

შპპ. 551.583

**ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები კლიმატურ მონაცემთა გათვალისწინებით**

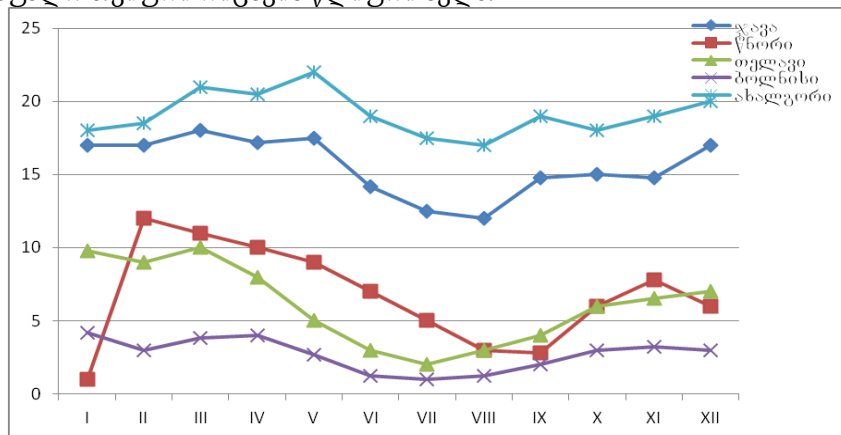
**ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
 თბილისი, საქართველო, knaili1990@gmail.com

კლიმატის გლობალური დათბობის ზეგავლენით XXI საუკუნის დასასრულისთვის აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე მოსალოდნელია ნალექთა საშუალო წლიური ჯამების 15%-ით შემცირება [1]. ეს პროგნოზი გარკვეულწილად შეამცირებს ნალექთა ხელოვნური რეგულირებისათვის შესაფერისი მოღრუბლულობის სარესურსო პოტენციალს, მაგრამ ამავდროულად გაზრდის ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა ჩატარების საჭიროებასა და მნიშვნელობას.

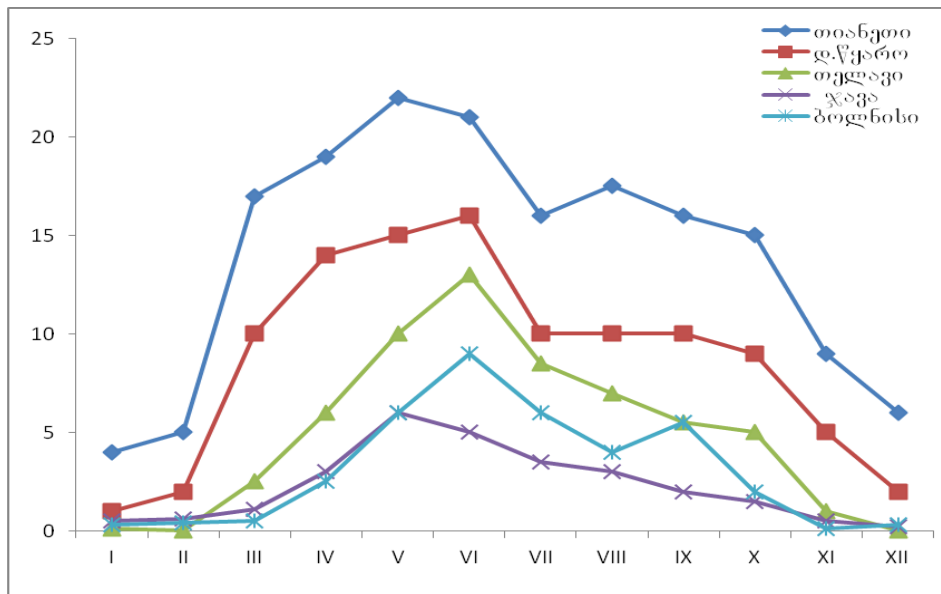
ღრუბელთა რესურსულობისა და ნალექთა ხელოვნური გაზრდის თვალსაზრისით ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ჩატარების შესახებ ამოცანის გადასაწყვეტად აღმოსავლეთ საქართველოს 27 მეტეოროლოგიური სადგურისთვის TM-1 ცხრილიდან 15 წლიანი დაკვირვების რიგისთვის (1966-1980 წწ.) ღრუბელთა ბალიანობისა და განმეორადობის შესახებ მიღებული ინფორმაციისა და თვითმფრინავით ზონდირების მონაცემების გამოყენებით ღრუბელთა პარამეტრების – სიმძლავრის, ქვედა საზღვრის სიმაღლის, ტემპერატურის, ღრუბელთა წყლიანობის შესახებ ყველა ტიპის ფენა ღრუბლისათვის ჩატარებული იქნა რესურსული ანალიზი [2]. მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ აქტიური ზემოქმედებისათვის ვარგისად ითვლება ფენა ღრუბლები, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში არ იძლევიან ნალექებს, ან დაიკვირვება სუსტი ნალექი და გააჩნია მინიმალური ტემპერატურა არა უმეტეს  $-4^{\circ}\text{C}$ -ისა, გადაცივებული ნაწილის ვერტიკალური სიმძლავრე  $\geq 300$  მ-ისა, ქვედა საზღვრის სიმაღლე St და Sc ტიპის ღრუბლებისათვის არა უმეტეს 1000 მ-ისა, უნალექო Ns და As ტიპის ღრუბლებისათვის – 3000 მ, ხოლო ნალექიან Ns და As ტიპის ღრუბლისთვის სიმაღლეს მნიშვნელობა არა აქვს, რადგან ღრუბლის ქვედა ფენა დატენიანებულია ბუნებრივი ნალექებით. ყველა ტიპის ღრუბლისათვის სიცოცხლის ხანგრძლივობა 6 სთ-ს მაინც უნდა შეადგენდეს.

