

**АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
ИНСТИТУТИ МАСЪАЛАҲОИ ОБ, ГИДРОЭНЕРГЕТИКА ВА
ЭКОЛОГИЯ**

ВБД: 556+556.114 (575.3 – 25+575.34)

Бо ҳуқуқи дастнавис



ТОЛИБЗОДА Умеда Олим

**ХУСУСИЯТҲОИ ГИДРОЛОГӢ ВА ГИДРОХИМИЯВИИ
МАНБАҲОИ ТАЪМИНИ ОБИ НӢШОКӢ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои
техники аз рӯи ихтисоси 2.1. Геология, геодезия, гидрология,
сохтмон, меъморӣ (2.1.37. Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ,
гидрохимия)

Душанбе – 2026

Кори диссертатсионӣ дар озмоишгоҳи “Сифати об ва экология”-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро карда шудааст

Рохбари илмӣ:

Амирзода Ориф Хамид, доктори илмҳои техникаӣ, дотсент, сарҳодими илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ:

Муҳаббатова Холназар, доктори илмҳои география, профессори кафедраи «Методикаи таълими география ва туризм»-и факултаи географияи, Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни

Одинаев Қодирҷон Нодирович, номзади илмҳои техникаӣ, муаллими калони кафедраи «Метеорология ва климатология»-и Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Муассисаи пешбар:

Муассисаи давлатии илмии «Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон»

Химояи диссертатсия рӯзи «02» апрели соли 2026, соати 09⁰⁰ дар ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6D.KOA - 059 назди Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон бо суроғаи: 734025, ш. Душанбе, кӯчаи Бофанда 5/2 баргузор мегардад.

Бо диссертатсия дар китобхона ва сомонии расмӣ Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, www.imoje.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферати диссертатсия «____» _____ соли 2026 ирсол карда шуд.

Котиби илмӣ

Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникаӣ, х.к.и.



Шаймуродов Ф.И.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Таъмини аҳоли бо оби нӯшокии хушсифат натанҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, балки дар тамоми мамолики дунё яке аз масъалаҳои муҳим ва афзалиятнок башумор меравад. Дар навбати худ, масъалаи таъминоти оби нӯшокӣ дар шаҳрҳо нисбат ба деҳот хусусияти хоси худро дорад. Сифати оби нӯшокӣ новобаста аз дигаргуншавии сохтори шаҳрдорӣ, рушди инфрасохтор ва соҳаи кишоварзӣ аҳамияти худро гум накарда, дар ҳама давраи замон ва шароитҳои мухталиф, масъалаи муҳим арзёбӣ карда мешавад.

Дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҷӣ дар шароити шаҳрҳо ва ҷӣ дар деҳот таъминоти аҳоли бо оби нӯшокӣ дар аксариятҳо ҳолатҳо аз обҳои рӯизаминӣ сарчашма мегирад. Ҳамчун қоида оби дарёҳои Тоҷикистон хусусиятҳои ба худ хос доранд. Ҳамзамон, вобаста ба кӯҳсор будани ҳудуди кишвар таъминоти аҳоли бо оби хушсифат талаботҳои махсуси худро касб намудааст.

Шаҳри Душанбе бештар аз 60% аз ҳисоби ҳавзаҳои дарёи Кофарниҳон ва дарёи Варзоб бо оби нӯшокӣ таъмин карда мешавад. Дарёи Варзоб, яке аз шохобҳои ҳавзаҳои дарёи Кофарниҳон махсуб ёфта, қисмати бештари сокинони шаҳри Душанберо бо оби нӯшокӣ таъмин мекунад. Дар болооби дарёи Варзоб ҳаргуна корхонаҳои коркарди маъдан, канданиҳои фойданок ва дигар объектҳои рекреатсионӣ рушд кардааст, ки боиси паст шудани сифати оби нӯшокӣ гардидаанд. Дар баробари ин, бо сабабҳои таъсири тағйирёбии иқлим сол аз сол миқдор ва сифати об низ тадриҷан тағйир ёфта истодааст.

Вобаста ба таъсири тағйирёбии иқлим ва дигар омилҳои таъсиркунанда, хусусиятҳои гидрологӣ, физикӣ, химиявӣ, бактериологӣ ва микробиологӣ оби ҳавзаҳои дарёи Кофарниҳон тағйир ёфта, ба ҳолати бозътимод таъмин намудани сокинони шаҳри Душанбе ва минтақаҳои атрофи он бо оби нӯшокӣ сарбории иловагӣ зам менамояд. Чунин ҳолат барои дигар оби ҳавзаҳои дарёҳои Тоҷикистон низ тааллуқ дорад. Ҳамзамон, таъмини аҳоли бо оби тозаҳои нӯшокӣ дар шароити деҳоти Тоҷикистон яке аз масъалаҳои муҳим арзёбӣ карда мешавад.

Зеро, бо зиёд гардидани аҳоли дар шаҳраку деҳот масъалаи таъмини оби нӯшокӣ, ҷӣ аз манбаҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ аҳамияти хоса касб намуда, ҳалли мушкилоти мазкур андешидани тадбирҳои зарурии саривақтиро тақозо менамояд.

Хулосаҳои илмӣ ва тавсияҳои амалӣ ҷиҳати бартароф намудани мушкилоти таъмини аҳоли бо оби нӯшокӣ хеле муҳим арзёбӣ карда мешаванд.

Аз ин лиҳоз, арзёбии сифати оби манбаҳои рӯизаминии таъмини оби нӯшокӣ дар мисоли ҳавзаи дарёи Кофарниҳон ва ҳамчунин обҳои зеризаминии минтақаи Кӯлоб (ҷиҳати гузаронидани таҳлили киёсӣ), яке аз масъалаҳои ҷалталаб барои гузаронидани таҳқиқотҳои илмӣ муҳиму саривақтӣ ба шумор мераванд.

Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш. Омӯзиши фароғи масъалаҳои вобаста ба ҳолати захираҳои об дар Тоҷикистон ҳануз охириҳои асри XIX оғоз шудааст. Оид ба омӯзиши хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии захираҳои об саҳми олимон: Абакумов Е.В. [1], Данилов-Данильян В.И. [37], Иванов В.Ф. [38], Михайлов В.Н. [64] ва дигарон назаррас мебошад. Дар таҳия ва ташаккули кори диссертатсионии мазкур (таҳияи мундариҷа ва хулосаҳои илмӣ) бошад, саҳми олимони тоҷик: Муртазаев У.И. [65], Кобулиев З.В. [21], Пачаджанов Д.Н. [74], Аброров Ҳ. [6], Амиров О.Ҳ. [8], Қодиров А.С. [46], Абдушукуров Ҷ.А. [2] ва дигарон ба таври васеъ арзёбӣ карда мешавад.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо), мавзӯҳои илмӣ. Мавзуи кори диссертатсионӣ дар асоси ҳуҷҷатҳои стратегии Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла “Барномаи бехтар намудани таъмини аҳоли бо оби тозаи нӯшокӣ барои давраи солҳои 2008 – 2020”, “Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи солҳои 2016-2025” ва лоиҳаҳои илмӣ-таҳқиқотии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар доираи мавзӯҳои «Коркард ва санҷиши технологияи истеҳсол ва истифодабарии коагулянтҳо ва флокулянтҳо аз ашёи хоми маҳаллӣ баҳри тоза намудани обҳо» (РБ №ТД2002 Р1196) ва «Таҳқиқоти таркиби химиявии обҳои раван ва табиӣ ноҳияҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва таҳияи усулҳои муосири тозакунии об» (РБ №0107ТД677), таҳия карда шудааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Арзёбии ҳолати сифати об дар асоси таҳқиқотҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои оби нӯшокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб.

Вазифаҳои таҳқиқот.

1. Омузиш ва муайянкунии мушкилоти вобаста ба таъмини аҳоли бо оби нушокӣ дар минтақаҳои аҳолинишин.

2. Таҳқиқи хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб.

3. Таҳлил ва арзёбии сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва таҳқиқоти омилҳои асосии ба он таъсиркунанда.

4. Таҳияи амсилаи биохимиявии раванди худтозашавии об дар мисоли дарёи Варзоб.

5. Таҳияи тавсияҳо ва чорабиниҳои амалӣ ҷиҳати ҳифзи сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб.

Объекти таҳқиқот. Манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб.

Мавзӯи таҳқиқот. Таҳқиқи хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб вобаста ба равандҳои ташаккул ва тағирёбии онҳо дар шароити таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ.

Навгонии илмӣ таҳқиқот. Навгонии илмӣ таҳқиқот аз инҳо иборат мебошанд:

1. Хусусиятҳои асосии гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои таъмини оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб бо дарназардошти раванди ташаккулёбии сифати об ва ҳолати экологии он муқаррар карда шудааст.

2. Таҳлили сифати манбаҳои оби шаҳри Душанбе ва таҳқиқи омилҳои асосии ба он таъсиркунанда. Сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб бо дарназардошти омилҳои табиӣ ва антропогенӣ таҳлил ва баҳогузорӣ гардида, таъсири омилҳои мазкур ба тағирёбии таркиб ва хосиятҳои об муайян карда шудааст.

3. Натиҷаҳои арзёбии сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб. Арзёбии маҷмӯии сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб бо истифода аз нишондиҳандаҳои гидрологию гидрохимиявӣ ва сатҳи мутобикати онҳо ба меъёрҳои амалкунандаи санитарӣ-гигиенӣ муайян карда шудааст.

4. Амсилаи биохимиявии раванди худтозашавии об дар мисоли дарёи Варзоб. вобаста ба хусусиятҳои биохимиявии равандҳои худтозашавии об дар дарёи Варзоб ва дигар

манбаъҳои таъминоти оби нушокии шаҳри Душанбе таҳия гардидааст.

5. Тавсияҳо ва чорабиниҳои амалӣ ҷиҳати ҳифзи сифати сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб дар асоси натиҷаҳои тадқиқотҳои гузаронидашуда таҳия гардидааст.

Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ амалии таҳқиқот.
Аҳамияти назариявӣ ва илмӣ таҳқиқот дар муайян намудани хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои таъмини оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб бо дарназардошти раванди ташаккули сифати об ва ҳолати экологии он иборат мебошад. Аҳамияти амалии таҳқиқот бошад, тавсияҳо ва чорабиниҳои амалӣ ҷиҳати ҳифзи сифати сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб дар асоси натиҷаҳои тадқиқотҳои гузаронидашуда мебошад. Натиҷаҳои таҳқиқоти мазкур ба сифати дастури методӣ барои муассисаҳои таъминоти оби нушокӣ барои аҳоли тавсия дода мешавад. Инчунин натиҷаҳои таҳқиқот ҳамчун дастури илмӣ барои омода намудани магистрон ва докторанти PhD-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон истифода бурда мешаванд.

Нуктаҳои ба ҷимоя пешниҳодшаванда.

1. Натиҷаҳои таҳқиқи хусусиятҳои хоси гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб.

2. Натиҷаҳои таҳлил ва арзёбии сифати манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва омилҳои асосии ба он таъсиркунанда.

3. Пешниҳоди амсилаи биохимиявии раванди худтозашии оби дарёи Варзоб.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо.

Эътимоднокии натиҷаҳои ба дастовардашуда вобаста ба истифодаи усулҳои таҳқиқи химиявӣ, физикавӣ, бактеорологӣ, рентгенограммӣ ва низомии иттилоотӣ чуғрофӣ тасдиқ мегарданд. Инчунин дар қори диссертсионӣ истифодаи амсилаи биохимиявӣ ва технологияҳои муосири ҷенкунӣ, муқоисаи натиҷаҳои амсила бо натиҷаи қорҳои илмӣ олимони соҳа, бо истифодаи усулҳои муосири таҳқиқот инъикос меёбад.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (бо шарҳ ва соҳаи таҳқиқот). Муҳтавои қори диссертсионӣ ба

бандҳои зерини шиносномаи ихтисоси 2.1.37. Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия мутобикат мекунад:

1. Асосҳои назариявӣ ва методологии гидрология, гидрография, ҷараёни дарёҳо, лимнология, равандҳои поймавӣ ва соҳилӣ, гидрохимия, гидроэкология.

2. Хусусиятҳои равандҳои гидрологӣ, гидрохимиявӣ ва гидробиологӣ дар кӯлҳо ва обанборҳо, падидаҳои динамики дар кӯлҳо, обанборҳо ва ҳавзҳо, генезис ва трансформатсияи ҳолати массаҳои об, масъалаҳои амсиласозии лимнологии падидаҳои дохилиобанборӣ, муносибгардонии речаи обанборҳои хушкӣ.

3. Ҳолати гидрохимиявии объектҳои оби хушкӣ дар шароити гуногуни табиӣ, таъсири фаъолияти хочагидорӣ ба ифлосшавии кимиявии дарёҳо, ҳавзҳо, кӯлҳо ва обанборҳо, ташаккул ва тағйирёбии сифати об, қонуниятҳои равандҳои худсофшавӣ ва ифлосшавии такрории обҳои табиӣ, хусусиятҳои омехташавии обҳои дарёву баҳрҳо.

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот.

Саҳми муаллифи диссертатсия аз интиҳоби мавзӯ, муайян намудани мақсаду вазифаҳо, таҳлил ва муайянкунии мушкilotи вобаста ба таъмини аҳолии бо оби нушокӣ ва роҳҳои ҳали он дар асоси омӯзиши хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои оби нушокии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб ва инчунин пешниҳоди тавсияҳо, ҷорабиниҳои амалӣ ҷиҳати ҳифзи сифати сарчашмаҳои оби нушокӣ дар ин минтақаҳо иборат мебошад

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия.

Натиҷаҳои илмӣ таҳқиқот дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ, байналмилалӣ ва ҷаласаҳои илмӣ Институти масъалаҳои об, гирозэнергетика ва экологияи АМИТ тасвиб ва амалӣ гардидаанд:

- Конференсияи Ҳаштуми илмӣ олимони ҷавони Тоҷикистон баҳшида ба 2700 – солагии шаҳри Кӯлоб, ш.Кӯлоб. - 2006

-Конференсияи илмӣ-амалӣ ҷумҳуриявӣ дар мавзӯи «Проблемаҳои инкишофи сайёҳии дохилӣ дар замони муосир» баҳшида ба «Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028» ва татбиқи марҳилаи дуюми «Стратегияи рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030», (6-8 январи соли 2006), ш. Душанбе, Тоҷикистон;

- Конференсияи илмию амалии байналмилалӣ дар мавзуи «Захираҳои об, инноватсия, захира ва энергиясарфанамоӣ», (11-12 октябри соли 2023). шаҳри Душанбе;

-Чаласаҳо ва семинарҳои илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ (2005, 2009, 2012, 2019, 2022, 2024 ва 2025).

Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия. Муҳтавои асосии диссертатсия дар 8 кори илмӣ, аз ҷумла 5 мақола дар маҷаллаҳои тақризшавандаи ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 3 мақола дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашр шудаанд.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Сохтори диссертатсия аз муқаддима, 4 боб, ҳулосаҳои асосӣ, 3 замимаҳо ва рӯйхати адабиёти истифодашуда аз 132 номгӯй иборат аст. Ҳаҷми умумии диссертатсия аз 155 саҳифаи ҷопӣ иборат буда, 129 саҳифаи он матнӣ асосӣ мебошад. Миқдори расмҳо 54 адад ва ҷадвалҳо 26 ададро дар бар мегирад. Дар замима санадҳои тасдиқи амалишавии таҳқиқот оварда шудааст.

