

რ. სამუკაშვილი  
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
უკვ 551. 584.

### მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე

საკვლევ რაიონში გათვალისწინებული იყო 7 წყალსაცავის (გალი, ჯვარი, ხუდონი, ხაიში, ლატალი, ფარი და იფარი) მშენებლობა. აქედან ექსპლოატაციაში გადაეცა გალის (1969წ) და ჯვრის (1978წ) წყალსაცავები. ხუდონის წყალსაცავის მშენებლობა დაიწყო 1980 წელს და შეწყდა 1989 წელს. ამ წყალსაცავის მშენებლობის წინააღმდეგ წაყენებული ძირითადი არგუმენტი მდგომარეობდა იმაში, რომ თითქოს ამ პროექტის რეალიზაციის შედეგად კატასტროფულად გაუარესდებოდა რაიონის ეკოლოგიური მდგომარეობა ერთ-ერთი კლიმატწარმომქმედი ფაქტორის\_აუზის ბურებრივი ქვეფენილი ზედაპირის სრულიად განსხვავებული ფიზიკური თვისებების მქონე წყლის ზედაპირით შეცვლის შედეგად. ბუნებრივია, რომ მდინარის აუზის ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკური თვისებების მკვეთრმა ცვლამ გარკვეული გავლენა უნდა მოახდინოს წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის კლიმატური მახასიათებლების (მათ შორის ჰაერის ტემპერატურის) სიდიდეზე, რომლის რაოდენობრივი შეფასება კვლევის სათანადო მეთოდების გამოყენებით წარმოადგენს განსაზღვრული აქტუალობის მქონე ეკოლოგიურ პრობლემას. წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე განპირობებულია მათში არსებული წყლის მასის გაცივებისა და გათბობის პერიოდების ხანგრძლივობაით, რაც დამოკიდებულია წყლის დიდ სითბოტევადობაზე, ჰაერისა და წყლის ტემპერატურების სხვაობაზე. წყალსაცავების ფართობისა და სიღრმის ზრდისას მისი გამაცივებელი და გამათბობელი ეფექტის ინტენსივობა მატულობს. წყალსაცავების გარემოს თერმულ რეჟიმზე გავლენის სიდიდეზე გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს მათი განლაგების რაიონის გეომორფოლოგიური და კლიმატური პირობები, სინოპტიკური სიტუაციების (სიცივისა და სითბოს ადვექცია) და კვების რეჟიმის თავისებურებები.

როგორც ცნობილია, წყალსაცავის ზედაპირის სითბური ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$B = LE + P + Q, \quad (1)$$

სადაც, B არის წყლის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი, P\_სითბოს ტურბულენტური ნაკადი, LE კონდენსაციის ან აორთქლების შედეგად გამოყოფილი (ან დახარჯული) სითბოს რაოდენობა Q\_სითბოს ნაკადი წყლის ზედაპირსა და წყლის მასას შორის. ამ გამოსახულებაში მხედველობაში არ არის მიღებული სითბოს ის ნაკადი, რომლებიც დაკავშირებულია სითბოს ან სიცივის ადვექციასთან, ან წყლის ფიზიკურ გარდაქმნებთან (გაყინვა, დნობა). წელიწადის სეზონის მიხედვით (1) გამოსახულების მდგენელების როლი იცვლება, რაც განაპირობებს წყალსაცავის გამათბობელ ან გამაცივებელ ეფექტს. როდესაც  $P > 0$  მაშინ წყალსაცავზე ჰაერის ფენა თბება, თუ  $P < 0$  მაშინ ცივდება. ანალოგიურად თუ  $Q > 0$  მაშინ ადგილი აქვს წყლის ტემპერატურის ზრდას, როდესაც  $Q < 0$  მაშინ სახეუა წყლის ტემპერატურის შემცირება. მდგენელი LE განსაზღვრავს წყლისპირა ჰაერის ფენაში ტენიანობის ცვლილებას (მატებას აორთქლების და შემცირებას კონდენსაციის პირობებში). ამ პროცესების შედეგად წელიწადის განმავლობაში წყალსაცავის სანაპირო ზონაში ჰაერის ტემპერატურა განიცდის გარკვეულ ტრანსფორმაციას. ჰაერის ტემპერატურის საწყისი (ხმელეთზე) და ტრანსფორმირებული (წყლის აკვატორიაზე) მნიშვნელობების შედარება სათანადო მეთოდების გამოყენებით საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად შეფასდეს წყალსაცავის გავლენის ეფექტი მიმდებარე ტერიტორიის თერმულ რეჟიმზე. ამ მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

1. ტემპერატურის ცვლილება წყალსაცავის სავარაუდო გავლენის რაიონში განიხილება იმ პერიოდთან შედარებით, რომელიც წინ უსწრებდა წყალსაცავის ექსპლოატაციაში გადაცემის მომენტს.
2. განიხილება ჰაერის ტემპერატურის საშუალო სიდიდეების სხვაობა წყალსაცავის გავლენის ზონაში და მის ფარგლებს გარეთ განლაგებულ რამდენიმე პუნქტში.
3. განიხილება “სივრცულ-სხვაობათა მეთოდი”, რომლის გამოყენებით ხდება გავლენის ზონისა და შესადარებელი ზონის ჰაერის ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობების შედარება დაკვირვებათა რიგების ორი პერიოდისათვის: წყალსაცავის აშენებამდე და აშენების შემდეგ.