ზემოაღნიშნული კრიტერიუმებით განსაზღვრული ზემოქმედებისათვის ვარგისი ღრუბლების რიცხვის (n) შეფარდებით შესწავლილ ღრუბელთა საერთო რიცხვთან (N) გამოთვლილი იქნა ვარგისიანობის კოეფიციენტი  $K=n/N$ . აღმოჩნდა, რომ ყველა ტიპის ფენა ღრუბლისათვის K კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობა დაიკვირვება წლის ცივ პერიოდში, განსაკუთრებით იანვარში, თებერვალში, მარტსა და დეკემბერში, რაც განაპირობებს აღნიშნულ თვეებში ნალექთა გაზრდის მიზნით ღრუბლებზე ზემოქმედების ჩატარების მიზანშეწონილობას. თვალსაჩინოებისათვის ნახ. 1-ზე მოცემულია ფენა-წვიმა (Ns) ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო თვიური რიცხვის წლიური სვლა.



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

საქართველოს რთული ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებანი და ცირკულაციური პროცესების მოქმედება განაპირობებს წლის თბილ პერიოდში რესურსული გროვა-საწვიმარი (Cb) ღრუბლების წარმოქმნასა და განვითარებას. ფენა ღრუბლებისათვის აღწერილი მეთოდიკის მსგავსად შესწავლილი იქნა გროვა საწვიმარი ღრუბლების სივრცულ-დროითი განაწილება. შედგენილი იქნა Cb ტიპის ღრუბლიან დღეთა რიცხვის ტერიტორიული განაწილების რუკა [2] და აღნიშნული ტიპის ღრუბლიან დღეთა საშუალო რიცხვის წლიური სვლა, რაც იძლევა საშუალებას განისაზღვროს წლის რომელ პერიოდში უფრო ხელსაყრელია ზემოქმედების ჩატარება (ნახ. 2).



ნახ. 2. Cb ტიპის ღრუბლიან 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, ბოლნისში 9-ს, ჯავაში 6-ს. სადგურთა უმრავლესობისათვის აგვისტო-სექტემბერში დაიკვირება მეორადი მაქსიმუმი.

