

ТАШАККУЛИ ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ ОБҶОИ ЗЕРИЗАМИНӢ ВА ТЕХНОЛОГИЯИ БЕЗАРАРГАРДОНӢ ТАВАССУТИ КОАГУЛЯНТҶО

¹А.С. Қодиров, ²У.О. Толибзода, ¹Ф.И. Наҷмудинова, ²Ф.И. Шаймурадов, ³И.М. Раҳимов

¹Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ

²Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ

³Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ

Тадқиқоти гузаронидашуда ба арзёбии таркиби химиявии обҳои зеризаминӣ ва таҳияи технологияи самараноки безараргардонии он равона шудааст. Муайян карда шуд, ки дар аксар ҷойҳо нишондодҳои сифати об ба меъёр мувофиқанд, вале дар баъзе ҷойҳо аз меъёр зиёд будани як қатор параметрҳо ба қайд гирифта шудааст. Ҳамчун ҳалли технологияи тозакунии об истифода аз коагулянтҳо ва гилҳои бентонитӣ пешниҳод карда шуд, ки коҳиши консентратсияи моддаҳои ифлоскунанда ва бехтар шудани хусусияти санитарии обро таъмин мекунад. Ин усул барои истифода осон, аз ҷиҳати экологӣ бехатар аст ва мумкин аст барои татбиқ дар нуктаҳои асосии обкашӣ тавсия дода шавад. Истифодаи он таъминоти устувори об, кам кардани хатарҳои экологӣ ва баланд бардоштани самаранокии мониторинг ва идоракунии захираҳои обҳои зеризаминиро дар минтақаи тадқиқотӣ таъмин менамояд.

Калидвожаҳо: об, обҳои зеризаминӣ, гидрохимия, гидрология, коагулянтҳо, бентонит, безараргардонӣ, тозакунии, экология, обгирӣ, мониторинг.

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОАГУЛЯНТОВ

А.С. Кодиров, У.О. Толибзода, Ф.И. Наҷмудинова, Ф.И. Шаймурадов, И.М. Раҳимов

Проведённое исследование направлено на оценку химического состава подземных вод и разработку эффективной технологии их обеззараживания. Установлено, что в большинстве точек показатели качества воды соответствуют нормативам, однако в отдельных местах зафиксированы превышения по ряду параметров. В качестве решения предложена технология очистки с использованием коагулянтов и бентонитовых глин, обеспечивающая снижение концентрации загрязняющих веществ и повышение санитарных характеристик воды. Метод прост в применении, экологически безопасен и может быть рекомендован для внедрения в основных точках водозабора. Его использование позволит обеспечить устойчивое водоснабжение, снизить экологические риски и повысить эффективность мониторинга и управления подземными водными ресурсами на исследуемой территории.

Ключевые слова: вода, подземные воды, гидрохимия, гидрология, коагулянты, бентонит, обеззараживание, очистка, экология, водозабор, мониторинг.

FORMATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF UNDERGROUND WATER AND TECHNOLOGY OF DISINFECTION USING COAGULANTS

A.S.Kodirov, U.O. Tolibzoda, F.I. Nazhmudinova, F.I. Shaymuradov, I.M. Rakhimov

The conducted research is aimed at assessing the chemical composition of groundwater and developing an effective technology for its disinfection. It was found that in most points the water quality indicators comply with the standards, however, in some places there were recorded exceedances in a number of parameters. As a solution, a purification technology using coagulants and bentonite clays is proposed, which reduces the concentration of pollutants and improves the sanitary characteristics of water. The method is easy to use, environmentally friendly and can be recommended for implementation at the main points of water intake. Its use will ensure a sustainable water supply, reduce environmental risks, and improve the effectiveness of monitoring and management of groundwater resources in the study area.

Keywords: water, groundwater, hydrochemistry, hydrology, coagulants, bentonite, disinfection, purification, ecology, water intake, monitoring.

Ташаккули таркиби химиявии обҳои зеризаминӣ дар шароити зиёдшавии таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ яке аз масъалаҳои калидии амнияти экологии на танҳо Тоҷикистон, балки минтақаи Осиёи Марказӣ ба шумор меравад. Дар бисёр ноҳияҳои Тоҷикистон ифлосшавии обҳои зеризаминӣ бо моддаҳои ҳалшаванда, металлҳои вазнин ва бактерияҳо мушоҳида мешавад, ки саломати аҳоли ва устувории экосистемаҳои зери хатар мегузорад. Аз ин рӯ, тадқиқи равандҳои ташаккули химиявӣ ва интиҳоби технологияҳои самараноки безараргардонӣ, аз ҷумла истифодаи коагулянтҳо, дорои аҳамияти амалии баланд мебошад. Ин тадқиқот имкон медиҳад, ки усулҳои тозакунии об такмил дода шуда, таъмини оби ободон ва бехатар таъмин гардад.

