

უდკ 552.482.14

### საქართველოს ძირითადი ტრანსსასაზღვრო მდინარეების ეკოლოგიური მდგომარეობა და მათი კლასიფიკაცია

ნ.ბუაჩიძე\*, ლ.ინწკირველი\*, გ.კუჭავა\*, ე.ბაქრაძე\*\*,  
ნ.ბეგლარაშვილი\*, ლ.გვერდწითელი\*\*\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

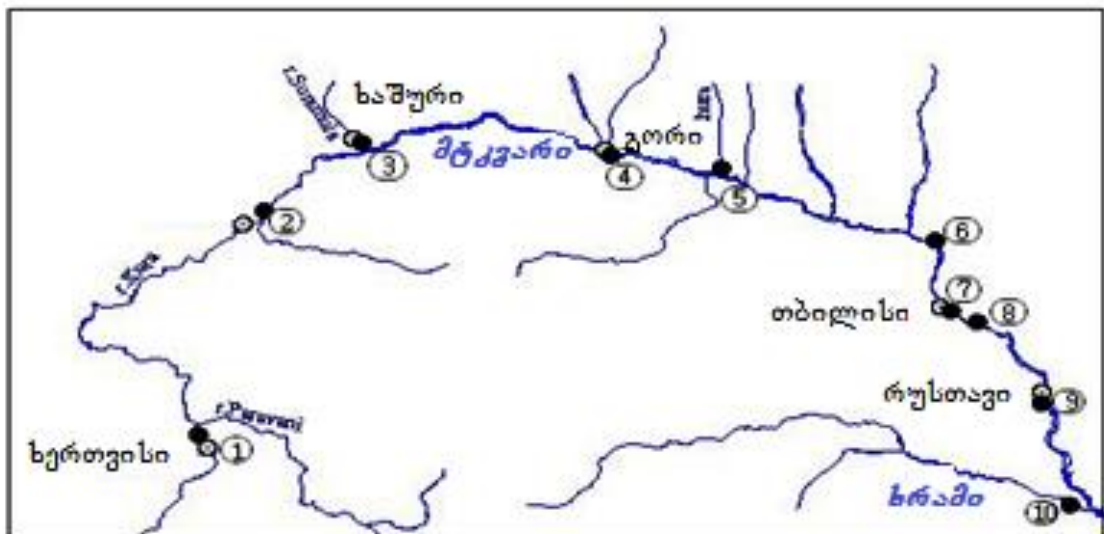
\*\* გარემოს ეროვნული სააგენტო, თბილისი

\*\*\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი

ზედაპირული წყლების ეკოქიმიური და ბიოლოგიური მონიტორინგი და წყლის ხარისხის კონტროლი ერთადერთი საშუალებაა, რომლითაც მოწმდება ეკოსისტემის რეალურად არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობა. ეს პრობლემა განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია ჩვენი ქვეყნისათვის დღეს, რადგან საქართველოში შეიცვალა ეკოსისტემებზე ანთროპოგენული ზემოქმედების ინტენსიურობა და ხასიათიც.

დაკვირვების ობიექტად შერჩეულია მდ.მტკვარი და მისი ზოგიერთი შენაკადი (ლიახვი, იორი, ალაზანი, ხრამი), რადგან ისინი წარმოადგენენ აღმოსავლეთ საქართველოს წყლის ძირითად არტერიას, მიედინებიან მჭიდროდ დასახლებულ ეკონომიკურად განვითარებულ რეგიონებში და ამავე დროს წარმოადგენენ ტრანსსასაზღვრო მდინარეებს. მდ. მტკვარზე ჩატარებულია მრავალი კვლევა სხვადასხვა საერთაშორისო პროექტების მეშვეობით, რომელთა საშუალებით ჩვენს ხელთ აღმოჩნდა მრავალწლიანი მონაცემები, რამაც საშუალება მოგვცა გავგვეკეთებინა ღრმა ანალიზი და მიგვეღო საინტერესო შედეგები.