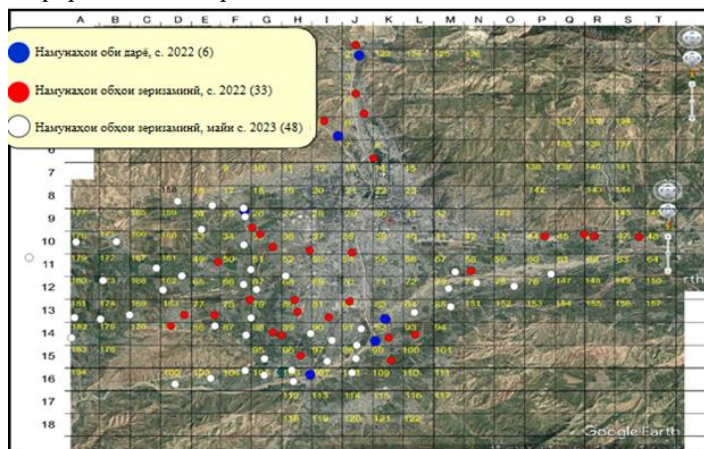
МУҲТАВОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Дар муқаддима ва қисмати муқаррароти кори диссертатсионӣ аҳамияти интиҳоби мавзӯ асоснок карда шуда, сатҳи омӯзиши мавзӯ, алоқамандии он бо стратегияҳо ва барномаҳои илмӣ оварда шудааст. Мақсад ва вазифаҳои таҳқиқот, объект ва усулҳои таҳқиқот муайян карда шуда, нағзҳои илмӣ ва нуқтаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшаванда оварда шудааст.

Дар **боби якум** диссертатсия оид ба хусусиятҳои гидрологии манбаҳои оби шаҳри Душанбе таҳлилҳо гузаронида шуда, нисбати раванди ташаккули сифати об ва ҳолати экологии онҳо, таҳқиқотҳо гузаронида шудааст. Зимни таҳлили моддаҳои химиявӣ ва хусусиятҳои физикии обҳо муайян карда шудааст, ки концентратсияҳои ионҳо дар манбаҳои оби шаҳри Душанбе муътадил буда, асосан тақриби обҳо камнамак мебошад.

Масъалаҳои истифодаи объект ва усулҳои таҳқиқот дар **боби дуум** диссертатсия оварда шуда, ҳамзамон дар таҳқиқот усулҳои экологӣ, санитарӣ токсикологӣ истифода карда шудааст. Усулҳои омӯзиши гидрологӣ бо истифода аз технологияи низомии иттилоотӣ ҷуғрофӣ ва объекти омӯзишӣ (худуди шаҳри Душанбе) дар шакли тақсимкунии ҷаҳоркунҷагӣ

пешниҳод карда шудааст. Ҳар як чаҳорчӯба минтақаи муайянро дар меъри муайян дар бар мегирад ва барои омӯзиш имконияти васеъ фароҳам меоварад.



Расми 1. - Мавзеҳои таҳқиқот дар ҳудуди шаҳри Душанбе

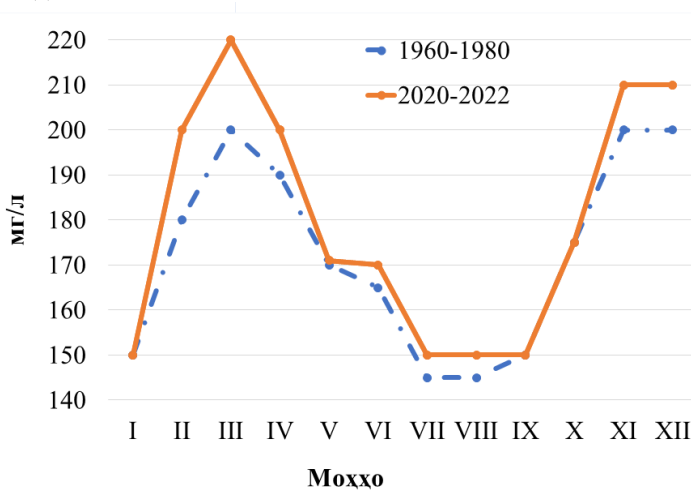
Боби сеюми кори диссертатсионӣ ба таҳқиқи сифати манбаҳои оби ва омилҳои ба онҳо таъсиркунанда бахшида шудааст.

Омилҳои асосии таъсиркунанда ба сифати сарчашмаҳои оби шаҳри Душанбе. Дар ҳудуди шаҳри Душанбе ба сифати манбаҳои оби асосан соҳаҳои саноат, нақлиёт, садамаҳои техникаҳои истеҳсолии низоми таъмини об, инчунин низоми мавҷудии таъмини оби нӯшокӣ ва оббарорӣ таъсир карда метавонад. Ҳангоми садамаҳои низоми оббарорӣ зарари ҷиддии экологӣ ба низоми обҳои дарёҳо мерасад.

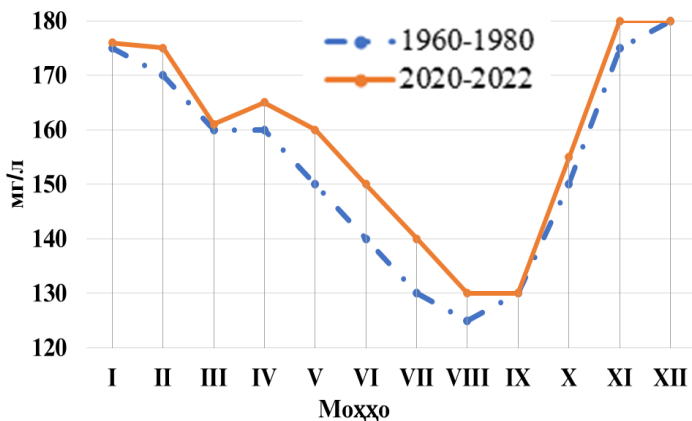
Барои омӯзиши тамоюли тағйирёбии минерализатсияи ҳавзаи дарёи Варзоб ва Кофарниҳон дар давраи солҳои 2020-2022 нисбат ба давраи солҳои 1960-1980 таҳлили муқосавӣ гузаронида шудааст, ки натиҷаҳои он дар расмҳои 2 ва 3 оварда шудааст. Маълумоти солҳои 1960-1980 аз сарчашмаҳои адабиётҳо гирифта шуда [13], солҳои 2020-2022 бошад бо иштироки бевоситаи муаллиф гузаронида шудааст.

Зиёдшавии минерализатсия дар дарёи Варзоб дар давраҳои гуногун нишона аз зиёдшавии об аз ҳисоби боришот, барфҳои мавсимӣ ва нисбатан сахми камтари обшавии пирахҳо мебошад, ки бо зиёдшавии об болоравии тамоюли минерализатсия низ ба назар мерасад. Боришоти шиддатнок ва

обшавии барфҳои мавсимӣ бо худ қисми болоии хокро низ меоранд.



Расми 2. - Нишондоди бисёрсолаи миёнаи минерализатсия дар давраҳои гуногун (дарёи Варзоб, пойгоҳи “Дахана”)



Расми 3. - Нишондоди бисёрсолаи миёнаи минерализатсия дар давраҳои гуногун (дарёи Кофарниҳон, пойгоҳи “Чинор”)
 Ҳамин тариқ, пешниҳод мешавад, ки барои нигоҳдории кабаи болоии хок дар манзараҳои болооб истифодаи замин ба

сифати чарогоҳ ба танзим дароварда шавад. Вобаста ба дигар омилҳо бошад, чорабиниҳои ғайримустақим коркард карда шавад.

Аз расмҳои 2 ва 3 маълум аст, ки зиёдшавии минерализатсия дар дарёҳои Варзоб ва Кофарниҳон баръало ба назар мерасад. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки сабабҳои асосии зиёдшавии минерализатсия дар дарёҳо ба зиёдшавии таъсири антропогенӣ низ рабт дорад, ки дар навбати худ онҳоро ба якҷанд гуруҳҳо тақсим кардан мумкин аст: саноати сабук ва вазнин; чорводорӣ; нақлиёт; саноати кишоварзӣ; ва саноати ҳӯрока.

Амсилаи биохимиявии худтозашавии об. Вобаста ба таҳлили масоили мазкур, ҷиҳати тадқиқи амсилаи биохимиявии раванди худтозашавии об ва муайян намудани тозашавии об дар сарчашмаҳо аз ҷониби мо таҷрибаҳо дар соҳили дарёи Варзоб гузаронида шудааст.

Барои ин маҷро, масофа ва нуқтаҳои таҷрибагузарониро интихоб намудем. Пас аз он, барои ҳар нуқтаи масофаи чараёни дарё зариби ислохро вобаста аз мавқеъ ва қарри дарё интихоб намуда, суръати миёнаи ҷоришавии обро аз рӯи формулаи (1) дар масофаи таҷрибагузаронӣ муайян намудем.

$$v_m = v_{max} \cdot K \quad (1)$$

дар ин ҷо K - зариби ислоҳ вобаста аз сохти дарё, ки он, тибқи меъёрҳои муайяншуда ба: 0,55; 0,65; 0,85 баробар буда, v_{max} - суръати ҷоришавии об мебошад. Суръати ҷоришавии обро дар се қисмати дарё, қанорҳои чаппу рост ва миёначояш чен намудем. Қимати суръати ҷоришавии об вобаста ба дарозӣ, барои масофаи $S=31$ м ба $v_{max}=1,19$ м/с, барои масофаи $S=23$ м ба $v_{max} = 0,82$ м/с баробар мебошад.

Қимати миёнаи суръати ҷоришавии об вобаста ба сохти дарё барои масофаи $S= 31$ м ва $K=0,65$ будан, $v_m=1,24$ м/с, барои масофаи $S=23$ м ва $K=0,85$ будан $v_m=0,697$ м/с ташкил медиҳад.

Инчунин суръати миёнаи ҷоришавии об бо усули дигар аз рӯи формулаи (2) низ муайян намудан имконпазир мебошад:

$$v_m = \left[1 - 0,116 \left(\frac{\sqrt{H \cdot h}}{H} - 0,1 \right) \right] \cdot v \quad (2)$$

дар ин ҷо H - чуқурии дарё аз сатҳи об; h - чуқурии воридшавии ҷубҷаи гидрометриқӣ; ва v - суръати ҷоришавии об мебошанд.

Дар натиҷаи таҳлилҳо муайян карда шуд, ки ҳисобкуниҳо аз рӯи формулаи (2) низ то саҳеҳии 2% ба ҳисобкуниҳои формулаи (1) рост меояд (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. – Натиҷаи ҳисобкуниҳои v_m аз рӯи муодилаҳои (1) ва (2)

Нишондиҳандаҳо	Ҳисобкуниҳои (v_m) бо формулаи (1)	Ҳисобкуниҳои (v_m) бо формулаи (2)	Фарқият, %
S= 31м ва K= 0,65	1,24 м/с,	1,26 м/с	2
S=23м ва K=0,85	0,697 м/с	0,70 м/с	1,5

Масоҳати буриши кундалангии дарё аз рӯи формулаи (3) ҳисоб карда мешавад:

$$F = \pi r^2 / 2 \quad (3)$$

дар ин ҷо r -радиуси нимдавраи дарё мебошад. Дар натиҷаи ҳисобкуниҳо қимати $F=100,48 \text{ м}^2$ баробар шудааст.

Барои муайян намудани сарфи об аз масоҳати буриши кундалангии дарё формулаи $Q = F \cdot V_{\text{миёна}}$. (4) истифода бурда, қимати онро ҳисоб намудем.

Дар натиҷаи ҳисобкуниҳо қиматҳои зерин ба даст оварда шуд: барои масофаи $S= 31 \text{ м}$ ва $K= 0,65$ будан, $v_m=1,24 \text{ м/с}$, $Q =124,59 \text{ м}^3/\text{с}$ ва барои масофаи $S=23 \text{ м}$ ва $K=0,85$ будан $v_m=0,697 \text{ м/с}$, $Q =70,03 \text{ м}^3/\text{с}$ ташкил медиҳад.

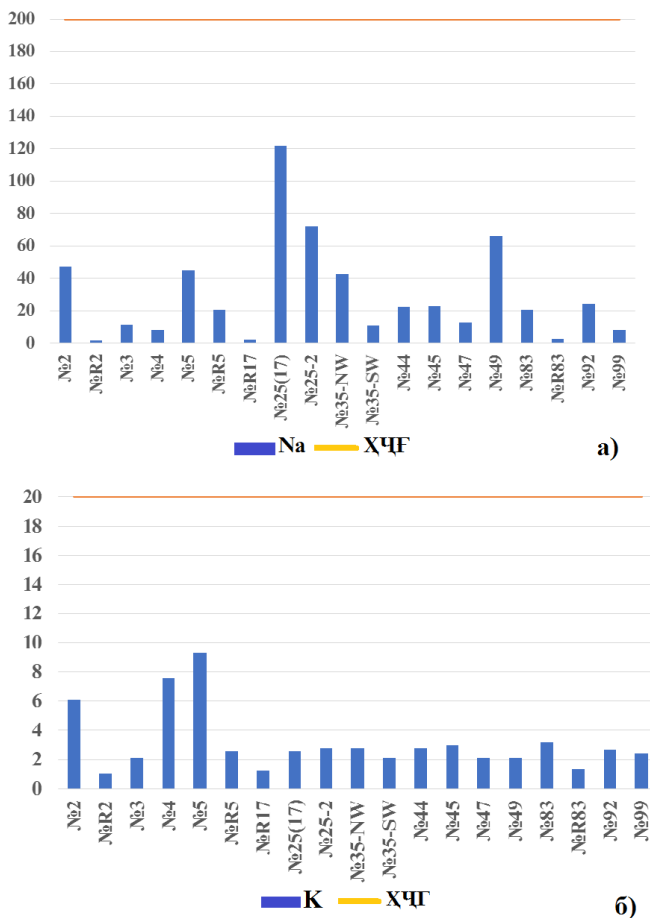
Таҳлили натиҷаи ченкуниҳо нишон медиҳанд, ки ифлосшавии об дар сарчашмаҳо бештар аз қиматҳои (v_m) ва (Q) алоқамандӣ дошта, ҳангоми каму зиёд будани онҳо раванди ифлосшавӣ об бештар ба мушоҳида мерасад.

Дар **боби чоруми** диссертатсия натиҷаҳои арзёбии ҳолати гидрохимиявии манбаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб ва коркарди чорабиниҳо ҷиҳати ҳифзи сифати манбаҳои об оварда шудааст.

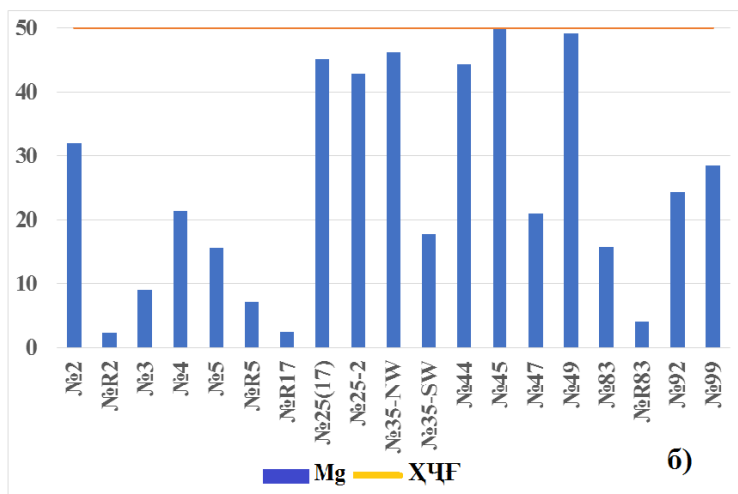
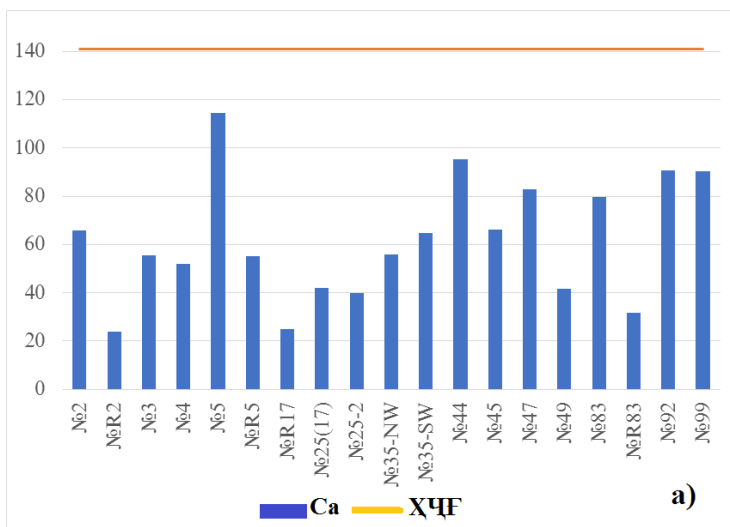
Маълум аст, ки таркиби обҳои рӯизаминӣ аз хусусиятҳои обҳои зеризаминӣ низ вобастагӣ доранд. Вобаста ба ин, барои арзёбии обҳои зеризаминӣ мо таҳқиқотро солҳои 2022 – 2023 ба таври корҳои сахрой ва санҷидани обҳо дар озмоишгоҳ анҷом додем. Ҳарчанд, ки ҳудуди шаҳри Душанбе калон ҳам набошад, аммо дар таркиби обҳои ҳудуди он тағйиротҳои назаррас ба мушоҳида мерасанд. Бояд иқрор шуд, ки тамоми моддаҳои санҷидашуда дар нуктаҳои таҳқиқотӣ дар доираи меъёрҳои ба талабот ҷавобгӯ мебошанд (расмҳои 4 - 8).