Дар раванди тадқиқот маҷмуи усулҳои замонавӣ ва дақиқ истифода шуданд, ки ба дарёфти маълумоти бозётимод мусоидат менамоянд. Барои коркарди маълумоти фазой ва муайян кардани минтақаҳои хавфнок аз технологияи низомии иттилоотӣ географӣ (НИГ) истифода гардид. Ин технология имкон дод, ки хусусиятҳои ҳудудӣ, ҷойгиршавии манбаъҳои ифлосшавӣ ва динамикаи тағйирёбии таркиби обҳои зеризаминӣ таҳлил карда шаванд.

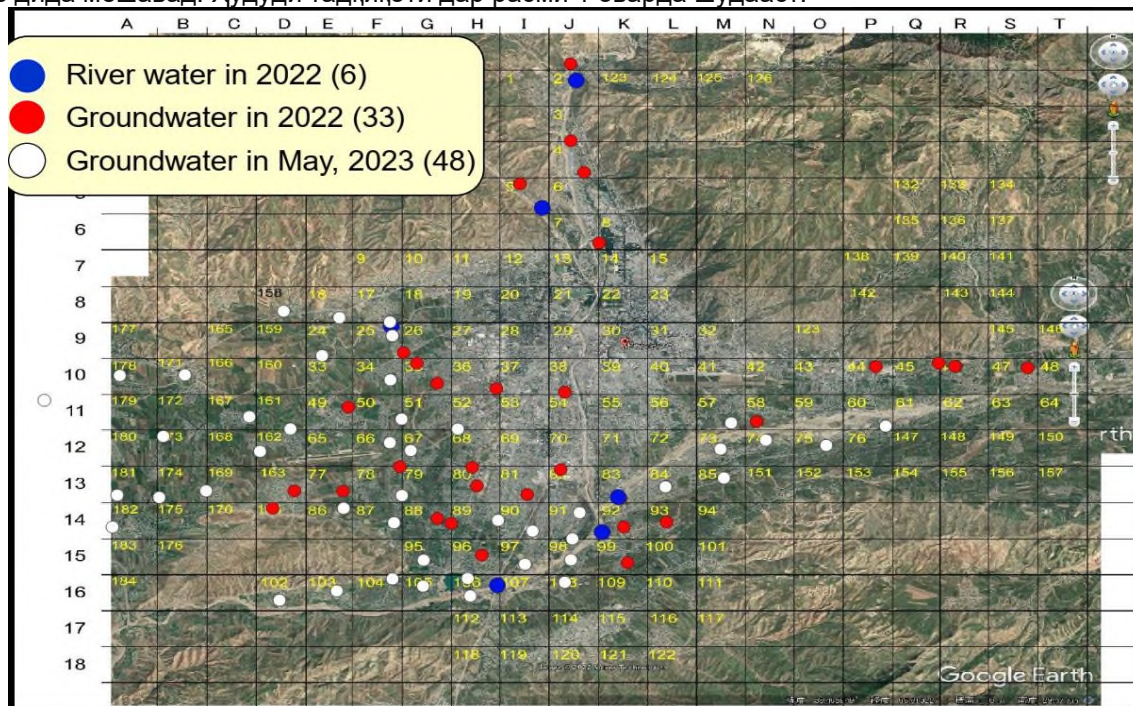
Илова бар ин, барои муайян намудани консентратсияи ионҳо, элементҳо ва компонентҳои асосии таркиби об аз анализатори хроматографияи ионӣ истифода шуд. Ин усул имконияти медиҳад, ки анионҳо ва катионҳо бо дақиқии баланд чен карда шуда, ҳолати гидрохимиявии обҳо бо нишондиҳандаҳои илмӣ арзёбӣ гардад.

Чи тавре, ки дар тадқиқоти алоҳидаи муаллифони қайдкарда шуд, на ҳамаи аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо оби ба меъёрҳои муқарраргардида ҷавобгӯӣ таъмин мебошанд. Вобаста ба ин, арзёбӣ ва коркарди технологияи обтозакунии то ҳол аҳамияти ҳудро гум накардааст ва барои дар сатҳи зарурӣ