ჯვრის და გალის წყალსაცავების მიმდებარე ტერიტორიაზე ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით გამოყენებული იქნა “სივრცულ სხვაობათა მეთოდი”, რომელიც ემყარება იმ დაშვებას, რომ თუკი წყალსაცავი ახდენს გავლენას ჰაერის ტემპერატურაზე, მაშინ უნდა დაირღვეს ამ მეტეოლოგიურ დაკვირვებების მრავალწლიური რიგის ერთგვაროვნება წყალსაცავის აშენების შემდეგ. ჯვრის და გალის წყალსაცავების განლაგების რაიონში ჰაერის ტემპერატურაზე დაკვირვებები წარმოებდა წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდეგ. ამიტომ მათი სავარაუდო გავლენის ზონაში მეტეოსადგურებად აღებული იქნა ჯვარი, გალი და ხაიში. ამ სადგურებზე ტემპერატურაზე დაკვირვებების მრავალწლიური რიგები დაყოფილი იქნა ორ ნაწილად: წყალსაცავების აშენებამდე და აშენების შემდგომ პერიოდებად. ამასთანავე წყალსაცავების ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის სანდოობის შეფასება ჩატარდა დაკვირვებათა რიგების ანალიზით სტიუდენტის პარამეტრის გამოყენებით. ამ მიზნით დაკვირვებათა რიგების ნაწილ-

ბისათვის გამოთვლილი იქნა საშუალო მრავალწლიური მნიშვნელობები  $\bar{t}_1$  და  $\bar{t}_2$ , საშუალო კვადრატული გადახრები  $\bar{\sigma}_1$  და  $\bar{\sigma}_2$ .  $\bar{t}$  პარამეტრი, რომელიც ემორჩილება სტიუდენტის განაწილების კანონს მ+2 თავისუფლების ხარისხით გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებებიდან:

$$\bar{t} = \frac{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}{\sqrt{n\sigma_1^2 + m\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}, \quad (2)$$

რომელშიც  $m$  და  $n$  არიან რიგის ნაწილების წევრთა რიცხვები  $\bar{t}$  პარამეტრის იმ მნიშვნელობების შემთხვევაში, რომლებიც აღემატებიან  $\bar{t}_{კრიტ.}$  მნიშვნელობებს (თავისუფლების მოცემული ხარისხისა და დონისათვის) უარყოფილი იქნება ნულ-ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ  $t_1$  და  $t_2$  ეკუთვნიან ერთი და იგივე გენერალურ ერთობლიობას, ე. ი.  $t_1$  და  $t_2$  საშუალოებს შორის განსხვავება არსებითია და რომ განსაზღვრული ალბათობით შეიძლება მტკიცება წყალსაცავის მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე გავლენის ეფექტის შესახებ. სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენებით გაანალიზებული იქნა ჰაერის ტემპერატურის რიგები ხაიშის, ჯვრისა და გალის მეტეოსადგურებისათვის, რომლებიც განლაგებულია აღნიშნული წყალსაცავების გავლენის ზონაში (ცხრ.1). ჰაერის ტემპერატურის რიგი სადგურ ხაიშში ხასიათდება სადგურის ადგილმდებარეობის შეცვლით განპირობებული არაერთგვაროვნებით ამის გარდა, მკაფიოდ ფიქსირდება ჰაერის ტემპერატურის რიგის არაერთგვაროვნება, განპირობებული ჯვრის წყალსაცავის გავლენით 1978 წლის ნოემბრიდან. 1978-90 წლების პერიოდისათვის  $\bar{t}$ -ს ყველა გამოთვლილი მნიშვნელობა აღემატება  $\bar{t}_{კრიტ.}=2$ , რის შედეგად შეიძლება იმის მტკიცება, რომ არსებობს წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე სადგურ ხაიშში, ისევე როგორც ჯვარში და მესტიაში. ანალოგიურ მოვლენას 1969 წლიდან ადგილი აქვს სადგურ გალში.

