში, რამდენიმე მმ-დან 10სმ-მდე ფარგლებში და მეტიც. საშუალოდ იგი 3-4 ჯერ აღემატება წლის თბილი პერიოდის ნალექიან დღეებში მოსულ საშუალო დღედამურ ნალექთა ჯამს. კერძოდ, საქართველოს ტერიტორიაზე წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში საშუალო დღედამური ნალექთა ჯამი მერყეობს 3-6მმ საზღვრებში, როცა სეტყვის მოსვლის დღეს მოსული ნალექების საშუალო რაოდენობა შეადგენს 14-20მმ-ს.

როგორც აღნიშნული იყო, სეტყვიანობის საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 9-10 წთ. შესაბამისად, სეტყვიანობისას ნალექთა მოსვლის საშუალო ინტენსივობა შეიძლება შეფასდეს 1,4-2 მმ/წთ სიდიდით, რაც 2-ჯერ აღემატება გ.სულაქველიძის[71] შეფასებას ჩრდილოეთ კავკასიისთვის, თუმცა, მისივე მონაცემებით ცალკეულ შემთხვევებში, ნალექთა ინტენსივობამ შეიძლება მიაღწიოს 4მმ/წთ სიდიდეს.

ნახ. 3.8.1-დან ირკვევა, რომ კახეთის პირობებში სეტყვიანობისას მოსულ ნალექთა უალბათესი რაოდენობა შეადგენს 11-30 მმ-ს. ამ რაოდენობის ნალექთა მოსვლის განმეორებადობა 36%-ია. 31% შემთხვევისას მოსულ ნალექთა რაოდენობა მერყეობს 6-10 მმ საზღვრებში, 26% შემთხვევაში ნალექთა ჯამი არ აღემატება 5მმ-ს. 5% შემთხვევის დროს ნალექთა რაოდენობა შეადგენს 31-50 მმ, ხოლო 2%-ზე ნალებ შემთხვევაში, მოსულ ნალექთა რაოდენობამ სეტყვიანობისას შესაძლებელია გადააჭარბოს 100 მმ-ს. ასეთი შემთხვევები დაფიქსირებულ იყო 1940 წლის 11 მაისს, 1957 წლის 14 აგვისტოს და 1972 წლის 29 მაისს თბილისში, 1973 წლის 13 ივნისს თეთრწყაროში, 1972 წლის 17 სექტემბერს სოხუმში და ა. შ.[79]



ნახ. 3.8.1 სხვადასხვა რაოდენობის ატმოსფერულ ნალექთა განმეორებადობა სეტყვიანობისას კახეთის ტერიტორიაზე

თავი IV

კლიმატის ანთროპოგენური ცვლილების გავლენა სეტყვიანობაზე

4.1. სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება

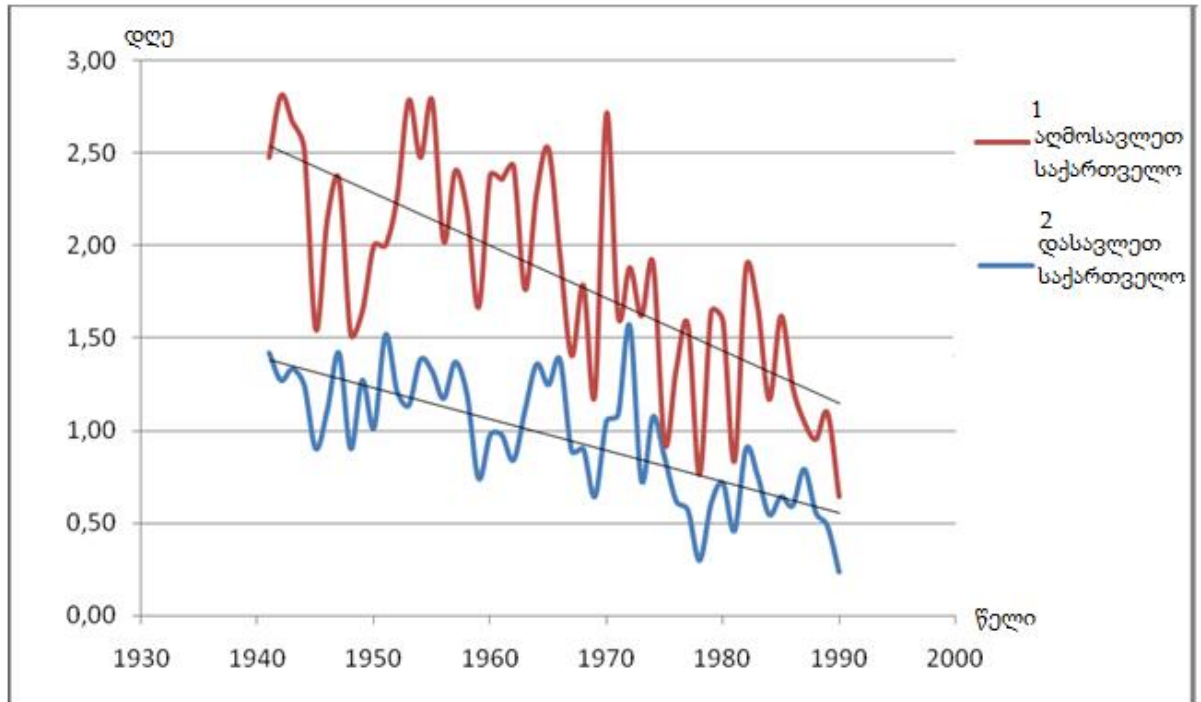
გარემოს ცვლილების გამომწვევი ანთროპოგენური ფაქტორები დიფერენცირებულია როგორც თვისობრივად, ასევე რაოდენობრივად [15].

კლიმატის თანამედროვე ანთროპოგენურ ცვლილებებს შეუძლიათ გავლენა მოახდინოს ღრუბლების მიკროფიზიკურ და ელექტრულ თვისებებზე, როგორც ინტენსიური სეტყვისა და ელჭექის გამომწვევ პირობებზე. ამავე დროს, ზემოქმედების ეფექტი დიდ წილად დამოკიდებულია ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებზე და ეკოლოგიურ სიტუაციაზე. მნიშვნელოვანი კვლევები ამ მიმართულებით მიმდინარეობს რუსეთის ფედერაციის ჰიდრომეტეოროლოგიური კომიტეტის მაღალმთიან გეოფიზიკის ინსტიტუტში, ნალჩიკში [32,33,59].

ისეთი პატარა ქვეყნისთვის, როგორც საქართველოა, ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა აუცილებელია ეროვნული კატასტროფის თავიდან ასაცილებლად, ხოლო მისი დაცვა სამშობლოს დაცვის ტოლფასია [16].

საქართველოს პირობებისთვის შრომებში [44,81] წარმოდგენილია კვლევები წლის თბილი პერიოდის (აპრილი- სექტემბერი) განმავლობაში სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ცვლილების შესახებ 1941-1990 წლების პერიოდისთვის 122 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით (81 სადგური დასავლეთ საქართველოში და 41 სადგური აღმოსავლეთ საქართველოში). დადგენილ იქნა, რომ სეტყვიანობის საშუალო რაოდენობის კლება დროის მოცემულ პერიოდში საქართველოს მთელს ტერიტორიაზე დაიკვირვება 65 სადგურზე (აღმოსავლეთ საქართველოში 21 და დასავლეთ საქართველოში 44 სადგურზე), მატება დაიკვირვება 14 სადგურზე (აღმოსავლეთ საქართველოში 6 და დასავლეთ საქართველოში 8 სადგურზე), სეტყვიანობის საშუალო რაოდენობა უცვლელია 43 სადგურზე (აღმოსავლეთ საქართველოში 13 და დასავლეთ საქართველოში 30 სადგურზე).

ნახ.4.1.1-ზე წარმოდგენილია წლის თბილ პერიოდში მეტეოროლოგიურ სადგურზე სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ტრენდები 1941-1990 წლების პერიოდისთვის [45] მონაცემების მიხედვით.



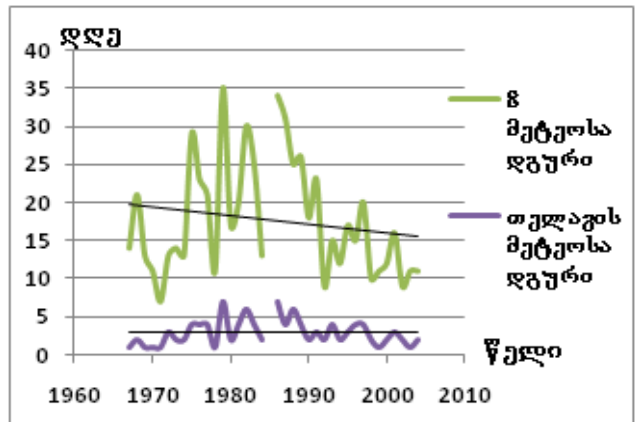
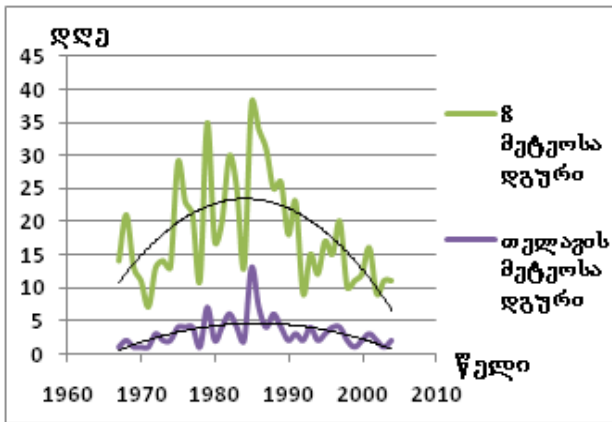
ნახ. 4.1.1 მეტეოროლოგიურ სადგურზე სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილება წლის თბილ პერიოდში 1941-1990 წლებისთვის და შესაბამისი რეგრესიის განტოლებები, 1-ალმოსავლეთ საქართველო ($y = -0.028x + 57.88$; $R^2 = 0.51$), 2- დასავლეთ საქართველო ($y = -0.016x + 34.11$; $R^2 = 0.54$), x - წლები, y - დღეთა რიცხვი, R^2 - კორელაციური დამოკიდებულება

მთლიანობაში, როგორც ნახ.4.1.1-დან ჩანს, ალმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოშიც დაიკვირვება სეტყვიანობის დაღმავალი ტრენდი, ამასთან, ალმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა კლება ხდებოდა უფრო ინტენსიურად, ვიდრე დასავლეთ საქართველოში, შესაბამისად, დეტერმინაციის კოეფიციენტები ტოლია 0.54 და 0.51. შესაძლებელია ეს დაკავშირებულია კლიმატის ცვლილების თავისებურებებზე საქართველოს ამ რაიონებში, ან ალმოსავლეთ საქართველოში მიმდინარე სეტყვის პროცესებზე აქტიურ ზემოქმედებასთან. უფრო დეტალურად ეს

საკითხი განხილულია შრომებში[1,38,45,77,82], რომელთა მიხედვითაც დაცულ ტერიტორიებზე საკონტროლო ტერიტორიებთან შედარებით, სეტყვიან დღეთა შემცირება ხდებოდა ნაკლები ტემპებით. შესაძლებელია ეს ხდებოდა დაცულ ტერიტორიებზე ატმოსფეროს ანთროპოგენური დაჭუჭყიანების ზრდის შედეგად (საკონტროლო ტერიტორიები განლაგებულია შედარებით ეკოლოგიურად სუფთა რაიონებში). უნდა აღინიშნოს, რომ ანთროპოგენური დაჭუჭყიანების ზრდა ატმოსფეროში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენდა სეტყვის პროცესების დინამიკაზე და სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ეფექტურობაზე კახეთში. კერძოდ, 1967-1984 წლებში კახეთში შეინიშნებოდა მოსალოდნელი და ფაქტიური სეტყვის შემთხვევათა რაოდენობის გარკვეული ზრდა, ასევე, ზემოქმედებულ სეტყვის ღრუბელთა რაოდენობის გარკვეული ზრდა, შეინიშნებოდა აგრეთვე სეტყვის ღრუბელთა წილის ზრდა ზემოქმედებულ ღრუბელთა საერთო რაოდენობაში. ამავდროულად აღინიშნებოდა ერთი სეტყვიანობისას სეტყვისგან 100%-ით დაზიანებული ფართობის შემცირება [1].