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე რესურსულ ღრუბელთა და ნალექთა წლიური და სეზონური ჯამების განაწილების გათვალისწინებით გამოყოფილია დამატებით ნალექთა ხელოვნური სტიმულირების თვალსაზრისით პერსპექტიული და ნაკლებად პერსპექტიული რეგიონები [3]. პერსპექტიულ რეგიონებს მიეკუთვნება:

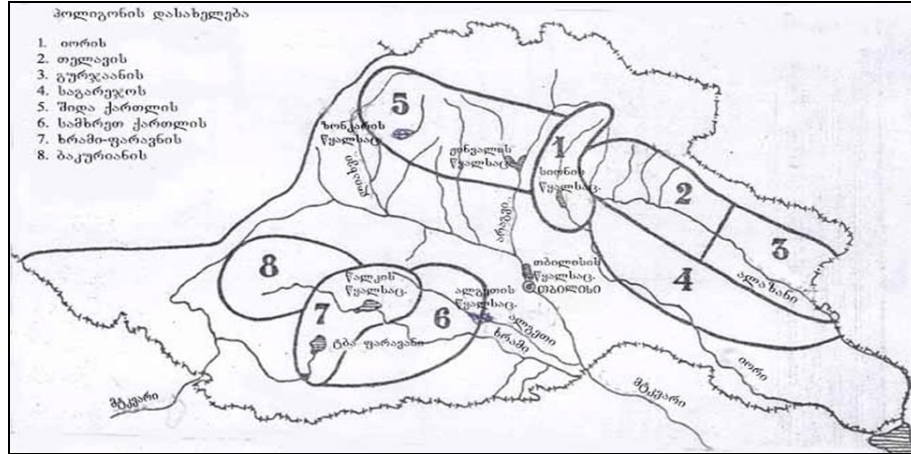
- კავკასიონის სამხრეთი ფერდობები მდ. ლიახვის, არაგვის, იორისა და ალაზნის ზემო წელის ზონაში (ნალექთა წლიური ჯამები 800-1200 მმ);
- სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ზონა, შემავალი თრიალეთის, სამსარისა და ჯავახეთის ქედების არეში (ნალექთა წლიური ჯამები 600-800 მმ);

ნალექთა ხელოვნური სტიმულირების თვალსაზრისით ნაკლებად პერსპექტიულადაა ჩათვლილი შემდეგი რეგიონები:

- იორის ზეგანი მდ იორის ქვემო წელის ზონაში (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);
- ქვემო ქართლის ვაკე (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);
- სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილი (ნალექთა წლიური ჯამები 600 მმ-მდე);
- შიდა ქართლის ვაკე (ნალექთა წლიური ჯამები 400-500 მმ);

ნალექთა ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიულ რაიონებში პირობითად შესაძლებელია 8 პოლიგონის გამოყოფა (ნახ. 3). თითოეული მათგანისთვის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტისა და სექცეასთან ბრძოლის სამსახურის პოლიგონებზე მიღებული მონაცემების გამოყენებით შეფასებულ იქნა ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციური წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის.

თბილი სეზონის ნალექებისთვის გაანგარიშების შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1. ამ ცხრილში S აღნიშნავს პოლიგონის ფართობს, N – სეზონის განმავლობაში დასამუშავებელი კონვექციური უჯრედების რაოდენობას,  $\Delta P$  – პოლიგონის ფართობზე გაანგარიშებულ შესაძლო დამატებით ნალექთა რაოდენობას,  $PP_{საშ}$  – თბილი პერიოდის ნალექთა კლიმატურ ჯამს განსახილველ რეგიონში,  $\Delta M$  – პოტენციური დამატებითი ნალექების მასას.



ნახ. 3. ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პოლიგონების პირობითი განლაგების სქემა აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე

ცხრილი 1. დამატებით ნალექთა შესაძლო რაოდენობა წლის თბილ პერიოდში აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა პოლიგონისთვის

P#	პოლიგონის დასახელება	S, კმ <sup>2</sup>	N, უჯრედი	Δ P, მმ	P <sub>საშ</sub> , მმ	$\frac{\Delta P}{P}$ , %	ΔM, 10 <sup>6</sup> მ <sup>3</sup>
1	იორი	1000	400	120	600	20	120
2	თელავი	1500	500	100	500	20	150
3	გურჯაანი	1200	400	100	600	17	120
4	საგარეჯო	2000	400	60	400	15	120
5	შიდა ქართლი	2000	500	75	500	15	150
6	ქვემო ქართლი	1500	300	60	500	12	90
7	ხრამი-ფარავანი	1500	150	30	500	6	45
8	ბაკურიანი	1000	300	90	700	13	90
	სულ	11700	2950				885

