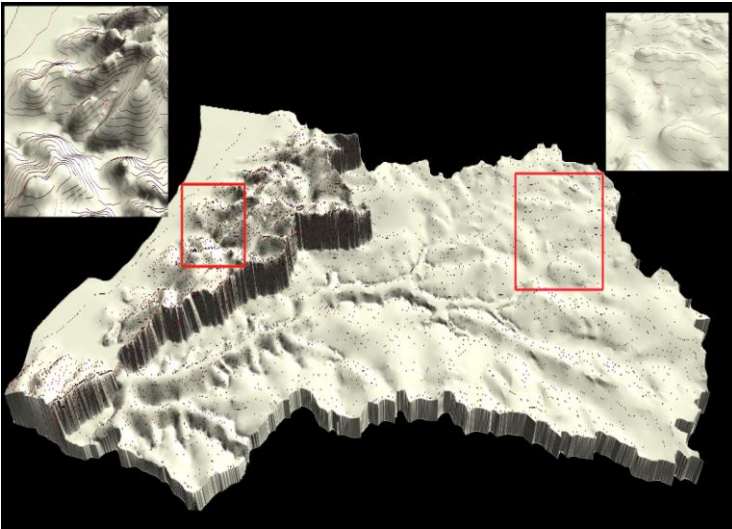


შალვა ელიზბარაშვილი

ატმოსფერული ნალექების მოდელირება
და გეოინფორმაციული
კარტოგრაფირება მთიან პირობებში



თბილისი
2009



ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
Institute of Hydrometeorology
Институт гидрометеорологии

თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

შალვა ელიზბარაშვილი

ატმოსფერული ნალექების მოდელირება
და გეოინფორმაციული
კარტოგრაფირება მთიან პირობებში

თბილისი
2009

უაკ 551.577

მონოგრაფიაში წარმოდგენილია სადოქტორო დისერტაციის ძირითადი შედეგები: საქართველოს მთიანი რეგიონების მაგალითზე განხილულია მთიან რაიონებში ნალექების სივრცითი და დროითი განაწილების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება და მათემატიკური მოდელირება, და მიღებული შედეგების გამოყენება ნალექთა ველების სივრცითი და დროითი გასაშუალოების ამოცანებში.

В монографии представлены основные результаты докторской диссертации: на примере гоных регионов Грузии рассмотрено геоинформационное картографирование и математическое моделирование пространственного и временного распределения атмосферных осадков в горных районах, и применение полученных результатов в задачах пространственного и временного осреднения полей осадков.

ISBN 978-9941-0-0334-9

**რედაქტორი: გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი
მარიამ ელიზბარაშვილი**

**რეცენზენტები: ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი
ნოდარ ბეგალიშვილი**

**გეოგრაფიის მეცნიერებათა კანდიდატი
იზოლდა ჭინჭარაშვილი**



თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

შინაარსი

შესავალი-	5
თავი 1. ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება	7
1.1. პროგრამული უზრუნველყოფის შერჩევა	7
1.2. კარტოგრაფიული საფუძველი	9
1.3. მათემატიკური მოდელი გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისათვის	13
1.4. ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება	25
1.5. გეოინფორმაციული რუკის შესაბამისობა იზოჰიეტების რუკასთან	32
1.6. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების სივრცითი განაწილების მოდელი	-34
თავი 2. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების მათემატიკური მოდელირება	-37
2.1. ატმოსფერული ნალექების გლობალური ცვლილება	37
2.2. საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა	39
2.3. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება საქართველოს მთიან რაიონებში	-43
თავი 3. ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისა და მოდელირების შედეგების პრაქტიკული გამოყენება მათი ველების სივრცითი და დროითი გასაშუალოების ამოცანებში	-52
3.1. ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოება სივრცეში	52
3.2. ატმოსფერული ნალექების სივრცეში გასაშუალოების მეთოდი მთიანი რელიეფის პირობებში და მისი რეალიზაცია საქართველოს ზოგიერთი რაიონისათვის	-54
3.3. საქართველოს ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობა და წყლის მოცულობა	- 58
3.4. ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოება დროში	- 59
3.5. ველის ნებისმიერ წერტილში ატმოსფერული ნალექების განსაზღვრის მოდელი	- 61
3.6. ნიადაგების კლიმატის დარაიონება და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება	-63
ძირითადი ლიტერატურა	66

შესავალი

ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენს ჰავის უმნიშვნელოვანეს მახასიათებელს. მონაცემები ნალექების შესახებ აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას სასოფლო სამეურნეო სამუშაოების წარმოებაში, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, საავტომობილო და სარკინიგზო მაგისტრალების, აეროპორტების, საცხოვრებელი სახლების და საკურორტო დაწესებულებების მშენებლობაში, ღია ცის ქვეშ ჩასატარებელი ტაქტიკური და სტრატეგიული დანიშნულების მთელი რიგი ამოცანების გადაწყვეტაში.

სხვადასხვა ნაგებობების მოქმედების ეფექტურობა, ხანგრძლივობა და რენტაბელობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მათზე ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების ხარისხზე. ძლიერი თავსხმა ნალექები დიდ მატერიალურ ზარალს აყენებს მეურნეობას, ისინი ზოგჯერ მოიცავენ დიდ ტერიტორიებს და მთაგრდებიან კატასტროფული შედეგებით, ხშირად იწვევენ წყალდიდობებს, ზევაებს და დვარცოფულ ნაკადებს.

სახმელეთო ტრანსპორტის მოძრაობა, კლიმატოთერაპიული პროცედურების და ასტრონომიული დაკვირვებების, თუ სხვა ღონისძიებების დაგეგმვა და ჩატარება არსებითად არის დამოკიდებული ატმოსფერული ნალექების რეჟიმზე და ხასიათზე.

დღეისათვის საქართველოში ატმოსფერული ნალექების კლიმატოლოგიური კვლევის დარგში საკმაოდ მდიდარი ლიტერატურაა დაგროვილი, რომელთაგანაც განსაკუთრებით აღსანიშნავია ა.ვოეიკოვის, ი.ფიგუროვსკის, ო.დროზდოვის, მ.კორძახიას, გ.ჭირაქაძის, მ.ხეჩიას, შ.ჯავახიშვილის, ლ.პაპინაშვილის, ი.სულაქველიძის, ე.ელიზბარაშვილის და სხვათა გამოკვლევები. მათში საკმაოდ ამომწურავად არის წარმოდგენილი ატმოსფერული ნალექების წლიური, სეზონური და თვიური ჯამების ტერიტორიული განაწილება, მათი რეჟიმის ძირითადი თავისებურებანი რელიეფთან და ცირკულაციურ პროცესებთან კავშირში, აგრეთვე ნალექების სხვადასხვა მახასიათებლის სტატისტიკური სტრუქტურა, ნალექების მოსვლის პირობები, თავსხმა ნალექები და ა.შ.

მიუხედავად ამისა არსებული გამოკვლევები ვეღარ აკმაყოფილებს თანამედროვე მოთხოვნებს. თანამედროვე პირობებში მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში დიდ

ინტერესს იწენენ გეოინფორმაციული ტექნოლოგიების მიმართ, რასაც კარტოგრაფია ხარისხობრივად ახალ საფეხურზე გადაჰყავს. გეოინფორმაციული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა სისტემაში მოვიყვანოთ კოლოსალური მოცულობის მასალები.

ძალზე დიდია გეოინფორმაციული სისტემების როლი ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საქმეში. ისინი განვითარებულ ქვეყნებში გამოიყენება ეკონომიკის თითქმის ყველა დარგში ტერიტორიის დაგეგმარებიდან დაწყებული, თემატური რუკებით დამთავრებული. გეოინფორმაციული სისტემები გამოიყენება ინფორმაციული ნაკადების სისტემური, ანალიზური და სინთეზური დამუშავებისათვის.

გეოინფორმაციული სისტემა წარმოადგენს ინფორმაციის მართვის ელექტრონულ სისტემას, რომელიც შედგება ერთმანეთისაგან თვისობრივად შერწყმული, ერთის მხრივ, გეოგრაფიულად ორიენტირებული გრაფიკული და მეორეს მხრივ ანბანურ-ციფრული მონაცემთა ბაზებისაგან. სისტემის ერთ-ერთი მთავარი გამოსავალია ციფრული თემატური რუკა.

თავისთავად ცხადია, რომ ნალექების ასეთი ციფრული რუკა მთლიანად პასუხობს ფართო საზოგადოების მოთხოვნებს, რომლებიც დაკავშირებულია გარემოს დაცვის, ეკოლოგიური ექსპერტიზის, მიწების გამოყენების და დაგეგმარების, ნალექების სივრცითი მოდელირების პრობლემებთან, ხელს შეუწყობს ჰიდრომეტეოროლოგიის მთელი რიგი ამოცანების ამოხსნას, რომლებიც დაკავშირებულია ნალექების გასაშულოებასთან სივრცესა და დროში, ტერიტორიის წყლის ბალანსის დაზუსტებასთან, რადიოლოკაციური და თანამგზავრული მონაცემების სწორ ინტერპრეტაციასთან, ამინდის რიცხვით პროგნოზირებასთან, კლიმატური ნორმების დაზუსტებასთან, კლიმატის მრავალწლიური ცვლილების ობიექტურ შეფასებასთან, ნალექების გაანგარიშებასთან მადალმთიან ზონაში და სხვა.

თავი I. ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება

1.1 პროგრამული უზრუნველყოფის შერჩევა

თანამედროვე პირობებში გეოგრაფიულ კვლევებში ფართოდ დაინერგა გეოინფორმაციული სისტემები, რომელთა საშუალებითაც საკმაოდ მაღალი სიზუსტის და დიდი ინფორმაციის მატარებელი რუკები მიიღება. ასეთი სისტემა ჩვენ დაგეგმირდა უპირველეს ყოვლისა რუკების შედგენისათვის კარტოგრაფიული საფუძვლის მოსამზადებლად.

არსებობს უამრავი გეოინფორმაციული სისტემები. მათ შორის სამაგიდო და სტანდარტულ გეოინფორმაციულ სისტემებს მიეკუთვნება: MapInfo, Geomedia, ArcView და სხვა. თითოეული მათგანი ერთმანეთისგან განსხვავდება მრავალი თავისებურებით.

პროგრამა MapInfo წარმოადგენს ერთ-ერთ მძლავრ გეოინფორმაციულ სისტემას, რომელშიც კარტოგრაფიული ამოცანების გადაწყვეტასთან ერთად შესაძლებელია ზუსტი მათემატიკური გაანგარიშებების ჩატარება რაც ძალზე მნიშვნელოვანია სხვადასხვა სახის მოდელირებისათვის. MapInfo-ს სტანდარტულ საინსტალაციო პაკეტში შედის ყველა ის ფუნქცია რაც საჭიროა ციფრული კარტოგრაფირებისა და მოდელირებისათვის: რასტრული და ვექტორული გამოსახულების რეგისტრაცია, ვექტორული რუკების შექმნა, თემატური კარტოგრაფირება, სამგანზომილებიანი მოდელების აგება, სხვადასხვა სახის გრაფიკებისა და დიაგრამების შედგენა და სხვა. არასტანდარტული მოდელები კიდევ უფრო სრულყოფს პროგრამის ფუნქციებს და რაც მთავარია MapInfo ღია პროგრამირებისათვის. მისთვის შექმნილია პროგრამული ენა MapBasic, რომელშიც შეუზღუდავად შეიძლება სხვადასხვა ფუნქციების შექმნა.

MapInfo v7.5 ადვილად აღიქვამს ყველა რასტრულ ფორმატს(*bil, *sid, *gen, *ntf, *ecw, *url, *tif, *grc, *bmp, *gif, *tga, *j pg, *pcx, *jp2, *j2k, *png, *psd, *wmf, *emf), ტექსტურ ფაილს ASCII(*txt), Microsoft Excel (*.xls), Microsoft Acces Database (*.mdb), Shapefile (*.shp), dBAS DBF (*.dbf). შესაძლებელია იმპორტირება *mif, *dxf, *mbi, *mmi, *img, *gml ფაილების, და ექსპორტირება *.mif, *dxf, *txt, *dbf ფორმატში. აგრეთვე აღსანიშნავია ფუნქცია Universal Translator რაც უზრუნველყოფს AutoCad DWG\DXF,

ESRI ArcInfo Export (E00), ESRI Shape, Intergraph/MicroStation Design, MapInfo (MID/MIF), MapInfo TAB, Spatial Data Transfer Standart (SDTS), Vector Product Format (VPF) ფორმატების ურთიერთ გაცვლას.

პროგრამა MapInfo-ში ვექტორული რუკა წარმოდგენილია ფენების სახით. თითოეულ ფენაში შეიძლება გვექონდეს: ხაზოვანი, პოლიგონალური და წერტილოვანი ელემენტები, ამასთან პროგრამის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ნებისმიერ ფენაში ერთდროულად შეიძლება განთავსდეს სამივე სახის ელემენტი, რაც მათემატიკური გაანგარიშებების დროს გადამწყვეტ როლს თამაშობს. ვიზუალიზაციასა და დროებითი საყრდენი ვექტორების ანალიზს საკმაოდ ამარტივებს ის ფუნქცია, რომ ერთიდაიგივე ფენაში არსებულ ობიექტებს იმისდა მიუხედავად არის თუ არა მათზე მიბმული ატრიბუტული ინფორმაცია, შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა შეფერილობა, ხაზის განსხვავებული ტიპი და წარმოდგენილი იყოს განსხვავებული სიმბოლოთა სახით.

MapInfo საშუალებას იძლევა სამუშაო ფანჯარაში ობიექტზე დაწკაპუნებით (Click) მივიღოთ არა ატრიბუტული, არამედ რეალური ინფორმაცია ობიექტის კოორდინატებზე, ფართობზე, სიგრძეზე, პერიმეტრზე, ობიექტის ტიპზე და მოვახდინოთ ზოგიერთი მათგანის კოპირება Windows-ის სხვა ფანჯრებში.

საკმაოდ დახვეწილია MapInfo-ს გრაფიკული საშუალებები. მარტივად ხდება ნებისმიერ არააქტიურ ფენის ელემენტზე აქტიური ფენის ელემენტების მიწებება (Snap), აქტიური ფენის ობიექტებიდან არააქტიური ფენის ობიექტების ამოჭრა (Erase, Erase Outside), გაყოფა (Split, Polyline Split), წერტილების დამატება გადაკვეთაზე (Overlay odes). შესაძლებელია ხაზის ან პოლიგონის გარკვეული მონაკვეთის კოპირება ხაზოვან ელემენტად.

მონაცემთა ბაზები სადაც ხდება ობიექტებზე არსებული ატრიბუტული ინფორმაციის შენახვა და მართვა, შეიძლება შეიქმნას MapInfo-ში ან იმპორტირებული იყოს სხვა პროგრამიდან. ობიექტთა მონიშვნა მონაცემთა ბაზებიდან ხდება: ნებისმიერი ველის მნიშვნელობებიდან (მათზე მათემატიკური ოპერაციების მითითებითაც), ორი სხვადასხვა ფენის გეოგრაფიულად ურთიერთგადამფარავი ობიექტების პარამეტრებით (შემდგომში ამ ფენების ველების განახლებით),

ყველა ობიექტის, უკვე მონიშნული ობიექტების გაუქმება და ყველა დანარჩენი ობიექტების გააქტიურება. აქვე ხდება გრაფიკულ გამოსახულებაზე ან ცხრილში მონიშნული ობიექტების ძებნა. ველთა განახლება შესაძლებელია: ფენის, ცხრილში არსებული სვეტის, სხვა არააქტიური ფენის სვეტების, კონკრეტული აღფანუშერული მნიშვნელობის, მათემატიკური ფორმულის, ეგრეთ წოდებული Search Replase-ის (ძებნა და განთავსება) მითითებით. ცხრილში შეიძლება გადატანილი იქნეს ობიექტების კოორდინატები ნებისმიერი კოორდინატთა სისტემისათვის, ინფორმაცია ობიექტის ტიპზე და სხვა.

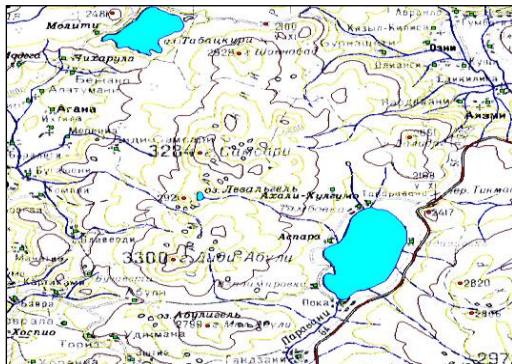
ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე გადავწყვიტეთ ჩვენი კვლევის ძირითადი ნაწილი შეგვესრულებინა პროგრამა MapInfo v7.5-ის სტანდარტული და არასტანდარტული პაკეტის გამოყენებით.

1.2 კარტოგრაფიული საფუძველი

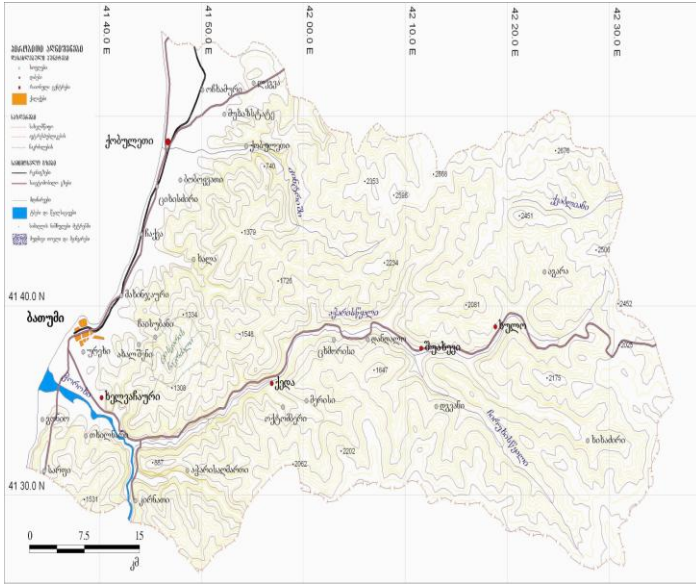
გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისა და მოდელირებისათვის აუცილებელია ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველის არსებობა. იგი მიიღება აეროგადაღებების, კოსმოსური გამოსახულებების ან უკვე არსებული რუკების დიგიტალიზაციით მასშტაბის შესაბამისი სიზუსტეების და ფენების კორექტულობის დაცვით.

ჩვენს შემთხვევაში საკვლევი ტერიტორიების დიგიტალურ რუკებს საფუძვლად დაედო საქართველოს 1:500 000-იანი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკები, რომლებიც შედგენილია 1942 წლის კოორდინატთა სისტემაში. ტოპოგრაფიული რუკები სკანირებულია რეზოლუციით 400 pixels\inch. პროგრამა MapInfo-ში მოხდა ზემოაღნიშნული რასტრული გამოსახულებების რეგისტრაცია Longitude/Latitude (Pulkovo 1942) სისტემაში, გეოგრაფიული გრძედითა და განედით. საკონტროლო წერტილები აღებულია რუკის კუთხეებში, კოორდინატების ბადის გადაკვეთის ადგილას, სადაც ადვილად განისაზღვრება გეოგრაფიული კოორდინატები და ცდომილება თითოეულ წერტილზე არ აღემატება 2 პიქსელს, რაც გამოწვეულია ქაღალდის სიძველით და დეფორმაციით. რასტრულ საფუძველზე აციფრულია შემდეგი საზოგადოებრივი ფენები: სახელმწიფო საზღვრები (Border), ადმინისტრაციული საზღვრები (Border_as), საავტომობილო გზები (Roads), რკინიგზები (Railwais), ნაკრძალები და დაცული

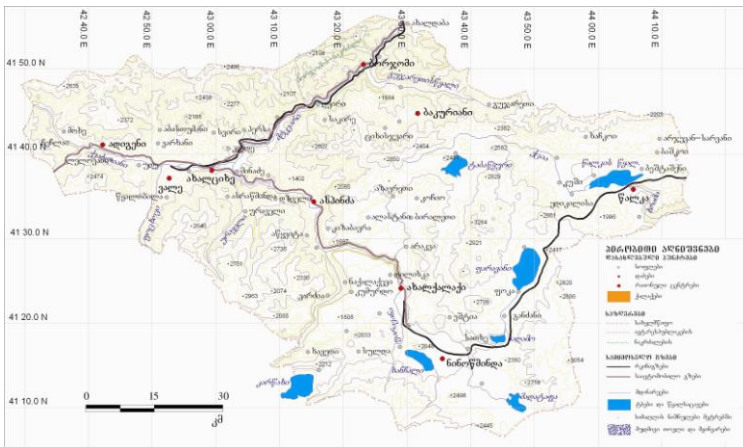
ტერიტორიები (Reserve), ჰიდროლოგიური ქსელი (მდინარეები) (Rivers), შავი ზღვის სანაპირო ზოლი (Sea), კორიზონტალები (Iso), რომლებიც გატარებულია ზღვისპირეთში ყოველ 50 ხოლო დანარჩენ ტერიტორიაზე 100 მეტრში. პოლიგონალური ფენები: მყინვარები (lasier), ტბები და წყალსაცავები (akes). წერტილოვანი ფენები: დასახლებული პუნქტები (Sitti) , მწვერვალები და უღელტეხილები (Tops). ატრიბუტული ინფორმაცია გააჩნიათ: (Reserve) – ნაკრძალებისა და დაცული ტერიტორიების დასახელება, (Rivers) – მდინარეების დასახელება, (Iso) – სიმაღლე ზღვის დონიდან, (Sea) – სიმაღლე ზღვის დონიდან, (Lakes) – ტბების და წყალსაცავების დასახელება და სიმაღლე ზღვის დონიდან, (Sitti) – დასახლებული პუნქტების დასახელება, (Tops) – მწვერვალების და უღელტეხილების დასახელება და სიმაღლე ზღვის დონიდან. ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველის ფრაგმენტი ანალოგიურ რასტრულ გამოსახულებასთან ერთად ნაჩვენებია ნახ. 1.2.1–ზე. დიგიტალური რუკა შედგენილია ტოპოგრაფიული რუკების ფურცლების მიხედვით, ამიტომ შემდგომ ეტაპს წარმოადგენს ამ ფაილების გაერთიანება, საკვლევი ტერიტორიებისთვის ცალ-ცალკე რუკების შედგენა, წარწერების, ხაზების, პოლიგონების და სიმბოლოებისთვის სტილის შერჩევა, თითოეული ტერიტორიისათვის Workspace-ების შექმნა და არქივირება. აღნიშნული მასალა ნაჩვენებია ნახ 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4–ზე.



