

კახეთის ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის სასმელი წყლის პოტენციალი და ეკოუსაფრთხოება

ლიკა თანდილაშვილი¹, მაგდა დავითაშვილი, ლამარა ზუროშვილი,
ნანა ბერძენიშვილი, დარეჯან მარგალიტაშვილი
ეკოლოგიის სამაგისტრო პროგრამის სტუდენტი¹

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: ნაშრომში შეფასებულია კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის – ყვარელისა და საგარეჯოს – სასმელი წყლის რესურსების პოტენციალი და ეკოლოგიური უსაფრთხოება. კვლევის მიზანია წყლის ხარისხისა და განაწილების შეფასება არსებული ქიმიური და ორგანოლექტიკური მონაცემების საფუძველზე. მონაცემები მიღებულია საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის კახეთის რეგიონალური ფილიალის კვლევებიდან 2023–2024 წლებში. შედეგებმა აჩვენა, რომ წყლის ხარისხი ძირითადად შეესაბამება ეროვნულ სტანდარტებს, ხოლო უმნიშვნელო გადახრები სიმღვრივის მაჩვენებელში დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან. ნაშრომი ასევე ხაზს უსვამს კლიმატის ცვლილების გავლენას წყლის რესურსებზე და ეკოლოგიური მართვის აუცილებლობას.

საკვანძო სიტყვები: სასმელი წყალი, კახეთი, წყლის რესურსი, ეკოუსაფრთხოება, ქიმიური ანალიზი, სიმღვრივე, კლიმატის ცვლილება.

შესავალი. წყალი წარმოადგენს დედამიწის ეკოსისტემების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ კომპონენტს და განსაზღვრავს პლანეტის კლიმატს. მეცნიერთა აზრით, დედამიწის კლიმატურ სტაბილურობას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს წყლის სითბოტევადობის უნარი, რადგანაც წყალს გააჩნია დიდი სითბოტევადობა, გაცხელების დროს იგი შთანთქმავს სითბოს, ხოლო გაცივებისას – გასცემს. წყალი წარმოადგენს უნიკალურ, მარტივ და ამავე დროს რთულ ნივთიერებას დედამიწაზე. წყალი თავისი მნიშვნელობით ადამიანის ორგანიზმისთვის მეორე ნივთიერებაა ჟანგბადის შემდეგ. მეცნიერთა უმრავლესობა მიიჩნევს რომ „წყალი მნიშვნელოვანი რესურსია, რომლის ხარისხიც პირდაპირ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობასა და სიცოცხლის ხარისხზე“ [2, 6].

საზოგადოების ცხოვრების ხარისხი მჭიდრო კავშირშია წყლის ხარისხთან. მართალია, დედამიწის ფართობის 510 მლნ კვადრატული კმ-დან წყალი 71%-ს ანუ 361 მლნ კმ²-ს შეადგენს, მაგრამ ყველა წყალი არ შეესაბამება ადამიანის მოხმარებისთვის განსაზღვრულ სტანდარტებს. ხარისხიანი წყლის პრობლემა ყოველთვის მწვავედ იდგა მთელს მსოფლიოში.

ჯანმრთელობისთვის უსაფრთხო სასმელი წყალი აკმაყოფილებს ქიმიურ, ფიზიკურ და ბაქტერიულ მახასიათებლებს და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ან ეროვნულ სტანდარტებს. წყალი განახლებადი და ამოუწურავი რესურსია, თუმცა მისი არასწორი გამოყენება შესაძლოა გახდეს საფრთხის შემცველი. საზოგადოების სხვადასხვა ქმედება იწვევს რეზერვუარების დაბინძურებას, რის შედეგადაც წყალი სასმელად უვარგისი ხდება [8].

წყლის რესურსით საქართველო საკმაოდ მდიდარი ქვეყანაა. მსოფლიოს ბაზარზე საქართველო მიეკუთვნება კონკურენტუნარიან ქვეყნებს ბუნებრივი სასმელი წყლის რესურსით. საერთაშორისო ექსპერტების ხედვით, უახლოეს ათწლეულში სასმელი წყალი მოსახლეობისთვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რესურსი გახდება [3, 4].