Аз ин бармеояд, ки дар ҳудуди манбаҳои обии шаҳри Душанбе таъсири техногенӣ ба об ва муҳит ба дараҷаи хатарзо арзёбӣ намегардад.

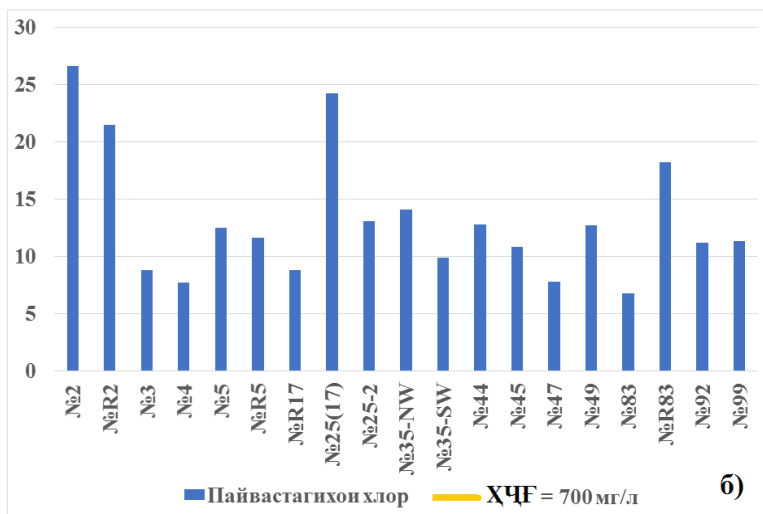
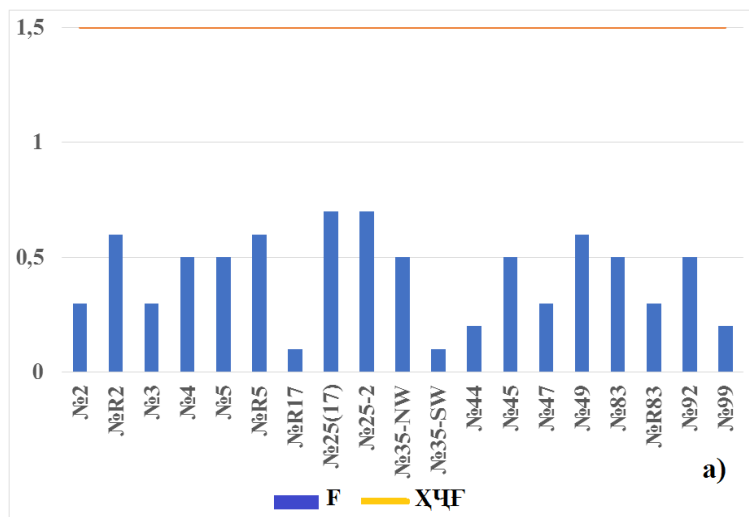
Аммо, бояд зикр намоем, ки натиҷаи маълумоти ҳозира нисбат ба солҳои қаблӣ то 0,1-0,5% зиёд мебошанд. Вобаста ба ин, мониторинги ҳамешагии захираҳои обии рӯйзаминӣ ва зеризаминӣ яке аз масъалаҳои мубрам боқӣ мемонад.



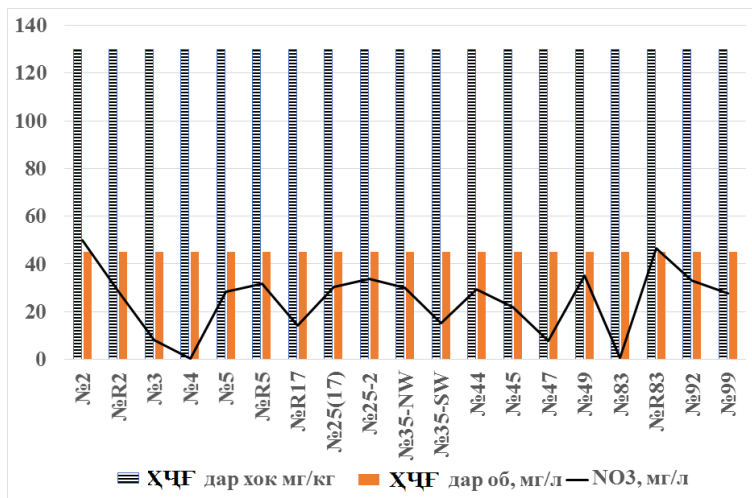
Расми 4. - Миқдори натрий (а) ва калий (б) дар таркиби обҳои зеризаминии ҳудуди шаҳри Душанбе, мг/л



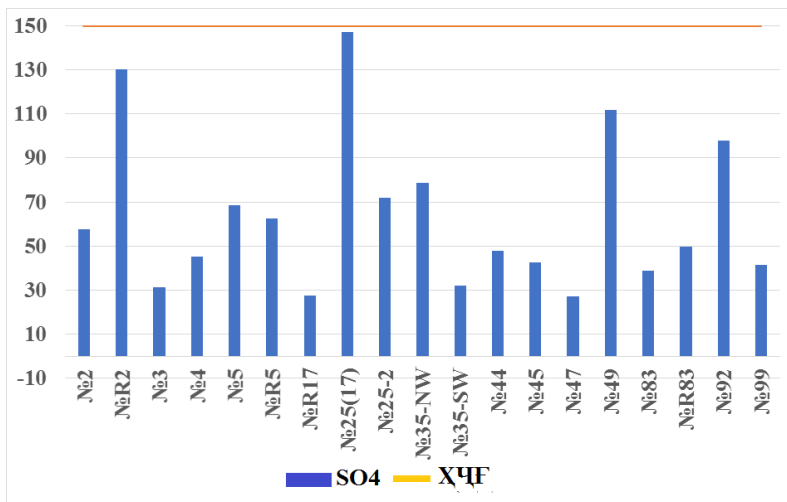
Расми 5. - Микдори калтсий (а) ва магний (б) дар таркиби обҳои зерзаминии ҳудуди шаҳри Душанбе, мг/л



Расми 6. - Микдори фтор (а) ва пайвастагиҳои хлор (б) дар таркиби обҳои зеризаминии ҳудуди шаҳри Душанбе, мг/л



Расми 7. - Микдори оксиди нитроген дар таркиби обҳои зеризаминии ҳудуди шаҳри Душанбе, мг/л



Расми 8. - Микдори оксиди сулфур дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

Чуноне, ки аз расмҳои 4-8 бармеояд, миқдори моддаҳои санҷидашуда, асосан аз талаботи ҳадди ҷоизи ғализ зиёд намебошанд, ки ин шаҳодати тоза будани манбаҳои обро нишон медиҳад.

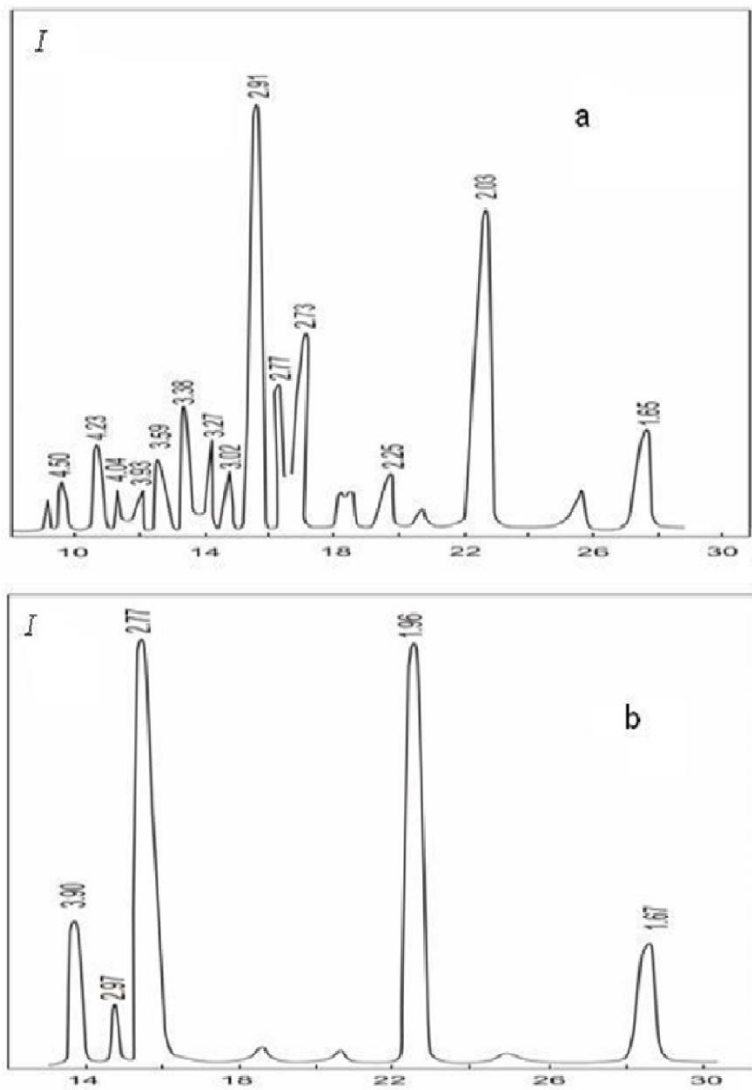
Барои муқоиса мо таҳқиқотро дар қисмати шимолу ғарбии шаҳри Кӯлоб низ гузаронидем. Таҳқиқот дар манбаҳои оби деҳаи Ғелот анҷом дода шуд. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки таркиби обҳои минтақаи Ғелот аз ионҳои S_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{2+} , Na^{2+} иборат мебошад. Ин нишондодҳо дар таркиби обҳои деҳаи Ғелот аз ҳадди ҷоизи ғализ (ҳамчун оби нӯшоки) зиёд мебошад. Зикр намудан зарур аст, ки танҳо нишондоди нитратҳо аз ҳадди ҷоизи ғализ зиёд намебошад (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2. - Таркиби химиявии манбаи оби деҳаи «Ғелот»

Нишондиҳанда ва воҳиди ченак	Миқдор	Ҳадди ҷоизи ғализ
Дуруштӣ, мг экв/л	9,90	<7
Сулфатҳо, мг/л	134,52	<500
Хлоридҳо, мг/л	2100,60	<350
Боқимондаи хушк, мг/л	4028	<1000
Нитратҳо, мг/л	11,05	<45
Натрий, мг/л	8,55	-
Магний, мг/л	1,35	-
Калсий, мг/л	57,22	-

Дар таҳқиқоти мазкур [14] масъалаи ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи безараргардонӣ тавассути коагулянтҳо, имконияти истифодаи гилҳои бентонитӣ барои тозакунии обҳо низ баррасӣ гардидааст. Барои ошкор сохтани усули пешқадами коркарди кони гилҳои бентонитӣ ба назари мо мавҷудияти маълумот оид ба таркиб ва хусусияти об муҳим мебошад.

Аз ин лиҳоз, таҳлили рентгенофазаӣ яке аз усулҳои махсус меёбад, ки оид ба маҳлул маълумоти зарурӣ медиҳад. Вобаста ба ин, мо таҳлили рентгенофазавии оби деҳаи Ғелотро, ки баъди бухоркунии миқдори муайяни намунаи об ба даст меояд, иҷро намудем. Натиҷаи таҳлил дар расми 9 оварда шудааст.



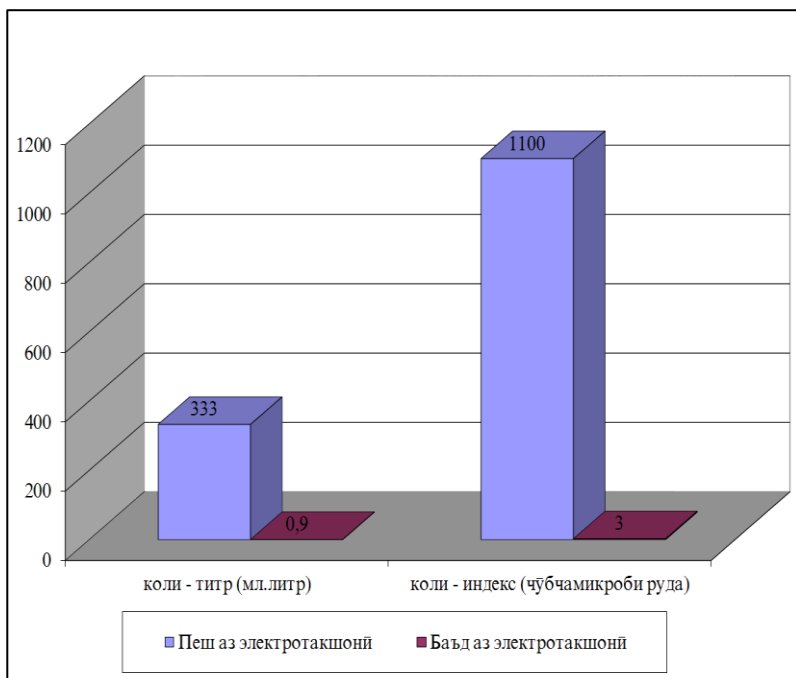
Расми 9. - Рентгенограммаи намунаи обҳои деҳаи Ғелот (а – то фаъолкунӣ; б – баъди фаъолкунӣ).

Чи тавре, ки аз расми 9 бармеояд, дар таркиби оби деҳаи Ғелот сулфатҳо, хлоридҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ афзаллият дошта, тақрибан то миқдори (вазни) 40%-ро ташкил мекунад.

Инчунин, мо таҳқиқотро оид ба истифодаи усули электротакшонӣ барои коркарди оби нӯшокии нуқтаи аҳолинишини Ғелот ба хоҳири бехатарии бактериологӣ гузаронидем. Натиҷаи таҳқиқоти физикӣ-химиявӣ ва бактериологӣ дар ҷадвали 3 ва расми 10 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3. - Нишондиҳандаҳои намунаи обҳои деҳаи Ғелот (барои давраҳои таҳқиқотӣ)

Номгӯи нишондиҳанда ҳои сифати об	Манбаи оби нӯшокии табӣӣ		ГОСТ-и 2874-82
	Пеш аз электротак шонӣ	Баъд аз электротак шонӣ	
Дурушӣ, мгэкв/л	9,90	4,45	На зиёда аз 7
Сулфатҳо, мг/л	134,52	37,49	На зиёда аз 500
Хлоридҳо, мг/л	2100,60	98,50	На зиёда аз 350
Боқимондаи хушк мг/л	4028,00	412,00	На зиёда аз 1000
Нитратҳо, мг/л	11,05	8,92	На зиёда аз 45
Натрий, мг экв/л	8,55	3,30	-
Магний, мг экв/л	1,35	1,15	-
Са мг экв/л	57,22	2,91	-



Расми 10. – Натиҷаи таҳқиқоти бактериологии намунаҳои об, деҳаи Ғелот

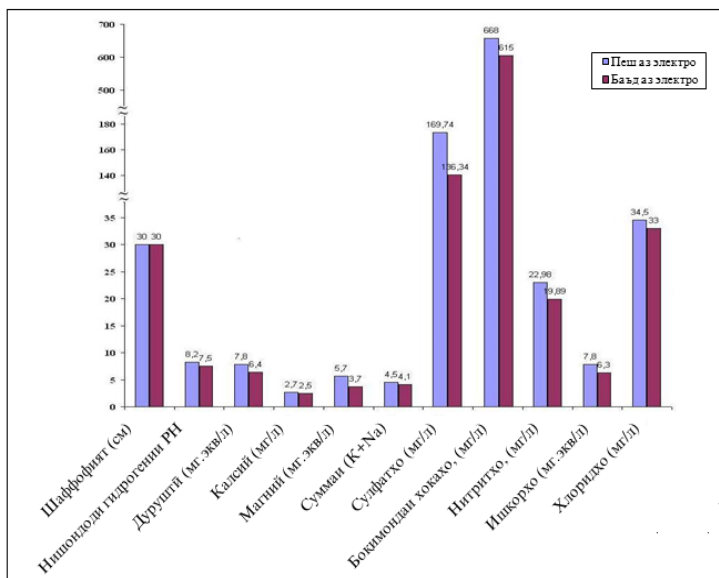
Чӣ тавре, ки дар ҷадвали 3 ва расми 10 нишон дода шудааст, нишондиҳандаҳои оби омӯхташуда дар деҳаи Ғелот дар соли 2020 пас аз татбиқи усули электротакшонкунӣ аз рӯи аксарият нишондиҳандаҳо беҳтар шуд: шаффофият аз 10 то 30,5 фоизро ташкил дода, ишқорҳо ва боқимондаи хока бошад, аз 4,2 то 3,6 мг.экв/л ташкил медиҳад.