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარეობს, რომ შერჩეულ 8 პოლიგონზე წლის თბილ პერიოდში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა საწარმოო მასშტაბით ჩატარებისას შესაძლებელია მიღებული იქნას დამატებითი ნალექის რაოდენობა სეზონური ჯამის 6-დან 20%-მდე (საშუალოდ 15%) ოდენობით, რასაც აბსოლუტური გამოსახულებით შეესაბამება წვიმის სახით მიღებული წყლის რაოდენობა 45-დან 150 მლნ. მ<sup>3</sup>-მდე, რომელიც ჯამში იძლევა 885 მლნ. მ<sup>3</sup>-ს. ეს ციფრი ემთხვევა წლის თბილ პერიოდში აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში დასამუშავებელი 2950 კონვექციური უჯრედიდან მიღებული დამატებითი წყლის რაოდენობას იმ დაშვებით, რომ თითოეული უჯრედიდან ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია საშუალოდ 300 კილოტონა (3.10<sup>5</sup> მ<sup>3</sup>) დამატებითი ნალექის მიღება.

რაც შეეხება ცივ პერიოდში ნალექთა ხელოვნური გაზრდის პოტენციალს, თოვლიან დღეთა რაოდენობისა და თოვლის საფარის ხანგრძლივობის შესახებ კლიმატური მონაცემების გათვალისწინებით, საღრუბლო სისტემებზე ზემოქმედებისათვის პერსპექტიულად იქნა ჩათვლილი პოლიგონების #1, 5 და ნაწილობრივ #7 და #8 ტერიტორია, რომელიც მოიცავს მდ. ლიახვის, ქსნის, არაგვის, იორისა და ალაზნის ზემო წელს, აგრეთვე მდ. ფარავნისა და ხრამის სათავეებს და ბორჯომის ხეობის ზედა ნაწილს.

1980-იან წლებში, გლობალური დათბობის დაწყებამდე, ზამთარში თოვლის მდგრადი საფარი აღნიშნულ ტერიტორიაზე წარმოიქმნებოდა 800-1200 მ სიმაღლეზე და ზემოთ, ხოლო მისი ხანგრძლივობა იცვლებოდა 80-დან 150-200 დღემდე. განხილულ ტერიტორიაზე ცივი სეზონის დამატებითი ნალექების შესაფასებლად საორიენტაციოდ აღებული იქნა სევანის ტბის აუზში მიწისზედა სააეროზოლო გენერატორების გამოყენებით 10 წლის მანძილზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები, რომელთა თანახმად ზამთრის პერიოდში ზემოქმედების დროს შესაძლებელია ნალექთა (თოვლის) დღელამური ჯამების გაზრდა საკონტროლო ტერიტორიასთან შედარებით 40%-ით [4] და სეზონური ჯამების მომატება 30%-მდე. იორისა და შიდა ქართლის პოლიგონებზე, სადაც ზამთრის ნალექთა საშუალო ჯამები 150-300 მმ შეადგენს, ცივ პერიოდში სისტემატური ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია 150-180 მლნ. მ<sup>3</sup> დამატებითი ნალექის მიღება. სამხრეთ

=====

საქართველოს პოლიგონების მაღალმთიანი ნაწილისთვის, საერთო ფართობით 1000 კმ, ნალექთა პოტენციურმა დანამატმა შესაძლოა 45 მლნ. მ<sup>3</sup>-ს მიაღწიოს. მიღებული სიდიდეები, მართალია, 4-5-ჯერ ნაკლებია თბილისის პერიოდის ნალექთა შესაძლო დანამატებზე, მაგრამ მაინც მიუთითებს ზამთრის ნალექებზე ზემოქმედების ჩატარების პერსპექტიულობაზე მათი რაციონალურად გამოყენების შემთხვევაში (მაგ. სათხილამურო სპორტის განვითარების მიზნით).