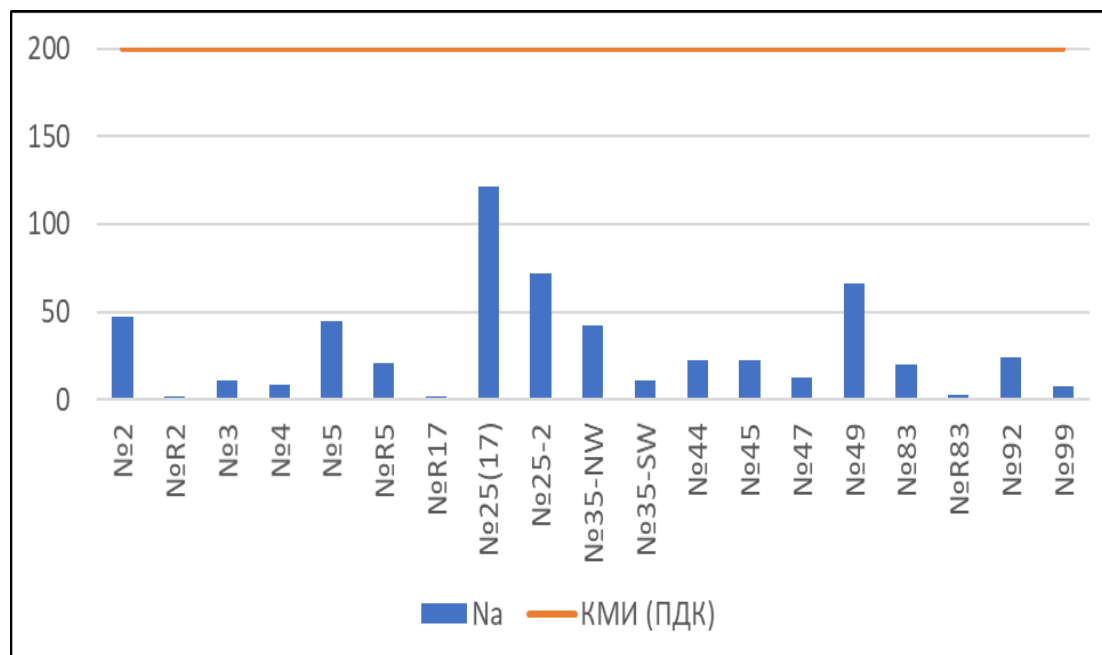
безаргардони об дар вақти муайян маълумоти асосноку беҳошия лозим мебошад. Маълумот бояд хусусиятҳои химиявӣ, биологӣ ва микробиологиро дар бар гиранд [1].

Ҳамин тавр, маълумоти физикию химиявӣ, биологӣ ва микробиологӣ барои мониторинги сарчашмаҳои обӣ заруранд. Барои арзёбии моро зарур шуд, ки обҳоро аз минтақаҳои гуногун ҷамъоварӣ намуда, ҳулосаи муфид барорем. Сабаби асосӣ дар он аст, ки арзёбии ва тадқиқоти обҳои гуногун имконият медиҳанд, ки ҳулосаи мушаххаси илмӣ бароварда шавад. Дар баробари ин, ҳудуди шаҳри Душанбе ба пуррагӣ омӯхта шудааст [2].

Тадқиқи обҳои зеризаминӣ низ яке аз масъалаҳои муҳим дар илми гидрология махсуб меёбад. Таркиби обҳои сатҳӣ бешубҳа аз обҳои зеризаминӣ низ вобастагӣ доранд [3]. Вобаста ба ин, барои арзёбии обҳои зеризаминӣ мо тадқиқотро солҳои 2022-2023 ба таври қорҳои саҳроӣ ва санҷидани обҳо дар озмоишгоҳ анҷом додем. Ҳарчанд ҳудуди шаҳри Душанбе қалон ҳам набошад, вале дар таркиби обҳои ҳудуди он тағйироти назаррас дида мешавад. Ҳудуди тадқиқотӣ дар расми 1 оварда шудааст.