Аз рӯи нишондиҳандаҳои алоҳида, масалан, дуруштии об аз 4,2 то 3,6 мг/л, хлоридҳо аз 11 то 10,05 мг/л, калтсий аз 3,1 то 2,05 мг/л, нитритҳо аз 8,4 то 6,19 мг/л, сулфат аз 4,1 то 2,8 мг/л паст шуданд, pH бошад аз 8,5 то 7,6 баробар шудааст.

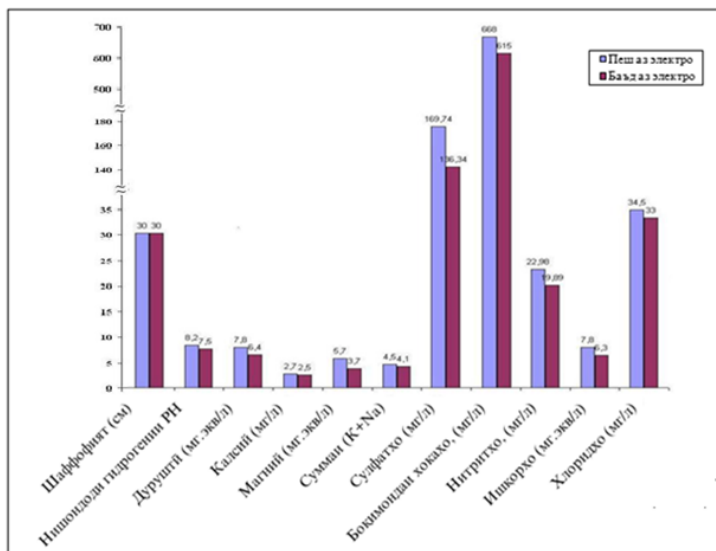
Дар обҳои деҳаи Даҳана усули электротакшонкунӣ боз ҳам нишондиҳандаҳои беҳтар дорад. Масалан, дурушӣ ва ишқории об 75%, хлоридҳо қариб 42% кам шуданд (ҷадвали 4 ва расми 11).

Ҷадвали 4. - Нишондиҳандаҳои намунаҳои об дар деҳаи Даҳана (барои давраи таҳқиқотӣ)

Номгӯи нишондиҳандаҳои сифати об	Пеш аз электротакшон ӣ	Баъд аз электротакшон ӣ
Шаффофият(см)	30	23
Нишондоди гидрогении РН	9,0	8,1
Дуруштӣ (мг.экв/л)	4,0	1,4
Калсий(мг/л)	2,1	0,7
Магний (мг.экв/л)	1,8	0,6
Суммаи (K+Na)	1,5	1,1
Сулфатҳо (мг/л)	58,7	47,7
Боқимодаи хушк, (мг/л)	301	149
Нитритҳо, (мг/л)	11,2	10,1
Ишқорнокӣ (мг.экв/л)	4,0	1,4
Хлоридҳо (мг/л)	12	7



Расми 11. - Нишондиҳандаҳои намунаи об, деҳаи Даҳана



Расми 12. - Нишондиҳандаҳои намунаи об, деҳаи Зиравӣ

Сифати оби деҳаи Зиракӣ аз таҳқиқоти пештара хеле фарқ мекунад. Масалан, дуруштӣ ва ишқори об ҳамагӣ 18% кам шуда, шаффофият бетағир мемонад (чадвали 5 ва расми 12). Ин далели он аст, ки оби деҳаи Зиракӣ ба ифлосшавии беруна камтар дучор мешавад ва барои тоза кардани он харочоти камтар сарф мешавад.

Чадвали 5. - Нишондиҳандаҳои намунаҳои об, деҳаи Зиракӣ (барои давраи таҳқиқотӣ)

Номгӯи нишондиҳандаҳои сифати об	Пез аз электротакшон ӣ	Баъд аз электротакшонӣ
Шаффофият (см)	30	30
Нишондодҳои гидрогении РН	8,2	7,5
Дуруштӣ (мг.экв/л)	7,8	6,4
Калсий (мг/л)	2,7	2,5
Магний (мг./л)	5,7	3,7
Суммаи (К+Na)	4,5	4,1
Сулфатҳо (мг/л)	169,74	136,34
Боқимондаи хушк, (мг/л)	668	615
Нитритҳо, (мг/л)	22,98	19,89
Ишқорнокӣ (мг.экв/л)	7,8	6,3
Хлоридҳо (мг/л)	34,5	33

Албатта, таҳқиқоти мо дар ин мавзӯ ба пуррагӣ навет. Пештар усули электротакшоншавӣ барои тоза кардани об гузаронида мешуд, ки комплекси омехтаи таъсиррасонии гуногуни физикӣ, химиявӣ, физикию химиявӣ ва электрохимиявӣ, инчунин аз коагулянтҳо истифода карда мешуд.

Бартариии асосии усули электротакшоншавӣ нисбат ба усулҳои реагентӣ будани дастгоҳ, нисбатан содда будани кори он, хеле кам шудани сарфаи реактивҳои химиявиро талаб мекунад. Камбудии усул аз сарфи бештари металл (алюминий

ва оҳан) ва қувваи барқ мебошад. Истеъмоли воқеии қувваи барқ аз ҳисоби хароҷоти гарм кардани об, поляризатсияи электродҳо, бартараф кардани муковимати электрикии плёнкахои (тунукахои) оксидӣ, ки дар сатҳи анодҳои ҳалшуда ва ғайра зиёд мешавад.

Сокинони аксарият маҳалҳои аҳолинишини Тоҷикистон, аз ҷумла минтақаи Кӯлоб ба хати магистрاليҳои оби мутамарказ пурра таъмин нестанд, аз ин сабаб онҳо аз манбаҳои табиӣ оби ошомидани истифода мебаранд, ки ин аксар вақт боиси паҳн шудани касалиҳои сирояткунанда дар байни аҳоли мегардад.

Муҳофизати обҳои табиӣ ва оқилона истифода бурдани онҳо таҳқиқи доимии гидрохимиявии ҳамаи объектҳои обро тақозо менамояд, ки онҳо ба ҳар роҳ ба тартиб дароварда мешаванд, зеро дар айни замон, таркиби химиявии табиӣ об албатта тағйир меёбад, яъне дигаргунии сифати табиӣ он дида мешавад. Дар айни замон дар минтақаҳои сараҳолии саноатӣ нарасидани об, бад шудани сифати он дар натиҷаи ифлосшавӣ мушоҳида шуда, зарурати ҳифзи об аз камшавии сифатӣ ва микдорӣ эътироф шудааст.

Андешидани тадбирҳои саривақтӣ оид ба ошкор ва пешгирии бемориҳо ва паҳншавии онҳо асосан аз мавҷудияти маълумоти бозғатимод дар бораи таркиби микробиологии химиявии обҳои манбаҳои он муайян карда мешавад.

Дар таҳқиқоти мазкур натиҷаҳои тозакунии об бо усули электротакшонкунии манбаҳои табиӣ об дар деҳаҳои Ғелот, Даҳана ва Зиракии минтақаи Кӯлоб оварда шудаанд.

ХУЛОСАҲО

1. Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия

Натиҷаҳои таҳқиқот ва таҳлилҳои ба анҷом расонидашуда дар қори диссертатсионӣ имкон медиҳанд, ки чунин хулосабарориҳо карда шаванд.

1. Хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои оби шаҳри Душанбе вобаста ба вазъи экологӣ ва таъсири омилҳои гуногун, арзёбӣ карда шудааст. Дар натиҷаи таҳлилҳои моддаҳои химиявӣ ва хусусиятҳои физикавии обҳои таҳқиқшуда муқаррар карда шудааст, ки концентратсияи ионҳо дар манбаҳои обӣ асосан муътадил буда, таркиби обҳо камнамак мебошад [1-М], [6-М].

2. Таҳлили сифати манбаҳои обӣ гузаронида шуда, вобаста ба он омилҳои асосии таъсиркунанда муқаррар карда

шудааст. Усули омӯзишии гидрологӣ бо истифода аз технологияи низоми иттилоотӣ чуғрофӣ ва объекти омӯзишӣ (худуди шаҳри Душанбе) дар шакли тақсимкунии чаҳоркунҷагӣ пешниҳод карда шудааст [6-М].

3. Амсилаи биохимиявии раванди худтозашавӣ об дар мисоли дарёи Варзоб коркард карда шуда, муқаррар карда шудааст, ки ифлосшавӣ об дар сарчашмаҳо аз қимати сарфай об вобаста буда, ҳангоми зиёд будани он раванди ифлосшавӣ зиёд мушоҳида карда мешавад [2-М], [4-М].

4. Муқаррар карда шудааст, ки нишондиҳандаҳои оби таҳқиқшуда дар деҳаҳои Ғелот ва Даҳана барои даврҳои таҳқиқотӣ пас аз татбиқи усули электротакшонкунӣ аз рӯи ҳама нишондиҳандаҳо беҳтар шудааст: шаффофият аз 10 то 30,5 %, ишқорҳо ва боқимондаҳои хушк аз 4,2 то 3,6 мг/л-ро ташкил додааст. Аз рӯи нишондиҳандаҳои алоҳида: дуруштии об аз 4,2 то 3,6 мг/л, хлоридҳо аз 11 то 10,05 мг/л, калсий аз 3,1 то 2,05 мг/л, нитритҳо аз 8,4 то 6,19 мг/л, сульфат аз 4,1 то 2,8 мг/л паст шуда, pH бошад аз 8,5 то 7,6 баробар шудааст [2-М].

5. Муайян карда шудааст, ки таркиби обҳои минтақаи “Ғелот” аз ионҳои S_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{2+} , Na^{2+} иборат буда, дар таркиби обҳои деҳаҳои Ғелот ва Даҳана нишондиҳандаҳо аз ҳадди ҷоизи ғализ (барои оби нӯшокӣ) зиёд мебошанд. Дар таркиби оби деҳаи Ғелот сульфатҳо, хлоридҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ афзалият дошта, тақрибан то миқдори (вазни) 40% ташкил додааст. Таҳқиқотҳо оид ба истифодаи усули электротакшонкунӣ барои коркарди оби нӯшокии нуктаи аҳолинишини деҳаи Ғелот ба хоҷагии бехатарии бактериологӣ, гузаронида шудааст [1-М]. [7-М]

6. Ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи тоза намудани об тавассути коагулянтҳо, имконияти истифодаи гилҳои бентонитӣ барои тозакунии обҳо баррасӣ гардида, самаранокии истифодаи усули электротакшонкунӣ муайян карда шуда, инчунин технологияҳои пешқадам оид ба таъмини бехатарии санитарӣ эпидемиологӣ обии аҳолии минтақаи Кӯлоб омӯхта шуда, ҷорабиниҳои махсус пешниҳод карда шудааст [1-М], [3-М].

7. Тавсияҳои амалӣ ва ҷорабиниҳо ҷиҳати ҳифзи сифати сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб пешниҳод карда шудааст [3-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо

Дар натиҷаи таҳқиқот як қатор тавсияҳои илмию амалӣ пешниҳод карда мешаванд:

1. Пешниҳод карда мешавад, ки бо мақсади ташкили бонизоми назорат оид ба ҳолати манбаҳои обии маҳалҳои таҳқиқшуда ва нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ ва микробиологии обҳо маҳзани маълумотҳо таъсис дода шавад. Ин имкон медиҳад, ки идоракунии ҳолати гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои обӣ дуруст ба роҳ монда шавад.

2. Натиҷаҳои таҳқиқотҳо оид ба истифодаи усули электротакшонкунӣ барои коркарди манбаҳои обии нуктаҳои аҳолинишини деҳаҳои Ғелот, Даҳана ва Зиракии минтақаи Қӯлоб имкон медиҳанд, ки ҷиҳати таъмини бехатарии таъсири бактериологӣ чораҳои саривактӣ андешида шаванд.

3. Тавсия карда мешавад, ки дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот ва арзёбии сифати оби нӯшоқӣ дар ҳар як нуктаи аҳолинишин низоми мутамаркази обтаъминкунӣ мучаххаз бо таҷҳизоти зарурӣ барои тоза намудани об бунёд карда шуда, ҳамзамон дар мавриди тозакунии об бештар аз маъданҳои маҳаллӣ, аз қабили гилҳои бентонитӣ ва усулҳои электротакшонкунӣ истифода бурда шавад.

РҶҲАТИ ИНТИШОРОТИ МУАЛЛИФ

**Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои тақризшаванда ва
эътирофнамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди
Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр гардидааст**

[1-М]. Толибова, У. О. Исследование химического состава подземных вод кулябского региона и изыскание возможности применения бентонитовых глин для их умягчения / **У. О. Толибова**, А. С. Раджабова, К. Ф. Эмомов, Ф. И. Шаймурадов // Доклады АНРТ. – 2011. - №1, Том. 54, - С. 49-52.

[2-М]. Толибова, У. О. Эффективность использования метода электроосаждения для очистки питьевых вод / **У. О. Толибова** // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» ИВПГЭ и Э НАНТ. - 2023. - №2, Том 3, - С. 23-30.

[3-М]. Толибова, У. О. Хусусиятҳои тағйирёбии сифати об аз рӯи нишондиҳандаи тирагӣ дар мисоли дарёи Варзоб / **У. О. Толибова**, Н. Фазлиддин, З. Д. Холназарова, О. Ҳ. Амирзода // Маҷалаи илмӣ «Захираҳои об, энергетика ва экология» ИМОГЭ ва Э АМИТ - 2024. - №4, Том 3. - С. 168-174.

[4-М]. Толибова, У. О. Коркарди амсилаи биохимиявии раванди худтозашавии об дар мисоли дарёи Варзоб / **У. О.**

Толибова, З. Д. Холназарова, О. Ҳ. Амирзода //Маҷалаи илмӣ «Захираҳои об, энергетика ва экология» ИМОГЭ ва Э АМИТ - 2025. -№3, Том 4. -С. 138-147.

[5-М]. **Толибова, У.О.** Ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи безаргардонӣ тавассути коагулянтҳо / А. С. Кодиров, **У. О. Толибова**, Ф. И. Нажмудинова, Ф. И. Шаймурадов, И. М. Рахимов // Паёми политехники. Баҳши таҳқиқотҳои муҳандисӣ. -2025. -№ 4, Том 72. -С. 66-72.

Мақолаҳои ҷиҳати конференсияҳо ба нашр расидааст

[6-М]. **Толибова, У.О.** Физико-химические свойства природных вод южных регионов Республики / **У. О. Толибова** // Маводи конференсияи Ҳаштуми илмӣ олимони ҷавони Тоҷикистон баҳшида ба 2700 – солагии шаҳри Кулоб, ш.Кулоб. - 2006, -С. 170-173.

