

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

წიგნი № IHM-11-04-GTU-2421

“ ვ ა მ ტ კ ი ც ე ბ “
ინსტიტუტის დირექტორი
თ. ცინცაძე
“ 25 ” დეკემბერი 2011წ.

სამეცნიეროკვლევითი სამუშაოს “ ბუნებრივი ბარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხ-
ლეების უზრუნველყოფის მიზნით, ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების, მათ შორის,
ბირთვული იარაღის გამოყენების ან მოწოდების მიზნებისათვის
ბანკურად ატომბირთვულ დანაბარებზე აკარიული უბედურების შედეგად,
ბარემოს რადიოაქტიური დაბინძურების შეფასებისა და მონიტორინგის
მეთოდოლოგიის საფუძვლების დამუშავება ”

დ ა ს კ ვ ნ ი თ ი ა ნ ბ ა რ ი შ ი

პროექტის ხელმძღვანელი და შემსრულებელი
ფიზ.მათ. მეცნიერებათა Ph.D. და
გეოგრ. მეცნიერებათა დოქტორი

ბარი ბუნია

თბილისი-2011

რ ე ზ ე რ ა ტ ი

ანგარიში 52 გვ., ფორმულა 11, ცხრილი 7, ნახ. 1, ლიტერატურა – 60.

საკვანძო სიტყვები: ბარამო, მონიტორინგი, რეპროდუქციული ეკოლოგიური უსაფრთხოება

ნაშრომში მოცემულია ბუნებრივი გარემოს გლობალური და რეგიონული დაბინძურების კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის სისტემის ფუნქციონირების კონცეფციისა და მეთოდოლოგიური საკითხების დამუშავების პირველი მცდელობა საქართველოს სინამდვილეში, მათ შორის, შემუშავებულია:

მონიტორინგის შედეგად მოძიებული მონაცემების რეპრეზენტატულობისა და საიმედოების შეფასების ძირითადი პრინციპები;

ინფორმაციული მასალის საიმედოების შეფასებისა და ატმოსფეროს დაბინძურების ინტეგრალური მახასიათებლების გამოსათვლელი ფორმულები, რომლებსაც შემთხვევითი რხევებისკენ ნაკლები მიდრეკილება გააჩნიათ, ხოლო მათი დახმარებით მიღებულ შედეგებს მაღალი საიმედოება ახასიათებთ;

ორიგინალური მტკიცებულება იმის შესახებ, რომ, ფიონური მოვლენების არსებობის შედეგად, კოლხეთის დაბლობი ატმოსფეროს ფართომასშტაბური (ტრანსსასაზღვრო) დაბინძურების მიმართ მნიშვნელოვნად მგრძობიარე (მოწყველად) ტერიტორიას წარმოადგენს;

ატმოსფერული ნალექებით დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მავნე მინარევთა რაოდენობის საანგარიშო ფორმულა.

შესრულებული კვლევების შედეგები ადამიანთა ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის უსაფრთხოებისა და გაუმჯობესებისკენ მიმართული თეორიული და პრაქტიკული საკითხის დამუშავების პროცესში გამოიყენება. ისინი მრავალჯერ იყო საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების მსჯელობის საგანი.

ნაშრომს აქვს გეოფიზიკური, ეკოლოგიური, მეტეოროლოგიური, კლიმატოლოგიური და ჰიგიენური მნიშვნელობები.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი	88- 4
I. საკვლევი პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება და კვლევის პრიორიტეტული მიმართულების განსაზღვრა	7
1.1. საქართველოს ბუნებრივი რესურსების თავისებურებანი.	7
1.2. არსებული მდგომარეობის ანალიზი და პრიორიტეტის მიზანი	9
II. გარემოს ფართომასშტაბური დაბინძურების მონიტორინგის სისტემის მონაცემთა შეგროვებისა და დამუშავების კონცეფცია	13
2.1. ატმოსფეროს ფონური დაბინძურების მონიტორინგის პროგრამის რეალიზაცია	13
2.2. მონაცემთა რიგის საიმედოობის შეფასების საკითხების დამუშავება	24
2.2.1. მონაცემთა რეპრეზენტატულობა	24
2.2.2. დაკვირვებების მონაცემთა რიცხვისა და პერიოდის შერჩევის საკითხი.	24
2.2.3. დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური შეფასების საკითხი	27
2.3. საინფორმაციო მასალის არაერთგვაროვნების გამორიცხვის ხერხი	28
III. გარემოს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების, მათ შორის რადიოაქტიური ნივთიერებით, მონიტორინგის ჩვენს მიერ შემუშავებული ზოგიერთი უახლესი მიდგომა	31
3.1. ფიონური მოვლენების ზემოქმედება კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე	31
3.2. ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაცია – გარემოს დაბინძურების ინდიკატორი	35
3.3. ატმოსფერული ნალექებით დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილ მავნე ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასების მეთოდი	38
3.4. ნალექების რაოდენობასა და მინერალიზაციის სიდიდის შორის ურთიერთკავშირების სტატისტიკური ასპექტების შეფასებები	40
დასკვნა	45
ლიტერატურა	49

ეკოლოგია – მეცნიერება ბუნების სიცოცხლის შესახებ ჩვენ თვალწინ, ინდუსტრიული საზოგადოების ადამიანის ბუნებაში ყოფაქცევის თეორიული საფუძვლების ადგილს იმკვიდრებს.

შესავალი

სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე ეტაპზე, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების ხელშეწყობისა და საინვესტიციო გარემოს უსაფრთხოების გაუმჯობესების მიზნით, საჭიროა ქმედითი კონცეფციის შემუშავება, რომელიც განაპირობებდა მის სამეცნიერო-ტექნიკურ გრძელვადიან პოლიტიკას, ეკოლოგიური საკითხების გათვალისწინებით. როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, ასეთი საკითხების დასამუშავებლად აუცილებლად უნდა ვიქონიოთ მრავალფეროვანი ინფორმაცია გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, როგორც მათი დამუშავების გარკვეული ეტაპისათვის, ისე პროგნოსტიკული ცნობები ეკოსისტემის მდგომარეობის მოსალოდნელ ცვლილებებზე.

აღნიშნული ინფორმაციის მიღება, სათანადო დამუშავება და მისი გათვალისწინება საშუალებას მოგვცემდა ქვეყნის ეკონომიკის ისეთნაირად გარდაქმნისა, რომ არ დარღვეულიყო ბუნების გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობა.

აღსანიშნავია, რომ ამ საკითხების დამუშავება საქართველოსთვის, სადაც ბუნების გარემოზე ზემოქმედების მრავალსახოვანი ფაქტორების მქონე რაიონების აგლომერაციები აღირიცხება, ძალზე რთულ ამოცანას წარმოადგენს და იგი დიდი რაოდენობის ალტერნატიული ვარიანტებისა და ქვევარიანტების ანალიზთან არის დაკავშირებული.

ამოცანის გადაჭრის სირთულეს ისიც იწვევს, რომ საქართველოში განსახილველი საკითხი, მიუხედავად მისი ეროვნული მნიშვნელობისა, სერიოზული ყურადღების საგანი ჯერ არ ყოფილა.

ამრიგად, ასეთი სახის კვლევები, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ განსახილველი საკითხისადმი მიძღვნილ ჩემს მიერ დასტამბულ სამეცნიერო ლიტერატურას, საკვლევი საკითხის განხილვა ასე ფართოდ, პრაქტიკულად, პირველად წარმოებს.

მიზანი და ამოცანები: პროექტის მიზანი და ამოცანაა ახალი (ფონური გარემოს საწყის (საბაზო) მდგომარეობაზე) მონიტორინგის სისტემის ძირითადი მეთოდოლოგიური საკითხების მეცნიერული დასაბუთება და მისი დანერგვარეალიზაციის პირობების დამუშავება.

კვლევის ობიექტი: საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს ქიმიურ და რადიოაქტიურ ნივთიერებათა მინარევების შემცველობაზე და ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე ერთდროული დაკვირვებების წარმოება.

მოსალოდნელი შედეგი: მავნე მინარევთა შორ მანძილზე გადატანის შედეგად (ტრანსსასაზღვრო) გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის სისტემის კონცეფციის დამუშავება. ამ მონიტორინგის ერთერთი უმთავრესი პრინციპი უნდა იყოს – მისი კომპლექსურობა, რაც განაპირობებს ერთდროულ დაკვირვებათა წარმოებას, როგორც ატმოსფეროს ქიმიურ და რადიოაქტიურ შემცველობებზე, ისე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე. ასეთი სისტემის ნიმუშს მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მფარველობის ქვეშ არსებული, ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების (GAW) ქსელი წარმოადგენს.

ის ფაქტი, რომ ატმოსფეროს დაბინძურება ახდენს მავნე ზემოქმედებას ცოცხალ ორგანიზმებზე და მცენარეულ საფარზე, არის ერთერთი უმთავრესი მიზეზი, რომელიც გვაიძულებს მივაქციოთ სერიოზული ყურადღება ატმოსფეროს დაბინძურების მონიტორინგს.

პირველად ინგლისელებმა შეიგნეს ატმოსფეროს დაბინძურებით გამოწვეული შედეგების საშიშროება (Perti, 1970). მაგალითად, დაახლოებით, 1273წ მეფე ედუარდ I გამოუშვა კანონი, რომლითაც ქვანახშირის ერთერთი სახეობის ხმარება აკრძალა, ხოლო რიჩარდ III უფრო შორს წავიდა და 1300წ ყველა სახის ქვანახშირის სარგებლობაზე გადასახადი დააწესა, რამაც მისი მოხმარება მკვეთრად შეამცირა. ჩარლზ II კი, 1661 წელს ლონდონში ღრუბლიანობის შესწავლა დაიწყო, რის შედეგად ღრუბლიანობის ხანგრძლივობასა და ჭარბი რაოდენობის ავადმყოფობათა ფაქტალურ რიცხვს შორის კავშირის არსებობა გამოავლინა.

კარგადაა ცნობილი, რომ ჰაერის დამაბინძურებელი მტერის მინარევის ხანგრძლივი ჩასუნთქვა იწვევს ფილტვების დაავადებათა სხვადასხვა ფორმებს, მაგალითად: სილიკოზს, ასბესტოზს, ფილტვების კიბოს და სხ. მარტო წვის პროდუქტებში და სხვა გამონახობლებში შემავალი კანცეროგენული ნივთიერებები მკვეთრად ზრდიან ამ დაავადებებით გამოწვეული სიკვდილიანობის პროცენტს.

გარდა ამისა, ჰაერის დაბინძურება აჩქარებს ღირსშესანიშნავ ისტორიულ და კულტურულ ნაგებობათა და სხვადასხვა დანიშნულების შენობანაგებობათა რღვევას, აფერხებს ავიაფრენებს, ნაოსნობასა და ავტოტრანსპორტის მოძრაობას, ზემოქმედებას ახდენს სასოფლო კულტურების მოსავლიანობაზე. მაგალითად, გოგირდის ანჰიდრიდისა და ლითონური მიკრომინარეგების შემცველი აეროზოლები მიწაზე დალექვისას დიდ ზარალს აყენებენ სოფლის მეურნეობას ნიადაგის დაუანგვის, დამლაშიანებისა და მისი სტრუქტურის შეცვლის გზით, რაც, ხშირად, გაუდაბნოების მიზეზი ხდება.

გარემოს დაბინძურებით მიყენებული ზარალი, რომელსაც განიცდის კაცობრიობა, ძნელად გამოისახება რაოდენობრივად ფულად ერთეულში, მაგრამ ეჭვს არ იწვევს, რომ იგი ძალზე დიდია. ზარალი, რომელსაც მე20ე საუკუნის ბოლოს დასრულდა ამერიკის შეერთებული შტატები ჰაერის დაბინძურების შედეგად, წლიურად 18 მილიარდ დოლარს შეადგენდა. ინგლისში იგი, დაახლოებით, 250 მლნ ფუნტ სტერლინგს აღწევდა, ხოლო იაპონიაში 200 მლნ იენს.

ადამიანის მოქმედებით წარმოქმნილ გარემოს ძირითად დამაბინძურებელ ნივთიერებებს სხვადასხვა მავნე ნივთიერება და, აგრეთვე, ჰაერში დანაწევრებული აეროზოლები, მათ შორის ნეიტრალური და რადიოაქტივობის შემცველი მტვერი, განეკუთვნებიან.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ გარემოს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგი თანამედროვე პირობებში წარმოადგენს პირველხარისხოვან და უმნიშვნელოვანეს ნაციონალურ პრობლემას.

I. საკვლევი პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობის შეფასება და კვლევის პრიორიტეტული მიმართულების განსაზღვრა

1.1. საქართველოს ბუნებრივი რესურსების თავისებურებანი

საქართველო მიეკუთვნება ისეთ მცირერიცხოვან ქვეყანათა რიგს, რომელთაც გარემოს დაბინძურების, მათ შორის, ბირთვული იარაღის აფეთქების შედეგად, კონტროლის საკმაოდ კარგი ქსელი გააჩნდა.

აქ მოდიებული მასალა დიდად უწყობს ხელს ჩვენ ქვეყანაში ბუნების შენარჩუნების საქმეს. აღსანიშნავია, რომ ამ საკითხის დადებითად გადაჭრა არც ისე იოლი ამოცანაა, თუ გავითვალისწინებთ აქაური ბუნების ნაირსახეობასა და სიმდიდრეს, რაც განპირობებულია გეოგრაფიული მდებარეობით, რელიეფით, ჰიდრომეტეოროლოგიური თავისებურებებითა და სხვა მრავალი ფაქტორით.

შეიძლება ითქვას, რომ განსახილველი ტერიტორია მთის ქედების, დაბლობების, ბარების, ზეგნების, ტერასებისა და ხეობების ერთობლიობას წარმოადგენს

ისად, საქართველო, ისევე, როგორც მსოფლიოს მრავალი სხვა მთიანი ქვეყანა, კლიმატის ნაირსახეობით გამოირჩევა, რაც, თავის მხრივ, განპირობებულია კლიმატის შემქმნელი გარეგანი და შიდა ფაქტორების რთული ურთიერთ შეხამებით (Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР,1978; Климат и климатические ресурсы Грузии,1971).

აღნიშნულის გამო აქ ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული რამდენიმე კლიმატური რაიონი გამოიყოფა. ეჭვს არ იწვევს, რომ ეს გარემოება დიდ გავლენას ახდენს იმ მეტეოროლოგიური ელემენტების ხასიათზე და განაწილებაზე, რომლებიც ხელს უწყობენ ატმოსფეროს დაბინძურების გაძლიერებას მოცემულ რეგიონში და “საშიშ” მეტეოროლოგიურ პირობებს მიეკუთვნებიან.

ცხრ. 1ში მოტანილია საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიის სამსახურის ქსელის მრავალი წლის დაკვირვებათა მასალის გათვლით მიღებული, ატმოსფეროში მავნე, მათ შორის რადიოაქტიურ, მინარევთა ემისიების ცალკეული რაიონის საჰაერო აუზში დაგროვებაზე გავლენის მქონე, მეტეოროლოგიური ელემენტების გასაშუალოებული განაწილება.

ამ ცხრილში მოტანილი ინვერსიების გამეორებადობის მნიშვნელობები გაანგარიშებულია 03 და 15 საათებზე წარმოებულ დაკვირვებათა რიცხვის შეფარდებით, მთლიანად, ყველა ვადებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა რიცხვთან, პროცენტებში. ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი (ადპ) წარმოადგენს იმ მეტეოროლოგიური ფაქტორების შეხამებას, რომლებიც განაპირობებენ ატმოსფეროს დაბინძურების შესაძლო დონეს, მავნე მინარევთა, მათ შორის, რადიოაქტიურ ემისიების ფიქსირებული სიდიდის პირობებში. ამიტომაც იქნა ჩვენს მიერ განსაზღვრული ეს პარამეტრი (ცხრ.1), რისთვისაც ვისარგებლეთ მეტეოდაკვირვებების მასალით: მიწისპირა ინვერსიებზე; 01 მ/წმ სიჩქარის სუსტ ქარებზე; მიწისპირა ინვერსიებზე, ნისლების გარეშე; ნისლიანობაზე და ჰაერის უძრაობაზე. მის გასათვლელად გამოვიყენეთ ნაშრომში (Безуглая, 1980) მოცემული, აღნიშნული მეტეოელემენტების განმეორებადობათა და ადპს მნიშვნელობებს შორის სტატისტიკური კავშირების ამსახველი ნომოგრამით.