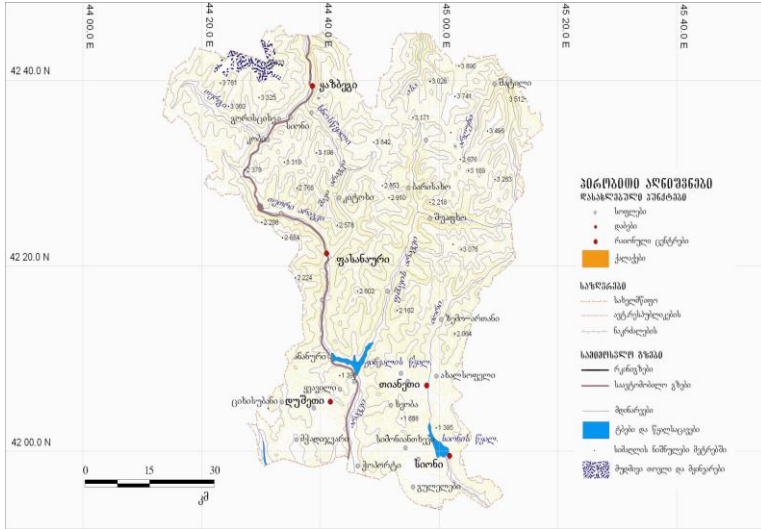
ნახ 1.2.1 ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველის ფრაგმენტი ანალოგიურ რასტრულ გამოსახულებასთან ერთად



ნახ 1.2.2 აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველი



ნახ 1.2.3 სამხრეთ საქართველო, მესხეთ ჯავახეთის ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველი



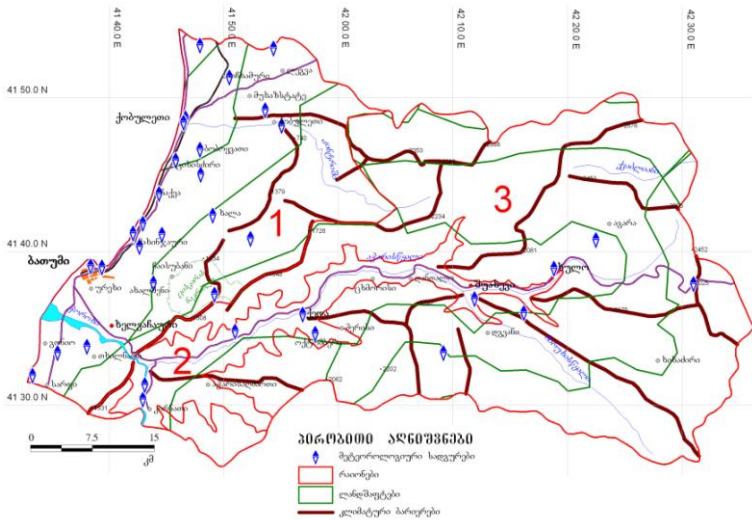
ნახ 1.2.4. აღმოსავლეთ კავკასიონის(მთიულეთი, ფშავი, ხევი,ხევსურეთი) ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველი

შექმნილი ციფრული კარტოგრაფიული საფუძველის გამოყენებით, საკვლევ ტერიტორიებზე აციფრულია კლიმატური ბარიერები (barieri, საზოგადოებრივი ფენა), რომლებიც ემთხვევა ძირითად ქედებს. დატანილია ლანდშაფტების დიგიტალური საფუძველი ნ.ბერუჩაშვილის მიხედვით (Land, პოლიგონალური ფენა) და მეტეოროლოგიური სადგურები (Sadgurebi, წერტილოვანი ფენა), რომლებიც შეიცავენ ატრიბუტულ ინფორმაციას შემდეგ ველებში: Name – მეტეოროლოგიური სადგურის დასახელება; Z-მეტეოროლოგიური სადგურის სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრებში; Longitude/Latitude – გეოგრაფიული კოორდინატები: გრძედი და განედი გრადუსებში; Naleqebi – ნალექების ფაქტიური რაოდენობა მოცემული მეტეოროლოგიური სადგურისათვის მილიმეტრებში; ID – მეტეოროლოგიური სადგურის რიგითი ნომერი კლიმატური ცნობარის მიხედვით; Data – დაკვირვების წელთა რიგის რაოდენობა; Naleqebi-form და Region ველები რომლებშიც შემდგომში ჩაიწერება ფორმულით გამოთვლილი ნალექების რაოდენობა და რაიონის ნომერი რომელშიც მოთავსდება მეტეოროლოგიური სადგური.

მეტეოროლოგიურ სადგურებში ნალექების როდენობასა და სიმაღლეს შორის არსებული ცალსახა დამოკიდებულების, ლანდშაფტების საზღვრებისა და კლიმატური ბარიერების გათვალისწინებით მოვახდინეთ საკვლევი ტერიტორიების დარაიონება (region)

1.3 მათემატიკური მოდელი გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისათვის

აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ტერიტორიაზე გამოვეყავით სამი რაიონი, სადაც ატმოსფერული ნალექების განაწილება სიმაღლის მიხედვით ერთგვაროვანია. (ნახ.1.3.1.)

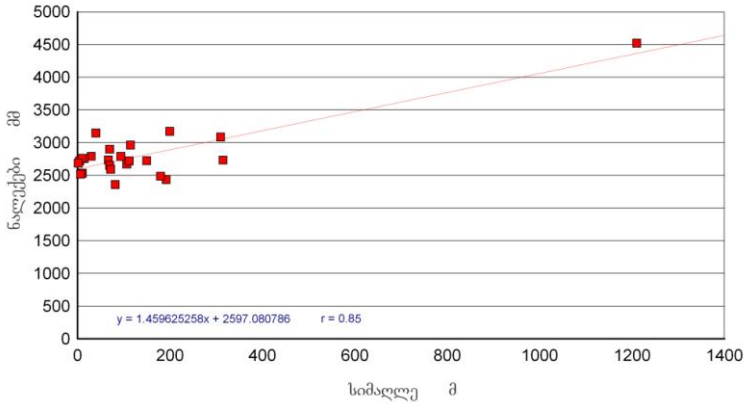


ნახ.1.3.1 აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის დარაიონება.

პირველი რაიონი ვრცელდება შავი ზღვის სანაპიროდან მესხეთის ქედის დასავლეთ ფერდობამდე, ამ ტერიტორიაზე მოთავსებულია 24 მეტეოროლოგიური სადგური. მეორე რაიონს წარმოადგენს მდინარე აჭარისწყალის და ჭოროხის ხეობა ზღვის დონიდან 700-მ. სიმაღლემდე. აქ მოთავსებულია 6 მეტეოროლოგიური სადგური. მესამე რაიონი მოიცავს მესხეთის ქედის სამხრეთ- აღმოსავლეთ, შავშეთის ქედის ჩრდილოეთ და არსიანის ქედის დასავლეთ ფერდობებს, მდინარე აჭარისწყალის და ჭოროხის ხეობას ზღვის დონიდან 700-

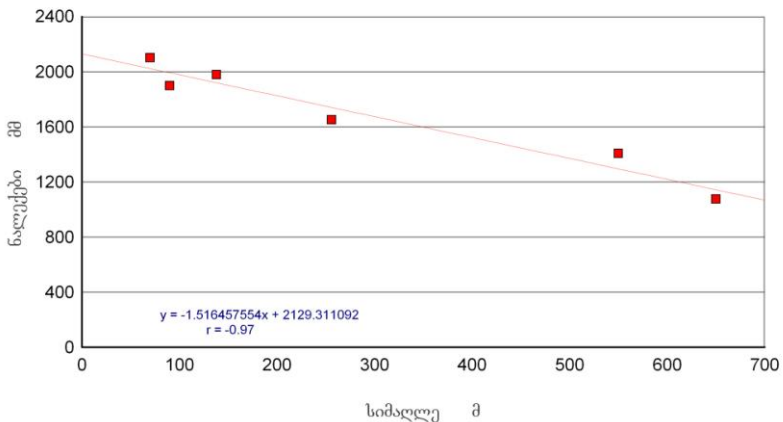
მეტრის ზემოთ. ამ ტერიტორიაზე მოთავსებულია 5 მეტეოროლოგიური სადგური. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით, შესაბამისი პოლინომი და კორელაციის კოეფიციენტი ნაჩვენებია ნახ.1.3.2 , 1.3.3 , 1.3.4 -ზე.

რაიონი-1

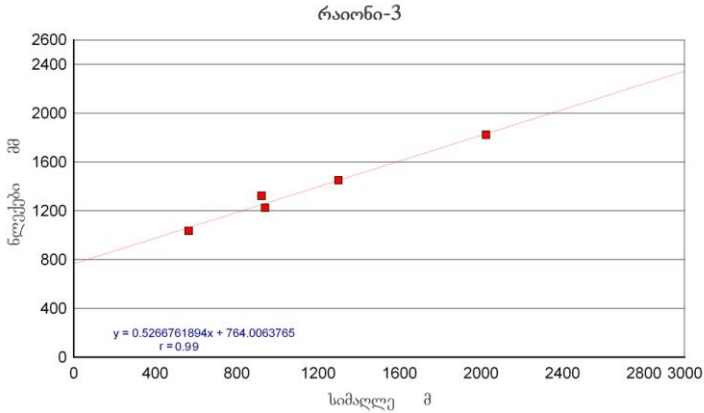


ნახ.1.3.2. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აჭარა, 1- რაიონი.

რაიონი-2



ნახ.1.3.3. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აჭარა, 2- რაიონი.



ნახ.1.3.4. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აჭარა, 3- რაიონი.

იმისდა მიხედვით თუ რომელ რაიონში მდებარეობენ მეტეოროლოგიური სადგურები, შესაბამისი განტოლებებით გამოთვლილია ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა თითოეული მათგანისათვის, რომლებიც კარგ თანხმობაშია მათ ფაქტიურ მონაცემებთან. ცხრილ 1.3.1-ში მოცემულია მეტეოროლოგიური სადგურების ფენის ყველა ატრიბუტული ინფორმაცია. როგორც აღვნიშნეთ Naleqebi-form ველში მოთავსებულია ატმოსფერული ნალექების გამოთვლითი მნიშვნელობები.

სამხრეთ საქართველო, მესხეთ-ჯავახეთის ტერიტორია დაყოფილია 5 რაიონად. (ნახ. 1.3.5.)

პირველი რაიონის აღმოსავლეთ საზღვარი გადის მდინარე მტკვრის ხეობის მარჯვენა მხარეს ზღვის დონიდან 1500-1700 მ სიმაღლეზე, სამხრეთით და დასავლეთით შემოსაზღვრულია ერუშეთის და არსიანის ქედებით, ხოლო ჩრდილოეთით მესხეთის ქედით. ამ ტერიტორიაზე მოთავსებულია 12 მეტეოროლოგიური სადგური.

ცხრ. 1.3.1. აჭარის მეტეოროლოგიური სადგურების ატრიბუტული ინფორმაცია

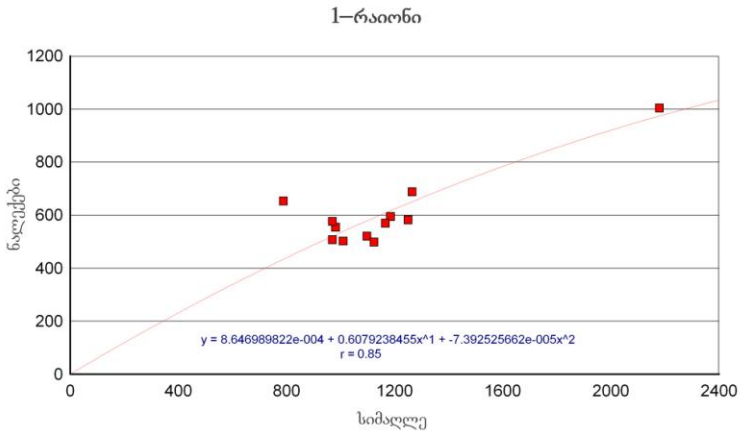
Name	Z	Longitude	Latitude	Nalegebi	Nalegebi_form	ID	Region	Data
შუახნევი	650	42.1986	41.6151	1076	996	430	2	19
ზულო	923	42.314	41.6481	1321	1294	426	3	42
ჩაქვისთავი	315	41.8727	41.6806	2730	3057	420	1	28
ციხისზირი	67	41.7638	41.7653	2732	2695	413	1	17
ჩაქვააგრო	30	41.7395	41.7291	2788	2641	416	1	49
მწვანე-კონცხი,ზ	94	41.7161	41.6969	2787	2734	418	1	56
ბობოყვათი	70	41.799	41.7771	2650	2699	412	1	29
ვიხანჯირი	107	41.9061	41.8868	2670	2753	405	1	12
ოჩხამური	11	41.8417	41.8553	2530	2613	409	1	28
ქელა	256	41.9484	41.5984	1652	1761	431	2	32
ქვემო-მარადიდი	90	41.7161	41.5063	1900	1982	441	2	11
სარფი	40	41.5555	41.5321	3145	2655	439	1	10
ახალშენი	150	41.7314	41.6321	2721	2816	429	1	22
ქობულეთი	7	41.7781	41.8112	2514	2607	408	1	33
მანინჯაური	15	41.7109	41.6715	2754	2619	421	1	18
ბათუმი,ქალაქი	5	41.6401	41.6506	2718	2604	423	1	14
გოდერძის უღ.	2025	42.517	41.6314	1822	1771	428	3	6
ლაგვა	200	41.8	41.75	3171	2889	414	1	30
კოხი	112	41.918	41.803	2719	2761	411	1	22
პურტიო	565	42.27	41.6	1034	889	432	3	8
მახუნცეთი	138	41.85	41.58	1979	1918	433	2	8
სინდიეთი	70	41.7188	41.5221	2102	2009	440	2	19
ხალა	115	41.8176	41.7056	2960	2765	415	1	19
სიხალიძეები	550	41.9668	41.5775	1407	1370	437	2	13
ციხკარა	1210	41.8201	41.6198	4519	4363	425	1	7
ცეცხლაური	82	41.799	41.89	2356	2717	406	1	12
ალამბარი	192	41.8939	41.8199	2431	2877	407	1	13
ქობულეთი,რკ	10	41.7753	41.8065	2757	2612	410	1	28
ბათუმი,ალფონსი	72	41.7016	41.6864	2589	2702	417	1	8
მწვანე-კონცხი,ქ	70	41.7439	41.685	2897	2699	419	1	11
დიდაჭარა	940	42.3749	41.6792	1224	1310	422	3	18
ბათუმი,შუქურა	2	41.6564	41.6494	2685	2600	424	1	69
ჩარნალი	310	41.5921	41.5566	3082	3050	434	1	14
მახო	180	41.6348	41.5634	2484	2860	435	1	11
ხიხაძირი	1300	42.1534	41.5566	1449	1588	438	3	4



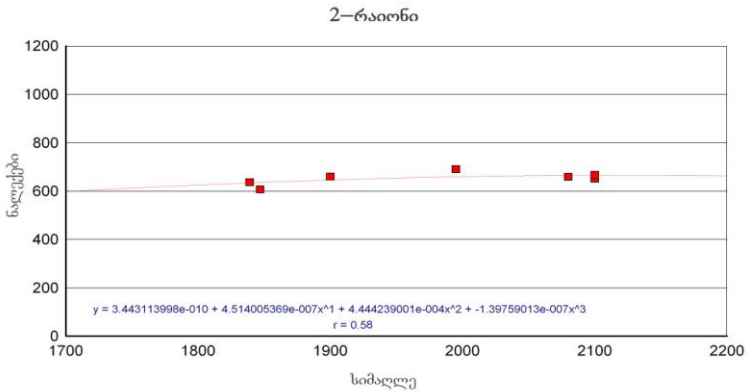
ნახ.1.3.5. სამხრეთ საქართველო, მესხეთ-ჯავახეთის დარაიონება.

მეორე რაიონი აღმოსავლეთით და დასავლეთით შემოსაზღვრულია ჯავახეთისა და სამსარის ქედებით, სამხრეთ დასავლეთით მიუყვება მდინარე ფარავნის ხეობას, ხოლო ჩრდილო აღმოსავლეთით 135-ე გვარის ლანდშაფტის საზღვარს. ამ რაიონში მდებარეობს 7 მეტეოროლოგიური სადგური. მესამე რაიონი მოიცავს მდინარე გუჯარეთისწყალის ხეობას ზღვის დონიდან 1000მ. სიმაღლიდან 1800-2000მ. სიმაღლემდე. ამ რაიონში 6 მეტეოროლოგიური სადგურია. მეოთხე რაიონის სამხრეთ საზღვარი გადის თრიალეთის ქედზე, სამხრეთ დასავლეთით 135-ე გვარის ლანდშაფტის საზღვარზე და შემდგომ სამხრეთ აღმოსავლეთით და აღმოსავლეთით მიუყვება წალკის რაიონის ადმინისტრაციულ საზღვარს, ჩრდილოეთიდან კვლავ აკრავს თრიალეთის ქედი და მდინარე გუჯარეთისწყალის ხეობის ნაწილი ზღვის დონიდან 1800 მ. სიმაღლის ზემოთ. ამ რაიონში 5 მეტეოროლოგიური სადგურია. მესხეთე რაიონი აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრულია სამსარის ქედით და მდინარე ფარავანის ხეობით, სამხრეთით საქართველოს ადმინისტრაციული საზღვრით, დასავლეთით საზღვარი გადის მდინარე მტკვრის ხეობის ზღვის დონიდან 1500 მ. სიმაღლეზე და ჩრდილოეთიდან თრიალეთის ქედზე. აქ განლაგებულია 9 მეტეოროლოგიური სადგური. ნალექების

ცვლილება სიმაღლის მიხედვით, შესაბამისი პოლინომი და კორელაციის კოეფიციენტი ნაჩვენებია ნახ. 1.3.6, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.9, 1.3.10 -ზე.