[7-М]. **Толибова, У. О.** Химический состав подземных вод в подведомственных районах города Душанбе / **У.О. Толибова**, Ф. И. Нажмудинова // Материалы Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения». -Душанбе. -2023. -С. 103-110.

[8-М]. **Толибова, У. О.** Ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи безаргардонӣ тавассути коагулянтҳо / А. С. Кодиров, Д. Ишияма, Ф. И. Нажмудинова, Ф. И. Шаймурадов, И. М. Рахимов // Маводи конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи “Проблемаҳои инкишофи сайёҳии дохилӣ дар замони муосир”. Душанбе, 2023. -С. 152-158.

Рӯйхати адабиёти истифодашуда

[1]. Абакумов, Е. В. Загрязняющие вещества как фактор деградации высокогорных ледников. Обзор / Е. В. Абакумов, Р. Х. Темботов // Живые и биокосные системы. – 2020. – № 32. – С. 2. – DOI 10.18522/2308-9709-2020-32-2. – EDN YEKNNF.

[2]. Абдушукуров, Д. А. Первоначальное засоление рек в верховьях реки Вахш / Д. А. Абдушукуров, Д. Абдусамадзода, А. С. Кодиров // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2018. – № 2(171). – С. 98-106. – EDN GBXFVT.

[3]. Аброров Х., Формирование водных ресурсов горного Зеравшана и их экономический потенциал / Х. Аброров, Н. Шерматов. – Душанбе, 2013. – 132 с.

[4]. Амиров О.Х., Интегральная оценка качества воды реки Варзоб / О. Х. Амиров, Ш. К. Шарипов, П. Муродов, Б. Р. Бокиев, З. В. Кобулиев // Политехнический вестник. – Душанбе, ТТУ, № 3(43). – 2018. – С. 90–92.

[5]. Кобулиев З.В., Состояния гидрологических характеристик и гидрологических сетей бассейна реки Кафирниган / З. В. Кобулиев, Ш. С. Кодиров // Вестник педагогического университета. Серия естественных наук. – 2019. – № 3–4. – С. 69–75. – ISSN 2707-9996.

[6]. Данилов-Данильян В.И., Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / В. И. Данилов-Данильян, В. О. Полянин, А. В. Остякова [и др.]; под рук. В. И. Данилова-Данильяна. – Коллективная монография. – Москва: Ин-т водных проблем РАН, 2020. – 510 с.

[7]. Иванов В.Ф., Опыты исследования качества питьевой воды / В. Ф. Иванов // Вестник РУК. – 2013. – № 4(14). – С. 135–138.

[8]. Кодиров А.С., Влияние климатических изменений на состояние водных объектов / А. С. Кодиров // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология». – 2023. – № 3(2). – С. 9–17.

[9]. Михайлов В.Н., Общая гидрология / В. Н. Михайлов, А. Б. Добровольский. – Пермь: Высшая школа, 1991. – 368 с.

[10]. Муртазаев Х., Радиоактивные хвостохранилища Северного Таджикистана / Х. Муртазаев, А. Муртазаев // Учёные записки ХГУ. – Худжанд, 2006. – № 11. – С. 50–55.

[11]. Пачаджанов Д.Н., Гидрохимия поверхностных вод Таджикистана / Д. Н. Пачаджанов, Д. Л. Патина. – Душанбе, 1999. – 214 с.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ, ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ И
ЭКОЛОГИИ**

УДК: 556+556.114 (575.3 – 25+575.34)

На правах рукописи



ТОЛИБЗОДА Умеда Олим

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ ИСТОЧНИКОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия)

Душанбе – 2026

Диссертационная работа выполнена в лаборатории качества воды и экологии Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана.

Научный руководитель: **Амирзода Ориф Хамид,**
доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

Официальные оппоненты: **Мухаббатов Холназар,**
доктор географических наук, профессор кафедры «Методология преподавания географии и туризма» географического факультета Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни

Одинаев Кодирджон Нодирович,
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Метеорология и климатология» Таджикский национальный университет

Ведущая организация: Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана»

Защита диссертации состоится «02» апреля 2026 года в 09⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-059 при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734025, г. Душанбе, улица Бофанда 5/2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана: www.imoge.tj.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2026 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., в.н.с.



Шаймурадов Ф.И.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из важных и приоритетных задач не только в Республике Таджикистан, но и во всём мире. При этом проблема водоснабжения в городах имеет свои особенности по сравнению с сельской местностью. Качество питьевой воды, независимо от изменений в структуре градостроительства, развития инфраструктуры и сельского хозяйства, не теряет своей значимости и во все времена и при различных условиях оценивается как важная задача.

На территории Республики Таджикистан как в городах, так и в сельской местности, водоснабжение населения в большинстве случаев осуществляется за счёт поверхностных вод. Как правило, вода рек Таджикистана обладает своими уникальными характеристиками. В то же время, учитывая горный рельеф страны, обеспечение населения качественной водой приобретает особые требования.

Город Душанбе более чем на 60% обеспечивается питьевой водой из бассейна реки Кафирниган и реки Варзоб. Река Варзоб, являющаяся одним из притоков бассейна реки Кафирниган, обеспечивает питьевой водой большую часть жителей города Душанбе. В верховьях реки Варзоб развиваются различные предприятия по переработке полезных ископаемых и другие рекреационные объекты, что приводит к снижению качества воды. Кроме того, под воздействием изменения климата из года в год количество и качество воды постепенно изменяются.

В связи с влиянием изменения климата и других факторов, гидрологические, физические, химические, бактериологические и микробиологические свойства вод бассейна реки Кафирниган изменяются, что создаёт дополнительную нагрузку на надёжное обеспечение жителей города Душанбе и прилегающих к нему регионов питьевой водой. При этом обеспечение населения чистой питьевой водой в сельской местности Таджикистана считается одной из важнейших задач.

Поскольку с увеличением численности населения в городах и сёлах появляется актуальная проблема обеспечения населения питьевой водой, как с поверхностных вод, так и с подземных источников, а решение этой проблемы требует принятия необходимых и своевременных мер. Научные выводы и

практические рекомендации считаются весьма важными для решения проблемы обеспечения населения питьевой водой.

В этой связи оценка качества воды поверхностных источников питьевого водоснабжения, таких как в бассейне реки Кафирниган, а также подземных вод Кулябского региона (в части проведения сравнительного анализа), является одним из важных и актуальных вопросов для проведения научных исследований.

Степень изученности темы диссертации. Изучение ряда вопросов, связанных с состоянием водных ресурсов Таджикистана, началось еще в конце XIX века. Значительный вклад в исследование гидрологических и гидрохимических свойств водных ресурсов внесли учёные: Абакумов Е.В. [1], Данилов-Данильян В.И. [37], Иванов В.Ф. [38], Михайлов В.Н. [64] и другие. В формировании диссертационной работы (содержание и научные выводы) широко оценён вклад научных работ таджикских учёных: Муртазаев У.И. [65], Кобулиев З.В. [21], Пачаджанов Д.Н. [74], Аброров Х. [6], Амиров О.Х. [8], Кодиров А.С. [46], Абдушукуров Дж.А. [2] и других.

Связь темы диссертации с научными программами.

Тема диссертационной работы разработана на основе стратегических документов Республики Таджикистан, в частности «Программы улучшения обеспечения населения чистой питьевой водой на период 2008–2020 годов», «Программа реформирования водного хозяйства Республики Таджикистан на 2016-2025 годы» и научных проектах Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, по тематике «Разработка и испытание технологии получения и использования коагулянтов и флокулянтов из местного сырья для очистки воды» (РБ №ТД2002 П1196) и «Изучение химического состава проточных и природных вод регионов Республики Таджикистан и разработка современных методов очистки воды» (РБ №0107ТД677).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Основная цель диссертационной работы – оценка состояния качества воды на основе гидрологических и гидрохимических исследований водных источников города Душанбе и Кулябской зоны.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ гидрологических и гидрохимических характеристик водных источников города Душанбе и региона Куляб.

2. Анализ качества питьевой воды в городе Душанбе и изучение основных факторов, влияющих на него.

3. Оценка качества источников питьевой воды в городе Душанбе и в Кулябском регионе.

4. Разработка биохимической модели процесса самоочищения воды на примере реки Варзоб.

5. Разработка мероприятий по сохранению качества водных источников города Душанбе и региона Куляб.

Объект исследования – водные источники – города Душанбе, Кулябский регион и техногенные объекты, влияющие на них.

Предмет исследования – гидрологические и гидрохимические характеристики водных источников города Душанбе и Кулябской зоны, а также процессы, влияющие на их формирование и изменение под воздействием природных и антропогенных факторов.

Методы исследования. В данном исследовании использовались химический, физический, рентгеноструктурный, изотопный анализы и геоинформационные системы. Также широко применялись методы сравнительной статистической обработки данных, биохимического моделирования и другие методы. При этом широко использовался метод геоинформационных систем.

Источники исследования. При подготовке и составлении диссертационной работы были использованы официальные статистические материалы и нормативные документы, а также системный и сравнительный анализ статистических данных, анализ и обработка экспедиционных материалов, в сборе и проведении которых принимал участие автор, обработка полученных материалов, использование технологий геоинформационных систем, обработка информационных материалов и нормативных документов по гидрологическим и гидрохимическим показателям водных источников..

Научная новизна и научная ценность диссертации заключаются в следующем:

1. Определение основных гидрологических и гидрохимических характеристик водных источников города Душанбе и региона Куляб.

2. Анализ качества вод города Душанбе и исследование основных факторов, влияющих на него.

3. Оценка гидрохимического состояния водных источников города Душанбе и региона Куляб.

4. Моделирование биохимического процесса самоочищения воды на примере реки Варзоб.

5. Рекомендации и мероприятия по сохранению качества водных источников города Душанбе и региона Куляб.

Теоретическая значимость диссертации. Теоретические аспекты работы отражены в изучении научной литературы, статистических данных и теоретических обобщениях. Физико-химические исследования вод и оценка их гидрологических и гидрохимических характеристик также являются теоретическими разделами исследования.

Теоретические выводы можно использовать для создания учебников, разработки научно-исследовательских проектов и инвестиционных проектов.

Практическая значимость диссертации. Диссертационная работа не лишена научно-практических выводов. В ходе исследования были проведены практические работы по оценке качества воды, включая отбор проб, их подготовку и химический анализ. На основании проведённых экспериментов разработаны практические мероприятия и представлены научно обоснованные заключения в соответствующие государственные органы для устранения проблем питьевого водоснабжения. В диссертационной работе чётко сформулированы научно-практические выводы.

При этом практическая значимость диссертации заключается в том, что её научные результаты проверены на практике.

Внедрение научных результатов диссертационной работы. Научные результаты исследования были внедрены в следующих учреждениях и подтверждены документально:

1. Государственное унитарное предприятие (ГУП) «Водоснабжение и канализация города Куляба»;
2. Управление охраны окружающей среды Кулябского района Хатлонской области.

Вместе с тем, результаты исследований широко используются в качестве дополнительных научных материалов при подготовке магистрантов и докторантов PhD Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты изучения особенностей гидрологических и гидрохимических характеристик водоисточников г. Душанбе и Кулябского региона.

2. Результаты анализа качества водоисточников г. Душанбе и основных факторов, влияющих на их качество.

3. Биохимическая модель процесса самоочищения реки Варзоб.

Степень достоверности проведенных исследований. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием химических, физических, рентгеноструктурный, изотопных методов исследования и геоинформационных систем. В диссертации также отражено использование биохимической модели и современных технологий измерений, сравнение результатов моделирования с результатами научных работ учёных в данной области, а также использование современных методов исследования.

Соответствие темы исследования паспорту научной специальности. Содержание диссертационной работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.1.37. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия:

1. Теоретические и методологические основы гидрологии, гидрографии, речного стока, лимнологии, пойменных и прибрежных процессов, гидрохимии, гидроэкологии.

2. Особенности гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в озёрах и водохранилищах, динамические явления в озёрах, водохранилищах и бассейнах, генезис и трансформация состояния водных масс, проблемы лимнологического моделирования внутренних явлений водохранилищ, регулирование режима сухопутных водохранилищ.

3. Гидрохимическое состояние континентальных водных объектов в различных природных условиях, влияние хозяйственной деятельности на химическое загрязнение рек, бассейнов, озёр и водохранилищ, формирование и изменение качества воды, закономерности процессов самоочищения и вторичного загрязнения природных вод, особенности смешения речных и морских вод.

Личный вклад автора. Автор участвовал в выборе темы, определении задач, анализе и выявлении проблем, связанных с водными ресурсами г. Душанбе и Кулябского региона. Также в рамках данного исследования автор участвовал в изучении гидрологических и гидрохимических особенностей водных ресурсов г. Душанбе и Кулябского региона, разработке темы исследования,

содержания диссертации, научных выводов (совместно с научным руководителем), выступала с научными докладами на конференциях и семинарах.

Апробация результатов работы. Основные научные результаты, полученные в ходе исследования диссертационной работы, были представлены и обсуждены на республиканских и международных конференциях:

- Маводи конференсияи Ҳаштуми илмӣи олимони ҷавони Тоҷикистон бахшида ба 2700 – солагии шаҳри Кӯлоб, ш. Кӯлоб. - 2006, -С. 170-173;

- Восьмая научная конференция молодых учёных Таджикистана, посвящённая 2700-летию города Куляб, г.Куляб - 2006,-с. 170-173.

- Республиканская научно-практическая конференция на тему «Проблемы развития внутреннего туризма в современную эпоху», посвящённая «Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы» и реализации второго этапа «Стратегии развития туризма в Республике Таджикистан на период до 2030 года», 01.11.2023, Душанбе, Таджикистан, с. 152-158;

- Международная научно-практическая конференция на тему «Водные ресурсы, инновации, ресурсо- и энергоэффективность», 11-12 октября 2023 года. Душанбе, Таджикистан, с. 103-110.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в виде 8 научных работ, включая 5 статьи в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 3 статьи на республиканских и международных конференциях. Одна статья опубликована автором без соавторов.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных выводов, 2 приложений и списка использованной литературы из 127 наименований. Общий объём диссертации составляет 155 печатных страниц, из которых 110 страниц – основной текст. В работе содержится 30 рисунков и 12 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертационной работы обоснована актуальность темы, представлена степень изученности вопроса, показана её связь со стратегиями и научными программами. Определены цель и задачи исследования, объект, и методы исследования, изложены научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации проведён анализ гидрологических характеристик водных источников города Душанбе, исследованы процессы формирования качества воды и их экологическое состояние. В ходе анализа химических веществ и физических свойств воды было установлено, что концентрация ионов в водных источниках г. Душанбе стабильна, а вода, в целом, имеет низкую минерализацию.

Вторая глава диссертации посвящена вопросам использования объекта и методов исследования, при этом в исследованиях использовались экологические и санитарно-токсикологические методы исследования. Предложен гидрологический метод изучения с использованием технологий геоинформационных систем, где объект исследования (территория города Душанбе) разделён на квадратные участки. Каждая ячейка охватывает определенный район в заданном масштабе и предоставляет широкие возможности для изучения.

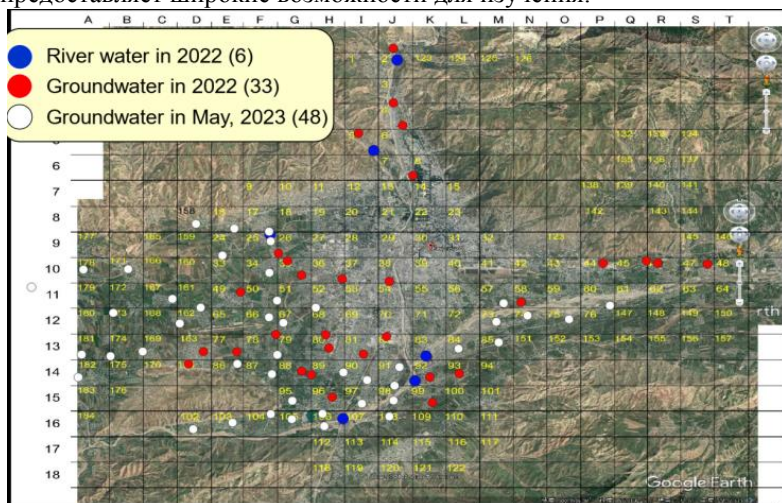


Рисунок 1. Места исследований на территории города Душанбе

Третья глава диссертационной работы посвящена исследованию качества водных источников и факторов, влияющих на них.