კლიმატის ცვლილების გავლენა სულ უფრო მკვეთრად ვლინდება ბევრ ქვეყანაში და მათ შორის საქართველოშიც, რაც დასტურდება მრავალი დაკვირვებით, მათ შორის კახეთის რეგიონში წყლის რესურსებზე. ტემპერატურის მატება და შესაბამისად, მყინვარების დნობა მეტ ნალექს გამოიწვევს, მაგრამ ასევე გვექნება რაოდენობრივად დიდი აორთქლებაც, ზოგ ადგილებში ნალექები გაიზრდება, ზოგში კი - შემცირდება და დაიწყება გაუდაბნოების პროცესი. კლიმატის ცვლილების ერთ-ერთი გამოვლინება გვალვაა, რომელიც წარმოადგენს ამინდის ექსტრემალურ გამოვლინებას, როცა დიდი ხნის განმავლობაში ნარჩუნდება მშრალი უნალექო ამინდი მაღალი ტემპერატურით. მშრალი კლიმატის პირობებში ტემპერატურის და ნალექების მცირე ცვლილებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს წყლის რესურსის მკვეთრად შემცირება [1, 7].

კვლევის მიზანია კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის (ყვარელი და საგარეჯო) სასმელი წყლის რესურსების პოტენციალისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების შეფასება.

ამ მიზნის მისაღწევად განსაზღვრულია შემდეგი ამოცანები:

- სასმელი წყლის რესურსების განაწილებისა და პოტენციალის განსაზღვრა;
- წყლის ხარისხის ლაბორატორიული კვლევა ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების საფუძველზე;
- არსებული მონაცემების ანალიზი და ეკოუსაფრთხოების შეფასება.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები: კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტი – ყვარელი და საგარეჯო, სადაც გამოვიკვლიეთ სასმელი წყლის რესურსების განაწილება, ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები და მათი ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

სასმელი წყლის სინჯები აღებული იქნა საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანიის კახეთის რეგიონალური ფილიალის ლაბორატორიაში, არსებული სტანდარტული პროცედურების შესაბამისად.

გამოყენებული იყო შემდეგი ლაბორატორიული მეთოდები:

- ❖ ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრა: ნიტრატები, ნიტრიტები, ამონიუმის იონი, ქლორიდები, სულფატები, რკინა (Fe^{2+}/Fe^{3+}), საერთო სიხისტე, PH.
- ❖ ჟანგვადობის დადგენა ტიტრაციის მეთოდით – წყალში ორგანული ნივთიერებების შეფასებისთვის.
- ❖ ნარჩენი ქლორის განსაზღვრა – დეზინფექციის ეფექტურობისა და უსაფრთხო-

ების დასადაგენად.

- ❖ ორგანოლეპტიკური ანალიზი: სიმღვრივე, ფერი, სუნი და გემო [9, 10, 11, 13, 14].

კვლევაში გამოყენებულია როგორც მდებარეობის შერჩევითი სინჯები, ისე კვარტალური მონიტორინგის მონაცემები, რომლებიც მოიცავს როგორც ზედაპირული, ასევე გრუნტის წყლების ანალიზს. შეფასება განხორციელდა საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის №58 (15.01.2014) და ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციების შესაბამისად [5, 12].

კვლევის შედეგები: ქალაქ ყვარელში წყლის ბუნებრივი რესურსი გამოიხატება ზედაპირულ წყლებში, შესაბამისად, ქალაქ ყვარელში არის ორი სათავე ნაგებობა: „ბურსა“ და „ნახეჩი ხევის“. „ნახეჩი ხევის“ სათავე ნაგებობიდან მარაგდება ქალაქი ყვარლის მოსახლეობის ძირითადი ნაწილი დაახლოებით 70-80%, ხოლო დარჩენი 20-30% „ბურსის“ სათავედან. სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზი ყოველდღიურ რეჟიმში ხდება, შესაბამისი სტანდარტების დაცვით.