აუზის სრული ჰიდროეკოლოგიური დახასიათების მიზნით შესწავლილია მდინარეთა წყლები, მათი ტიპიკა ნატანი, ფსკერული ნალექები, მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგები. ძირითადი აქცენტი კეთდებოდა ბიოგენურ ნაერთებსა და მძიმე ლითონებზე. ამავდროულად ზედაპირული წყლების ყოველ სინჯში ლაბორატორიულ პირობებში ისაზღვრებოდა წყლის ხარისხის განმსაზღვრელი 30-მდე ინგრედიენტი. წყლის სინჯებში ჩატარებულია მიკრობიოლოგიური ანალიზიც (ემერიხულ ნაწლავურ ჩხირებზე, მიკრობთა საერთო რაოდენობაზე, ფეკალური სტრეპტოკოკებისა და მიკრობთა საერთო რაოდენობაზე). საანალიზო სინჯების აღების წერტილები წარმოდგენილია ნახაზზე 1.



ნახ.1. დაკვირვების პუნქტების განაწილების სქემა მდ.მტკვარსა და მის შენაკადებზე

წყლის ყოველ ნიმუშში მობილური აპარატით “HORIBA” ვზომავდით ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებს (ტემპერატურა (°C); მარილიანობა (%); კონდუქტივობა (მსმ/სმ); pH (წყალბადი-ონთა

კონცენტრაცია); გახსნილი ჟანგბადი (მგ/ლ, %); ტურბიდიმეტრია (NTU); TDS (მგ/ლ); პოტენციომეტრია (mv).

ზედაპირული წყლების ნიმუშებს ვიღებდით და ვინახავდით ჰიდროქიმიურ ლიტერატურაში მითითებული მეთოდების შესაბამისად. ნიმუშებში ყველა ტიპის ქიმიური თუ მიკრობიოლოგიური ანალიზები ჩატარებულია თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით, რომლებიც პასუხობენ და შესაბამისობაში მოდიან ევროპულ სტანდარტებთან [1,2,3]. ცხრ.1-ში წარმოდგენილია მდ.მტკვრის აუზის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების სიდიდეები.

**ცხრილი 1. მდ.მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის წყლის საშულოწლიური ფიზ-ქიმიური მაჩვენებლები (2010–2012წ.წ.)**

დასახელება	მტკვარი (ხერთვისი)	მტკვარი (ბორჯომი)	სურამულა (ხაშური)	მტკვარი (გორი)	ლახვი (გორი)	ქეხულა (კასპი)	არაგვი (ყინვალი)	მტკვარი (თბილისი)	მტკვარი (გაჩიანი)	მტკვარი (რუსთავი)	ხრამი (წითელი ხიდი)	იორი (თიანეთი ზედა)	ალაზანი (შაქრიანი)	იორი (სართიქალაქი)
გამჭვირვა-ლობა, სმ	22	13	33	15	30	34	36	4	8	7	16	20	25	21
pH	8.50	7.99	7.65	8.76	8.14	8.36	8.68	8.01	8.00	7.90	8.53	8.29	7.90	8.55
ტემპერატურა, °C	6.7	6.6	7.0	7.5	8.5	9.6	9.9	26.5	26.4	26.7	25.5	23.3	20.0	21.0
გახსნილი ჟანგბადი, მგ/ლ	6.2	7.0	6.8	6.9	7.9	6.5	6.8	6.70	6.20	7.50	8.55	8.61	9.93	9.07
ელექტრო-გამტარობა, სმ/სმ	320	310	280	214	198	208	220	403.2	470.7	520.4	587.0	120.0	34.0	88.0

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილ რეგიონში, წყლის ხარისხი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, დამაკმაყოფილებელია (ცხრ.1).