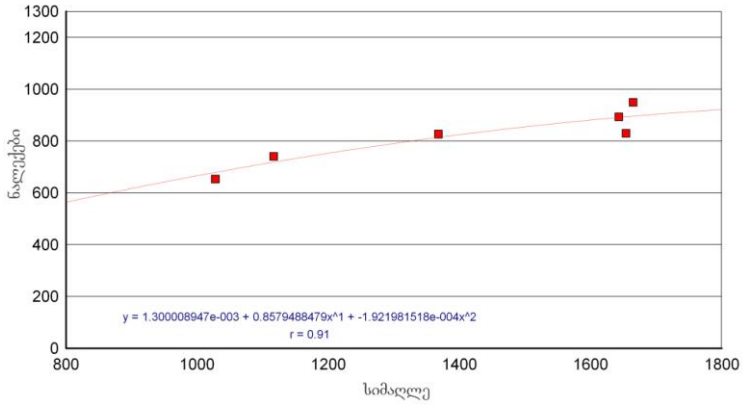


ნახ.1.3.6. ნაღებების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. მესხეთ-ჯავახეთი, 1- რაიონი



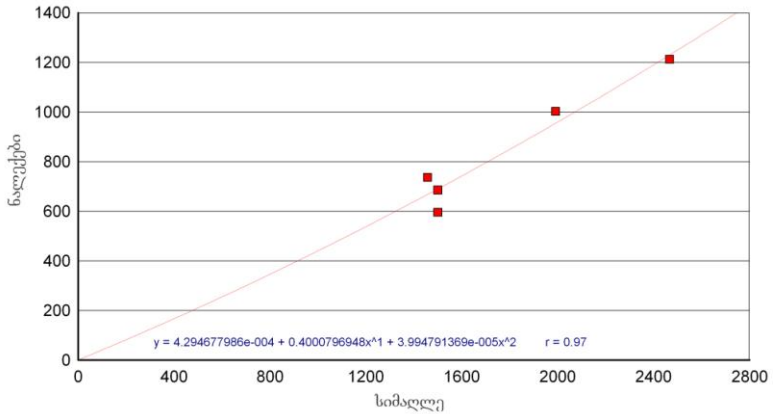
ნახ.1.3.7. ნაღებების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. მესხეთ-ჯავახეთი, 2- რაიონი

3-რაიონი

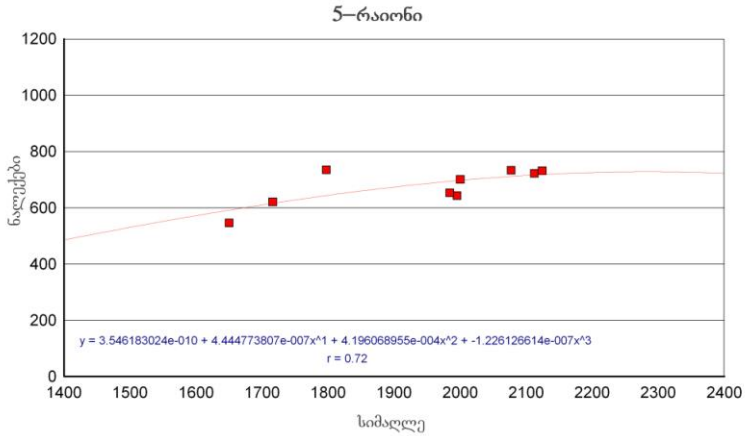


ნახ.1.3.8. ნაღებების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. მესხეთ-ჯავახეთი, 3- რაიონი

4-რაიონი



ნახ.1.3.9. ნაღებების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. მესხეთ-ჯავახეთი, 4- რაიონი



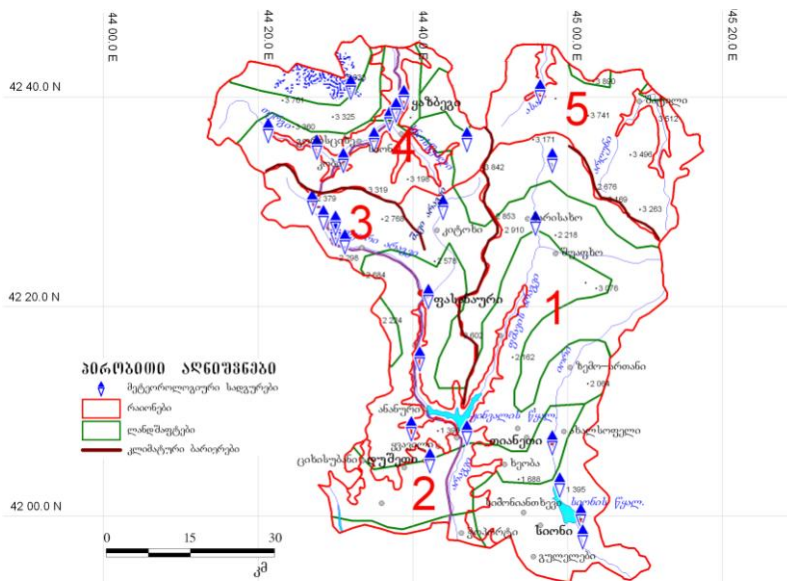
ნახ.1.3.10. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. მესხეთ-ჯავახეთი, 5- რაიონი

მოცემული მეორე და მესამე რიგის პოლინომებით გამოთვლილია მეტეოროლოგიურ სადგურებში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, რომელიც კარგ თანხმობაშია ფაქტიურ მონაცემებთან. ცხრილ 1.3.2.-ში მოცემულია სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ფენის ყველა ატრიბუტული ინფორმაცია. ანალოგიურად ნალექები-ფორმ ველში მოთავსებულია ატმოსფერული ნალექების გამოთვლითი მნიშვნელობები.

ცხრ. 1.3.2. სამხრეთ საქართველოს, მესხეთ-ჯავახეთის ტერიტორიის მეტეოროლოგიური სადგურების ატრიბუტული ინფორმაცია

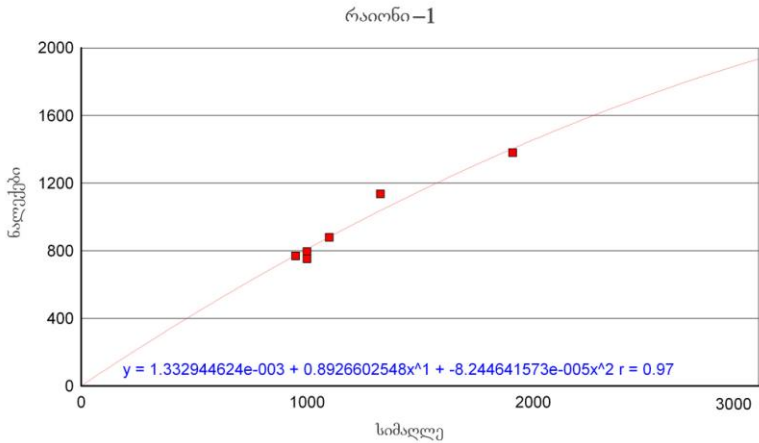
name	Z	Longitude	Latitude	naleqebi	aleqebi for	ID	Region	Data
აღიგენი	1185	42.7025	41.6778	594	617	260	1	25
აბასთუმანი	1265	42.8333	41.75	688	651	236	1	26
არალი	1010	42.8333	41.65	502	539	273	1	14
ახალციხე	982	43	41.6333	554	526	276	1	17
აწვეური	970	43.1667	41.7333	576	520	240	1	32
ურბანი რ.კვ.	1654	43.5076	41.7486	829	893	237	3	15
ომორა	1250	43.2501	41.6206	582	644	280	1	15
ასპინძა	1098	43.2563	41.5749	520	578	286	1	25
ხერთვისი	1124	43.3296	41.4138	498	590	296	1	23
სულდა	2124	43.328	41.2722	731	718	321	5	18
ბორჯომი	789	43.3916	41.8351	653	434	218	1	73
ლიბანი	1368	43.4578	41.7559	826	814	232	3	10
ციხისჯვარი	1643	43.4535	41.7291	893	891	241	3	12
ცემი	1117	43.4651	41.799	740	719	226	3	50
წაღვერი	1028	43.4833	41.8	653	679	227	3	13
ახალქალაქი	1716	43.4867	41.3955	621	616	307	5	17
კონდურა	2000	43.5249	41.2864	701	698	318	5	20
არაკვა	1650	43.4976	41.484	546	592	297	5	20
კურანი ავრ	1665	43.51	41.7398	949	896	243	3	53
ბოვდანიოკა	2077	43.6555	41.2398	733	712	324	5	37
ტბაწვეური	1995	43.6272	41.6652	643	696	267	5	24
აბული	1984	43.6167	41.4	653	694	308	5	9
ორთვოლარი	1847	43.6329	41.292	607	636	319	2	17
სათხე	1839	43.65	41.2833	636	634	322	2	13
არვალი	1900	43.7597	41.3128	660	646	316	2	25
ეფრემოკა	2112	43.75	41.2	722	717	327	5	39
სალამი	1995	43.7616	41.2996	690	659	320	2	6
ფულკა	2080	43.8	41.4	659	665	309	2	27
კუში	1500	43.8941	41.6116	595	690	281	4	22
მღაროსხევი	2100	43.8333	41.4	651	666	310	2	8
როდინოვკა	2100	43.8514	41.4677	667	666	300	2	18
წაღკა	1457	44.0906	41.5985	736	668	283	4	35
ტეჯისი	1500	44.137	41.6544	685	690	250	4	25
თელი-საყვა	1991	43.6299	41.7399	1002	955	244	4	4
მლაშე	1166	42.6923	41.6765	569	608	259	1	11
მინაძე	970	43.056	41.6335	507	520	278	1	11
ცხრაწეარო	2466	43.5021	41.6674	1212	1230	261	4	8
მერნია	1797	43.5667	41.55	735	643	291	5	15
ზეკარასულ	2180	42.8641	41.8229	1004	974	217	1	5

აღმოსავლეთ კავკასიონის ტერიტორია დაყოფილია 5 რაიონად (ნახ. 1.3.11). პირველი რაიონი აღმოსავლეთიდან შემოსაზღვრულია კახეთის ქედით, დასავლეთიდან გუდამაყრის ქედით და მდინარე არაგვის ხეობით. ჩრდილოეთით საზღვარი გადის კავკასიონის მთავარ ქედზე, ხოლო სამხრეთით თიანეთისა და დუშეთის რაიონის ადმინისტრაციულ საზღვარზე. ამ რაიონში მთავსებულია 6 მეტეოროლოგიური სადგური. მეორე რაიონი მოიცავს მდინარე არაგვის ხეობას ზღვის დონიდან 1000 მ. სიმაღლემდე. აქ მდებარეობს 4 მეტეოროლოგიური სადგური.

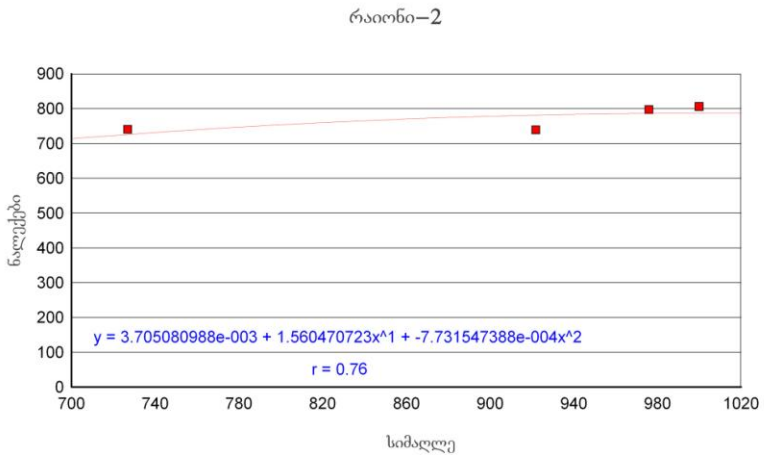


ნახ.1.3.11. აღმოსავლეთ კავკასიონის დარაიონება

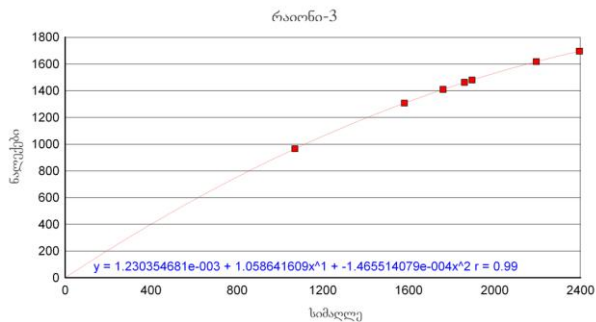
მესამე რაიონი აღმოსავლეთით, დასავლეთით და ჩრდილოეთით შემოსაზღვრულია გუდამაყრის, ლომისის და მთიულეთის ქედებით, სამხრეთით კი მოიცავს მდინარე არაგვის ხეობას ზღვის დონიდან 1000 მ. სიმაღლის ზემოთ. ამ რაიონში 7 მეტეოროლოგიური სადგურია. მეოთხე რაიონი მოიცავს მდინარე თერგის და სნოსწყალის ხეობებს ზღვის დონიდან 2200 მ. სიმაღლემდე და მდინარე ასსას და არღუნის ხეობებს ზღვის დონიდან 1900 მ. სიმაღლემდე. ამ რაიონში 7 მეტეოროლოგიური სადგურია მოთავსებული. მეხუთე რაიონი ვრცელდება კავკასიონის მთავარი ქედის ჩრდილოეთით საქართველოს სახელმწიფო საზღვრამდე მდინარე თერგის, სნოსწყალის, ასსას და არღუნის ხეობების აღნიშნული ტერიტორიების გამოკლებით. ამ რაიონში 3 მეტეოროლოგიური სადგურია. ნაღველების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით, შესაბამისი პოლინომი და კორელაციის კოეფიციენტი ნაჩვენებია ნახ. 1.3.12 , 1.3.13 , 1.3.14 , 1.3.15 , 1.3.16 -ზე.



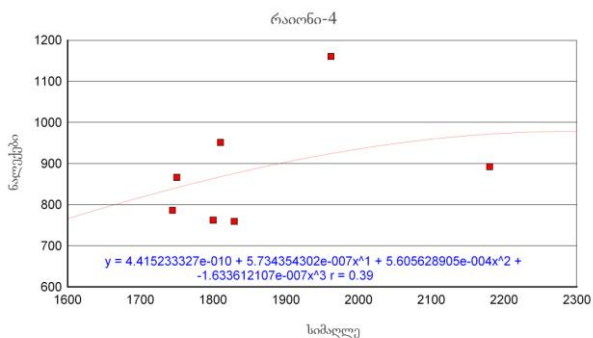
ნახ.1.3.12. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აღმოსავლეთ კავკასიონი, 1- რაიონი



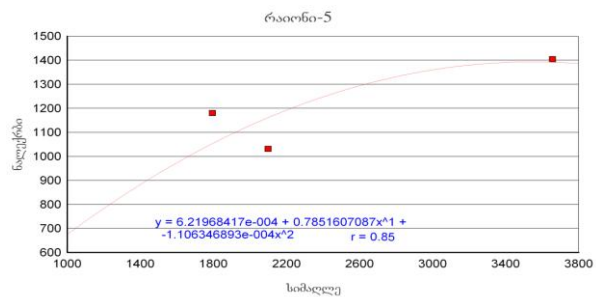
ნახ.1.3.13. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აღმოსავლეთ კავკასიონი, 2- რაიონი



ნახ.1.3.14. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აღმოსავლეთ კავკასიონი, 3- რაიონი



ნახ.1.3.15. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აღმოსავლეთ კავკასიონი, 4- რაიონი



ნახ.1.3.16. ნალექების ცვლილება სიმაღლის მიხედვით. აღმოსავლეთ კავკასიონი, 5- რაიონი

მოცემული მეორე და მესამე რიგის პოლინომებით გამოთვლილია მეტეოროლოგიურ სადგურებში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა, რომელიც კარგ თანხმობაშია ფაქტიურ მონაცემებთან. ცხრილ 1.3.3.-ში მოცემულია არაგვის ხეობაში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ფენის ყველა ატრიბუტული ინფორმაცია. ანალოგიურად Naleqebi-form ველში მოთავსებულია ატმოსფერული ნალექების გამოთვლითი მნიშვნელობები.

ცხრილი. 1.3.3. აღმოსავლეთ კავკასიონის ტერიტორიის მეტეოროლოგიური სადგურების ატრიბუტული ინფორმაცია

Name	Z	Longitude	Latitude	naleqebi	naleqebi_form	ID	Region
ტბა	2100	44.3548	42.614	1031	1161	31	5
ჯვრის უღ.	2395	44.45	42.5	1733	1695	57	3
კუშლისკახე	1860	44.5	42.45	1354	1462	71	3
გულაური	2194	44.5	42.467	1585	1617	63	3
წვერე	1895	44.4742	42.4758	1557	1480	59	3
კობი	1962	44.517	42.567	1160	924	50	4
სიონი	1829	44.583	42.6	759	876	40	4
არშა	1800	44.617	42.633	762	864	35	4
თანდილანთ კარი	976	44.6636	42.1395	797	787	130	2
ვაზბევი ქვემო	1744	44.6471	42.6671	786	838	28	4
ანანური	1000	44.6817	42.2504	806	787	111	2
დუმეთი	922	44.7034	42.0882	739	782	141	2
ფასანაური	1070	44.7	42.35	999	965	95	3
ჟინგალი	727	44.783	42.133	740	726	131	2
სიონშენი	1000	45.0289	42.0005	794	810	168	1
თიანეთი	1099	44.967	42.117	878	881	133	1
წინსაღუ	1910	44.967	42.567	1380	1404	47	1
ორხევი	950	45.033	41.967	768	774	183	1
ოქროყანა	2180	44.4602	42.5882	892	972	43	4
მლეტა	1580	44.5206	42.4372	1315	1307	78	3
სნო	1750	44.631	42.6471	866	841	41	4
ბარისახო	1325	44.9311	42.467	1136	1038	64	1
ბურსაჩილი	1760	44.7318	42.492	1400	1409	60	3
ახიელი	1810	44.9411	42.6762	951	868	29	4
კულმართი(დელოვანი)	1000	44.9833	42.05	752	810	154	1
ვაზბევი ზემო	3656	44.5333	42.6833	1404	1392	27	5
როკა ზედა	1795	44.7833	42.6	1180	1053	328	5

14 ატმოსფერული ნალექების გეონიფორმაციული კარტოგრაფირება

ჩვენ მოვახდინეთ ატმოსფერული ნალექების გაანგარიშება კონკრეტული მეტეოროლოგიური სადგურებისათვის. კარტოგრაფირებისა და თემატური რუკების

შესადგენად საჭიროა მათი სივრცითი განზოგადება, ანუ მათი გაანგარიშება გაცილებით მეტი წერტილისათვის, რომლებიც მოგვცემს სურათს კონკრეტული ტერიტორიისათვის. რადგანაც კვლევა დაფუძნებულია ატმოსფერული ნალექების უპირველეს ყოვლისა რელიეფთან დამოკიდებულებაზე, ამიტომ საჭიროა გეკონდეს რელიეფის ციფრული მოდელი. მართალია ჩვენ გვაქვს იზოსახების ფენა რომელსაც გააჩნია აგრეთვე ინფორმაცია ზღვის დონიდან სიმაღლის შესახებ, მაგრამ ინტერპოლირებისათვის აუცილებელია რელიეფის წერტილოვანი ფენის არსებობა რადგანაც იზოჰიეტების გატარება მოხდეს წერტილზე არსებული ინფორმაციის საშუალებით. ძირითადად ცნობილია ასეთი მოდელის ორი სახე: DTM – იგი წარმოადგენს რელიეფის რეგულარულ მოდელს, სადაც წერტილებს შორის მანძილი მკაცრადაა განსაზღვრული და ყველა მიმართულებით ერთნაირია. ასეთი მოდელის აგება შესაძლებელია კოსმოსური ან აერო ფოტოსურათების ფოტოგრამმეტრიული დამუშავების გზით; TIN – რელიეფის არარეგულარული მოდელია, სადაც წერტილებს შორის მანძილი წინასწარ არ არის განსაზღვრული და იცვლება რელიეფის ფორმის მიხედვით. ასეთი მოდელის აგება შესაძლებელია როგორც კოსმოსური ან აერო ფოტოსურათების ფოტოგრამმეტრიული დამუშავების გზით, ასევე უკვე არსებული ტოპოგრაფიული რუკების დიგიტალიზაციის საშუალებით. ჩვენს შემთხვევაში ამოცანის გადასაჭრელად დავეყრდნობით რელიეფის არარეგულარულ მოდელს (TIN).

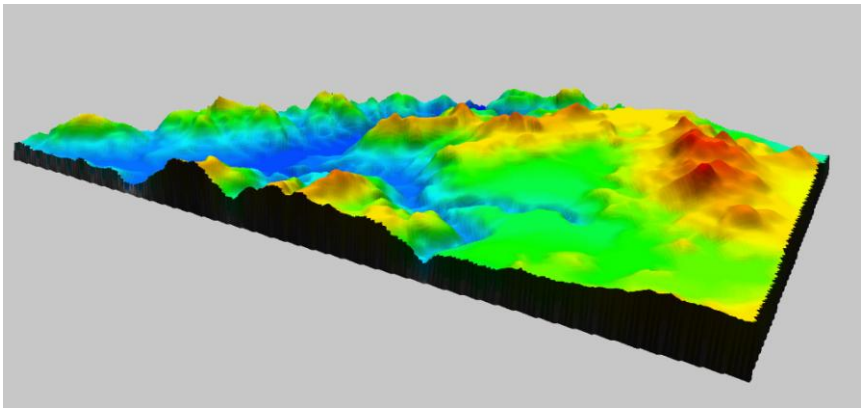
რელიეფის ციფრული მოდელის ასაგებად, შევქმენით ფენა iso_line სადაც მოთვსებულია ყველა ის ფენა რომლებსაც გააჩნიათ სიმაღლის ატრიბუტული ინფორმაცია (iso, lakes, sea, tops) . ფენა lakes როგორც აღვნიშნეთ პოლიგონალურია, ამიტომ პირველ რიგში მოხდა მისი ობიექტების კონვერტირება ხაზოვან ობიექტებად. შემდგომში MapInfo v.7.5 –ის არასტანდარტული მოდულ OBJ_CONV – ის გამოყენებით, რომლის ფუნქციაა ხაზოვანი ობიექტების კონვერტირება წერტილოვან ელემენტებად, ისე რომ შენარჩუნებული იყოს ობიექტზე არსებული ატრიბუტული ინფორმაცია, შეიქმნა რელიეფის წერტილოვანი ფენა iso_point. სადაც იზოჰიფსების, ტბების და ზღვის სანაპირო ზოლის ყოველ საკვანძო წერტილში მიღებულია წერტილოვანი ობიექტი, მასზე არსებული გეოგრაფიული კოორდინატებითა და სიმაღლის ატრიბუტული ინფორმაციით. ასეთი წერტილების რაოდენობა

და მათ შორის მანძილი საკვლევი ტერიტორიების მიხედვით მოყვანილია ცხრილ 14.1 –ში. წერტილებს შორის მანძილი როგორც აღნიშნეთ იცვლება რელიეფის ფორმისა და ფერდობის ექსპოზიციის მიხედვით. ამდენად, მიღებულია რელიეფის არარეგულარული მოდელი (TIN).

iso_point ფენაში არსებულ წერტილოვან ობიექტებს აქვთ ატრიბუტული ინფორმაცია შემდეგ ველებში: Elevation- სიმაღლე ზღვის დონიდან მეტრებში; region- იმ რაიონის ნომერი რომელშიაც მოთავსებულია კონკრეტული წერტილი; Longitude\Latitude გეოგრაფიული კოორდინატები, გრძედი და განედი. რელიეფის ციფრული მოდელის ფრაგმენტი ნაჩვენებია ნახ.14.1. –ზე.