ქალაქ ყვარელში 2023 წლის I კვარტალში ლაბორატორიაში ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლების 182 სინჯი იქნა აღებული, რის საფუძველზეც დადგინდა: 182 ანალიზიდან ნორმიდან გადახრა დაფიქსირდა 8 ანალიზში, ხოლო 174 ანალიზის პასუხი იყო ნორმის ფარგლებში.

რვავე გადახრა დაფიქსირდა სიმღვრივის მაჩვენებელზე, ლაბორატორიული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, მიღებული მასალის დამუშავებისა და ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ რვავე შემთხვევაში სიმღვრივის გამომწვევი მიზეზი იყო კლიმატური პირობები, როგორიცაა ძლიერი წვიმა და უხვი ნალექი.

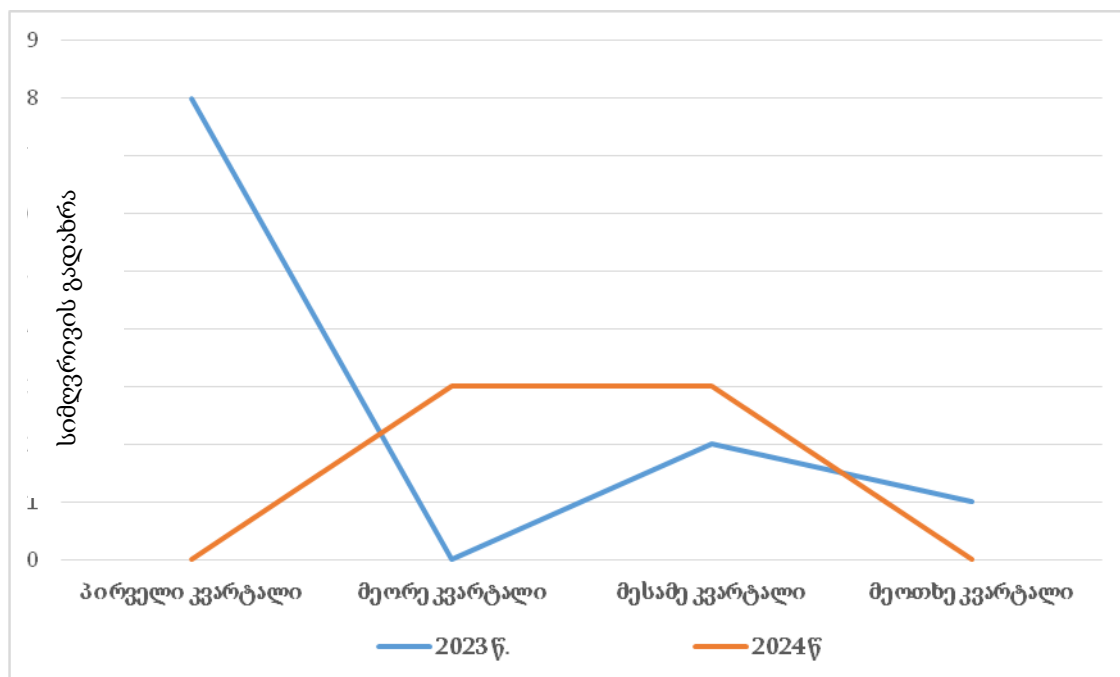
2023 წელს ქალაქ ყვარელში ჩატარდა 564 ანალიზი ორგანოლეპტიკურ და ქიმიურ მაჩვენებლებზე, სასმელი წყლის ხარისხის და უსაფრთხოების გამო, ერთი წლის განმავლობაში გამოვლინდა 11 გადახრა, რაც მოდის სიმღვრივის მაჩვენებელზე, აღნიშნულ დარღვევასთან დაკავშირებით კომპანია მსგავს სიტუაციაში დროებით კეტავს სათავე ნაგებობაზე არსებულ რეზერვუარებს იქამდე, სანამ სიმღვრივის მაჩვენებელი არ ჩადგება ნორმაში.

2024 წლის განმავლობაში სულ აღებული იქნა 536 სასმელი წყლის სინჯი, საიდანაც მხოლოდ 6 ანალიზში დაფიქსირდა გადახრა, კერძოდ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებელში - სიმღვრივეში.

