

უაკ 551.576

ნ.ბეგალიშვილი, ნ.კაპამაძე,

ნ.რობიტაშვილი, გ.რობიტაშვილი, ი.რუხაძე

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ღრუბელთა რესურსების სტატისტიკური ანალიზი

უკანასკნელ პერიოდში დედამიწაზე გლობალური დათბობის ფონზე შეინიშნება კატასტროფული მეტეოროლოგიური მოვლენების-წყალდიდობების, ქარიშხლების, გვალვების და ა.შ. გამძაფრების ტენდენცია.

როგორც ისტორიული გამოცდილება გვიჩვენებს აღნიშნული მეტეოროლოგიური მოვლენებიდან გვალვაზე განსაკუთრებით მწვავედ რეაგირებს აღმოსავლეთ საქართველო, სადაც სულ უფრო და უფრო იგრძნობა წყლის რესურსების მზარდი დეფიციტი. გვალვისაგან თავის დაღწევის ერთ-ერთ საშუალებას წყლის რესურსების შევსება წარმოადგენს, რომლის განხორციელებისათვის მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის მიერ რეკომენდებულია ღრუბლებიდან ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩატარება წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდში, მიღებული წყლის დამატებითი რესურსების დაგროვება წყალსაცავებში და მათი მაღალ ეფექტური გამოყენება სოფლის მურნეობასა და ჰიდროენერგეტიკაში.

აღმოსავლეთ საქართველოში ადგილის, რელიეფისა და რეგიონის ინფრასტრუქტურის გათვალისწინებით ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ორგანიზაციისა და მისი წარმატებით ჩატარების ერთ-ერთ მთავარ პირობას პოლიგონის რაციონალური შერჩევა წარმოადგენს. ამისათვის კი საჭიროა შესწავლილ იქნეს აღნიშნულ რეგიონში აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისი კონვექციურ და ფენისებრ ღრუბელთა რესურსები, რომლებიც ბუნებრივი ნალექების დროს არარეალიზებულ ან ნაწილობრივ რეალიზებულ წყლის მარაგით განისაზღვრება.

ღრუბელთა რესურსულობისა და ნალექების ხელოვნური გაზრდის თვალსაზრისით ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარების შესახებ ამოცანის გადასაწყვეტად აუცილებელია ცალკეული ტიპის ფენა ღრუბლისათვის ვარგისიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრა და ზემოქმედებისათვის ვარგის ღრუბელთა განმეორადობის დროსა და სივრცეში განაწილების შესწავლა. ამ მიზნით აღმოსავლეთ საქართველოს 27 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის TM-1 ცხრილებიდან დაკვირვების 15-წლიანი რიგისათვის (1966-1980 წწ) ღრუბელთა ბალიანობისა და განმეორადობის შესახებ მიღებული ინფორმაციისა და თვითმფრინავით ზონდირების (ზონდირება ტარდებოდა თბილისში და მიღებული მონაცემების განზოგადება ხდებოდა მთელი რეგიონისათვის) TAЭ-7 სადამკვირვებლო ცხრილების მონაცემების გამოყენებით ღრუბელთა პარამეტრების- სიმძლავრის, ქვედა საზღვრის სიმაღლის, ტემპერატურის, ღრუბელთა წელიწადობის შესახებ ჩატარებულ იქნა St,Sc,As,Ns, St-Sc, NsFmb ტიპის ფენა ღრუბელთა რესურსების ანალიზი.

