

## TƏBİƏT ELMLƏRİ NATURAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/46/131-135>

**Bəsti Cəfərova**

Gəncə Dövlət Universiteti

<https://orcid.org/0009-0007-4314-007X>

[mehdiyeva\\_69@mail.ru](mailto:mehdiyeva_69@mail.ru)

### **Məişət və istehsal sularının keyfiyyətini analiz etmək üçün istifadə olunan proqramların müqayisəli analizi**

#### **Xülasə**

Bu məqalədə suyun həyat və sənaye üçün əhəmiyyəti, onun keyfiyyətinin analizi və idarə olunmasının zəruriliyi izah olunur. Məişət və istehsal suları üçün vacib fiziki, kimyəvi və mikrobioloji göstəricilər təqdim edilir. Suyun keyfiyyətini təyin edən proqram təminatları laboratoriya analiz sistemləri, məlumat idarəetmə və simulyasiya proqramları müqayisəli şəkildə təhlil olunur. Eyni zamanda, Azərbaycanda “Azərsu” ASC və Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC tərəfindən tətbiq olunan AzərsuGIS, MİS və SCADA kimi müasir idarəetmə sistemləri nümunə kimi göstərilir. Məqalə su ehtiyatlarının səmərəli, şəffaf və texnoloji əsaslarla idarəsinin vacibliyini vurğulayır. Su həyatın davamlılığı üçün ən vacib resurslardan biridir. Məişət və istehsal sahələrində istifadə olunan suyun keyfiyyəti insan sağlamlığı, ekosistemlərin qorunması və sənaye proseslərinin səmərəliliyi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Buna görə də, suların keyfiyyət göstəricilərinin müntəzəm və dəqiq analiz edilməsi zəruridir.

**Açar sözlər:** su keyfiyyəti, su analizi, ekoloji monitorinq, Hach WIMS, QUAL2K, SWAT

**Bəsti Jafarova**

Ganja State University

<https://orcid.org/0009-0007-4314-007X>

[mehdiyeva\\_69@mail.ru](mailto:mehdiyeva_69@mail.ru)

### **Comparative Analysis of Programs Used to Analyze the Quality of Domestic and Industrial Water**

#### **Abstract**

This article explains the importance of water for life and industry, the necessity of analyzing and managing its quality. Important physical, chemical and microbiological indicators for domestic and production waters are presented. Software solutions that determine water quality – laboratory analysis systems, data management and simulation programs – are analyzed comparatively. At the same time, modern management systems such as AzersuGIS, MIS and SCADA, implemented by “Azersu” OJSC and Melioration and Water Economy OJSC in Azerbaijan, are shown as examples. The article emphasizes the importance of efficient, transparent and technological management of water resources.

**Keywords:** water quality, water analysis, environmental monitoring, Hach WIMS, QUAL2K, SWAT

#### **Giriş**

Su həyatın davamlılığı üçün ən vacib resurslardan biridir. Məişət və istehsal sahələrində istifadə olunan suyun keyfiyyəti insan sağlamlığı, ekosistemlərin qorunması və sənaye proseslərinin səmərəliliyi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Buna görə də, suların keyfiyyət göstəricilərinin müntəzəm və dəqiq analiz edilməsi zəruridir.

Məişət suları əsasən, içməyə və digər ev işlərinə istifadə olunur, buna görə onların keyfiyyəti sağlamlıq standartlarına cavab verməlidir. İçməli suyun tərkibində zərərli mikroorqanizmlərin, ağır metalların və digər zəhərli maddələrin olmaması vacibdir. Eyni zamanda, sudakı pH, bulanıqlıq, rəng və dad kimi fiziki göstəricilər də insanın istifadəsi üçün uyğunluq səviyyəsini müəyyən edir. Məişət sularının keyfiyyətinin pozulması nəticəsində müxtəlif xəstəliklər o cümlədən, bağırsağ infeksiyaları, xərçəng və digər sağlamlıq problemləri yarana bilər.