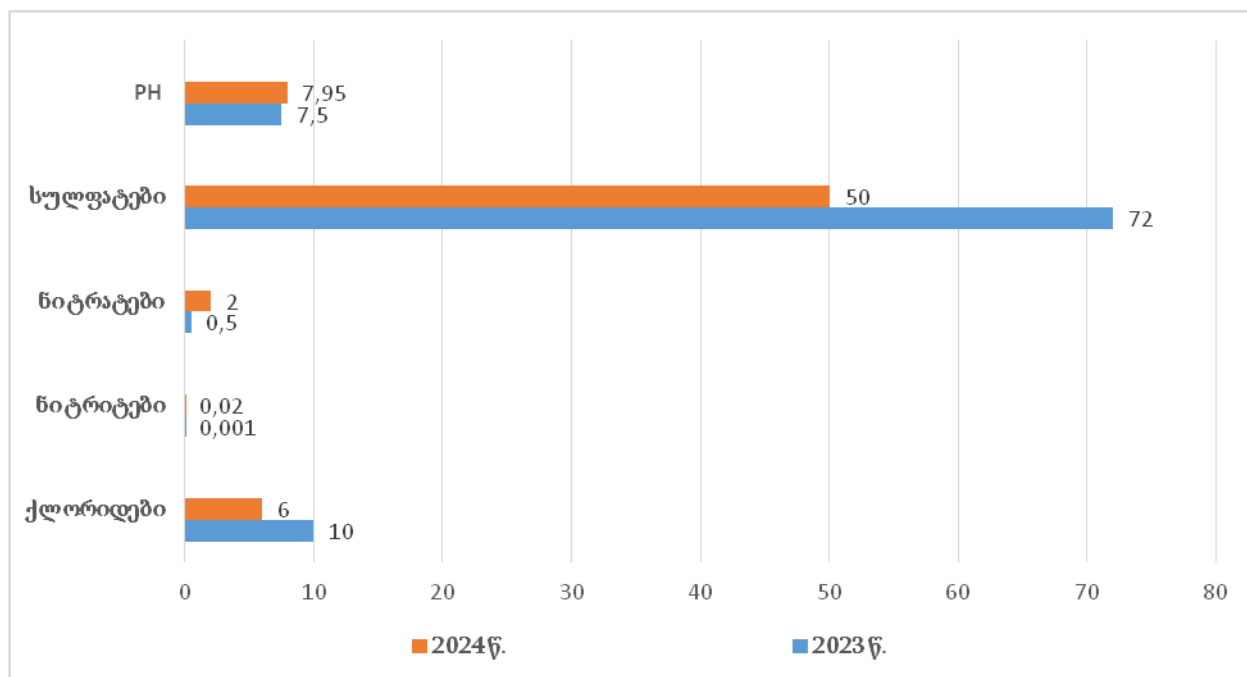
მოცემული მასალის საფუძველზე მონაცემები მიუთითებს, რომ ქალაქ ყვარელში 2023-2024 წლების მონაცემებით დაფიქსირდა, რომ წყლის ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლებიდან მხოლოდ ერთ მაჩვენებელზე, სიმღვრივეზე დაფიქსირდა უმნიშვნელო გადახრა.

ვაკვირდებოდით ასევე, სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში. აღმოჩნდა, რომ ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით,

სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებში. (მონაცემები იხ. დიაგრამა 2)



დიაგრამა 1. ქ. ყვარლის სასმელი წყლის სიმღვრივის მაჩვენებლის გადახრა 2023-2024 წლებში.

