

უაკ 504.064

ლისის ტბის წყლის ჰიდრობიოქიმიური მდგომარეობის დახასიათება

ლ.ინწკირველი, ა.სურმავა, ნ.გიგაური

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
ვლ.კომაროვის თბილისის ფიზიკა-მათემატიკის № 199 საჯარო სკოლა

საქართველო მდიდარია წყლის რესურსებით, მაგრამ ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გააქტიურებისა და ტექნიკური პროგრესის პირობებში სულ უფრო იზრდება წყლებზე ანთროპოგენული ზემოქმედების ინტენსივობა და მისი დაბინძურების საფრთხეც. ბოლო წლების განმავლობაში სწრაფი ტემპებით გაიზარდა წყლის მოხმარებაც, როგორც ქალაქებში, ისე სოფლებში. შესაბამისად, მოიმატა და ფართო ხასიათი მიიღო წყლის დაჭუჭყიანებამაც, რაც მდინარეებსა და წყალსატევებში ჭუჭყიანი წყლის შერევითაა განპირობებული. წყლის რესურსების მართვა საქართველოში მოქმედი კანონებით რეგულირდება, მაგრამ არანაკლებ მნიშვნელოვანია ადამიანების თვითშეგნება, რაც განაპირობებს მათ დამოკიდებულებას ქვეყნის ეკოლოგიური პრობლემების მიმართ. ეს თვითშეგნება და გარემოზე ზრუნვის ჩვევა ადამიანებში ბავშვობიდან უნდა ჩამოყალიბდეს, სწორედ ამ პრობლემას ემსახურება წარმოდგენილი სტატია, რომლის მიზანი იყო სკოლის მოსწავლეები გაცნობოდნენ გარემოსდაცვით საკითხებს, შეეფასებინათ გარემოს კომპონენტებზე ანთროპოგენული დატვირთვის გავლენა და მისი ნეგატიური შედეგები. კვლევის ობიექტად არჩეულია ლისის ტბის დაბინძურების მონიტორინგი, სადაც დღეს არ ტარდება სისტემატური დაკვირვებები, ხოლო ანთროპოგენული დატვირთვა კი დღითიდღე მლიერდება. ლისის ტბა თბილისის ქვაბულშია განთავსებული, ქალაქის ჩრდილო-დასავლეთით. ტბის მიდამოების კეთილმოწყობა 1937 წლიდან დაიწყო. ამჟამად ლისის ტბა ქალაქის ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული გამაჯანსაღებელი დადასასვენებელი ზონაა. 2007 წელს მის სიახლოვეს გაიხსნა თბილისის ახალი იპოდრომი, რომელიც 31 ჰა ტერიტორიას მოიცავს და ცხენოსნობის მოყვარულებისთვის უსაყვარლესი ადგილია. ბოლო წლებში ლისის ტბის სანაპირო ზოლს რეაბილიტაცია ჩაუტარდა: განახლდა სარეკრეაციო ზონა, მოეწყო პლაჟი და დაიგო სანაპირო ბილიკი. მომავალში დაგეგმილია ტბის სრულ პერიმეტრზე სხვადასხვა დასასვენებელი და კულტურული ცენტრის გაშენება. ამოქმედდება ახალი თერმული აბანო (ტბის შემოგარენში რამდენიმე თერმული წყაროა), მისი კეთილმოწყობის შემდეგ, მნიშვნელოვნად გაიზარდა მოქალაქეთა ნაკადი და, შესაბამისად, მოსალოდნელია გაიზარდოს ანთროპოგენული დატვირთვაც მასზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე მნიშვნელოვანია ლისის ტბის დაბინძურების მონიტორინგი. დასმული პრობლემის აქტუალობაზე მეტყველებს ის ფაქტიც, რომ რამდენიმე ათეული წელია, რაც წყლის პრობლემატიკამ მნიშვნელოვანი ადგილი დაიკავა საერთაშორისო საზოგადოების დღის წესრიგში. წყლის დაბინძურება საქართველოშიც ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემად იქცა. ამ პირობებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება წყლის ხარისხის მონიტორინგს, რომელიც კვლევის ფარგლებში ჩატარდა ლისის ტბაზე ჩვენს მიერ.