ატმოსფეროს მანარევთა კონცენტრაციაზე გავლენის მქონე, მეტეოროლოგიური ელემენტების გამეორებადობა ზოგიერთი ქალაქის საჰაერო აუზში

ქალაქები	ნალექიანი დღეთა რიცხვი	ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი (აღბ)	გამეორებადობა, %				
			ნისლეების	ინვერსიების		უძრავობის	ქარის სიჩქარის 01 მ/წმ
				მიწისპირა	აწეული		
ბათუმი	192	2,3	0,6	31	9	2	60
ზესტაფ. თბილისი	144	3,0	0,2	8	14	6	75
რუსთავი	155		0,5				53
სოხუმი	111	2,4	1,1	28	7	1	72
ქუთაისი	180		0,7				52
	168		0,3				17

ცხრ.1ის გაგრძელება

ქალაქები	გამეორებადობა, %								
	ქარის მიმართულების								შტილის
	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	
ბათუმი	11	5	10	16	20	16	15	7	16
ზესტაფ. თბილისი	2	3	51	4	2	1	36	1	68
რუსთავი	32	2	6	15	9	3	8	25	42
სოხუმი	4	1	5	9	12	1	6	62	60
ქუთაისი	16	31	13	6	7	6	17	4	14
	3	2	49	2	3	3	36	2	10

როგორც განსახილველი ცხრილიდან ჩანს, ქ.ბათუმისთვის საშიში მეტეოროლოგიური პირობები დაკავშირებულია ნისლებთან, მიწისპირა ინვერსიებთან, ჰაერის უძრავობასა და სუსტ ქარებთან. ჰაერის გასუფთავებას კი, აქ ხელს უწყობენ ნალექები და, ზღვიდან ქალაქისკენ მიმართული, დასავლეთის, ჩრდილოდასავლეთისა და სამხრეთდასავლეთის რუშების ქარები.

ქ.ზესტაფონისთვის ატმოსფეროს დაბინძურების თვალსაზრისით არახელსაყრელად შეგვიძლია მივიჩნიოთ: შტილები და დასავლეთის, ჩრდილოდასავლეთის, აღმოსავლეთისა და მცირე სიჩქარის ქარები.

ჰაერის დაბინძურებას ქ.თბილისში, როგორც ცხრ.1დან შეგვიძლია დავასკვნათ, ხელს უწყობენ: ჰაერის უძრავობა, მიწისპირა და წამოწეული ინვერსიები. გარდა ამისა, აქ საკმაოდ დიდი ატმოსფეროს დაბინძურების პოტენციალი აღინიშნება.

ქ.რუსთავისთვის საშიშ მეტეოროლოგიურ პირობებს წარმოადგენენ: სამხრეთის და აღმოსავლეთის რუშებისა და მცირე სიჩქარის ქარები და, აგრეთვე, უნალექო და ნისლიანი ამინდების სიჭარბე.

ქ.ქუთაისში ატმოსფეროს დაბინძურების ხელის შემწყობი მეტეოპირობებად გვევლინებიან: ნისლები, აღმოსავლეთის რუშების და დაბალი სიჩქარის ქარები.

ამრიგად, მთლიანობაში შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, განსახილველ ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური პირობების პრაქტიკულად ერთგვაროვნების მიუხედავად, სხვადასხვა რაიონებისათვის ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თავისი განმეორებადობით. ეს კი მათი ნეგატიური ზემოქმედების შეფასების საშუალებას იძლევა.

ზემოაღნიშნულიდან კარგად ჩანს, რომ ჩვენ რეგიონში ატმოსფეროს დაბინძურების ეკოლოგიური მონიტორინგის საკითხების დამუშავებას აქტუალური პრობლემის ხასიათი გააჩნია.

12. არსებული მდგომარეობის ანალიზი და პრიორიტეტის მიზანი

საერთაშორისო გეოფიზიკური წლის პერიოდში (1957/1958წწ) საბჭოთა კავშირის მთავრობის მიერ ჰიდრომეტეოროლოგიის სამსახურს, მასზე დაკისრებულ სხვა ვალდებულებასთან ერთად, ატომბირთვილი იარაღის გამოყენების შედეგად გარემოს რადიოაქტიური დაბინძურების კონტროლი და ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციაზე დაკვირვებების წარმოება დაევალა (Gunia G. e.a., 1998). ხოლო, 1974 წდან, დამატებით, ავტორის ხელმძღვანელობით, ქვეყნის სამრეწველო და კულტურულ ცენტრებში სხვადასხვა სახის მინარევებით ატმოსფეროს დაბინძურებაზე სისტემატური კონტროლი იწყება. დაკვირვებები, უმთავრესად, რადიოაქტიურ დაბინძურებაზე და ატმოსფეროს ძირითად მინარევებზე წარმოებდა. გარდა ამისა, ჰაერში მეტალური მიკრომინარევების კონცენტრაციები და კავკასიის რიგი რეგიონიდან მიღებულ ატმოსფერული ნალექების სინჯებში მინერალიზაციის მახასიათებელი პარამეტრების სიდიდეები იზომებოდა.

აქ მიღებული მონაცემთა ბაზა დღესაც ფართოდ გამოიყენება გარემოს დაბინძურების რიგი პრევენციული ზომების დამუშავების პროცესში.

ნაშრომში (გუნია გ., 2005) მოტანილია 1975-2000 წლების დაკვირვებათა მასალის დახმარებით ჩატარებული კვლევათა შედეგები, რომლებშიც საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს მინარევთა სივრცულდროითი განაწილების მონიტორინგის პრაქტიკული და თეორიული საკითხებია შესწავლილი. ისინი, ლოკალურსა და რეგიონალურ მასშტაბებში, მინარევთა ტერიტორიულ განაწილებას, მათ მოკლევადიან და გრძელვადიან (დღევამურ, თვიურ, სეზონურ, წლიურსა და ხუთწლიან ციკლურ) სვლებს ასახავენ.

ამ ქსელის მუშაობის ეფექტურობის ანალიზმა (გუნია გ., 2001) გვიჩვენა, რომ მისი ეფექტურობა 1991 წლამდე პერმანენტულად მატულობდა, ხოლო შემდეგ პერიოდში, ფაქტიურად, ქსელის დაშლა იწყება.

ამრიგად, ნათელია, რომ არსებული ჰაერის ლოკალური დაბინძურების მონიტორინგის სისტემა ვერ აკმაყოფილებს ატმოსფეროს რადიოაქტიური და ქიმიური შედგენილობების ცვლილების ადეკვატურ შეფასების მოთხოვნებს, რომლებიც თანამედროვეობის ერთერთ უმნიშვნელოვანესი პრობლემის ტრანსსასაზღვრო დაბინძურებისა და კლიმატის ცვლილების ეფექტებთან დაკავშირებულ ამოცანების გადაჭრას უკავშირდებიან.

როგორც ვხედავთ, განსაკუთრებული აქტუალობით გამოირჩევა გარემოს მდგომარეობაზე სპეციალიზებული დაკვირვების სისტემის შექმნა, რომელიც კლიმატის ცვლილების ანთროპოგენური ეფექტების გამოვლენაზე და გარემოს რადიოაქტიური დაბინძურების შედეგების პრევენციაზე იქნება ორიენტირებული.

ამის გამო, საჭირო ხდება ახალი, მრავალკომპონენტიანი და კომპლექსური მონიტორინგის სისტემის მეთოდოლოგიური და პრაქტიკული საფუძვლების დამუშავება.

ეს სისტემა უნდა ემყარებოდეს, სტანდარტულ ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებების პარალელურად, ბუნებრივი გარემოს (ატმოსფერო, ჩამდინარე და ზედაპირული წყლები, ნიდაგი) ქიმიური შედგენილობის ცვლილებებისა და ამ ცვლილებებით გამოწვეული ეფექტების, შესაძლებლად, ოპერატიულ პირობებში დადგენას.

ამ სისტემის შედეგები ერთის მხრივ გამოვლინდება ბუნებრივი და კულტურული გარემოს არსებული მდგომარეობის შეფასებისა და მისი საპროგნოზო ცვლილებების დადგენაში, ხოლო მეორეს მხრივ მიმართული იქნება საზოგადოების დროული ინფორმირების უზრუნველყოფისკენ.

ამასთან, მავნე მინარევთა, მათ შორის, რადიოაქტიური და ქიმიური ნივთიერებათა ტრანსსასაზღვრო გადატანების და ადგილობრივ მოსახლეობაზე და

რეგიონულ თუ გლობალურ კლიმატზე ზემოქმედების ეფექტების გამოსავლენად, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მონიტორინგის მონაცემთა ბაზების ორგანიზაციის საკითხის გადაწყვეტას.

მიუხედავად იმისა, რომ გარემოს კომპლექსური მონიტორინგის სისტემა ძირითადად ინფორმაციული ხასიათისაა და უშუალოდ არ მოიცავს მართვის ფუნქციას, შესაძლოა, რომ იგი გარემოზე ზემოქმედების რეგულირებისა და მართვის აუცილებელ ნაწილს შეადგენდეს.

საქართველოში მოცემული საკითხი, მიუხედავად მისი ეროვნული მნიშვნელობისა, სერიოზული ძიების საგანი ჯერ არ ყოფილა და ასეთი სახის კვლევების პირველი მცდელობა შემოთავაზებულ პროექტში არის შესრულებული. ამასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ “საქართველოს კანონი ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ” (თავი XV, მუხლი 55) მკვეთრად მიუთითებს ატმოსფერული ჰაერის დაცვის აუცილებლობაზე ტრანსსასაზღვრო დაბინძურებისაგან. ამ პრობლემის აქტუალობიდან გამომდინარე, გამოიცა საქართველოს პრეზიდენტის სპეციალური ბრძანებულებაც „საერთაშორისო კონვენციით ”Convention on Longrange Transboundary Air Pollution“ გათვალისწინებულ ვალდებულებათა შესასრულებლად გასატარებელ ღონისძიებათა თაობაზე“.

მიუხედავად ამისა, ატმოსფეროს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგისა და რეგიონული ეკოლოგიური ფონური მონიტორინგის კონცეპტუალური და მეთოდოლოგიური საკითხები დღემდე არ ყოფილა სერიოზული მეცნიერული კვლევის საგანი.

როგორც იყო აღნიშნული, ამ სისტემის ერთერთი უმთავრესი პრინციპი უნდა იყოს მისი კომპლექსურობა, რაც განაპირობებს ერთდროულ დაკვირვებათა წარმოებას, როგორც ატმოსფეროს ქიმიურ და რადიოაქტიურ შემცველობებზე, ისე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე, რომელის ნიმუშსაც, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მფარველობის ქვეშ არსებული, ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების (GAW) ქსელი წარმოადგენს.

II. ბარემოს ფართომასშტაბური დაბინძურების მონიტორინგის სისტემის მონაცემთა შებროვებისა და დამუშავების კონცეფცია

2.1. ატმოსფეროს ფონური დაბინძურების მონიტორინგის პროგრამის რეალიზაცია

ვინაიდან აღნიშნული მონიტორინგი მრავალფეროვანი ინფორმაციული სისტემის არსებობას ითვალისწინებს, იგი უნდა შედგებოდეს ისეთი ელემენტებისაგან, როგორცაა:

1. დაკვირვებათა წარმოება ატმოსფეროს ქიმიური და აეროზოლური, მათ შორის, რადიოაქტიური, ნივთიერებათა შემცველობებისა, რიგი მეტეოროლოგიური პარამეტრების დინამიკისა და ამინდის მოვლენების ცვლილებებზე;
2. ატმოსფეროს შედგენილობის ცვლილებების გამომწვევი ფაქტორების დადგენა და შეფასება;
3. ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილებების ტენდენციების შეფასება და პროგნოზირება.

ამ მონიტორინგის ერთერთი უმთავრესი პრინციპი მისი კომპლექსურობა, ერთდროულ დაკვირვებათა წარმოებას განაპირობებს ატმოსფეროს მინარევების შემცველობის ცვლილებებზე და მეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე.

აქედან გამომდინარე, იგი მიზნად უნდა ისახავდეს:

სათბურის აირების (CO_2 , CH_4 , N_2O) შემცველობის გაზომვებს;

- O_3 ის შემცველობაზე კონტროლის წარმოებას;
- ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის კონტროლს;
- აეროზოლების ფიზიკურქიმიური თვისებების კვლევას;
- სხვადასხვა აირების გარდაქმნის პროცესების შესწავლას;
- რადიონუკლიდების შემცველობის გაზომვებს;
- მეტეოროლოგიური პარამეტრების გაზომვებს და შედეგების ანალიზს;
- დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის რადიაციისა (ულტრაიისფერი გამოსხივების ჩათვლით) და ოპტიკური გამჭვირვალობის გაზომვებს.

ცნობილია, რომ სივრცობრივი გასაშუალოების მიხედვით შეიძლება განვასხვაოთ გლობალური, კონტინენტური, რეგიონული (ნაციონალური) და ლოკალური ცვლილებები ატმოსფეროს მინარევთა შედგენილობაში.

თითოეულ შემთხვევაში ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგები, განსახილველ ნივთიერებათა კონცენტრაციების მოცემულ პერიოდში გასაშუალოებულ მნიშვნელობების მდგრად სიდიდეებს წარმოადგენენ.

აქედან გამომდინარე, მინარევების კონცენტრაციათა ლოკალური ცვლილებები (მომატება), რა დიდი მნიშვნელობაც კი არ უნდა მივანიჭოთ მათ, არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება უშუალოდ რეგიონულ (მით უმეტეს გლობალურ) ეფექტებს მივაწეროთ.

პრაქტიკული თვალსაზრისით ყველაზე უფრო დიდ სირთულეებთან რეგიონული მონიტორინგის შესრულება არის დაკავშირებული, ვინაიდან ამა თუ იმ ნიშნებით გამოყოფილი რეგიონი, შესაძლოა, იქნეს ლოკალური ზონათა სიდიდის შესატყვისი.

აგრეთვე, გასათვალისწინებელია ატმოსფეროს მინარევთა შემცველობის დროის მიხედვით ცვლილებების ციკლური ხასიათი. მაგალითად: წლიური, სეზონური, თვიური ან დღეღამური. ამასთან, მათ, შესაძლოა, როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური თავისებურებები ახასიათებდეთ. ამის გამო, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება შენელებული, თანმიმდევრული ცვლილებების აღრიცხვას. აგრეთვე, დიდი მასშტაბებით გასაშუალოებული სიდიდეები, რომლებსაც გლობალური ან სხვა ხასიათი გააჩნია, უფრო დეტალურად უნდა შეისწავლებოდეს. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს რეგიონული

ეფექტების გამომხატველი მნიშვნელობათა შესწავლა, ვინაიდან რეგიონული კანონზომიერების ზღვრული მნიშვნელობები, რომელთა გამოვლენა უფრო სწრაფად და საიმედოდ ხდება, გლობალური და კონტინენტური კანონზომიერების პრედიქტორებად გვევლინებიან.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით განსახილველი მონიტორინგის სისტემის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს:

- ჰაერისა და ატმოსფერული ნალექების სინჯების შეგროვება და ქიმიური ანალიზის მონაცემთა, ე.ი. გაზომვების შედეგების, მიღება და შენახვა;
- დაკვირვებათა შედეგების ნახევარწლიური (წლიური) ანგარიშების მომზადება და გამოცემა;
- მონაცემთა ხარისხის შემოწმება ლაბორატორიული ცდების მიხედვით;
- მინარევთა ტრანსსაზღვრული გადატანისა და ატმოსფეროდან დალექვის მოდელის შემუშავება და პრაქტიკაში დანერგვა.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ამ მონიტორინგის ფუნქციონირება საერთაშორისო მიზნებსაც უნდა ითვალისწინებდეს.

მხოლოდ საყოველთაოდ მიღებულ პრინციპებზე შექმნილ მონიტორინგის სისტემაზე და უნიფიცირებულ მეთოდებზე დაყრდნობით შესრულებულ დაკვირვებებით და მისი შედეგების ანალიზით შეიძლება მიღებული მონაცემების შეპირისპირება და რეგიონულ (ნაციონალურ) და გლობალურ მასშტაბებში მიმდინარე პროცესების შეფასება. ამის შედეგად, მოცემული მონიტორინგის საშუალებით მიღებული ინფორმაცია საერთაშორისო გაცვლის საგანად წარმოგვიდგება. ხოლო დაკვირვების სადგურების შექმნა საერთაშორისო თანამშრომლობის ნიმუშს განასახიერებს.

ასეთი მონიტორინგის ნიმუშს, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (მმმ) მფარველობის ქვეშ არსებული, ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების (აგდ) ქსელი წარმოადგენს. მასში მრავალ ქვეყანაში არსებული ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილების მონიტორინგის ქსელია გაერთიანებული (ამჟამად, დაახლოებით, 200მდე სადგური). მათ შორის როგორც რეგიონალური, ისე გლობალური ეფექტების აღმრიცხველი სადგურებია წარმოდგენილი (გუნია, 2005; Kazuto Suda, 1997).

აღნიშნული მონიტორინგის პროგრამის რეალიზაცია ითვალისწინებს ისეთი დაკვირვებათა სადგურების ქსელის არსებობას, რომლებიც თავისი დანიშნულების მიხედვით საბაზო სადგურებად უნდა იქნენ მიჩნეულნი. ისინი ემსახურებიან ატმოსფეროს საწყის (საბაზო) მდგომარეობაზე ინფორმაციის მოპოვებას. ამიტომაც აუცილებელია მათი განლაგება სამრეწველო რაიონებიდან საკმაოდ დაშორებით, ე.ი. ადგილებში, სადაც ატმოსფეროს შედგენილობაზე უშუალო ზემოქმედება არ დაიკვირვება.