დეტალური კვლევები კლიმატის ცვლილების ფონზე გლობალური დათბობის გავლენისა სეტყვის კლიმატოლოგიაზე, ასევე, სეტყვასაწინააღმდეგო თავდაცვის ფიზიკური ეფექტურობის შეფასების მეთოდები, რომელიც ითვალისწინებს რეგიონის სეტყვასაშიმ ტრენდს, შესრულებულია ჩრდილოეთ კავკასიისთვის[68]. სამწუხაროდ, საქართველოს პირობებისთვის ბოლო წლებში, სანდო მონაცემების უქონლობის, ასევე, შესაბამისი სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურის არარსებობის გამო, ამ პრობლემის განხილვა შეუძლებელია. საქართველოს ტერიტორიაზე ბოლო ორი ათწლეულის განმავლობაში მხოლოდ 18 მეტეოროლოგიური სადგური ფუნქციონირებდა. ამისდა მიუხედავად, გარკვეული წარმოდგენა ამ საკითხზე შეიძლება ჩვენს ხელთ არსებული ცალკეული მონაცემების ანალიზისა და დამუშავების შედეგად.

ნახ4.1.2-ზე წარმოდგენილია სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მრავალწლიური სვლა თელავის და მთლიანად კახეთის 8 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით.



ა)

ბ)

ნახ. 4.1.2. სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მრავალწლიური სვლა: ა) მთელი რიგის მიხედვით; ბ) 1985 წლის მონაცემების გაუთვალისწინებლად

სეტყვიან დღეთა რაოდენობის საუკუნოვან სვლაში, როგორც თელავის, ისე კახეთის 8 პუნქტის მონაცემების გათვალისწინებით, პიკი აღინიშნება 80-იან წლებში და შემდეგ კლებულობს (ნახ. 4.1.2 ა). ეს გამოწვეულია იმით, რომ 1985 წელს დაფიქსირდა სეტყვიან დღეთა ძალიან ბევრი შემთხვევა. მხოლოდ თელავში ამ წელს 13 სეტყვიანი დღე აღინიშნა, ხოლო კახეთის რვავე სადგურის მონაცემებით, სეტყვიან დღეთა რაოდენობამ ჯამში 38-ს მიაღწია. როგორც ჩანს, ეს წელი ანომალური იყო, რადგანაც სხვა შემთხვევაში სეტყვიან დღეთა რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია. მაგალითად, თელავში განხილულ პერიოდში სეტყვიან დღეთა რაოდენობა იცვლებოდა 1-დან 7-მდე და ამ ფონზე 1985 წელს სეტყვა მოვიდა 13 დღის განმავლობაში, რაც თითქმის ორჯერ აღემატება სეტყვიან დღეთა რაოდენობის მაქსიმუმს. ასეთივე მდგომარეობაა სხვა სადგურების მონაცემებშიც. ამიტომ, სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილების ტენდენციის სწორად შესაფასებლად, მიზანშეწონილია ამ წერტილის გაუთვალისწინებლობა. ასეთ შემთხვევაში ვლემულობთ ნახაზ 4.1.2 ბ-ზე წარმოდგენილ შედეგს. როგორც ამ შედეგიდან ჩანს, თელავის მონაცემებით, სეტყვიან დღეთა რაოდენობას არ გააჩნია მატების ან კლების არსებითი ტენდენცია. რაც შეეხება ყველა მეტეოროლოგიური სადგურის შემაჯამებელ მონაცემებს, აშკარაა სეტყვიან დღეთა რაოდენობის კლების

ტენდენცია. განსაკუთრებით სწრაფად იკლებდა სეტყვიანობა 1990 წლის შემდეგ, ანუ ინტენსიური გლობალური დათბობის პერიოდში. ამავე ნახაზიდან ჩანს, რომ სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების პერიოდში, რაც წარმოებდა 1967–1989 წლებში, სეტყვიანობის რაიმე შესამჩნევი კლება არ აღინიშნება.

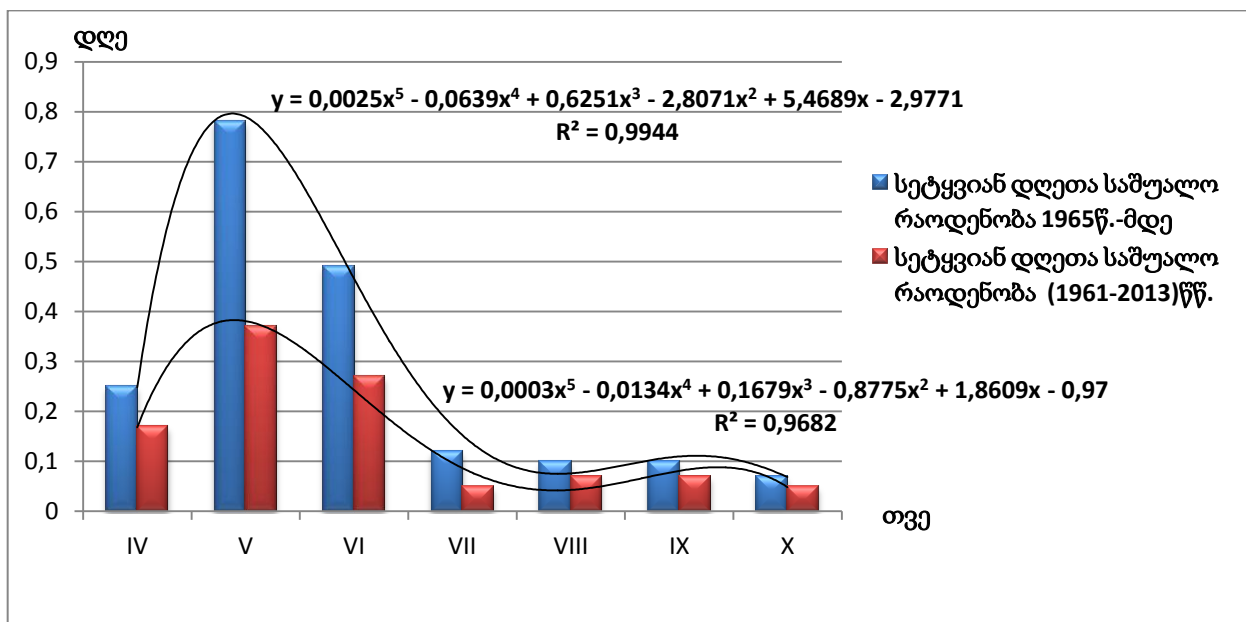
4.1.1 ცხრილში წარმოდგენილია სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილება თვეების მიხედვით კახეთის შვიდ მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით, წლის თბილი პერიოდისთვის (აპრილი-ოქტომბერი), რომელიც მოიცავს 1961-2013 წლების დაკვირვების პერიოდს.

ცხრილი 4.1.1

სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის თბილ პერიოდში

მეტეოროლოგიური სადგური	დაკვირვების პერიოდი	თვე						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
გურჯაანი	1961-2006	0.2	0.6	0.3	0.1	0.1	0.04	0.07
ლაგოდეხი	1961-1992; 2007-2013	0.07	0.2	0.07	-	0.02	0.02	0.1
საგარეჯო	1961-2006; 2010-2013	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.02
შირაქი	1961-1992	0.3	0.5	0.5	0.09	0.1	0.1	0.09
თელავი	1964-2013	0.1	0.3	0.3	0.02	0.1	0.1	0.02
წნორი	1961-1992	0.1	0.2	0.09	0.03	-	-	0.03
ყვარელი	1961-2006	0.2	0.6	0.3	0.02	0.07	0.1	-

ცხრილი 4.1.1-დან ნათლად ჩანს, რომ სეტყვის პროცესები წლის თბილი პერიოდისთვის კახეთში განსაკუთრებით აქტიურია გაზაფხულზე და ზაფხულის დასაწყისში, როდესაც იქმნება ხელსაყრელი პირობები კონვექციური ღრუბლების განვითარებისთვის. სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა მაქსიმუმს ძირითადად მაის-ივნისში აღწევს. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით გაანალიზებულ იქნა კახეთის სეტყვიანობა ბოლო 50 წლის მდგომარეობით წლის თბილი პერიოდისთვის და თუ 1961-2013 წწ პერიოდის მონაცემებს შევადარებთ 1965 წლამდე არსებულ მონაცემებს[69], ნათლად შემჩნევა სეტყვიანობის კლების ტენდენცია (ნახ.4.1.3)



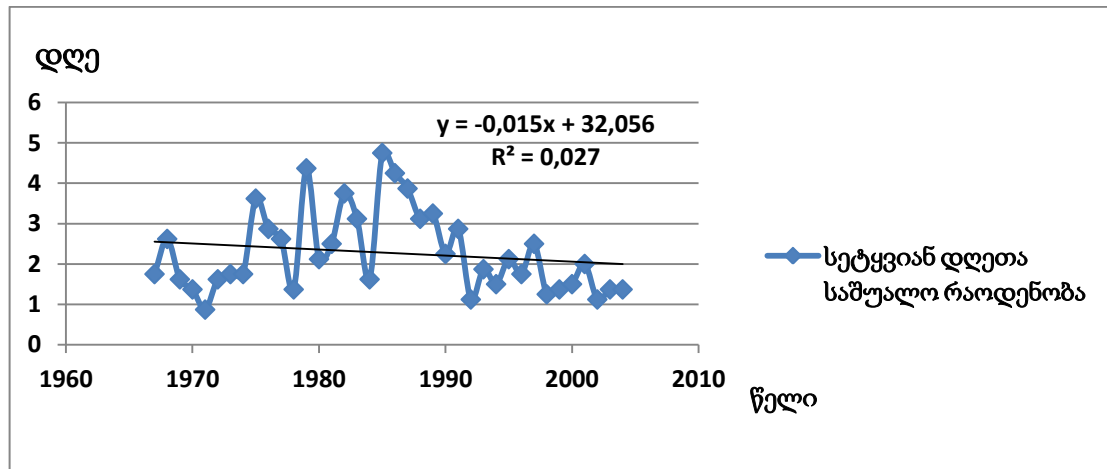
ნახ.4.1.3 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა 1965 წ-მდე და (1961-2013)წწ-ში წლის თბილი პერიოდისთვის და შესაბამისი პოლინომები; x - თვეები წლის თბილი პერიოდისთვის, y-დღეთა რაოდენობა; R²- დეტერმინაციის კოეფიციენტი

როგორც ნახ.4.1.3-დან ჩანს, მაის-ივნისში, როცა ყველაზე მაღალია სეტყვიანობა, სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა დაახლოებით 50%-ით არის შემცირებული. სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილება თვეების მიხედვით წლის თბილი პერიოდისთვის, კარგად აღიწერება მე-5 ხარისხის პოლინომით.