ლისის ტბაზე ჩატარებული კომპლექსური კვლევისათვის (ჰიდრობიოქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური, და მიკრობიოლოგიური) გამოყენებულია თანამედროვე, სავსე პირობებში გამოზომი მობილური აპარატი და უახლესი ლაბორატორიული ტექნიკა და საერთაშორისო დონეზე აღიარებული მეთოდები [1-5]. კვლევის მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე გამოყენებულია მხოლოდ ლიცენზირებული ISO სტანდარტები QA/QC (ხარისხის შეფასება/ხარისხის კონტროლი) [ISO 17025] დაცვით. კვლევის პროცესში დაკვირვების წერტილების შერჩევის შემდეგ (ნახ.1) ჩატარებულია ოთხი ექსპედიციური გასვლა და საანალიზოდ აღებულია 13 საანალიზო ნიმუში, გამოყენებულია გრეთვე გარემოს ეროვნული სააგენტოს მონაცემებიც [6].

წყლის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებიდან ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია ტემპერატურა, რომელიც გარკვეულწილად გვიჩვენებს წყლის ხარისხის ცვლილების სიჩქარესა და მიმართულებას. იგი გავლენას ახდენს წყალსაცავში მიმდინარე ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებზე, რომლებიც ფაქტიურად განსაზღვრავენ წყლის ჟანგბადურ რეჟიმს, თვითგასუფთავების პროცესის ინტენსივობას და ა.შ. კვლევის პერიოდში ლისის ტბის წყლის თერმიულ დაბინძურებას ადგილი არ ქონია, მისი მნიშვნელობა სეზონების მიხედვით მერყეობდა 4 -16°C ფარგლებში.

წყლის ხარისხის დახასიათებლად ერთ-ერთი ყველაზე უფრო ინფორმატიული მაჩვენებელია ე.წ. წყალბადმაჩვენებელი - pH. იგი განსაზღვრავს წყლი ბუნებრივ თვისებებს და ამავდროულად, წარმოადგენს მისი დაბინძურების მაჩვენებელს, სუფთა წყლებში pH-ის მნიშვნელობა მერყეობს 6.5-8.5-ის ფარგლებში. დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ლისის ტბის წყალი ხასიათდება სუსტი ტუტე არით. pH-ის მნიშვნელობა ნორმის ზედა ზღვართან არის ახლოს და მერყეობს pH=8.00 - 8.27-ის ფარგლებში. აქედან გამომდინარე წყალში არ არის მოსალოდნელი მძიმე ლითონების შემცველობა გახსნილ ფორმაში, წყლის სუსტი ტუტე გარემო (pH=8) განაპირობებს მათ ჰიდროლიზს და ისინი ილექებიან ტბის ფსკერზე ჰიდროქსიდების სახით. წყლის

ხარისხის სანიტარული მახასიათებლებიდან გამოვყავით: ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება (ჟბმ), გახსნილი ჟანგბადი და ბიოგენური ნაერთები: ამონიუმის მარილები, ნიტრიტები, ნიტრატები და ფოსფატები. ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრ.1-ში



ნახ. 1. ლისის ტბაზე შერჩეული დაკვირვების წერტილები.

ცხრილი 1. ჟბმ-ის, გახსნილი ჟანგბადის, ამონიუმის იონის, ნიტრიტების, ნიტრატებისა და ფოსფატების მინიმალური და მაქსიმალური შემცველობები (მგ/ლ) ლისის ტბის წყალში

დასახელება	ზღვ, მგ/ლ	მინიმუმი	მაქსიმუმი
ჟბმ	6	2.3	3.4
გახსნილი ჟანგბადი(O ₂)	4-6	4.1	8.1
ამონიუმის იონი (NH ₄ ⁺)	0.39	0.51	1.7
ნიტრიტები (NO ₂ ⁻)	1.0	<0,001	0.09
ნიტრატები (NO ₃ ⁻)	10.0	u0.003	0.053
ფოსფატები (PO ₄ ³⁻)	3.5	0.046	0.824