### Tədqiqat

İstehsal suları isə sənaye proseslərində, texnoloji ehtiyaclarda və tullantıların idarə olunmasında istifadə edilir və onların tərkibində spesifik kimyəvi və fiziki parametrlər vacib rol oynayır. Məsələn, istilik dəyişdiriciləri üçün istifadə olunan suyun minerallaşma səviyyəsi aşağı olmalıdır ki, borularda ləkələr yaranmasın. Kimya sənayesində suyun kimyəvi tərkibi məhsulun keyfiyyətinə təsir edə bilər. İstehsal tullantıları isə ətraf mühitə mənfi təsirin qarşısını almaq üçün ciddi şəkildə analiz edilməli və emal olunmalıdır. Buna görə də, istehsal sularının keyfiyyət göstəricilərinin davamlı monitorinqi sənayenin ekoloji və iqtisadi dayanıqlılığı üçün əvəzolunmazdır.

Məişət və istehsal (sənaye) sularının keyfiyyətini analiz etmək üçün istifadə olunan proqram təminatları, suyun kimyəvi, fiziki və mikrobioloji xüsusiyyətlərini ölçmək və izləmək üçün mühüm rol oynayır. Bu proqramlar suyun keyfiyyətinə nəzarət, hesabatların hazırlanması, risklərin qiymətləndirilməsi və normativ uyğunluğun təmin edilməsi məqsədilə istifadə olunur.

Suyun keyfiyyətini analiz etmək üçün istifadə olunan proqramlar əsasən aşağıdakı kateqoriyalara bölünür (Chapman, 1996).

1. Laboratoriya analiz proqramları. Bu proqramlar su nümunələrindən əldə olunan məlumatları avtomatik və ya yarı avtomatik şəkildə emal etmək üçün hazırlanmışdır. Onlar suyun kimyəvi tərkibini, bioloji göstəricilərini və fiziki parametrlərini ölçən laboratoriya avadanlıqları ilə inteqrasiya olunur.

- Hach WIMS (Water Information Management System). Su keyfiyyəti məlumatlarının toplanması, saxlanması və idarə olunması üçün geniş istifadə olunan proqramdır. Laboratoriya və sahə testlərinin nəticələrini bir araya gətirir və nəticələrin təhlilini asanlaşdırır.

- Thermo Scientific AquaChem. Su və torpaq nümunələrinin kimyəvi analizini aparmaq üçün istifadə olunur. Geniş kimyəvi parametrlərin işlənməsi və müxtəlif formatlarda hesabatların hazırlanması mümkündür.

2. Məlumat idarəetmə və analiz proqramları. Bu proqramlar laboratoriyadan, sahədən və ya digər mənbələrdən toplanan böyük həcmli məlumatların idarə olunması, təhlil edilməsi və vizual təqdimatı üçün nəzərdə tutulmuşdur.

- WaterTrax. Bulud əsaslı platformadır və su keyfiyyəti məlumatlarının uzaqdan idarəsini təmin edir. Məlumatların toplanması, emalı və real vaxtda izlənməsi üçün istifadə olunur.

- Aquarius: Su mühafizəsi sahəsində geniş istifadə olunan, müxtəlif mənbələrdən məlumat toplamağa imkan verən və statistik analizlər təqdim edən proqramdır.

3. Simulyasiya və proqnozlaşdırma proqramları. Bu proqramlar su hövzələrinin, çayların və göllərin su keyfiyyətinin vaxt üzrə dəyişməsinə proqnozlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Onlar ekoloji risklərin qiymətləndirilməsi və idarəetmə qərarlarının verilməsi üçün mühüm rol oynayır.

- QUAL2K. Açıq mənbə kodlu proqramdır və çaylarda su keyfiyyətinin modelləşdirilməsi üçün geniş istifadə olunur. İstifadəçilərə kimyəvi və bioloji parametrlərin dinamik dəyişməsinə təhlil etməyə imkan verir.

- SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Su hövzələrinin hidrologiyası və su keyfiyyəti üçün kompleks simulyasiya alətidir. Kənd təsərrüfatı təsirlərini, torpaq eroziyasını və kimyəvi maddələrin hərəkətini modelləşdirir.

Aşağıda bu cür proqramların müqayisəli təhlili təqdim olunur (Chapman, 1996).

| Proqram Adı                             | İstifadə Sahəsi | Əsas Funksiyalar                                            | Üstünlükləri                                 | Çatışmazlıqları                |
|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Hach Wa Intelligence Syst (WIMS)</b> | Məişət sənaye   | Su analizləri (pH, x TOC, COD, BOD və hesabat, trend izləmə | Yüksək dəqiqə normativ uyğun üçün hesabatlar | Qiymət yüksək təlim tələb edir |

|                                                                |                  |                                                                 |                                                        |                                                   |
|----------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Aquachem Thermo Fisher</b>                                  | Sənaye           | Kimyəvi analizlər üçün laboratoriya məlumat idarəsi             | ISO standartlarına uyğun, laboratoriya ilə inteqrasiya | Qrafik interfeys nisbətən mürəkkəb                |
| <b>LabWare LIMS (Laboratory Information Management System)</b> | Məişət sənaye    | Nümunə izləmə, nə analizləri, hesabatlaşdırma                   | Yüksək səviyyəli fərdiləşdirmə, geniş istifadə sahəsi  | Quraşdırılması idarəsi çətindir                   |
| <b>Water Quality Analysis Simulation Program (WASP)</b>        | Sənaye, tədqiqat | Hidrokimyəvi modelləşdirmə, sistemləri simulyasiyası            | Elmi tədqiqat üçün uyğundur                            | Realtime monitorinq yoxdur                        |
| <b>Enablon Water Management Software</b>                       | Məişət sənaye    | Risk analizləri, istifadəsinin idarəetmə davamlılıq hesabatları | Korporativ idarəetmə üçün uyğundur                     | Kiçik müəssisələr üçün yüklü ola bilər            |
| <b>Aquareport Aqualabo)</b>                                    | Məişət           | Avtomatlaşdırılmış analizatorları inteqrasiya                   | Real-time məlumat istifadəçi dostu                     | Funksionallıq məhduddur (yalnız bəzi parametrlər) |

Su keyfiyyətinin analizi və idarə olunması üçün proqram təminatının seçimi, istifadə sahəsinin spesifik tələblərinə əsaslanmalıdır. Aşağıda müxtəlif istifadə sahələrinə uyğun tövsiyə olunan proqramlar təqdim olunur (Environmental Protection Agency, 2021).

| İstifadə Növü                                   | Tövsiyə Olunan Proqramlar | Qısa İzah və Xüsusiyyətlər                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kiçik şəhər və kənd su təchizatı</b>         | Aquareport, Hach WIMS     | Kiçik və orta ölçülü su təchizatı sistemlərinin idarəsi üçün uyğundur. Sadə istifadəçi interfeysi və əsas su keyfiyyəti parametrlərinin monitorinqi mövcuddur.                                                |
| <b>Sənaye müəssisələri və istehsal sahələri</b> | LabWare LIMS, AquaChem    | Kompleks laboratoriya məlumatlarının idarə olunması və sənaye standartlarına uyğun analiz imkanı verir. Müxtəlif kimyəvi parametrlərin dəqiq ölçülməsi üçün uyğundur.                                         |
| <b>Tədqiqat və ekoloji monitorinq</b>           | WASP                      | Ekoloji risklərin və su hövzələrinin ekoloji modelləşdirilməsi üçün hazırlanmışdır. Ətraf mühitin davamlı monitorinqi üçün faydalıdır.                                                                        |
| <b>Korporativ idarəetməsi su</b>                | Enablon                   | Korporativ səviyyədə suyun istifadəsi, istehlakı və keyfiyyətinin idarə olunması üçün inteqrasiya olunmuş həll təqdim edir. Risklərin idarə olunması və hesabatların hazırlanması funksiyaları ilə zəngindir. |

Bu sahədə dövlət qurumları, xüsusilə “Azərsu” ASC və Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC, müasir texnologiyaları tətbiq edərək suyun keyfiyyətinə nəzarət və idarəetmə sahəsində mühüm addımlar atıblar.