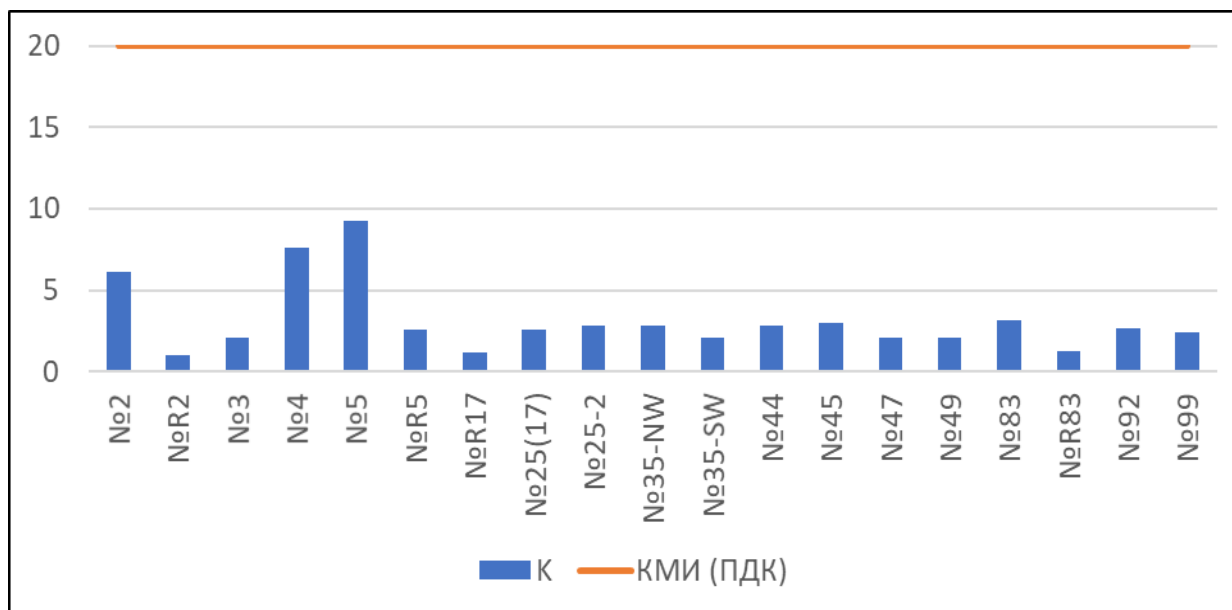


Расми 1 - Ҳудуди тадқиқотии шаҳри Душанбе



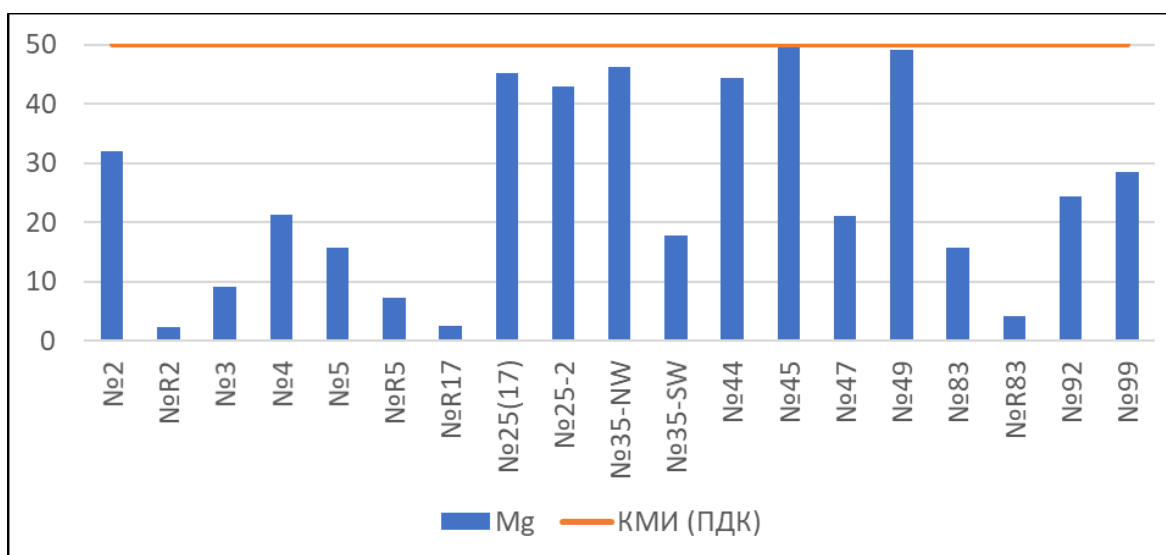
Расми 2 - Миқдори натрий дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

Натрий дар об ба сифати ионҳои қувваи мусбатдошта мавҷуд аст. Натрий дар натиҷаи диссоциатсияи электролитии намакҳо ё асосҳо ташаккул меёбад [4]. Сарчашмаҳои натрийро дар обҳои зеризаминӣ ба табиӣ ва антропогенӣ тақсим кардан мумкин аст. Хлориди натрий яке аз намакҳои маъмултарин дар рӯи замин мебошад, ки дар шакли табиӣ дучор шуда метавонад. Натрий дар консентратсияи баланд дар баҳрҳо, уқёнусҳо ва кӯлҳои бе ҷараён пайдо мешавад. Дигар намакҳои ҳалшавандаи натрий дар чинсҳои магматӣ ва таҳшинҳо мавҷуданд. Ҳолати пайдоиши антропогенӣ бошад ба нуриҳои маъданӣ (нитрати натрий), реактивҳои зидди яхбандӣ ва партовҳои корхонаҳои саноатӣ ба обанборҳои кушод дохил мешаванд, ки аз онҳо об гирифта мешавад. Ин раванд боиси ба манбаъҳои зеризаминӣ ворид шудани ионҳои натрий мегарданд.