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ განსაზღვრული ინგრედიენტებიდან შესაბამის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას აჭარბებს მხოლოდ გახსნილი ჟანგბადის მაქსიმალური მნიშვნელობა და ამონიუმის იონი - ყველა შემთხვევაში. როცა ისაზღვრებოდა ნიტრიტების, ნიტრატების და ფოსფატების შემცველობა ლისის ტბის წყალში, მათი კონცენტრაციები ბევრად ნაკლები იყო შესაბამისი ზღვ-ს მნიშვნელობაზე. ჩვენს მიერ ჩატარებული მონიტორინგის პერიოდში ლისის ტბის წყლებში აღინიშნებოდა მხოლოდ ამონიუმის იონის მაღალი შემცველობა (1.5 – 3 ზღვ), რაც მიგვიჩვენებს, რომ აქ ჭარბობს იმ პროცესების ინტენსივობა, რომლებიც განაპირობებენ მის დაგროვებას ანუ ცილოვანი ნაერთების დეგრადაცია, ამინომჟავების დეზამინირება და ა.შ.

ჩატარებულმა მონიტორინგმა გვიჩვენა, რომ ლისის ტბის წყალში მაღალია მინერალიზაცია და შესაბამისად, ელგამტარობაც. ხოლო შეწონილ ნაწილაკთა შემცველობა 50 - 65 მგ/ლ-ის ფარგლებში მერყეობს. ლისის ტბის წყალში მთავარი იონების კონცენტრაციების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები წარმოდგენილია ცხრ.2-ში.

ცხრილი 2. მთავარი იონების მინიმალური და მაქსიმალური შემცველობები(მგ/ლ)

დასახელება	ზღვ, მგ/ლ	მინიმუმი	მაქსიმუმი
სულფატები	500	2592.4	2751.4
ქლორიდები	350	160.0	183.3
ჰიდროკარბონატები		238.3	266.9
კალიუმი	50	2.6	2.9
ნატრიუმი	200	85.5	110.1
კალციუმი	180	218.5	336.2
მაგნიუმი	40	49.3	57.3

ცხრილი 2-ის მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ვთქვათ, რომ ანიონებიდან ქლორიდების მაქსიმალური კონცენტრაცია კი, ყოველთვის ნაკლებია შესაბამისი ზღვ-ს მნიშვნელობაზე. ხოლო სულფატების კონცენტრაციის მინიმალური მნიშვნელობაც კი 5-ჯერ და უფრო მეტად აჭარბებს შესაბამის ზღვ-ს. ჰიდროკარბონატების კონცენტრაციები მერყეობს 238-267 მგ/ლ ფარგლებში. კათიონებიდან ყოველთვის ნორმის ფარგლებშია ნატრიუმის და კალიუმის შემცველობები, ამასთან ნატრიუმის შემცველობა ბევრად აჭარბებს კალიუმისას. რაც შეეხება კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობებს, მათი კონცენტრაციები ყოველთვის აჭარბებენ შესაბამისი ზღვ-ს მნიშვნელობებს და კალციუმის შემცველობა 4-5-ჯერ მეტია მაგნიუმის შემცველობაზე. ამრიგად, დავასკვნით, რომ ლისის ტბის წყალი სულფატურია კალციუმის და მაგნიუმის მა-

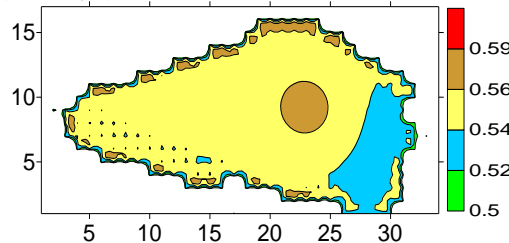
ღალი შემცველობით, რაც განაპირობებს წყლის მაღალ სიხისტეს 16-22 მგ/ლ ფარგლებში. ლისის ტბის წყლის მაღალ სულფატურობას კი განაპირობებს ამ მიდამოებში არსებული გოგირდიანი თერმიული წყლები.