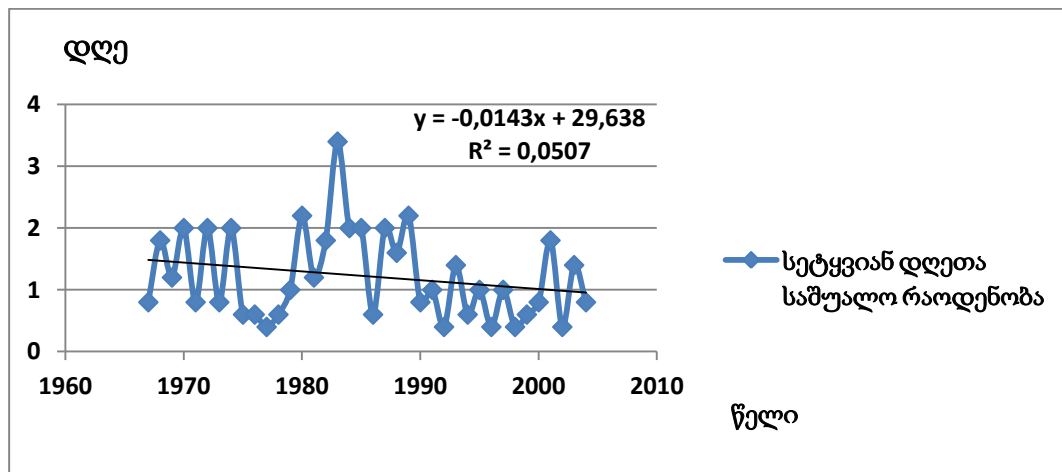
ჩვენს მიერ გამოთქმული მოსაზრება ბოლო 50 წლის განმავლობაში სეტყვიანობის კლებასთან დაკავშირებით, დასტურდება ზოგიერთი ნაშრომით, სადაც დამუშავებულია 84 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები 1960-2006 წწ პერიოდისთვის, განხილულია სეტყვიან დღეთა რიცხვის ტრენდები საქართველოს მასშტაბით 15 კლიმატური ზონისთვის და ყველგან, გარდა ერთი კლიმატური ზონისა, ტრენდი დადებითია [21,22].

სეტყვიანობის კლების ტენდენციას ადასტურებს, აგრეთვე, 1967-2004 წწ. სტატისტიკური მონაცემების 38 წლიანი უწყვეტი ციკლის საფუძვლიანი ანალიზი

კახეთისა და ქვემო ქართლის რეგიონებისთვის, საიდანაც აშკარად ჩანს, რომ ამ 2 რეგიონში სეტყვიანობის კლების თანაბარი ტენდენციებია (ნახ.4.1.4; 4.1.5).



ნახ. 4.1.4 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილების ტენდენცია წლების მიხედვით კახეთის რეგიონისთვის (1967-2004 წწ.), შესაბამისი წრფივი ფუნქციით და დეტერმინაციის კოეფიციენტით (R^2).

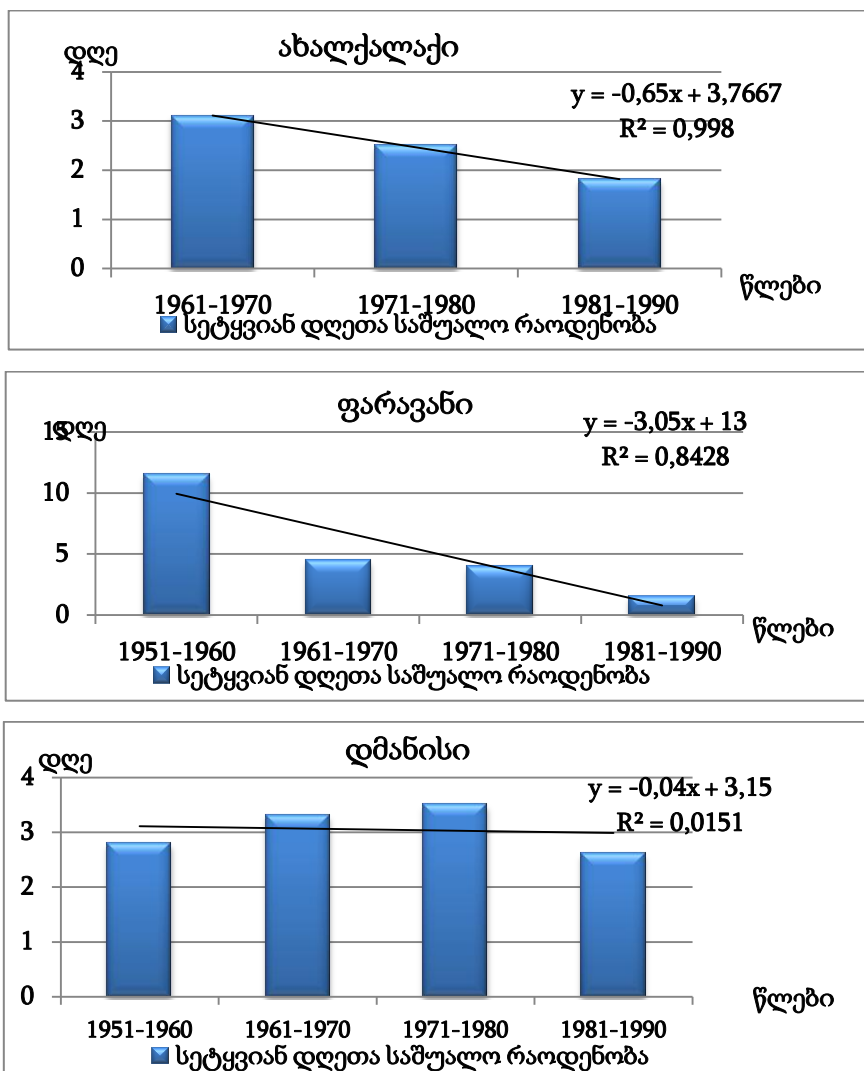


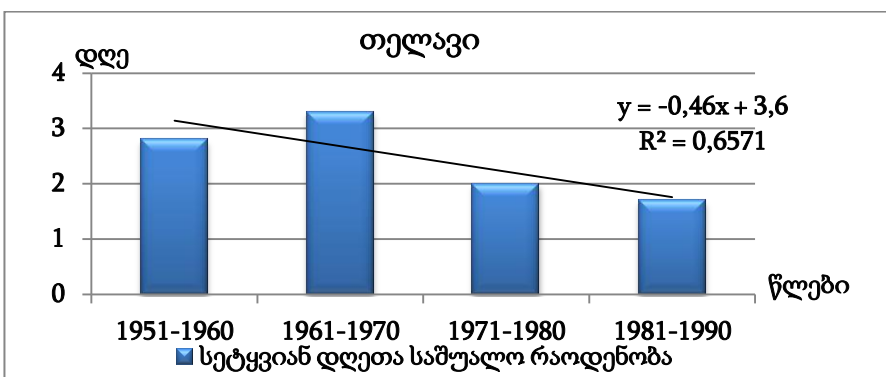
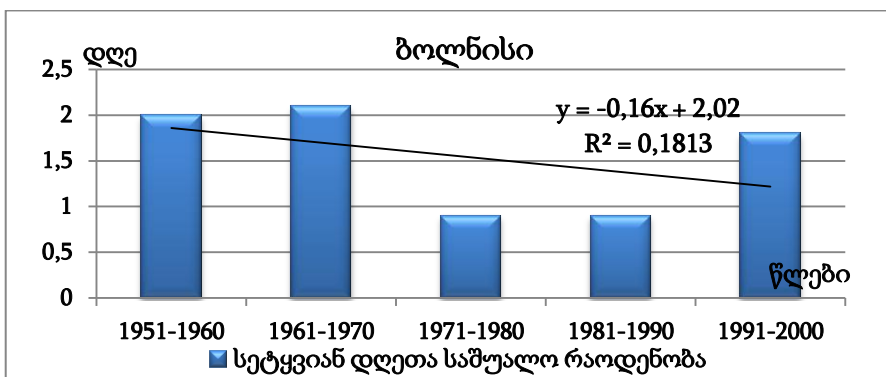
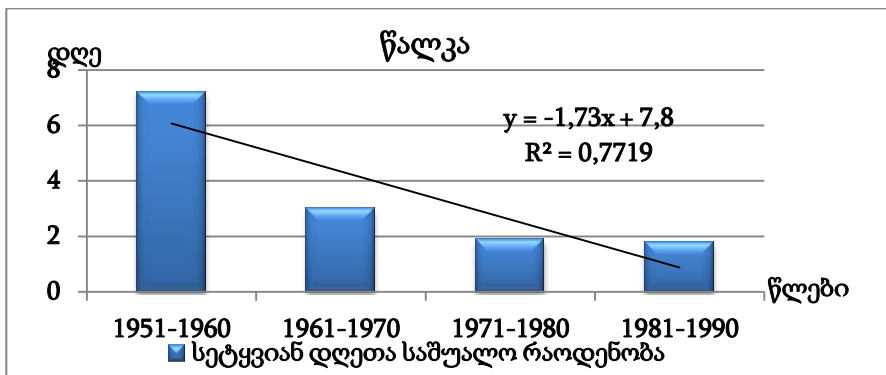
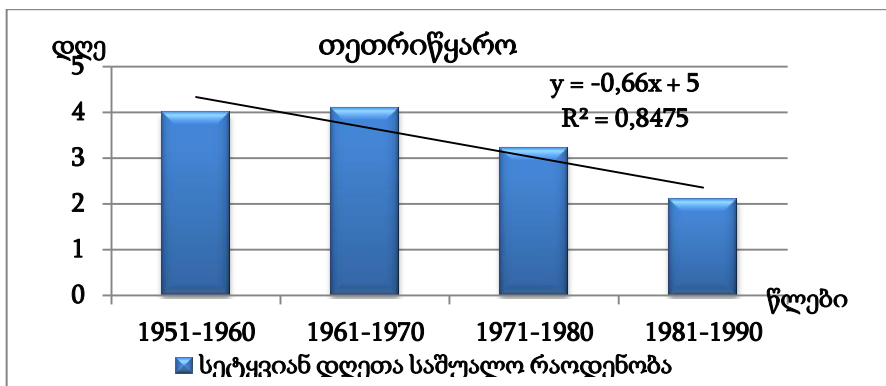
ნახ. 4.1.5. სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილების ტენდენცია წლების მიხედვით ქვემო ქართლის რეგიონისთვის (1967-2004 წწ.), შესაბამისი წრფივი ფუნქციით და დეტერმინაციის კოეფიციენტით (R^2).