Расми 3 - Миқдори калий дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

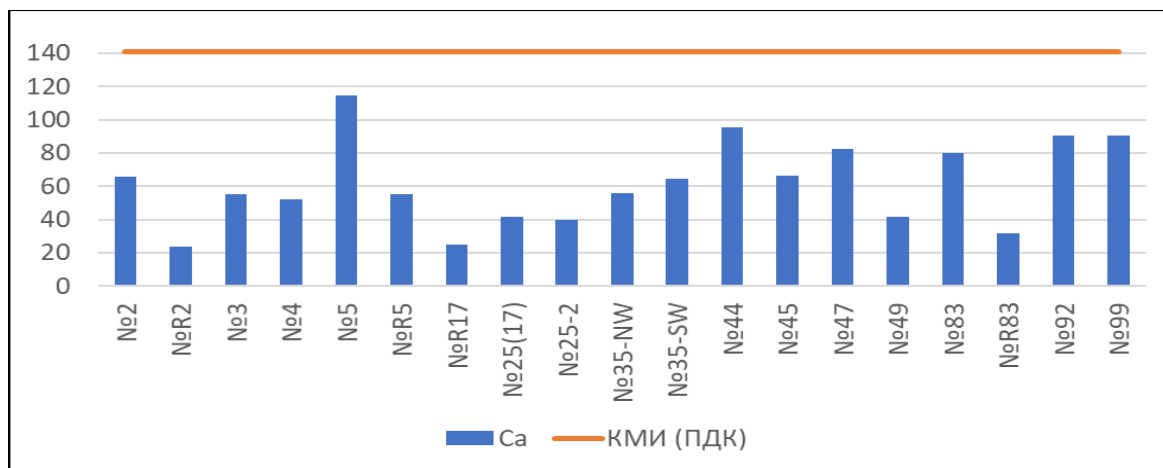
Калий ба обҳои зеризаминӣ ҳангоми обшавии чинсҳои зеризаминӣ ворид мешавад. Калий дар об камтар ба назар мерасад, зеро он дар ҳок беҳтар ҷаббида мешавад ва тавассути растаниҳо ҳангоми бухоршавӣ ихроҷ мешавад [2]. Хусусияти дигари калий дар он аст, ки аз организми одам обро бештар мебарорад.



Расми 4 - Миқдори магний дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

Дар ин нишондод танҳо нуқтаи №45 ба консентратсияи ҳадди ҷоизи ғилзат (ҲҶҒ) (барои Ҷумҳурии Тоҷикистон) баробар мебошад, аммо қайд кардан ба маврид аст, ки мувофиқи талаботи Ташкилоти умумиҷаҳонии тандурустӣ аз 30 то 80 мг/л иҷозат дода шудааст.

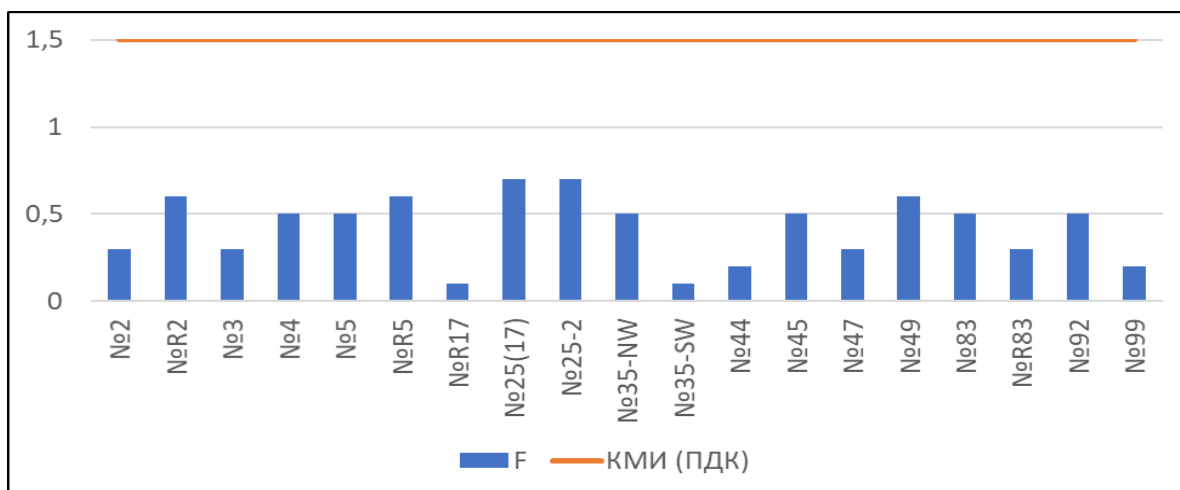
Магний яке аз металлҳои ишқозаминӣ дар об ба ҳисоб меравад. Аксарияти захираи магний ба обанборҳо ҳангоми шамол ва шусташавии конҳои маъдан ворид мешавад. Бахрҳо ва кӯлҳои шӯр аз ин модда бой буда, ҳоки маконҳое, ки пештар воқеъ буданд, низ дорои миқдори зиёди он мебошад. Магний аксар вақт тавассути партовҳои корхонаҳои саноатӣ ба об ворид мешавад.