სანიტარულ მდგომარეობას გადაწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება წყლის ხარისხის შეფასებისათვის. ამ მიზნით გამოვიყენეთ შემდეგი პარამეტრები და მეთოდები: ჰეტეროტროფული (მეზოფილური აერობები და ფაკულტატიური ანაერობების) ბაქტერიების საერთო რიცხვის განსაზღვრა და აღრიცხვა (ISO 17994:2004 მეთოდით); ნაწლავური ენტეროკოკების (ენტეროკოცუს ფაეცალის) - ფეკალური კოლიფორმების განსაზღვრა და აღრიცხვა (ISO 7899-2:2000 მეთოდით); ტოტალური კოლიფორმებისა და Escherichia coli - ს (E.coli) განსაზღვრა და აღრიცხვა (E.coli ISO 0157:H7 მეთოდით). ოთხი ექსპედიციის პერიოდში აღებული სინჯების გასაშუალოებული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ.3-ში.

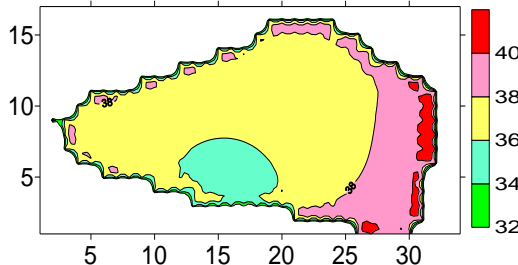
ცხრილი 3. ლისის ტბის წყლის ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზის გასაშუალოებული შედეგები

დაკვირვების წერტილები	ტოტალური კოლიფორმები 1დმ ³ -ში	EE-coli, 1დმ ³ -ში,	ფეკალური სტრეპტოკოკები, 1დმ ³ -ში
1	1283,33	303,3	44,33
2	306,67	199,0	44,33
3	1197,50	215,5	30,50
4	310,00	214,5	43,00
5	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
6	104,00	არ აღმოჩნდა	არ აღმოჩნდა
7	101,00	არ აღმოჩნდა	21,00

ცხრილი 3-ის მონაცემები გვამღებს საშუალებას დავასკვნათ, რომ ლისის ტბაზე ჩატარებული მიკრობიოლოგიური მონიტორინგის პერიოდში E-coli-ის მაღალი კონცენტრაციები არ დაფიქსირებულა, მისი მნიშვნელობა მერყეობდა 200-400 ერთ/ლ-ის ფარგლებში. იდენტიფიცირებული კოლიფორმების და ფეკალური სტრეპტოკოკების კონცენტრაციები კი მიგვანიშნებენ წყლის მცირე დაბინძურებას. ნახ. 2 და 3-ზე წარმოდგენილია ამონიუმის იონისა და ფეკალური სტრეპტოკოკების განაწილება ლისის ტბის წყალში, რომელიც მიღებულია მონაცემთა ინტერპოლაციით



ნახ. 2. ამონიუმის იონის (მგN/ლ) განაწილება ლისის ტბის წყალში 29.11.2017



ნახ. 3. ფეკალური სტრეპტოკოკების განაწილება ლისის ტბის წყალში 29.11.2017

დასკვნა. კვლევის პერიოდში მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ლისის ტბის წყალი არის მაღალმინერალიზებული (2500-3000 მგ/ლ), სულფატური, კალციუმის და მაგნიუმის მაღალი შემცველობით, რაც განაპირობებს მისი წყლების მაღალ სიხისტეს 16-22 მგ/ლ ფარგლებში. ლისის ტბის წყლის მაღალი სულფატურობა კი განაპირობებულია ამ მიდამოებში არსებული გოგირდიანი თერმიული წყლებით.