ცხრ. 14.1. წერტილების რაოდენობა და მათ შორის მანძილი საკვლევი (iso_point ფენაში) ტერიტორიების მიხედვით

საკვლევი ტერიტორია	წერტილების რაოდენობა	მანძილი წერტილებს შორის (კმ)
აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკა	43442	0.2 – 11
სამხრეთ საქართველო, მესხეთ-ჯავახეთი	51988	0.2 - 14
აღმოსავლეთ კავკასიონი	42823	0.2 - 5

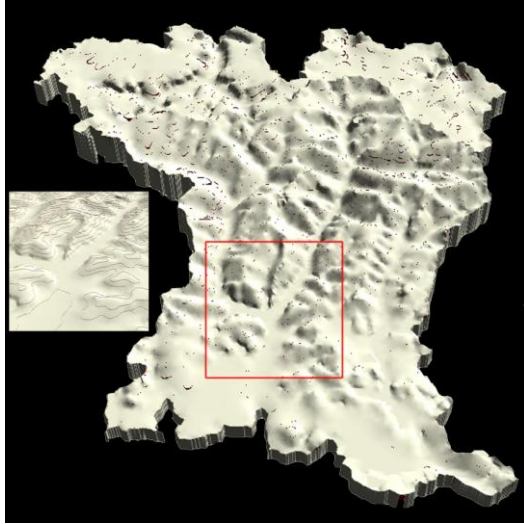


ნახ. 14.1. რელიეფის ციფრული მოდელი, მდ. მტკვრის ხეობა სამხრეთ საქართველოში

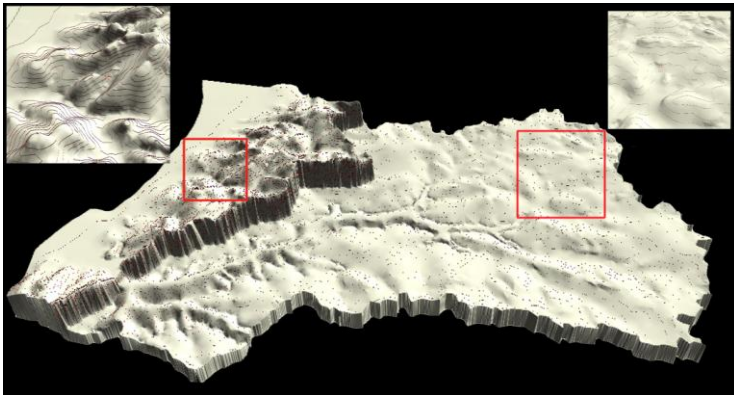
ატმოსფერული ნალექების გამოთვლითი მნიშვნელობები, რომლებიც მივიღეთ კონკრეტული მეტეოროლოგიური სადგურებისთვის, უნდა განვაგრძოთ მთელი ტერიტორიებისათვის რელიეფის ციფრულ მოდელზე დაყრდნობით. ამისათვის iso_point ფენას ატრიბუტულ ცხრილში დავამატეთ ველი naleqebi . ამ ველში იმისდა მიხედვით თუ რომელ რაიონში მდებარეობს მოცემული წერტილი, შესაბამისი განტოლების საშუალებით დავიანგარიშეთ ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა. ფენა გადაყვანილია UTM_84 კოორდინატთა სისტემაში, რადგან პროგრამული უზრუნველყოფები რომლებიც აკეთებენ ინტერპოლირებას წერტილებს შორის მუშაობენ მხოლოდ მეტრული კოორდინატთა სისტემებისათვის, Longitude\Latitude ველებში გეოგრაფიული კოორდინატები გრძელი და განედი რომლებიც მოცემულია გრადუსებში მოდულ Coordinate Extractor- ის გამოყენებით შეცვლილია მეტრული კოორდინატებით და ფენა ექსპორტირებულია MapInfo Interchange (*.mif) ფორმატში.

თანამედროვე ციფრულ კარტოგრაფიაში იზოხაზების ავტომატურ გატარებას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რათა გამოირიცხოს მკვლევარის სუბიექტური აზრი. ასეთი პროგრამები , რომლებიც აკეთებენ ინტერპოლირებას წერტილებს შორის, დღეისათვის მრავლად არსებობენ. ჩვენი კვლევის ამ ნაწილის შესრულება კი გადავწყვიტეთ კომპანია Leica-ს პროდუქტ ERDAS IMAGINE 8.7-ის გამოყენებით. ERDAS IMAGINE წერტილოვანი ფენის საფუძველზე, ატრიბუტული ინფორმაციის ნებისმიერი ველის მითითებით ქმნის როგორც იზოხაზების ხაზოვან ფენას, ასევე საკვლევი ტერიტორიის სამგანზომილებიან სივრცით მოდელს. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ პროგრამას შეუძლია თითქმის ყველა გაფართოების გრაფიკული ფაილის იმპორტ-ექსპორტი.

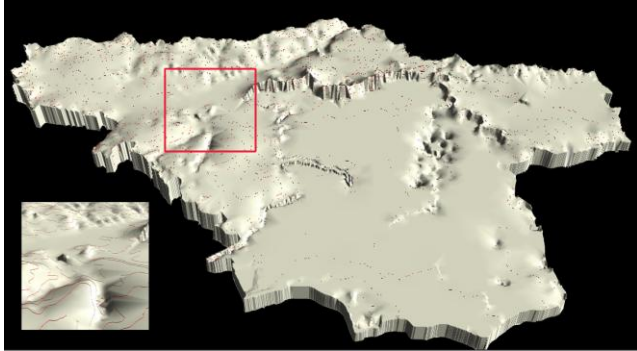
საკვლევი ტერიტორიებისათვის არსებული mif-ფორმატის ფაილები იმპორტირებულია ERDAS IMAGINE-ში Arc Coverage გაფართოებით, რის საფუძველზეც აგებულია იზოპიეტების (Shapefile) და ატმოსფერული ნალექების სამგანზომილებიანი რუკები (IMAGINE image). შედეგები ნაჩვენებია ნახ.1.4.2, 1.4.3, 1.4.4-ზე.



ნახ. 1.4.2 ატმოსფერული ნალექების სამგანზომილებიანი და იზოჰიეტების რუკა ERDAS IMAGINE 8.7 ში.აღმოსავლეთ კავკასიონი

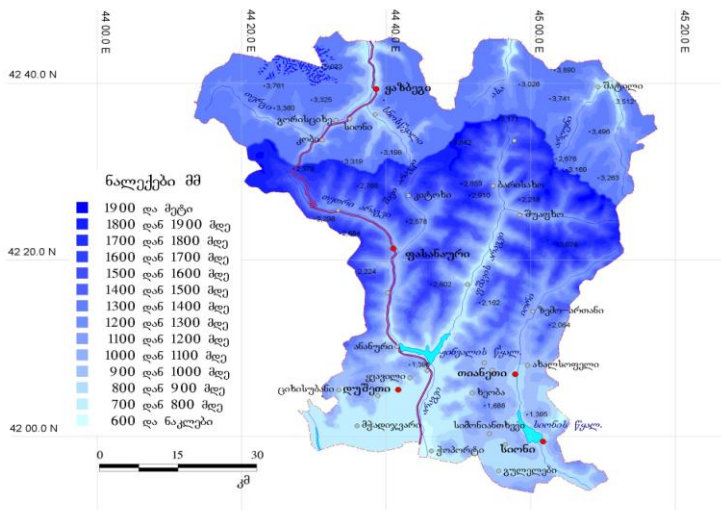


ნახ. 1.4.3 ატმოსფერული ნალექების სამგანზომილებიანი და იზოჰიეტების რუკა ERDAS IMAGINE 8.7 ში. აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკა

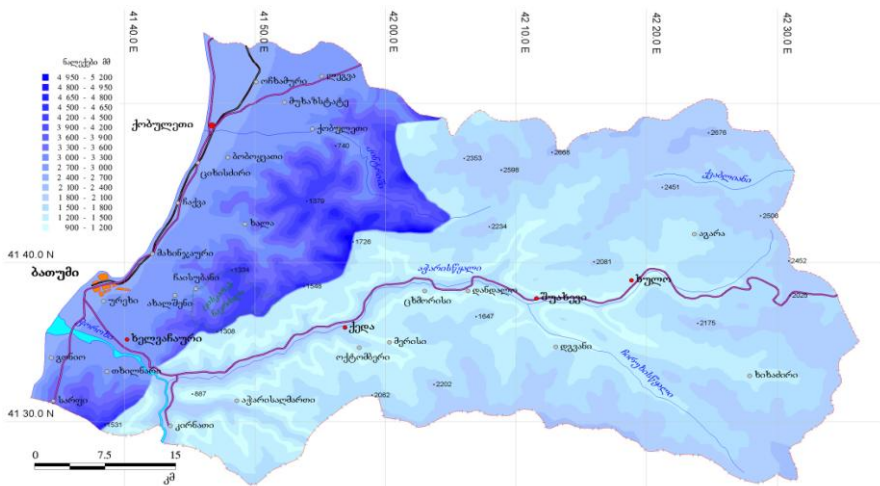


*ნახ. 1.4.4 ატმოსფერული ნალექების
სამგანზომილებიანი და იზოჰიეტების რუკა ERDAS IMAGINE 8.7
ში. სამხრეთ საქართველო, მესხეთ ჯაფახეთი*

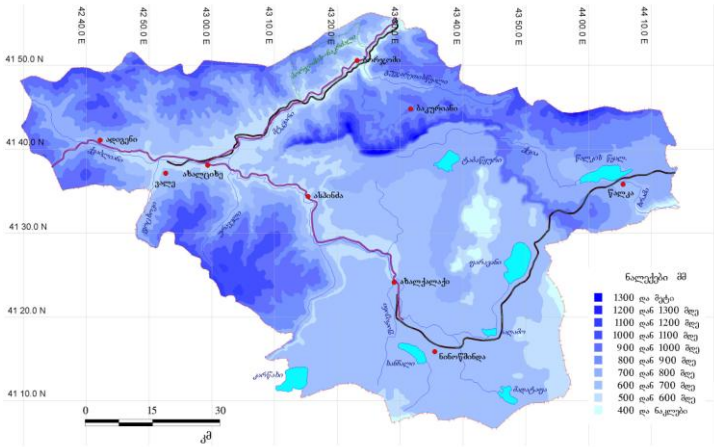
მიღებული იზოჰიეტების რუკები, წარმოადგენს ხაზოვან ფენას ცნობილი Shapefile-ის სახით. იგი არ არის სრულყოფილი გრაფიკული მასალა, რადგანაც მასში არსებული ობიექტები მოითხოვენ რედაქტირებას. ამიტომ პროგრამა Autocad 2000-ის გამოყენებით მოვახდინეთ ხაზოვანი ფენის ელემენტების დახვეწა, ტოპოლოგიური შეცდომების გასწორება რის შემდეგაც ფენა კვლავ იქნა ექსპორტირებული Map Info –ში. აქ უკვე ხაზოვანი ფენიდან შეიქმნა პოლიგონალური ფენა და ავაგეთ ატმოსფერული ნალექების თემატური რუკები, რომლებიც ნაჩვენებია ნახ. 1.4.5, 1.4.6, 1.4.7-ზე.



ნახ. 14.5 ატმოსფერული ნაღველების თემატური რუკა, აღმოსავლეთ კავკასიონი



ნახ. 14.6 ატმოსფერული ნაღველების თემატური რუკა, აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკა



ნახ. 1.4.7 ატმოსფერული ნალექების თემატური რუკა, სამხრეთ საქართველო, მესხეთ ჯავახეთი

1.5 გეოინფორმაციული რუკის შესაბამისობა იზოჰიეტების რუკებთან

იმისათვის, რომ დავადგინოთ, თუ რამდენად შეესაბამება რეალობას ჩვენს მიერ მიღებული გეოინფორმაციული რუკები, საჭიროა შევადაროთ ისინი მანამდე არსებულ იზოჰიეტების რუკებს, რომლებიც დღემდე საიმედოდ ითვლებოდნენ და გამოიყენებოდნენ სამეცნიერო-პრაქტიკულ ამოცანებში. ასეთი რუკები საქართველოს ტერიტორიისათვის მრავალია და შედგენილია სხვადასხვა დროს უ. ჯავახიშვილის, კ. გოგიშვილის, მ. ხვიჩიას, ე. ელიზბარაშვილის, ლ. პაპინაშვილის და სხვათა მიერ. ამ რუკებზე აჭარის ტერიტორია ძალზე წვრილ მასშტაბშია წარმოდგენილი და ცხადია, რომ მისი საფუძველად ალება მიზანშეუწონელია. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ ჩვეულებრივი კლასიკური მეთოდების გამოყენებით შეგვედგინა აჭარის ტერიტორიის იზოჰიეტების რუკა შედარებით მსხვილ მასშტაბში (1:350 000) (ნახ.1.5.1).

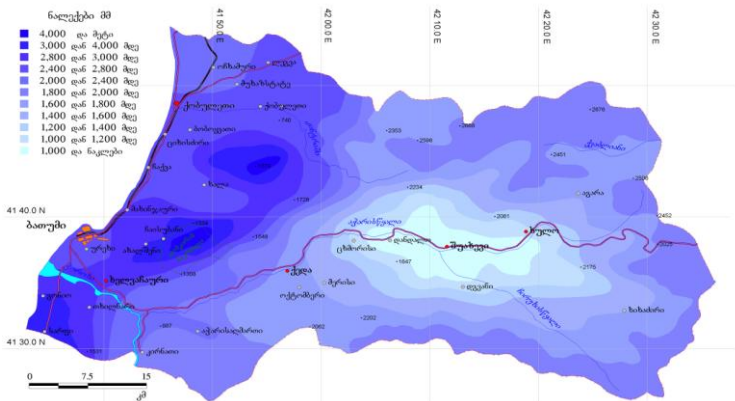
ამ რუკის მიხედვით ნალექების წლიური ჯამები აჭარის ტერიტორიაზე დიდ ფარგლებში მერყეობს – 1000 მმ-დან 4500 მმ-მდე. ზღვის სანაპირო ზოლში ნალექების რაოდენობა შეადგენს 2400-3000 მმ-ს. ზღვიდან დაშორებისას და სიმაღლის ზრდასთან ერთად ნალექების რაოდენობა იზრდება და

მაქსიმუმს – 4000-4500 მმ-ს – აღწევს მესხეთის ქედის სამხრეთ-დასავლეთ კალთებზე. უმცირესი ნალექები მოდის მდინარე აჭარისწყლის ზემო წელში, სადაც ნალექების წლიური ჯამი კლებულობს 1000 მმ-მდე. მესხეთის, შავშეთის და არსიანის ქედების ზედა სარტყლებში ნალექები იზრდება 1800 მმ-მდე. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების საფუძველზე შედგენილ რუკა (ნახ. 1.4.6) ძირითადად გამოსახავს ნალექების განაწილების იგივე კანონზომიერებებს.

ამავე დროს ტერიტორიის ცალკეულ რაიონებში განსხვავებული სურათი აღინიშნება. ასე მაგალითად ზღვის სანაპირო ზოლში ნალექების რაოდენობა 2550-3150 მმ-ია, ხოლო მესხეთის ქედის სამხრეთ-დასავლეთ კალთებზე მაქსიმუმი 5100 მმ-ს აღწევს. მინიმუმი მდინარე აჭარისწყლის ხეობაში გეხვდება, აღსანიშნავია, რომ აქ ნალექების რაოდენობა ზღვის დონიდან 200-250 მეტრამდე 1800-1950 მმ-ს შეადგენს, შემდგომ

ზღვის დონიდან 800 მეტრამდე მცირდება და მინიმუმს 600-800 მეტრ სიმაღლეზე 1050 მმ-ს და ნაკლებს შეადგენს, რის შემდეგაც ატმოსფერული ნალექები სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება. მესხეთის, შავშეთის და არსიანის ქედების ზედა სარტყლებში ნალექები იზრდება 2250 მმ-მდე.

თუ დავუბრუნდებით გეოინფორმაციული მეთოდებით
ნახ.1.5.1 ატმოსფერული ნალექები. მმ. წელი



ნახ.1.5.1 ატმოსფერული ნალექები. მმ. წელი

და ჩვენს მიერ შედგენილ რუკას (ნახ. 1.4.6) დავრწმუნდებით რომ ამ ორივე რუკაზე ნალექების განაწილების ძირითადი

ნიშნები ერთნაირია. მაგრამ ამავე დროს გეოინფორმაციული რუკა უფრო დეტალურია რადგანაც ითვალისწინებს მთის რელიეფის რთულ მორფომეტრიას და ძირითად კლიმატურ ბარიერებს. ამრიგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება საშუალებას გვაძლევს შევადგინოთ ნალექების საკმაოდ ზუსტი რუკები რთული რელიეფის პირობებში.

1.6 საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების სივრცითი განაწილების მოდელი

საქართველოს ცალკეული მთიანი რაიონებისათვის ნალექების დეტალური მოდელური ველების შედგენის შემდეგ მიზნად დავისახეთ არსებული იზოჰიეტების რუკის საფუძველზე, პირველ მიახლოებაში, შეგვედგინა საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექების განაწილების ზოგადი მოდელი. ამისათვის საწყის მასალად გამოვიყენეთ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში შედგენილი იზოჰიეტების რუკები მასშტაბში 1 : 1 000 000 (ავტორები ე. ელიზბარაშვილი, ლ. პაპინაშვილი).

იზოჰიეტების რუკების მარტივი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ნალექების ცვლილებას დასავლეთიდან აღმოსავლეთით პარალელის გასწვრივ და აგრეთვე სამხრეთიდან ჩრდილოეთით მერიდიანის გასწვრივ ტალღოვანი ხასიათი გააჩნია, რაც უპირველეს ყოვლისა რელიეფის მიერ გამოწვეული შეშფოთებების შედეგია. მაგალითად, ასეთი შეშფოთებები შეესაბამება მესხეთის, არსიანის, სამსარის, გომბორის და სხვ. ქედებს. ამრიგად, ყველა შემთხვევაში, სწორედ რელიეფის შედეგად გამოწვეული შეშფოთებების შედეგად, ნალექების განაწილება პარალელებისა და მერიდიანების გასწვრივ არაწრფივ ხასიათს ატარებს.

ნალექების განაწილება პარალელის გასწვრივ დასავლეთიდან აღმოსავლეთით ზოგადად წარმოვიდგინოთ შემდეგი მოდელით:

$$Q = \sum_{i=1}^n a_i \lambda^i, \quad 1.6.1$$

სადაც λ - გეოგრაფიული გრძედია, ხოლო a_i - რეგრესიის კოეფიციენტებია. ეს უკანასკნელნი იცვლებიან

გეოგრაფიულ განედზე დამოკიდებულებით და ამდენად განედის ფუნქციას წარმოადგენენ. რეგრესიის ცვლილება გეოგრაფიულ განედზე დამოკიდებულებით შეიძლება აღწერილ იქნას აგრეთვე ანალოგიური გამოსახულების მრავალწევრით:

$$a_i = \sum_{k=0}^m b_k \varphi^k, \quad 1.6.2$$

სადაც φ - გეოგრაფიული განედია, ხოლო b_k - რეგრესიის კოეფიციენტებია.

(1.6.1) და (1.6.2)-ის გათვალისწინებით ნალექების სივრცითი ველის მოდელი ზოგადი სახით ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$Q = \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^m b_k \varphi^k \lambda^i \quad 1.6.3$$

(1.6.3.) მოდელით შეიძლება ატმოსფერული ნალექების სივრცითი ველის აღწერა და გამოკვლევა ნებისმიერ, მათ შორის მთიან პირობებში. ფორმულაში ადგილის სიმძლვე ცხადი სახით არ შედის, მაგრამ ის გათვალისწინებულია რეგრესიის კოეფიციენტებში, რადგანაც ნალექების რაოდენობა უშუალოდ დედამიწის ზედაპირზე იზომება. ემპირიული მოდელით ველის აღწერის სიზუსტეს განსაზღვრავს მრავალწევრის რიგი, მაგრამ ამავე დროს მაღალი რიგის მრავალწევრის მოდელად გამოყენების პრაქტიკული შესაძლებლობები ძალზე შეზღუდულია, ხოლო დაბალი რიგის მრავალწევრს დიდი ცდომილებები შეაქვს მოდელში.