Расми 5 - Миқдори калсий дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

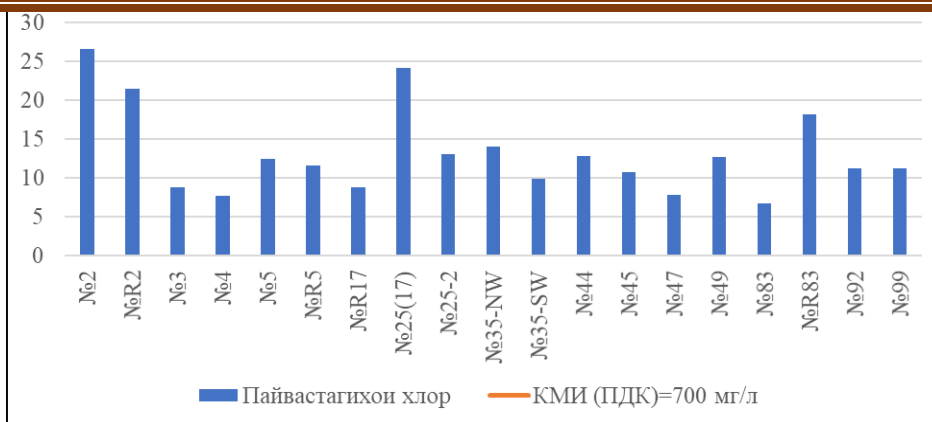
Дар табиат калсий ба таври ҳолис дида намешавад, аммо як қисми маҷмуи пайвастагӣҳо мебошад. Масалан, дар таркиби гач, флюорит ё оҳаксанг ба таври баръало дида мешавад. Асосан калсий ҳангоми аз силикатҳои чинсҳои гуногун ва чинсҳои таҳшиншуда, инчунин бо партовҳои корхонаҳои саноатӣ ва кишоварзӣ шуста шуданаш ба обҳо дохил мешавад [5].

Миқдори зиёди калсий дар об яке аз нишонаҳои дуруштии об ба ҳисоб меравад. Сарфи назар аз манфиатҳои он ва ҳатто эҳтиёҷ ба кори бадани мо, хӯрдани об бо калсий таъми онро бадтар мекунад ва метавонад боиси мушкilotи саломатӣ гардад.

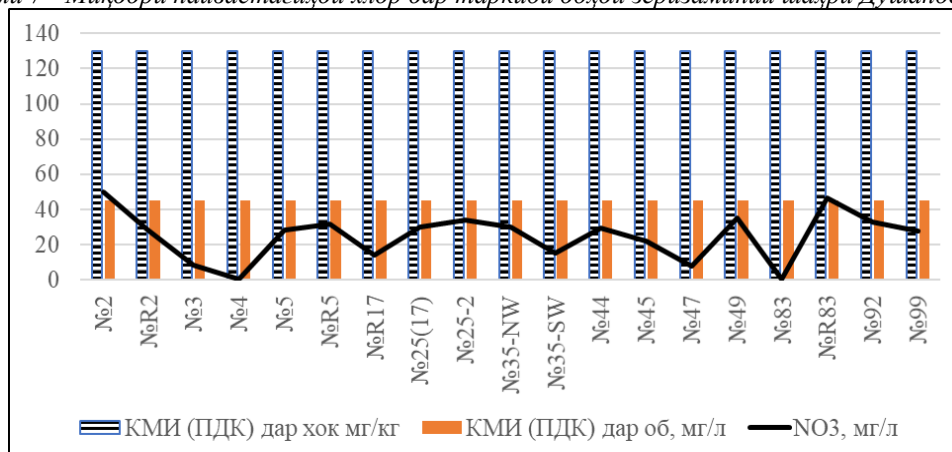


Расми 6 - Миқдори фтор дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

Оксиди нитроген (NO_3) яке аз ҷузъҳои асосии сатҳи замин махсуб меёбад, барои рушди флора таъсири худро мерасонад. Дар баробари ин, зиёд будани он дар табиат низ зарари ҷиддӣ дорад. Миқдори зиёди он дар нуқтаҳои 2 ва R83 ба назар мерасад (расми 8).



Расми 7 - Миқдори пайвастиҳои хлор дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л



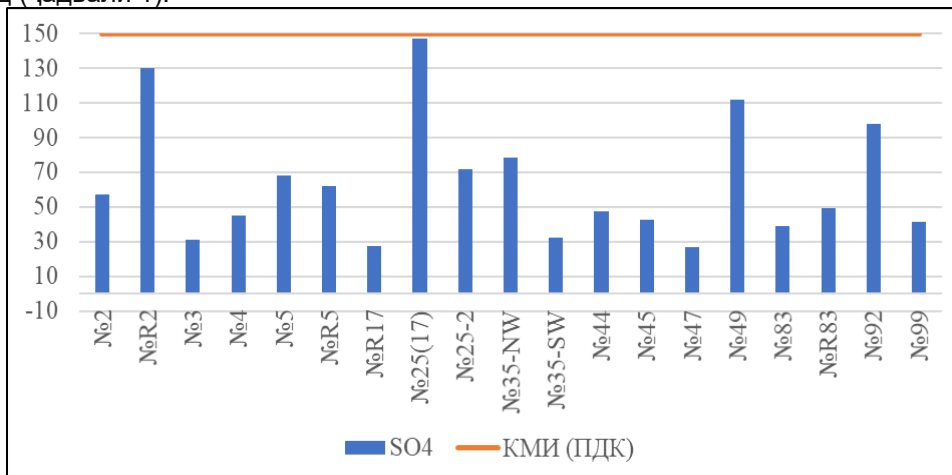
Расми 8 - Миқдори оксиди нитроген дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе

Нишондиҳандаи оксиди сулфур (SO_4) бошад, дар нуқтаҳои R2, 25 (17) ва 49 нисбати дигар нуқтаҳо зиёд буда, ба XCF наздик мебошад (расми 9).