აღნიშნული ქსელის სადგურებზე დაკვირვებები ატმოსფეროს ფიზიკურ მახასიათებლებზე და სათბურის აირების კონცენტრაციაზე ერთიანი პროგრამით სრულდება (Report of the Eighth WMO Meeting of Experts on Carbon Dioxide Concentration and Isotopic Measurement Techniques, 1995). ამასთან, რეგიონული სადგურების დანიშნულებას სხვადასხვა ქვეყნების ცალკეული რეგიონების ან გეოგრაფიული რაიონების ატმოსფეროს ეკოლოგიური პირობების შესწავლა, ხოლო საბაზო სადგურებისას კი, ატმოსფეროს მინარევების გლობალური ფონის შესახებ დასაბუთებული დასკვნების გაკეთება წარმოადგენს.

ფონური სადგურების დანიშნულების თანახმად, მმოს მიერ გამოცემულ სახელმძღვანელოში (WMO Operations Manual for Sampling and Analysis Techniques for Chemical Constituents in Air and Precipitation, 1974) საბაზო სადგურების მიმართ გარკვეული პრინციპიალური მოთხოვნებია ჩამოყალიბებული. მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

- სადგურის მდებარეობის რაიონში, 100კმის რადიუსში, უახლოესი 50 წლის

განმავლობაში არ უნდა წარმოებდეს მიწათსარგებლობის მნიშვნელოვანი ცვლილებები;

- სასურველია, მისი იზოლირებულ კუნძულზე ან მთაში, ტყის ზოლის ზემოთ განლაგება;
- სადგურის მახლობლად ვულკანური მოქმედებისა და მტკრიანი ქარბუქის ნიშნები არ უნდა დაიკვირვებოდეს;
ატმოსფეროს დაბინძურების დამატებით წყაროს აცილების მიზნით, სადგურზე მხოლოდ ელექტროენერჯის გამოყენებაა დასაშვები, ხილო მომუშავე პერსონალის შტატი მინიმუმამდე უნდა იქნეს დაყვანილი.

შედარებით რბილი მოთხოვნებია წაყენებული რეგიონული სადგურების მიმართ. მაგალითად, ამ სახის სადგურების ადგილმდებარეობის მიმართ მხოლოდ მათი პერიფერიულ ზოლში, ქალაქებიდან და სამრეწველო რაიონებიდან, დაახლოებით, 50კმ დაშორებით განლაგებისა და სადგურების მახლობლად მიწის დამუშავების შეზღუდვის მოთხოვნის პირობებია წაყენებული.

ამრიგად, როგორც მოტანილი მეთოდური მოთხოვნები და პრაქტიკა გვიჩვენებენ (Гуния,1985), ატმოსფეროს მინარევების კონცენტრაციების გაზომვებთან დაკავშირებული ამოცანების გადაწყვეტის პროცესში, სინჯების რეპრეზენტატულობა და მისაღები ინფორმაციის სინამდვილესთან შესატყვისობა, ბევრად, დაკვირვების სადგურების ადგილმდებარეობის შერჩევის სისწორით განისაზღვრება.

ზემოაღნიშნული, რეგიონულ და გლობალურ დონეებზე კლიმატის ცვლილების ასპექტში საქართველოს რთულ ოროგრაფიულ და მეტეოროლოგიურ პირობებში, განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილებებზე დაკვირვების სისტემის სადგურების მდებარეობის განსაზღვრისას და რეგიონის ინდივიდუალური პირობების გათვალისწინების აუცილებლობას მოითხოვს.

მოცემული საკითხის გადასაჭრელად, ქვეყანაში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ვრცელი ისტორიული (დაახლოებით, 160 წელზე მეტი), ფიზიკაგეოგრაფიული და მეტეორილოგიური დახასიათებების მასალის (История и физикогеографическое описание метеорологических станций, 1965) ანალიზის შედეგად, 7 მეტეოროლოგიური სადგური იქნა შერჩეული (გუნია, 1998; 2001). ისინი თავისი მონაცემებით პრაქტიკულად სრულად აკმაყოფილებენ, რეგიონული და გლობალური (საბაზო) სადგურების მიმართ, მმოს ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების პროგრამაში ჩამოყალიბებულ მოთხოვნებს.

ამ სადგურების რიცხვს მიეკუთვნება:

- შავი ზღვის ნაპირზე ბათუმის ბოტანიკური ბაღი;
- სამხრეთ საქართველოში აბასთუმანი და როდიონოვკა;
- დასავლეთ საქართველოში მამისონის უღელტეხილი;
- აღმოსავლეთ საქართველოში გუდაური, ჯვრის უღელტეხილი და ყაზბეგიმალმთიანი.ФКТШЫТГДШ

ქვემოთ მოცემულია თითოეული მათგანის მოკლე სათანადო დახასიათება.

1. ბათუმის ბოტანიკური ბაღი (41°39'ჩ; 41°38'ა; 5 მ ზ.დ.)

ერთერთი დიდი ბოტანიკური ბაღი საქართველოში, გაშენებულია 1912წ, ბათუმში, დაახლოებით, 9კმ დაშორებით, ნახევარკუნძულზე “მწვანე კონცხი”. იგი 111 ჰას მთაგორიანი რელიეფის ფართობს მოიცავს. ბაღში სამი დენდროპარკი, კოლხეთის ტყის ნაკრძალი და ლანდშაფტურგეოგრაფიული პრინციპით შერჩეული 9 ფლორისტული განყოფილებაა. აქ ნოტიო სუბტროპიკული ჰავაა. იცის თბილი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. მთელი წლის განმავლობაში ქრის ზღვიური ქარები. ყველაზე ცივი და ყველაზე თბილი თვეების იანვრისა და აგვისტოს საშუალო

მრავალწლიური ჰაერის ტემპერატურა, შესაბამისად, 6,5 და 23,2°C უდრის, ხოლო მისი საშუალო წლიური მნიშვნელობა 14,5°C შეადგენს.

ატმოსფერული ნალექების ჯამი აღნიშნულ პერიოდებში, შესაბამისად, 281, 255 და 2718 მმს შეადგენს. ამასთან მრავალწლიური მაქსიმალური ტემპერატურა 41°C უდრის, ხოლო მინიმალური (9°C) ტოლია. ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე 1,8მ/წს უდრის. ხანგრძლივობა თოვლის საფარით 12 დღეს შეადგენს.

2. აბასთუმანი (41°45'ჩ; 42°50'ა; 1265 მ ზ.დ.)

სოფელი ადიგენის რაიონში. სამთოკლიმატური კურორტი მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, მდინარე ოცხის ხეობაში. იგი ქადიგენიდან 25კმ, ხოლო ქახალციხიდან (უახლოესი რკინიგზის სადგური) 28კმ დაშორებით მდებარეობს.

საშუალო წლიური ტემპერატურა 6,4°C, იანვრისა – (5,4)°C, ივლისისა კი, 17°C. ნალექების რაოდენობა წელიწადში 647მმს უტოლდება. ფარდობითი ტენიანობა, საშუალოდ, 77%ს აღწევს.

ამ რაიონში მდებარეობს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია, რომელიც 1932წ აბასთუმანში დაარსდა, ხოლო 1937წ იქნა გადატანილი ყანობილის მთაზე (1650მ ზ.დ.) აბასთუმნის მახლობლად.

აქ ატმოსფეროს მაღალი გამჭვირვალობა და სტაბილურობა ახასიათებს. მზიანი დღეების წლიური რაოდენობა, საშუალოდ, დაახლოებით, 250 აღწევს.

მეტეოროლოგიური სადგური აქ 1884წ ნოემბერში დაარსდა. დაკვირვებები 1906წმდე უწყვეტად ტარდებოდა, ხოლო 1907წ მხოლოდ 2 თვის დაკვირვებათა მასალა არსებობს. 1910წ ივლისიდან 1911წ თებერვლამდე სედგური არ მუშაობდა, ხოლო 1917წ სადგური საერთოდ იქნა დახურული. 1922წ შემოდგომას სადგური განახლდა, მაგრამ სისტემატური დაკვირვებები მხოლოდ 1925წ ოქტომბერში დაიწყო.

აბასთუმანზე გადის გზატკეცილი, რომელიც სამხრეთით ახალციხებათუმის გზას უერთდება, ხოლო ჩრდილოეთით, ზეკარის უღელტეხილის ტრასით, აჭარაიმერეთის ქედზე გადის დასავლეთ საქართველოში.

ხეობის შემომსახურავი მთის ფერდობები ხეობის ძირიდან, დაახლოებით, 500800მ აღწევს. აქ, აგრეთვე, რიგი სხვა ხეობა, დიდი და მცირე კონუსის მაგვარი მთების მადლობები და წამონაშეერები მდებარეობს. მთის ფერდობები და ქედები, ძირითადად, წიწვოვანი ჯიშის ხის მცენარეულობის სიუხვით ხასიათდება. განსახილველი რაიონის ხევებსა და ხეობებში გრუნტის წყლების სათავეების სიმრავლეა, მათ შორის ბევრია მინერალური წყაროებიც.

3. როდიონოვკა (41°28'ჩ; 43°52'ა; 2088 მ ზ.დ.)

დაბა როდიონოვკა მაღალმთიანი ტბის ფარავნის დაქანებული ნაპირის ფერდობზეა განლაგებული. აღნიშნული ტბა ნინოწმინდის რაიონში, ჯავახეთის ზეგანზე, აბულსამსარისა და ჯავახეთის ქედებს შორის ქვაბულში, ზღვის დონიდან 2070მზე, მდებარეობს.

სამსარის ქედი ფარავნის ტბას დასავლეთიდან ესაზღვრება, ხოლო ჯავახეთისაღმოსავლეთიდან. აღნიშნული ორივე ქედი მცირე კავკასიონის მთის სისტემაში შედის და სხვა მთიანი წარმონაქმნებთან ერთად, ჯავახეთის (ახალქალაქის) ზეგანის ერთიან ლანდშაფტურ ზონას ქმნის.

როდიონოვკა რელიეფის რბილი მოხაზულობით გამოირჩევა. ახლომდებარე მთების ფერდობები ცერად ეშვებიან ფარავნის ტბისკენ და ასეთივე დასახელების მდინარესკენ, რომელიც ტბის სამხრეთ ნაპირიდან გაედინება. ხის მცენარეულობა აქ, როგორც მთლიანად ახალქალაქის ზეგანზე, თითქმის არ შეიმჩნევა და ეს ადგილი, ძირითადად, მდელოთი არის დაფარული.

სოფელში ამუშავებენ მიწას (დაახლოებით 500700 კა) სადაც მოჰყავთ შვრია, ქერი და კარტოფილი.

ცხოველებიდან ჰყავთ მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი.

ფარავნის ტბიდან, დაახლოებით, 0,5 კმ დაშორებით, ზ.დ. 2200 მის სიმაღლეზე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის საცდელი ბაზა მდებარეობს. მისგან, დაახლოებით, 1,5 კმში განლაგებულია რადიონოვიკის რკინიგზის ბაქანი, სადაც 23 ვაგონიანი შემადგენლობის მატარებლის მოძრაობა დღეგამოშვებით სრულდება.

4. მამისონის უღელტეხილი (42°42'ჩ; 43°27'ა; 2854 მ ზ.დ.)

უღელტეხილი კავკასიონის მთავარ ქედზე, მდინარეების არდონისა (თერგის მარცხენა შენაკადი) და ჭანჭახის (რიონის მარცხენა შენაკადი) წყალგამყოფზე მდებარეობს.

მეტეოროლოგიური სადგური აქ გახსნილია 1932წ. ის განლაგებულია ქუთაისიალაგირის გზის გადასავალზე, კავკასიონის ზედა სარტყლის ზონაში.

აქაური რელიეფის მორფოლოგიურ შემადგენლობაში, უმთავრესად, მთავარი წყალგამყოფი ქედის ცალკეული მთები შედიან. ამ ცივისა და უდაბური ყინულოვანი რელიეფის მთების მწვერვალებს უმეტესად პირამიდული და მახვილი თავეები გააჩნიათ. ქვემოთ ამ ტიპის რელიეფი მთავრდება იქ, სადაც მუდმივ თოვლს და მყინვარს ცვლის მდინარი წყალი (ამ შემთხვევაში მდ.ჭანჭახი).

აქაური მცენარეულობა ალპურსა და სუბალპურ მდელოებს მიეკუთვნება. ტყეების ზონის ზღვარი ზ.დ. 20002200 მს აღწევს. ნიადაგი, კავკასიონის მაღალმთიანი ზონის მსგავსად, მთების ქანების ნამსხვრევებისაგან შედგება.

5. გუდაური (42°28'ჩ; 44°29'ა; 2197 მ ზ.დ.)

ეს პუნქტი კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ კალთაზე, ჯვრის უღელტეხილის სამხრეთით, საქართველოს სამხედრო გზაზე, ქვაზბეგიდან 35კმ დაშორებით მდებარეობს.

მეტეოსადგური აქ გაიხსნა 1870წს. მისი მოქმედების პერიოდებია:

18701873, 18871919 წბი და 1925 წდან ჩვენ დრომდე.

სამხრეთისა და სამხრეთაღმოსავლეთის მხრიდან გუდაურის ადგილმდებარეობა პლატოს მაგვარ შვერილს წარმოადგენს, ამავე მიმართულების მნიშვნელოვანი დახრილობით. მოცემული პლატო, რომელიც კაიშაურის ხეობის სახელწოდებით არის ცნობილი, დასავლეთიდან და სამხრეთიდან 600700მ სიღრმის ხეობით არის შემოსაზღვრული. მისი ფსკერი მდინარე თეთრი არაგვის ზედა დინების ქვის კალაპოტს წარმოადგენს. ამ ხეობის ჩრდილოეთი და, ნაწილობრივ, აღმოსავლეთი მხარეები მთებით და მათი ციცაბო ფერდობებით არის შემოსაზღვრული.

მთელი დაბა ალპურ უტყეო ზონას წარმოადგენს. სადგურის მახლობლად ნიადაგი მთის ქანების ნამსხვრევებით მიმოფანტულ მინდორს წარმოადგენს. აქ ზამთრის დასასვენებელი და სათხილამურო კომპლექსი მდებარეობს.

6. ჯვრის უღელტეხილი (42°30' ჩ; 44°27'ა; 2396 მ ზ.დ.)

უღელტეხილი ხევის კავკასიონის მთავარ ქედზე, მდინარეების ბიდარისა (თერგის მარჯვენა ნაკადი) და მთიულეთის არაგვის წყალგამყოფზე, ყაზბეგის რაიონში მდებარეობს.

მეტეოსადგური საქართველოს სამხედრო გზის გადასავლის უნაგირზე, კავკასიონის პარალელურად მდებარე, დავლეთმთიულეთის თხემზე არის განლაგებული.

იგი 1894წ არის დაარსებული. მისი მოქმედების პერიოდებია: 1894-1918წწი; 1949წ-დან თანამედროვე დრომდე.

ამ მაღალმთიანი ლანდშაფტური ზონის რელიეფის ძირითად მახასიათებელს შედარებით ზომიერი დანაწევრება წარმოადგენს, ცალკეული კონუსის მსგავსი ვულკანური წარმოშობის შევრილებით.

მეტეოსადგურიდან სამხრეთდასავლეთით 600მის დაშორებით მდინარე თეთრი არაგვის ღრმა ხეობა გადის. ხეობიდან დასავლეთით, დაველეთითიუღეთის თხემზე, შვიდი კონუსისმაგვარი მწვერვალია შემადგენელი, სახელწოდებით “შვიდი ძმა”. ჩრდილოეთის მხრიდან მდ.თერგის ქვის კალაპოტი მოჩანს. დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან მთების წვერვალები რამდენადმე დაშორებულია ერთმანეთისაგან, რითაც, დაახლოებით, 1კმ სიგანის უნაგირს ქმნიან. მასთან მისასვლელელები ნაკლებადაა დაქანებული, ამასთან, სამხრეთის მხარე უფრო დაქანებულია, ვიდრე ჩრდილოეთის.

მცენარეულობა მხოლოდ ბალახოვანია. მთელი მიმდებარე მხარე მაღალმთიანი ალპური ზონის მდებარეობს წარმოდგენილი.

ქვემოთ ხევში გრუნტის წყლების სათავეების სიმრავლეა. მათ შორის ბევრია “ნარზანის” ტიპის მინერალური წყლები.

7. ყაზბეგიმაღალმთიანი (42°40'ჩ; 44°39'ა; 3653 მ ზ.დ.)

მეტეოროლოგიური დაკვირვებები ამ სადგურზე 1933წის 1 ოქტომბერს დაიწყო, ხოლო 1942წ იქნა აგებული სადგურის სპეციალური კაპიტალური შენობა. იგი კავკასიონის ცენტრალურ ნაწილში, მარადიული თოვლის, მყინვარებისა და ფირნული ველების ზონაში მდებარეობს. ამ მაღალმთიან, ცივსა და უდაბნო ყინულოვან რელიეფს, ატმოსფეროს ზედა ფენების სივრცეს მიღწეული, მწვერვალები აკვირვებენ. მათ შორის უდიდესია მთა “მყინვარი” (ყაზბეგი). ყინულოვან ფონზე მაღალი მწვერვალების ფერდობები, უმთავრესად, მიუვალი, კლდოვანი და ციცაბოა.