სწორედ ამიტომ ჩვენ შემოვისაზღვრეთ მეორე რიგის ფუნქციებით და მივიღეთ შემდეგი მოდელი:

$$Q = 58825 - 39008 \bar{\varphi} + 6240 \bar{\varphi}^2 - 22576 \bar{\lambda} + 11628 \bar{\varphi} \bar{X} - 816 \bar{\varphi}^2 \bar{X} + 461 \bar{X}^2 + 1012 \bar{\varphi} \bar{X}^2 - 528 \bar{\varphi}^2 \bar{X}^2 \quad 1.6.4$$

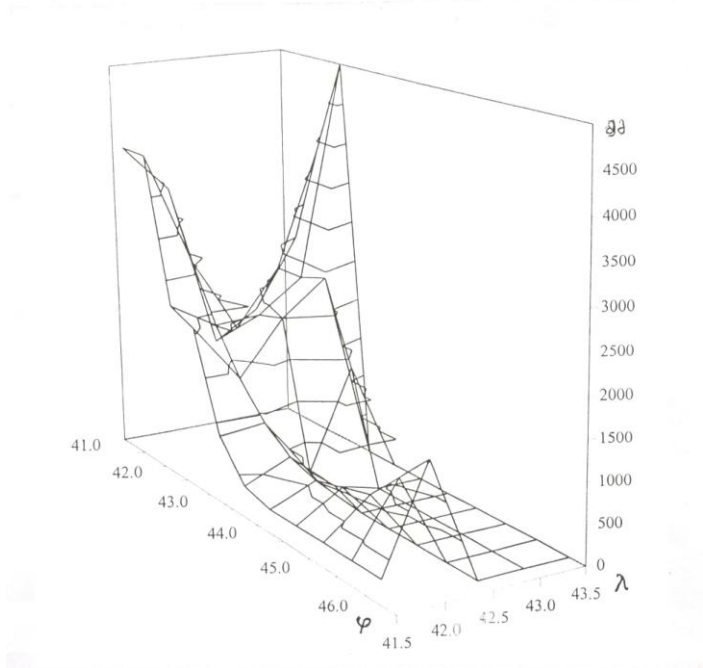
სადაც, $\bar{\varphi} = \varphi - 40^0$, $\bar{X} = X - 40^0$.

მოდელი 1.6.4 შედგენილია იზოჰიეტების რუკის საფუძველზე ბიჯით 0,5 და ცხადია მასში რელიეფი ძალზე ზოგადად არის გათვალისწინებული. ამიტომაც, ის ვერ გამოსახავს ნალექების რაოდენობას კონკრეტულ პუნქტში, არამედ იძლევა მხოლოდ ნალექების ზოგად ფონს და ნალექების განაწილების ზოგად სურათს. განსხვავებანი მოდელურ და ფაქტურ მონაცემებს შორის განპირობებულია იმ

მეზო- და მიკროკლიმატური პირობებით, რაც არ არის გათვალისწინებული მოდელში.

შედარებით კარგი მოდელის მიღება შეიძლება თუ გავზრდით მრავალწევრის რიგს 6-8 მდე, რაც პრაქტიკულად მიზანშეუწონელია, ან მას საფუძვლად დავუდებთ შესაბამის კარტოგრაფიულ საფუძველს, რომლის შედგენა გათვალისწინებულია მომავალში.

მიუხედავად ამისა მიღებული მოდელი სავსებით დამაკმაყოფილებლად ასახავს საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექების ფონურ ველს და ამ ველისათვის დამახასიათებელ ძირითად კანონზომიერებებს. ეს კარგად ჩანს ნახ. 1.6.1-ზე წარმოდგენილი მოდელური ველიდან, რომელიც აგებულია 1.6.4. მოდელით. ნახ-ზე წარმოდგენილი მოდელური ზედაპირი ხარისხობრივად გამოსახავს ყველა იმ ძირითად თვისებებს, რაც დამახასიათებელია ატმოსფერული ნალექების სივრცითი განაწილებისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე.



ნახ.1.6.1 ატმოსფერული ნალექების მოდელური ველი საქართველოს ტერიტორიისათვის

კერძოდ, ნალექების დაბალი დონე კოლხეთის სანაპირო ზოლში აჭარასა და აფხაზეთთან შედარებით, ნალექების კლება აღმოსავლეთ საქართველოში და შემდეგ ზრდა აღმოსავლეთ კავკასიონზე, აგრეთვე ძალიან მცირე ნალექები შირაქის ვაკეზე და ნალექების კლება მთათუშეთში და ა. შ.

თავი II. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების მათემატიკური მოდელირება

2.1 ატმოსფერული ნალექების გლობალური ცვლილება

არსებული მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების თანახმად ატმოსფერული ნალექების გლობალური ცვლილება ექვემდებარება ზოგად დებულებას, რომლის თანახმადაც ტემპერატურის მერიდიანული გრადიენტის შეცვლისას, რაც დაკავშირებულია გლობალური დათბობის ან აცივების პროცესების გააქტიურებასთან, იცვლება ოკეანებიდან წყლის ორთქლის გადმოტანის ინტენსივობა. კერძოდ, გრადიენტის შემცირება იწვევს წყლის ორთქლის ნაკადების შემცირებას და შესაბამისად ნალექების დაკლებას, ხოლო გრადიენტის გაზრდა – პირიქით, იწვევს წყლის ორთქლის ნაკადების და შესაბამისად ნალექების გაზრდას. სწორედ ამ დებულების თანახმად იქნა ახსნილი ნაკადების შემცირება ზომიერ განედებში 1891-1973 წლებში.

ნალექების ცვლილების ეს მექანიზმი მ. ბუდიკომ (1974) შეამოწმა აღმოსავლეთ ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის მაგალითებზე. კავშირი ამ ორი რეგიონის დანესტიანების რეჟიმებს შორის აღმოჩნდა საკმაოდ მჭიდრო, კორელაციის კოეფიციენტი უდრიდა 0.74-ს. ამ მექანიზმის სისწორე დაადასტურა აგრეთვე ჰ. ლანდცბერგმა (1970). მან მიიღო, რომ ნალექების რაოდენობა ამერიკის შეერთებული შტატების ტერიტორიის დიდ ნაწილზე 1906-1930 წლებში გაცილებით მეტი იყო, ვიდრე 1931-1955 წლებში, რაც ტემპერატურის გრადიენტის ცვლილებით ახსნა.

შემდგომმა გამოკვლევებმა ცხადჰყვეს, რომ ნალექების ცვლილების წამოყენებული მექანიზმი ძალზე მარტივია (М.И.Будыко и др., 1978., Н.Н.Ламв, 1972.,И.С.Глух, Н.К.Коновა, 1978., Г.В.Груза, Е.Н.Апасова, 1981., Г.В.Груза, и др.,1977) და რომ

კავშირი ტემპერატურასა და ნალექებს შორის ცალსახა არ არის.

ტემპერატურისა და ნალექების რეკვადობას შორის არსებული ასეთი რთული კავშირების ახსნა სცადა ო. დროზდოვმა (1977). მან ნალექების რაოდენობა დაუკავშირა ცირკულაციურ მექანიზმებს და ატმოსფეროს ტენშემცველობას:

$$Q = \alpha \varphi(H), \quad 2.1.1$$

სადაც Q – ნალექების რაოდენობაა, α – ცირკულაციური პარამეტრია, $\varphi(H)$ – ტენშემცველობა ატმოსფეროს ვერტიკალურ სვეტში, $\varphi(H)$ - შეფარდებითი სინოტივის ფუნქციაა, რომელიც განსაზღვრავს კონდენსაციის დონის სიმაღლეს.

დანესტიანების მდგრადი პირობებისათვის, როდესაც α და φ მუდმივებია, ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ცხადია იზრდება ატმოსფეროს ტენშემცველობაც, რაც თავის მხრივ ნალექების ზრდას იწვევს. მაგრამ ხშირად ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იცვლება კონდენსაციის დონეც და თვით ცირკულაციის პირობებიც, ამიტომ ამ შემთხვევაში ნალექების ცვლილება დამოკიდებულია პროცესის კონკრეტულ სტრუქტურაზე და გეოგრაფიულ პირობებზე.

თერმული რეჟიმის გავლენის შეფასებას ნალექებზე ო. დროზდოვმა შემდგომშიც დაუთმო ყურადღება. 1983 წელს გამოქვეყნებულ შრომაში მან დაასაბუთა, რომ გლობალური ტემპერატურის 2^0 – ით გაზრდისას ნალექები კლებულობს, ხოლო ტემპერატურის უფრო დიდ ფარგლებში ცვლილებისას, ნალექები იზრდება, რაც კონვექციური პროცესების გაძლიერებით ახსნა (O.A. Дроздов, 1983).).

ამდენად ურთიერთკავშირი ტემპერატურასა და ნალექებს შორის ძალზე რთულია, რაც ამნელებს ნალექების მრავალწლიანი ცვლილების სრულფასოვანი მექანიზმის შემუშავებას.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ეგიდით ჩატარებული უახლესი გამოკვლევების თანახმად ნალექები იზრდება არატროპიკულ ზონაში, ხოლო სუბტროპიკებში კლებულობს (IPCC. Climate change, 1990; 1996). მთლიანად დედამიწისათვის შეიმჩნევა ნალექების ზრდა გლობალური ტრენდით 1 % - ის სიდიდით საუკუნის განმავლობაში.

პ. გროსმანისა და სხვების გამოკვლევების თანახმად, ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე ნალექები იზრდება საშუალოდ 10 % - ით ყოველ 100 წელიწადში, თუმცა

ცალკეულ რეგიონებში აღინიშნება ნალექების კლება (P.V. Groisman, D.R. Easterling, 1974).

იგივე პ. გროსმანისა და მისი თანაავტორების მონაცემებით ნალექები იზრდება ჩრდილოეთ ამერიკაში, კანადასა და ალიასკაზე (T.R.Kazal, 1993; R.brasin, 1992).

ნალექების ზრდა დაფიქსირებულია აგრეთვე ევროპის ჩრდილოეთ ნაწილში, ნორვეგიის არქტიკულ კუნძულებზე, ისლანდიაში, ფარელის კუნძულებზე, დანიაში, სკანდინავიაში, შოტლანდიაში (R.Brasin, 1992; P.Frich, 1994; I.Haunssen, 1990, 1994; T.Ionson, 1994; K.Smitt, 1995).

ნალექების დაკლება აღინიშნება ფინეთში, ცენტრალურ და სამხრეთ ევროპაში, ჩრდილოეთ და აღმოსავლეთ აფრიკაში, სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთ აზიაში, ინდონეზიაში, ცენტრალურ ამერიკაში, აღმოსავლეთ ავსტრალიაში, ახალ ზელანდიაში (IPCC. Climatechange, 1996; R.Brazil, 1992; T.I.Lans, 1993; R.I.Allan, 1993; S.E. Nicholson, 1994).

არის მთელი რიგი რაიონები, სადაც ნალექების მნიშვნელოვანი ცვლილება არ აღინიშნება. მათ მიეკუთვნება ცენტრალური ევროპა, სამხრეთ ამერიკა, ჩრდილო-აღმოსავლეთი აფრიკა, არაბეთის ნახევარკუნძული და სხვა (IPCC. Climate change, 1996; I.Bauer-Hanssen, 1994; S.E. Nicholson, 1995).

ამრიგად, ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება ძალზე რთული პროცესია და არ განისაზღვრება ტემპერატურის ცვლილებით, არამედ დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის უპირველეს ყოვლისა გეოგრაფიულ პირობებზე და ამ პირობებისათვის დამახასიათებელ ატმოსფეროს ცირკულაციურ ფაქტორებზე.

2.2 საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა

ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური რყევადობის და ცვლილების კვლევას თავისი ისტორია გააჩნია საქართველოშიც. 1971 წელს გამოქვეყნებულ კოლექტიურ მონოგრაფიაში “ საქართველოს ჰავა და კლიმატური რესურსები “ (1971) აგებული იყო ნალექების 10-წლიანი მცოცავების სვლა საქართველოს 4 პუნქტისათვის – ფოთი, სამტრედია, საქარა და თბილისი, ინსტრუმენტული

დაკვირვებების დაწყებდან 1965 წლამდე პერიოდისათვის და შეფასებული იყო მათი რყევადობის ციკლები, დიდწელიანი და მცირეწელიანი პერიოდები.

კ. გოვიშვილის (1974) გამოკვლევის თანახმად ნალექების მაღალი დონის ეპოქას შეესაბამება დაბალი ტემპერატურული ფონი, და პირიქით – ნალექების დაბალი დონის ეპოქას შეესაბამება მაღალი ტემპერატურული ფონი, ამრიგად ის თვლიდა, რომ კავშირი ნალექებსა და ტემპერატურას შორის საქართველოში ცალსახაა.

ლ. პაპინაშვილმა (1980) გამოიკვლია ატმოსფერული ნალექების რყევადობა მთლიანად ამიერკავკასიის რეგიონში. მან მიიღო, რომ მთიან და მაღალმთიან რაიონებში, მთიანი აფხაზეთის გამოკლებით, აგრეთვე სანაპირო ზოლში ნალექების სვლას გააჩნია დადებითი ტენდენცია. უარყოფითი ტენდენცია აღინიშნება ნალექების სვლაში ქართლის ვაკეზე. მანვე განიხილა ნალექების სხვადასხვა პარამეტრების თანამედროვე რყევადობის ხასიათი და შეადგინა პროგნოზი კოლხეთის დაბლობისათვის (Прогноз гидрометеорологических условий Колхидской низменности, 1983).

შ. ჯავახიშვილმა (1991) თბილისის და ფოთის დაკვირვებათა მონაცემების საფუძველზე შეაფასა ათწლიური მცოცავების დინამიკა და გამოჰყო დიდი და მცირე ნალექიანი პერიოდები, რომლებიც განხილულ პუნქტებში ერთმანეთს არ ემთხვევა.

ჟ. ალიბეგოვას და ე. ელიზბარაშვილის მონიგრაფიაში (1980) მიღებულია ნალექების დროითი ვარიაციის სივრცითი ველები, რომელთა განხილვიდან ჩანს, რომ ნალექების წლიდან წლამდე რყევადობის ხარისხი საქართველოში დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით იზრდება.

დ. მუმლაძემ (1992) გამოავლინა, რომ დასავლეთ საქართველოს ჭარბად ნოტიო რაიონებში ნალექების წლიური ჯამების მრავალწლიურ სვლას ზრდის ტენდენცია გააჩნია, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – კლების.

კოლექტიურ მონოგრაფიაში “ თბილისის ჰავა “ (1992) ლ. პაპინაშვილმა გამოავლინა თოვლის საფარის დღეთა რიცხვის და დეკადური სიმაღლის კანონზომიერი კლება, რაც ქალაქის ტემპერატურული ფონის გაზრდით ახსნა.

ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური სვლის ანალიზისათვის ორიგინალური მიდგომა განახორციელეს ე.ხორგუანამა და რ.გვაზავამ

მათ ააგეს ინტეგრალური გასაშუალოებული დროით

ინტერვალში ნალექების რაოდენობის ფუნქცია და გამოავლინეს პერიოდები, როდესაც ნალექები აღემატებოდა ან ნაკლები იყო კლიმატურ ნორმაზე.

ე.ელიზბარაშვილმა, ჯ.ვანნაძემ და თ.აღადაშვილმა ნალექების მრავალწლიური რევალობა თბილისში განიხილეს ატმოსფეროს ცირკულაციის ძირითადი ფორმებისა (ე.ელიზბარაშვილი, ჯ.ვანნაძე, თ.აღადაშვილი, 1998) და მზის აქტივობის საუკუნოვანი რევალობების ფონზე (E.Elizbarashvili, T.Aladashvili, 1997).

ნ.ბერუჩაშვილმა (1995) ჩაატარა კლიმატის ცვლილების კომპიუტერული ექსპერიმენტები ლანდშაფტური სტრუქტურის უცვლელობის გათვალისწინებით.

მიუხედავად ზემოდ განხილულ საკმაოდ მრავალრიცხოვანი ლიტერატურისა, საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების პირველი სივრცითი განზოგადოება მოხერხდა მხოლოდ უკანასკნელ წლებში “ კლიმატის ცვლილების კვლევის ეროვნული პროგრამის “ შესაბამისად ჩატარებულ სამუშაოებში. ჩატარებული სამუშაოს შედეგები, რომლებიც გამოქვეყნდა 2 სტატიაში (ე. ელიზბარაშვილი, ლ.პაპინაშვილი, თ.ხელაძე, 1997; ე.ელიზბარაშვილი თ.ხელაძე, 1993) შემდეგში მდგომარეობს:

1. ნალექების წლიური ჯამების მნიშვნელოვან ზრდას ადგილი აქვს აჭარის მთიან რაიონებში და შირაქის ველზე. აქ ბოლო 25 წლის მანძილზე წინა 25 წელთან შედარებით წლიური ნალექები გაიზარდა 11 – 13 % - ით. ნალექების ზრდის სიჩქარე მაქსიმალურია ხულოში და ყოველწლიურად საშუალოდ აღემატება 9 მმ. ს. წლიური ნალექების მნიშვნელოვანი კლება შეინიშნება ცალკეულ მაღალმთიან რაიონებში – ყაზბეგი (19%), გაგრის ქედი და აჭარა-გურიის მთები (10-15%). აქ ნალექების კლების სიჩქარე აგრეთვე 9 მმ.ია წელიწადში. საქართველოს დანარჩენ ტერიტორიაზე წლიური ნალექების ცვლილება არ აღემატება 10%-ს.
2. წლის ცივი პერიოდის ნალექები შირაქის ვაკეზე და აჭარის მთიან რაიონებში გაიზარდა 25-30%-ით. ნალექების ზრდის სიჩქარე 9მმ-ს უდრის წლის განმავლობაში. ნალექები მნიშვნელოვნად შემცირდა გაგრის ქედზე (20%), სადაც ნალექების კლების სიჩქარემ შეადგინა 6 მმ.

3. წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში ნალექების ზრდის ძირითადი კერა გადანაცვლებულია კოლხეთის დაბლობის ცენტრალურ ნაწილში და ენგურის ხეობაში. აქ ნალექები ბოლო 25 წელიწადში წინა 25 წელთან შედარებით საშუალოდ გაიზარდა 15%-ით, ხოლო ნალექების ზრდის სიჩქარემ შეადგინა 6 მმ. წელიწადში. საქართველოს ტერიტორიის უდიდეს ნაწილზე თბილი პერიოდის ნალექების კლება აღინიშნება, ყველაზე მკვეთრი შემცირება (25%-მდე) დაფიქსირებულია მაღალმთიან ეაზბეგში.

ჩატარებული სამუშაოს ძირითად ნაკლად, რამაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა საბოლოო შედეგებზე, გვეჩვენება 25 წლიანი პერიოდების შერჩევა ნალექების ცვლილების შესაფასებლად. ეს პერიოდი ძალზე მცირეა გაბეღული დასკვნების მისაღებად ისეთი რთული ელემენტის რყევადობის შეფასებაში, როგორც ატმოსფერული ნალექებია. ნალექების საიმედო კლიმატური ნორმების მისაღებად, ისეთი ავტორიტეტული მეცნიერები, როგორებიც არიან ო. დროზდოვი, ა. ალექსანდრიანი, ც. შვერი, და სხვანი ასაბუთებდნენ 70-80 წლიანი და უფრო მეტი ხანგრძლივობის პერიოდის აუცილებლობას (О.А.Дроздов, А.С.Григорьева, 1971., Ц.А.Швер, 1976., Г.А.Александрян, 1971., О.А.Дроздов, 1964).

საეჭვოა აგრეთვე ნალექების ცვლილების სიჩქარის განსაზღვრა მთელ ინტერვალში წრფივი აპროქსიმაციის საფუძველზე. ეს შენიშვნა თანაბრად ეხება ყველა ადრეულ შრომებსაც, რომლებშიც ნალექების ცვლილების ტენდენციები შეფასებულია წრფივი ფუნქციის საფუძველზე (Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971., К.С.Гогишвили, 1974., შ.ჯავახიშვილი, 1991., Л.К.Папинашвили, 1980., А.Б.Багдасарян, 1958).

ტემპერატურისაგან განსხვავებით ატმოსფერული ნალექები წლიდან წლამდე დიდ ფარგლებში მერყეობს. მისი ცვლილება ცალსახად არ განისაზღვრება ტემპერატურის, ან სხვა რაიმე ფაქტორის ცვლილებით. ნალექების მოსვლის ან არმოსვლის ფაქტი, მისი რაოდენობა, განისაზღვრება მრავალი ფაქტორის ერთდროული მოქმედებით და ექვემდებარება სტოქასტიკურ პროცესს, ამიტომ მისი ცვლილების წრფივობის დაშვება უხეში შეცდომაა.

აქედან გამომდინარე მიზნად დავისახეთ შეგვეჩინა ისეთი ზოგადი მოდელი, რომელიც ობიექტურად ასახავდა ნალექების ცვლილებას დროში და განგვეხორციელებინა ის საქართველოს პირობებისათვის.

2.3. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება საქართველოს მთიან რაიონებში

წინა პარაგრაფში მოტანილი შენიშვნების გათვალისწინებით, მიზნად დავისახეთ ჩვენს მიერ შერჩეული მთიანი რაიონებისათვის საფუძვლიანად გამოგვეკვლია ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება, სპეციალური სტატისტიკური პარამეტრების გამოყენებით და შეგვეფასებინა ამ ცვლილებების სტატისტიკური ნიშნადობა.

შევარჩიეთ ისეთი სადგურები, რომელთაც შედარებით ხანგრძლივი და საიმედო რიგი გააჩნია. ასეთებია აჭარაში ქედა და ხულო, კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე-თიანეთი და ბარისახო, ხოლო სამხრეთ საქართველოში-წალკა, ბაკურიანი და ახალციხე.