TAЭ-7-ის მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისად ითვლება ფენა ღრუბლები, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში არ იძლევიან ნალექებს, ან დაიკვირვება სუსტი ნალექები და გააჩნიათ მინიმალური ტემპერატურა არაუმეტეს -4°C -ისა, ვერტიკალური სიმძლავრე 300 მ და უფრო მეტი, ქვედა საზღვრის სიმაღლე St-Sc ტიპის ღრუბელებისათვის შეადგენს არაუმეტეს 1000 მ-ისა, უნალექო Ns და As ტიპის ღრუბელებისათვის- 3000 მ-ს, ხოლო ნალექიან Ns და As ტიპის ღრუბელებისათვის ქვედა საზღვრის სიმაღლეს არ აქვს მნიშვნელობა, რადგან ღრუბლის ქვედა ფენა დატენიანებულია ბუნებრივი ნალექებით. ყველა ტიპის ღრუბლისათვის სიცოცლის ხანგრძლივობა 6 სთ-ს მაინც უნდა შეადგენდეს. დღე ითვლება აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისად, თუ დაკვირვების ერთ ვადაში მაინც აღინიშნება რესურსული ღრუბელი (1).

ზემოაღნიშნული კრიტერიუმებით განსაზღვრული აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისი ღრუბლების რიცხვის (n) შეფარდებით შესასწავლ ღრუბელთა საერთო (N) რიცხვთან გამოთვლილ იქნა ვარგისიანობის კოეფიციენტი $K=n/N$ (იხ.ცხრ.1)

აღმოჩნდა, რომ ცალკეულ თვეებში გამოთვლილი K კოეფიციენტი ყველა ტიპის ღრუბლისათვის ფართო საზღვრებში იცვლება. K-ს მაღალი მნიშვნელობები აღინიშნება ცივ პერიოდში, განსაკუთრებით კი იანვარში, თებერვალში, მარტსა და დეკემბერში, რაც განაპირობებს აღნიშნულ თვეებში ნალექების გაზრდის თვალსაზრისით ფენა ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარების მიზანშეწონილობას.

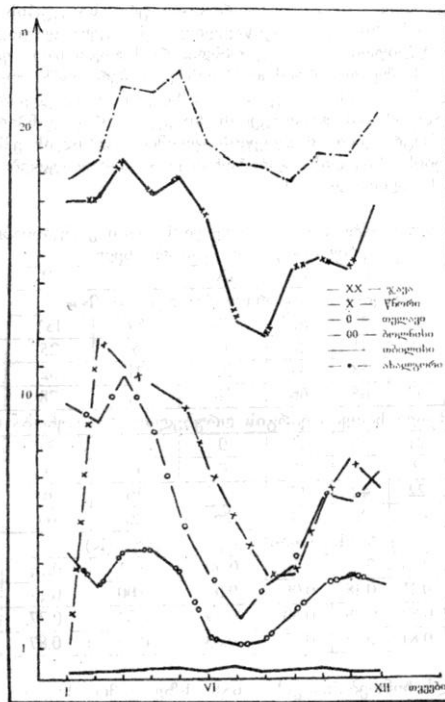
ღრუბლიანობის ძირითად მახასიათებელს მისი წლიური სვლა წარმოადგენს. ღრუბელთა განმეორადობის წლიური განაწილების თავისებურებათა მიხედვით შეიძლება დასკვნების გაკეთება იმის შესახებ, თუ რომელ თვეში უფრო ხშირად დაიკვირვება დამატებითი ნალექების მიღების მიზნით ამა თუ იმ ღრუბელზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარებისათვის ხელსაყრელი პირობები. ამისათვის აღმოსავლეთ საქართველოს 27 მეტეოროლოგიური სადგურის დაკვირვების მონაცემების მიხედვით შესწავლილ იქნა ფენა ღრუბლების განმეორადობის წლიური სვლა. აღმოჩნდა, რომ რეგიონში ფენა ღრუბლიან დღეთა

საშუალო რიცხვი წლის ცივ პერიოდში უფრო მეტია, ვიდრე თბილ პერიოდში და ფართო საზღვრებში იცვლება მეტეოროლოგიური სადგურების განლაგების მიხედვით, რაც განპირობებულია რეგიონის ოროგრაფიით, რელიეფის ფორმით, ადგილის ექსპოზიციით ჰაერის მასების ნაკადის გაბატონებული მიმართულების მიმართ, ადგილის სიმაღლითა და ა.შ.