სადგური, დაახლოებით, 1000მ² ფართობის მქონე მოედანზეა განლაგებული ყაზბეგის მთის მწვერვალის სამხრეთ ფერდობზე, რომელიც სადგურის მიდამოებს 1350მ სიმაღლიდან გადმოჰყურებს. მისი ტერიტორია მოფენილია ქვებით, კლდის ნამსხვრევებით და ღორღით. გარშემო და ქვემოთ 2000მ სიმაღლემდე ზ.დ., არავითარი მცენარეულობა არ ხარობს.

ქვემოთ, ცხრ. 2.1 და 2.2ში მოცემულია განსახილველი პუნქტების ზოგიერთი დამახასიათებელი მეტეოროლოგიური ელემენტების საშუალო მრავალწლიური სიდიდეები, რომლებიც გაანგარიშებულია ბოლო 50 წლის დაკვირვებათა მონაცემებით.

ცხრილი 2

ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ყველაზე ცივი და თბილი თვეებისა და წლიური ტემპერატურები, t°C

№№	პუნქტები	თვეები		საშ. წლიური	აბსოლუტური მინიმუმი
		იანვარი	აგვისტო		
1	ბათუმი	6,5	22,2	14,1	9,0
2	აბასთუმანი	5,4	18,3	6,4	32,0
3	როდიონოვკა	8,8	13,1	2,3	38,0
4	მამისონის უღელტეხ.	12,0	7,6	2,4	35,0
5	გუდაური	6,7	13,2	3,3	33,0
6	ჯვრის უღელტეხილი	11,4	10,3	0,2	38,0
7	ყაზბეგი მაღალმთიანი	14,4	3,6	5,8	38,0

ცხრილი 3

ზოგიერთი მეტეოელემენტის განაწილება მოცემულ პუნქტებზე

პუნქტები	გამეორებადობა, %									უდიდესი/უმცირესი ქარის სიჩქარე, მ/წმ		წელიწადში ნალექების ჯამი, მმ		ტოვლის საფარით დღეთა რიცხვი
	ქარის მიმართულების								შტილის					
	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ		იანვარი	ივლისი			
ბათუმი	2	3	15	16	19	11	26	8	48	2,5/0,5	2,2/0,5	2697	16	
აბასთუმანი	31	8	2	4	34	13	1	7	62	1,9/0,1	1,9/0,3	647	101	
რადიონოკა	24	16	6	21	13	10	4	6	58	7,6/1,8	5,6/1,9	640	153	
მამისონის უღელტეხ.	0	2	22	7	1	4	57	7	14	11,3/4,0	7,6/2,5	968	248	
გუდაური	26	14	19	9	8	7	10	7	72	4,3/0,5	2,8/0,2	1585	179	
ჯვრის უღელტეხ.	7	31	1	6	23	23	8	1	38	4,3/1,4	2,6/1,4	1537	218	
ყაზბეგი მაღალმთ.	1	1	3	1	1	4	83	6	41	13,2/2,7	7,8/2,7	1319	280	

ზემომოტანილი ცხრილების მონაცემები საშუალებას იძლევიან შევარჩიოთ ჩვენთვის ხელსაყრელი სადგურები და წინასწარ განვსაზღვროთ მოქმედების უკეთესი გზები.

ერცელი ფიზიკაგეოგრაფიული აღწერილობისა და მეტეორილოგიური დაკვირვებათა მონაცემების დამუშავების მასალის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ გლობალური შედეგების გამოსავლენად მიზანშეწონილია სადგურების ყაზბეგიმაღალმთიანი და მამისონის უღელტეხილის გამოყენება. ხოლო დანარჩენი ხუთი სადგური სავსებით აკმაყოფილებენ რეგიონული სადგურების მიმართ წაყენებულ პირობებს.

ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ქვეყნის ბუნების სიმდიდრე და ნაირსახეობა შესაძლებელს ხდის ადვილად მოიძებნოს სხვა ადეკვატური სადგური, მაგალითად, ბიოლოგიური ნაკრძალების სახით და ა.შ.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ზემომოტანილი მასალა ატარებს კონცეპტუალურ და მეთოდოლოგიურ ხასიათს. ის შეიძლება იქნეს აღქმული, როგორც მოქმედების თეორიული პროგრამა, თუმცა მისი გამოყენება პრაქტიკაზე დიდად წაადგება ადამიანის ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოს დაცვის საქმეს.

2.2. მონაცემთა რიგის საიმედოობის შეფასების საკითხების დამუშავება

2.2.1. მონაცემთა რეპრეზენტატულობა

მონიტორინგის შედეგად მოპოვებული საინფორმაციო მასალის რეპრეზენტატულობა განისაზღვრება, სულ მცირე, შემდეგი პარამეტრებით:

1). საინფორმაციო მონაცემების საიმედოობა:

$$\Delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \quad , \quad (1)$$

სადაც δ_1 – სინჯის შეგროვებისას დაშვებული მეთოდოლოგიური ცდომილება, δ_2 ლაბორატორიაში სინჯის ტრანსპორტირებისას დაშვებული ცდომილება, δ_3 სინჯის ანალიზისას დაშვებული სუბიექტური და ობიექტური ცდომილებები (ხელსაწყოს გამართულობა, რეაქტივების სიძველე, პერსონალის კვალიფიკაცია, უნიფიცირებული მეთოდების გამოყენება და ა.შ.);

2). საინფორმაციო მონაცემთა მასივის რეპრეზენტატულობა:

a) ერთეული გაზომვების რეპრეზენტატულობა;

b) საშუალო სიდიდეების (საშ.თვიური, საშ.წლიური) რეპრეზენტატულობა;

3). მიღებული შედეგების ადეკვატური ინტერპრეტაცია:

- a) - ინფორმაცია მსოფლიოში არსებულ მდგომარეობაზე;
- b) - ინფორმაცია რეტროსპექტულ მდგომარეობაზე ქვეყნის შიგნით.

ზემოაღნიშნული საკითხების დადებითად გადაჭრის მთავარი პირობაა მკვლევართა პერსონალის ადეკვატური კვალიფიკაცია.

2.2.2. დაკვირვებების მონაცემთა რიცხვისა და პერიოდის შერჩევის საკითხი

ატმოსფეროს დაბინძურების შესახებ ინფორმაციის განზოგადების ერთერთ მთავარ მომენტს, საშუალო მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის, დაკვირვებათა რიცხვისა და პერიოდის შერჩევა წარმოადგენს, რადგანაც პრაქტიკულად შეუძლებელია აღნიშნული საკითხის შესახებ ხანგრძლივი პერიოდის ინფორმაციის მატარებელი ერთგვაროვანი რიგის მიღება. კლიმატოლოგიაში ამ მიზნისათვის დაკვირვებათა ისეთი რიგები გამოიყენება, რომლებშიც ახალი გაზომვების მონაცემთა დამატებით საშუალო მრავალწლიური მახასიათებლები მცირედ იცვლებიან.

ატმოსფეროს დაბინძურების შესახებ მონაცემთა საშუალო მნიშვნელობის გაანგარიშებისას, ისევე, როგორც მეტეოროლოგიური ინფორმაციის დამუშავებისას, დიდი მნიშვნელობა აქვს კლიმატოლოგიურად ერთგვაროვანი დაკვირვებათა რიგების გამოყენებას. ამისათვის, პირველ რიგში, დაკვირვებათა საგუშაგოების ადგილმდებარეობა, მიმდებარე ტერიტორიის გაშენება და მინარევთა სინჯების აღებისა და კონცენტრაციების განსაზღვრის მეთოდები უცვლელი უნდა იყოს.

მაგრამ, ატმოსფეროს ეკოლოგიური მდგომარეობის კონტროლის ქსელში ყოველთვის არ მოიპოვება დაკვირვებათა ისეთი რიგი, რომელიც სრულად აკმაყოფილებს წარდგენილ მოთხოვნებს. ამის გამო, სხვადასხვა საგუშაგოზე მიღებული დაკვირვებათა პერიოდების გამოსარიცხად, ატმოსფეროში მინარევთა კონცენტრაციების სივრცულდროითი ცვლილებები და ამ ცვლილებათა შეპირისპირების შედეგები უნდა იქნენ შესწავლილი.

მრავალი წლის განმავლობაში გამოვლენილი ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური არაერთგვაროვნება განიხილება, როგორც საერთო ტენდენციის მაჩვენებელი სიდიდე ტრენდი. ამასთან, მისი დადგენისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კლიმატოლოგიურად ერთგვაროვანი მონაცემების გამოყენებას.

ქვეყანაში ეკონომიკური განვითარების გეგმების შემუშავების პროცესში და საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესებისთან დაკავშირებული პრაქტიკული ამოცანების გადაჭრისას, მეტეოროლოგიური პარამეტრებისა და ატმოსფერულ მინარევთა კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობები, შესაბამისი ცდომილებებით, შეიძლება იქნენ განსაზღვრულნი დროის მოცემულ ინტერვალში (არანაკლებ ერთი წლისა) შესრულებულ დაკვირვებათა მონაცემებით. ამასთან, ამ პერიოდის განმავლობაში მოცემული რეგიონისათვის მეტად დამახასიათებელი ამინდისა და გამონაბოლქვთა რეჟიმის პირობები უნდა დაიკვირვებოდეს.

როგორც ნებისმიერი მეტეოროლოგიური ელემენტის, ისე ჰაერის დაბინძურების დონის მახასიათებლები უნდა იქნენ უზრუნველყოფილნი საჭირო რაოდენობის საწყისი მონაცემებით.

იმისათვის, რომ დადგინდეს გენერალური ერთობლიობის ჭეშმარიტი \bar{x} საშუალოს შეზღუდული ამონაკრეფიდან მიღებული \bar{q} საშუალოს მნიშვნელობაზე შეცვლით წარმოქმნილი ცდომილების სიდიდე, სარგებლობენ ნდობითი ალბათობის გამოსახულებით:

$$P (\bar{q} - \bar{x }) < \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} = \alpha , \quad (2)$$

სადაც \bar{x} სტიუდენტის პარამეტრი, n ნდობითი ალბათობის მოცემული მნიშვნელობა, σ საშუალო კვადრატული გადახრა, ხოლო n დაკვირვებათა რიცხვია,

$$\bar{x} = \bar{q} \pm \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ 0,95 ტოლ ნდობით ალბათობას შეესაბამება $t=1,96$, მოცემული (2) და (3) ფორმულების თანახმად, $\sigma \approx q$ სათვის საშუალო სიდიდის 20%-ის ცდომილებით გათვლის უზრუნველსაყოფად დაკვირვებათა რიცხვი 100-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

$\sigma \approx 2q$ შემთხვევაში კი, საჭიროა მათი რაოდენობის გაოთხეკეცება, ხოლო, თუ $\sigma \approx 0,5q$, შესაბამისად, 25მდე უნდა იქნეს შემცირებული.

გამომდინარე იქიდან, რომ ამონაკრევის მეზობელ წევრთა შორის კავშირი არ არსებობს, საშუალო მნიშვნელობის გასაანგარიშებლად მოცემული სიზუსტით, აუცილებელია საჭირო ინფორმაციის რაოდენობის გადიდება მამრავლით $\sqrt{(1+r(\tau)) / 1 - r(\tau)}$, სადაც $r(\tau)$ დაკვირვებათა შორის დროის ინტერვალში ნორმირებული კორელაციური ფუნქციის მნიშვნელობაა (Борисенко, 1966). ამიტომ, ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე დაკვირვებათა მონაცემების დასამუშავებლად, საჭიროა დროითი კორელაციური ფუნქციის სახისა და ამ მამრავლის მნიშვნელობის განსაზღვრა სხვადასხვა პარამეტრებისათვის.

ნაშრომში (Безуглая, 1980) მოცემულია, რომ დაკვირვებათა ვადებს შორის 3 საათიანი ინტერვალისათვის აღნიშნული კორელაციის კოეფიციენტი, დაახლოებით, 0,8 ტოლია, ხოლო 9 და 15 საათის ინტერვალისათვის ის, შესაბამისად, 0,7 და 0,55 შეადგენს. ამრიგად, დაკვირვებათა ვადის უკანასკნელი პერიოდისათვის მინარევთა კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობის გაანგარიშების სიზუსტის ასამაღლებლად, პირველთან შედარებით, თითქმის 2ჯერ მეტი მოცულობის ინფორმაციის ფლობაა აუცილებელი, ხოლო ამერიკელ მეცნიერთა ვარაუდით (Air quality criteria for sulphur oxides, 1969) კარგი შედეგების მისაღწევად ეს ციფრი უნდა მნიშვნელოვნად გაიზარდოს.

2.2.3. დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური შეფასების საკითხი

ატმოსფეროს დაბინძურების დონის შესახებ ინფორმაციის დამუშავების მთავარ ამოცანას საშუალო მაჩვენებლების მიღება წარმოადგენს, რომლებიც ხანგრძლივი პერიოდის, საერთოდ, თვის ან წლის, მინარევთა კონცენტრაციებს ახასიათებენ.

ვინაიდან მინარევთა კონცენტრაციები შემთხვევითი სიდიდეების ერთობლიობის სახით განიხილებიან, ასეთ მაჩვენებლებად შემთხვევითი სიდიდეების ჩვეულებრივი სტატისტიკური მახასიათებლები განიხილებიან. მათ შორის კონცენტრაციების საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები, დისპერსია, ვარიაციის კოეფიციენტები და, აგრეთვე, სხვადასხვა სიდიდის კონცენტრაციების განმეორებადობა განიხილება.

მინარევთა არათანაბარი განაწილება მოწისპირა ჰაერში მათი ატმოსფეროში გაფანტვის ერთერთ მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს.

უმთავრესად ეს განპირობებულია ატმოსფეროში მიმდინარე ტურბულენტური დიფუზიის პროცესებით. ტრანსსასაზღვრო გადატანების გამო, ამას, აგრეთვე, ხელს უწყობს მინარევთა კონცენტრაციების ფონური ველის ფორმირება. უკანასკნელი კი, რელიეფისა და მეტეოროლოგიურ პირობებზე დამოკიდებულებით, რიგი წყაროების გამონაბოლქვთა ურთიერთ ზედდებითა და გადანაწილებით არის გამოწვეული. ამასთან ერთად, როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, მინარევების გაბნევის ხასიათსა და კონცენტრაციების სიდიდეებზე მნიშვნელოვან გავლენას მაგნი მინარევთა წყაროებისა და საკვლევი რაიონების ურთიერთმდებარეობა ახდენს.

ზემოაღნიშნულის შედეგად, ცალკეულ საკვლევ რაიონში მინარევთა კონცენტრაციების ველების განაწილებაში ხანმოკლე პულსაციები აღინიშნება, რაც აძნელებს ჰაერის დაბინძურების შეფასებას მისი პროგნოზის დასამუშავებლად. ამის გამო, ატმოსფეროს დაბინძურებაზე დაკვირვებათა მასალების სისტემატიზაციისა და განზოგადოების პროცესში, მათი საკმარისი საიმედოების საკითხი წამოიჭრება, რაც დაკვირვებათა მასალების სტატისტიკური შეფასების აუცილებლობას იწვევს.

რადგანაც მინარევთა კონცენტრაციების სიდიდეებს მხოლოდ დადებითი მნიშვნელობები გააჩნიათ, მათი განაწილება ყოველთვის ასიმეტრიულია. ამიტომაც მიღებულია, რომ ატმოსფეროს მინარევთა კონცენტრაციების განმეორებადობათა განაწილების აღსაწერად შეიძლება გამოყენებული იქნას ლოგარითმულ ნორმალური კანონი (Александров, Гуния и Коньков, 1974; Безуглая, 1969). ასეთ შემთხვევაში, თანახმად (Гумбель, 1965)სა, მინარევთა კონცენტრაციების საშუალო მნიშვნელობის \bar{q} , მისი დისპერსიისა σ^2 და ვარიაციის კოეფიციენტის V ანალიზური ფორმულები ქვემოთ მოცემულ გამოსახულებებს ღებულობენ:

$$\bar{q} = m \exp(s^2/2), \quad (4)$$

$$\sigma^2 = m^2 \exp s^2 (\exp s^2 - 1), \quad (5)$$

$$V = \sigma / \bar{q} = \sqrt{\exp s^2 - 1}, \quad (6)$$

ამ ფორმულებში s და m ლოგარითმულნორმალური განაწილების პარამეტრებს წარმოადგენენ.

ატმოსფეროს დაბინძურების ზრდასთან ერთად მატულობს \bar{q} –ს კვადრატული გადახრაც. ამასთან V ს სიდიდე, რომელიც ახლოსაა ერთთან, პრაქტიკულად არ უნდა იცვლებოდეს.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ჰაერის სინჯების ფიზიკაქიმიური ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემების საიმედოობა.

2.3. საინფორმაციო მასალის არაერთგვაროვნების გამორიცხვის ხერხი

ქვეყანაში ეკოლოგიური მდგომარეობის შესახებ დიდი რაოდენობის მრავალფეროვანი საწყისი ინფორმაციის არსებობამ, ამ მდგომარეობის სწორი შეფასების მწვავე მოთხოვნა გამოიწვია.