Бояд иқрор шуд, ки тамоми моддаҳои санҷидашуда дар нуқтаҳои тадқиқотӣ дар меъёри иҷозатдодашуда мебошанд. Аз ин бармеояд, ки дар ҳудуди сарчашмаҳои обии шаҳри Душанбе таъсири техногенӣ ба об ва муҳит ба дараҷаи хатарзо намебошад. Аммо бояд қайд намоем, ки маълумоти ҳозира нисбати солҳои қаблӣ то 0,1-0,5% зиёд мебошанд [5].

Вобаста ба ин, мониторинги ҳамешагии захираҳои обии сатҳию зеризаминӣ яке аз масъалаҳои муҳим боқӣ мемонад.

Барои муқоиса мо тадқиқотро дар қисмати шимолу ғарбии шаҳри Кӯлоб гузаронидем. Тадқиқот дар сарчашмаҳои обии деҳаи Ғелот анҷом дода шуд. Тадқиқот нишон дод, ки таркиби обҳои минтақаи Ғелот аз ионҳои S_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ иборат мебошад. Ин нишондодҳо дар таркиби обҳои деҳаи Ғелот аз ҳадди ақали ҷоиш (ҳамчун оби нӯшокӣ) зиёд мебошад. Қайд кардан зарур аст, ки танҳо нишондоди нитратҳо аз XCF зиёд намебошад (ҷадвали 1).



Расми 9 - Миқдори оксиди сулфур дар таркиби обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе, мг/л

Ҷадвали 1 - Таркиби химиявии сарчашмаи оби деҳаи Ғелот, ш.Қўлоб

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

Барои дар сатҳи зарурӣ собит намудани таркиби химиявии сарчашмаҳои обӣ намунаҳоро то хушк шудан нигоҳ дошта шуда, боқимондаи он тавассути таҳлили рентгенофазӣ сабт карда шуд. Натиҷаи таҳлилҳо нишон доданд [6-8], ки дар таркиби сарчашмаҳои оби деҳаи Ғелот дорои намакҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, ба монанди: CaSO_4 , Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CaCl_2 ва ба таври камтар намакҳои NaCl , KCl , MgSO_4 , KNO_3 , NaNO_3 , MgCl_2 мебошанд. Ҳамчунин дар таркиби оби деҳаи Ғелот боқимондаи намакҳои NaCl , KCl , CaCl_2 ба миқдори то 40% дида мешавад.

Гилҳои бентонитӣ хусусияти адсорбсионӣ доранд, баъди намнок шудан оби бисёреро дар худ ҷазб мекунанд. Вобаста ба ин, дар тадқиқоти худ мо барои тоза намудани об аз баъзе моддаҳои гили бентонитиро истифода бурдем. Гили бентонитӣ барои кам кардани миқдори ионҳои истифода бурда шуд. Дар тадқиқот барои тоза намудан мо аз гилҳои бентонитии фаъолгардонидашуда истифода бурдем. Дар натиҷаи санҷиш миқдори ионҳои ба таври назаррас кам шуданд (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2 - Натиҷаи истифодаи гилҳои бентонитӣ барои тозакунии об

Нишондиҳанда ва воҳиди ченак	Нишондод то тозакунии	Нишондод баъди тозакунии
Дурушӣ, мг экв/л	9,90	4,45
Сулфатҳо, мг экв/л	134,52	37,49
Хлоридҳо, мг/л	2100,60	98,50
Боқимондаи хушкӣ	4028	412
Нитратҳо, мг/л	11,05	8,92
Натрий, мг/л	8,55	3,30
Магний, мг/л	1,35	1,15
Калсий, мг/л	57,22	2,91

Хулоса

Ҷиҳати таҳлили сифати об ва самаранокии тозакунии бо истифодаи гилҳои бентонитии фаъолгардонидашудаи ҲҶҒ, маълумот нишон доданд, ки нишондиҳандаҳои ионҳои ҳалшуда то истифодаи гилҳо хело баланд буд. Пас аз истифодаи гилҳои бентонитӣ коҳиши назаррас дар миқдори ионҳои Cl^- ба қайд гирифта шуд. Мушаххас қайд кунем, тозашиви ионҳои Cl^- то 95% ва коҳиши дурушӣ умумии об бошад то 55% расид, ки ин нишондиҳандагон шаҳодати самаранокии баланди бентонитӣ дар равандҳои тозакунии мебошад.