ამრიგად, საქართველოს გვაღვიანი რაიონები საკმაოდ მდიდარია რესურსული ფენისებრი და კონვექციური ღრუბლებით. იმისათვის რომ საგრძნობი შედეგი იქნას მიღებული საჭიროა ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოების ჩატარება წლის როგორც თბილ, ასევე ცივ პერიოდში და მიღებული დამატებითი ნალექის დაგროვება ხელოვნურ ან ბუნებრივ წყალსაცავებში, მისი შემდგომი საჭიროებისამებრ მაღალეფექტურად გამოყენების მიზნით.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. კლიმატის ცვლილების შესახებ საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება. გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. თბილისი, 2015, გვ. 265-285.
2. ნ. ბეგალიშვილი, ნ. კაპანაძე, ნ. რობიტაშვილი, გ. რობიტაშვილი, ი. რუხაძე. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ღრუბელთა რესურსების სტატისტიკური ანალიზი. ჰმი-ს შრომათა კრებული, ტ.107, 2002, გვ. 241-253.
3. ბერიტაშვილი ბ. ნალექთა ხელოვნური რეგულირების სამუშაოთა წარმოების მეთოდოლოგიური საფუძვლები (აღმოსავლეთ საქართველოს მაგალითზე). დისერტაცია გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თსუ, თბილისი, 1994.
4. Сванидзе Г.Г., Бегалишвили Н.А., Ватьян М.Р., Зорян З.А., Никогосян., Г.Т., Цинцадзе Т.,Н., Шакарашвили В.Ш., Менабде Ш.Ш., Смирнов., Д.Е. О методах и результатах оценки работ по искусственному увеличению осадков в Закавказье. Всесоюзная конференция по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Тезисы докладов, г.Киев, 17-21 ноября 1987 г. Обнинск, 1987, с. 185-186.

უაკ. 551.583

**ნალექთა ხელოვნური გაზრდის სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტივები კლიმატურ მონაცემთა გათვალისწინებით** /ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ./სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2019. - ტ.127. - გვ.36-40. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინებით პირობითად გამოყოფილია ნალექთა ხელოვნური სტიმულირებისათვის პერსპექტიული 8 პოლიგონი. თითოეული მათგანისათვის შეფასებულია ნალექთა გაზრდის სამუშაოთა პოტენციალი წლის როგორც თბილ, ასევე ცივი სეზონისათვის. წყლის პოტენციურმა დანამატმა თბილი პერიოდისთვის შეადგინა 885 მლნ მ<sup>3</sup>. ხოლო ცივ პერიოდისთვის – 200-250 მლნ.მ<sup>3</sup>, რაც მიუთითებს აღნიშნულ ტერიტორიაზე წხვ სამუშაოთა აღდგენის პერსპექტიულობაზე.

UDC 551.583

**Prospects of restoring precipitation artificial enhancement works with regard to climatic data.**/Beri tashvili B., Kapanadze N./Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2019 - vol.127 - pp.36-40. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus.Taking into account the climatic parameters on the territory of East Georgia, perspective 8 polygon for artificially stimulating precipitation are selected. For each of them, the potential of precipitation enhancement is estimated for both warm and cold seasons. It has been estimated that the water potential supplement amounted to 885 million m<sup>3</sup> for the warm season and 200-250 million m<sup>3</sup> for the cold period, that indicates on the prospect of restoring of precipitation artificial enhancement works on the territory.

УДК 551.583

**Перспективы восстановления работ по искусственному увеличению осадков по климатическим данным.** /Бериташвили Б.Ш., Капанадзе Н.И./ Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2019. вып.127 - с.36-40. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус.С учетом климатических параметров на территории Восточной Грузии, для искусственного стимулирования осадков, условно выбраны 8 перспективных полигонов для искусственного стимулирования осадков. Для каждого из них оценен потенциал работ по иуо как в теплый, так и в холодный период года. Потенциальный прирост воды в течение теплого сезона года составил 885 млн. м<sup>3</sup> и для холодного периода 200-250 млн. м<sup>3</sup>, что указывает на целесообразность восстановления работ по искусственному увеличению осадков на территории Восточной Грузии.