ჩატარებული სრული ჰიდროქიმიური ანალიზის შედეგები კი გვიჩვენებს, რომ მდ.მტკვრის წყალში დინების მიმართულებით (ხერთვისი-რუსთავი) მთავარი კათიონების შემცველობები მატულობს, პრაქტიკულად არ აჭარბებს შესაბამის ზღვ-ს და შესაბამისად მერყეობს დიაპაზონში:

- K<sup>+</sup>-სთვის 0.9 (ბორჯომი) \_ 2.1 (წითელი ხიდი) მგ/ლ;
- Na<sup>+</sup>-სთვის 4.0 (გორი) \_ 29.4 (წითელი ხიდი) მგ/ლ;
- Mg<sup>++</sup>-სთვის 5.0 (ბორჯომი) \_ 8.4 (გაჩიანი) მგ/ლ;
- Ca<sup>++</sup>-სთვის 23.0 (ბორჯომი) \_ 59.0 (გაჩიანი) მგ/ლ.

წყალში Na<sup>+</sup>-ის მაღალი კონცენტრაციები K<sup>+</sup>-ის შემცველობებთან შედარებით (თითქმის 10-ჯერ აღემატება) აიხსნება იმით, რომ K<sup>+</sup> არის მეტად აუცილებელი პროდუქტი მცენარეთა საფარისათვის და იგი აითვისება უფრო დიდი ინტენსივობით ვიდრე Na<sup>+</sup>, ასევე K<sup>+</sup> უფრო მტკიცეა შთანთქმული ნიადაგში არსებულ კომპლექსებში. ხოლო, რაც შეეხება Ca<sup>++</sup>-ის შემცველობის მატებას წყალში დინების მიმართულებით, აიხსნება საქართველოს ნიადაგების სპეციფიურობით (ანუ ნიადაგში Ca<sup>++</sup>-ის მაღალი შემცველობით) და შესაბამისად მათი წყალში გახსნისას იზრდება კონცენტრაციებიც.

ანიონთაგან SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ისა და Cl<sup>-</sup>-ის იონების შემცველობებიც მდ.მტკვრის წყალში ნაკლებია მათ ზღვ-ზე, თუმცა მათი კონცენტრაციები მდინარის დინების მიმართულებით (ხერთვისი-წითელი ხიდი) საკმაოდ იზრდება (განსაკუთრების ეს ითქმის სულფატიონებზე).

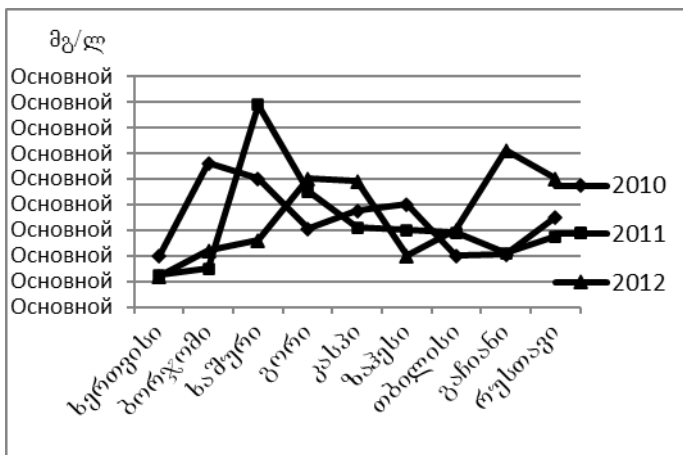
მნიშვნელოვან კომპონენტებს წარმოადგენენ ბიოგენური ელემენტები (აზოტი, ფოსფორი), რომლებიც ასახავენ ზედაპირული წყლების დაბინძურების ხარისხს და არიან მათი ინდიკატორები. განსაკუთრებით საინტერესოა მათი ცალკეული ფორმების (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) შემცველობების კონტროლი წყალში, რომლებიც ახასიათებენ ისეთი პროცესების გაძლიერებას, როგორცაა ფეკალური დაბინძურება, ევტროფიკაცია, გამოწვეული კომუნალური და სასოფლო-სამეურნეო ჩამდინარე წყლების ჩაშვებებით მდინარეში. საქართველოს ფონზე ამ კომპონენტების კონტროლი იძენს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას, რადგან მდ.მტკვარში ჩამდინარე კომუნალური წყლების 80-90% აღარ ექვემდებარება როგორც მექანიკურ, ასევე ბიოქიმიურ გაწმენდას