“Azərsu” ASC, suyun keyfiyyətini izləmək və idarə etmək üçün bir neçə müasir sistemdən istifadə edir:

- *SCADA sistemi*: Bu sistem vasitəsilə hidrotexniki qurğuların və digər avadanlıqların idarə edilməsi və suyun paylanması prosesləri mərkəzləşdirilmiş şəkildə həyata keçirilir. Məsələn, Ceyranbatan Ultrasüzgəclli Sutəmizləyici Qurğular Kompleksində suyun təmizlənməsi və nəqli tam avtomatlaşdırılıb və onlayn rejimdə idarə olunur.

- *AzərsuGIS və MİS proqramları*: bu proqramlar su şəbəkələrinin xəritələnməsi və müştəri məlumatlarının idarə edilməsi üçün istifadə olunur.

1. Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC, su ehtiyatlarından səmərəli istifadə və su təsərrüfatının idarə olunmasını təkmilləşdirmək məqsədilə iki əsas dövlət proqramı hazırlayıb (<http://mst.gov.az>).

- “Azərbaycan Respublikasında Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC-nin inkişafına dair 2020-2030-cu illər üzrə” Dövlət Proqramı. Bu proqram su təsərrüfatının inkişafını və idarəetməsini nəzərdə tutur.

- “Suvarma suyundan səmərəli istifadə edilməsinə və su itkilərinə qarşı ilkin mübarizə tədbirləri haqqında” Dövlət Proqramı. Bu proqram suvarma sistemlərinin səmərəliliyini artırmaq və su itkilərinin qarşısını almaq məqsədini güdür.

Azərbaycan Dövlət Su Ehtiyatları Agentliyi tərəfindən suyun keyfiyyətinə onlayn nəzarət edəcək bir platforma üzərində işlər davam edir. Bu sistem vasitəsilə əvvəlcədən quraşdırılmış onlayn cihazlar vasitəsilə suyun keyfiyyət parametrləri mobil telefon və digər qurğulardan istənilən vaxt izlənilə biləcək. Bu həm operativ reaksiya verməyə, həm də gələcəkdə təhlillərin elektron bazasının yaradılmasına imkan verəcək.

## Nəticə

Azərbaycanda içməli və kanalizasiya xidmətlərinin keyfiyyətini artırmaq və idarəetməni müasir texnologiyalarla təkmilləşdirmək məqsədilə “Azərsu” ASC tərəfindən tətbiq olunan AzərsuGIS və MİS (Müştəri İnformasiya Sistemi) proqramları mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu sistemlər su təchizatı və kanalizasiya xidmətlərinin səmərəli idarə olunmasına, abonentlərlə əlaqələrin optimallaşdırılmasına və xidmətlərin şəffaflığının artırılmasına xidmət edir.

AzərsuGIS coğrafi məlumatlar əsasında su və kanalizasiya infrastrukturunun rəqəmsal xəritələnməsini təmin edən bir sistemdir. Bu sistemin əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

- *İnfrastruktur məlumatlarının toplanması və vizuallaşdırılması*. 18500 km su, 8300 km tullantı və yağış su xətləri, 12 minədək qurğu və kompleks, 487 min bina və tikili ilə bağlı məlumatlar sistemə daxil edilib.

- *İnteqrasiya və əlaqələndirmə*. AzərsuGIS, MİS, SCADA, elektron kargüzarlıq və digər sistemlərlə inteqrasiya olunaraq məlumatların vahid platformada toplanmasını təmin edir.

- *Qəza və təmir proseslərinin idarə edilməsi*. Qəza baş verdikdə dərhal müvafiq məlumatlar sistemə daxil edilir və aidiyyəti qurumlara yönləndirilir.