ცხრილი 1. ღრუბელთა აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისიანობის კოეფიციენტის წლიური სვლა

	I	II	III	IV	IX	X	XI	XII
ღრუბელთა საერთო რაოდენობა (N)								
Sc	62	63	51	67	33	59	132	69
Si	16	18	11	5	0	5	25	22
Ns	34	27	53	34	22	31	52	27
As	47	59	68	66	38	31	78	74
ზემოქმედებისათვის ვარგისი ღრუბელთა რაოდენობა (n)								
Sc	25	21	16	11	0	7	21	35
Si	4	2	2	0	0	0	4	4
Ns	28	22	42	17	2	16	40	21
As	38	48	48	51	24	20	68	59
ვარგისიანობის კოეფიციენტი (K)								
Sc	0.4	0.33	0.31	0.16	0	0.12	0.16	0.52
Si	0.25	0.11	0.18	0	0	0	0.16	0.18
Ns	0.82	0.82	0.79	0.5	0.09	0.32	0.77	0.78
As	0.81	0.81	0.71	0.77	0.63	0.65	0.87	0.8

თვალსაჩინოებისათვის ნახ1-ზე გამოსახულია სხვადასხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებული რამდენიმე მეტეოროლოგიური სადგურისათვის Ns ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა. ნახაზიდან აშკარად ჩანს, რომ ყველა სადგურზე Ns ღრუბლიან დღეთა რიცხვი ცივ პერიოდში უფრო მეტია, ვიდრე თბილში, მაგალითად სადგურ ჯავაში მარტის თვეში იგი შეადგენს 19-ს, თელავში-11-ს, ბოლნისში-4.5-ს, ხოლო თბილისში-0.1-ს. ანალოგიური სურათი დაიკვირვება სხვა ტიპის ფენა ღრუბლებისთვისაც.



ნახ.1. Ns ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა.

ღრუბლიანობის თავისებურებათა დასახასიათებლად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მის დღედამურ სვლასაც, რადგან დაკვირვების სხვადასხვა ვადაში ღრუბლიანობის განაწილების თავისებურებათა ცოდნით შეიძლება განისაზღვროს თუ დღედამის რომელ პერიოდში უფრო ხშირად დაიკვირვება აქტიური ზემოქმედებისათვის ხელსაყრელი პირობები.