Основные факторы, влияющие на качество водных источников города Душанбе. В г. Душанбе на качество водных источников влияют, главным образом, промышленные, транспортные, технические и производственные аварии в системе

водоснабжения, а также существующие системы питьевого водоснабжения и водоотведения. В случае аварий в системе водоотведения речной системе наносится серьёзный экологический ущерб.

Для изучения тенденции изменения минерализации бассейна рек Варзоб и Кафирниган в период с 2020 по 2022 годы по сравнению с периодом 1960–1980 годов проведён сравнительный анализ, результаты которого представлены на рисунках 2–3. Данные за 1960–1980 годы взяты и проанализированы из [13] литературных источников, а данные за 2020–2022 годы были проанализированы при непосредственном участии автора.

Увеличение минерализации в реке Варзоб в разное время года является признаком увеличения водности за счёт осадков, сезонных снегопадов и небольшого вклада ледников, что также показывает тенденцию к повышению минерализации с увеличением водности. Обильные осадки и сезонное таяние снегов уносят с собой верхний слой почвы.

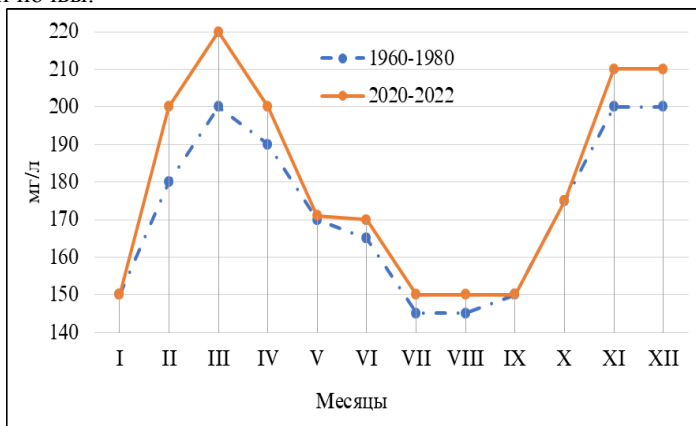


Рисунок 2 Многолетние средние показатели минерализации в различные периоды (река Варзоб, гидропост Дахана).

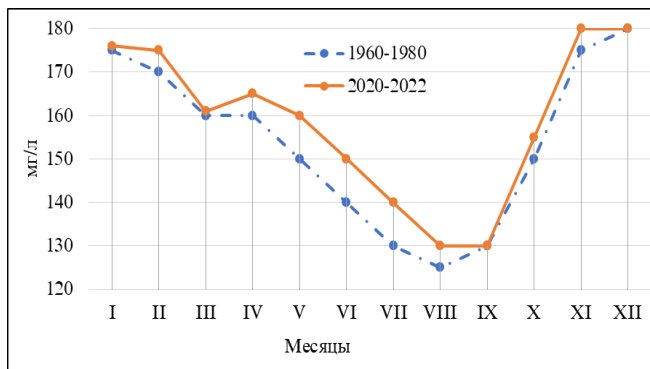


Рисунок 3. Многолетние средние показатели минерализации в различные периоды (река Кафирниган, гидростанция Чинор).

Таким образом, предлагается регулировать, упорядочить использование земель в качестве пастбищ с целью сохранения верхнего слоя почвы в ландшафтах, расположенных выше по течению. В зависимости от других факторов приняты косвенные меры.

На рисунках 2 и 3 видно, что увеличение минерализации рек Варзоб и Кафирниган отчетливо просматривается. Анализ показывает, что основные причины увеличения минерализации рек также связаны с ростом антропогенной нагрузки, которую, в свою очередь, можно разделить на несколько групп: лёгкая и тяжёлая промышленность; животноводство; транспорт; сельское хозяйство; пищевая промышленность.

Биохимическая модель самоочищения воды. На основе анализа данных вопросов с целью применения биохимической модели процесса самоочищения воды и определения чистоты воды в источниках нами были проведены эксперименты на берегах реки Варзоб.

Для этого были выбраны дистанция течения и точки проведения эксперимента. После этого для каждой точки дистанции течения реки был подобран поправочный коэффициент в зависимости от местоположения и глубины реки, и по формуле (1) определён средний расход воды на расстояниях эксперимента.

$$v_m = v_{max} \cdot K \quad (1)$$

где K – коэффициент коррекции в зависимости от структуры реки, который, согласно установленным нормативам, равен: 0,55; 0,65; 0,85), а v_{max} – максимальная скорость течения воды. Измерение

скорости течения воды проводится в трёх частях реки: на левом берегу, правом берегу и в центральной части. Значение максимальной скорости течения воды в зависимости от длины для расстояния $S=31$ м составляет $v_{max}=1,19$ м/с, для расстояния $S=23$ м – $v_{max}=0,82$ м/с.

Среднее значение скорости течения воды в зависимости от структуры реки для расстояния $S=31$ м и при $K=0,65$ составляет $v_m=1,24$ м/с, для расстояния $S=23$ м и при $K=0,85$ – $v_m=0,697$ м/с.

Также среднюю скорость течения воды можно определить другим методом по формуле (2):

$$v_m = \left[1 - 0,116 \left(\frac{\sqrt{H \cdot h}}{H} - 0,1 \right) \right] \cdot v \quad (2)$$

где H – глубина реки от уровня воды; h – глубина погружения гидрометрической палочки; и v – скорость течения воды.

В результате анализов установлено, что расчёты по формуле (2) также соответствуют расчётам по формуле (1) с точностью 2% (таблица 1).

Таблица 1. Результаты вычислений v_m по уравнениям (1) и (2)

Показатели	Расчёты v_m по формуле (1)	Расчёты v_m по формуле (2)	Разница, %
$S=31$ м и $K=0,65$	1,24 м/с	1,26 м/с	2
$S=23$ м и $K=0,85$	0,697 м/с	0,70 м/с	1,5

Площадь поперечного сечения реки определили по формуле (3):

$$F = \pi r^2 / 2 \quad (3)$$

где r – радиус полукруга реки. В результате расчётов получено значение $F = 100,48$ м².

Для определения расхода воды через площадь поперечного сечения реки использовали формулу $Q = F \cdot V_{cp}$. (4).

В результате расчётов получены следующие значения: для расстояния $S=31$ м и $K=0,65$ $v_m=1,24$ м/с, $Q=124,59$ м³/с, а для расстояния $S=23$ м и $K=0,85$ $v_m=0,697$ м/с, $Q=70,03$ м³/с.

Анализ результатов измерений показывает, что загрязнение воды в источниках во многом зависит от значений (v_m) и (Q), и при их низких или высоких значениях процессы загрязнения воды более заметны.

В **четвёртой главе** диссертации представлены результаты оценки гидрохимического состояния водных источников города Душанбе и региона Куляб, а также разработка мероприятий по сохранению качества водных источников.

Известно, что состав поверхностных вод зависит и от характеристик подземных вод. В связи с этим для оценки подземных вод мы провели исследования в 2022–2023 годах в виде полевых работ и лабораторного анализа воды. Хотя территория города Душанбе невелика, однако в составе вод этой территории наблюдаются значительные изменения. Следует признать, что все исследованные вещества в точках обследования находятся в пределах норм и соответствуют требованиям (рисунки 4-8).

Из этого следует, что на территории водных источников города Душанбе техногенное воздействие на воду и окружающую среду не достигает опасного уровня.

Однако следует отметить, что текущие показатели по сравнению с предыдущими годами увеличились на 0,1–0,5%. В связи с этим постоянный мониторинг поверхностных и подземных водных ресурсов остаётся одной из актуальных задач.

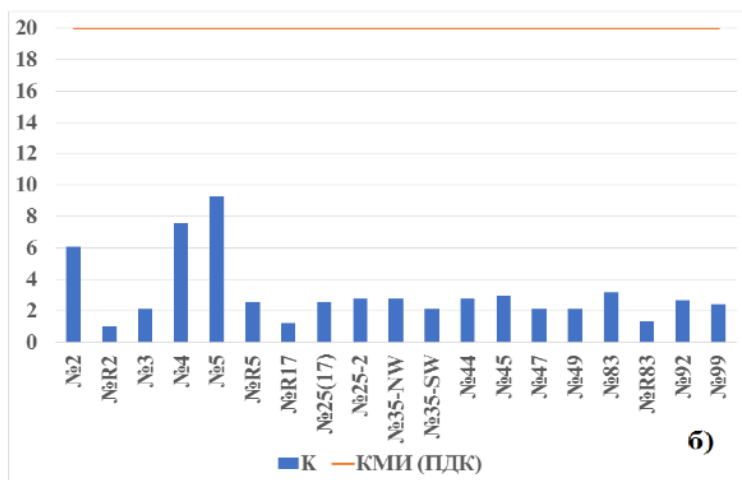
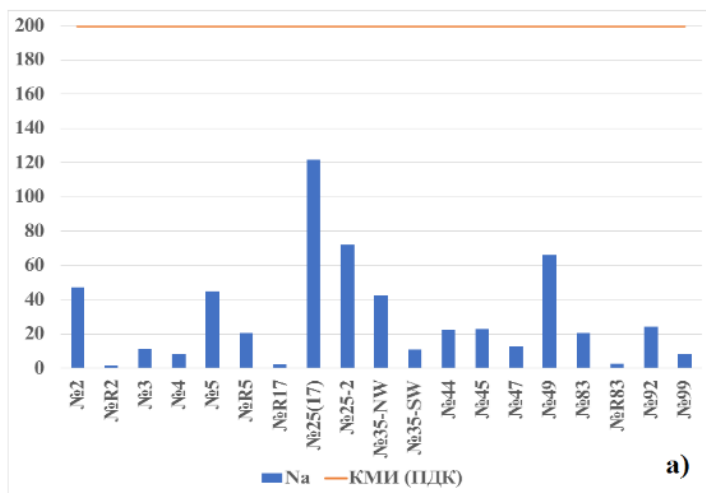


Рисунок 4. Содержание натрия (а) и калия (б) в подземных водах г. Душанбе, мг/л.

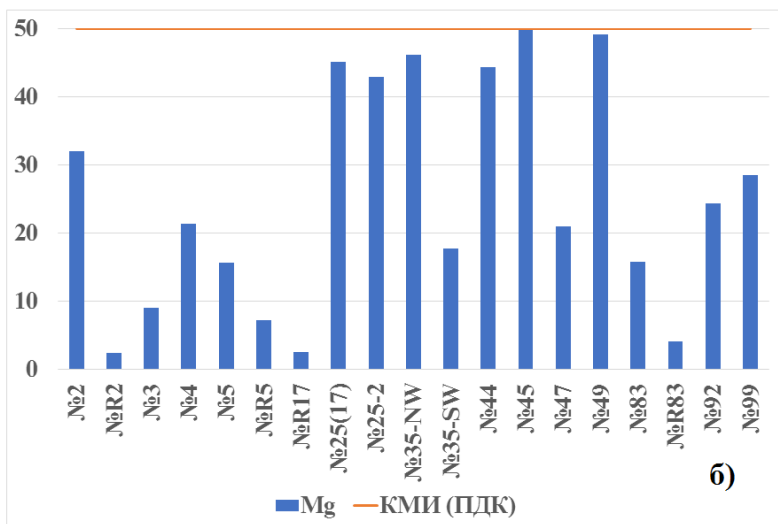
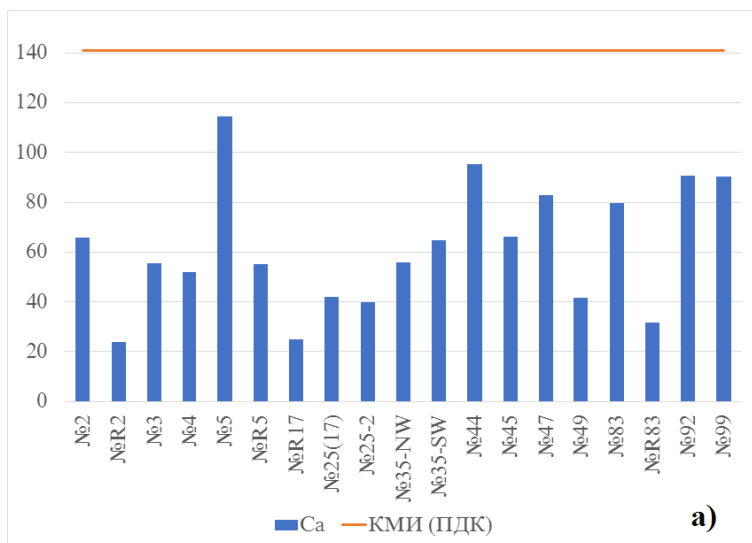


Рисунок 5. Содержание кальция (а) и магния (б) в подземных водах г. Душанбе, мг/л.

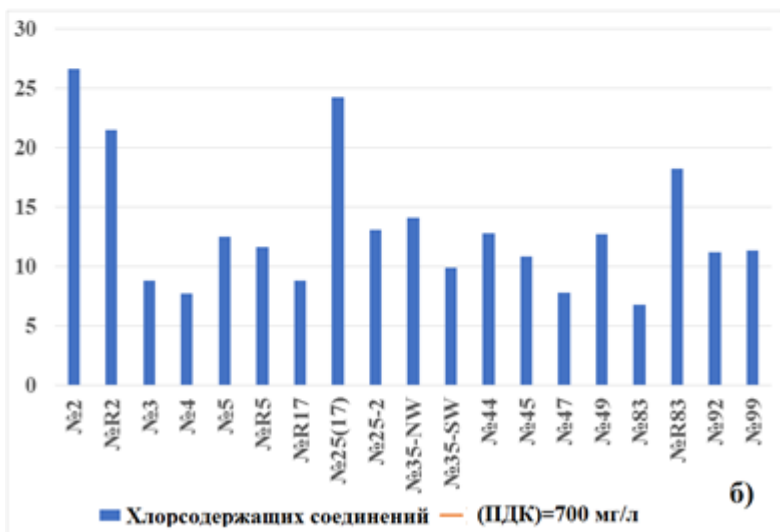
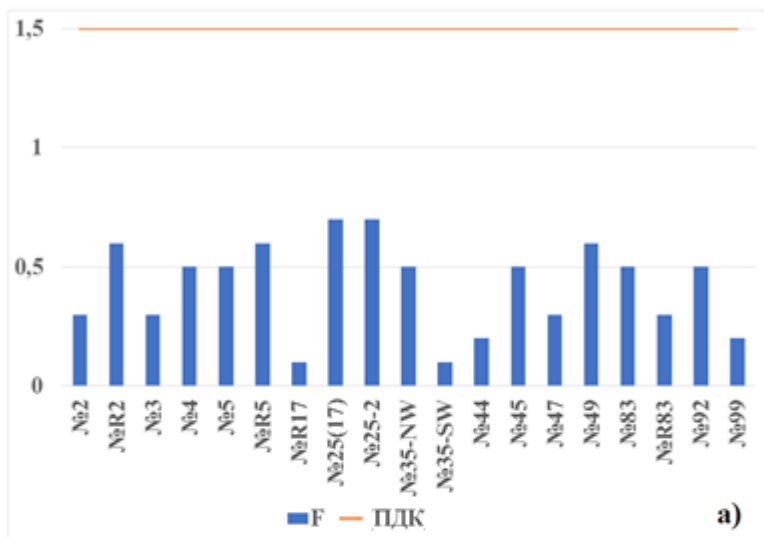


Рисунок 6. Содержание фтора (а) и хлорсодержащих соединений (б) в подземных водах города Душанбе, мг/л.