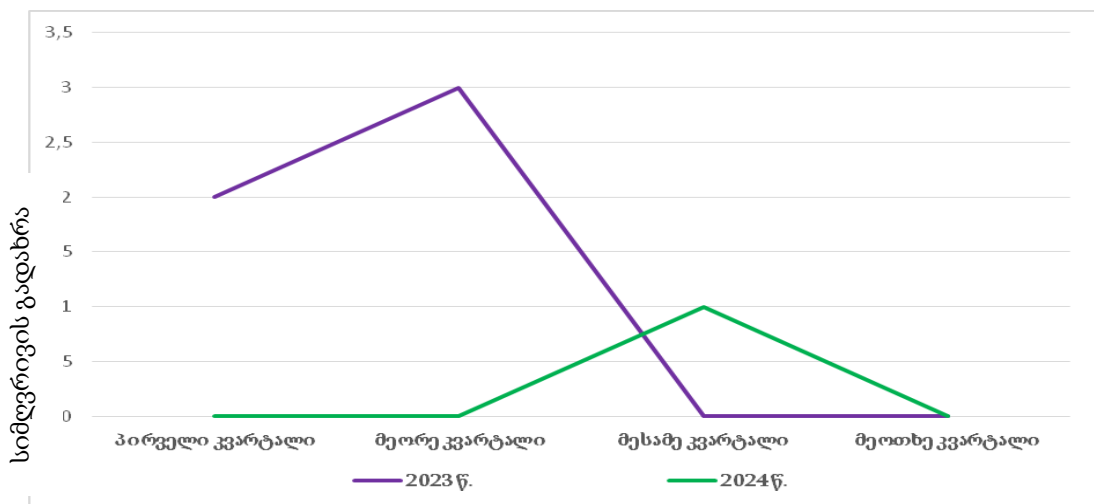


დიაგრამა 2. 2023-2024 წლებში ქ. ყვარლის სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები (მგ/ლ)

ქალაქ საგარეჯოში მოსახლეობა მარაგდება ორი სათავე ნაგებობიდან, როგორც გრუნტის, ასევე ზედაპირული წყლებით. კონკრეტულად „გალერეას“ სათავე ნაგებობიდან ამარაგებს გრუნტის წყლით, ხოლო „ჩანჩქერიდან“, ზედაპირული წყლით. 2023 წელს I კვარტალში აღებული 162 სინჯიდან, ნორმიდან გადახრა - მომატებული სიმღვრივის მაჩვენებელი - მხოლოდ 2 ანალიზში დაფიქსირდა. II კვარტალში 122 ანალიზიდან, 3 მაჩვენებელშია სიმღვრივის მაჩვენებლის ნორმიდან გადახრა დაფიქსირებული. III კვარტალში 153 სინჯიდან ყველა მაჩვენებელი ნორმის ფარგლებშია. IV კვარტალში აღებული 146 ანალიზიდან, ანალოგიურად, მესამე კვარტალისა, ყველა მაჩვენებელი ნორმაშია.

2023 წელს ოთხივე კვარტალში სულ აღებულია 583 სინჯი, საიდანაც სიმღვრივის მაჩვენებელზე გადახრა მხოლოდ 5 ანალიზში გამოვლინდა.

ქალაქ საგარეჯოში 2024 წელს სულ აღებული იქნა 573 სინჯი, საიდანაც გადახრა გამოვლინდა მხოლოდ 5 სინჯში, კვლავ მხოლოდ სიმღვრივის მაჩვენებელზე.