Ин натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки истифодаи гилҳои бентонитии фаъолгардонидашуда на танҳо миқдори ионҳои зарароварро дар об кам мекунад, балки сифати умумии обро низ ба дараҷаи зарури мебардорад. Аз ин рӯ, татбиқи ин технология метавонад ҳамчун роҳи муассир ва иқтисоди барои тозакунии об дар соҳаҳои саноат пешниҳод гардад.

Ҳамзамон, таҳлилҳо нишон дод, ки гилҳои бентонитӣ дар барқарорсозии сифати об таъсири мусбат расонида ва метавонад барои пешгирии ифлосшавии об истифода шаванд. Вобаста ба ин, истифодаи ин технология имкон медиҳад, ки сифати об ба дараҷаи зарурӣ тоза карда шавад.

Тадқиқоти мазкур дар доираи лоиҳаи ITAG-SATREPS (Соҳтмони низомии гармидиҳии декарбонатӣ бо истифода аз захираҳои оби зеризаминӣ) иҷро шудааст.

Муқарриз: Носиров Наби — д.и.т., Сарҳодими илмӣ Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Кодиров, А. С. Влияние изменения климата на сельское хозяйство и возможности адаптации / А.С. Кодиров, А.И. Саидов, И.М. Рахимов // Материалы международной НПК «Пути направления рационального использования водных ресурсов Таджикистана» – Душанбе, – 2018. – С. 180–186.

2. Амиров, О. Х. Теоретико-прикладные аспекты использования гидрологических данных речного бассейна Республики Таджикистан / О. Х. Амиров // Вестник КГУСТА. 2013. – № 1 (39). – С. 100-106.
3. Классификация природных вод // Интернет-портал www.water2you.ru. — Режим доступа: <https://www.water2you.ru/articles/prochie-materialy/klassifikatsiya-prirodnikh-vod/>. — (Дата обращения: 30.10.2025).
4. Бассейновый план использования, охраны и развития водных ресурсов реки Кафирниган (Первый проект) // Всемирный Банк. – Душанбе, 2019. – 140 с.
5. Гулаёзов, М. Ш., Кодиров, А. С. Географические особенности руслового режима реки Варзоб / М. Ш. Гулаёзов, А. С. Кодиров // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. – № 2 (45). – С. 28–36.
6. Кодиров, А. С., Маджидов, Т. С., Эмомов, К. Ф., Кодиров, Ш. С. Горные экосистемы Таджикистана на фоне изменения климата / А. С. Кодиров, Т. С. Маджидов, К. Ф. Эмомов, Ш. С. Кодиров // Материалы международной научно-практической дистанционной конференции «Развитие инновационной экономики в Таджикистане и Польше», г. Душанбе, 21–22 декабря 2018 г. – С. 85–90.
7. Кодиров, Ш. С., Партобов, А. Ш. Хусусиятҳои умумӣ ва речаи гидрохимиявии ҳавзаи дарёи Кофарниҳон / Ш. С. Кодиров, А. Ш. Партобов // Паёми ДТТ. – 2021. – № 3 (46). – С. 55–63.
8. Hyderabad all set to become India's first city to fully treat its sewage // Internet-portal India expresses. — Режим доступа: <https://www.newindianexpress.com/states/telangana/2022/sep/05/hyderabad-all-set-to-become-indias-first-city-to-fully-treat-its-sewage-2494886.html>. — (Дата обращения: 30.10.2025).

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Кодиров Анвар Саидкулович	Кодиров Анвар Саидкулович	Kodirov Anvar Saidkulovich
Доктори илмҳои техники	Доктор технических наук	Doctor of Technical Sciences
Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ	Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ	Center for innovative of science and new technologies NAST
E-mail: as.kodirov@gmail.com		
TJ	RU	EN
Толибзода Умеда Олим	Толибзода Умеда Олим	Tolibzoda Umeda Olim
Ходими калони илмӣ	Старший научный сотрудник	Senior Researcher
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ	Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ	Institute of water problems, hydropower and ecology NAST
E-mail: u.tolibova@mail.ru		
TJ	RU	EN
Назмудинова Фарзона Исмаиловна	Назмудинова Фарзона Исмаиловна	Nazhmudinova Farzona Ismayullovna
Ходими калони илмӣ	Старший научный сотрудник	Senior Researcher
Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ	Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ	Center for innovative of science and new technologies NAST
E-mail: ismatullozoda.fn@gmail.com		
TJ	RU	EN
Шаймурадов Фирдавс Иноятovich	Шаймурадов Фирдавс Иноятovich	Shaymuradov Firdavs Inoyatovich
Номзади илмҳои техники	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ	Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ	Institute of water problems, hydropower and ecology NAST
E-mail: sh.firdavs-80@mail.ru		
TJ	RU	EN
Рахимов Илхомиддин Мирзоевич	Рахимов Илхомиддин Мирзоевич	Rakhimov Ilkhomidin Mirzoevich
Номзади илмҳои техники	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences
Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ	Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ	Institute of chemistry named after V.I. Nikitin of the NAST
E-mail: rahimzod_74@mail.ru		