პრაქტიკამ დაგვარწმუნა, რომ ეს შეფასებები უნდა შეიცავდნენ, სხვადასხვა პერიოდისა და სივრცული მასშტაბის გასაშუალოებით მიღებულ, ინფორმაციას ბუნებრივ გარემოში მინარევთა კონცენტრაციების სივრცულდროითი განაწილებისა და მათი ცვლილებების შესახებ. მაგრამ ამ საკითხის გადაჭრა დაკავშირებულია რიგ მნიშვნელოვან სიძნელებებთან. ერთერთი მათგანი განპირობებულია იმით, რომ, როგორც ზემოთ ითქვა, ატმოსფეროში მიმდინარე გადატანისა და ტურბულენტური დიფუზიის პროცესები, მინარევთა გავრცელებისას მიწისპირა ჰაერის ფენაში, მათ არათანაბარ განაწილებას უწყობენ ხელს.

მინარევთა კონცენტრაციების განაწილება საკვლევ გარემოში ბევრად არის დამოკიდებული მათი ფიზიკაქიმიურ თვისებებზეც. მაგალითად, დანარჩენ ყველა სხვა თანაბარ პირობებში, ნახშირუანგის კონცენტრაციების მნიშვნელობები ატმოსფეროში, ძირითადად, მიწისპირა ფენაში მიმდინარე ჰაერის მასების გადატანისა და ტურბულენტური შერევის პროცესებით რეგულირდება. ატმოსფერული მტვრის, მათ შორის, რადიოაქტიურისა, კონცენტრაციის სიდიდეები, იგივე პირობებში, გარდა აღნიშნულისა, გრავიტაციული ჩამოცვენით, ხოლო

გოგირდოვანი აირის – ჟანგით და სხვა შენაერთებში ტრანსფორმაციით რეგულირდებიან. ამასთან, გოგირდოვანი აირის სხვა შენაერთებში გადასვლის სიჩქარე მზის რადიაციის ინტენსივობაზე, აზოტის ჟანგეულებისა და ოზონის არსებობაზე და ჰაერის ტენიანობაზე არის დამოკიდებული მნიშვნელოვნად.

ზემოაღნიშნულის გამო, საკვლევ რაიონების ცალკეულ პუნქტებზე და დროის სხვადასხვა მონაკვეთებში მინარევთა კონცენტრაციების ვეილის განაწილებაში შეიძლება მნიშვნელოვანი გადახრები იქნეს აღრიცხული.

გარდა ამისა, ატმოსფეროს მინარევები ხასიათდებიან კონცენტრაციების ფართო დიაპაზონით: დაწყებული მიკროგრამის ნაწილებიდან – ათეულ მილიგრამამდე ჰაერის 1მ³ მოცულობაში, რაც, ხშირად, მათი განსაზღვრის ცდომილებების ზრდისა და მიღებულ მონაცემთა ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაციის გაძნელების მიზეზი ხდება.

ამის გამო, დაკვირვებათა მასალის ინტერპრეტაციისა და ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების გასაადვილებლად და ზემოგანხილული პირობებით წარმოქმნილი მონაცემთა არაერთგვაროვნების აღმოფხვრის მიზნით, ჩემს მიერ იქნა შემოტანილი, საკვლევი გარემოს მოცემული ნივთიერებით K_i და საშუალო ჯამური (საერთო) K , დაბინძურების მაჩვენებლების ცნებები (Гуния С.и Гуния Г.,1977; Гуния,1985). მათი საანგარიშო ფორმულები ქვემოთაა მოცემული:

$$K_i = \frac{q_i}{\sum K_i}, \quad (7)$$

$$K = \frac{q_{ix}}{n}, \quad (8)$$

სადაც q_i და q_{ix} – შესაბამისად, გარკვეულ სივრცესა და დროში გასაშუალოებული i -ური ნივთიერების კონცენტრაცია და მისი შესატყვისი მანორმირებელი სიდიდეა. უკანასკნელის რანგში მოცემული მინარევის საშუალო მრავალწლიურ კონცენტრაციას ვღებულობთ, ხოლო n – მინარევთა რიცხვია.

გარდა ამისა, უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენების საშუალებით, მინარევთა წლიური საშუალო კონცენტრაციების მნიშვნელობათა ცვლილებების გამომსახველი წრფის განტოლებისა და ამ ცვლილებათა ტენდენციების ან ტრენდის განსაზღვრა არის შესაძლებელი. უკანასკნელის გამოსათვლელ ფორმულას, რომელიც ხუთწლიან ციკლში ბოლო წლის ცვლილების შეფასების საშუალებას იძლევა პირველ წელთან შედარებით, შეიძლება შემდეგი სახე მიეცეთ:

$$T = \frac{1}{10M_1} [(2M_5 + M_4) (2M_1 + M_2)] \cdot 100\% , \quad (9)$$

სადაც, T – ატმოსფეროში მოხვედრილი მავნე მინარევთა ცვლილების ტენდენციაა, პროცენტებში, ხოლო $M_1 - M_5$ – გამონაბოლქვთა რაოდენობებია 1 5ე წლების ინტერვალში.

როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, ჩემს მიერ შემოტანილი ნორმირების მეთოდი მონაცემთა არაერთგვაროვნების გამორიცხვისა და ატმოსფეროს მინარევთა ჯამური ზემოქმედების შედეგად მიღებული ეკოლოგიური მდგომარეობის (დატვირთვის) შეფასების საუკეთესო საშუალებას იძლევა.

III. გარემოს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების, მათ შორის რადიოაქტიური ნივთიერებით, მონიტორინგის ჩვენს მიერ შემუშავებული ზოგიერთი

უახლესი მიღობა

3.1. ფიონური მოვლენების ზემოქმედება კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე

დასავლეთ საქართველოს რეგიონის კლიმატური თავისებურებათა შესახებ ჯერ კიდევ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში ცნობილი მეცნიერების ა.ციმერმანის და ა.ვოეიკოვის მიერ იყო აღნიშნული. ეს თავისებურება განპირობებულია მრავალი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორებით, მათ შორის: რეგიონის გეოგრაფიული მდებარეობით, ოროგრაფიით, ატმოსფერული პროცესებით და სხ. (Воейков А.И.,1898; Гуния С.У.,1958; Фигуровский И.В.,1905).

ცალკეული აღნიშნული პარამეტრის დეტალურ ანალიზს განსახილველი რეგიონისთვის დიდი პრაქტიკული და მეცნიერული მნიშვნელობა გააჩნია. მაგრამ, განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, ჩვენთვის განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს განაწილების თავისებურებათა კვლევა იმ “ტრადიციული” მეტეოროლოგიური ელემენტებისა, რომლებიც, სხვადასხვა წყაროებიდან მავნე მინარევთა ემისიების რაოდენობის მუდმივობის პირობებში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე და ჩვენთვის ცნობილია, როგორც “საშიში მეტეოროლოგიური პირობები”. მათ რიცხვს მიეკუთვნება: ტემპერატურის მიწისპირა და წამოწეული ინვერსიები; ჰაერის უძრაობა; ნისლიანობა; ღრუბლიანობა; ქარის ”საშიში” სიჩქარეები და მიმართულებები, რომელის დროსაც მავნე ნივთიერებები ამოფრქვევის ადგილებიდან საცხოვრებელ და რეკრეაციულ რაიონებში გადაიტანება.

როგორც ზემოთაა ნაჩვენები (ცხრ.1), ეს საკითხი ჩვენს მიერ (გუნია,2005) საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი. ხოლო, ამჯერად, გვინდა შევეხოთ ისეთ შეუსწავლელ საკითხს, თუ მსგავსებაში არ მივუღებთ ჩვენს შრომებს (Gunia G. et al. 2008; Гуния Г.и др., 2008; Гуния Г. и др., 2010; გუნია გ., ცქვიტინიძე ზ., 2010), როგორსაც ატმოსფეროს დაბინძურების დონეზე ფიონური მოვლენების გავლენა წარმოადგენს.

ფიონური მოვლენების ნიშნების რიგს მთებიდან ბარში შედარებით თბილი ქარების დაბერვა მიეკუთვნება, ფარდობითი ტენიანობის შემცირებისა და ქვედა იარუსების ღრუბლების გაფანტვის თანხლებით. ამასთან ფიონები ქედების ქარზურგა მხარეზე ჰაერის ნაკადის დამავალი მოძრაობის შედეგად ვითარდებიან. ამას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰაერის ნაკადის მიერ მთების ქედების გადავლისას ციკლონის სისტემაში, მისი მთის ქედების ზედაპირის მახლობლად გადაადგილებისას, ფერდობებიდან ჰაერის ნაკადის შეწოვის პროცესის განვითარებით (Гуния С.У.,1958).

აღსანიშნავია, რომ კოლხეთის დაბლობი ფიონური მოვლენების განვითარების ხელშემწყობი პირობების მქონე რეგიონის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს. ამას აქ გარემომცველი მთების თავისებურება განაპირობებს.

უნდა ითქვას, რომ, საზოგადოდ, ამ რაიონის ოროგრაფია კლიმატწარმომქმნელ ფაქტორს წარმოადგენს. ის ამიერკავკასიის დასავლეთით მდებარეობს და სამი მხრიდან გარშემორტყმულია მთების ქედებით:

ჩრდილოეთით – დიდი კავკასიონის ქედების მასივები 30004000 მის სიმაღლით;

სამხრეთით მცირე კავკასიონის ქედები, დაახლოებით, 2000 მის სიმაღლით;

აღმოსავლეთით – ლიხის (სურამის) ქედი, 9002500 მის სიმაღლეების ფარგლებში, რომელიც დიდი და მცირე კავკასიონის ქედებს აერთებს. ხოლო დასავლეთის მხრიდან კოლხეთის დაბლობი შავი ზღვით არის შემოსაზღვრული.

დიდი და მცირე კავკასიონის მასივები დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, ცენტრალურ ნაწილამდე, ურთიერთ შესაყრელად მიმართულ სისტემას ქმნიან.

ამის შედეგად კოლხეთის დაბლობს სამკუთხედის ფორმა გააჩნია, ლიხის ქედის მთისწინს მიკვრული წვერით და შავი ზღვის სანაპირო ზოლით წარმოსახული ფუძით.

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობი დასავლეთით, შავი ზღვის მხრიდან, ხოლო აღმოსავლეთით, ლიხის ქედიდან, არის ღია ჰაერის მასების შემოჭრისათვის.

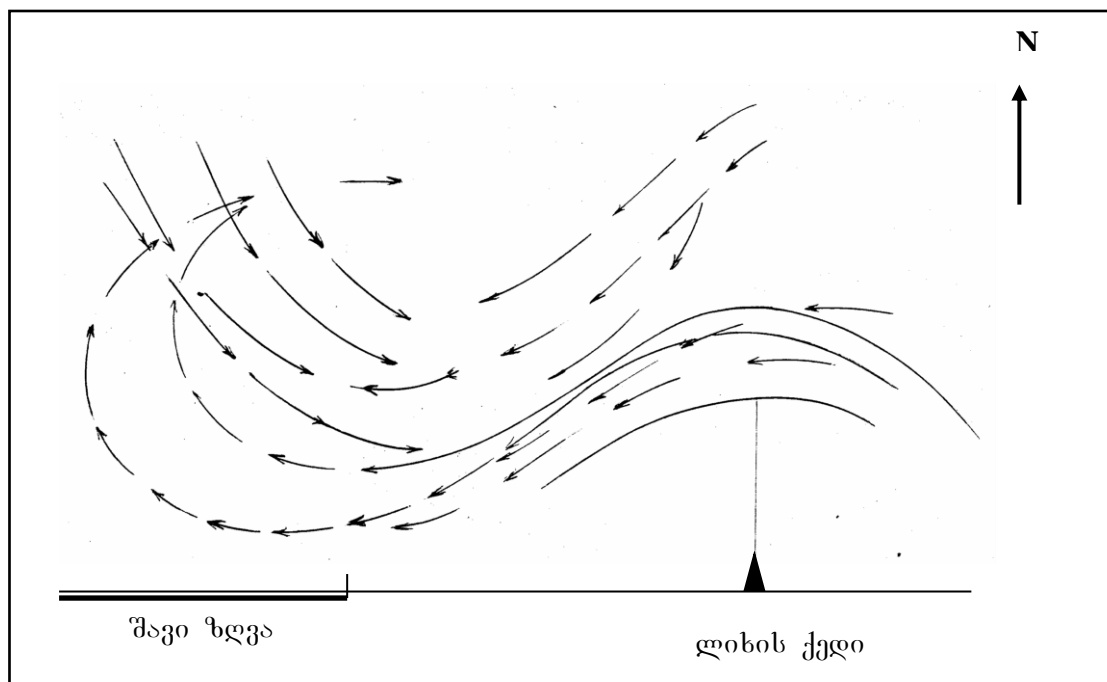
საშუალოდ, ამ ქარების გამეორებადობა განსახილველ ტერიტორიაზე 42 და 53% შეადგენს, შესაბამისად. ამასთან, კოლხეთის დაბლობზე აღმოსავლეთის ქარების განვითარებისას, აღნიშნული ოროგრაფიული თავისებურებები განსაკუთრებული ცირკულაციური რეჟიმის დამყარებას იწვევენ, რასაც ფიონური მოვლენები (მაღლიდან ჰაერის მასების დაშვება) ახლავთ თან.

ამ პროცესის დინამიკა გამოიხატება იმაში, რომ აღნიშნული რეგიონის თავზე 2530 მ/წმის სიჩქარეს მიღწეული აღმოსავლეთის ქარების დამყარების პირობებში, ატმოსფეროს ქვედა ფენებიდან შავი ზღვის მიმართულებით ჰაერის მასების ინტენსიური გამოტანა წარმოებს, აქედან გამომდინარე, ყველა ნეგატიური შედეგებით: მაგალითად, როგორცაა სხვადასხვა წარმოშობის მავნე ნივთიერებათა ემისიების შეწოვა და გადატანა შორ მანძილზე კოლხეთის დაბლობის მთელ პერიმეტრზე.

ჰაერის ნაკადის აღნიშნული დანაკარგის აღდგენა ატმოსფეროს ქვედა 2კმ-იან ფენაში, როგორც ჩანს, შესაძლებელია მხოლოდ უფრო მაღალი ფენებიდან მაკომპენსირებელი დამავალი მოძრაობის არსებობის პირობებში (Чоговаძე И., 1982).

გარდა ამისა, საკვლევ რეგიონში განვითარებულია ჰაერის ადგილობრივი ცირკულაცია, რაც ზღვისა და სანაპირო ზოლის ტემპერატურებს შორის არსებული სხვაობით არის გამოწვეული და ცნობილია ბრიზების სახელწოდებით.

აღნიშნული მოვლენები ყველა პირობებს ქმნიან იმისათვის, რომ კოლხეთის დაბლობზე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის დინება ჩაკეტილ სისტემას წარმოადგენდეს. ეს კი, მოცემული ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში, ფართომასშტაბური გადატანების შედეგად, მავნე მინარევებით დაბინძურებულ ჰაერის ნაკადის ციკლურ მიმოქცევას განაპირობებს (ნახ.1).



ნახ.1. კოლხეთის დაბლობზე ფიონური მოვლენების პირობებში ჰაერის ნაკადის ციკლური მიმოქცევის პრინციპული სქემა

დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა პუნქტებში წელიწადის განმავლობაში დღეთა რიცხვი ფიონების თანხლებით ფართო დიაპაზონში მერყეობს. ამასთან, ფიონური ეფექტი ლიხის ქედიდან დაშორებით მცირდება და ქლესელიძის მიდამოებში მას შესუსტებული ხასიათი აქვს. მაგალითად, გაგრამში ის საშუალოდ 23, ხოლო ლესელიძეში – 8 დღეს შეადგენს (Корძახия Р., 1982). მათი მაქსიმალური რიცხვი ზამთრის პერიოდზე მოდის, მინიმალური კი, ზაფხულში აღირიცხება. ფიონური ქარების სიჩქარე, საშუალოდ, 10მ/წმ შეადგენს, მაგრამ ცალკეულ შემთხვევაში ის 1520 მ/წმ აღემატება. ამასთან ჰაერის ტემპერატურის მომატება 29°C ფარგლებში მერყეობს, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში მან შეიძლება 15°C გადააჭარბოს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გვინდა პირველად მკვლევართა და პრაქტიკოსთა ყურადღება მივაპყვრად ისეთ არაორდინალურ მეტეოროლოგიურ მოვლენას, როგორსაც ფიონური ქარების და ბრიზების არსებობის პირობებში კოლხეთის დაბლობზე ჰაერის ცირკულაციური მიმოქცევა წარმოადგენს.

ატმოსფეროს დაბინძურების სიდიდეზე ზეგავლენის მიხედვით ეს მეტეომოვლენა კოლხეთის დაბლობის რეგიონში “საშიში მეტეოროლოგიური პირობების” რანგში უნდა იქნეს აყვანილი. ამასთან, მისი გათვალისწინება ატმოსფეროს რეგიონალური დაბინძურების შეფასებისა და პროგნოზირების გაუმჯობესების საშუალებას მოგვცემს.