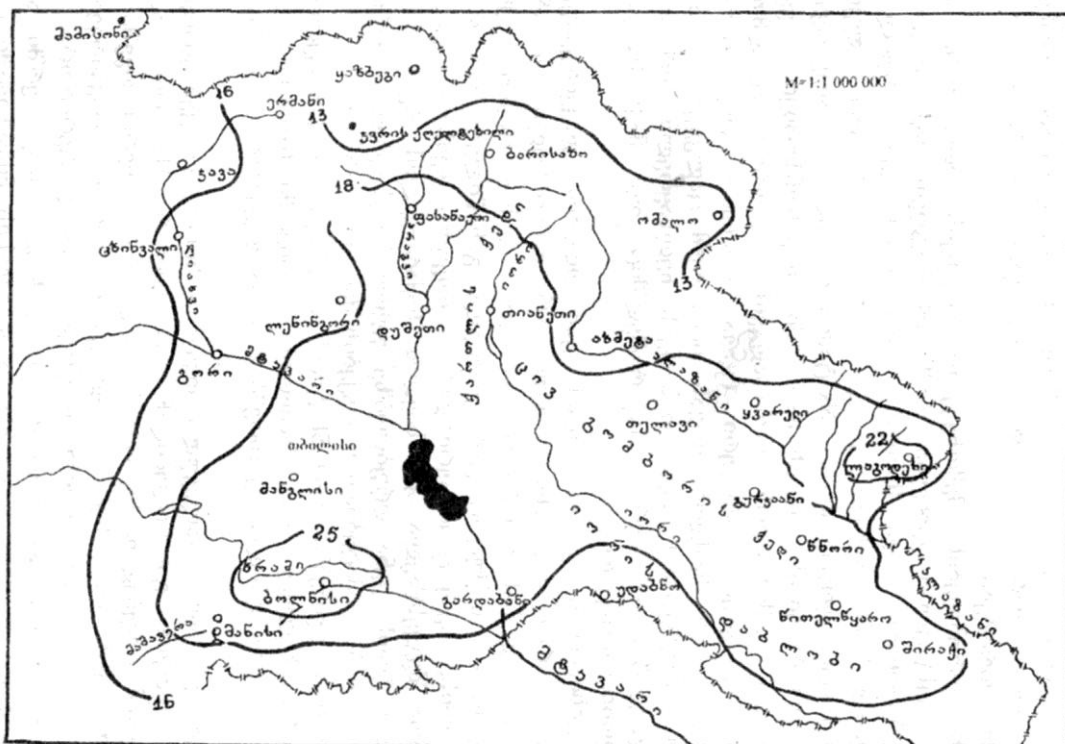
ფენა ღრუბლების შემთხვევაში რიცხვის დღედამური განაწილების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს გვალვიან რაიონებში შიდა მასიური წარმოშობის ფენა ღრუბლები (St,Sc) დაიკვირვება ძირითადად ღამის საათებში, ფრონტალური წარმოშობის ფენა ღრუბლებიდან Ns ტიპის ღრუბლები დაიკვირვება დილის, ხოლო As ტიპისა-დღის საათებში. ეს კანონზომიერება ყველგან დაცულია. გამონაკლისს წარმოადგენს ზოგიერთი მაღალმთიანი მეტეოროლოგიური სადგური (ჯავა, თიანეთი, ლენინგორი). ზემოთ ნათქვამიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცალკეული ტიპის ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარებისათვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება დღედამის იმ პერიოდში,რომელშიც იგი მაქსიმალური განმეორადობით დაიკვირვება.

ვარგისიანობის კოეფიციენტის გამრავლებით დაკვირვებულ ღრუბელთა საერთო რიცხვზე მიღებულ იქნა რესურსული ფენა (St,Sc,As,Ns) ღრუბლების რაოდენობა, რომელთათვისაც აგებულ იქნება ღრუბლიან დღეთა საშუალო ტერიტორიული განაწილება, როგორც ცივი პერიოდის, ასევე ცივი პერიოდის თითოეული თვისთვის ცალ-ცალკე, რათა შეგვესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე რომელი ტიპის ფენა ღრუბლებზე უფრო ხელსაყრელია ზემოქმედების ჩატარება დამატებითი ნალექების მიღების მიზნით.

ანალიზმა გვიჩვენა,რომ St ტიპის ღრუბლები საქართველოს ტერიტორიაზე მხოლოდ შიდა ქართლის მთიანეთში (იანვარსა და მარტში) და იორის დაბლობზე (ნოემბერსა და დეკემბერში) აღინიშნება.

ცივი პერიოდის ცალკეული თვეების მიხედვით ფენა-გროვა ღრუბლიან დღეთა განაწილებიდან გამომდინარეობს, რომ აღნიშნული ტიპის ღრუბელთა მაქსიმუმი დაიკვირვება იანვრის თვეში-სამხრეთ მთიანეთსა და კახეთში. ანალოგიური სურათი დაიკვირვება თებერვალსა და მარტში, ხოლო ნოემბერში მთელ ტერიტორიაზე განმეორადობა მცირეა და 3 დღეს არ აღემატება. დეკემბერში Sc ტიპის ღრუბლები ხშირად დაიკვირვება თბილისის მიდამოებში და თრიალეთის ქედზე. აღნიშნული ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის ტერიტორიული განაწილება წლის ცივ პერიოდში მოყვანილია ნახ.2-ზე.