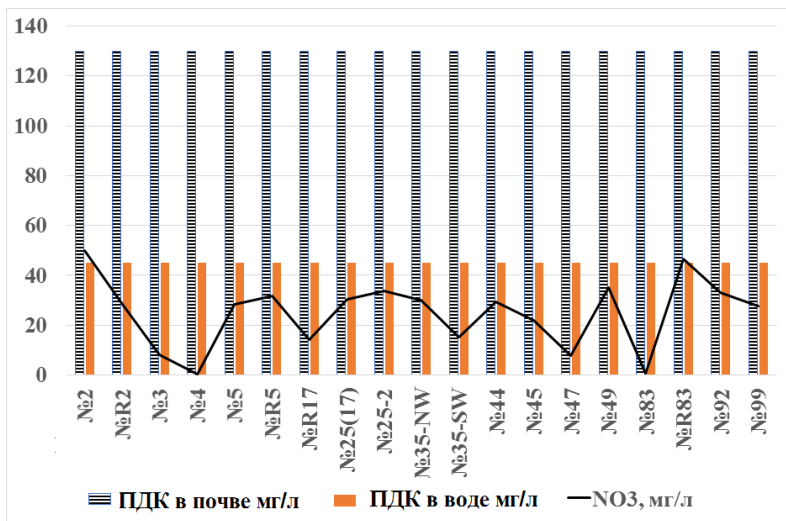


Рисунок 7. Содержание оксида азота в подземных водах г. Душанбе, мг/л.

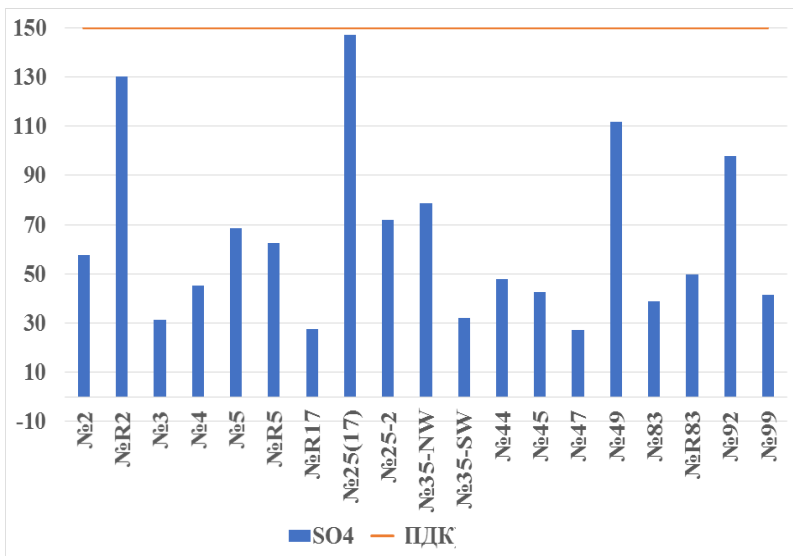


Рисунок 8. Содержание оксида серы в подземных водах г. Душанбе, мг/л

Как видно из рисунков 4-8, количество исследованных веществ в целом не превышает нормативы предельно допустимых концентраций, что свидетельствует о чистоте водоисточников.

Для сравнения мы провели исследование в северо-западной части города Куляб. Исследование проводилось на источниках воды села Гелот. Исследование показало, что в состав вод района Гелот входят ионы S_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{2+} , Na^{2+} . Данные показатели в составе воды поселка Гелот превышают минимально допустимые нормы (для питьевой воды). Важно отметить, что только показатель нитратов не превышает допустимую концентрацию (ПДК) (таблица 2).

Таблица 2. Химический состав водных источников село «Гелот»

Показатель и единица измерения	Количество	Предельно допустимая концентрация
Жёсткость, мг-экв/л	9,90	<7
Сульфаты, мг/л	134,52	<500
Хлориды, мг/л	2100,60	<350
Сухой остаток	4028	<1000
Нитраты, мг/л	11,05	<45
Натрий, мг/л	8,55	–
Магний, мг/л	1,35	–
Кальций, мг/л	57,22	–

В данном исследовании рассмотрены вопросы формирования химического состава воды и технологии обеззараживания с помощью коагулянтов, возможность использования бентонитовых глин для очистки вод [14].

Для выявления информации о составе и свойствах воды имеет решающее значение для определения перспективного метода разработки месторождений бентонитовых глин. В связи с этим рентгенофазовый анализ является одним из методов, который предоставляет необходимую информацию о растворе.

В связи с этим мы провели рентгенофазовый анализ осадка, полученного после выпаривания определённого количества образца воды. Результаты анализа представлены на рисунке 9.

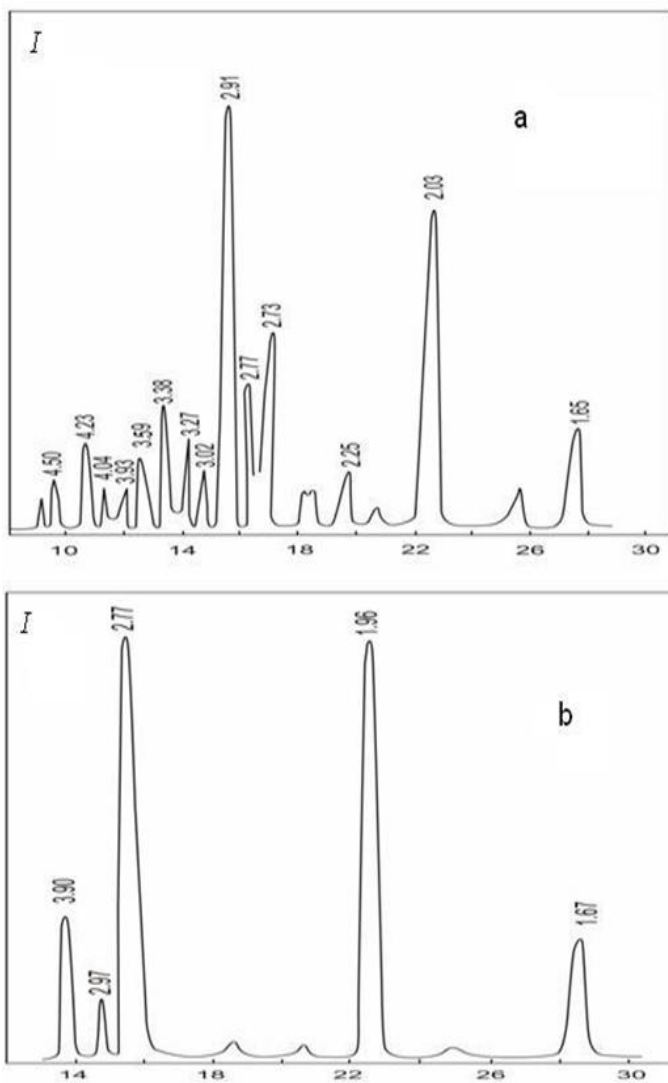


Рисунок 9. Рентгенограмма образца воды месторождения Гелот (а – до активации; б – после активации).

Как видно из рисунка 9, в составе воды пункта Гелот преобладают сульфаты, щелочные и щелочноземельные хлориды, составляя примерно до 40% по массе.

Также мы провели исследования по использованию метода электроосаждения для обработки питьевой воды населённого пункта Гелот с целью обеспечения бактериологической безопасности. Результаты физико-химических и бактериологических исследований представлены в таблице 3 и на рисунке 10.

Таблица 3. Показатели образца воды, село Гелот
(за периоды исследований)

Наименование показателей качества воды	Природный источник питьевой воды		ГОСТ 2874-82
	До электрооса ждения	После электрооса ждения	
Жёсткость (мг- экв/л)	9,90	4,45	Не более 7
Сульфаты (мг/л)	134,52	37,49	Не более 500
Хлориды (мг/л)	2100,60	98,50	Не более 350
Остаток сухого вещества (мг/л)	4028,00	412,00	Не более 1000
Нитраты, мг/л	11,05	8,92	Не более 45
Нитриты (мг/л)	8,55	3,30	3.0
Магний (мг-экв/л)	1,35	1,15	20-85
Са мг экв/л	57,22	2,91	30-140

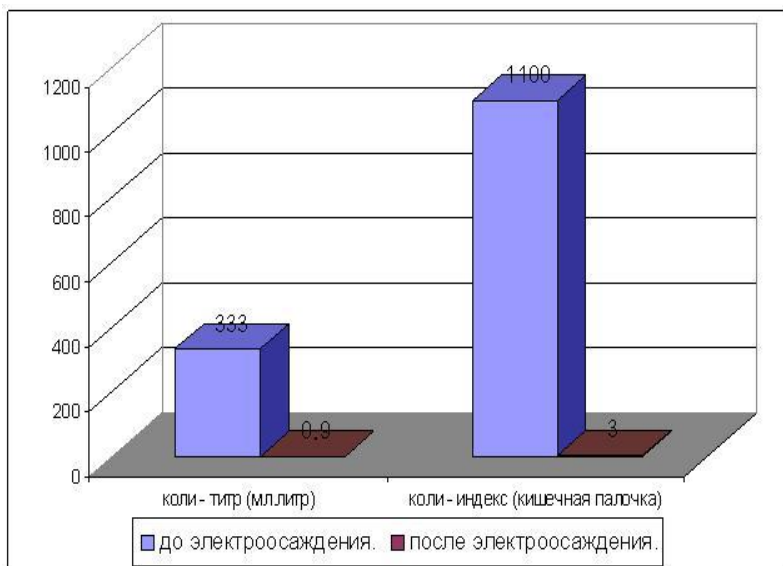


Рисунок 10. Показатели образцов воды, село Гелот

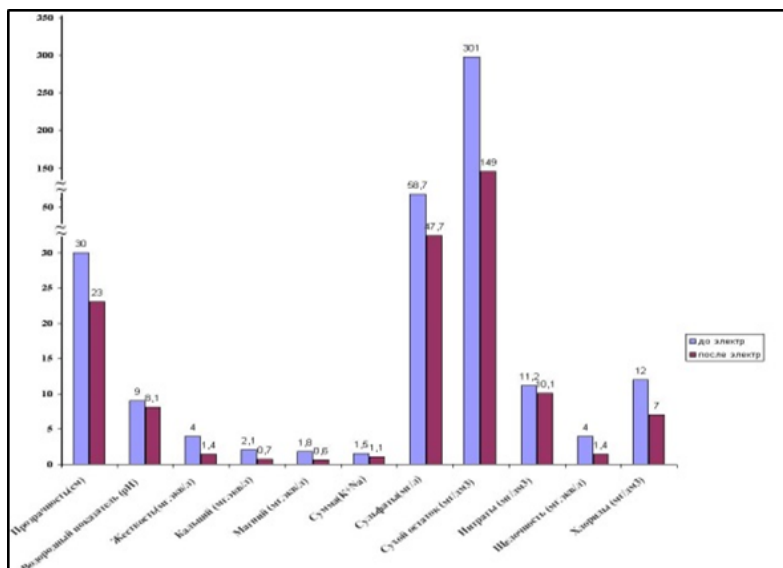


Рисунок 11. Показатели образца воды, село Дахана

Как показано в таблице 3 и на рисунке 10, показатели исследуемой воды в селе Гелот в 2020 году после применения метода электроосаждения улучшились по всем параметрам; прозрачность увеличилась от 10 до 30,5%. Щёлочность и остаток сухого вещества снизились с 4,2 до 3,6 мг-экв/л.

По отдельным показателям, например, жёсткость воды снизилась с 4,2 до 3,6 мг/л, хлориды – с 11 до 10,05 мг/л, кальций – с 3,1 до 2,05 мг/л, нитриты – с 8,4 до 6,19 мг/л, сульфаты – с 4,1 до 2,8 мг/л, показатель pH уменьшился с 8,5 до 7,6.

В водах села Дахана метод электроосаждения работает еще лучше. Например, жёсткость и щёлочность воды уменьшились на 75%, хлориды снизились почти на 42% (таблица 4 и рисунок 11).

Таблица 4. Показатели образцов воды в селе Дахана

Наименование показателей качества воды	До электроосаждения	После электроосаждения
Прозрачность (см)	30	23
Водородный показатель pH	9,0	8,1
Жёсткость (мг-экв/л)	4,0	1,4
Кальций (мг/л)	2,1	0,7
Магний (мг-экв/л)	1,8	0,6
Сумма (K+Na)	1,5	1,1
Сульфаты (мг/л)	58,7	47,7
Остаток сухого вещества (мг/л)	301	149
Нитриты (мг/л)	11,2	10,1
Щелочность (мг-экв/л)	4,0	1,4
Хлориды (мг/л)	12	7

Качество воды в селе Зираки значительно отличается от предыдущих исследований. Например, жёсткость и щёлочность воды уменьшились всего на 18%, прозрачность осталась без изменений (таблица 5 и рисунок 12). Это свидетельствует о том, что вода в селе Зираки менее подвержена внешнему загрязнению и для её очистки требуется меньше затрат.

Таблица 5. Показатели образцов воды, село Зибеки (за период исследования)

Наименование показателей качества воды	До электроосаждения	После электроосаждения
Прозрачность (см)	30	30
Водородный показатель pH	8,2	7,5
Жёсткость (мг-экв/л)	7,8	6,4
Кальций (мг/л)	2,7	2,5
Магний (мг-экв/л)	5,7	3,7
Сумма (K+Na)	4,5	4,1
Сульфаты (мг/л)	169,74	136,34
Остаток сухого вещества (мг/л)	668	615
Нитриты (мг/л)	22,98	19,89
Щелочность (мг-экв/л)	7,8	6,3
Хлориды (мг/л)	34,5	33

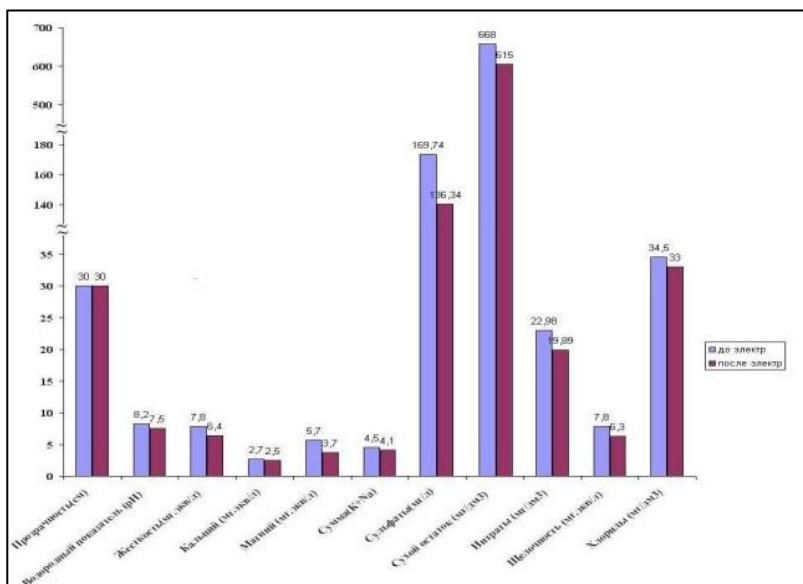


Рисунок 12. Показатели образца воды, село Зибеки

Естественно, наши исследования в этом районе не являются полностью новыми. Ранее для очистки воды применялся метод электроосаждения, который представляет собой комплексное воздействие различных физических, химических, физико-химических и электрохимических процессов, а также использование коагулянтов.

Основное преимущество метода электроосаждения по сравнению с реагентными методами заключается в простоте установки, относительной лёгкости её эксплуатации и значительном сокращении расхода химических реагентов. Недостатки метода связаны с большим расходом металлов (алюминия и железа) и электроэнергии. Фактическое потребление электроэнергии увеличивается за счёт затрат на нагрев воды, поляризацию электродов, преодоление электрического сопротивления оксидных пленок, образующихся на поверхности растворяющихся анодов, и других факторов.

Жители большинства населённых пунктов Таджикистана, в том числе региона Куляб, не полностью обеспечены централизованным магистральным водоснабжением, поэтому они используют природные источники питьевой воды, что зачастую приводит к распространению инфекционных заболеваний среди населения.

Защита природных вод и их рациональное использование требуют постоянных гидрохимических исследований всех водных объектов, которые должны быть упорядочены всеми возможными способами, поскольку в настоящее время естественный химический состав воды, безусловно, меняется, то есть наблюдается изменение её природного качества. В настоящее время в густонаселённых промышленных районах наблюдается нехватка воды, ухудшение её качества вследствие загрязнения, и признана необходимость защиты воды от качественного и количественного уменьшения.