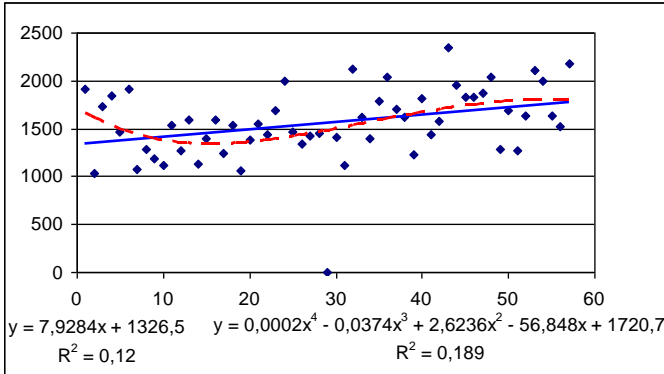
დაკვირვებათა მონაცემების აღწერა ხდებოდა წრფივი ფუნქციისა და მე-4, მე-5 რიგის პოლინომების გამოყენებით. მიღებული გრაფიკული შედეგები წარმოდგენილია ნახ.ნახ. 2.3.1-2.3.7. აქ $\alpha = 1$ შეესაბამება 1936 წელს.

იმისათვის, რომ დავადგინოთ, თუ რამდენად საიმედოა ესა თუ ის კორელაციის კოეფიციენტი, მათემატიკურ სტატისტიკაში ცნობილია მისი ნიშნადობის შეფასების მეთოდი. აფასებენ პარამეტრს:

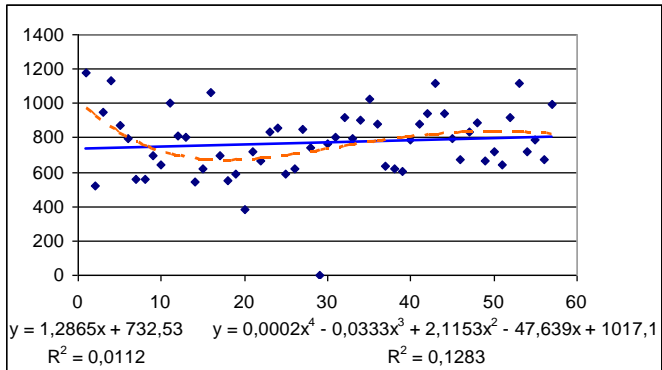
$$H = r(n-1)^{1/2}, \quad 2.3.1$$

სადაც r -კორელაციის კოეფიციენტი, ხოლო n -დაკვირვებათა რიცხია.

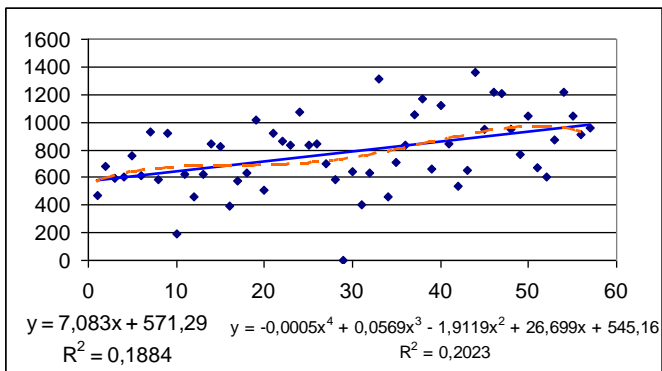
H -ის გამოანგარიშებულ მნიშვნელობებს ადარებენ მისივე შესაბამის კრიტიკულ მნიშვნელობას, რომელიც მოცემულია სპეციალურ ცხრილში და ადგენენ თუ უზრუნველყოფის რა დონეზე კმაყოფილდება, ან არ კმაყოფილდება ნიშნადობის პირობა.



1

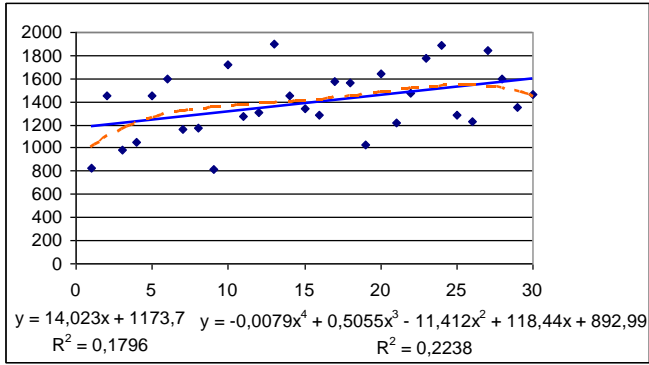


2

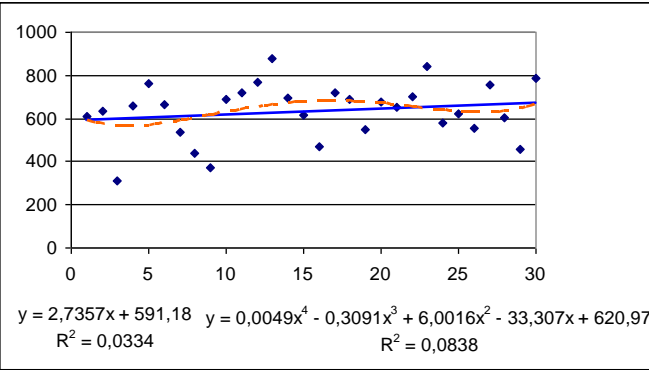


3

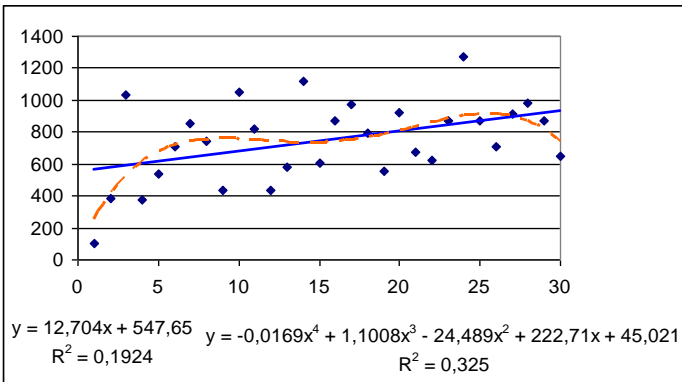
ნახ. 2.3.1. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება ქედაში წრფივი აპროქსიმაციით და პოლინომით: 1-წლიური; 2-თბილი პერიოდი; 3-ცივი პერიოდი



1

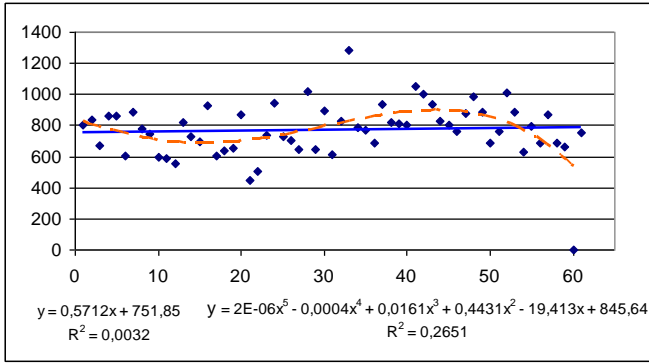


2

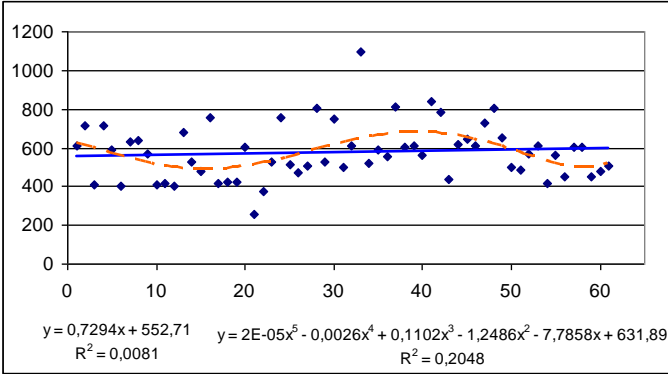


3

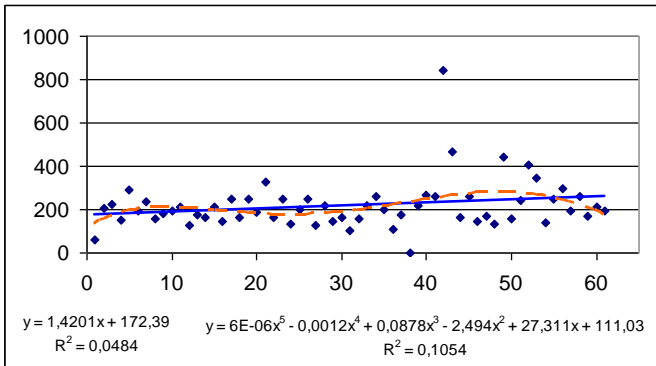
ნახ. 2.3.2. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება ხულოში. აღნიშნები იხ. ნახ. 2.3.1.



1

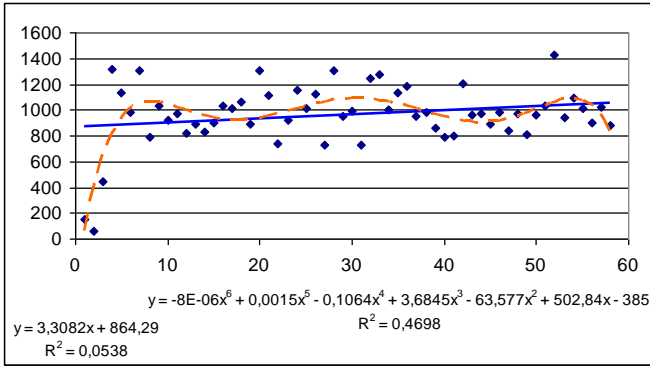


2

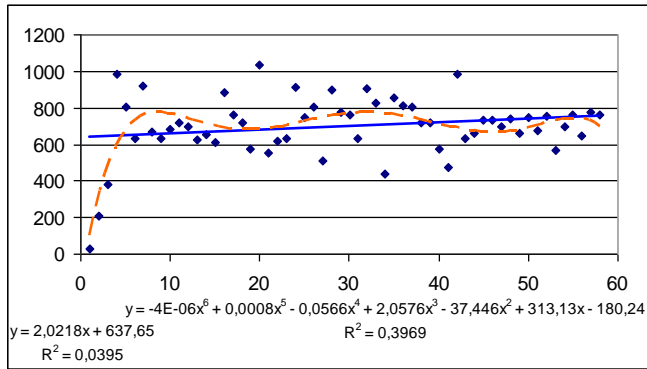


3

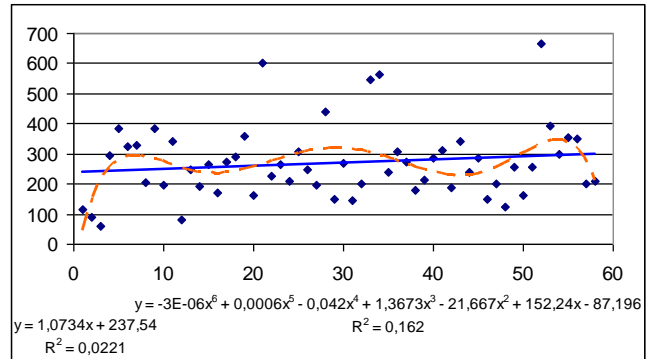
ნახ. 2.3.3. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება თიანეთში. აღნიშვნები იხ. ნახ. 2.3.1.



1

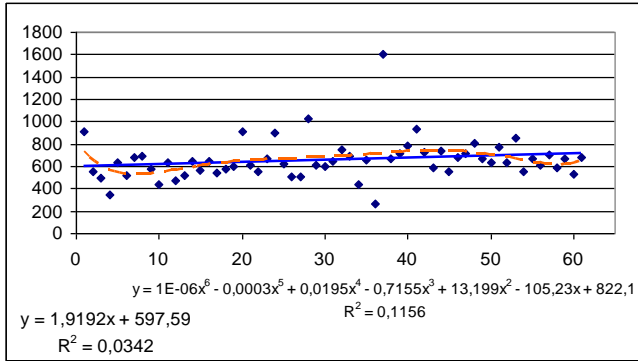


2

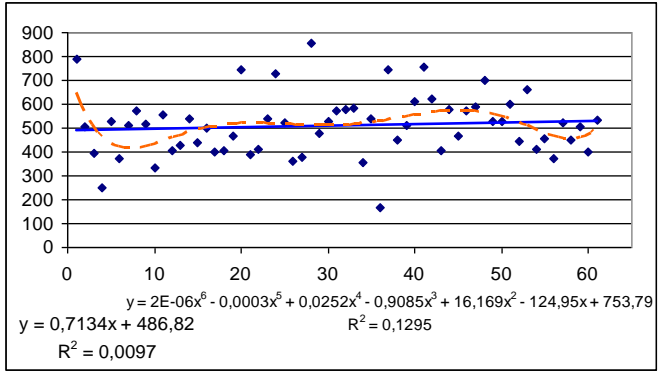


3

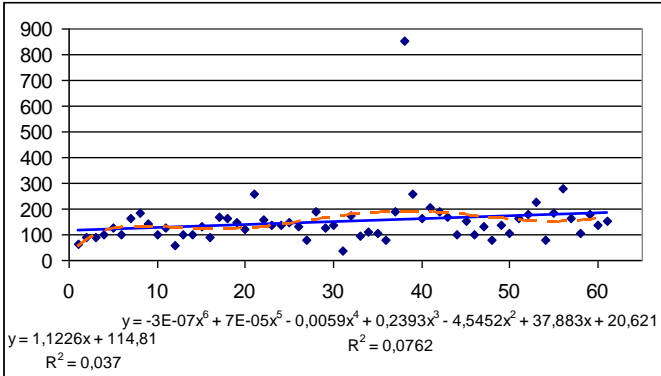
ნახ. 2.34. ატმოსფერული ნაღველების მრავალწლიური ცვლილება ბარისახოში. აღნიშვნები იხ. ნახ. 2.31.



1

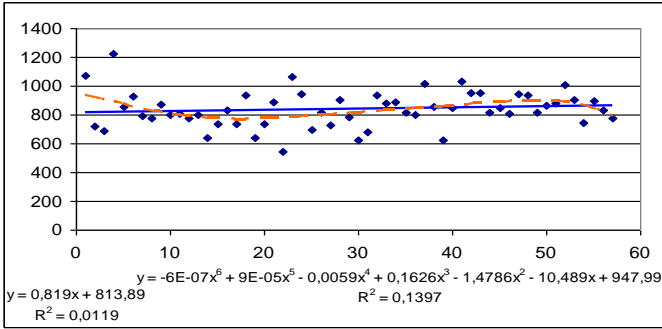


2

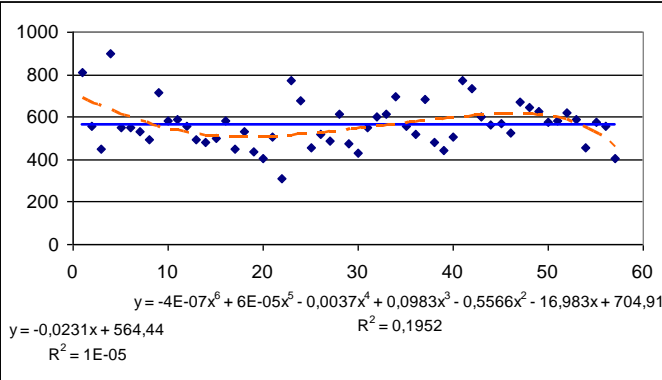


3

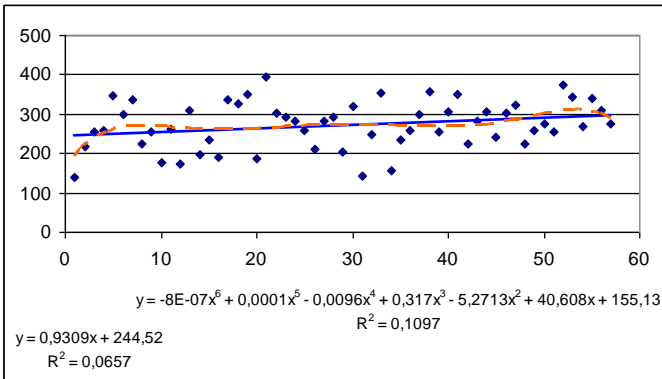
ნახ. 2.3.5. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება წადკაში. აღნიშვნები იხ. ნახ. 2.3.1.



1

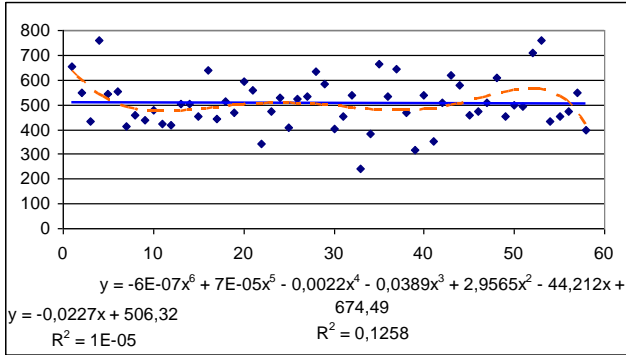


2

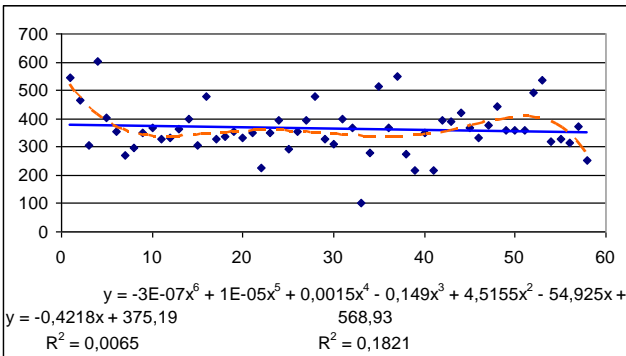


3

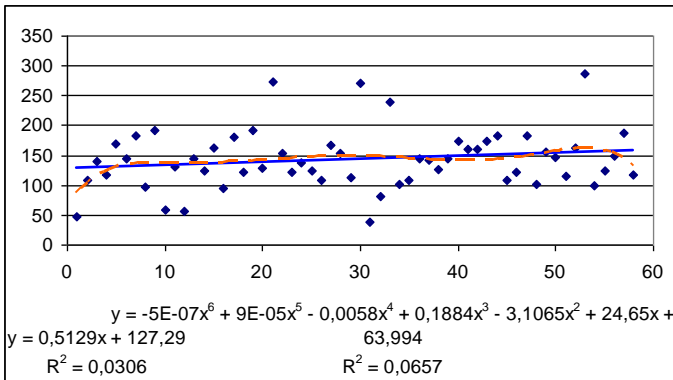
ნახ. 2.3.6. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება ბაკურიანში. აღნიშვნები იხ. ნახ. 2.3.1



1



2



3

ნახ. 2.3.7. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება ახალციხეში. აღნიშვნები იხ. ნახ. 2.3.1

ასეთი მიდგომის საფუძველზე მიღებული კორელაციის კოეფიციენტების ნიშნადობის დონეების ანალიზის საფუძველზე დადავდინეთ, რომ კორელაციის კოეფიციენტების ნიშნადობა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე და სამხრეთ საქართველოში დასაშვებ დონეზე გაცილებით დაბლაა, ამიტომ ამ რაიონებში ნალექების რეჟიმის ცვლილებაზე საუბარი საერთოდ არ შეიძლება. ნალექების რეჟიმის რეალური ცვლილება მხოლოდ აჭარის ტერიტორიაზე, კერძოდ ქედასა და ხულოში. ამ სადგურებში ნიშნადია ნალექების წლიური ჯამების ცვლილება, რაც განპირობებულია წლის ცივი პერიოდის ნალექების ცვლილებით. აჭარის ტერიტორიაზე ნალექების წლიური ჯამები გასული საუკუნის განმავლობაში იზრდებოდა. ნალექების ზრდის სიჩქარე წლის განმავლობაში შეადგენდა ქედაში დაახლოებით 8 მმ-ს, ხოლო ხულოში-14 მმ-ს., რაც პროცენტულად შეადგენს შესაბამისად 0,6 და 1,2%-ს. წლის ცივი პერიოდის ნალექების ზრდის სიჩქარეა ქედაში 7,0 მმ, ხოლო ხულოში 13 მმ. წელიწადში, პროცენტულად ეს შეადგენს 1,2 და 2,3%-ს.

როდესაც ნალექების მრავალწლიურ ცვლილებას აღვწერთ მე-4 რიგის პოლინომით კორელაციის კოეფიციენტი იზრდება და შესაბამისად იზრდება ნიშნადობის დონეც. პოლინომები წარმოადგენენ ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების მოდელურ ფუნქციებს, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნალექების მრავალწლიურ ცვლილების პროცესის შესწავლისათვის.

ნალექების მრავალწლიური სვლის პოლინომით აღწერის შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ განხილულ საქართველოს მთიან რაიონებში ატმოსფერული ნალექების წლიურ ჯამს გასულ საუკუნეში მაქსიმუმი გააჩნდა 80-90 –იან წლებში. მინიმუმის დადგომის წლები სხვადასხვა პუნქტში სხვადასხვაა. თბილი პერიოდის ნალექების ჯამის მაქსიმუმი აგრეთვე 80-90-იან წლებზე მოდის, გამონაკლისია ახალციხე და ქედა, სადაც მაქსიმუმი 30-იანი წლების შუა პერიოდს შეესაბამება. ნალექების მინიმუმიც სხვადასხვა პუნქტებში განსხვავებულია. ცივი პერიოდის ნალექების მაქსიმუმი აგრეთვე 80-90-იან წლებში აღინიშნება, მინიმუმი კი თითქმის ყველგან 30-იანი წლების მეორე ნახევარზე მოდის.