As ტიპის ღრუბელთა მაქსიმალური განმეორადობით (6 დღე თვეში) თითქმის მთელი ცივი პერიოდის განმავლობაში დაიკვირვება ქართლის ქედზე, სამხრეთ ოსეთში, კახეთსა(თებერვალში) და იორის დაბლობზე (მარტში).

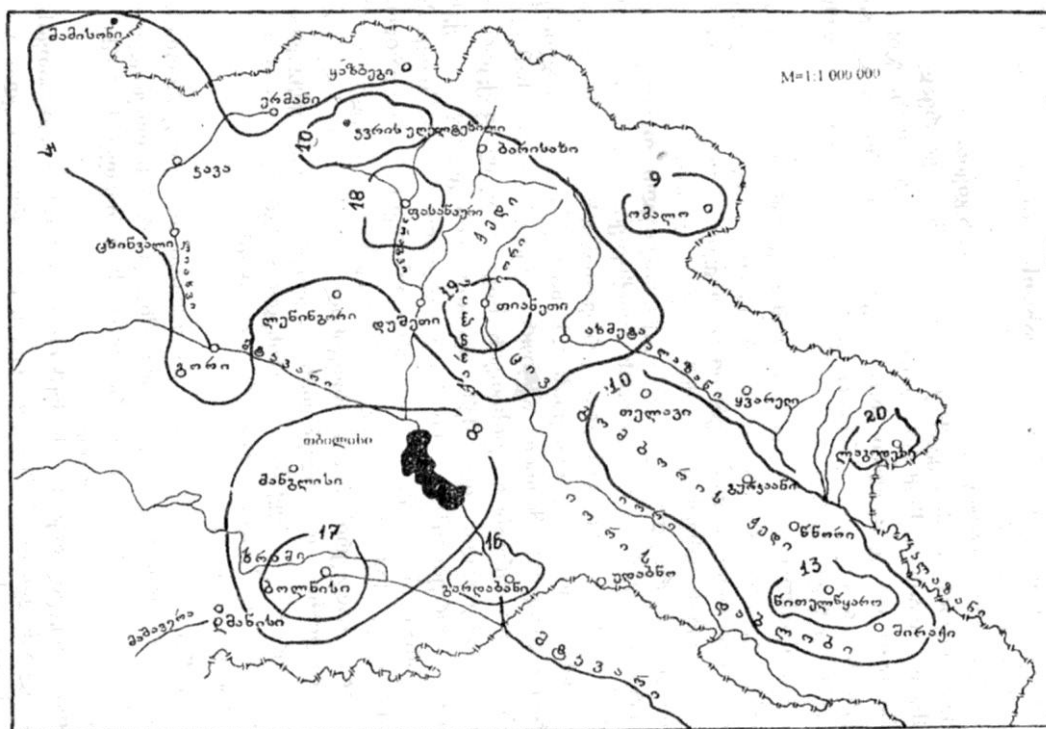


ნახ.2 As ტიპის ღრუბელთა საშუალო თვიური რიცხვის ტერიტორიული განაწილება წლის ცივ პერიოდში

ფენა-საწვიმარი ღრუბლების თვეების მიხედვით განაწილებიდან გამომდინარეობს, რომ დეკემბერში, იანვარში, თებერვალსა და მარტში განმეორადობის მაქსიმუმი აღინიშნება გორში (16.9), ჯავასა (14.7), წნორსა (8.4) და ყვარელში (8.1). ნოემბრის თვეში მთელ რეგიონში Ns ტიპის ღრუბელთა განმეორადობა დაბალია და მხოლოდ სამხრეთ ოსეთში აღწევს მაქსიმუმს.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცივ პერიოდში საქართველო მდიდარია ფენისებური Sc, Ns და As ტიპის რესურსული ღრუბლებით, რაც განაპირობებს დამატებითი ნალექების მიღების მიზნით აქტიური ზემოქმედების სამუშაოების მიზანშეწონილობას.