ამროგად, ჩვენი ჰიპოთეზის თანახმად, დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ფიონებისა და ბრიზების არსებობის პირობებში ადგილი აქვს ატმოსფერული ჰაერის ცირკულაციურ მიმოქცევას (ნახ.1). ამასთან, დაბინძურებული ჰაერის ეს მიმოქცევა მოცემულ ტერიტორიაზე, შესაძლოა, რამოდენიმე დღის განმავლობაში გაგრძელდეს,

რაც მოცემული ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში მავნე მინარევთა კონცენტრაციის მნიშვნელოვან ზრდას განაპირობებს.

აქედან გამომდინარე, სავსებით ადეკვატური იქნება ჩვენი დასკვნა, თუ ვიტყვით, რომ, ფიონური მოვლენების არსებობის შედეგად, კოლხეთის დაბლობი ატმოსფეროს ფართომასშტაბური (ტრანსსასაზღვრო) დაბინძურების მიმართ წარმოადგენს მნიშვნელოვნად მგრძობიარე (მოწყველად) ტერიტორიას.

ასეთი დასკვნის გაკეთების ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფიონური მოვლენების პროცესში, ლიხის ქედიდან შავი ზღვის მიმართულებით დაქანებისას, თბილი ჰაერის ნაკადი ზღვასთან მიახლოებისას იშლება, სუსტდება და, ვინაიდან მისი ტემპერატურა აღემატება ადგილობრივი ჰაერის ტემპერატურას, ძირითადად, მიემართება მიწისპირა ატმოსფერული ჰაერის ზედა ფენებისკენ. ხოლო ფიონური მოვლენების გახანგრძლივებისას, იქიდან ეშვება ატმოსფეროს დაბალ ფენებში და განმეორებით ერთვის განხილულ მოძრაობაში და ა.შ.

ამას თუ დაუმატებთ ბრიზული მოვლენების არსებობის ეფექტებს საკვლევ რეგიონში, ნათელი ხდება განსახილველი საკითხის მნიშვნელობა აღნიშნული რეგიონის ეკოლოგიური მდგომარეობისთვის.

3.2. ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციაგარემოს დაბინძურების ინდიკატორი

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში გეოფიზიკის მეცნიერებაში ახალი მიმართულება – ატმოსფეროს ქიმიის ჩამოყალიბდა. მის კვლევის ერთერთ მნიშვნელოვან საგანს, ანთროპოგენური წარმოშობის აეროზოლური შემადგენლით, მათ შორის, რადიოაქტიურით, ატმოსფეროს დაბინძურების შესწავლა წარმოადგენს.

აღსანიშნავია, რომ ატმოსფერული ნალექების (წვიმის წყლის და თოვლის) შედგენილობა იმ აეროზოლების კონცენტრაციითა და ფიზიკურქიმიური თვისებებით არის განპირობებული, რომლებშიც იგულისხმება, როგორც, ჰაერის

მასათა ურთიერთშერევის პროცესში, ღრუბლის წვეთების მიერ მიტაცებული, ისე ამ წვეთების კონდენსაციის ბირთვებად წარმოდგენილი ნაწილაკები (Gunia and Kartvelishvili, 1999; Gunia et al., 1998; Steinhardt and Fassbender, 1979; Yadav and Mishra, 1979).

ამრიგად, ნალექების მინერალიზაციის კვლევის შედეგებით, ანთროპოგენური აეროზოლების მაკრომასშტაბურ გადატანებზე და ატმოსფეროსა და დედამიწის ზედაპირის დაბინძურებაში, მათი წვლილის შეფასებაზე შეიძლება მსჯელობა (Гуния и Абуладзе, 1981; Gunia et al., 2002; Dalar, 1979; Duce et al., 1979; Schlesinger et al., 1974; Struempfer, 1976).

ანთროპოგენური წარმოშობის კონდენსაციის ბირთვების საუკეთესო მაგალითს ქლორის, გოგირდის, ბრომის, ლითონური და რადიოაქტიური მინარეგების შემცველი აეროზოლები წარმოადგენენ. გარდა ამისა, ამ ელემენტების მიერთებით, ინერტული მინერალური მტვრის ნაწილაკები აქტიურ კონდენსაციის ბირთვებად გარდაიქმნებიან. ამ ნაწილაკების კონცენტრაციების ცვლილებები ატმოსფეროში მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ ღრუბლების ჩამოყალიბების პროცესებზე და ნალექების რეჟიმზე (Гуния, 1983; Гуния С. и Гуния Г., 1976). ამასთან, არა მარტო, აიტკენისა და მსხვილი ბირთვების სახით წარმოდგენილ, ნაწილაკთა ზომების სპექტრის მაღალდისპერსულ აეროზოლთა ნაწილს უკავია დიდი როლი, არამედ 1030 და 31200მკმ დიამეტრის მქონე, გიგანტურ და ზეგიგანტურ ნაწილაკებსაც ენიჭება მაღალი მნიშვნელობა. ასეთი ნაწილაკთა რაოდენობა ატმოსფეროში ფართო დიაპაზონში იცვლება და მათი რიცხვობრივი კონცენტრაციები ჰაერში 0,1 30 ნ/ლ ფარგებში მერყეობს, რაც დამოკიდებულია მიწისპირა საფარზე, აეროზოლების წყაობზე და მიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროს ზონდირების სიმაღლეზე (Селезнева, 1966; Эльмесов и Степанов, 1979). ამ ნაწილაკთა კონცენტრაცია, რომელთა შორის ორგანული წარმოშობის ნაწილაკები, დაახლოებით, 30% შეადგენენ, ღრუბლებს ზევით გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მათ ქვემო ნაწილში, რაც, ძირითადად, ჩამორეცხვის მექანიზმის მოქმედებითაა განპირობებული (Гуния, 1978; 1985).

ამრიგად, როგორც ირკვევა, ატმოსფერული ნალექები დიდად უწყობენ ხელს ნივთიერებათა მიმოქცევას ბუნებაში და ატმოსფეროს თვითგასუფთავების ძირითად მექანიზმთან ერთად, დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენენ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის ერთერთ უმთავრეს საგანს წარმოადგენს. ამასთან, შესაძლებელია გამოყენება ინფორმაციისა, როგორც მათი მინერალიზაციისა, ისე ლითონური და რადიოაქტიური მიკრომინარეგების შემცველობის შესახებ.

მიუხედავად იმისა, რომ ცნობები ნალექებში ლითონური მინარეგების შემცველობაზე ატმოსფეროს დაბინძურების ფართო სპექტრის ასპექტებზე მსჯელობის საშუალებას იძლევა, რაც მკვლევართა დიდ ინტერესს განაპირობებს, საქართველოში ასეთი სახის კვლევებმა განვითარება ვერ ჰპოვა და მათ მხოლოდ ეპიზოდური ხასიათი აქვთ (გუნია, სვანიძე და ქართველიშვილი, 1998; Gunia et al., 2002).

როგორც ზემოთ ითქვა, ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობა ბევრად არის განპირობებული იმ აეროზოლების შედგენილობით, რომელთა წყაროდ შეიძლება იყოს ბუნებრივი წარმოშობის ნაწილაკები. ამათ ემატებათ ანთროპოგენური წარმოშობის პროდუქტები, რომელთა ფიზიკაქიმიური თვისებები ძალზე რთულია, ხოლო წილი ატმოსფეროს დაბინძურებაში მზარდი ტემპებით მატულობს (Гуния, 1978). გარდა ამისა, დიდი მნიშვნელობა მეტეოროლოგიურ პირობებს ენიჭება, რომლებიც არა მარტო ატმოსფერული ნალექების რაოდენობაზე, ხასიათსა და განაწილებაზე, არამედ ჰაერის მასების გადატანის

სიჩქარეზეც და მიმართულებაზეც ახდენენ მნიშვნელოვან გავლენას. ზემოაღნიშნულის გამო აეროზოლური ნაწილაკთა კონცენტრაციები, ბუნება და ყოფაქცევა უცვლელი არ რჩება. მნიშვნელოვნად იცვლება, აგრეთვე, მათი ინტეგრალური მახასიათებლები ატმოსფეროს სვეტში და გეოგრაფიული განაწილება. ყველაფერი ეს ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემცველობის მნიშვნელოვან ცვალებადობას განაპირობებს და მათი მინერალიზაციის განმსაზღვრელი ძირითადი ნივთიერებების კონცენტრაციები, ერთსა და იმავე რაიონის შიგნითაც კი, სინჯიდან სინჯამდე, საკმაოდ ფართო ფარგლებში მერყეობენ (Гуния и Цквितिшვი, 2007).

ცხრილი 4

ატმოსფერული ნალექების ძირითადი იონების სხვადასხვა პერიოდებში გასაშუალოებული კონცენტრაციების მნიშვნელობების საშუალო კვადრატული გადახრები, (%)

ძირითადი იონები	გასაშუალოების პერიოდები		
	ერთჯერადი	მრავალწლი-ურისაშ. თვიური	მრავალწლიური საშ. წლიური
SO ₄ ²⁻	95	47	14
Cl	98	40	12
NO ₃	35	35	11
HCO ₃	79	42	12
NH ₄ ⁺	99	49	15
Na ⁺	80	40	12
K ⁺	89	53	16
Mg ²⁺	98	49	14
Ca ²⁺	61	28	8
Σi	58	30	9

ზემოაღნიშნულით აიხსნება ცხრ.4-ში მოტანილი ერთჯერადი სინჯების ანალიზის მონაცემთა საშუალო კვადრატული გადახრების გაანგარიშებების შედეგები, რომლებიც 9960% ის ფარგლებში მდებარე ცდომილებებზე მიუთითებენ.

მაგრამ, როგორც კვლევებმა გვიჩვენა (Гуния, 1985), გასაშუალოების პერიოდების ზრდასთან ერთად მცირდება საშუალო სიდიდეების კვადრატული გადახრების მნიშვნელობები. ამიტომ მონაცემთა საიმედობის გადიდების მიზნით აუცილებელი ხდება გასაშუალოების პერიოდების გაზრდა. ასე მაგალითად, მრავალწლიური საშუალო თვიური კონცენტრაციების ცდომილებები 3050% შეადგენენ, ხოლო მათი მრავალწლიური საშუალო წლიურების ცდომილება 815% მდე მცირდება. ამასთან, ატმოსფეროს მინარევთა კონცენტრაციების განაწილების საიმედო შეფასებისა და მეცნიერილად დასაბუთებული დასკვნების გასაკეთებლად საჭირო აღმოჩნდა, დაახლოებით, არანაკლებ 510 წლის დაკვირვებათა მასალის ფლობა.

3.3. ატმოსფერული ნალექებით დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილ მავნე ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასების მეთოდი

გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგის შესრულებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ატმოსფეროში დანაწევრებულ მავნე მინარევთა დედამიწის ზედაპირზე დალექილ ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასებებს. ამის შედეგად დიდად ეწყობა

ხელი დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის დეგრადაციისა და გაუდაბნობის პროცესებს, რითაც ქვეყნის ეკონომიკას მნიშვნელოვანი ზარალი ადგება.

აღნიშნულთან დაკავშირებით დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილ მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასებები იწვევს მზარდ ინტერესს.

ცნობილია, რომ ატმოსფეროს დაბინძურების საკითხები მჭიდროდაა დაკავშირებული ბიოსფეროს შენარჩუნების პრობლემებთან.

თუ ატმოსფეროს მაგნე მინარეგებიდან “თვითგასუფთაების” უნარი გააჩნია, დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული ნივთიერებები საკმაოდ დიდი ხნით რჩებიან იქ, რაც მათი რაოდენობის პერმანენტულ ზრდას განაპირობებს. ამის გამო, ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად, პირვანდელზე უფრო საშიში ქიმიური შენაერთების ფორმების მიღებაა მოსალოდნელი. აღნიშნული ვითარება, ხშირად, დედამიწის ზედაპირის მნიშვნელოვანი გაუარესების მიზეზი ხდება, რაც გაუდაბნობის ხელშემწყობი პირობების შექმნასა და შავი ზღვის აუზის არეალში ნიადაგის, ზღვისა და მტკნარი წყლის ნეგატიური ცვლილებების შექმნას უწყობს ხელს. მაგრამ, მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციის შესწავლას დიდი ყურადღება ეთმობოდა, ასეთი ინფორმაციის მიღება შეუძლებელი იყო, ვინაიდან ამ სახის დაკვირვებები სპეციალური მეთოდებისა და ხელსაწყოების შემუშავებას მოითხოვდა.

საკითხის გადასაჭრელად, ჩვენს მიერ, ატმოსფერული ნალექების ჯამისა და მათში საკვლევი მინერალური ნივთიერების კონცენტრაციების მნიშვნელობებით, ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერების რაოდენობის გასაანგარიშებლად იქნა მიღებული ქვემოთ მოცემული ფორმულა (გუნია და სხ., 1998):

$$M = qH \cdot 10^3 \frac{\text{ტ}}{\text{კმ}^2 \text{წლ}}, \quad (10)$$

ამ ფორმულაში M ტ/კმ^2 ფართობზე 1 წლის განმავლობაში ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერების რაოდენობაა ტონებში, q მოსულ ნალექებში ამ ნივთიერების საშუალო წლიური კონცენტრაციაა მგ/ლ, H კი ერთი წლის ნალექების ჯამია მმში. მოცემული ფორმულის დახმარებით იქნა გაანგარიშებული კავკასიის სხვადასხვა პუნქტზე მიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალურ ნივთიერებათა, რაოდენობები (ცხრ.5).

ცხრილი 5.

კავკასიის სხვადასხვა პუნქტის ქვეფენილ ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობის შეფასებები, (ტ/კმ²წლ)

პუნქტები	გასაშუალოების პერიოდი	ნივთიერებები					H, მმ
		SO ₄ ²⁻	Cl	HCO ₃	Na ⁺	Σi	
აბასთუმანი	19821987	4,8	1,4	6,1	1,2	18,2	683,0
გუდაური	19721978	6,9	2,2	11,1	1,2	29,7	1396,5
სევანი	19821987	5,1	1,3	5,6	1,0	17,0	647,0
სოხუმი	19721978	7,5	3,0	7,0	1,6	26,1	1556,3
სოხუმი	19821987	11,8	3,0	9,5	2,5	35,2	1658,4
ჩაქვი	19721978	13,3	7,8	13,3	3,0	49,0	2545,2
ჩაქვი	19821987	14,9	6,5	13,0	4,4	50,2	2564,9
თბილისი	19721978	7,6	1,6	5,2	1,2	21,8	650,0
თბილისი	19821987	5,6	1,4	8,2	0,9	22,1	542,2
ციმლიანსკი	19821987	5,6	1,5	3,7	1,1	15,5	429,3

მიღებული მონაცემების ანალიზისას უნდა აღინიშნოს, რომ ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის კვლევამ განსაკუთრებული ყურადღება ატმოსფეროს მინარევების მაკრომასშტაბურ გადატანებთან დაკავშირებულ პრობლემების წარმოქმნამ განაპირობა.

მაგალითად, სკანდინავიის ქვეყნებში ატმოსფეროს დაბინძურების პერმანენტული მატებით სტიმულირებულ, სამეცნიერო კვლევებში (Brosset, 1976; Dovland et al., 1976) წარმოდგენილი შედეგებით მტკიცდება, რომ ამ ქვეყნებში 1015 წლის განმავლობაში SO_4^{2-} იონების კონცენტრაციების 24 მგ/ლ ით მატება ტრანსსაზღვრულ გადატანით არის გამოწვეული. ამასთან, ამ ნივთიერების მოსული მაქსიმალური რაოდენობა, დაახლოებით, 4 ტ/კმ²წლ შეადგენდა. როგორც ავტორები იუწყებიან, ამის შედეგად ნალექებთან ერთად მიიღება გოგირდის შენაერთების ის რაოდენობა, რომელიც დიდ ზიანს აყენებს საკვლევი ტერიტორიის ქვეყნების ტყისა და თევზის მეურნეობებს. გარდა ამისა, ნაშრომში (Петренчук, 1979) ლიტვასა და ბელარუსიაში სულფატების ჩამორეცხვის რაოდენობები, რომლებიც 7 და 10 ტ/კმ²წლ აღწევენ, შესაბამისად, ძალზე მაღალ მნიშვნელობებზე არიან მიხნეულნი. განხილული მონაცემების შეპირისპირება ცხრ.5ში მოტანილ სიდიდეებთან საბაბს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ კავკასიის რეგიონებში, და კერძოდ საქართველოში მოსული ნალექებით ატმოსფეროდან მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ზიანის მომტანი, მინერალური ნივთიერებათა დიდი რაოდენობა ჩამორეცხება რომელთა წყარო, შესაძლოა, მეზობელ ქვეყნებში უნდა ვეძებოთ.