თავი III ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების და მოდელირების შედეგების პრაქტიკული გამოყენება მათი ველების სივრცითი და დროითი გასაშუალოების ამოცანებში

3.1. ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოება სივრცეში

მთელი რიგი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტა მოითხოვს ატმოსფერული ნალექების მონაცემებს არა დისკრეტულ წერტილებში, არამედ გასაშუალოებულს სივრცეში, რაიმე ტერიტორიაზე. ამის ერთ-ერთი მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ ნალექები ძალზე ცვალებადი ელემენტია და მონაცემები ერთეულოვან პუნქტებში არ არიან რეპრეზენტატულნი, ანუ არ იძლევიან საშუალებას ვიმსჯელოთ ნალექების მნიშვნელობის შესახებ ველის სხვა პუნქტებში. ასეთი პირობები იქმნება განსაკუთრებით მთავორიან რაიონებში, სადაც ნალექების რაოდენობათა ტოლობა სხვადასხვა პუნქტებში განისაზღვრება არა იმდენად მანძილით მათ შორის, რამდენადაც ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების სიახლოვით-ადგილის სიმაღლით, ფერდობის ექსპოზიციით და დახრილობით, ტყიანობით და ა. შ. სწორედ ამიტომ პიდრომეტეოროლოგიური ხასიათის ამოცანებში უპირატესობას ანიჭებენ რაიმე ფართობზე გასაშუალოებულ სიდიდეებს, რომლებიც იძლევიან ნათელ წარმოდგენას საკვლევი ველის შესახებ ამა თუ იმ სივრცით არეში. ასეთი მდგომარეობა იქმნება რაიმე ტერიტორიის წყლის ბალანსის გამოკვლევისას, როდესაც აინტერესებთ ბალანსის კომპონენტების მნიშვნელობები ტერიტორიის არა ცალკეულ პუნქტებში, არამედ გასაშუალოებული მთელ ტერიტორიაზე. ამიტომაც ტერიტორიის წყლის ბალანსის კორექტული განსაზღვრისათვის უკანასკნელ წლებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ფართობზე გასაშუალოებული ნალექების ჯამების, თოვლის საფარის მახასიათებლების და სხვა პარამეტრების შეფასებას.

ამინდის რიცხვითი პროგნოზის ამოცანების განხილვისას პიდროდინამიკის განტოლებათა სისტემა იწერება და ამოიხსნება ველის კონკრეტული პუნქტებიდან აღებული მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობების გათვალისწინებით, რაც პრინციპულად არასწორია და დღეს ეწინააღმდეგება პროგნოზის რიცხვითი მეთოდების

განვითარებას. სწორედ რიცხვითი პროგნოზის ამოცანის ფიზიკური არსი მოითხოვს უპირველეს ყოვლისა ელემენტების გასაშუალოებული მნიშვნელობების გამოყენებას. ასეთი მიდგომა არსებითად აამაღლებს გამოსაანგარიშებელი სქემების ეფექტურობას, როგორც ფიზიკური, ისე წმინდა გამოთვლითი თვალსაზრისით.

მეტეოროლოგიური, მათ შორის ატმოსფერული ნალექების, ველების გასაშუალოების პრობლემა აქტუალური ხდება თანამედროვე რადიოლოკაციური და თანამგზავრული გაზომვების სწორი ინტერპრეტაციისათვის. ასეთი გაზომვების შედეგად მიიღება სივრცეში გასაშუალოებული სიდიდეები, რომელთა სწორი აღქმაც შესაძლებელია მხოლოდ მიწისპირა გასაშუალოებულ ველებთან შედარების საფუძველზე.

დღეისათვის ცნობილია მეტეოროლოგიური ველების სივრცითი გასაშუალოების სხვადასხვა მეთოდები. მათ შორის უმრავლესობას საფუძველად უდევს ამ ველების ინტერპოლაციის ცდომილებების შეფასებები და ინფორმაცია სტატისტიკური სტრუქტურის შესახებ. ასეთ მიდგომას საფუძველი ჩაეყარა მ. ომშანსკის (1936) და ო. დროზდოვის, და ა. შეპელევსკის (1946) ცნობილი შრომებით. მოგვიანებით ეს საკითხები საფუძველიანად გამოიკვლიეს ლ. განდინმა (1963) და რ. კაგანმა (1979).

განვიხილოთ ამ მიმართულების განვითარების ძირითადი ნიშნები. ჯერ კიდევ ჩვენი საუკუნის დასაწყისში ვ. მეინანდრუსმა (1900) შემოგვთავაზა ნალექების გასაშუალოების კვადრატების მეთოდი. მეთოდი ითვალისწინებს ტერიტორიის დაყოფას რაც შეიძლება მეტ კვადრატებად. თითოეული მათგანისათვის გამოიყოფა ელემენტის საშუალო მნიშვნელობა და შემდეგ წონითი კოეფიციენტების გათვალისწინებით ხდება მათი გასაშუალოება.

ზ.დარმანმა (1949) დაამუშავა მეტეოროლოგიური ველების გასაშუალოების სამკუთხედების მეთოდი. მთელი ტერიტორია სამკუთხედებად იყოფა. ელემენტის ველი სამკუთხედში აღიწერება პირველი რიგის პოლინომით. წრფივი ინტერპოლაციის გზით სამკუთხედის სიმძიმის ცენტრში გამოითვლება ველის სიდიდე, როგორც საშუალო არითმეტიკული. ცალკეული სამკუთხედებისათვის მიღებული ველის მნიშვნელობანი ჯამდება სამკუთხედების ფართობების პროპორციული წონების გათვალისწინებით.

სივრცითი ველების გასაშუალოების პოლიგონების მეთოდი დაამუშავა ატისმენმა (1911). მეთოდი გულისხმობს მთელი ტერიტორიის ელემენტარულ ფართობებად დაყოფას და თითოეული სადგურისთვის პოლიგონის გამოყოფას.

მეტეოროლოგიური ველების სივრცითი გასაშუალოების ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდია იზოსახების მეთოდი. ეს მეთოდი გამოირჩევა თავისი სუბიექტურობით და მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სპეციალისტის ცოდნაზე და გამოცდილებაზე.

გასაშუალოების ზემოთ განხილული მეთოდები ფორმალურია, მათში არ არის გათვალისწინებული ველის სპეციფიური თავისებურებანი, წონითი კოეფიციენტები ყველა ელემენტისთვის ერთი და იგივეა. ამ მხრივ უპირატესობა გააჩნია ლ. განდინის (1963) მიერ დამუშავებულ ოპტიმალური ინტერპოლაციის მეთოდს. წონითი კოეფიციენტები მიიღება ალგებრულ განტოლებათა სისტემების ამოხსნის შედეგად.

ყველა განხილული მეთოდი დამუშავებულია ერთგვაროვანი ტერიტორიებისათვის და მთავორიანი რაიონების თავისებურებებს არ ითვალისწინებს, ამიტომ მათი გამოყენება მთიანი ქვეყნის პირობებში დაუშვებელია. ამავე დროს ჩამოთვლილი გასაშუალოების მეთოდების გამოყენება მთიან რაიონებში შეზღუდულია მეტეოროლოგიურ სადგურთა ძალზე იშვიათი ქსელის გამო.

3.2. ატმოსფერული ნალექების სივრცეში გასაშუალოების მეთოდი მთიანი რელიეფის პირობებში და მისი რეალიზაცია საქართველოს ზოგიერთი რაიონისათვის

დავუშვათ, რომ შემოსახლერულ მთიან ტერიტორიაზე, რომლის ფართობია S, ატმოსფერული ნალექები მხოლოდ ადგილის სიმაღლის ფუნქციაა. ასეთი პირობა, ჩვეულებრივ იქმნება შედარებით მცირე ტერიტორიის ხეობებში, ფერდობებზე და პლატოებზე. ვთქვათ ნალექების განაწილება რელიეფის ჩამოთვლილ ფორმებში სიმაღლის მიხედვით ზოგადად აღიწერება რაიმე n-ხარისხის მრავალწევრით:

$$Q = \sum_{i=1}^n \alpha_i Z^i, \quad 3.2.1.$$

სადაც Q-ნალექების ჯამია, α_i -რეგრესიის კოეფიციენტებია, $i=1,2,\dots,n$.

შემოვიტანოთ ცნება ელემენტარულ ვერტიკალური ზონის შესახებ სიმაღლით $\Delta Z_i = Z_{i-1} - Z_i$ და ფართობით S_i , სადაც Z_{i-1} და Z_i - ზონის ქვედა და ზედა საზღვრებია შესაბამისად, რომლის ფარგლებშიც ნალექების ცვლილება შეესაბამება მის მრავალწლიურ ცვალებადობას, რაც ხასიათდება საშუალო კვადრატული გადახრით σ . ცხადია, რომ i -ურ ვერტიკალურ ზონაში მოსული ატმოსფერული ნალექების საშუალო მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q_i = \frac{1}{Z_i - Z_{i-1}} \int_{Z_{i-1}}^{Z_i} Q dz, \quad 3.2.2.$$

ხოლო ნალექების სახით მოსული წყლის მოცულობა იქნება:

$$W_i = \frac{S_i}{Z_i - Z_{i-1}} \int_{Z_{i-1}}^{Z_i} Q dz, \quad 3.2.3.$$

მთლიანად S ფართობზე მოსული წყლის მოცულობისათვის გვექნება:

$$W = \sum_{i=1}^k W_i \quad 3.2.4,$$

სადაც K -ელემენტარულ ვერტიკალურ ზონათა რიცხვია, ხოლო ტერიტორიაზე მოსული ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\bar{Q} = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^k W_i, \quad 3.2.5.$$

ჩამოყალიბებული მეთოდის კონკრეტულ პირობებში რეალიზაციისათვის საკვანძო საკითხს წარმოადგენს ელემენტარული ვერტიკალური ზონების სიმაღლის შერჩევა. ამ დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას ნალექების განაწილების ხასიათი სიმაღლის მიხედვით და ნალექების მრავალწლიური რყევადობა. მიზანშეწონილად გვესახება დაგაყენოთ მოთხოვნა, რომ ელემენტარული ვერტიკალური ზონის განმარტების თანახმად, მის ფარგლებში ატმოსფერული ნალექების ცვლილება არ აღემატებოდეს მის მრავალწლიურ რყევადობას, რაც ხასიათდება საშუალო კვადრატული გადახრით.

დამუშავებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა აჭარის ტერიტორიისათვის. დისერტაციის II თავში ჩატარებული ანალიზის შედეგად აჭარის ტერიტორიაზე გამოყოფილი იყო 3 რაიონი ატმოსფერული ნალექების სიმაღლის მიხედვით განაწილების თვალსაზრისით. ამ რაიონებისათვის ჩატარებული გამოთვლები წარმოდგენილია ცხრილში 3.2.1.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ წყლის მოცულობა, რომელიც აღწევს დედამიწის ზედაპირზე I რაიონში შეადგენს დაახლოებით 2,8 კუბ.კმ-ს,მე-2 რაიონში - 0,41კუბ. კმ. და III რაიონში-2,89კუბ.კმ., ხოლო ატმოსფერული ნალექების საშუალო ფენა შესაბამისად შეადგენს 3277მმ., 1444მმ. და 1648მმ. მთლიანად აჭარის ტერიტორიაზე წლის განმავლობაში მოდის წყლის მოცულობა 6,1კუბ.კმ., ხოლო ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობა დაახლოებით 2110მმ-ია. ამის გარდა ცხრილიდან ჩანს, რომ I რაიონი, რომლის ფართობიც 2-ჯერ ნაკლებია III რაიონზე წლის განმავლობაში წყლის იგივე მოცულობას დებულობს. ასეთი დაწვრილებითი მონაცემების მიღება მოხერხდა მხოლოდ ჩვენს მიერ შემუშავებული ნალექების გასაშუალოების ახალი მეთოდის საფუძველზე.

მიღებული შედეგების საიმედოობაზე მიუთითებს კორელაციის კოეფიციენტების მაღალი მნიშვნელობები (იხ. თავი II), და აგრეთვე ველების გასაშუალოების საშუალო კვადრატული ცდომილებები, გამოანგარიშებული წარმოდგენილი მეთოდის საფუძველზე, რომელიც ითვალისწინებს წონით კოეფიციენტებს, კერძოდ, წარმოდგენილი მეთოდით გასაშუალოების საშუალო კვადრატული ცდომილება I რაიონისათვის შეადგენს 550მმ.ს, მაშინ, როდესაც ცდომილება არითმეტიკული გასაშუალოებით 610მმ.ია. II რაიონისათვის შესაბამისად გვაქვს 290მმ. და 355მმ., III რაიონისათვის-250მმ და 264მმ, მთლიანად აჭარის ტერიტორიისათვის-364მმ და 410მმ.

ცხრილი 3.2.1. ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობისა და წყლის საერთო მოცულობის გაანგარიშება აჭარის ტერიტორიისათვის

რაიონი	ელემენტარული პერტიკალური ზონა $Z_{i-1} - Z_i$ მ.	ფართობი S_i კმ. კმ	ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობა Q_i მმ.	მოსული წყლის მოცულობა W_i კუბ. კმ.
I	0-200	352,1	2746	0,9668666
	200-400	113,9	3032	0,3453448
	400-600	100,8	3327	0,3353616
	600-800	82,8	3619	0,2996532
	800-1000	80,6	3911	0,3152266
	1000-1200	70,6	4203	0,2967318
	1200-და მეტი	54,2	4495	0,2436290
		$S_1 = 855,4$	$\bar{Q}_1 = 3277$ მ. მ.	$W_1 = 2,8028136$
II	0-200	34, 0	1977	0,0672180
	200-400	70,0	1673	0,1171100
	400-600	109,4	1369	0,1497686
	600 და მეტი	68,7	1065	0,0731655
		$S_2=282,1$	$\bar{Q}_2 = .1444$ მმ	$W_2=0,4072621$
III	400-800	35,7	1176	0,0419832
	800-1200	373,7	1304	0,4873048
	1200-1600	418,7	1520	0,6364240
	1600-2000	457,8	1736	0,7947408
	2000-2400	387,9	1952	0,7571808
	2400-და მეტი	80,3	2150	0,1726450
		$S_3=1754,1$	$\bar{Q}_3 = 1648$ მმ	$W_3=2,8902786$
		$S=2891,6$	$\bar{Q} = \frac{W}{S} = 211$ მმ	$W=6,1003543$

დასასრულს ავლიწნავთ, რომ ნალექების ველის გასაშუალოების დამუშავებული მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას დედამიწის სხვა მთიან რაიონებში წყალ-ბალანსურ გამოთვლებთან, ამინდის პროგნოზთან, კლიმატის ცვლილებასთან და სხვა. დაკავშირებულ ამოცანების გადაწყვეტაში. მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იყოს სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების ველების გასაშუალოებისთვისაც.

3.3. საქართველოს ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოებული მნიშვნელობა და წყლის მოცულობა

ჩვენს მიერ მთლიანად საქართველოსათვის მიღებული ატმოსფერული ნალექების სივრცითი ველის მოდელური ფუნქცია საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ველის გასაშუალოებული სიდიდეები და შესაბამისად ატმოსფეროდან მოსული ნალექების საერთო რაოდენობა ტერიტორიის ნებისმიერ მონაკვეთზე, შედარებით ნაკლები სიზუსტით, ვიდრე წინა პარაგრაფში ჩამოყალიბებული მეთოდის საშუალებით.

ინტეგრალური აღრიცხვის ელემენტალური მოსაზრებებიდან გამომდინარე რაიმე S ტერიტორიაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების საშუალო რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\bar{Q}(S) = \frac{1}{S} \iint_S Q d\bar{\lambda} . \quad 3.3.1.$$

თუ ამ ფორმულაში ჩავსვამთ ნალექების –მოდელის გამოსახულებას და S-ტერიტორიის საზღვრებს გამოვსახავთ გეოგრაფიული გრძედის და განედის საშუალებით, მაშინ მივიღებთ:

$$\bar{Q}(S) = \frac{1}{(\bar{\lambda}_2 - \bar{\lambda}_1)(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)} = \iint_{\bar{\lambda}_1 \bar{\varphi}_1}^{\bar{\lambda}_2 \bar{\varphi}_2} (58825 - 39008\bar{\varphi} + 6240\bar{\varphi}^2 - 22576\bar{\lambda} + 11628\bar{\varphi}\bar{\lambda} - 816\bar{\varphi}^2\bar{\lambda} + 461\bar{\lambda}^2 + 1012\bar{\varphi}\bar{\lambda}^2 - 528\bar{\varphi}^2\bar{\lambda}^2) d\bar{\lambda} d\bar{\varphi} \quad 3.3.2.$$

სადაც, $\bar{\varphi} = \varphi - 40$ და $\bar{\lambda} = \lambda - 40$.

(3.3.2.) ფორმულით გამოთვლილი შედეგები დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოსათვის ცალ-ცალკე წარმოდგენილია ცხრილში 3.3.1.-ში.

ცხრილი 3.3.1. ნალექების გასაშუალოებული სიდიდე $\bar{Q}(S)$ და წყლის მთლიანი მოცულობა $\bar{Q}(S) \cdot S$.

რაიონი	$\bar{Q}(S)$ მმ	$\bar{Q}(S) \cdot S$ კმ ³
დასავლეთ საქართველო	1700	65
აღმოსავლეთ საქართველო	900	29
საქართველო	1350	94

როგორც ცხრილიდან ჩანს წლიური ნალექების სივრცეში გასაშუალოებული სიდიდე დასავლეთ საქართველოში შეადგენს 1700მმ-ს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 900მმ-ს. თუ გადავიანგარიშებთ ფართობზე მივიღებთ, რომ წლის განმავლობაში ატმოსფეროდან დასავლეთ საქართველო ღებულობს 65კუბ, კმ. წყალს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველო-29კუბ. კმ. წყალს, მთლიანად საქართველო-94 კუბ.კმ. წყალს. ეს სიდიდეები შეიძლება იყოს მიახლოებითი, მაგრამ რეალურ სურათს იძლევიან საქართველოში ატმოსფეროდან მიღებული წყლის რესურსების შესახებ. ასეთი შეფასებები მოხერხდა მხოლოდ ატმოსფერული ნალექების ველის მათემატიკური მოდელის აგების საფუძველზე.

3.4. ატმოსფერული ნალექების გასაშუალოება დროში

ნალექების სივრცეში გასაშუალოების ანალოგიურად, დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვს მათ დროში კორექტულ გასაშუალოებას. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალური გახდა კლიმატის ცვლილების პრობლემის კვლევასთან დაკავშირებით. კერძოდ, კლიმატის ცვლილების კვლევისას დროითი გასაშუალოების მასშტაბის გაზრდა საშუალებას იძლევა განხილვიდან გამოვრიცხოთ წვრილმასშტაბიანი პროცესები და ყურადღება გავამახვილოთ მსხვილმასშტაბიანი პროცესების კვლევაზე. ამასთან დაკავშირებით თუ

გრძელვადიანი პროგნოზების ამოცანებში ჩვეულებრივ განიხილება დეკადაში ან თვეებში გასაშუალოებული ელემენტები, კლიმატის ცვლილების კვლევისას დროითი გასაშუალოების მასშტაბი აღწევს ათეულ და ასეულ წლებს.

დროითი გასაშუალოების პერიოდის შერჩევას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს საიმედო კლიმატური ნორმების მიღებისათვის და შესაბამისად ობიექტური დასკვნების გაკეთებისათვის კლიმატის მრავალწლიური ცვლილების შესახებ.

განვიხილოთ ეს საკითხი დაწვრილებით.

ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური სველის მოდელური ფუნქციები, რომლებიც წარმოდგენილია ცხრილ 3.3.1-ში საშუალებას იძლევიან საწყისი საარქივო მასალისაგან დამოუკიდებლად განსაზღვრულ იქნას კლიმატური ნორმები დროის ნებისმიერი ინტერვალისათვის, სამუშაო ფორმულას შემდეგი სახე აქვს:

$$\bar{Q} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt, \quad 3.4.1$$

სადაც \bar{Q} -ატმოსფერული ნალექების ნორმაა t_1 , t_2 - პერიოდისათვის, $Q(t)$ -ნალექების დროში ცვლილების ფუნქციაა(იხ. ცხრილი3.3.1).

განვიხილოთ ნალექების ნორმების საკითხი ხულოსათვის, სადაც ცხრილ 3.3.1-ში მოყვანილი შეფასებების თანახმად ნალექების ცვლილება ნიშნავდა. გვაქვს ამავე ცხრილში 2ფორმულა, რომლებიც აღწერენ ნალექების ცვლილებას დროში- წრფივი და მე-4 ხარისხის პოლინომი. ქვემოთ, ცხრილ 3.4.1ში წარმოდგენილია ნალექების ნორმები ხულოსათვის სხვადასხვა დროითი ინტერვალისათვის გამოანგარიშებული წრფივი ფუნქციით, მე-4 რიგის პოლინომით 3.4.1. ფორმულის გამოყენებით და ფაქტობრივი მონაცემებით.

ცხრილი 3.4.1. ნალექების წლიური ნორმები ხულოში წრფივი ფუნქციისა და მე-4 რიგის პოლინომის ინტეგრირებით, და ფაქტობრივი მონაცემებით. მმ.