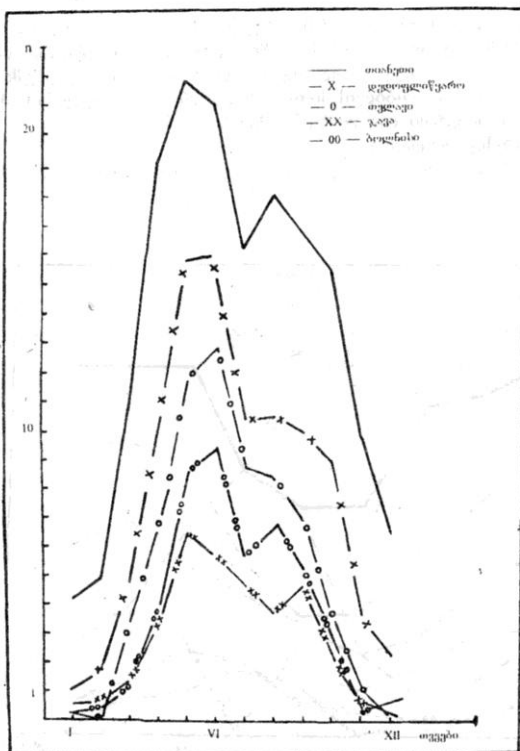
საქართველოს რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისუბურებანი და ცირკულაციური პროცესების მოქმედება განაპირობებს წლის თბილ პერიოდში რესურსული გროვა-საწვიმარი (Cb) ღრუბლების წარმოქმნასა და განვითარებას (2). ნალექების სტიმულირებისა და ინტენსიფიკაციის მიზნით აქტიური ზემოქმედების სამუშაოების დაგეგმვისა და ორგანიზაციისათვის სხვა მრავალ ფაქტორთა შორის დიდი პრაქტიკული და შემეცნებითი მნიშვნელობა აქვს გროვა-საწვიმარი ღრუბლების სივრცულ-დროითი განაწილების შესწავლას. ამისათვის ფენა ღრუბლებისათვის აღწერილი მეთოდიკის მსგავსად Tm-1 ცხრილის მონაცემების მიხედვით 27 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის შედგენილი იქნა 5-10 ბალიანი (რადგან 1-4 ბალიანი ღრუბლებიდან აქტიური ზემოქმედებით მიღებული დამატებითი ნალექები უმნიშვნელოა) გროვა-საწვიმარ ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის ტერიტორიული განაწილების რუკები (ნახ.3).



ნახ.3. Cb (5-10 ბ) ტიპის ღრუბელთან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის ტერიტორიული განაწილება წლის თბილი პერიოდისათვის

რუკაზე კარგადაა გამოხატული ქართლისა და ცივ-გომბორის ქედებზე Cb ტიპის ღრუბელთა კერები. აღნიშნული ტიპის ღრუბელთა საშუალო თვიური რიცხვი თიანეთის რაიონში 19-ს შეადგენს, მაშინ როცა უდაბნოში 2 დღეს არ აღემატება.

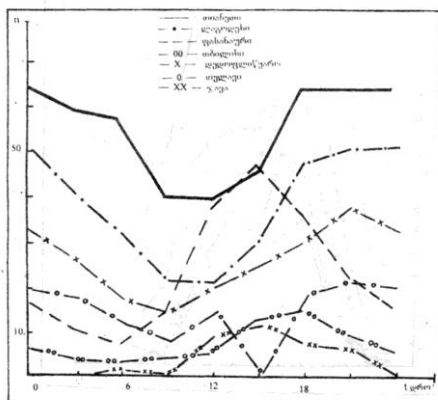
ნალექთა რეგულირების სამუშაოთა ორგანიზაციისათვის გარდა Cb ღრუბლიან დღეთა საშუალო რიცხვის ტერიტორიული განაწილებისა, გასათვალისწინებელია აგრეთვე მათი წლიური სვლაც, რომელიც იძლევა საშუალებას განისაზღვროს წლის რომელ პერიოდში უფრო ხელსაყრელია ზემოქმედების ჩატარება. ღრუბელთა სისტემის განაწილების თვალსაზრისით წარმოდგენისათვის აგებულია გრაფიკები საკვლევი რეგიონის ზოგიერთი სადგურისათვის (ნახ.4).