Принятие своевременных мер по выявлению и предотвращению заболеваний и их распространения в основном определяется наличием достоверной информации о микробиологическом и химическом составе вод их источников.

В данном исследовании представлены результаты очистки воды методом электроосаждения природных водных источников в селах Гелот, Дахана и Зираки региона Куляб.

ВЫВОДЫ

1. Основные научные результаты диссертации

Результаты имеющихся и проведённых исследований в диссертационной работе позволили сделать следующие выводы:

1. Оценены гидрологические и гидрохимические характеристики водных источников города Душанбе в зависимости от экологической обстановки и влияния различных факторов. В результате анализа химических веществ и физических свойств исследованных вод установлено, что концентрация ионов в водных источниках низкая и состав вод преимущественно слабо минерализованный [1-А], [2-А].

2. Проведён анализ качества водных источников и определены основные влияющие факторы. Предложен гидрологический метод исследования с использованием технологий геоинформационных систем, где объект исследования (территория города Душанбе) представлен в виде квадратного разделения. [5-А]

3. Разработана биохимическая модель процесса самоочищения воды на примере реки Варзоб и установлено, что загрязнение воды в источниках зависит от затрат на водосбережение и при их высокой величине процесс загрязнения выражен сильнее [2-М], [4-М].

4. Установлено, что показатели исследуемой воды в сёлах Гелот и Дахана за периоды исследований после применения метода электрофореза улучшились по всем показателям: прозрачность с 10 до 30,5%, щёлочи и сухие остатки с 4,2 до 3,6 мг/л. По отдельным показателям: жёсткость воды с 4,2 до 3,6 мг/л, хлориды с 11 до 10,05 мг/л, кальций с 3,1 до 2,05 мг/л, нитриты с 8,4 до 6,19 мг/л, сульфаты с 4,1 до 2,8 мг/л, pH с 8,5 до 7,6 [2-М].

5. Определено, что состав вод региона Гелот состоит из ионов S42- , Cl- , Ca2+ , Mg2+ , K2+ , Na2+ , а показатели в составе вод посёлков Гелот и Дахана превышают допустимую норму жёсткости (для питьевой воды). В составе воды посёлка Гелот преобладают сульфаты, хлориды щёлочей и щёлочноземельные металлы, на долю которых приходится около 40% (по массе). Проведены исследования по применению метода электрофореза для очистки питьевой воды посёлка Гелот с целью обеспечения бактериологической безопасности [1-М]. [7-М]

6. Проанализировано формирование химического состава воды и технология очистки воды с использованием коагулянтов, возможность использования бентонитовых глин для очистки воды,

определена эффективность метода электрокоагуляции, изучены перспективные технологии обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности воды для населения Кулябского региона и предложены специальные мероприятия [1-М], [3-М].

7. Предложены практические рекомендации и мероприятия по сохранению качества водных источников города Душанбе и Кулябской регион. [3-А]

Рекомендации по практическому использованию результатов

В результате исследования предлагается ряд научных и практических рекомендаций:

1. Создать базу данных для систематического мониторинга состояния водных ресурсов исследуемых территорий, физико-химических и микробиологических показателей воды, что позволит осуществлять эффективное управление гидролого-гидрохимическим состоянием водных ресурсов.

2. Результаты исследований по применению электрошокового метода обработки водоисточников в населённых пунктах сел Гелот, Дахана и Зирак Кулябского региона позволяют своевременно принимать меры по обеспечению безопасности бактериологического воздействия.

3. Рекомендуются на основании результатов мониторинга и оценки качества питьевой воды создать в каждом населённом пункте централизованную систему водоснабжения, оснащённую необходимым оборудованием для очистки воды, при этом шире использовать для очистки воды местные полезные ископаемые, такие как бентонитовые глины и методы электрофильтрации.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, включая журналы, входящие в перечень Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан

[1-А]. **Толибова, У. О.** Исследование химического состава подземных вод кулябского региона и изыскание возможности применения бентонитовых глин для их умягчения / **У. О.Толибова, А.С.Раджабова, К.Ф.Эмомов, Ф.И.Шаймурадов** // Доклады АНРТ. – 2011. - №1, Том. 54, -С.49-52.

[2-А]. **Толибова, У. О.** Эффективность использования метода электроосаждения для очистки питьевых вод /

У.О.Толибова // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» ИВПГЭ и Э НАНТ. -2023. -№2, Том 3, -С.23-30.

[3-А]. **Толибова, У. О.** Хусусиятҳои тағйирёбии сифати об аз рӯи нишондиҳандаи тирағӣ дар мисоли дарёи Варзоб / **У. О. Толибова**, Н. Фазлиддин, З. Д. Холназарова, О. Ҳ. Амирзода // Мачалаи илмӣ «Захираҳои об, энергетика ва экология» ИМОГЭ ва Э АМИТ -2024. -№4, Том 3. -С. 168-174.

[4-А]. **Толибова, У. О.** Коркарди амсилаи биохимиявии раванди худтозашавии об дар мисоли дарёи Варзоб / **У. О. Толибова**, З. Д. Холназарова, О. Ҳ. Амирзода //Мачалаи илмӣ «Захираҳои об, энергетика ва экология» ИМОГЭ ва Э АМИТ - 2025. -№3, Том 4. -С. 138-147.

[5-А]. **Толибова, У.О.** Ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи безараргардонӣ тавассути коагулянтҳо / **А. С. Кодиров, У. О. Толибова, Ф. И. Нажмудинова, Ф. И. Шаймурадов, И. М. Рахимов** // Паёми политехникӣ. Бахши таҳқиқотҳои муҳандисӣ. -2025. -№ 4, Том 72. -С. 66-72.

Статьи, опубликованные в материалах конференций

[6-А]. **Толибова, У.О.** Физико-химические свойства природных вод южных регионов Республики / **У. О. Толибова** // Маводи конференсияи Ҳаштуми илмӣ олимони ҷавони Тоҷикистон баҳшида ба 2700 – солагии шаҳри Кулоб, ш.Кулоб. - 2006, -С. 170-173.

[7-А]. **Толибова, У. О.** Химический состав подземных вод в подведомственных районах города Душанбе / **У. О. Толибова, Ф. И. Нажмудинова** // Материалы Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения». -Душанбе. -2023. -С. 103-110.

[8-А]. **Толибова, У. О.** Ташаккули таркиби химиявии об ва технологияи безараргардонӣ тавассути коагулянтҳо / **А. С. Кодиров, Д. Ишияма, Ф. И. Нажмудинова, Ф. И. Шаймурадов, И. М. Рахимов** // Маводи конференсияи чумҳуриявии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи “Проблемаҳои инкишофи сайёҳии дохилӣ дар замони муосир”. Душанбе, 2023. -С. 152-158.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Абакумов, Е. В. Загрязняющие вещества как фактор деградации высокогорных ледников. Обзор / Е. В. Абакумов, Р. Х. Темботов // Живые и биокосные системы. – 2020. – № 32. – С. 2. – DOI 10.18522/2308-9709-2020-32-2. – EDN YEKNNF.

[2]. Абдушукуров, Д. А. Первоначальное засоление рек в верховьях реки Вахш / Д. А. Абдушукуров, Д. Абдусамадзода, А. С. Кодиров // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2018. – № 2(171). – С. 98-106. – EDN GBXFVT.

[3]. Аброров Х., Формирование водных ресурсов горного Зеравшана и их экономический потенциал / Х. Аброров, Н. Шерматов. – Душанбе, 2013. – 132 с.

[4]. Амиров О.Х., Интегральная оценка качества воды реки Варзоб / О. Х. Амиров, Ш. К. Шарипов, П. Муродов, Б. Р. Бокиев, З. В. Кобулиев // Политехнический вестник. – Душанбе, ТТУ, № 3(43). – 2018. – С. 90–92.

[5]. Кобулиев З.В., Состояния гидрологических характеристик и гидрологических сетей бассейна реки Кафирниган / З. В. Кобулиев, Ш. С. Кодиров // Вестник педагогического университета. Серия естественных наук. – 2019. – № 3–4. – С. 69–75. – ISSN 2707-9996.

[6]. Данилов-Данильян В.И., Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / В. И. Данилов-Данильян, В. О. Полянин, А. В. Остякова [и др.]; под рук. В. И. Данилова-Данильяна. – Коллективная монография. – Москва: Ин-т водных проблем РАН, 2020. – 510 с.

[7]. Иванов В.Ф., Опыты исследования качества питьевой воды / В. Ф. Иванов // Вестник РУК. – 2013. – № 4(14). – С. 135–138.

[8]. Кодиров А.С., Влияние климатических изменений на состояние водных объектов / А. С. Кодиров // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология». – 2023. – № 3(2). – С. 9–17.

[9]. Михайлов В.Н., Общая гидрология / В. Н. Михайлов, А. Б. Добровольский. – Пермь: Высшая школа, 1991. – 368 с.

[10]. Муртазаев Х., Радиоактивные хвостохранилища Северного Таджикистана / Х. Муртазаев, А. Муртазаев // Учёные записки ХГУ. – Худжанд, 2006. – № 11. – С. 50–55.

[11]. Пачаджанов Д.Н., Гидрохимия поверхностных вод Таджикистана / Д. Н. Пачаджанов, Д. Л. Патина. – Душанбе, 1999. – 214 с.

АННОТАСИЯ

ба автореферати диссертасияи Толибзода Умеда Олим дар мавзуи «Хусусиятҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии манбаҳои таъмини оби нӯшокӣ» барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техника аз рӯйи ихтисоси 2.1. Геология, геодезия, гидрология, сохтмон, меъморӣ (2.1.37. Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия)

Мақсади асосии кори диссертатсионӣ - арзёбии ҳолати сифати об дар асоси таҳқиқотҳои гидрологӣ ва гидрохимиявии сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлоб ба шумор меравад

Калимаҳои калидӣ: манбаъҳои об, гидрология, гидрохимия, шаҳри Душанбе, минтақаи Кӯлоб, обҳои рӯизаминӣ, обҳои зеризаминӣ, захираҳои об, таркиби химиявии об, таъсири антропогенӣ, тағирёбии мавсимӣ, ҳолати экологӣ, мониторинги сифати об.

Навоварии илмӣ ва арзиши илмӣ диссертатсия равиши комплексии омӯзиши хусусияти гидрологӣ ва гидрохимиявии сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе ва минтақаи Кӯлобро дар бар мегирад. Дар диссертатсия аввалин маротиба арзёбии ҳамаҷонибаи сифати оби ҳудудҳои зикршуда бо назардошти тағйироти фазоӣ ва вақтӣ ва таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ оварда шудааст. Диққати махсус ба таҳлили ҳолати гидрохимиявӣ, инчунин моделсозии процессҳои биохимиявии худтозакунии дар мисоли дарёи Варзоб, ки барои чуқуртар дарк намудани механизмҳои табиӣ барқароркунии сифати об дода шудааст. Тавсияҳои амалӣ таҳия ва барои нигоҳдорӣ ва беҳтар намудани ҳолати сарчашмаҳои об дар минтақаҳои тадқиқотӣ тадбирҳои пешниҳод карда шуданд.

Аҳамияти назариявии диссертатсия асоснок намудани хусусияти гидрологӣ ва гидрохимиявии сарчашмаҳои оби дар асоси таҳлили адабиётҳои илмӣ, маълумотҳои оморӣ ва таҳқиқотҳои физикӣ-химиявии мебошад, ки натиҷаҳои онҳо дар таълифи китобҳои дарсӣ, лоиҳаҳои инвестиционӣ ва илмӣ истифода мешаванд.

Аҳамияти амалии диссертатсия дар гузаронидани тадқиқоти саҳроӣ ва лаборатории сифати об ва таҳияи тавсияҳои оид ба беҳтар намудани ҳолати манбаъҳои об, ки барои баррасӣ ба мақомоти дахлдори давлатӣ пешниҳод шудаанд, иборат аст.

Соҳаи татбиқи диссертатсияи илмӣ натиҷаҳои илмӣ кори диссертатсия таҳияи усулҳои мониторинги сифати об ва идоракунии захираҳои об дар шаҳру ноҳияҳо, инчунин татбиқи тавсияҳои пешниҳодшударо дар барномаҳои давлатии ҳифзи сарчашмаҳои об дар бар мегирад.

АННОТАЦИЯ

**на автореферат диссертации Толибзода Умеды Олим на тему
«Гидрологические и гидрохимические особенности источников
обеспечения питьевой водой» на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия,
гидрология, строительство, архитектура (2.1.37. Гидрология суши,
водные ресурсы, гидрохимия)**

Основная цель диссертационной работы – оценка состояния качества воды на основе анализа гидрологических и гидрохимических характеристик водных источников города Душанбе и Кулябской зоны.

Ключевые слова: водные источники, гидрология, гидрохимия, город Душанбе, Кулябская зона, поверхностные воды, подземные воды, водные ресурсы, химический состав воды, антропогенное воздействие, сезонные изменения, экологическое состояние, мониторинг качества воды.

Научная новизна и научная ценность диссертации заключаются в комплексном подходе к исследованию гидрологических и гидрохимических характеристик водных источников города Душанбе и региона Куляб. В работе впервые дана всесторонняя оценка качества вод указанных территорий с учётом пространственно-временных изменений и влияния природных и антропогенных факторов. Особое внимание уделено анализу гидрохимического состояния, а также моделированию биохимических процессов самоочищения на примере реки Варзоб, что позволило глубже понять механизмы естественного восстановления качества воды. Разработаны практические рекомендации и предложены мероприятия, направленные на сохранение и улучшение состояния водных источников исследуемых территорий.

Теоретическая значимость диссертации заключается в обосновании гидрологических и гидрохимических характеристик водных источников на основе анализа научной литературы, статистических данных и физико-химических исследований, результаты которых могут быть использованы при разработке учебных пособий, инвестиционных и научных проектов.

Практическая значимость диссертации заключается в проведении полевых и лабораторных исследований качества воды и разработке рекомендаций, направленных на улучшение состояния водных источников, переданных для рассмотрения соответствующим государственным органам.

Область применения диссертации включает разработку методов мониторинга качества воды и управление водными ресурсами в городах и регионах, а также внедрение предложенных рекомендаций в государственные программы охраны водных источников.

ANNOTATION

of the dissertation by Tolibzoda Umeda Olim on the topic "Hydrological and hydrochemical features of drinking water sources" for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 2.1. Geology, geodesy, hydrology, construction, architecture (2.1.37. Land hydrology, water resources, hydrochemistry)

The main goal of the dissertation is to assess the state of water quality based on the analysis of the hydrological and hydrochemical characteristics of the water sources in the city of Dushanbe and the Kulob zone.

Key words: water sources, hydrology, hydrochemistry, Dushanbe city, Kulob zone, surface water, groundwater, water resources, chemical composition of water, anthropogenic impact, seasonal changes, ecological state, water quality monitoring.

The scientific novelty and value of the dissertation lie in the integrated approach to studying the hydrological and hydrochemical characteristics of water sources in Dushanbe and the Kulob region. For the first time, the work provides a comprehensive assessment of the water quality in these areas, taking into account spatiotemporal changes and the influence of both natural and anthropogenic factors. Special attention is given to the analysis of the hydrochemical state and the modeling of biochemical self-purification processes, using the Varzob River as a case study, which has led to a deeper understanding of the mechanisms behind the natural restoration of water quality. Practical recommendations and measures have been developed and proposed to preserve and improve the condition of water sources in the studied regions.

The theoretical significance of the dissertation lies in the substantiation of the hydrological and hydrochemical characteristics of water sources, based on the analysis of scientific literature, statistical data, and physical and chemical studies. The results can be used in the development of teaching aids, as well as in investment and scientific projects.

The practical significance of the dissertation lies in conducting field and laboratory studies of water quality and developing recommendations aimed at improving the condition of water sources, which have been submitted for consideration to the relevant government agencies.

The scope of the dissertation includes the development of methods for monitoring water quality and managing water resources in cities and regions, as well as the implementation of the proposed recommendations in state programs for the protection of water sources.