ნახაზზე 2 გრაფიკულად გამოსახულია ამონიუმის იონის შემცველობების ცვლილების დინამიკა მდ.მტკვრის წყალში (რომლითაც მდ.მტკვრის აუზი აღმოჩნდა ყველაზე მეტად დაბინძურებული).

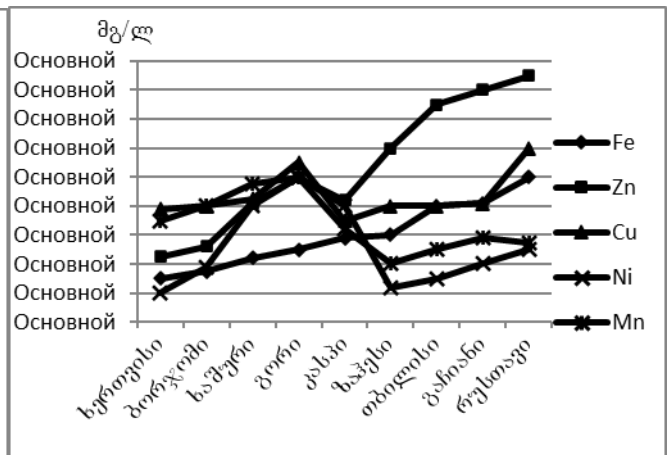
როგორც ვხედავთ (ნახ.2), აზოტის ფორმებიდან მხოლოდ ამონიუმის იონის შემცველობა აჭარბებს შესაბამის ზღვ-ს. ეს ტენდენცია განსაკუთრებით აღინიშნება ზაფხულის წყალმცირობის პერიოდში, როცა ამ იონის კონცენტრაციის მატება იწყება უკვე ქ.ბორჯომიდან და მაქსიმუმს აღწევს თბილისი-რუსთავის მონაკვეთში. კერძოდ, თუ მისი შემცველობა გაზაფხულზე (აპრილი-მაისი) აღწევს 1,5 ზღვ-ს, წყალმცირობის პერიოდში (ზაფხული-შემოდგომის დასაწყისი) ის უკვე აჭარბებს 2-6 ზღვ-ს, რაც იმის მანიშნებელია, რომ მდ.მტკვარი მის ქვედა კვეთაში გზადაგზა ჭუჭყიანდება ფეკალიებით.

რაც შეეხება მძიმე ლითონებს, მათი ხსნადი ფორმების შემცველობები წყალში წლების მიხედვით იცვლება, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მათი კონცენტრაციები მცირეა და ვერ აღწევს მათ ზღვ-ს, რასაც განაპირობებს წყლის pH (6,5-8,5). ამ დიაპაზონში მიმდინარეობს მათი ჰიდროლიზი და ისინი ჰიდროქსიდების სახით ილექებიან ფსკერულ ნალექებში, ანუ გადანაწილდებიან წყალში შეტივარებულ ნაწილაკებზე და სედიმენტებში.

ზოგიერთი მძიმე ლითონების კონცენტრაციების ცვლილების დინამიკა წყალში, მდინარის დინების მიმართულების მიხედვით მოცემულია ნახ.3-ზე.