ნახ.4. Cb ტიპის ღრუბელთან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა

ნახაზიდან ჩანს, რომ Cb ღრუბლიან დღეთა საშუალო რიცხვის მაქსიმუმი მკვეთრად არის გამოხატული მაის-ივნისში და თიანეთში აღწევს 22 დღეს, დედოფლისწყაროში-16-ს, თელავში-13-ს, ჯავაში-10-ს, ხოლო თბილისში-6-ს. სადგურთა უმრავლესობისათვის აგვისტო-სექტემბერში დაიკვირვება მეორადი მაქსიმუმი.

ნახ.5-ზე მოყვანილია გროვა-საწვიმარ ღრუბელთა საშუალო წლიური განმეორადობის დღელამური სვლა. ნახაზიდან ჩანს, რომ გროვა-საწვიმარი ღრუბლების განმეორადობის მაქსიმუმი მიიღწევა საღამოს ან ღამის საათებში, რაც განპირობებულია არა მარტო დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის არათანაბარი გათბობის გამო წარმოქმნილი ატმოსფეროს არამდგრადობით, რომელიც საღამოს საათებში ირღვევა, არამედ თერმული, დინამიკური და სხვა ფაქტორთა რთული კომპლექსის ერთდროული მოქმედებით. ამიტომ ერთმანეთთან ახლოს მდებარე სადგურებზეც კი განმეორადობის მაქსიმუმი დღელამის სხვადასხვა დროს დაიკვირვება და აღწევს განსხვავებულ მნიშვნელობებს. ამასთან, საკვლევი რეგიონის დასავლეთ ნაწილში მდებარე მეტეოსადგურებზე ისინი უფრო ადრე დაიკვირვება, ვიდრე აღმოსავლეთ ნაწილში. მაგალითად, თიანეთსა და ფასანაურის მეტეოსადგურებს შორის მანძილი 36 კმ-ია, მაგრამ მათ შორის განლაგებული გუდამაყრისა და ქართლის ქედების ზეგავლენით ფასანაურში განმეორადობის მაქსიმუმი მიიღწევა 15 სთ-ზე და შეადგენს 47 ღრუბელს, ხოლო თიანეთში 18-24 საათებში და შეადგენს 64-ს. დედოფლისწყაროსა და თელავში განმეორადობის მაქსიმუმი აღინიშნება 21 სთ-ზე (37 და 22 შესაბამისად), ხოლო ლაგოდეხში 21-24 საათებში (51).



ნახ.5. Cb (5-10 ბ) ტიპის ღრუბელთან დღეთა საშუალო წლიური განმეორადობის დღელამური სვლა.