დაბოლოს, აღსანიშნავია, რომ საკვლევი რეგიონის ბიოსფეროზე ამ მოვლენის ნეგატიური ზემოქმედების სრული სურათი და ხასიათი ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე გაცნობიერებული. მაგრამ უკვე ნათელია (Gunia et al., 2002), რომ მის რიგშია ისეთი მოვლენები, როგორიცაა: ქვეყნილი ზედაპირის დაჟანგვა და გამლაშიანება; ნიადაგიდან მცენარეულობისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებათა გამოტუტვა და მისი მასტაბილიზირებელი აგენტების გამოყვანა; მძიმე ლითონების შემცველობის ტოქსიკურ დონემდე მომატება; გაუდაბნობა და ა.შ.

3.4. ნალექების რაოდენობასა და მინერალიზაციის სიდიდის შორის ურთიერთკავშირების სტატისტიკური ასპექტების შეფასებები

როგორც იყო აღნიშნული, მინარევთა აეროზოლური შემადგენლისაგან ატმოსფეროს თვითგასუფთავების პროცესში მთავარი როლი ნალექებს ეკუთვნით. იგი, ძირითადად, აეროზოლების ნაწილაკებზე ღრუბლის წვეთების კონდენსაციური ზრდით და, შედარებით უფრო ნაკლებად, უკვე ჩამოყალიბებულ წვეთებსა და თავისუფალ ნაწილაკთა შორის კოაგულაციური პროცესებით განისაზღვრება. ამიტომ, მინერალიზაციის შემცირების ფაქტი, ნალექთა რაოდენობის მატებისას, ეჭვს არ უნდა იწვევდეს. რაზედაც (Супаташвили, 1973; Петренчук, 1979) სამეცნიერო ნაშრომებშია მითითებული. მაგრამ, როგორც კვლევები ადასტურებენ (Гуния и Абуладзе, 1981; Gunia et al., 1988), ატმოსფეროს დაბინძურების თანამედროვე პირობებში ასეთი მტკიცება ყოველთვის არ არის მართებული და ამ საკითხზე ცალსახად პასუხის გაცემა გაძნელებულია და იგი დამატებით სპეციალურ კვლევებს მოითხოვს.

აღნიშნული საკითხის გასაშუქებლად გამოყენებულია ორ შემთხვევით, ცვლად სიდიდეებს შორის დამოკიდებულების სტატისტიკური ანალიზის მეთოდები. ამასთან, პრედიქტორად იქნა მიღებული ნალექების საშუალო თვიური ჯამი $H, \text{მმში}$, ხოლო პრედიქტანტად მათი, შესაბამისად გასაშუალოებული, მინერალური ნივთიერებათა იონების ჯამი Σi , მგ/ლში. საქართველოს ტერიტორიაზე განლაგებული პუნქტებისათვის აღნიშნული ანალიზის ძირითადი შედეგები ცხრ.6შია მოცემული.

ნაღველების რაოდენობაზე იონთა ჯამის კონცენტრაციების დამოკიდებულების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები

დაკვირვებათა პუნქტები	სტატისტიკური მახასიათებლები					
	n	σ_H	$\sigma_{\Sigma i}$	$\sigma_{\Sigma iH}$	$r_{H\Sigma i}$	$b_{\Sigma iH}$
სოხუმი	12	37,0	2,9	2,7	0,36	0,03
“-”	43	55,6	7,3	7,1	0,23	0,03
ჩაქვი	12	36,0	3,4	3,0	0,51	0,02
“-”	41	132,9	6,8	6,2	0,39	0,02
თბილისი	12	21,0	9,9	6,7	0,72	0,34
“-”	30	23,1	20,5	17,7	0,45	0,40
გუდაური	12	39,7	3,6	3,4	0,19	0,02
“-”	38	66,9	7,1	9,4	0,19	0,02

განსახილველ ცხრილში მოცემულია, თანმიმდევრობით: აღნიშნული პარამეტრების საშუალო კვადრატული გადახრები σ_H და $\sigma_{\Sigma i}$; რეგრესიის ხაზიდან ემპირიული წერტილების გაფანტვის სიდიდეები $\sigma_{\Sigma iH}$; კორელაციისა და რეგრესიის კოეფიციენტები $r_{H\Sigma i}$ და $b_{\Sigma iH}$, შესაბამისად. ამასთან, განსახილველი პუნქტების პირველ ხაზზე მოცემულია მითითებული პარამეტრების მნიშვნელობები, რომლებიც საკვლევ ცვლად სიდიდეთა მრავალწლიური საშუალო თვიური მნიშვნელობების შიდაწლიური სვლის სტატისტიკურ კავშირებს ასახავენ. მომდევნო სტრიქონში კი მოცემულია, განსახილველი ცვლადი სიდიდეების, n წყვილი ცალკეული დაკვირვებებით მიღებული, ამონაკრეფის რიგებიდან გათვლილი პარამეტრები.

როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, ყველა განსახილველ პუნქტზე, გუდაურის გამოკლებით, კორელაციისა და რეგრესიის კოეფიციენტების უარყოფითი მნიშვნელობა აღინიშნება, რაც ამ პუნქტებზე საკვლევ პარამეტრების უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაზე, ხოლო გუდაურში კი პირდაპირპროპორციულობაზე მეტყველებს. ამასთან, დისპერსიული ანალიზით სოხუმის, ჩაქვისა და გუდაურისთვის გაანგარიშებული კორელაციის კოეფიციენტების უმნიშვნელობა და მათი შემთხვევითად მიღების შესაძლებლობა დადგინდა. ხოლო, პირსონის კრიტერიუმით ჩატარებული შემოწმების საფუძველზე შეგვიძლია იმის მტკიცება, რომ თბილისში მოსული ნაღველებისა და მათი მინერალიზაციის მახასიათებელ იონთა ჯამების მრავალწლიური საშუალო თვიური მნიშვნელობებს შორის დამოკიდებულება ნორმალურისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდება.

როგორც გამოთვლებმა გვიჩვენა, ეს დამოკიდებულება კარგად აისახება განტოლებით:

$$\Sigma i = 51,9 - 0,34H \quad , \quad (11)$$

სადაც Σi და H , შესაბამისად, იონებისა და ნაღვეთა ჯამების მრავალწლიური საშუალო თვიური მნიშვნელობებია.

მრავალწლიური დაკვირვებებით მიღებულ, დამოუკიდებელ მასალაზე დაყრდნობით შესრულებულმა სტატისტიკურმა შემოწმებებმა დაადასტურეს ზემომოტანილი შედეგების სისწორე.

განსახილველი საკითხის კვლევისას, მნიშვნელოვან ინტერესს იწვევს მოსული ნაღველებისა და მათ მიერ ქვეფენილ ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობებს შორის კავშირების დადგენა.

ამ საკითხის დამუშავების მიზნით, კავკასიის ტერიტორიაზე მდებარე პუნქტებზე შესრულებული მრავალწლიური დაკვირვებათა მონაცემებით იქნა გაან-

გარიშებული, ცხრ.7ში მოტანილი, საკვლევ სიდიდეებს შორის კავშირების შეფასების სტატისტიკური მახასიათებლები.

მოცემულ ცხრილში წარმოდგენილია, თანმიმდევრობით: n საკვლევ პარამეტრთა რიგებში მათი საშუალო წლიური მნიშვნელობების რაოდენობა; M და H ქვეყნულ ზედაპირზე ჩამორეცხილი საკვლევ მიწერაღური ნივთიერების იონთა და მოსული ნალექთა ჯამების n რაოდენობის წლების საშუალო წლიური მნიშვნელობები; σ_M და σ_H , შესაბამისად, ამ წყვილის საშუალო კვადრატული გადახრები; r_{HM} კორელაციის კოეფიციენტები; F_r კორელაციის კოეფიციენტის სიდიდის შემფასებელი პარამეტრი; σ_{MH} რეგრესიის წრფისა და დაკვირვებათა მონაცემებს შორის თანხმობის შეფასებები. ხოლო, ამ ცხრილის ბოლო სტრიქონში კავკასიის რეგიონის დაკვირვებათა პუნქტებზე, მთლიანად, მოსული ნალექებისა და შესაბამისი იონთა ჯამების კონცენტრაციების საშუალო მრავალწლიური სიდიდეების შესაბამისი სტატისტიკური პარამეტრებია მოტანილი.

ცხრილი 7.

კავკასიის ტერიტორიის ატმოსფერული ნალექებისა და ჩამორეცხილ მიწერაღური ნივთიერებათა რაოდენობებს შორის სტატისტიკური კავშირების მახასიათებლები

მინ-არევი	სტატისტიკური პარამეტრები							
	n	M , ტ/კმ ² წლ	H , მმ	σ_M	σ_H	r_{HM}	F_r	σ_{MH}
SO ₄ ²⁻	10	8,3	1270	3,67	810,0	0,70	7,69	2,61
Cl	—	3,0	—	2,38	—	0,82	16,30	1,36
HCO ₃	—	8,3	—	3,35	—	0,80	14,22	2,01
Na ⁺	—	1,8	—	1,15	—	0,81	15,53	0,67
Σi	—	28,5	—	12,63	—	0,87	25,25	6,19
Σi	—	26,1;მგ/ლ	—	8,12	—	0,71	8,07	5,77

როგორც ცხრ.7ის მონაცემებიდან გამომდინარეობს, განსახილველ ცვლად სიდიდეებს შორის კარგი ურთიერთკავშირი აღინიშნება. ამაზე კორელაციის კოეფიციენტების მაღალი მნიშვნელობები და F_r პარამეტრის სიდიდის 1% იანი მნიშვნელობის დონის ზევით განლაგება მიუთითებს. ცხრილის მონაცემებიდან აღსანიშნავია კორელაციის კოეფიციენტების დადებითი მნიშვნელობები (ბოლო სტრიქონში მოცემულის გამოკლებით), რაც ჩამორეცხილი ნივთიერებათა მასებისა და მოსული ნალექების რაოდენობათა შორის პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაზე მიუთითებს. ხოლო, ბოლო სტრიქონის მონაცემები საკმაოდ მაღალი მნიშვნელობის უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაზე მეტყველებს, რაც კარგად ეთანხმება ცხრ.6 ძირითად შედეგებს.

ამრიგად, ცხრ.7ის მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნალექების რაოდენობის ზრდა დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მიწერაღური ნივთიერებათა აბსოლუტური რაოდენობის მატებას განაპირობებს, ხოლო მათი ფარდობითი მნიშვნელობები (კონცენტრაციები) კი, ამ შემთხვევაში, კლებულობენ.

ზემომოტანილი შედეგები, სხვადასხვა რეგიონის ბუნებრივი გარემოს დატვირთვის ან ატმოსფეროს დაბინძურებით მიყენებული ზარალის შეფასებისას რიგი კორექტივის შეტანას მოითხოვს. უმთავრესად ეს ატმოსფეროს მინარეგების ჩამორეცხვის შედეგად ქვეყნული ზედაპირის დაბინძურების შეფასებებს ეხება.

დასკვნა

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს ტრანსსახზღვრო დაბინძურების, მათ შორის, რადიოაქტიური ნივთიერებებით, მონიტორინგის ძირითადი ამოცანებისადმი მიძღვნილ საკითხთა ფართო წრე. ამასთან, რიგი ეკოლოგიური ხასიათის შეფასებები და მეთოდური საკითხების დამუშავების შედეგებია მოცემული. მათ შორისაა:

მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემებისა და ფიზიკურგეოგრაფიულ თავისებურებათა ანალიზის საფუძველზე მიღებული, საქართველოს რიგ რაიონში მინარევთა გაფანტვისა და დაგროვების პირობების განმსაზღვრელ მეტეოროლოგიურ ელემენტთა გამეორებადობის შეფასებები. ამასთან, გაკეთებულია დავასკვნა, რომ, განსახილველ ტერიტორიაზე მეტეოროლოგიური პირობების პრაქტიკულად ერთგვაროვნების მიუხედავად, სხვადასხვა რაიონებისათვის ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თავისი გამეორებადობით. ეს კი მათი ნეგატიური ზემოქმედების შეფასების საშუალებას იძლევა;

არსებული მდგომარეობის ანალიზი და პრიორიტეტის მიზანის კვლევა,

რომელიც საშუალებას იძლევა დავასკვნათ, რომ: განსაკუთრებული აქტუალობით გამოირჩევა გარემოს მდგომარეობაზე სპეციალიზებული დაკვირვების სისტემის შექმნა, რომელიც კლიმატის ცვლილების ანთროპოგენური ეფექტების გამოვლენაზე და გარემოს დაბინძურების, მათ შორის, რადიოაქტიური ნივთიერებებით, შედეგების პრევენციაზე იქნება ორიენტირებული; ამის გამო, საჭირო ხდება ახალი, მრავალკომპონენტური და კომპლესური მონიტორინგის სისტემის მეთოდოლოგიური და პრაქტიკული საფუძვლების დამუშავება; ახალი მონიტორინგის სისტემის ერთერთი უმთავრესი პრინციპი უნდა იყოს მისი კომპლექსურობა, რაც განაპირობებს ერთდროულ დაკვირვებათა წარმოებას, როგორც ატმოსფეროს ქიმიურ და რადიოაქტიურ შემცველობებზე, ისე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პარამეტრებზე, რომელის ნიმუშსაც, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მფარველობის ქვეშ არსებული, ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების (GAW) ქსელი წარმოადგენს;

ქვეყანაში არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების ვრცელი ისტორიული ფიზიკაგეოგრაფიული და მეტეოროლოგიური დახასიათებების მასალის ანალიზის შედეგად, მონიტორინგის სადგურების შერჩევა, რომლებიც თავისი მონაცემებით პრაქტიკულად სრულად აკმაყოფილებენ, რეგიონული და გლობალური (საბაზო) სადგურების მიმართ, მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ატმოსფეროს გლობალური დაკვირვების პროგრამაში ჩამოყალიბებულ მოთხოვნებს;

მონაცემთა რიგის საიმედოობის შეფასების საკითხების დამუშავება;

მონაცემთა რეპრეზენტატულობა;

დაკვირვებების მონაცემთა რიცხვისა და პერიოდის შერჩევის საკითხი;

დაკვირვებათა მონაცემების სტატისტიკური შეფასების საკითხი, რომელიც საშუალებას იძლევა შევაფასოთ ჰაერის სინჯების ფიზიკაქიმიური ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემების საიმედოობა;

ინფორმაციული მასალის საიმედოობის შეფასების და ატმოსფეროს დაბინძურების ინტეგრალური მახასიათებლის (მაჩვენებლის) გამოსათვლელი ფორმულები, რომლებიც ჩვენს მიერ იქნა შემოტანილი იმ მოსაზრებით, რომ მათ შემთხვევითი რხევებისკენ ნაკლები მიდრეკილება გააჩნიათ, ხოლო მიღებული შედეგები მაღალი საიმედოობით ხასიათდებიან;

ფიონური მოვლენების ზემოქმედების განხილვა კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, რის შედეგად გაკეთებულია ორიგინალური მტკიცებულება იმის შესახებ, რომ, ფიონური მოვლენების არსებობის შედეგად, კოლხეთის დაბლობი ატმოსფეროს ფართომასშტაბური

(ტრანსსასაზღვრო) დაბინძურების მიმართ მნიშვნელოვნად მგრძობიარე (მოწყველად) ტერიტორიას წარმოადგენს;

მტკიცებულება, რომ ატმოსფეროს ტრანსსასაზღვრო დაბინძურების მონიტორინგის ერთერთ უმნიშვნელოვანეს ნაწილს ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა წარმოადგენს. ამასთან ნაჩვენებია, რომ საჭირო ინფორმაციის მაღალი სიზუსტით მისაღებად, აუცილებელია შესაბამისი დასკვნები არანაკლებ 35 წლის დაკვირვებათა მონაცემებით შესრულებულ კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით იქნეს გაკეთებული;

ნალექების რაოდენობასა და მინერალიზაციის შორის დამოკიდებულების შეფასების შედეგები, რომლებმაც გვიჩვენა, რომ სხვადასხვა რაიონისთვის ამ პარამეტრებს შორის მჭიდრო ცალსახა სტატისტიკური კავშირი არ არსებობს და იგი მხოლოდ ქალაქების რაიონში მოსული ნალექებისთვის დაიკვირვება. ამასთან, დადგენილია, რომ მისი აღწერა შესაძლებელია წრფივი რეგრესიის განტოლებით, რომელიც მოცემულ პარამეტრებს შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულების არსებობაზე მიუთითებს. ამასთან, პირველად არის დაფიქსირებული, რომ სამრეწველო რაიონებიდან დაშორებულ ადგილებში, როგორცაა ზღვისპირეთი და მთიანი რაიონები, აღნიშნული დამოკიდებულების არსებობა არ დასტურდება;

პირველად ავტორის მიერ მიღებული, ატმოსფეროდან ჩამორეცხილი მავნე ნივთიერებათა რაოდენობის გასაანგარიშებელი ფორმულა, რომელიც ატმოსფერულ ნალექებში ამ ნივთიერებათა კონცენტრაციისა და მოსულ ნალექთა სიდიდეების მონაცემებს ეყრდნობა;

პირველადაა გამოვლენილი, ქვეფენილ ზედაპირზე ჩამორეცხილ მავნე მინარევთა და ატმოსფერული ნალექების რაოდენობებს შორის მჭიდრო სტატისტიკური კავშირის არსებობა, მაღალი მნიშვნელობის დადებითი კორელაციის კოეფიციენტით, რაც დიამეტრულად განსხვავდება ზემოთ განხილული მავნე მინარევთა კონცენტრაციებისა და მოსულ ნალექთა რაოდენობებს შორის გამოვლენილი კავშირებისაგან.