როგორც ცხრ. 1-ში მოყვანილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, წყალსაცავების აშენების შედეგად სადგურ ჯვარში უკანასკნელ პერიოდში (1979-90წწ) ჰაერის ტემპერატურის საშუალოთვიური მნიშვნელობები 10 თვის (VII-IV) განმავლობაში აღმოჩნდა ნაკლები, ხოლო მაისში და ივნისში მეტი წინა პერიოდის (1959-79) შესაბამის მნიშვნელობებზე. ტემპერატურის მნიშვნელობებს შორის განსხვავების სიდიდე მაქსიმალურია მარტში და აპრილში (-0,6°). საშუალოწლიური ტემპერატურა უკანასკნელ პერიოდში წინა პერიოდთან შედარებით ჯვარში და ხაიშში დაეცა 0,2<sup>0</sup>-ით, მესტიაში 0,1<sup>0</sup>-ით ხოლო გალში მოიმატა 0,4<sup>0</sup>-ით. აღსანიშნავია, რომ ოქტომბერ-აპრილში ჯვარში წყალსაცავის აშენების შემდეგ პერიოდში აღინიშნა ტემპერატურის დაბალი მნიშვნელობები წინა პერიოდთან შედარებით, რაც არ შეესაბამება წყალსაცავში მიმდინარე სითბური პროცესების (თერმული რეჟიმის) ფიზიკურ არსს. მაგრამ, როგორც ადგილობრივი ქარების (განსაკუთრებით ფიონების) რეჟიმული მახასიათებლების ანალიზი გვიჩვენებს, სადგურ ჯვარში სითბოს ამ დამატებითი წყაროს გავლენით ჰაერის მიწისპირა ფენის ტემპერატურა უფრო მკვეთრად იზრდება, ვიდრე წყლის ზედაპირის ტემპერატურა, რაც კონკრეტულ გამოვლინებას პოულობს წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტში, ამავე პროცესს უფრო ინტენსიურს ხდის შავი ზღვის სიახლოვეც. სადგურ ხაიშში წყალსაცავის გამაგრილებელ ეფექტს ადგილი აქვს ნოემბერ-თებერვლის, მესტიაში ოქტომბერ-აპრილის, გალში კი ნოემბერ-იანვრის განმავლობაში. აღსანიშნავია, რომ ხუდონის წყალსაცავის აშენების შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება სადგურ ხაიშში გახდება უფრო ინტენსიური, ვინაიდან იგი პრაქტიკულად განლაგებულია ხუდონის მშენებარე წყალსაცავის სანაპირო ზოლში.

ცხრილი 1. ჰაერის ტემპერატურის (ტ<sup>0</sup>) საშუალო მნიშვნელობები წყალსაცავების აშენებამდე (ტ<sup>0</sup><sub>2</sub>) და აშენების შემდეგ (ტ<sup>0</sup><sub>1</sub>) სადგურები ჯვარი, ხაიში, მესტია, გალი

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	წლიური
ჯვარი (t <sub>1</sub> , 1979-1990; t <sub>2</sub> , 1959-1978)													
t <sub>1</sub>	5.0	5.4	8.0	12.6	17.3	20.1	21.5	22.2	19.0	15.9	10.9	7.5	13.8
t <sub>2</sub>	5.3	5.6	8.6	13.2	17.1	20.0	21.9	21.9	19.4	15.6	11.4	7.9	14.0
t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>	-0.3	-0.2	-0.6	-0.6	0.2	0.1	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.4	-0.2
ხაიში (t <sub>1</sub> , 1979-1990; t <sub>2</sub> , 1959-1978)													
t <sub>1</sub>	-0.5	1.5	5.2	10.8	15.3	18.1	20.6	20.3	16.7	11.0	5.9	1.3	10.5
t <sub>2</sub>	-0.4	1.8	5.2	10.8	15.2	18.0	20.6	20.2	16.3	10.9	6.0	1.5	10.7
t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.2
მესტია (t <sub>1</sub> , 1979-1990; t <sub>2</sub> , 1959-1978)													
t <sub>1</sub>	-5.8	-4.4	-0.2	5.7	10.6	13.8	16.8	16.1	12.0	6.5	1.6	-4.0	5.7

$t_2$	-5.5	-3.9	0.0	5.8	10.2	13.5	16.4	15.5	11.7	6.7	1.8	-3.3	5.8
$t_1 - t_2$	0.3	-0.5	-0.2	-0.1	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	-0.2	-0.2	-0.7	-0.1
გალი ( $t_1$ , 1979-1990; $t_2$ , 1959-1978)													
$t_1$	4.9	5.8	7.9	12.2	16.5	20.2	22.3	22.5	19.5	14.6	10.3	6.8	13.6
$t_2$	4.6	6.8	9.2	13.3	16.9	20.2	22.3	22.7	19.8	15.0	9.7	6.4	14.0
$t_1 - t_2$	0.3	1.0	1.3	1.1	0.4	0.0	0.6	0.2	0.3	0.4	-0.6	-0.4	0.4