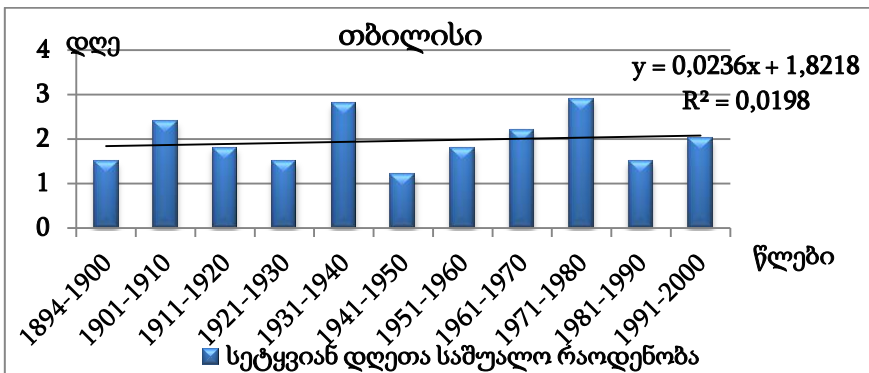
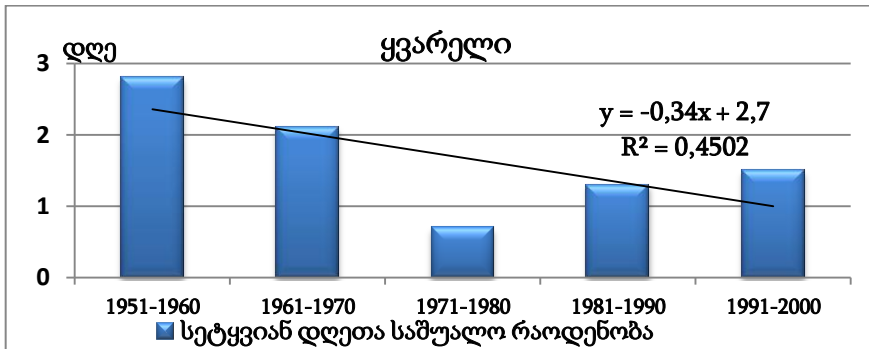
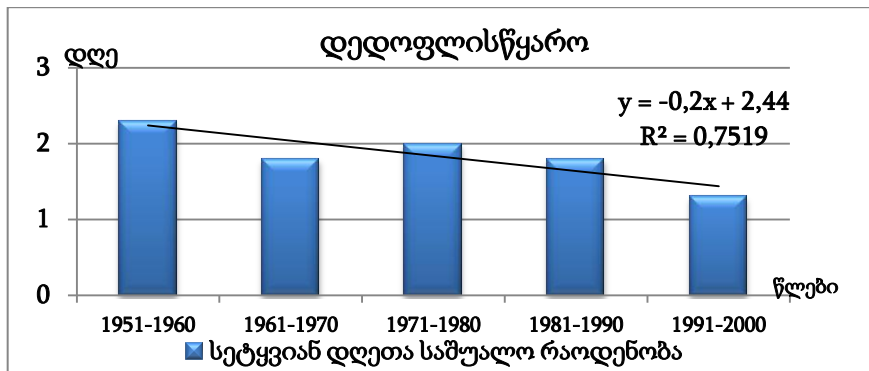
კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე სეტყვიან დღეთა რიცხვის სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა სადგურებზე სეტყვიან დღეთა

საშუალო რაოდენობა ათწლეულების მიხედვით, რაც მოკლევადიანი რყევების შესუსტების და ხანგრძლივი ხასიათის ცვლილების გამოვლენის საშუალებას იძლევა.

აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა დინამიკის დადგენისათვის, გაანალიზებულ იქნა ზოგიერთი მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები 1951-2000 წწ. პერიოდში (ნახ. 4.1.6).







ნახ. 4.1.6. აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის მსვლელობა ათწლეულების მიხედვით (1951-2000წწ.)

ამ გრაფიკების ანალიზმა გამოავლინა, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის მრავალწლიურ მსვლელობას ათწლეულების მიხედვით აქვს დადებითი ტრენდები ანუ კლების ტენდენცია, გარდა სადგურ თბილისის მონაცემებისა, სადაც მცირე მატებას აქვს ადგილი.

სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის შემცირება აღმოსავლეთ საქართველოში აიხსნება 1967-1989 წწ. პერიოდში სეტყვაზე აქტიური ზემოქმედებით კონვექციურ ღრუბლებში მაკრისტალური ცენტრების შეტანით.

ამასთან, მე-20 საუკუნის 1960-იანი წლების მეორე ნახევრიდან აღმოსავლეთ საქართველოში (თბილისი, რუსთავი, გარდაბანი, კასპი) სამრეწველო კომპლექსის და ტრანსპორტის განვითარებასთან ერთად, მკვეთრად გაიზარდა ატმოსფეროში გაფრქვეულ ნივთიერებათა დონე. აგრეთვე, ფართომასშტაბიანი სასოფლო-სამეურნეო ათვისების გამო, მოიმატა მტვრის ნაწილაკებმა ატმოსფეროში. მყარი და მეორადი სულფატები, ნიტრატები, ანთროპოგენური აეროზოლები შეიცავენ კონდენსაციისა და კრისტალიზაციის ცენტრებს[64]. ისინი ბუნებრივ ნაწილაკებთან ერთად განაპირობებენ სეტყვის წარმოქმნის პირობებს. ამრიგად, ჰაერის გაჭუჭყიანების შედეგად შეიძლება შეიცვალოს რეჟიმი და მათ შორის მყარიც[64,70].

კახეთის ტერიტორიაზე მოხვედრილი კონვექციური ღრუბლები გარდაბანი - რუსთავი - თბილისი - კასპის ტერიტორიების გავლისას განიცდიან ანთროპოგენური აეროზოლებით გაჭუჭყიანებას, ამის გამო ფრონტალური წარმოშობის კონვექციური ღრუბლები სეტყვის საწინააღმდეგო სამსახურის მოქმედების წლებში, რაკეტის მიერ შეტანილი კონვექციურ რეაგენტებთან ერთად დამატებით კახეთსა და მის გარე ტერიტორიებიდან განიცდიდა ანთროპოგენური კრისტალიზაციის ცენტრებით შევსებას, რაც გავლენას ახდენდა ელჭექისა და სეტყვის ღრუბლების აქტივობაზე.

გარდა ამისა, სეტყვიანობა იცვლება საქართველოში მიმდინარე კლიმატის თანამედროვე ცვლილების შედეგად[4,12,64], რომელსაც პირდაპირი კავშირი აქვს კონვექციური ცენტრების გააქტიურებასთან.

სადგურ თბილისის 108 წლიანი დაკვირვების მონაცემებით, სეტყვის მოსვლის არცერთი დღე არ იყო წვიმის გარეშე და იყო უმთავრესად ციკლონური და უგრადიენტო ბარიული ველის პირობებში. სეტყვიან დღეთა საშუალო რიცხვის ათწლეულების მიხედვით, მრავალწლიურ მსვლელობას აქვს მცირე მატების ტენდენცია. ეს მოვლენა აიხსნება ქვეფენილი ზედაპირის თერმული გაერთგვაროვნებით, რაც ტერიტორიის ურბანიზაციას მოჰყვება, აგრეთვე, ატმოსფეროში ანთროპოგენური აეროზოლების შემცველობის და კრისტალიზაციის ცენტრების გაზრდით.

ერთერთი ფაქტორი სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის ცვლილებისა არის მწვანე საფარი. ვახუშტი ბაგრატიონის დროიდან დღემდე აღმოსავლეთ საქართველო

ტყიან უსეტყვო ლანდშაფტიდან გარდაიქმნა ტყე სტეპის ტიპის ლანდშაფტად სეტყვის მაქსიმალური რიცხვით (ცხრილი 4.1.2).

ცხრილი 4.1.2

მცენარეებით დაფარული ფართობის შეფარდება რეგიონის მთელი ტერიტორიის ფართობთან (%)

რეგიონი	საერთო ფართობი, კმ ²	მწვანე ზედაპირი, %			
		1730-1740 წწ.	1930-1940წწ.	1950-1960წწ.	1970-1980წწ.
შიდა კახეთი	5797.2	82	52	60	75
გარე კახეთი	5045.0	61	25	30	37
ქართლი	5010.1	58	33	41	71
სამხრეთ საქართველო	4904.9	70	55	34	21

ცხრილი 4.1.2-დან როგორც ირკვევა, 1950-იანი წლებიდან აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ რეგიონში მოიმატა ზედაპირის მწვანე ნარგავებით დაფარვამ და იკლო სეტყვიან დღეთა რიცხვმა.

ქართლსა და კახეთში სეტყვა მკვეთრად შემცირდა, რაც გარკვეულწილად გამწვანებული ლანდშაფტების ფართობის მატების შედეგია.

გარდა ამისა, სეტყვის შემცირების მიზეზია მსხვილმასშტაბიანი სინოპტიკური პროცესების სიხშირის და ინტენსივობის ცვლილება, რომელთა მოქმედება ადგილობრივ პირობებთან ერთად სეტყვას იწვევს.

4.2 სეტყვიანობა სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებში

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (მმო) რეგისტრის თანახმად, და ასევე, სხვა წყაროებზე დაყრდნობით, სეტყვისგან დაცვის ღონისძიებები ხორციელდება მსოფლიოს 48 ქვეყანაში[84], სადაც 87,6 მლნ. ჰა ტერიტორიაზე მიმდინარეობს სეტყვის პროცესების დათრგუნვის 65 პროექტი[31].

საქართველო იყო ერთ-ერთი პირველი ქვეყანა მსოფლიოში, სადაც ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან მიმდინარეობდა სეტყვის პროცესების აქტიური თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები. საქართველოში განსაკუთრებით აღსანიშნავია გეოფიზიკის და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტებში ჩატარებული სამუშაოები, რის საფუძველზეც შემუშავდა სეტყვის ღრუბელზე ზემოქმედების ეფექტური მეთოდები. ეს მეთოდები დაინერგა სეტყვასთან ბრძოლის სპეციალურ სამსახურში. გასული საუკუნის 60-იან წლებში ორგანიზებულ იქნა სეტყვასთან ბრძოლის სპეციალური სამსახური, რომელიც სეტყვისგან იცავდა დაახლოებით 4 მლნ. ჰა ფართობზე განლაგებულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. აღნიშნული სამუშაოების შედეგად ზარალი შემცირდა დაახლოებით 70-80%-ით.

სეტყვასთან ბრძოლის ოპერატიულ სამუშაოებთან ერთად, 1960-იანი წლებიდან საქართველოში ინტენსიურად მიმდინარეობდა ღრუბელთა ფიზიკისა და ნალექთა რეგულირების დარგში თეორიული და ლაბორატორიული სამუშაოებიც[76,77]. გეოფიზიკის ინსტიტუტში თეორიული გამოკვლევები ძირითადად კონცენტრირებული იყო სეტყვის წარმოქმნის პროცესებზე მაკროსტალეზელი რეაგენტის ზემოქმედების შესწავლაზე, ხოლო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში - ნალექწარმოქმნელ პროცესებზე ჰიგროსკოპიული რეაგენტის გავლენის დადგენაზე. 1970-იან წლებში ორივე ინსტიტუტში ღრუბლებში მიმდინარე პროცესების ექსპერიმენტული მოდელირებისთვის აგებულ იქნა საღრუბლო კამერები.