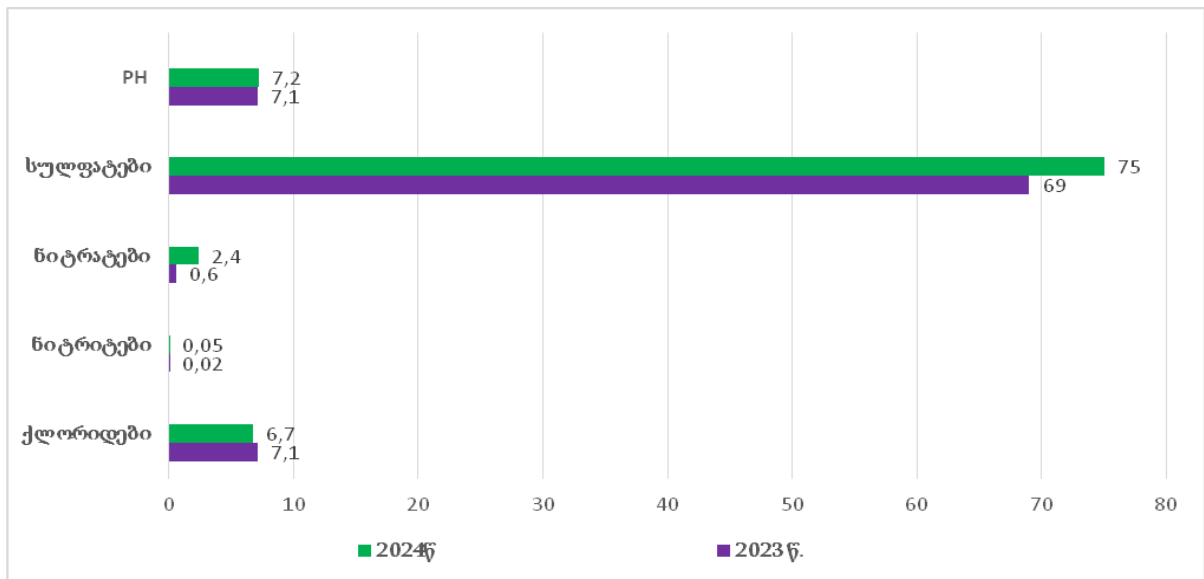


დიაგრამა 3. ქ. საგარეჯოში სასმელი წყლის სიმღვრივის მაჩვენებლის გადახრა 2023-2024 წლებში

რაც შეეხება სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში, ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით, სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებშია. (იხილეთ დიაგრამა 4).

2023-2024 წლების მონაცემებით ქალაქ საგარეჯოში დაფიქსირდა, რომ წყლის ორგანოლექტიკური და ქიმიური მაჩვენებლებიდან მხოლოდ ერთ-ერთ მაჩვენებელზე, სიმღვრივეზე დაფიქსირდა უმნიშვნელო გადახრა.

რაც შეეხება სასმელი წყლის ქიმიურ შედგენილობას ნორმასთან შესაბამისობაში, აღმოჩნდა, რომ ყველა გამოკვლეული პარამეტრის მიხედვით, სასმელი წყალი ნორმის ფარგლებშია.



დიაგრამა 4. 2023-2024 წლებში ქ. საგარეჯოში სასმელი წყლის ქიმიური ანალიზის შედეგები (მგ/ლ)

მიღებული მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ორივე საკვლევ ქალაქში არსებითად არ არის შეცვლილი წყლის ორგანოლექტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები. თუმცა, თითოეული პარამეტრის დეტალურმა შესწავლამ და ანალიზმა აჩვენა, რომ ცალკეულ კვარტლებში სიმღვრივის მაჩვენებელმა განიცადა უმნიშვნელო ცვლილება. დაფიქსირდა, რომ ორგანოლექტიკური მაჩვენებლის ნორმიდან გადახრის ძირითადი მიზეზი ოთხივე სეზონზე არის კლიმატური პირობების ცვალებადობა, რაც გამოიხატება უხვ ნალექში თოვლის და წვიმის სახით.

დასკვნა. კახეთის რეგიონის ორი მუნიციპალიტეტის – ყვარელისა და საგარეჯოს – სასმელი წყლის რესურსების ქიმიური და ორგანოლექტიკური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ წყლის ხარისხი ძირითადად შეესაბამება როგორც საქართველოს ტექნიკური რეგლამენტის, ისე ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციებით დადგენილ ნორმებს.

ორივე მუნიციპალიტეტში გამოვლენილი გადახრები ფიქსირდება მხოლოდ სიმღვრივის მაჩვენებელში და განპირობებულია სეზონური კლიმატური ფაქტორებით, მათ შორის უხვი ნალექითა და ატმოსფერული წყლის ინტენსიური ჩარევით. ნიტრატების, სულფატების, ქლორიდების, რკინისა და pH-ის მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებში რჩება.

დასკვნების ძირითადი მიგნებები:

- ❖ სასმელი წყალი ყვარელში და საგარეჯოში ძირითადად ხარისხიანია და მოსახლეობისთვის უსაფრთხოა.
- ❖ სიმღვრივის ინდექსში დაფიქსირებული უმნიშვნელო გადახრები არ ატარებს სისტემურ ხასიათს და დაკავშირებულია ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებთან.

- ❖ წყლის ქიმიური დაბინძურების ნიშნები არ გამოვლენილა, რაც მიუთითებს წყლის რესურსების შედარებით სტაბილურობაზე.