საკვლევი წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე რაოდენობრივად შეფასდა აგრეთვე რუსეთის მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული ნახევრადემპირიული მეთოდით (Рекомендации по расчёту изменения температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов, 1981), რომლის თანახმად წელიწადის განმავლობაში ჯვრის წყალსაცავის გავლენის შედეგად ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ ეცემა  $0,3^0$ -ით. გამაცივებელი პერიოდის დიდი ხანგრძლივობა (III-XI) განპირობებულია წყალსაცავის დიდი სიღრმით და თოვლ-მყინვარების დნობის შედეგად მასში ცივი წყლის დიდი მასის ფორმირებით. ჰაერის საშუალოთვიური ტემპერატურის ცვლილება წყალსაცავზე და სანაპიროდან სხვადასხვა მანძილზე დამოკიდებულია წყლის დონეზე: წყალსაცავის გავლენის ზონა წელიწადის განმავლობაში იცვლება  $0-1,5$ კმ-ის საზღვრებში. ზამთარში, შემოდგომის შუა რიცხვებში და ზაფხულის ბოლოს იგი ვრცელდება  $1$ კმ-დე, გაზაფხულზე და შემოდგომის დასაწყისში  $0,5$ კმ-დე. წელიწადის თბილი და ცივი სეზონების ცვლის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურაზე წყალსაცავის გავლენის ზონა შემოიფარგლება მხოლოდ წყალსაცავის აკვატორიით. აქვე ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ აღნიშნული ორი მეთოდით გამოთვლების შედეგად მიღებული წყალსაცავის გამათბობელი (გამაცივებელი) გავლენის ხანგრძლივობა და ინტენსივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან: იმაზე დამოკიდებულებით, თუ რომელი მეთოდით არის განსაზღვრული წყალსაცავში წყლის ზედაპირის ტემპერატურა (ინსტრუმენტალურად, ანალოგ-წყალსაცავების გამოყენებით, წყალსაცავების განლაგების რაიონისათვის წყლის ზედაპირისა და ჰაერის ტემპერატურებს შორის დადგენილი დამოკიდებულებით) გამოთვლების შედეგად შესაძლოა მიღებული იქნეს წყალსაცავების გამათბობელი ან გამაცივებელი ეფექტის ხანგრძლივობისა და ინტენსივობის განსხვავებული ვარიანტები, რომლებიც პრობლემის კორექტულად გადაჭრის მიზნით დღის წესრიგში აყენებს საკვლევი წყალსაცავების აკვატორიაზე წყლის ზედაპირის ტემპერატურაზე ხისტემპერატურული ინსტრუმენტალური დაკვირვებების ორგანიზაციის აუცილებლობას, რაც უზრუნველყოფს ობიექტური შედეგების მიღებას.

**ლიტერატურა—REFERENCES\_ЛИТЕРАТУРА**

1. Рекомендации по расчёту изменения температуры и влажности воздуха на побережье водоёмов, 1981, Изд. ГГО, Л., 16с.

უკ 551. 584.

**მდინარე ენგურის და გალის წყალსაცავების გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე** /რ. სამუკაშვილი/ ჰმი-ს შრომათა კრებული-2007,ტ.114, გვ., ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შეფასებულია ჯვრისა და გალის წყალსაცავების გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის ჰაერის ტემპერატურაზე. ჯვრის, მესტიის, ხაიშისა და გალის მეტეოსადგურების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. წყალსაცავებისათვის დადგენილია გამათბობელი და გამაცივებელი პერიოდების ხანგრძლივობა და მათი ინტენსივობა. ცხრ. 1, ლიტ. დას.1.

UDC 551. 584.

**The influence of reservoirs the riv. Inguri and Gali on the air temperature** /R. Samukashvili/ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. 2007. v.114,p. Georg, Summ., Eng., Russ.

The influence of Djvari and Gali reservoirs on the air temperature-for the adjoining territory on base of analysis of information (date) of meteorological stations of Djvari, Khaishi, Mestia and Gali is estimated.

For the reservoirs is settled the duration of heating and cooling periods and their intensity. Tab. 1, Ref. 1.

УДК 551. 584.

**Влияние водохранилищ реки Ингури и Гали на температуру воздуха.** /Р.Самукашвили/.Сб. Трудов Института гидрометеорологии Грузии-2007,т.,114,с. Груз., Англ., Русск.

Оценено влияние водохранилищ Джвари и Гали на температуру воздуха прилегающей территории. На основе анализа данных метеостанции Джвари. Хаиши, Местия и Гали для водохранилищ установлены продолжительности периодов нагревания и охлаждения и их интенсивность. Таб. 1, Лит. 1.