ამრიგად, ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს გვალვიანი რაიონები საკმაოდ მდიდარია რესურსული ფენისებრი და კონვექციური ღრუბლებით. განმეორადობის თვალსაზრისით Ns, Sc და Cb ტიპის ღრუბლები უფრო ხელსაყრელ ობიექტებს წარმოადგენს აქტიური ზემოქმედებისათვის. ფენისებრი და გროვა-საწვიმარი ღრუბლების შემთხვევათა რიცხვის დღეღამური სვლა გვიჩვენებს, რომ ზემოქმედების ჩატარება მიზანშეწონილია შიდა მასიური წარმოშობის ფენა (St, Sc) ღრუბლებზე დილის საათებში, ფრონტალური წარმოშობის (As, Ns) ღრუბლებზე დღის, ხოლო Cb სადამოს ან დამის საათებში. ფენისებრი ღრუბლების რესურსებით წლის ცივი პერიოდი უფრო მდიდარია, ვიდრე თბილი, ხოლო გროვა-საწვიმარი ღრუბლის შემთხვევაში მხოლოდ თბილი პერიოდის (განსაკუთრებით გაზაფხულსა და შემოდგომაზე) განმავლობაში იქმნება ხელსაყრელი პირობები ნალექების გაზრდის მიზნით აქტიური ზემოქმედების ჩატარებისათვის. იმისთვის, რომ საგრძნობი შედეგი იქნეს მიღებული, საჭიროა ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა ჩატარება ყველა სახის ღრუბლებზე, წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდებში და მიღებული დამატებითი რესურსების დაგროვება ხელოვნურ ან ბუნებრივ წყალსატევებში, მისი შემდგომი საჭიროებისამებრ მაღალეფექტურად გამოყენების მიზნით.

ლიტერატურა-REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА

1. Ушинцева В.Ф., Мусиева С.С. Комплексные исследования слоистообразной облачности. Труды ВГИ, вып. 35, 1976, с. 85-90.
2. Сванидзе Г.Г., Ваташвили М.Р., Робиташвили Г.Г. Исследование климатических ресурсов конвективной облачности, пригодных для воздействия, в районах Восточной Грузии. Труды Всесоюзной конференции по акт. возд. на гидрометеорологические процессы, Киев. 1990.

უაკ 551.576

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ღრუბელთა რესურსების სტატისტიკური ანალიზი./ნ.ბეგაშვილი, ნ.კაპანაძე, ნ.რობიტაშვილი, გ.რობიტაშვილი, ი.რუხაძე/ ჰმ-ის შრომათა კრებული.-2002.-ტ.107.-გვ.241-253. -ქართ.; რე., ქართ., ინგლ., რუს.

მეტეოროლოგიურ სადგურებზე დაკვირვების და თვითმფრინავით ატმოსფეროს ზონდირების მასალების ანალიზის საფუძველზე შესწავლილია ნალექების გაზრდის მიზნით აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისი სხვადასხვა ტიპის ფენისებრი და გროვა-საწვიმარი ღრუბლების რესურსები, აგრეთვე ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის სივრცულ-დროითი განაწილება აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე.

განსაზღვრულია ზემოქმედების ჩატარებისათვის ხელსაყრელი პერიოდები და ის რაიონები, რომლებიც უფრო პერსპექტიულია აღნიშნულ სამუშაოთა გასაშლელად.

UDC 551.576

Statistical analysis of cloud resources over the territory of Eastern Georgia.

N.Begashvili, N.Kapanadze, N.Robitashvili, G. Robitashvili, I.Rukhadze/. Transactions of the Institute of Hydrometeorology. 2002.-V.107.-p.241-253.-Georg.: summ. georg., Eng., Russ.

Statistical analysis of cloud resource over the territory of Eastern Georgia On the bases of meteorological network and aircraft observational data analysis the aerial and temporal distribution of monthly averaged days with different types of layer and cumulonimbus clouds suitable for seeding is examined.

The favorable periods for the conduction of seeding are determined along with regions which are most perspective for development of these works.

УДК 551.576

Статистический анализ облачных ресурсов на территории Восточной Грузии./ Н. А.Бегалишвили, Н.И. Капанадзе, Н.Г. Робиташвили, Г.А.Робиташвили, И.И.Рухадзе/. Сб.Трудов Институт гидрометеорологии АН Грузии.-2002. - т. 107. - с.241-253. – Груз.; рез. Груз., Англ., Русск.

На основе анализа данных наблюдений метеорологических станций и кучево-дождевых облаков, пригодных для активных воздействий, а также пространственно-временное распределение среднемесячного числа дней с указанной облачностью.

Определены наиболее благоприятные периоды для проведения засева облаков и районы, в которых целесообразно развертывание работ по искусственному увеличению осадков.