გეოფიზიკის ინსტიტუტის 40 მ სიმაღლის კამერაში -30C° -მდე ტემპერატურის პირობებში შეისწავლებოდა სეტყვის მარცვლების ზრდის თავისებურებები, ხოლო ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის 250მ² მოცულობის კამერაში - დადებითი ტემპერატურაზე მიმდინარე ნალექწარმოქმნის პროცესები. ამ კამერებშივე და უფრო მცირე დანადგარებში გამოიცდებოდა სხვადასხვა ტიპის რეაგენტები[65].

მნიშვნელოვანია სეტყიანობის მრავალწლიური ცვლილების ანალიზი სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების წლებამდე, ზემოქმედების წლებში და მას შემდგომ. ჩვენს ხელთ არსებული 1967-2004 წწ. მონაცემებზე დაყრდნობით, აღმოსავლეთ საქართველოს ორი რეგიონის (კახეთი და ქვემო ქართლი) დაკვირვებათა

38 წლიანი რიგი შეიძლება დაიყოს ორ პერიოდად, სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების პერიოდი (1967-1989 წწ.) და შემდგომი პერიოდი (1990-2004 წწ.). ამ მონაცემების და აგრეთვე 1965 წლამდე[69] არსებული მონაცემების დროში ცვლილების ანალიზისას, გამოვლინდა საინტერესო სურათი, კერძოდ, ირკვევა, რომ ზემოქმედების წლების შემდგომ სეტყვიანობამ ორივე რეგიონში მნიშვნელოვნად იკლო. კერძოდ, ზემოქმედების წლებში (1967-1989 წწ.) კახეთის რეგიონში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ წლის განმავლობაში შეადგინა 2.63 დღე, ხოლო ზემოქმედების წლების შემდგომ პერიოდში, რომელიც მოიცავს 1990-2004 წწ. სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ წლის განმავლობაში შეადგინა 1.73 დღე. ასეთივე მდგომარეობაა ქვემო ქართლის რეგიონისთვის, ზემოქმედების წლებში – 1,62 დღე, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ წლებში – 0,93 დღე. ანალიზის შედეგები მოყვანილია ცხრილ 4.2.1-ში.

ცხრილი 4.2.1

სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა (წლიური) სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების, მანამდე და მის შემდგომ წლებში

რეგიონი	წლიური სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე (1965 წ.-მდე.)	წლიური სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში (1967-1989 წწ.)	წლიური სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების შემდგომ წლებში (1990-2004 წწ.)
კახეთი	2.29	2,63	1,73
ქვემო ქართლი	2.78	1,62	0,93

ამ ცხრილიდან გამომდინარეობს ერთი შეხედვით უჩვეულო, გარკვეულ წილად პარადოქსული დასკვნა იმის შესახებ, რომ სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოთა შეწყვეტის შემდეგ დასაცავ ტერიტორიებზე სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ საგრძნობლად იკლო და ამ შემთხვევათა სიხშირე შემცირდა დაახლოებით 40%-ით.

ერთი შეხედვით, ეს მოულოდნელი გარემოება აიხსნება შემდეგი მიზეზებით: საბჭოთა კავშირის დაშლამ გამოიწვია საზოგადოებრივი მეურნეობის დაშლაც, რის შედეგად 1990 წლიდან აღარ ხდებოდა სექციით მიყენებული ზარალის ცენტრალიზირებული აღრიცხვა. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად შემცირდა აგრარული კულტურებით დაკავებული ფართობები, ამიტომ პირველი პერიოდის (1967-1989 წწ) მონაცემები, რომლებიც მეტეოსადგურებიდან მიღებული ცნობების გარდა შეიცავს საზოგადოებრივ მეურნეობებში და სახელმწიფო დაზღვევის სისტემაში აღრიცხულ შემთხვევებსაც, გაცილებით სრულად ახასიათებს სექციანობის სიხშირეს სექციისაგან დასაცავ ტერიტორიებზე, ვიდრე მეორე პერიოდის მონაცემები.

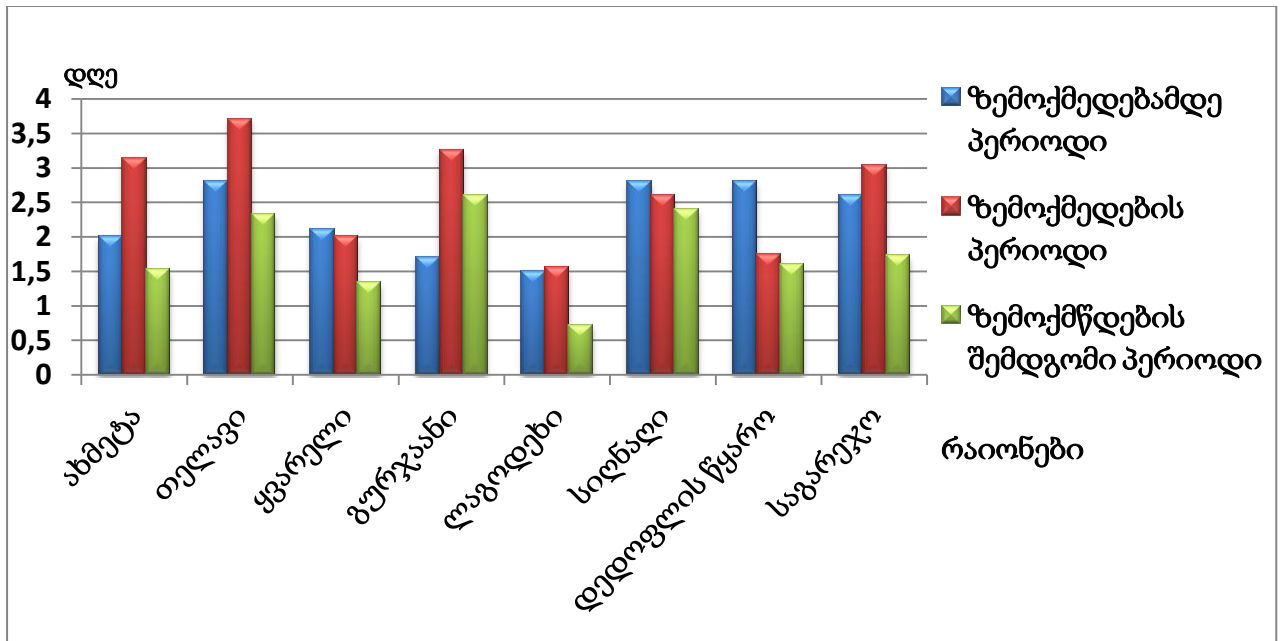
არაა გამორიცხული, რომ სექციასაშიმ ღრუბლებზე ზემოქმედების მეთოდის ტექნიკური მიზეზებით შესრულების შეუძლებლობის შედეგად, ზოგ შემთხვევაში პირველ პერიოდში ადგილი ჰქონდა სექციის მოსვლის პროვოცირებასაც, რაც მეორე პერიოდში აღარ ხდებოდა.

გარდა ამისა, მასალის ანალიზისას გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ მეორე (დაცვის გარეშე) პერიოდში, მიუხედავად სექციის მოსვლის აღრიცხულ შემთხვევათა მკვეთრი შემცირებისა, მნიშვნელოვნად გაიზარდა დაზიანებული ფართობები, რაც მიუთითებს ბუნებრივ პირობებში სექციასაშიმი პროცესების არათუ შესუსტებას, არამედ გაძლიერებას. ეს საფუძველს იძლევა გასულ პერიოდში სექციასთან ბრძოლის სამუშაოთა ეფექტურობა შეფასდეს დადებითად, თუმცა, ამ დროს დათრგუნვა უძლიერესი პროცესებისა, რომლებთანაც დაკავშირებული იყო ზარალის უდიდესი ნაწილი, მაინც ვერ ხერხდებოდა.

საყურადღებოა აგრეთვე ის, რომ კახეთში სექციან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა სექციის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც ნაკლებია, ზემოქმედების წლებში წლიური სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობასთან შედარებით.

ხოლო ქვემო ქართლში, სექციის პროცესებზე ზემოქმედების წლებამდე სექციან დღეთა საშუალო წლიური რაოდენობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე სექციის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში და მის შემდგომ.

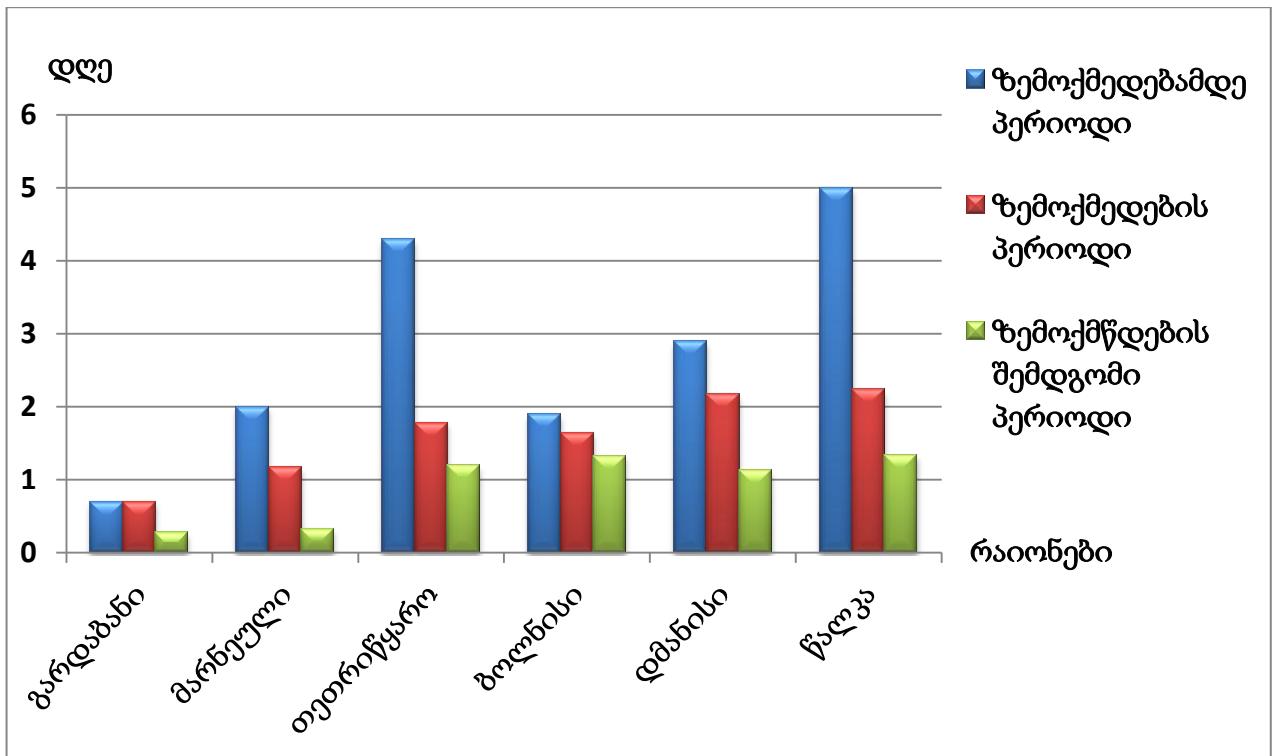
1965 წლამდე და 1967-2004 წწ. მონაცემების საფუძველზე, შედგნილ იქნა გრაფიკები კახეთისა და ქვემო ქართლის რეგიონებისთვის, სადაც თვალნათლივ ჩანს სექციანობის მდგომარეობა ორივე რეგიონის თითოეული რაიონისთვის სექციაზე ზემოქმედების აქტიურ წლებში, მანამდე და მას შემდგომ (ნახ.4.2.1 და ნახ.4.2.2).