**ნახ.2.** ამონიუმის იონის საშუალო წლიური შემცველობები მდ.მტკვრის წყალში (2010-2012)

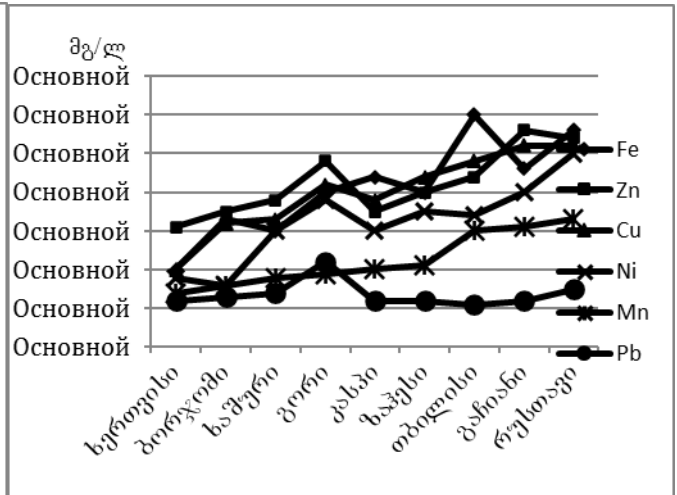
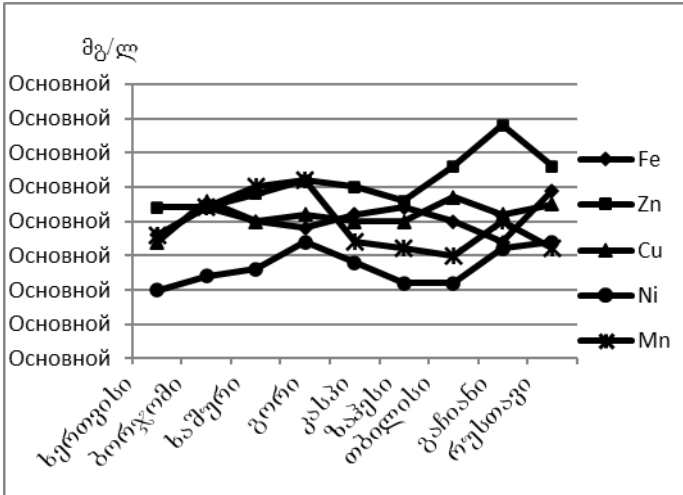


**ნახ.3.** მძიმე ლითონების საშუალო წლიური შემცველობები მდ.მტკვრის წყალში (2010-2012)

თვალნათლივ ჩანს, რომ ლითონების შემცველობები წყალში მატულობს დინების მიმართულების პარალელურად და განსაკუთრებით ეს ტენდენცია მკვეთრად გამოიხატება თუთიისა და სპილენძის შემთხვევაში.

გაცილებით მეტია მძიმე ლითონების შემცველობა ტივტივა ნატანში, წყლის ამ ფაზისათვის ზღვ-ს მნიშვნელობები არ არის შემუშავებული, ამიტომ ჩვენ შესაძარებლად ავირჩიეთ მათი კონცენტრაციები ხერთვისთან მიმართებაში და უნდა ითქვას, რომ ტივტივა ნატანზე აღსორბირებული მძიმე ლითონების კონცენტრაციები მცირედ მატულობს მდინარის დინების მიმართულებით. თუმცა მათი შემცველობა საგრძნობლად მეტია ტივტივა ნატანზე (50-70%) გახსნილ ფორმებთან შედარებით (ნახ.4).