- *Beynəlxalq tanınma*. AzərsuGIS layihəsi Bentley Beynəlxalq Layihə Müsabiqəsinin və Beynəlxalq Coğrafi İnformasiya Sistemləri Forumunun qalibi olub.

MİS – Müştəri İnformasiya Sistemi proqramı, abonentlərlə əlaqələrin idarə olunmasını və xidmətlərin səmərəliliyini artırmaq məqsədilə tətbiq olunan bir sistemdir. Bu sistemin əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

- *Real vaxt rejimində məlumatların işlənməsi*. Sayğac göstəriciləri onlayn rejimdə oxunaraq abonentlərə dərhal faktura təqdim edilir. Satış-ödəniş və borc məlumatları real vaxt rejimində yenilənir.

- *Müraciətlərin idarə edilməsi*. Qaynar xətt mərkəzindən daxil olan müraciətlər sistemə daxil edilir və aidiyyəti qurumlara yönləndirilir. Elektron xidmətlər üzərindən daxil olan müraciətlər də sistemə daxil edilir və dərhal yönləndirilir.

- *İcra proseslərinin izlənməsi.* İcra prosesində iştirak edən struktur vahidləri və şöbələrin fəaliyyəti sistem üzərindən izlənilir və nəzarət olunur.

- *Şəffaflıq və hesabatlılıq.* Sistem vasitəsilə xidmətlərin şəffaflığı artırılır və hesabatlılıq təmin edilir.

2. AzərsuGIS və MİS proqramları arasında məlumat mübadiləsi və inteqrasiya təmin edilir. AzərsuGIS vasitəsilə infrastruktur məlumatları toplanır və vizuallaşdırılır, MİS vasitəsilə işə abonent məlumatları və xidmət göstəriciləri idarə olunur. Bu inteqrasiya nəticəsində xidmətlərin səmərəliliyi artırılır və operativ qərarların qəbul edilməsi asanlaşır (<http://mst.gov.az>).

“Azərsu” ASC tərəfindən tətbiq olunan AzərsuGIS və MİS proqramları, su təchizatı və kanalizasiya xidmətlərinin müasir texnologiyalarla idarə olunmasını təmin edir. Bu sistemlər vasitəsilə xidmətlərin səmərəliliyi artırılır, şəffaflıq təmin edilir və abonentlərlə əlaqələr optimallaşdırılır. Gələcəkdə bu sistemlərin daha da təkmilləşdirilməsi və yeni texnologiyaların tətbiqi ilə xidmətlərin keyfiyyətinin daha da yüksəldilməsi nəzərdə tutulur.

### Ədəbiyyat

1. Bartram, J., Ballance, R. (1996). *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*.
2. Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring (2nd Edition)*. Cambridge University Press.
3. Guidelines for Drinking-Water Quality. (2017). *4th Edition incorporating the 1<sup>st</sup> Addendum*.
4. Environmental Protection Agency. (2021). *Water Quality Standards Handbook*. U.S. EPA Office of Water.
5. FAO. (2020). *Climate-Smart Agriculture in Azerbaijan: Country Profile*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
6. <http://mst.gov.az>
7. İmanov, F. Ə., Məmmədov, V. A., Abdullayev, İ. M. *Hidrologiya*.
8. İmanov, F. Ə., Ələkbərov, A. B. (2017). *Azərbaycanın su ehtiyatlarının müasir dəyişmələri və inteqrasiyalı idarə edilməsi*.
9. Ministry of Agriculture of Azerbaijan. (2020). *Agricultural Development Strategy 2020 2025*. Government of Azerbaijan.
10. *Poka eshche ne slishkom pozdno*. (2000). Doklad Natsional'nyi Komitsii. Soedinennyykh Shtatov Ameriki po prepodavaniiyu matematiki i estestvennykh nauk v XX veke.
11. UNCCD. (2021). *Land Degradation Neutrality: Achieving SDG Target 15.3*. Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification.
12. World Bank. (2020). *Azerbaijan: Country Land Governance Assessment Report*. World Bank.

Daxil oldu: 04.03.2025

Qəbul edildi: 25.06.2025