ნა.4.2.1 სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობა (წლიური) სექციაზე ზემოქმედების (1967-1989 წწ.), მანამდე (1965 წლამდე) და მის შემდგომ (1990-2004)წწ.) წლებში კახეთის რეგიონში

ნახ 4.2.1-დან აშკარად ჩანს, რომ სექციის პროცესებზე ზემოქმედების წლებში კახეთის რეგიონის ზოგიერთ რაიონში სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში მეტია მანამდე და მის შემდგომ პერიოდთან შედარებით (რაც საკმაოდ უჩვეულოა), ხოლო ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში, კერძოდ, 1990-2004 წწ.-ში სექციან დღეთა საშუალო რაოდენობა წლის განმავლობაში ორივე პერიოდთან შედარებით აშკარად კლებულობს.

გარკვეულწილად განსხვავებული მდგომარეობაა ქვემო ქართლის რეგიონის რაიონებში (ნახ.4.2.2).



ნახ. 4.2.2 სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა (წლიური) სეტყვაზე ზემოქმედების (1967-1989 წწ.), მანამდე (1965 წლამდე) და მის შემდგომ (1990-2004)წწ.) წლებში ქვემო ქართლის რეგიონში

ნახ. 4.2.2 - დან ჩანს, რომ ქვემო ქართლში, კახეთისგან განსხვავებით, ჩამოთვლილ პერიოდებს შორის დამოკიდებულება ლოგიკურ ჯაჭვს მიყვება. სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა სეტყვაზე ზემოქმედების წლებამდე თითოეული რაიონისთვის საგრძნობლად მეტია ზემოქმედების და მის შემდგომ წლებთან შედარებით და შესამჩნევად კლებულობს ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში (1990-2004 წწ) ისევე როგორც კახეთში.

ზემოქმედების შემდგომ პერიოდში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის კლების ერთერთი მიზეზი, სხვა ზემოაღნიშნულ მიზეზებთან ერთად, შეიძლება იყოს მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებიდან, როგორც მთელს მსოფლიოში, ასევე ჩვენს რეგიონში. კლიმატის ცვლილების ფონზე მკვეთრად განვითარებული გლობალური დათბობა[5,28].

4.3. სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების წარმოების პერსპექტივები

დაუფინანსებლობის გამო, ატმოსფერულ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების პრაქტიკული სამუშაოები საქართველოში შეწყდა 1989 წლის ბოლოს. ამის შემდეგ გეოფიზიკისა და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტების მიერ არაერთხელი იყო საკითხი დასმული ამ სამუშაოების განახლების შესახებ [36,37]. გადაწყვეტილ იქნა პირველ რიგში სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების განახლება კახეთში. ამ მიმართულებით გადაიდგა კიდევ გარკვეული პრაქტიკული ნაბიჯები, დაკავშირებული, კერძოდ, ზემოქმედების ოპტიმალურ საშუალებათა შერჩევასთან, მათ განლაგებასთან ამ რეგიონში და სხვ [42]. აღნიშნულ სამუშაოებში მონაწილეობა მიიღეს კოლეგებმა ბულგარეთიდან [41,76,89,90].

სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების შეწყვეტის მიუხედავად, სეტყვის პრობლემამ აქტუალობა არ დაკარგა. პირიქით, ჩატარებული გამოკვლევების თანახმად, გლობალური დათბობის პირობებში შეინიშნება ამინდის მრავალი ექსტრემალური მოვლენის გააქტიურება, რაც უკვე საგრძნობია საქართველოს ეკოსისტემებისა და ეკონომიკისთვის (გვალვების გახშირება, გაუდაბნობა, მთის მყინვარების დნობა და სხვ.).

2012-2014 წლებში კიდევ რამდენიმეჯერ დაისეტყვა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია და მნიშვნელოვნად განადგურდა მოსავალი. ამან დააყენა საკითხი სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების განახლების შესახებ. მიმდინარეობდა ინტენსიური კონსულტაციები ერთის მხრივ სსიპ-სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტა“სა და მეორეს მხრივ ჰიდრომეტეოროლოგიის და გეოფიზიკის ინსტიტუტების სპეციალისტებს შორის. ამ ინსტიტუტების სამეცნიერო საბჭოების გადაწყვეტილებით, ინსტიტუტებმა მზაობა გამოთქვეს ჩაერთონ ზემოთ აღნიშნულ სამუშაოებში.

2015 წლიდან ბიუჯეტში გათვალისწინებული იყო შესაბამისი თანხა სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების დაწყებისა და განხორციელებისთვის უპირველეს ყოვლისა აღმოსავლეთ საქართველოში.

საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრის 2014 წლის 10 სექტემბრის №1-1/247 ბრძანებით, დამტკიცებულ იქნა საჯარო სამართლის იურიდიული პირის - სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტას“ დებულება, სადაც მე-2 მუხლის პირველ პუნქტში ჩამოყალიბებულია ცენტრის ძირითადი მიზნები, ამოცანები და ფუნქციები, მათ შორისაა (პ)-ქვეპუნქტი: ქვეყანაში სექტვისსაწინააღმდეგო და ზვავსაწინააღმდეგო საქმიანობასთან დაკავშირებული სისტემების დამუშავება, მოდერნიზება, შექმნა, დანერგვა და მომსახურება, ამავე მუხლის მეორე პუნქტის თანახმად, ცენტრი თავისი უფლება-მოვალეობებიდან გამომდინარე ეწევა სექტვისსაწინააღმდეგო და ზვავსაწინააღმდეგო საჯარო მომსახურებას მინისტრის მიერ განსაზღვრული წესით (ტ - ქვეპუნქტი). ასევე, საქართველოს მთავრობის მიერ, 2013 წლის 17 სექტემბერს მიღებულ იქნა მნიშვნელოვანი დოკუმენტები (საქართველოს მთავრობის განკარგულება №1364; №1365; №1366; №1373) საქართველოს სხვადასხვა რეგიონების, მათ შორის აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების, განვითარების 2014-2021 წლების სტრატეგიის დამტკიცების თაობაზე, სადაც სხვა საკითხებთან ერთად, განხილულია ბუნებრივი კატასტროფების მართვა, მათ შორის, აღნიშნულია სექტვის მიერ სოფლის მეურნეობისთვის მიყენებული ზიანი, განსაკუთრებით ბოლო წლებში. ამავე დოკუმენტში ჩამოყალიბებულია აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონების განვითარების 2014-2021 წლების სტრატეგიის მიზნები და ამოცანები. მიზანი - ბუნებრივი კატასტროფების მართვისა და პრევენციის ეფექტურობის ამაღლება. ამოცანა - კატასტროფების პრევენციისა და ადეკვატური რეაგირებისთვის სრული მზაობა, მათ შორის, ფერმერულ მეურნეობებში სახელმწიფოს ხელშეწყობით სექტვის საწინააღმდეგო თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა.

ამჟამად უკვე მეორე წელია, რაც სსიპ-სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი „დელტა“ წარმატებით ახორციელებს სექტვის საწინააღმდეგო სამუშაოებს.

„დელტა“-ში შეიქმნა ორიგინალური კონსტრუქციის სექტვისსაწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები მრავალმიმართველიანი დანადგარები (26 და 52 მიმართველიანი), რომლებიც მთლიანად ავტომატიზირებულია და ავტონომიურ რეჟიმში შეუძლიათ

მუშაობა. შექმნილია აგრეთვე მართვის სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა ერთ ცენტრალურ პუნქტიდან მოხდეს ყველა დანადგარის დისტანციური მართვა - რაკეტების რაოდენობის შემოწმება, დანადგარის აზიმუტით და ვერტიკალური კუთხით შემობრუნება და დაფიქსირება, რაკეტების საჭირო რაოდენობით გასროლა და შესაბამისი ინფორმაციის მიღება. თანამედროვე მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორის შესაძლებლობების სრული ათვისება არა მარტო სექციის პროცესებზე, არამედ სხვა სტიქიური უბედურებების დაკვირვების, შესწავლის და პროგნოზის შესაძლებლობას იძლევა.

პერსონალის მიერ თანამედროვე აპარატურის, მეთოდის და მუშაობის უნარის ათვისება, გამშვები დანადგარების და სექციის საწინააღმდეგო რაკეტების სერიული წარმოება ხელს შეუწყობს სათანადო დაფინანსების პირობებში გაფართოვდეს სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოები შიდა და ქვემო ქართლის ტერიტორიებზე.

ამის განხორციელებას ხელს შეუწყობს სადისერტაციო ნაშრომში განხილული საკითხები, რომლებიც ეხება სექციის კლიმატოლოგიას.

დასკვნა

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგია 1961-2014 წლების მონაცემების საფუძველზე აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების გამოკვლევა. ჩატარებული კვლევების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:

1. სეტყვიან დღეთა უდიდესი რიცხვი აღინიშნება სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში და კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში და აღემატება საშუალოდ 20 დღეს წლის განმავლობაში. სეტყვიან დღეთა რიცხვი შეადგენს - კახეთში 2-3; სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში - 7-10; კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში - 6 და მეტ დღეს. სეტყვა ძირითადად მოდის მაისსა და ივნისზე, ხოლო კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში სეტყვის მოსვლის მეორადი მაქსიმუმი ფიქსირდება სექტემბერში. ყველაზე ნაკლები სეტყვიან დღეთა რაოდენობა აღინიშნება შავი ზღვის სანაპიროსა და კოლხეთის დაბლობზე, სადაც არ აღემატება 2 დღეს. კახეთში ყველაზე მეტი სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობა აღინიშნება თელავის რაიონში და შეადგენს 3.2-ს, ხოლო ყველაზე ნაკლები - ლაგოდეხის რაიონში - 1.2 და ნაკლები. უდიდეს სეტყვიან დღეთა მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება აგრეთვე თელავის რაიონში და შეადგენს 13 დღეს.

2. სეტყვიან დღეთა რაოდენობა სიმაღლის მიხედვით წრფივად იზრდება 2000 მ-მდე, მაქსიმუმს შეიძლება მიაღწიოს 2500 მ-ზე, ხოლო შემდეგ მცირდება.

3. წლის განმავლობაში სეტყვიან დღეთა რიცხვის განმეორებადობის 2 ტიპი გამოვლინდა. პირველი, როდესაც სეტყვა ყოველწლიური მოვლენაა, ანუ მას არ გააჩნია ნულოვანი გრადაცია. ეს თვისება დამახასიათებელია თელავის, ახმეტის, გურჯაანის, სიღნაღის და საგარეჯოს რაიონებისთვის. აქ სეტყვის ყველაზე მაღალი ალბათობა შეესაბამება პირველ გრადაციას 1-3 დღეს. ამ გრადაციის განმეორებადობა დაახლოებით 60-80%-ია. განმეორებადობის მეორე ტიპი შეიცავს სეტყვიან დღეთა რაოდენობის ნულოვან გრადაციას, ანუ ამ დროს შეიძლება მთელი წლის განმავლობაში სეტყვა არ მოვიდეს. ასეთი შემთხვევებია ყვარლის, დედოფლისწყაროს და ლაგოდეხის რაიონებში. უსეტყვო დღეთა რაოდენობის განმეორებადობა ლაგოდეხის რაიონში 34%-ს შეადგენს,

ხოლო ყვარლისა და დედოფლისწყაროს რაიონებში - 5-5%-ს. თუმცა, სეტყვიანობის უდიდესი განმეორებადობა მაინც 1-3 დღეს შეესაბამება.