წყლის ხარისხის სანიტარული მაჩვენებლებიდან ლისის ტბის წყლებში შესაბამის ზდკ-ს მნიშვნელობას აჭარბებს მხოლოდ გახსნილი ჟანგბადის მაქსიმალური კონცენტრაცია და ამონიუმის იონები - ყველა

შემთხვევაში. ნიტრიტების, ნიტრატების და ფოსფატების კონცენტრაციები ბევრად ნაკლები იყო შესაბამისი ზღვ-ს მნიშვნელობაზე.

ლისის ტბაზე ჩატარებულმა მიკრობიოლოგიურმა მონიტორინგმა გვიჩვენა, რომ კვლევის პერიოდში E-coli-ის მაღალი კონცენტრაციები არ დაფიქსირებულა, მისი მნიშვნელობა მერყეობდა 200-4000 ერთ/ლ-ის ფარგლებში. იდენტიფიცირებული კოლიფორმების და ფეკალური სტრეპტოკოკების კონცენტრაციები კი მიგვანიშნებენ წყლის მცირე დაზინძურებას. აქვე აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ჩვენი დაკვირვებები მიმდინარეობდა გვიან შემოდგომაზე და ზამთარში, როცა წყალში ბიოქიმიური პროცესების ინტენსივობა შემცირებულია, ამიტომ, გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში, როცა სავარაუდოდ შეიძლება შეიცვალოს წყალში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ინტენსივობა აუცილებელია კვლავ ჩატარდეს ლისის ტბაზე მიკრობიოლოგიური მონიტორინგი.

ლიტერატურა – REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

1. გ.სუპატაშვილი - გარემოს ქიმია (ეკოქიმია), თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 187 გვ., 2009.
2. Супаташвили Г.Д. – Гидрохимия - Грузии (пресные воды) – Изд.Тбилисского Университета,Тбилиси,399 ст.,2003.
3. Фомин Г.С., Фомин А.Г. – Вода. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. Москва, 2001.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Гидрометеиздат, Ленинград, 240 ст., 1983
5. ლიცენზირებული საერთაშორისო ISO სტანდარტები QA/QC (ხარისხის შეფასება/ ხარისხის კონტროლი) [ISO 17025]
6. გარემოს ეროვნული სააგენტოს ვებ. გვერდი -nea.gov.ge

ლისის ტბის წყლის ჰიდრობიოქიმიური მდგომარეობის დახასიათება /ლ.ინჭვირველი, ა.სურმავა, ნ.გიგაური/სტუ-ს ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ.. - 2018. - ტ.125. - გვ.67-70. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ჩატარდა ლისის ტბის წყლის ბიოქიმიური მონიტორინგი და წყლის ხარისხის კონტროლი. შეფასებულია ლისის ტბის წყლის არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობა. დაზუსტებულია წყლის დამაჭუჭყიანებელ ინგრედიენტთა ნუსხა და შეფასებულია წყლის ხარისხი, შესწავლილია ანთროპოგენული დატვირთვა ლისის ტბის წყლის შემადგენლობაზე. შემუშავებულია რეკომენდაციები ლისის ტბის წყლის ხარისხის გასაუმჯობესებლად.

Evaluation of the Hydrobiochemical State of the Lisi Lake./Intskirveli L.,Surmava A.,Gigauri N./Transactions of the IHM at the GTU. - 2018. - vol.125. - pp.67-70. - Georg.; Summ: Georg., Eng., Rus.

Biochemical monitoring and quality control of the waters of Lake Lysi were carried out. The quality and modern ecological state of the lake water are assessed and its pollutants are specified. The anthropogenic load determining the chemical composition of the waters of Lake Lysi is estimated. To improve the quality of lake waters, recommendations have been developed.

Оценка гидробиохимического состояние вод озера Лиси./Инцкирвели Л.Н., Сурмиава А.А., Гигаури Н.Г./Сб. Трудов ИГМ ГТУ-а. - 2018. - вып.125. - с.67-70. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

Проведены биохимический мониторинг и контроль качества вод оз.Лиси. Оценены качество и современное экологическое состояние воды озера и уточнены ее загрязнители. Дана оценка антропогенной нагрузке, определяющей химический состав вод оз.Лиси. С целью улучшения качества вод озера разработаны рекомендации.