ფუნქცია	პერიოდი წ.წ.		
	1965-1975	1965-1985	1965-1995
წრფივი ფუნქცია	1244	1300	1386
მე-4რიგის პოლინომი	1133	1273	1343
ფაქტობრივი მონაცემებით	1223	1330	1351

ცხრილიდან ჩანს, რომ განსხვავება სხვადასხვა ხერხით მიღებულ ნალექების ნორმებს შორის მით მეტია, რაც ხანმოკლეა პერიოდი, ხანგრძლივი პერიოდისათვის კი გამოთვლილი სიდიდეები ერთმანეთს უახლოვდება. ამავე ცხრილიდან ჩანს, რომ შედარებით ხანგრძლივი პერიოდისათვის გამოთვლილი კლიმატური ნორმები(მე-3 გრაფა ე.ი. 1965-1995წ.წ) დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, მაგრამ ფაქტობრივი მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილ ნორმასთან უფრო ახლოს მე-4 რიგის პოლინომით გამოთვლილი ნორმაა, ვიდრე წრფივი ფუნქციით. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ კლიმატური ელემენტების, კერძოდ კი ატმოსფერული ნალექების წრფივი ფუნქციით აღწერის საფუძველზე მიღებულ დასკვნებს დიდი სიფრთხილით უნდა მოვეკიდოთ.

ამრიგად, ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების მოდელური ფუნქციები წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნალექების დროითი გასაშუალოების ამოცანებში.

3.5. ველის ნებისმიერ წერტილში ატმოსფერული ნალექების განსაზღვრის მოდელი

ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისა და მოდელირებისას მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნას აგრეთვე სხვა პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისათვის. დასკვნით ნაწილში ჩვენ ყურადღებას შევაჩერებთ ერთ-ერთ მათგანზე, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და აგრეთვე ლანდშაფტის ტიპი ჩვენი საკვლევი რეგიონების ნებისმიერ წერტილში.

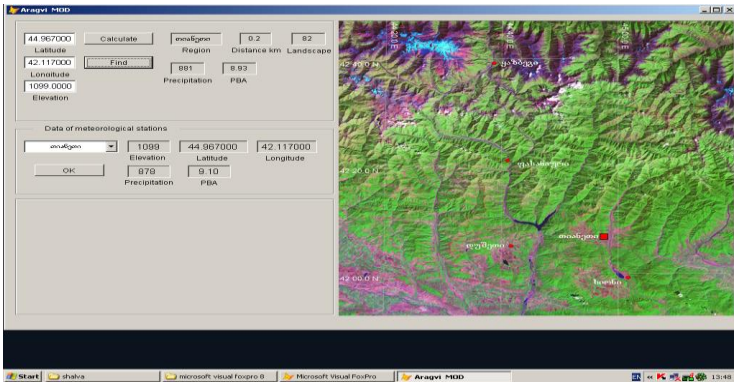
დამუშავებულ იქნა მოდელი, რომელიც ანგარიშობს ატმოსფერული ნალექების რაოდენობას ნებისმიერ წერტილში (გეოგრაფიული გრძედის, განედის და სიმაღლის მითითებით). ამისათვის საკვლევი ტერიტორია დაყვავით 350 მ. სიგრძის კვადრატებად. მათი რაოდენობა მთელ ტერიტორიაზე 39554-ია. თითოეულ მათგანს აქვს ინფორმაცია: მინიმალური და მაქსიმალური გრძედი და განედი (X1,X2,Y1,Y2-ველებშია მოთავსებული), ფორმულა, რომლითაც ხდება ატმოსფერული ნალექების გამოანგარიშება ამ კვადრატებისათვის (Formula 1

ველში) და ლანდშაფტის ტიპი ნბერუნაშვილის (1995) მიხედვით, რომელშიაც ობიექტი ხვდება (Formula 2 ველში) (იხ.ცხრილი 3.5.1). მოცემული ცხრილი გადაყვანილია dBASE DBF ფორმატში და მიბმულია პროგრამა Visual FoxPro 6.0-ში წინასწარ დამზადებულ ფორმატზე. აქვე დამზადებულია საინსტალაციო პაკეტი პროგრამა Aragvi MOD-ისათვის (ასე ვუწოდებ შექმნილ პროდუქტს), რომელიც მუშაობს Windows 95-ში და მაღალ ოპერატიულ სისტემებზე (ნახ.3.5.1).

მოდელის მუშაობის ხარისხი შემოწმებულ იქნა კონკრეტულ მონაცემებზე მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებების მიხედვით, და კარგი შედეგი აჩვენა.

X1	X2	Y1	Y2	Naleqebi	Landscape	Raioni	Cox	Coy	Distance
224222	284793	3106460	3106460	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8668.253168987	110720.106755255	(470711.99x9868.25)2+(47222708.04y-110720.11110720.08227779)2	(470711.99x9868.18)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
224222	284793	3106460	3106460	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8668.108673017	110720.058959586	(470711.99x9868.11)2+(47222708.04y-110720.058959586)2	(470711.99x9875.7)2+(47222708.04y-110720.27275903)2
228479	32737	849431	849431	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.702704674	110720.139318265	(470711.99x9875.42)2+(47222708.04y-110720.139318265)2	(470711.99x9875.42)2+(47222708.04y-110720.139318265)2
228479	32737	90512	90512	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.487193370	110720.127618265	(470711.99x9875.42)2+(47222708.04y-110720.139318265)2	(470711.99x9875.42)2+(47222708.04y-110720.139318265)2
228479	32737	59031	90512	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.415231983	110720.103640203	(470711.99x9875.34)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9875.34)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
228479	32737	27561	59031	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.343457025	110720.079675790	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
228479	32737	96081	12756	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.271495638	110720.058959586	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
228479	32737	64601	96081	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.199720679	110720.031901981	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9875.27)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
228479	32737	33131	64601	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.127753292	110720.008127002	(470711.99x9875.13)2+(47222708.04y-110720.031901981)2	(470711.99x9875.13)2+(47222708.04y-110720.031901981)2
228479	32737	01651	33131	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8675.055984334	110719.984131252	(470711.99x9875.06)2+(47222708.04y-110719.984131252)2	(470711.99x9882.86)2+(47222708.04y-110720.27275903)2
232737	36395	7937	41084	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.959632963	110720.196649109	(470711.99x9882.86)2+(47222708.04y-110720.27275903)2	(470711.99x9882.86)2+(47222708.04y-110720.27275903)2
232737	36395	4789	37937	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.788051324	110720.172921258	(470711.99x9882.79)2+(47222708.04y-110720.172921258)2	(470711.99x9882.79)2+(47222708.04y-110720.172921258)2
232737	36395	1641	34789	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.716659096	110720.148953932	(470711.99x9882.72)2+(47222708.04y-110720.15164134789)2	(470711.99x9882.72)2+(47222708.04y-110720.15164134789)2
232737	36395	8494	31641	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.646074457	110720.124869659	(470711.99x9882.65)2+(47222708.04y-110720.139318265)2	(470711.99x9882.65)2+(47222708.04y-110720.139318265)2
232737	36395	5346	30494	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.573678238	110720.100895222	(470711.99x9882.57)2+(47222708.04y-110720.11164134789)2	(470711.99x9882.57)2+(47222708.04y-110720.11164134789)2
232737	36395	2136	5346	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.502097589	110720.077253638	(470711.99x9882.5)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9882.5)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
232737	36395	9051	22198	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.430702361	110720.053256266	(470711.99x9882.43)2+(47222708.04y-110720.08227779)2	(470711.99x9882.43)2+(47222708.04y-110720.08227779)2
232737	36395	6903	19051	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.393907132	110720.029272711	(470711.99x9882.36)2+(47222708.04y-110720.031901981)2	(470711.99x9882.36)2+(47222708.04y-110720.031901981)2
232737	36395	2756	15903	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.28725493	110720.009502006	(470711.99x9882.29)2+(47222708.04y-110720.016513313)2	(470711.99x9882.29)2+(47222708.04y-110720.016513313)2
232737	36395	9608	12756	6.21968417e-004+0.78516070E144	ყაზბეგი	8682.216330265	110719.991512179	(470711.99x9882.23)2+(47222708.04y-110719.991512179)2	(470711.99x9882.23)2+(47222708.04y-110719.991512179)2

ცხრილი 3.5.1 მონაცემთა ბაზა პროგრამირებისათვის



ნახ. 3.5.1. პროგრამა Aragvi MOD

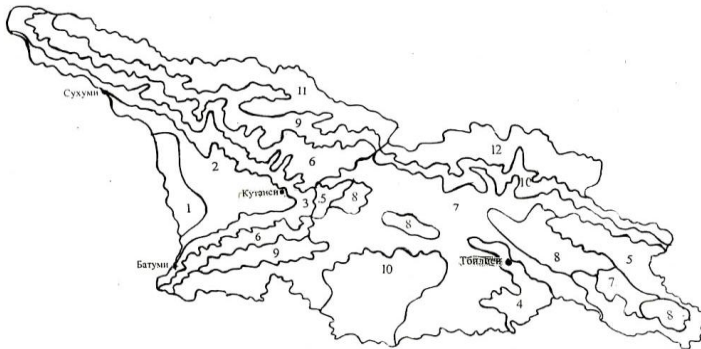
3.6. ნიადაგების კლიმატის დარაიონება და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება

ჩატარებული კვლევის შედეგების პრაქტიკული მნიშვნელობა არ შემოიფარგლება ზემოდ განხილული ამოცანებით. მათი გამოყენება პერსპექტიულია აგრეთვე მრავალი ზოგადგეოგრაფიული და სპეციალური დანიშნულების ამოცანის გადასაწყვეტად. ქვემოთ განვიხილავთ მათი გამოყენების 2 მაგალითს ნიადაგების კლიმატოლოგიიდან.

1. ნიადაგების კლიმატური დარაიონება. ნიადაგების კლიმატური დარაიონება გულისხმობს ტერიტორიის დაყოფას ნიადაგის ჰავის დამახასიათებელი ელემენტების საფუძველზე ნიადაგ-კლიმატური რესურსების სასოფლო-სამეურნეო შეფასებისა და რაციონალური გამოყენების მიზნით. ნიადაგების კლიმატური დარაიონება წარმოადგენს აგროკლიმატური და უფრო ზოგადი კომპლექსური ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარაიონების შემადგენელ ნაწილს. ამავე დროს ის არსებითად განსხვავდება აგროკლიმატური დარაიონებისაგან, რადგანაც უკანასკნელი ძირითადად ატმოსფეროს კლიმატურ პირობებს ითვალისწინებს, ხოლო ნიადაგების კლიმატური დარაიონება ემყარება თვით ნიადაგების კლიმატური რესურსების შეფასებას.

დღეისათვის არ არსებობს ნიადაგების კლიმატური დარაიონების რაიმე ჩამოყალიბებული კლასიფიკაცია. მეცნიერთა დიდი ნაწილი ნიადაგის კლიმატური რესურსების შესაფასებლად წამყვან ფაქტორებად ნიადაგის სითბურ თვისებებს, დატენიანების და გაზურ რეჟიმს მიიჩნევს. ჩვენ საქართველოს ნიადაგ-კლიმატურ დარაიონებას საფუძველად დაეუდეთ ა.შულგინის კლასიფიკაცია, რომელიც ეფუძნება ნიადაგების გეოთერმული და აგროჰიდროლოგიური დარაიონების რუკების სინთეზს. მიუხედავად ასეთი რუკების არსებობისა მათი სამედიოობა მთიან რაიონებში დაბალია, ნიადაგის ტემპერატურაზე და ნიადაგში არსებული პროდუქტიული ტენის მარაგზე დაკვირვებათა არ არსებობის გამო. ამიტომ მესხეთ-ჯავახეთის, აღმოსავლეთ კავკასიონის და აჭარის მთიანი რაიონების ნიადაგ-კლიმატური დარაიონებისათვის გამოყენებული იყო ჩვენს მიერ გამოვლენილი კლიმატური ბარიერები და გამოყოფილი რაიონები (იხ. ნახ. 2.3.1; 2.3.5; 2.3.11), აგრეთვე გათვალისწინებული იყო ატმოსფერული ნალექების გეოინფორმაციული რუკები (ნახ.2.4.5-2.4.7), რომლებიც კარგად შეესაბამება საქართველოს აგროჰიდროლოგიურ რაიონებს და

ახუსტებს ნიადაგების დანესტიანების პირობებს. საბოლოოდ შემუშავებული საქართველოს ნიადაგ-კლიმატური დარაიონების სქემატური რუკა, რომელიც წარმოდგენილია ნახ. 3.6.1-ზე.



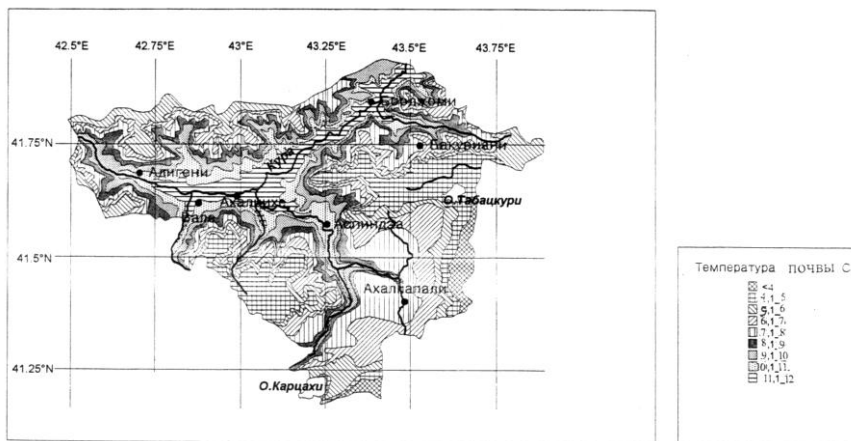
ნახ.3.6.1. საქართველოს ნიადაგ-კლიმატური დარაიონება.
აღნიშვნები იხ.ტექსტში

ამრიგად, საქართველოს ტერიტორიაზე გამოყოფილია 12 ნიადაგ-კლიმატური რაიონი: მეტად თბილი ნიადაგები ძლიერი გაწყლოვანებით(1), მეტად თბილი ნიადაგები ზომიერი გაწყლოვანებით(2), მეტად თბილი ნიადაგები სუსტი გაწყლოვანებით(3), მეტად თბილი ნიადაგები კაპილარული დატენიანებით(4), მეტად თბილი ნიადაგები გაზაფხულის სრული დასველებით(5), თბილი ნიადაგები სუსტი გაწყლოვანებით(6), თბილი ნიადაგები კაპილარული დატენიანებით(7), თბილი ნიადაგები გაზაფხულის სრული დასველებით(8), ზომიერად თბილი ნიადაგები სუსტი გაწყლოვანებით(9), ზომიერად თბილი ნიადაგები კაპილარული დატენიანებით(10), ზომიერი და ცივი ნიადაგები სუსტი გაწყლოვანებით(11), ზომიერი და ცივი ნიადაგები კაპილარული დატენიანებით(12).

ამ რაიონების კლიმატურ დახასიათებაზე აქ არ შევჩერდებით, ის დეტალურად განხილულია ნაშრომში(Elizbarashvili E.Sh., Chavchanidze Z.B., Elizbarashvili M. E., Maglakelidze R.V., Sulkhaniashvili N.G., Elizbarashvili Sh. E. , 2006).

2. ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება. მთიან პირობებში ატმოსფერული ნალექების ჩვენს მიერ დამუშავებული გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების მეთოდი უნივერსალურია და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნებისმიერი კლიმატური ელემენტის მიმართ. ნახ.3.6.2-ზე წარმოდგენილია ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის გეოინფორმაციული რუკის ფრაგმენტი.

წარმოდგენილი რუკა შედგენილია ყველა იმ პროცედურების დაცვით, რაც შემუშავებული იყო ატმოსფერული ნალექების კარტოგრაფირებისათვის. მიღებული რუკა ითვალისწინებს რელიეფის მორფომეტრიის მთელ სირთულეს და მანამდე არსებულ რუკებზე გაცილებით ზუსტია და საიმედო. ყოველივე ეს მოხერხდა ატმოსფერული ნალექების მოდელირების და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების მეთოდის საფუძველზე.



ნახ.3.6.2. ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის გეოინფორმაციული რუკის ფრაგმენტი.

ძირითადი ლიტერატურა

1. ელიზბარაშვილი ე., პაპინაშვილი ლ., ხელაძე თ. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების გამოკვლევის წინასწარი შედეგები. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრის საინფორმაციო ბიულეტენი, №5 1997, გვ.35-44.
2. ელიზბარაშვილი ე., ვანნაძე ჯ., ალადაშვილი თ. კლიმატური ციკლები და ატმოსფეროს ცირკულაციის რევეადობა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 101, 1998, გვ.142-150.
3. ელიზბარაშვილი ე., პაპინაშვილი ლ. ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილება საქართველოში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 103, 1999, გვ.34-40.
4. ელიზბარაშვილი ე. ელიზბარაშვილი შ. ატმოსფერული ნალექების ველის მათემატიკური მოდელირება მთიანი რელიეფის პირობებში. მეცნიერება და ტექნიკა, №4-6, 1999, გვ.18-20.
5. ელიზბარაშვილი ე., ელიზბარაშვილი შ. ატმოსფერული ნალექების ველთა აღწერა არაწრფივი რეგრესიული მოდელების გამოყენებით. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 102, 2001, გვ.23-32.
6. ე.ელიზბარაშვილი, შ. ელიზბარაშვილი, ხ.ქარსელაძე. ატმოსფერული ნალექები. საქართველოს ჰავა.ტ.1., აჭარა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.110, 2003, გვ.47-51.
7. ელიზბარაშვილი ე. გამოკვლევები მთიანი რაიონების კლიმატური რიგების და ველების მათემატიკური მოდელირების დარგში. თბილისის გეოფიზიკური ობსერვატორიის 150 წლისთავისადმი მიძღვნილი მასალათა კრებული. თბ. მეცნიერება, 1997; გვ 78-85.
8. ელიზბარაშვილი ე., ჭავჭავანიძე ზ. ვვალეები , უნალექო და ნალექიანი პერიოდები საქართველოში. თბილისი, მეცნიერება, 1992, 110 გვ.
9. შ.ელიზბარაშვილი შ.. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების მრავალწლიური ცვლილების მათემატიკური მოდელირება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.102, 2001, გვ.139-144.
10. კორძახია მ. საქართველოს ჰავა.საქ. მეცნ. აკად. გამომცემლობა, თბილისი, 1961, 123გვ.
11. მუშლაძე დ. საქართველოს კლიმატის თანამედროვე ცვლილება. თბ; 1991, 126გვ.

12. საქართველოს სსრ კურორტები და საკურორტო რესურსები (ატლასი), მოსკოვი, 1989.
13. ხვედელიძე ზ., ელიზბარაშვილი ე. რელიეფის გავლენა ატმოსფერულ პროცესებზე. თსუ, 1982, 34 გვ.
14. ხელაძე თ; ელიზბარაშვილი მ. ატმოსფერული ნალექების ვერტიკალური განაწილების მათემატიკური მოდელირებისათვის. საქ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 144, №2, 1991. გვ. 265-268.
15. Алибегова Ж. Д; Элизбарашвили Э. Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах, Л; Гидрометеиздат, 1980; 136с.
16. Асатиани Х.М., Элизбарашвили Э. Ш. Высотно-временное распределение атмосферных осадков в ущельях рек Грузии. Тр. ТГУ, 175, 1977,gv.113-119.
17. Беручашвили Н. Л. Кавказ: ландшафты, модели, эксперименты. Тбилиси, 1995, 314с.
18. Климат и климатическое ресурсы Грузии. Л., Гидрометеиздат, 1971, 384с.
19. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л. Гидрометеиздат, 1980, 287с.
20. Элизбарашвили Ш.Э. Геоинформационное картографирование и моделирование атмосферных осадков в горных условиях. Кавказский географический журнал, №5, 2005, с.49-51.
21. Элизбарашвили Ш.Э. Геоинформационное картографирование годовых сумм осадков в горных районах Грузии. Метеорология и гидрология, №2, 2006, с.47-52.
22. Элизбарашвили Э. Ш., Хеладзе Т. В. Орографические факторы климатообразования на южном склоне Большого Кавказа. Известия АН СССР., с. Географическая, №1, 1988, с106-112.
23. Элизбарашвили Э. Ш., Хеладзе Т. В. О статистической модели климата горной страны. Метеорология и гидрология, №3, 1989, с 102- 103.
24. Элизбарашвили Э. Ш., Хеладзе Т.В., Гецадзе З.Д.. Моделирование климата горной страны. Известия АН СССР, с, географическая. №8, 1988. с.91-97.
25. Элизбарашвили Э. Ш. Вертикальная зональность климатов Закавказья. Изв. АН ССР., с. Геогр., №4, 1978, с.97-104.
26. Элизбарашвили Э. Ш. Влияние горного рельефа на распределение тепла и увлажнения. Известия АН СССР, с. Геогр. №2, 1984, с.77-84.
27. Elizbarashvili E.Sh., Chavchanidze Z.B., Elizbarashvili M. E., Maglakelidze R.V., Sulkhanishvili N.G., Elizbarashvili Sh. E. Soil-Climatic Zonizg of Georgia. Eurasian Soil Science, 10, 2006, p, 1062-1065.

ტირაჟი 300 ეგზ. ფასი შეთანხმებით.



შალვა ელიზბარაშვილი-გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი.

ავტორია 15 სამეცნიერო ნაშრომისა, მათ შორის 2 გამოქვეყნებულია მაღალი რეიტინგის (იმფაქტ ფაქტორ) ჟურნალში.