4. შემუშავდა სეტყვიანობის ინტენსივობის განმსაზღვრელი სკალა, რომლის მიხედვითაც კატასტროფული სეტყვიანობა - როცა ინტენსივობა 5 და მეტი ბალია, კახეთში სეტყვის მოსვლის 11% შემთხვევაში, ხოლო კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში 5% შემთხვევაში აღინიშნება. კახეთსა და კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში სეტყვიანობა მეტად ინტენსიურია, ვიდრე სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში.

5. სეტყვა ყველაზე ხშირად აზიანებს 1-5 კმ² და 1კმ²-ზე ნაკლებ ფართობს (შეაბამისად 37 და 34% შემთხვევაში). 5კმ² მეტი ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება 30%-ზე ნაკლები შემთხვევისას. 5-50კმ² ფართობის ტერიტორია მთლიანად ზიანდება 26% შემთხვევისას. 50კმ² ფართობის ტერიტორია 100%-ით ზიანდება სეტყვიანობის მხოლოდ 3% შემთხვევისას.

6. სეტყვის შემთხვევათა 60%-ის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 წთ-ზე ნაკლებს, ხოლო 80%-ის ხანგრძლივობა - 10წთ-ზე ნაკლებს. სეტყვის ხანგრძლივობის ნახევარ საათზე მეტი განმეორებადობა შეადგენს მხოლოდ 3%-ს. ხოლო სეტყვის საათზე მეტი ხანგრძლივობის განმეორებადობა 1%-ზე ნაკლებია. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე სეტყვის საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 9-10 წთ-ს.

7. ყველაზე ხშირად სეტყვა მოდის დღის მეორე ნახევარში, უმეტესად შუადღის ან საღამოს საათებში. შემთხვევათა დაახლოებით 80% სეტყვა მოდის 12-დან 21 სთ-მდე ინტერვალში. სეტყვის მოსვლის ყველაზე დიდი ალბათობა შეესაბამება 15-დან 18სთ-მდე პერიოდს (37%), 12-დან 15 სთ-მდე შემთხვევათა 26%-ია. დამის საათებში, 24-დან 06 სთ-მდე პერიოდში სეტყვის მოსვლის ალბათობა შეადგენს მხოლოდ 5%-ს.

8. სეტყვისას მოსულ ნალექთა უალბათესი რაოდენობა შეადგენს 11-30 მმ-ს. ამ რაოდენობის ნალექთა მოსვლის განმეორებადობა 36%-ია. 31% შემთხვევისას მოსულ ნალექთა რაოდენობა მერყეობს 6-10 მმ საზღვრებში, 26% შემთხვევაში ნალექთა ჯამი არ აღემატება 5მმ-ს. 5% შემთხვევის დროს ნალექთა რაოდენობა შეადგენს 31-50 მმ, ხოლო 2%-ზე ნაკლებ შემთხვევაში, მოსულ ნალექთა რაოდენობამ სეტყვიანობისას შესაძლებელია გადააჭარბოს 100 მმ-ს.

9. აღმოსავლეთ საქართველოში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობის მრავალწლიურ სვლას ძირითადად კლების ტენდენცია აქვს. გამონაკლისია პიკი, რომელიც აღინიშნება 80-იან წლებში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ 1985 წელს დაფიქსირდა სეტყვიან დღეთა ძალიან ბევრი შემთხვევა. მხოლოდ თელავში ამ წელს 13 სეტყვიანი დღე აღინიშნა, ხოლო კახეთის რვავე სადგურის მონაცემებით, სეტყვიან დღეთა რაოდენობამ ჯამში 38-ს მიაღწია. როგორც ჩანს, ეს წელი ანომალური იყო. განსაკუთრებით სწრაფად იკლებდა სეტყვიანობა 1990 წლის შემდეგ, ანუ ინტენსიური გლობალური დათბობის პერიოდში.

10. სეტყვის ღრუბლებზე ზემოქმედების წლებში (1967-1989) კახეთის რეგიონში სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ წლის განმავლობაში შეადგინა 2.6 დღე, ხოლო ზემოქმედების წლების შემდგომ პერიოდში, რომელიც მოიცავს 1990-2004 წლებს, სეტყვიან დღეთა საშუალო რაოდენობამ წლის განმავლობაში შეადგინა 1.7 დღე. ანალოგიური ტენდენციაა ქვემო ქართლის რეგიონში, ზემოქმედების წლებში – 1,6 დღე, ხოლო ზემოქმედების შემდგომ წლებში – 0,9 დღე. შესაძლოა ასეთი შედეგი იმის გამოა, რომ 1990 წლიდან აღარ ხდებოდა სეტყვით მიყენებული ზარალის ცენტრალიზებული აღრიცხვა.

11. სადისერტაციო ნაშრომში განხილული საკითხები, რომლებიც ეხება სეტყვის კლიმატოლოგიას, ხელს შეუწყობენ სეტყვისგან დასაცავი ტერიტორიების გაფართოებას.

ლიტერატურა

1. ამირანაშვილი ა., ამირნაშვილი ვ., ბლიაძე თ., ნოდია ა., ჩიხლაძე ვ., ბაღსოლიანი მ., ხუროძე თ., კახეთში სექცვიანობის მრავალწლიური ცვალებადობის თავისებურებანი, საქ. მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები ტ. 21, 2003.
2. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ცინცაძე თ., აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის საკითხისათვის. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის მ.ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტის 80 წლისადმი მიძღვნილი სამეცნიერო კონფერენციის შრომები, თბ., 2014.
3. ბერიტაშვილი ბ., კლიმატი და მისი ცვლილება. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2011.
4. ელიზბარაშვილი ე. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბ., 2007.
5. ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ., ელიზბარაშვილი შ., საქართველოს კლიმატის ცვლილება გლობალური დათბობის პერიოდში. თბ., 2013.
6. ელიზბარაშვილი მ. საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურის ველი. თბ. 1999.
7. ელიზბარაშვილი ნ., ლანდშაფტური დაგეგმარების გეოეკოლოგიური საფუძვლები, გამომცემლობა უნივერსალი, თბ., 2005.
8. კორძახია მ., ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტების კლიმატური რეჟიმი საქართველოში. საქ. სსრ მეცნ. აკადემია, გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 3, თბილისი, 1949.
9. კორძახია მ., საქართველოს კლიმატთა ტიპები და მათი გავრცელების ზონები, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის შრომები, თბილისი, 1961.
10. კოტარია ა., მეტეოროლოგიის საფუძვლები, თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1992.
11. მარუაშვილი ლ., საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. თბილისი, 1964.
12. მატვევი ლ. ზოგადი მეტეოროლოგიის კურსი. ატმოსფეროს ფიზიკა. თსუ, თბ., 1987.
13. მელაძე გ., მელაძე მ., საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2012.

14. მელაძე გ., მელაძე მ., საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2010.
15. მელაძე მ., აგროეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2014.
16. მესხია რ., ეკოლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2012.
17. საბაშვილი მ.ნ. საქართველოს სსრ ნიადაგები. გამომც. «მეცნიერება», თბილისი, 1965.
18. საქართველო ჰავა, შიდა ქართლი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები ტ. 122, თბ., 2015.
19. სეფერთელაძე ზ., ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონება. თბ., 1988.
20. სეფერთელაძე ზ., ლანდშაფტების დიფერენციაცია და ფიზიკური-გეოგრაფიული დარაიონება, თბილისი, 1995.
21. ტატიშვილი მ., მკურნალიძე ი., ელჭექიანი და სეტყვური პროცესების ვარიაციები საქართველოს ტერიტორიაზე, გეოგრაფია და გარემოს თანამედროვე პრობლემები//საერთ. ელექტრონ. ინტერნეტ-კონფერენციის მასალები (25 აპრილი-25 მაისი 2014), თბ.: სსუ,http://sou.edu.ge/index.php?lang_id=GEO&sec_id=408&info_id=1368 2014.
22. ტატიშვილი მ., ქართველიშვილი ლ., მკურნალიძე ი., მესხია რ., სეტყვური პროცესების ვარიაციები საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე, საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემია. საერთ. კონფ.მასალები “კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა სოფლის მეურნეობის მდგრად და უსაფრთხო განვითარებაზე”, თბ., 2015.
23. უკლება ნ., საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენება საქართველოში, თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1977.
24. ფალავანდიშვილი შ., ურუშაძე თ., ქვრივიშვილი თ., ჯაში დ., ნიადაგის ეკოლოგია. ბათუმი-თბილისი, 2009.
25. ქურდიანი ი., ელჭექი და სეტყვა, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია, 1960.
26. ხარატიშვილი მ., საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია, თბ., 1989.

27. ჯავახიშვილი შ. ატმოსფერული ნალექები საქართველოს ტერიტორიაზე, თსუ, თბილისი, 1981.
28. შავლიაშვილი ლ., კორძახია გ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა გ., ტულუში ნ., ალაზნის ველის ნიადაგების დეგრადაციის საკითხები კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ფონზე. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2014.
29. ჯავახიშვილი შ., შიდა კახეთის კლიმატური დახასიათება. საქართველოს სსრ გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ტ. 4, თბილისი, 1959.
30. ცინცაძე თ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., სალუქვაძე მ., საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ISBN978-9941-.-6156-1, თბ., 2013.
31. Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Барекова М.В., Малкарова А.М., РУКОВОДСТВО ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ПРОТИВОГРАДОВЫХ РАБОТ. РОСГИДРОМЕТ, ВЫСОКОГОРНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ, Нальчик, 2014.
32. Абшаев М.Т., Малкарова А.М., Борисова Н.А. О тенденции изменения режима осадков и частоты опасных явлений погоды на Северном Кавказе. Труды ВГИ, вып.94, 2005.
33. Абшаев М.Т., Малкарова А.М. Оценка эффективности предотвращения града. СПб., Гидрометеиздат, 2006.
34. Агроклиматические ресурсы Грузиской ССР. под ред. Турманидзе Т.И., Гидрометеиздат, Л., 1978.
35. Алибегова Ж. Д. , Элизбарашвили Э. Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах, Л; Гидрометеиздат, 1980.
36. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Берадзе Т.И., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Рухадзе Н.П., О возобновление работ по урегулированию осадков в восточной Грузии. Тр. Ин-та гидрометеорологии, ISSN 1512-0902, Т. 108 Тб., 2002.

37. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Читанава Р.Б., О необходимости возобновления работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии. Тр. Ин-та гидрометеорологии, ISSN 1512-0902, Т. 119 Тб., 2013.
38. Амиранашвили А.Г., Блиадзе Т.Г., Нодия А.Г., Хуродзе Т.В., Оценка репрезентативности данных радиолокационных наблюдений за градовыми облаками в кахетии для картирования территории Грузии по уровню градоопасности. Труды Института геофизики им. М. Нодиа, т. LX, 2008.
39. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Нодия А.Г., Церетели Н.С., Хуродзе Т.В. Статистические характеристики числа дней с градом в год в Грузии. Материалы межд. конф. “Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе”, Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тб., 18-19 ноября, 2008.
40. Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Пипия М.Г., Церетели Н.С., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Э.Ш. Некоторые данные о градобитиях в Восточной Грузии и экономическом ущербе от них. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тб., 2014.
41. Амиранашвили А.Г., Глонти Н., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж., Чихладзе В.А., О возобновление Противоградовых работ в Грузии. Тр. научной конференции посвященной 80-летию со дня основания института геофизики. Тб., 2014.
42. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А., Противоградовые ракеты типа земля воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, Т. 64, Тб., 2013.
43. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Некоторые характеристики градовых процессов в кахетии, Труды Института геофизики им. М. Нодиа, т. LXV, 2015.
44. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В. Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, ISSN 1512-1135, Тб., 2004.

45. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В. Изменчивость числа дней с градом в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, Тб., 2004.
46. Атлас Грузинской ССР, Тбилиси-Москва, 1964.
47. Ахвледiani Я.Р., Ломая О.В., Саркисова Л.С. Градовые явления в Алазанской долине по данным метеорологических станций. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25,Тб.:”Мецниереба”, 1967.
48. Бартишвили И.Т., Надибаидзе Г.А., Бегалишвили Н.А., Гудушаури Ш.Л. К физическим основам метода ЗакНИГМИ борьбы с градом. Труды ЗакНИГМИ, вып.67(73), 1978.
49. Бартишвили И. Т. Географическое распределение градобитий по восточной Грузии. ЗакНИГМИ , вып. 16(22),1964.
50. Балабуев А.Г. Анализ данных о градовых явлениях в районе долин рек Иори и Алазани. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, Тб.: ”Мецниереба”, 1967.
51. Батган Л.Дж. Радиолокационная метеорология, Гидрометеиздат, Л., 1962.
52. Ватишвили М.Р., Исследование градоопасных и градовых ячеек в периоды проведения и отсутствия противоградовой защиты. Тр. научной конференции посвященной 80-летию со дня основания института геофизики. Тб., 2014.
53. Ватишвили М.Р., О совершенствовании методики засева градовых облаков. Доклады научно-практической конференции, посвященной 40-летию начала производственных работ по защите сельскохозяйственных культур от градобитий. Налчик, 10-12 октября, 2007.
54. Ватишвили М.Р. Уточнение критериев засева ОВ II категории. Доклады научно-практической конференции, посвященной 40-летию начала производственных работ по защите сельскохозяйственных культур от градобитий. Налчик, 2011.
55. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л., Гидрометеиздат, 1990.
56. Воронов Г.С. Некоторые данные исследования града в Алазанской долине. Труды ЦАО, вып. 65, 1965.

57. Гагуа В.П. Град. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л., Гидрометеиздат, 1971.
58. Гвоздецкий Н., Физическая география Кавказа, М., 1954.
59. Гигинеишвили В.М. Градобития в Восточной Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1960.
60. Гигинеишвили В.М., Ломинадзе В.П. Некоторые вопросы организации градовой службы в Алазанской долине. Труды ЗакНИГМИ, вып.16(22), 1964.
61. Гигинеишвили В.М. Напетваридзе Е. А. Папинашвили К.Н. Основные типы синоптических процессов и погода в Грузии. ТбилНИГМИ.1954.
62. Гигинеишвили В.М. О градобитиях в Восточной Грузии и о некоторых особенностях градовых процессов в Алазанской долине. Тр. Всесоюзн. научн. совещ. по активным воздействиям на градовые процессы, Ин-т геофизики АН ГССР, Тб., 1964.
63. Глушкова Н.И., Беленцова В.А. Аэросиноптические условия наблюдаемые при развитии градово-грозовых процессов на Северном Кавказе. Труды ВГИ, вып.2, 1968.
64. Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами. Тб.: " Мецниереба", 1982.
65. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинскас В.А. Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы «Алазани». Труды института Геофизики АН Грузии, т.26, 1975.
66. Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971.
67. Курорты СССР, М., 1961.
68. Малкарова А.М. Оценка физической эффективности противоградовой защиты с учетом тенденции изменения климатологии града. Метеорология и гидрология. №6 2011.
69. Справочник по климату СССР, Гидрометеиздат, вып. 14, Л., 1970.
70. Сулаквелидзе Г. К. Венашвили М. Г. Шахулова Л. А. Районирование территории Грузии по числу случаев градобития Тр. ТГУ, 231.
71. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. Л., Гидрометеиздат, 1967.

72. Сухишвили Э.В. Град. Климат и климатические ресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1971.
73. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Под ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л.: "Гидрометеиздат", 1980.
74. Пастух В.П., Сохрина Р.Ф. Град на территории СССР. Труды ГГО, вып. 74, 1967.
75. Пипия М.Г., Число дней и продолжительность градобитий на территории Грузии. ГЕОПОЛИТИКА И ЭКОГЕОДИНАМИКА РЕГИОНОВ Научный журнал, Том 10, Выпуск 1, http://crimean-center.com/?page_id=922, Симферополь, 2014.
76. Техническое описание противорадовой ракеты и централизованной системы противорадовой защиты. А.О. "Дунарит", 2013.
77. Хуродзе Т.В., Основные результаты исследования числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, Тб.:, 2004.
78. Чихелидзе С. С. Минеральные воды Грузинской ССР, Природные ресурсы Груз. ССР, том 3, М.; 1961.
79. Элизбарашвили Э. Ш.; Амиранашвили А.Г.; Варазанашвили О.Ш.; Церетели Н.С.; Элизбарашвили М.Э.; Элизбарашвили Ш.Э.; Пипия М.Г. Градобитие на территории Грузии European Geographical Studies, Vol. 2, No. 2, pp. 55-69, 2014.
80. Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси, Зеон, 2012.
81. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Nodia A.G., Khurodze T.V., Toronjadze A.F., Bibilashvili T.N. Spatial-temporary characteristics of number of days with a hails in the warm period of year in Georgia. Proc. 14th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Bologna, Italy, 18-July 2004.
82. Amiranashvili A., Nodia A., Khurodze T., Kartvelishvili L., Chumburidze Z., Mkurnalidze I., Chikhradze N. Variability of Number of Hail and Thunderstorm Days in the Regions o Georgia with Active Influence on Atmospheric Processes. Bull. of the Georgian Acad. of Sciences, 172, N3, 2005.

83. Pipia M.; Beglarashvili N. Hail hits in eastern Georgia. Online scientific journal "International Scientific Publications", Info Invest Ltd, Burgas, Bulgaria. Scientific papers, Ecology & safety, Volume8, pg.567573. <http://www.scientificpublications.net/en/issue/1000001/> , 2014
84. Report of the Meeting of experts to review the present status of hail suppression. WMO.Weather Modific/ Program. Hail Suppression Research. Nalchik, Russia, 2003.
85. Tatishvili M., Hazardous Hydrometeorological Events in Georgia under Global Climate Change Conditions, ISJ. Journal of Environmental Science. Vol. 4, Issue 2. ISBN-13: 978-1514169551; ISBN-10: 1541695X. Vienna. Austria, 2015.
86. Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A., Tsereteli E., Elizbarashvili E., Dolidze J., Qaldani L., Saluqvadze M., Adamia Sh., Arevadze N., Gventcadze A. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. Natural Hazards, Vol. 64, Number 3 http://www.springerlink.com/content/9311_p18582143662/fulltext.pdf. 2013, 2012.
87. Kozminski Cz. Wstepne Badania nad motodyka statystycznych opracowan opadow Graduw Polsce. Leszyty naukow wyzcejzj szkoły Rolniczy w czczecinie. №11, 1963.
88. http://moe.gov.ge/index.php?lang_id=GEO&sec_id=53
89. <http://www.dunarit.com/>
90. www.weathermod-bg.eu
91. http://enqisblogi.blogspot.com/2012/09/blog-post_2.html
92. <http://www.humanrights.ge/index.php?a=main&pid=17780&lang=geo>
93. <http://www.ick.ge/photogalleries/22014-i.html>
94. <http://www.ick.ge/rubrics/society/22928-i.html>
95. <http://www.ick.ge/rubrics/economics/23371-i.html>

სეტყვიანობის კლიმატოლოგია აღმოსავლეთ საქართველოში

მიხეილ ფიფია

ანოტაცია

სადისერტაციო ნაშრომში გამოკვლეულია სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლები 1961-2013 წლების პერიოდისთვის აღმოსავლეთ საქართველოს 15 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით, რისთვისაც შეიქმნა სეტყვიანობის მონაცემთა თანამედროვე ბაზა. გამოვლენილ იქნა სეტყვიანობის კლიმატური მახასიათებლების (დღეთა რიცხვი, განმეორებადობა, ინტენსივობა, არეალი, ხანგრძლივობა, თანმდევი ნალექების რაოდენობა) გეოგრაფიული კანონზომიერებები, მათი რელიეფის მორფომეტრიულ მახასიათებლებზე დამოკიდებულება. შემუშავდა სეტყვის ინტენსივობის განმსაზღვრელი სკალა, რომელიც ეყრდნობა სეტყვის შედეგად დაზიანებათა ხარისხის შეფასებებს და დადგინდა კატასტროფული სეტყვიანობის რეგიონები და შესაბამისი ალბათობები. გამოკვლეულ იქნა სეტყვიანობის მრავალწლიური ცვლილება და დადგენილ იქნა კლიმატის ცვლილების გავლენა სეტყვიანობაზე. შეიქმნა გეოინფორმაციულ რუკათა სერია - სეტყვიან დღეთა საშუალო და უდიდესი რაოდენობების, აგრეთვე, სეტყვის ინტენსივობის რუკები.

Климатология града в Восточной Грузии

Пи́пия М. Г.

Аннотация

В диссертационной работе исследованы климатические характеристики градобития за период 1961-2013 гг. по материалам наблюдений 15 метеорологических станций Восточной Грузии, для чего была создана современная база данных градобитий. Выявлены географические закономерности климатических характеристик градобития, таких как – число дней, повторяемость, интенсивность, ареалы, продолжительность, количество выпавших осадков при градобитии, а также зависимость этих параметров от морфометрических характеристик рельефа. Разработана шкала, определяющая интенсивность града, которая опирается на оценку степени повреждения в результате града, выявлены регионы катастрофического градобития и соответствующие вероятности. Исследована многолетняя изменчивость градобития и установлено влияние изменения климата на градобития. Создана серия геоинформационных карт с указанием среднего и наибольшего числа дней с градом, а также карты интенсивности градобитий.

Climatology of hail in East Georgia

M. Pipia

Abstract

In the thesis the climate characteristics of hail are studied for the period of 1961-2013 based upon the observation date of 15 weather stations in East Georgia, for which the contemporary database has been created. The hail climate features are revealed such as – number of days with hail, their recurrence, intensity, damaged area, duration of hailfall, amount of concomitant precipitation, their geographic patterns in relation with morphometric characteristics of the terrain. A scale determining the hail intensity is worked out based on the assessment of the degree of damage caused by the hail, regions of catastrophic hail damage are identified with the corresponding probabilities. Long-term variability of hail processes is investigated and the impact of climate change on them are established. A series of geoinformation maps are created including the average and maximum number of haily days as well as charts of the distribution of hail intensity.