აღნიშნული საკითხის გადაჭრას დიდი ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან, თუ ატმოსფეროს “თვითგასუფთავების” უნარი გააჩნია, დედამიწის ზედაპირზე მოსული მინარევები დიდი ხნით რჩებიან იქ, რაც მათი რაოდენობის პერმანენტულ ზრდას განაპირობებს. ხოლო ბუნებაში მიმდინარე ქიმიური პროცესების შედეგად ისინი, ხშირად, პირვანდელზე უფრო საშიშ ფორმებს ღებულობენ. ეს კი ქვეფენილი ზედაპირის მნიშვნელოვანი გაუარესების მიზეზი ხდება, რის შედეგადაც ნიადაგის, ზღვისა და მტკნარი წყლის ნეგატიური ცვლილებები არის მოსალოდნელი.

აღსანიშნავია, რომ რიგი განხილული საკითხის კვლევას დიდი ხნის ისტორია არ გააჩნია და მოითხოვს მათ დაზუსტებასა და გაფართოებას.

აგრეთვე, დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ატმოსფეროს დაბინძურების შეფასების მეთოდების სტანდარტიზაციისა და უნიფიცირების საკითხებს.

გარდა ამისა, ფიონური პროცესების განვითარებისას, ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებიდან ჰაერის ნაკადით მინარევთა გადატანისა (ტრანსსასაზღვრო დაბინძურებისა) და კოლხეთის დაბლობზე ატმოსფეროში მათი განაწილების დასადგენად, მათემატიკური და აეროდინამიკური მოდელირების მეთოდების განვითარებაა საჭიროა.

დასასრულ, უნდა აღინიშნოს, რომ წინამდებარე კვლევათა შედეგები მიუთითებენ დიდ შესაძლებლობაზე და, ამასთან ერთად, მკვლევართა პასუხისმგებლობაზე ამ განსაკუთრებით მნიშვნელოვან სამეცნიერო და პრაქტიკულ ამოცანების გადაწყვეტაში.

შესრულებული კვლევის შედეგები ადამიანთა ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის უსაფრთხოებისკენ მიმართული თეორიული და პრაქტიკული საკითხის დამუშავების პროცესში გამოიყენება.

ისინი არაერთხელ იყო მსჯელობის საგანი ქვეყნის შიგნით და საზღვარგარეთ ჩატარებულ საერთაშორისო კონფერენციებზე (გუნია გ., სვანიძე ზ., 2011; გუნია გ., სვანიძე ზ., 2011; გუნია გ. და სხ., 2011; გუნია გ. და სხ., 2010; Гуния Г.С. и др., 2010; გუნია გ., სვანიძე ზ., 2010; Gunia G., Tskvitinidze Z., 2009; Гуния Г. и др. 2008; და სხ.).

ნაშრომს გააჩნია გეოფიზიკური, ეკოლოგიური, მეტეოროლოგიური, კლიმატოლოგიური და ჰიგიენური მნიშვნელობები.

ლიტერატურა

1. გუნია გ., სვანიძე ზ. **2011.** კლიმატის ცვლილებისა და ბუნებრივი გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის ფაქტორების მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის საიმედოობისა და ერთგვაროვნების ძირითადი საკითხების შესახებ. საერთაშორისო კონფერენციის „გარემო და გლობალური დათბობა“ (მიძღვნილი აკადემიკოს თეოფანე დავითაიას დაბადებიდან 100 წლისთავისადმი) შრომები, თბილისი, თსუ, 15–17/09/2011 – გვ. 4552.
2. გუნია გ., სვანიძე ზ. **2011.** ბუნებრივი გარემოს ეკომეტეოროლოგიური მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის საიმედოობისა და ერთგვაროვნობის ძირითადი საკითხების შესახებ. /საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენციის “ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები” თბილისი, 27 29/09/2011 მოხსენებათა კრებული სტუს ჰმის შრომები, 2011, ტ. 117, გვ., 118121.
3. გუნია გ., სვანიძე ზ., გერსამია ა., სვანიძე ლ. **2011.** ბუნებრივი გარემოს კომპლექსური მონიტორინგის საკითხების დამუშავება ქვეყნის საინვესტიციო გარემოს მაღალი საიმედოობით შეფასების მიზნით /საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ხელისუფლება და საზოგადოება 26.11.2011“ მასალები. თბ.: სამეცნიერო ჟურნალი “ხელისუფლება და საზოგადოება”, **2011**, №2(16), გვ. 7287
4. გუნია გ. და სხ. **2010.** ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების პოლიტიკის ხელშეწყობის მიზნით კულტურული ტურიზმის გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის შედეგების შეფასების საკითხები /გ.გუნია, ზ.სვანიძე, ა.გერსამია, ლ.სვანიძე/ – ”ყოველწლიური საერთა შორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ხელისუფლება და საზოგადოება 2010“ მასალები: თბ.: სამეცნიერო ჟურნალი “ხელისუფლება და საზოგადოება”, №2(14), გვ.7287.
5. გუნია გ., სვანიძე ზ. **2010.** ატმოსფეროს მიკრომინარევეების კონცენტრაციების დროითი განაწილებისა და მათი ემისიის წყაროების კვლევის ზოგიერთი მეთოდური საკითხი /საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენციის (1012 ნომერი, 2010) “გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება” შრომები/ თბ., “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2010, გვ., 429432.
6. გუნია გ. **2005.** ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები. თბ., საქ. მეცნ. აკად., 265გვ.
7. გუნია გ. **2001.** საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების ანთროპოგენური ფაქტორების მონიტორინგის შესახებ. საქ. მეცნ. აკად. ჰმის შრომები, ტ.104, გვ.146163.
8. გუნია გ., **2001.** საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების ანთროპოგენური ფაქტორების მონიტორინგის შესახებ. საქ. მეცნ. აკად. ჰმის შრომები, ტ.104, გვ.146163
9. გუნია გ., **1998.** ატმოსფეროში ქიმიური და რადიოაქტიური ნივთიერებათა შემცველობის მონიტორინგის შესახებ. საქ. მეცნ. აკად. ჰმის მაისის 45ე სამეცნიერო სესიის მასალები, გვ.4951.
10. გუნია გ., სვანიძე ზ., ქართველიშვილი ლ., **1998.** ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობის ცვლილებების კვლევის ზოგიერთი შედეგები. საქ. მეცნ. აკად.

- ჰმის შრომები, 1998, ტ.101, გვ.174182.
11. გუნია გ., ცქვიტინიძე ზ. **2010**. ფიზიკური მოვლენების ზემოქმედების თავისებურებანი კოლხეთის დაბლობის ატმოსფერული ჰაერის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე /მეტეოროლოგიის პრობლემები. თბ., ჰმის შრომები, №114, გვ.99103
 12. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР,1978. /Под ред.Т.И.Турманидзе. Л.: Гидрометеоиздат, 343 с.
 13. Александров Н.Н., Гуния Г.С., Коньков С.А., **1974**; Усовершенствование методов определения запыленности атмосферы. /В кн.: Защита атмосферы от загрязнений. Сб. докладов Международной конференции “Физические аспекты загрязнения атмосферы” (Вильнюс 1820 июня 1974г.). Вильнюс, изд. АН Литовской ССР, вып. 2, с.135141.
 14. Безуглая Э.Ю.,1980.Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеоиздат, 184с.
 15. Безуглая Э.Ю.,**1969**.Использование статистических методов для обработки данных наблюдений за загрязнением воздуха. Труды ГГО, вып.238, с.4247.
 16. Борисенко Е.П.,**1966**. Введение в статистические методы обработки гидрометеорологической информации на ЭЦВМ. Л.: Гидрометеоиздат,149с.
 17. Воейков А.И. Климат восточного побережья Черного моря. – СПб, **1898**.
 18. Геоморфология Грузии, 1971. Тбилиси, “Мецниереба”, 609с.
 19. Гумбель Э.,**1965**.Статистика экстремальных значений. М.:Мир, 250с.
 20. Гуния Г.С.,**1985**. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 84с.
 21. Гуния Г.С.,**1978**. Современные проблемы запыленности атмосферы. Обнинск: ВНИИГ-МИ
Мировой центр данных, 61с.
 22. Гуния Г.С., Абуладзе М.В.,1981. О влиянии аэрозолей на загрязнение подстилающей поверхности. /В кн.: Сб. докл. на Международном симпозиуме, Ленинград, март 1977г., “Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы”М.:Гидрометеоиздат,т.1,с.154157.
 23. Гуния Г.С. и др.**2010**. Исследование содержания примесей тяжелых металлов в речных водах некоторых промышленных районов в горных условиях Грузии /СванидзеЗ.С.¹, Гуния Г.С.², Сванидзе Л.С.¹, Берашвили Ц.А.³ : ¹Грузинский технический университет, ²Институт Гидрометеорологии Грузии, ³ Тбилисский Государственный Университет, Тбилиси, Грузия
Материалы VI Международного симпозиума «Экология человека и медико биологическая безопасность населения» (Греция, Салоники, 24 октября3 ноября 2010). Москва, 2010, сс.137143.(Рус.,Англ.).
 24. Гуния Г.С. и др., **2010**. Влияние феновых явлений на процессы загрязнения воздуха в горных районах./Г.Гуния*, З.Цквитинидзе*, Б.М.Холматжанов**, З.Н.Фатхуллаева **: * Институт Гидрометеорологии Грузии; ** Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека/ М.:Метеорология и гидрология, 2010, 6, сс.6773.
 25. Гуния Г. и др. **2008**. К метеорологическим аспектам крупномасштабных переносов загрязняющих веществ в условиях горных регионов /Материалы Международной конференции – Международный год планеты Земля «Климат, природные ресурсы , стихийные катастрофы на Ю.Кавказе»/, Тб.,1819/11,2008, Труды инта Гидрометеорологии,т.115, с.266276 (Рус.).
 26. Гуния Г.и др., **2008**. К метеорологическим аспектам крупномасштабных переносов загрязняющих веществ в условиях горных регионов./ Г.С.Гуния, З.И.Цквитинидзе, Б.М.Холматжанов,З.Н.Фатхуллаева/ Материалы Международной конференции – Международный год планеты Земля «Климат, природные ресурсы , стихийные катастрофы

- на Южном Кавказе», Тб.,1819/11,2008, Труды инта Гидрометеорологии Грузии, 2008, т.115, с.266276
27. Гуния Г.С., Цквитинидзе Л.З. **2007**. География химического состава атмосферных осадков на Кавказе Известия РАН. Серия географическая , № 6, сс..9496.
 28. Гуния С.У., Гуния Г.С.,**1977**. К вопросам исследования состояния загрязнения атмосферы на территории Грузинской ССР. – Труды Груз.СХИ, т.101, с.201208.
 29. Гуния С.У.,**1958**. Переваливание воздушных потоков через горные хребты. Метеорология и гидрология, N10, с. 38.
 30. Гуния С.У., Гуния Г.С,**1976**. К оценке влияния урбанизации на загрязнение атмосферы в местах, удаленных от промышленных центров. – Труды Груз.СХИ, т.96, с.131137.
 31. История и физикогеографическое описание метеорологических станций, **1965**.
 32. Климат и климатические ресурсы Грузии,**1971**. – Л.: Гидрометеиздат, 181с
 33. Кордзахия Р.С.,**1982**. Некоторые особенности фёнов в районе Леселидзе Пицунда. Труды ЗакНИИ, вып.75, с.7580.
 34. Петренчук О.П.,**1979**. Экспериментальные исследования атмосферного аэрозоля.– Л.: Гидрометеиздат, 264с.
 35. Селезнева Е.С.,**1966**. Атмосферные аэрозоли. – Л.: Гидрометеиздат. – 174с.
 36. Супаташвили Г. Д.,**1973**. Некоторые закономерности формирования химического состава атмосферных осадков в Грузинской ССР. – Труды института океанологии, т.63, с.7291.
 37. Фигуровский И.В. Местные и общие ветры на Кавказе. Записки Кавк.отд.Русского геогр.общества, **1905**, вып.5.
 38. Чоговадзе И.В., **1982**. К вопросу возникновения фёнов в Колхидской низменности. Труды ЗакНИИ, вып.75, с.4252.
 39. Эльмесов М.С., Степанов Г.В.,**1979**. Результаты исследований содержания в атмосфере гигантских и сверхгигантских аэрозольных частиц. – Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, т.15, №6, с.639 647.
 40. Air qualiti criteria for sulphur oxides, **1969** – Washington, D.C.: US. Department of Health, Education and Welfare, Jan., p.178.
 41. Brosset C.,**1976**. Airborne particles: black and white episodes. AMBIO, v.5, N.4, p.157163.
 42. Dalar R.C.,1979. Composition of Trinidad rainfall Water Resour.– Res.,v.15,N.5,p.12171223.
 43. Dovland H., Joranger E., Semb A., **1976**. Deposition of air pollutants in Norway. /In: Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway.–SNSFproject,FR6/76, p.1535.
 44. Duce R.A.et al.,**1979**. Wet and dry deposition of trace metals and hologens in the marine anvironment. – CAC GP Symp.Budget and Cycles Trace Gases and Aerosols Atmos. – Boulder, Colo, S.A., p.59.
 45. Gunia G.S., Tskvitinidze Z.I. **2009**. Features of Influence of Water Basins in Mountain Regions on Microclimate of Adjoining Areas on the Background of Modern Effects of Global Climate Change – 10th Baku International Congress “Energy, Ecology, Economy”, Baku, Azerbaijan Republic – 2325 September, 2009, pp.218223. – (Engl.)
 46. Gunia G. et al., **2008**. Influence of Foehn Phenomena on the Processes of Atmospheric Air Pollution /Garry Gunia*, Zurab Tskvitinidze*, Bakhtiyar Kholmatjanov**, Zukhra Fatkhullaeva** * Institute of Hydrometeorology of Georgia, Tbilisi, ** National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent/ Bull.Georg.Natl.Acad.Sci.,2008, v.2, N3, pp.6569.
 47. Gunia G. et al., **2002**. On the Monitoring of the Environmental Abiotic Faktors Causing Desertification /Gunia G., Svanidze Z., Ogbaidze Sh./Bull.Georg.Acad.Sci.,v.166,N.2,p.371373.
 48. Gunia G., Kartvelishvili L., **1999**. Monitoring of Changes in Chemical Composition of the Atmosphere Precipitation. Bull.Georg. Acad. Sci., 1999, v.159, N.2, p.288290.

49. Gunia G. et al.,**1998**. Changs in Chemical Composition of The Atmosphere under Anthropogenic Influence./ Gunia G., Svanidze Z., Svanidze L./ Bull.Georg. Acad.Sci.,v.157,N.1, p.50 52.
50. Gunia G.e.a.,**1998**. Changs in Chemical Composition of The Atmosphere under Anthropogenic Influence (Gunia G., Svanidze Z., Svanidze L.).Bull.Georg.Acad.Sci.,v.157, N.1,p.5052.
51. Gunia et al.,**1988**. Problems of the transfer of industrial waste over distances./Gunia G.S., Shavliashvili L.U., Monaselidze D.R. / In: Environmental Pollution Monitoring and Research Programe, N.49. Proceedings of the WMO Conference on Air Pollution Modelling and its application (VIII), Leningrad, USSR, 1924 May 1986. – Technical Document, WMO/TD, N.187, March, p.165170.
52. Gunia G.S.,**1974**. Stady of physicochemical properties of dust in the ground layer of the atmosphere and of methods of measuring its concentration. /In:Air pollution and atmospheric diffusion. – N.Y.Toronto, N.2, p.110122.
53. Kazuto Suda, **1997**. Contribution of Japan Meteorological Agency to the WMO GAW Programme and Associated Activities. – WMO TD, N821.
54. Perti O.N.,**1970**. Air pollution. “The Indian Engineer”, v.14, N.6, p.3347.
55. R e p o r t of the Eighth WMO Meeting of Experts on Carbon Dioxide Concentration and Isotopic Measurement Techniques, **1995**. WMO/GAW,N.121.
56. Schlesinger W.H., Reinors W.A., Knopman D.S., **1974**. Heavi metal concentrations and depositions in bulk, precipitation in mountain ecocystems of New Hampshire, USA. – Environ., Pollut., v.6,N.1, p.3947.
57. Steinhardt U., Fassbender H.W.,**1979**. Caracteristicas y composicion guimica de las lluvias de los Andes accidentales de Venezuela. – Turrialba, v.29, N.3, p.175182.
58. Struempler A.W.,**1976**. Trace metals in rain and snow during 1973 at Chadron, Nebraska. – Atmos.Environ., v.10, N.1, p.3337.
59. WMO Operations Manual for Sampling and Analysis Techniques for Chemical Constituents in Air and Precipitation, **1974**. – Pabl. WMO, N299.
60. Yadav A.K., MishraG.P., **1979**. Chemistry of rainwater and its contribution to nutrient input in forests of central India. – Tellus, v.31, N.5, p.463464.