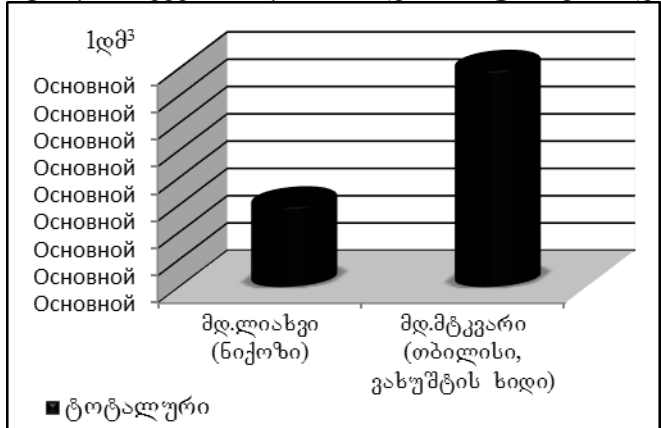
მდინარის ფსკერულ ნალექებში მძიმე ლითონთა შემცველობა გაცილებით მეტია წყლის ფაზასთან შედარებით. მკვეთრად არის გამოხატული მდინარის დინების მიმართულებით მატების ტენდენცია, ყველა შემთხვევაში მათი მინიმალური კონცენტრაციები აღინიშნება დაბა ხერთვისში, მაქსიმუმები კი – ურბანიზაციის ცენტრებში (ნახ.5).



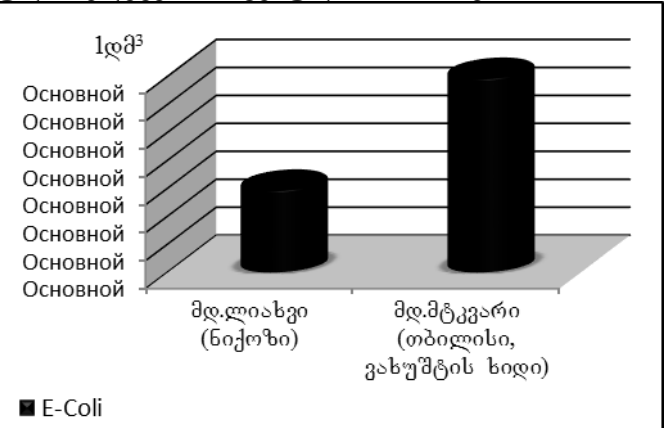
ნახ.4. მძიმე ლითონების საშუალო წლიური შემცველობები მდ.მტკვრის ნატანში, 2010-2012.

ნახ.5. მძიმე ლითონების საშუალო წლიური შემცველობები მდ.მტკვრის ფსკერულ ნალექში, 2010-2012.

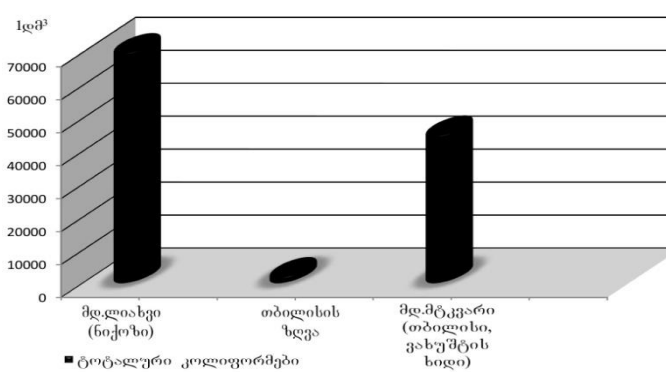
მდ.ლიახვისა და მდ.მტკვრის წყლის საანალიზო ნიმუშებში მემბრანულ-ფილტრაციის მეთოდის მეშვეობით შესრულებულ იქნა მიკრობიოლოგიური ანალიზი, ხოლო შესადარებლად (ფონური წერტილი) ასევე თბილისის ზღვის ნიმუშშიც. მიღებული შედეგები მოცემულია ნახაზზე 6-9.