რეკომენდაციები:

1. **მონიტორინგის გაგრძელება** სეზონური ცვალებადობის პირობებში – განსაკუთრებით წვიმიან პერიოდში, როდესაც იზრდება სიმღვრივის მაჩვენებელი.
2. **წყლის სათავე ნაგებობების რეგულარული კონტროლი და გაწმენდა**, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს სიმღვრივის ზრდა ბუნებრივი მოვლენების დროს.
3. **კლიმატის ცვლილების გავლენის შეფასების გაგრძელება** – გრძელვადიანი მონაცემების ანალიზით შესაძლებელია დადგინდეს ტენდენციები, რომლებიც მომავალში უფრო მკვეთრ ცვლილებებს გამოიწვევს.
4. **საზოგადოების ინფორმირება** და მონაწილეობის გაზრდა წყლის რესურსების დაცვასა და გამოყენებაში, განსაკუთრებით აგრარული სექტორის საჭიროებების გათვალისწინებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ბასილაშვილი, ც. (2021). მტკნარი წყლის დეფიციტი - თანამედროვეობის უდიდესი პრობლემა. სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 131.
2. ბლიაძე, მ., ზიბზიბაძე, მ. (2022). წყალი და წყლის რესურსები. საინფორმაციო მასალა. თბილისი: გარემოსდაცვითი ორგანიზაცია „დავიცვათ საქართველოს სისუფთავე“, სსიპ გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრი.
3. გელაძე, ვ., გელაძე, გ., ბოლაშვილი, ნ., & მაჭავარიანი, ნ. (2008). საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსული პოტენციალი და მენეჯმენტი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის სამეცნიერო რეფერირებადი შრომათა კრებული, ტ. 115.
4. ვართანოვი, მ. (2005). საქართველოს წყლის რესურსები და სარწყავი სისტემების ოპტიმალური მართვა. თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, წყალთა მეურნეობის და საინჟინრო ეკოლოლოგიის ინსტიტუტი.
5. სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების შესახებ. (2014). საქართველოს მთავრობის დადგენილება №58, 2014 წლის 15 იანვარი, ქ. თბილისი. <https://water.gov.ge/public/images/page/pdf/20.pdf?v=2>
6. ტრაპაიძე, ვ. (2012). წყლის რესურსები. თბილისი: თსუ.
7. ყრუაშვილი, ი., ინაშვილი, ი., კუპრავეშვილი, მ., ბზიავა, კ. (2008). წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა. თბილისი: შპს "ანი".
8. ხომერიკი, ი. (2003). წყლის რესურსების ბალანსური კვლევა. თბილისი: თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა.
9. Baird, R. B., Eaton, A. D. & Rice, E. W. (Eds.). (2017). *Standard methods for the*

- examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and the Water Environment Federation (WEF).
10. European Union Drinking Water Directive (2020/2184/EU). (2020). *Directive on the quality of water intended for human consumption*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020L2184>
 11. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. (2017). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
 12. Guidelines for drinking-water quality: small water supplies. Small water supplies. (2024). World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375822/9789240088740-eng.pdf?sequence=1>
 13. International Standard ISO 5667-1. (2023). *Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques*. (Fourth edition). International Organization for Standardization. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/84099/32ceae42113144a6907dbb1a97537903/ISO-5667-1-2023.pdf>
 14. Li, D., & Liu, S. (2018). *Water quality monitoring and management: Basis, technology and case studies*. Academic Press.

Potential and Eco-Safety of Drinking Water Resources in Selected Municipalities of the Kakheti Region

Summary

This study evaluates the potential and ecological safety of drinking water resources in two municipalities of the Kakheti region—Kvareli and Sagarejo. The primary objective is to assess the quality and spatial distribution of water based on available chemical and organoleptic parameters. The data were obtained from studies conducted by the Kakheti Regional Branch of the United Water Supply Company of Georgia during the years 2023–2024. The results indicate that the quality of drinking water largely complies with national standards, while minor deviations in turbidity are attributed to prevailing climatic conditions. The paper also highlights the impact of climate change on water resources and emphasizes the need for sustainable ecological management.

Keywords: drinking water, Kakheti, water resources, eco-safety, chemical analysis, turbidity, climate change, Georgia