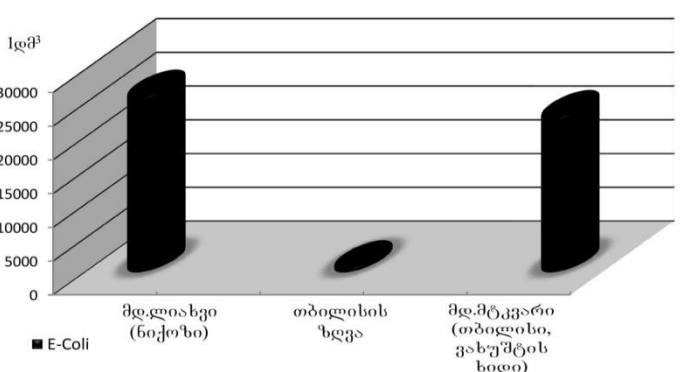
ნახ.6. ტოტალური კოლიფორმები (2010-2012)



ნახ.7. E-Coli (2010-2012)



ნახ.8. ტოტალური კოლიფორმები (2010-2012)



ნახ.9. E-Coli (2010-2012)

როგორც ვხედავთ, მდ.ლიახვის ზედა კვეთში, სადაც არის უკონტროლო ტერიტორია და გადმოდის ნიქოზის ტერიტორიაზე მდინარის წყალი, აღინიშნება ცხინვალის გავლენა რაც გამოიხატება იმაში, რომ მდინარე ბინძურდება ფეკალიებით. ანალოგიური სურათი იკვეთება ქ.თბილისში

მდ.მტკვრის ერთ-ერთ დაკვირვების პუნქტთან ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში (ვახუშტის ხიდის მისაღვამი).

ევროკავშირის ქვეყნების წყლის ჩარჩო დირექტივების (2000/60/EC) რეკომენდაციის [4-6] მიხედვით მდ.მტკვრის და მისი ზოგიერთი შენაკადის კლასიფიკაციის მინიჭების თვალსაზრისით, თვითოეული მათგანის მიმართ გამოანგარიშებულ იქნა ე.წ. წყლის დაბინძურების ინდექსი (S) არანაკლებ 6 ან 7 ჰიდროქიმიური მაჩვენებლის (ინდიკატორის) გამოყენებით. დაბინძურების ინდექსი გამოითვლება შემდეგი განტოლებით:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{z_{ij}}{N} \quad (1)$$

შერჩეული ინდიკატორების ნუსხა მოცემულია ცხრილში 2 და 3:

ცხრ.2. მდ.მტკვრის და მისი შენაკადების შერჩეული ინდიკატორები		ცხრ.3. მდ. ხრამისა და მაშავერას შერჩეული ინდიკატორები	
ინდიკატორი	ზღვ	ინდიკატორი	ძღვ (მგ/ლ)
PH	7.5-8.5	PH	7.5-8.5
DO	4-6	DO	4-6
ჟბმ <sub>5</sub>	3	ჟბმ <sub>5</sub>	3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1.1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.39	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.39
NH <sub>3</sub>	0.05	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3.5
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3.5	Fe	0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500	Zn	1
Cl <sup>-</sup>	350	Cu	1

ცხრ.4. მდ.მტკვრის სეგმენტებისათვის მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები

მდ.მტკვარი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სათავე-ხერთვისი	0.42	1
ხერთვისი-ბორჯომი	0.54	1
ბორჯომი-გორი	0.61	1
გორი-ზაჰესი	0.64	1
მაჰესი-გაჩიანი	0.67	1
გაჩიანი-რუსთავი	0.70	1

ცხრ.5. მდ.მტკვრის ზოგიერთი შენაკადებისათვის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მაშავერა (ზედა კვეთი)	0.64	1	სუფთა (მწვანე)
მაშავერა (ქვედა კვეთი)	2.18	3	დაბინძურებული (ნარინჯისფერი)
ხრამი	0.76	1	სუფთა (მწვანე)
შურამელა	1.30	2	მცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ზედა კვეთი)	1.66	2	მცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ქვედა კვეთი)	0.82	1	სუფთა (მწვანე)
ალაზანი (შაქრიანი)	0.52	1	სუფთა (მწვანე)
არაგვი	0.47	1	სუფთა

ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მდ.მტკვრის და მისი შენაკადების წყლების ხარისხი უარესდება მათი დინების მიმართულებით და ეს ტენდენცია გამორჩეულად თავს იჩენს წყალმცირობის პერიოდში. მდ.მტკვრის აუზის ზოგიერთი სეგმენტი იმყოფება ფეკალური დაბინძურების ქვეშ. იდენტიფიცირებულია მდ. მტკვრის „სუფთა“, „მცირედ დაბინძურებული“ და „დაბინძურებული“ შენაკადები. შეგვიძლია ვთქვათ, რომ საქართველოს ძირითადი ტრანსსასაზღვრო მდინარეების ეკოქიმიური მდგომარეობა დღეს შედარებით ნორმის ფარგლებშია, მაგრამ აუცილებელია მათზე ანთროპოგენური დატვირთვის მკაცრი კონტროლი.

### ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Г.С. Фомин. Вода: Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник, «Протектор», М., 2010.
2. Г.С. Фомин. Почва: Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. «ВНИИСтандарт», М., 2000.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. А.Д. Семёнова. «Гидрометеиздат», Л., 1997.
4. წყლის ჩარჩო დირექტივის (2000/60/EC) განხორციელების ერთიანი სტრატეგია. (TACIS/2007/134-398).
5. ევრიკავშირი. წყლის ჩარჩო დირექტივა (2000/60/EC). (TACIS/2007/134-398).
6. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. /Под ред. Т.В. Гусевой/- М.: ФОРУМ: ИНФРА- М, 2010.

უკ: 552.482.14

საქართველოს ძირითადი ტრანსსასაზღვრო მდინარეების ეკოქიმიური მდგომარეობა და მათი კლასიფიკაცია/ნ.ბუაჩიძე, ლ.ინტსკირველი, გ.კუჭავა, ე.ბაქრაძე, ნ.ბეგლარაშვილი./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. -2013,-ტ.118. გვ.238-243- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გამოკვლეულია მდ. მტკვრის, იორის, ალაზნისა და ხრამის მიკრობიოლოგიური და ჰიდროქიმიური შეფასებები. ანალიზები ინგრედიენტებზე ჩატარებულია როგორც ხსნად ფორმაში ასევე ფსკერულ ნალექებში და ტივტივა ნატანში. დადგენილია ზოგიერთი დამაბინძურებელი კომპონენტის შემცველობის მატების დინამიკა მდინარეების დინების მიმართულებით. მინიჭებულია თითოეულ მდინარისთვის შესაბამისი კლასიფიკაცია ჰიდროქიმიური ინდექსების გამოყენებით.

UDC 552.482.14

**GEORGIAN MAJOR TRANSBOUNDARY RIVERS ECO-BIO-CHEMICAL CONDITIONS AND THEIR CLASSIFICATION**/Buachidze N., Intskirveli I., Kuchava G., Bakradze E., Beglarashvili N. /Transaction of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2013,-ტ.118. pp.238-243- Georg. Summ. Georg., Eng., Russ.

Were Investigated the river. Kura, Iori, Alazani and Khrami was made microbiological and hydrochemical evaluations. The analysis on ingredients was done as in salvation form in bottom sediments and float. Were established some growth dynamics of the pollutant concentrations of the component in the direction of flow of the rivers. Was conferred appropriate classification for each river using hydro-chemical indexes.

УДК 552.482.14

**КЛАССИФИКАЦИЯ И ЭКОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК ГРУЗИИ**/ Буачидзе Н., Интскирвели Л., Кучава Г., Бакрадзе Е., Бегларашвили Н./Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2013.-т.118.-с.238-243 -Груз., Рез. Груз., Англ., Рус.

Проведена микробиологическая и гидрохимическая оценка рек Мтквари, Иори и Алазани. Анализ на ингредиенты проведены как в растворенных, так и в донных отложениях и взвешенных формах. Установлена тенденция увлечения некоторых загрязняющих компонентов вдоль течения рек. Изучаемым рекам присвоена соответствующая классификация с использованием гидрохимических индексов.